

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII



ROCZNIK ASTRONOMICZNY

NA ROK

2024



INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII

ROCZNIK ASTRONOMICZNY

NA ROK 2024

LXXIX



WARSZAWA 2023

Redakcja naukowa Rocznika Astronomicznego
Jan Kryński, Monika Wilde-Piórko
Autorzy: Jan Kryński, Marcin Sękowski, Monika Wilde-Piórko

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 978-83-60024-32-4

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 CIP 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

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)
CET	—	Central European Time (czas środkowoeuropejski, str. 74)
CTRS	—	Conventional Terrestrial Reference System (konwencjonalny ziemski system odniesienia)
DORIS	—	Doppler Orbit Determination and Radio Positioning Integrated on Satellite (francuski globalny system nawigacyjny dla obiektów naziemnych i kosmicznych)
DUT1	—	różnica czasów UT1 i UTC
EOP	—	Earth Orientation Parameters (parametry ruchu obrotowego Ziemi)
ERA	—	Earth Rotation Angle (kąt obrotu Ziemi, str. 64)
ET	—	Ephemeris Time (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	—	Greenwich Mean Time (czas słoneczny średni Greenwich, str. 71)
GMST	—	Greenwich Mean Sidereal Time (średni czas gwiazdowy Greenwich, str. 72)
GPS	—	Global Positioning System (amerykański globalny system nawigacyjny)
GPST	—	GPS Time (czas GPS)
GRS	—	Geodetic Reference System (geodezyjny system odniesienia)
GSD	—	patrz JSD
GST	—	Greenwich Sidereal Time (prawdziwy czas gwiazdowy Greenwich, str. 72)
GTRS	—	Geocentric Terrestrial Reference System (geocentryczny ziemski 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 ziemski system odniesienia)
IUGG	—	International Union of Geodesy and Geophysics (Międzynarodowa Unia Geodezji i Geofizyki)
JD	—	Julian Date (data juliańska odniesiona do czasu ziemskiego /TT/, str. 77)
JED	—	Julian Ephemeris Date (data juliańska odniesiona do skali czasu efemeryd /ET/, str. 77)
JPL	—	Jet Propulsion Laboratory
JSD	—	Julian Sidereal Date (juliańska data gwiazdowa, str. 77)
LLR	—	Lunar Laser Ranging (laserowe pomiary odległości do Księżyca)
MJD	—	Modified Julian Date (zmodyfikowana data juliańska, str. 77)
NRO	—	Non-Rotating Origin (nieobracający się punkt początkowy)
RA	—	Rocznik Astronomiczny IGiK
SAO	—	Smithsonian Astrophysical Observatory
SDT	—	Sidereal Dynamic Time (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	—	Temps Atomique International (międzynarodowy czas atomowy, str. 69)
TCB	—	Temps Coordonnée Barycentrique (czas współrzędnych barycentrycznych, str. 70)
TCG	—	Temps Coordonnée Géocentrique (czas współrzędnych geocentrycznych, str. 70)
TDB	—	Temps Dynamique Barycentrique (barycentryczny czas dynamiczny, str. 70)
TDT	—	Temps Dynamique Terrestre (ziemski czas dynamiczny, str. 76)
TEO	—	Terrestrial Ephemeris Origin (ziemski efemerydalny punkt początkowy)
TIO	—	Terrestrial Intermediate Origin (ziemski pośredni punkt początkowy)
TT	—	Terrestrial Time (czas ziemski, str. 69)
USNO	—	US Naval Observatory
UT	—	Universal Time (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	—	Universal Time Coordinated (czas uniwersalny koordynowany, str. 73)
VLBI	—	Very Long Baseline Interferometry (interferometria długich baz)
WGS	—	World Geodetic System (światowy system geodezyjny)
ZT	—	Zonal Time (czas strefowy, str. 74)

PRZEDMOWA

Niniejszy, LXXIX 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 LXXIX tomu Rocznika Astronomicznego stanowią: Jan Kryński, Marcin Sękowski i Monika Wilde-Piórko.

Podobnie jak w latach 2002–2023 Rocznik Astronomiczny na 2024 rok 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 współcześnie 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 danych interpolowanych, podawanych tradycyjnie w tablicach, z przyjętym kilkudniowym krokiem 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 związku z wydawaniem wersji elektronicznej (*pdf*) oraz uruchomieniem Rocznika „on-line”, począwszy od wydania na 2015 rok, wersja drukowana Rocznika została istotnie ograniczona. Usunięto tablice miejsc pozornych gwiazd w systemie IRS, tablice miejsc pozornych gwiazd okółbiegunowych 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 w systemie FK5, tablice wielkości redukcyjnych, tablice miejsc pozornych gwiazd w systemie FK5 oraz tablice miejsc pozornych gwiazd okółbiegunowych w systemie FK5. Usunięte tablice zastąpił **kalkulator pozycji pozornej gwiazd** zapewniający możliwość bezpośredniego obliczenia pozycji pozornej wybranej gwiazdy na dowolny zadany moment. Przeniesienie danych dotyczących pozycji gwiazd do Rocznika „on-line” pozwoliło również na rozszerzenie katalogu gwiazd. Początkowo rozszerzono go o wszystkie gwiazdy katalogu Hipparcos, który na mocy Rezolucji B2 ZG IAU, z 1997 roku, został katalogiem definiującym Międzynarodowy Niebieski Układ Odniesienia (ICRF) w domenie optycznej (HCRF). Następnie zaś, od 2024 roku, o część gwiazd z katalogu Gaia, którego trzecia realizacja (Gaia-CRF3) zastąpiła HCRF z dniem 1 stycznia 2022 roku, na mocy Rezolucji B3 ZG IAU, z 2022 roku.

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. 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 2024 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 2024 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 odbył się 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.

Większość tablic w Roczniku zawiera wyniki obliczeń wykonanych w CGiG IGiK. Oprogramowanie zostało w całości opracowane w CGiG IGiK, przez Marcina Sękowskiego, częściowo w oparciu o procedury udostępnione przez IERS i SOFA. 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).

Do sporządzenia tablic 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 serwisu Międzynarodowej Służby Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia (IERS) w Paryżu. Dane do sporządzenia mapy izogon deklinacji magnetycznej na 2024 rok przygotowano na podstawie prowadzonych w IGiK pomiarów na punktach krajowej osnowy magnetycznej. Informacje o radiowych sygnałach czasu oparte są na raportach Departamentu Czasu Międzynarodowego Biura Miar i Wag w Sèvres. Obliczenia przykładowe zamieszczone w części szczegółowej Rocznika zostały opracowane, jak co roku, w oparciu o bieżące lub zaktualizowane dane. Skład całości Rocznika w systemie $\text{\TeX}$, zarówno drukowanej wersji książkowej, jak i elektronicznej *pdf* został wykonany w CGiG IGiK.

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 Roczniku na 2024 rok dokonano szeregu drobnych korekt edytorskich, m.in. uproszczona i ujednolicona została lista stosowanych skrótów. Oznaczenie czasu środkowoeuropejskiego CSE zostało konsekwentnie zastąpione ogólnie przyjętym skrótem CET.

Jan Kryński
Redaktor naukowy Rocznika Astronomicznego

ROK 2024

DNI ŚWIĄTECZNE

Nowy Rok	poniedziałek	1	stycznia	Boże Ciało	czwartek	30	maja
Trzech Króli	sobota	6	stycznia	Wniebowzięcie NMP	czwartek	15	sierpnia
Wielkanoc	niedziela	31	marca	Wszystkich Świętych	piątek	1	listopada
Pon. Wielk.	poniedziałek	1	kwietnia	Nar. Św. Niepodległości	poniedziałek	11	listopada
Święto Pracy	środa	1	maja	Boże Narodzenie	środa	25	grudnia
Św. Narod. 3 Maja	piątek	3	maja	Świętego Szczepana	czwartek	26	grudnia
Zielone Świątki	niedziela	19	maja				

PORY ROKU

Słońce wstępuje w znak Barana, początek wiosny astronomicznej	20	marca	3 ^h 06 ^m 4 ^s	UT
Słońce wstępuje w znak Raka, początek lata astronomicznego	20	czerwca	20 51.0	„
Słońce wstępuje w znak Wagi, początek jesieni astronomicznej	22	września	12 43.7	„
Słońce wstępuje w znak Koziorożca, początek zimy astronomicznej	21	grudnia	9 20.6	„
Ziemia w perihelium	3	stycznia	0 ^h 6 ^m	„
Ziemia w aphelium	5	lipca	5.1	„

STAŁE PRECESYJNE(2024.5)

IAU1976

IAU2006

Roczna precesja w długości	p	50 ^h 2964	50 ^h 2934
Roczna precesja równika	p_1	50.3890	50.3795
Roczna precesja ekliptyki	p_2	0.1009	0.0939
Roczna precesja w rektascensji	m	46.1312 = 3 ^s 07541	46.1285 = 3 ^s 07523
Roczna precesja w deklinacji	n	20.0410 = 1.33607	20.0397 = 1.33598
Średnie nachylenie ekliptyki do równika	ε	23°26'09 ^h .98	23°26'09 ^h .93

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 2024

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Styczeń	0	6 ^h 36 ^m 40. ^s 0723	0 ^s .0001 −3276	39. ^s 7447	6 ^h 35 ^m 26. ^s 2842	Luty	15	9 ^h 38 ^m 01. ^s 6193	0 ^s .0001 −2550	01. ^s 3643	9 ^h 36 ^m 47. ^s 4438
	1	6 40 36.6277	−3277	36.3000	6 39 22.8311		16	9 41 58.1747	−2556	57.9191	9 40 43.9908
	2	6 44 33.1831	−3299	32.8532	6 43 19.3781		17	9 45 54.7300	−2529	54.4771	9 44 40.5377
	3	6 48 29.7385	−3332	29.4052	6 47 15.9250		18	9 49 51.2854	−2480	51.0374	9 48 37.0847
	4	6 52 26.2938	−3368	25.9570	6 51 12.4720		19	9 53 47.8408	−2420	47.5988	9 52 33.6316
	5	6 56 22.8492	−3395	22.5097	6 55 09.0189		20	9 57 44.3961	−2362	44.1599	9 56 30.1786
	6	7 00 19.4046	−3402	19.0643	6 59 05.5659		21	10 01 40.9515	−2318	40.7197	10 00 26.7255
	7	7 04 15.9599	−3381	15.6218	7 03 02.1128		22	10 05 37.5069	−2297	37.2772	10 04 23.2725
	8	7 08 12.5153	−3325	12.1828	7 06 58.6597		23	10 09 34.0623	−2303	33.8319	10 08 19.8194
	9	7 12 09.0707	−3236	08.7471	7 10 55.2067		24	10 13 30.6176	−2337	30.3840	10 12 16.3664
	10	7 16 05.6260	−3120	05.3140	7 14 51.7536		25	10 17 27.1730	−2395	26.9335	10 16 12.9133
	11	7 20 02.1814	−2996	01.8818	7 18 48.3006		26	10 21 23.7284	−2470	23.4814	10 20 09.4603
	12	7 23 58.7368	−2886	58.4482	7 22 44.8475		27	10 25 20.2837	−2553	20.0285	10 24 06.0072
	13	7 27 55.2921	−2809	55.0112	7 26 41.3945		28	10 29 16.8391	−2633	16.5758	10 28 02.5542
	14	7 31 51.8475	−2778	51.5697	7 30 37.9414		29	10 33 13.3945	−2701	13.1243	10 31 59.1011
Luty	15	7 35 48.4029	−2789	48.1240	7 34 34.4884	Marzec	1	10 37 09.9498	−2747	09.6751	10 35 55.6481
	16	7 39 44.9582	−2828	44.6754	7 38 31.0353		2	10 41 06.5052	−2765	06.2287	10 39 52.1950
	17	7 43 41.5136	−2874	41.2262	7 42 27.5823		3	10 45 03.0606	−2753	02.7853	10 43 48.7420
	18	7 47 38.0690	−2907	37.7783	7 46 24.1292		4	10 48 59.6159	−2712	59.3447	10 47 45.2889
	19	7 51 34.6244	−2913	34.3331	7 50 20.6762		5	10 52 56.1713	−2651	55.9062	10 51 41.8359
	20	7 55 31.1797	−2886	30.8911	7 54 17.2231		6	10 56 52.7267	−2584	52.4683	10 55 38.3828
	21	7 59 27.7351	−2829	27.4522	7 58 13.7701		7	11 00 49.2820	−2529	49.0292	10 59 34.9297
	22	8 03 24.2905	−2751	24.0154	8 02 10.3170		8	11 04 45.8374	−2505	45.5870	11 03 31.4767
	23	8 07 20.8458	−2664	20.5794	8 06 06.8640		9	11 08 42.3928	−2523	42.1405	11 07 28.0236
	24	8 11 17.4012	−2582	17.1430	8 10 03.4109		10	11 12 38.9482	−2584	38.6897	11 11 24.5706
	25	8 15 13.9566	−2515	13.7051	8 13 59.9579		11	11 16 35.5035	−2673	35.2362	11 15 21.1175
	26	8 19 10.5119	−2473	10.2646	8 17 56.5048		12	11 20 32.0589	−2764	31.7825	11 19 17.6645
	27	8 23 07.0673	−2459	06.8214	8 21 53.0518		13	11 24 28.6143	−2833	28.3310	11 23 14.2114
	28	8 27 03.6227	−2473	03.3754	8 25 49.5987		14	11 28 25.1696	−2866	24.8830	11 27 10.7584
	29	8 30 60.1780	−2510	59.9271	8 29 46.1457		15	11 32 21.7250	−2862	21.4388	11 31 07.3053
	30	8 34 56.7334	−2562	56.4772	8 33 42.6926		16	11 36 18.2804	−2828	17.9976	11 35 03.8523
	31	8 38 53.2888	−2619	53.0268	8 37 39.2396		17	11 40 14.8357	−2779	14.5578	11 39 00.3992
	1	8 42 49.8441	−2672	49.5769	8 41 35.7865	Kwiecień	18	11 44 11.3911	−2730	11.1181	11 42 56.9462
	2	8 46 46.3995	−2710	46.1285	8 45 32.3335		19	11 48 07.9465	−2692	07.6772	11 46 53.4931
	3	8 50 42.9549	−2724	42.6825	8 49 28.8804		20	11 52 04.5018	−2676	04.2342	11 50 50.0401
	4	8 54 39.5103	−2707	39.2396	8 53 25.4274		21	11 56 01.0572	−2687	00.7885	11 54 46.5870
	5	8 58 36.0656	−2658	35.7999	8 57 21.9743		22	11 59 57.6126	−2724	57.3401	11 58 43.1340
	6	9 02 32.6210	−2580	32.3630	9 01 18.5213		23	12 03 54.1679	−2787	53.8893	12 02 39.6809
	7	9 06 29.1764	−2485	28.9278	9 05 15.0682		24	12 07 50.7233	−2867	50.4366	12 06 36.2279
	8	9 10 25.7317	−2393	25.4925	9 09 11.6152		25	12 11 47.2787	−2958	46.9829	12 10 32.7748
	9	9 14 22.2871	−2323	22.0548	9 13 08.1621		26	12 15 43.8341	−3048	43.5293	12 14 29.3218
	10	9 18 18.8425	−2295	18.6130	9 17 04.7091		27	12 19 40.3894	−3126	40.0768	12 18 25.8687
	11	9 22 15.3978	−2314	15.1664	9 21 01.2560		28	12 23 36.9448	−3184	36.6264	12 22 22.4157
	12	9 26 11.9532	−2371	11.7161	9 24 57.8030		29	12 27 33.5002	−3214	33.1787	12 26 18.9626
	13	9 30 08.5086	−2444	08.2641	9 28 54.3499		30	12 31 30.0555	−3214	29.7341	12 30 15.5096
	14	9 34 05.0639	−2510	04.8129	9 32 50.8969		31	12 35 26.6109	−3186	26.2923	12 34 12.0565
	15	9 38 01.6193	−2550	01.3643	9 36 47.4438		1	12 39 23.1663	−3136	22.8527	12 38 08.6035

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2024

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Kwiecień	1	12 ^h 39 ^m 23 ^s .1663	0°0001 −3136	22 ^s .8527	12 ^h 38 ^m 08 ^s .6035	Maj	17	15 ^h 40 ^m 44 ^s .7132	0°0001 −2971	44 ^s .4161	15 ^h 39 ^m 29 ^s .7631
	2	12 43 19.7216	−3076	19.4141	12 42 05.1504		18	15 44 41.2686	−3020	40.9666	15 43 26.3101
	3	12 47 16.2770	−3022	15.9748	12 46 01.6974		19	15 48 37.8240	−3073	37.5166	15 47 22.8570
	4	12 51 12.8324	−2990	12.5334	12 49 58.2443		20	15 52 34.3793	−3121	34.0672	15 51 19.4040
	5	12 55 09.3877	−2993	09.0884	12 53 54.7913		21	15 56 30.9347	−3152	30.6195	15 55 15.9509
	6	12 59 05.9431	−3037	05.6394	12 57 51.3382		22	16 00 27.4901	−3158	27.1743	15 59 12.4979
	7	13 03 02.4985	−3113	02.1872	13 01 47.8852		23	16 04 24.0454	−3133	23.7322	16 03 09.0448
	8	13 06 59.0538	−3202	58.7337	13 05 44.4321		24	16 08 20.6008	−3076	20.2932	16 07 05.5918
	9	13 10 55.6092	−3279	55.2813	13 09 40.9791		25	16 12 17.1562	−2992	16.8569	16 11 02.1387
	10	13 14 52.1646	−3323	51.8323	13 13 37.5260		26	16 16 13.7115	−2894	13.4222	16 14 58.6857
	11	13 18 48.7199	−3326	48.3874	13 17 34.0730		27	16 20 10.2669	−2795	09.9874	16 18 55.2326
	12	13 22 45.2753	−3290	44.9463	13 21 30.6199		28	16 24 06.8223	−2713	06.5510	16 22 51.7796
	13	13 26 41.8307	−3231	41.5076	13 25 27.1669		29	16 28 03.3776	−2661	03.1115	16 26 48.3265
	14	13 30 38.3861	−3166	38.0695	13 29 23.7138		30	16 31 59.9330	−2646	59.6684	16 30 44.8735
	15	13 34 34.9414	−3109	34.6306	13 33 20.2608		31	16 35 56.4884	−2665	56.2219	16 34 41.4204
	16	13 38 31.4968	−3072	31.1896	13 37 16.8077	Czerwiec	1	16 39 53.0438	−2706	52.7732	16 38 37.9674
	17	13 42 28.0522	−3061	27.7460	13 41 13.3547		2	16 43 49.5991	−2751	49.3240	16 42 34.5143
	18	13 46 24.6075	−3079	24.2996	13 45 09.9016		3	16 47 46.1545	−2780	45.8765	16 46 31.0613
	19	13 50 21.1629	−3122	20.8507	13 49 06.4486		4	16 51 42.7099	−2776	42.4323	16 50 27.6082
	20	13 54 17.7183	−3185	17.3997	13 53 02.9955		5	16 55 39.2652	−2731	38.9921	16 54 24.1552
	21	13 58 14.2736	−3260	13.9476	13 56 59.5425		6	16 59 35.8206	−2650	35.5556	16 58 20.7021
	22	14 02 10.8290	−3336	10.4954	14 00 56.0894		7	17 03 32.3760	−2546	32.1214	17 02 17.2491
	23	14 06 07.3844	−3403	07.0440	14 04 52.6364		8	17 07 28.9313	−2436	28.6877	17 06 13.7960
	24	14 10 03.9397	−3451	03.5946	14 08 49.1833		9	17 11 25.4867	−2338	25.2529	17 10 10.3430
	25	14 14 00.4951	−3472	00.1479	14 12 45.7303		10	17 15 22.0421	−2264	21.8157	17 14 06.8899
	26	14 17 57.0505	−3462	56.7043	14 16 42.2772		11	17 19 18.5974	−2220	18.3754	17 18 03.4369
	27	14 21 53.6058	−3421	53.2637	14 20 38.8242		12	17 23 15.1528	−2207	14.9321	17 21 59.9838
	28	14 25 50.1612	−3358	49.8255	14 24 35.3711		13	17 27 11.7082	−2219	11.4863	17 25 56.5308
	29	14 29 46.7166	−3282	46.3884	14 28 31.9181		14	17 31 08.2635	−2250	08.0386	17 29 53.0777
	30	14 33 43.2720	−3209	42.9510	14 32 28.4650		15	17 35 04.8189	−2289	04.5900	17 33 49.6247
Maj	1	14 37 39.8273	−3155	39.5119	14 36 25.0120		16	17 39 01.3743	−2326	01.1417	17 37 46.1716
	2	14 41 36.3827	−3131	36.0696	14 40 21.5589		17	17 42 57.9296	−2351	57.6946	17 41 42.7186
	3	14 45 32.9381	−3144	32.6236	14 44 18.1059		18	17 46 54.4850	−2354	54.2496	17 45 39.2655
	4	14 49 29.4934	−3191	29.1744	14 48 14.6528		19	17 50 51.0404	−2328	50.8076	17 49 35.8125
	5	14 53 26.0488	−3256	25.7232	14 52 11.1997		20	17 54 47.5958	−2269	47.3688	17 53 32.3594
	6	14 57 22.6042	−3319	22.2723	14 56 07.7467		21	17 58 44.1511	−2182	43.9329	17 57 28.9064
	7	15 01 19.1595	−3358	18.8238	15 00 04.2936		22	18 02 40.7065	−2074	40.4990	18 01 25.4533
	8	15 05 15.7149	−3357	15.3792	15 04 00.8406		23	18 06 37.2619	−1962	37.0657	18 05 22.0003
	9	15 09 12.2703	−3314	11.9388	15 07 57.3875		24	18 10 33.8172	−1862	33.6310	18 09 18.5472
	10	15 13 08.8256	−3239	08.5018	15 11 53.9345		25	18 14 30.3726	−1792	30.1934	18 13 15.0942
	11	15 17 05.3810	−3148	05.0662	15 15 50.4814		26	18 18 26.9280	−1760	26.7519	18 17 11.6411
	12	15 21 01.9364	−3059	01.6305	15 19 47.0284		27	18 22 23.4833	−1766	23.3067	18 21 08.1881
	13	15 24 58.4917	−2987	58.1931	15 23 43.5753		28	18 26 20.0387	−1799	19.8588	18 25 04.7350
	14	15 28 55.0471	−2941	54.7530	15 27 40.1223		29	18 30 16.5941	−1841	16.4099	18 29 01.2820
	15	15 32 51.6025	−2925	51.3100	15 31 36.6692		30	18 34 13.1494	−1872	12.9622	18 32 57.8289
	16	15 36 48.1579	−2937	47.8642	15 35 33.2162	Lipiec	1	18 38 09.7048	−1875	09.5173	18 36 54.3758
	17	15 40 44.7132	−2971	44.4161	15 39 29.7631		2	18 42 06.2602	−1841	06.0761	18 40 50.9228

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2024

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Lipiec	1	18 ^h 38 ^m 09 ^s .7048	0 ^s .0001 −1875	09 ^s .5173	18 ^h 36 ^m 54 ^s .3758	Sierpień	16	21 ^h 39 ^m 31 ^s .2518	0 ^s .0001 − 917	31 ^s .1601	21 ^h 38 ^m 15 ^s .5355
	2	18 42 06.2602	−1841	06.0761	18 40 50.9228		17	21 43 27.8071	− 839	27.7233	21 42 12.0825
	3	18 46 02.8155	−1772	02.6384	18 44 47.4697		18	21 47 24.3625	− 776	24.2849	21 46 08.6294
	4	18 49 59.3709	−1676	59.2033	18 48 44.0167		19	21 51 20.9179	− 746	20.8433	21 50 05.1764
	5	18 53 55.9263	−1570	55.7693	18 52 40.5636		20	21 55 17.4732	− 759	17.3974	21 54 01.7233
	6	18 57 52.4817	−1469	52.3347	18 56 37.1106		21	21 59 14.0286	− 812	13.9475	21 57 58.2703
	7	19 01 49.0370	−1389	48.8982	19 00 33.6575		22	22 03 10.5840	− 889	10.4951	22 01 54.8172
	8	19 05 45.5924	−1337	45.4587	19 04 30.2045		23	22 07 07.1393	− 966	07.0427	22 05 51.3642
	9	19 09 42.1478	−1317	42.0161	19 08 26.7514		24	22 11 03.6947	−1022	03.5925	22 09 47.9111
	10	19 13 38.7031	−1325	38.5706	19 12 23.2984		25	22 15 00.2501	−1043	00.1458	22 13 44.4581
	11	19 17 35.2585	−1356	35.1229	19 16 19.8453		26	22 18 56.8055	−1026	56.7029	22 17 41.0050
	12	19 21 31.8139	−1399	31.6740	19 20 16.3923		27	22 22 53.3608	− 980	53.2628	22 21 37.5520
	13	19 25 28.3692	−1444	28.2249	19 24 12.9392		28	22 26 49.9162	− 918	49.8244	22 25 34.0989
	14	19 29 24.9246	−1481	24.7765	19 28 09.4862		29	22 30 46.4716	− 856	46.3860	22 29 30.6458
	15	19 33 21.4800	−1499	21.3300	19 32 06.0331		30	22 34 43.0269	− 807	42.9462	22 33 27.1928
	16	19 37 18.0353	−1493	17.8861	19 36 02.5801	Wrzesień	31	22 38 39.5823	− 782	39.5041	22 37 23.7397
	17	19 41 14.5907	−1456	14.4452	19 39 59.1270		1	22 42 36.1377	− 787	36.0589	22 41 20.2867
	18	19 45 11.1461	−1388	11.0072	19 43 55.6740		2	22 46 32.6930	− 822	32.6108	22 45 16.8336
	19	19 49 07.7014	−1297	07.5718	19 47 52.2209		3	22 50 29.2484	− 883	29.1601	22 49 13.3806
	20	19 53 04.2568	−1193	04.1375	19 51 48.7679		4	22 54 25.8038	− 961	25.7076	22 53 09.9275
	21	19 57 00.8122	−1096	00.7026	19 55 45.3148		5	22 58 22.3591	−1048	22.2543	22 57 06.4745
	22	20 00 57.3676	−1023	57.2653	19 59 41.8618		6	23 02 18.9145	−1132	18.8013	23 01 03.0214
	23	20 04 53.9229	− 988	53.8241	20 03 38.4087		7	23 06 15.4699	−1204	15.3495	23 04 59.5684
	24	20 08 50.4783	− 996	50.3787	20 07 34.9557		8	23 10 12.0252	−1255	11.8997	23 08 56.1153
	25	20 12 47.0337	−1037	46.9299	20 11 31.5026		9	23 14 08.5806	−1280	08.4526	23 12 52.6623
	26	20 16 43.5890	−1094	43.4796	20 15 28.0496		10	23 18 05.1360	−1277	05.0083	23 16 49.2092
	27	20 20 40.1444	−1144	40.0300	20 19 24.5965		11	23 22 01.6914	−1248	01.5666	23 20 45.7562
	28	20 24 36.6998	−1169	36.5829	20 23 21.1435		12	23 25 58.2467	−1199	58.1268	23 24 42.3031
	29	20 28 33.2551	−1160	33.1392	20 27 17.6904		13	23 29 54.8021	−1142	54.6879	23 28 38.8501
	30	20 32 29.8105	−1115	29.6990	20 31 14.2374		14	23 33 51.3575	−1091	51.2483	23 32 35.3970
Sierpień	31	20 36 26.3659	−1044	26.2615	20 35 10.7843		15	23 37 47.9128	−1064	47.8064	23 36 31.9440
	1	20 40 22.9212	− 959	22.8253	20 39 07.3313		16	23 41 44.4682	−1073	44.3608	23 40 28.4909
	2	20 44 19.4766	− 876	19.3890	20 43 03.8782		17	23 45 41.0236	−1124	40.9112	23 44 25.0379
	3	20 48 16.0320	− 810	15.9510	20 47 00.4252		18	23 49 37.5789	−1207	37.4582	23 48 21.5848
	4	20 52 12.5873	− 770	12.5104	20 50 56.9721		19	23 53 34.1343	−1301	34.0042	23 52 18.1318
	5	20 56 09.1427	− 760	09.0667	20 54 53.5191		20	23 57 30.6897	−1381	30.5516	23 56 14.6787
	6	21 00 05.6981	− 781	05.6200	20 58 50.0660		21	0 01 27.2450	−1425	27.1025	0 00 11.2257
	7	21 04 02.2534	− 826	02.1709	21 02 46.6130		22	0 05 23.8004	−1428	23.6576	0 04 07.7726
	8	21 07 58.8088	− 887	58.7201	21 06 43.1599		23	0 09 20.3558	−1394	20.2164	0 08 04.3196
	9	21 11 55.3642	− 954	55.2688	21 10 39.7069		24	0 13 16.9111	−1339	16.7772	0 12 00.8665
	10	21 15 51.9196	−1015	51.8180	21 14 36.2538		25	0 17 13.4665	−1280	13.3385	0 15 57.4135
	11	21 19 48.4749	−1062	48.3687	21 18 32.8008		26	0 21 10.0219	−1233	09.8986	0 19 53.9604
	12	21 23 45.0303	−1087	44.9216	21 22 29.3477		27	0 25 06.5773	−1208	06.4565	0 23 50.5074
	13	21 27 41.5857	−1084	41.4773	21 26 25.8947		28	0 29 03.1326	−1212	03.0114	0 27 47.0543
	14	21 31 38.1410	−1051	38.0359	21 30 22.4416		29	0 32 59.6880	−1246	59.5634	0 31 43.6013
	15	21 35 34.6964	− 993	34.5971	21 34 18.9886	Październik	30	0 36 56.2434	−1306	56.1127	0 35 40.1482
	16	21 39 31.2518	− 917	31.1601	21 38 15.5355		1	0 40 52.7987	−1386	52.6602	0 39 36.6952

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2024

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Październik	1	0 ^h 40 ^m 52. ^s 7987	0 ^s 0001	52. ^s 6602	0 ^h 39 ^m 36. ^s 6952	Listopad	16	3 ^h 42 ^m 14. ^s 3457	0 ^s 0001	14. ^s 1780	3 ^h 40 ^m 57. ^s 8548
	2	0 44 49.3541	−1386	49.2066	0 43 33.2421		17	3 46 10.9011	−1677	10.7417	3 44 54.4018
	3	0 48 45.9095	−1475	45.7531	0 47 29.7891		18	3 50 07.4564	−1593	07.3078	3 44 54.4018
	4	0 52 42.4648	−1564	45.7531	0 47 29.7891		19	3 54 04.0118	−1486	07.3078	3 48 50.9487
	5	0 56 39.0202	−1642	42.3007	0 51 26.3360		20	3 58 00.5672	−1377	03.8741	3 52 47.4957
	6	1 00 35.5756	−1700	38.8502	0 55 22.8830		21	4 01 57.1225	−1285	00.4387	3 56 44.0426
	7	1 04 32.1309	−1732	35.4024	0 59 19.4299		22	4 05 53.6779	−1222	57.0004	4 00 40.5896
	8	1 08 28.6863	−1737	31.9573	1 03 15.9769		23	4 09 50.2333	−1192	53.5587	4 04 37.1365
	9	1 12 25.2417	−1715	28.5148	1 07 12.5238		24	4 13 46.7886	−1194	50.1139	4 08 33.6835
	10	1 16 21.7970	−1672	25.0745	1 11 09.0708		25	4 17 43.3440	−1220	46.6667	4 12 30.2304
	11	1 20 18.3524	−1261	21.6352	1 15 05.6177		26	4 21 39.8994	−1261	43.2179	4 16 26.7774
	12	1 24 14.9078	−1306	18.1958	1 19 02.1647		27	4 25 36.4547	−1306	39.7688	4 20 23.3243
	13	1 28 11.4631	−1345	14.7548	1 22 58.7116		28	4 29 33.0101	−1345	36.3202	4 24 19.8713
	14	1 32 08.0185	−1523	11.3109	1 26 55.2586		29	4 33 29.5655	−1523	32.8732	4 28 16.4182
	15	1 36 04.5739	−1569	07.8633	1 30 51.8055		30	4 37 26.1208	−1569	29.4286	4 32 12.9652
	16	1 40 01.1293	−1616	04.4123	1 34 48.3525		1	4 41 22.6762	−1616	25.9868	4 36 09.5121
	17	1 43 57.6846	−1700	00.9593	1 38 44.8994	Grudzień	2	4 45 19.2316	−1700	22.5479	4 40 06.0591
	18	1 47 54.2400	−1780	57.5066	1 42 41.4464		3	4 49 15.7870	−1202	19.1114	4 44 02.6060
	19	1 51 50.7954	−1833	54.0567	1 46 37.9933		4	4 53 12.3423	−1833	15.6765	4 47 59.1530
	20	1 55 47.3507	−1841	50.6112	1 50 34.5403		5	4 57 08.8977	−1841	12.2419	4 51 55.6999
	21	1 59 43.9061	−1805	47.1702	1 54 31.0872		6	5 01 05.4531	−1805	08.8061	4 55 52.2469
	22	2 03 40.4615	−1738	43.7323	1 58 27.6342		7	5 05 02.0084	−851	05.3679	4 59 48.7938
	23	2 07 37.0168	−1658	40.2956	2 02 24.1811		8	5 08 58.5638	−819	01.9265	5 03 45.3408
	24	2 11 33.5722	−1586	36.8582	2 06 20.7281		9	5 12 55.1192	−820	58.4818	5 07 41.8877
	25	2 15 30.1276	−1535	33.4187	2 10 17.2750		10	5 16 51.6745	−846	55.0345	5 11 38.4347
	26	2 19 26.6829	−1514	29.9762	2 14 13.8219		11	5 20 48.2299	−884	51.5861	5 15 34.9816
	27	2 23 23.2383	−1523	26.5306	2 18 10.3689		12	5 24 44.7853	−913	48.1386	5 19 31.5286
	28	2 27 19.7937	−1560	23.0823	2 22 06.9158		13	5 28 41.3406	−914	44.6939	5 23 28.0755
	29	2 31 16.3490	−1618	19.6318	2 26 03.4628		14	5 32 37.8960	−873	41.2533	5 27 24.6225
	30	2 35 12.9044	−1688	16.1802	2 30 00.0097		15	5 36 34.4514	−790	37.8170	5 31 21.1694
Listopad	31	2 39 09.4598	−1759	12.7285	2 33 56.5567		16	5 40 31.0067	−674	34.3840	5 35 17.7164
	1	2 43 06.0152	−1822	09.2776	2 37 53.1036		17	5 44 27.5621	−545	30.9522	5 39 14.2633
	2	2 47 02.5705	−1866	05.8286	2 41 49.6506		18	5 48 24.1175	−426	27.5196	5 43 10.8103
	3	2 50 59.1259	−1884	02.3821	2 45 46.1975		19	5 52 20.6729	−331	24.0844	5 47 07.3572
	4	2 54 55.6813	−1874	58.9385	2 49 42.7445		20	5 56 17.2282	−271	20.6457	5 51 03.9042
	5	2 58 52.2366	−1837	55.4976	2 53 39.2914		21	6 00 13.7836	−246	17.2036	5 55 00.4511
	6	3 02 48.7920	−1777	52.0590	2 57 35.8384		22	6 04 10.3390	−250	13.7586	5 58 56.9981
	7	3 06 45.3474	−1704	48.6216	3 01 32.3853		23	6 08 06.8943	−274	10.3115	6 02 53.5450
	8	3 10 41.9027	−1630	45.1843	3 05 28.9323		24	6 12 03.4497	−307	06.8636	6 06 50.0919
	9	3 14 38.4581	−1570	41.7458	3 09 25.4792		25	6 15 59.9694	−338	03.4159	6 10 46.6389
	10	3 18 35.0135	−1534	38.3047	3 13 22.0262		26	6 19 56.5604	−357	59.9694	6 14 43.1858
	11	3 22 31.5688	−1530	34.8604	3 17 18.5731		27	6 23 53.1158	−355	56.5249	6 18 39.7328
	12	3 26 28.1242	−1560	31.4129	3 21 15.1201		28	6 27 49.6712	−327	53.0831	6 22 36.2797
	13	3 30 24.6796	−1613	27.9629	3 25 11.6670		29	6 31 46.2265	−271	49.6441	6 26 32.8267
	14	3 34 21.2349	−1673	24.5123	3 29 08.2140		30	6 35 42.7819	−189	46.2077	6 30 29.3736
	15	3 38 17.7903	−1715	21.0635	3 33 04.7609		31	6 39 39.3373	−87	42.7732	6 34 25.9206
	16	3 42 14.3457	−1719	17.6184	3 37 01.3079		32	6 43 35.8926	+	39.3394	6 38 22.4675
			−1677	14.1780	3 40 57.8548				+	35.9047	6 42 19.0145

SŁOŃCE 2024, STYCZEŃ – LUTY

Data		JD	0 ^h TT							CET		
			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.
Styczeń	0	2460 309.5	18 ^h 38 ^m 02. ^s 188	75. ^s 649	−23°07′53″.15	+10″.360	15″.91	8″.94	11 ^h 57 ^m 24. ^s 096	−1. ^s 1976	7 ^h 45 ^m	15 ^h 32 ^m
	1	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
	2	311.5	18 46 52.235	125.710	−22 58 40.63	+12.661	15.93	8.94	11 56 27.143	−1.1745	7 45	15 35
	3	312.5	18 51 16.813	90.293	−22 53 23.05	+13.804	15.93	8.94	11 55 59.112	−1.1611	7 45	15 36
	4	313.5	18 55 41.053	114.538	−22 47 38.11	+14.940	15.93	8.94	11 55 31.419	−1.1465	7 45	15 37
	5	314.5	19 00 04.929	78.420	−22 41 25.96	+16.069	15.92	8.94	11 55 04.090	−1.1306	7 44	15 38
	6	315.5	19 04 28.409	101.907	−22 34 46.78	+17.191	15.91	8.94	11 54 37.157	−1.1136	7 44	15 39
	7	316.5	19 08 51.466	124.975	−22 27 40.74	+18.306	15.89	8.94	11 54 10.647	−1.0953	7 44	15 41
	8	317.5	19 13 14.071	87.594	−22 20 08.06	+19.411	15.87	8.94	11 53 44.589	−1.0758	7 43	15 42
	9	318.5	19 17 36.194	109.734	−22 12 08.96	+20.508	15.85	8.94	11 53 19.012	−1.0551	7 43	15 43
	10	319.5	19 21 57.807	131.367	−22 03 43.67	+21.594	15.82	8.94	11 52 53.946	−1.0332	7 42	15 45
	11	320.5	19 26 18.880	92.461	−21 54 52.46	+22.670	15.78	8.94	11 52 29.420	−1.0101	7 42	15 46
	12	321.5	19 30 39.384	112.985	−21 45 35.58	+23.735	15.75	8.94	11 52 05.463	−0.9858	7 41	15 48
	13	322.5	19 34 59.290	132.907	−21 35 53.31	+24.788	15.71	8.94	11 51 42.104	−0.9603	7 40	15 49
	14	323.5	19 39 18.570	92.198	−21 25 45.95	+25.828	15.66	8.94	11 51 19.371	−0.9337	7 39	15 51
	15	324.5	19 43 37.199	110.835	−21 15 13.77	+26.855	15.62	8.94	11 50 57.289	−0.9061	7 39	15 52
	16	325.5	19 47 55.153	128.793	−21 04 17.09	+27.869	15.56	8.94	11 50 35.882	−0.8775	7 38	15 54
	17	326.5	19 52 12.411	86.055	−20 52 56.21	+28.869	15.51	8.94	11 50 15.172	−0.8482	7 37	15 55
	18	327.5	19 56 28.954	102.603	−20 41 11.48	+29.855	15.45	8.94	11 49 55.175	−0.8181	7 36	15 57
	19	328.5	20 00 44.768	118.425	−20 29 03.23	+30.826	15.38	8.94	11 49 35.908	−0.7873	7 35	15 59
	20	329.5	20 04 59.837	133.505	−20 16 31.81	+31.784	15.31	8.94	11 49 17.386	−0.7561	7 34	16 00
	21	330.5	20 09 14.152	87.834	−20 03 37.58	+32.727	15.24	8.94	11 48 59.618	−0.7243	7 33	16 02
	22	331.5	20 13 27.700	101.398	−19 50 20.90	+33.655	15.16	8.94	11 48 42.617	−0.6922	7 31	16 04
	23	332.5	20 17 40.475	114.190	−19 36 42.13	+34.569	15.07	8.94	11 48 26.389	−0.6598	7 30	16 06
	24	333.5	20 21 52.468	126.200	−19 22 41.63	+35.468	14.98	8.93	11 48 10.943	−0.6271	7 29	16 07
	25	334.5	20 26 03.675	77.422	−19 08 19.75	+36.352	14.88	8.93	11 47 56.283	−0.5943	7 28	16 09
	26	335.5	20 30 14.090	87.850	−18 53 36.85	+37.221	14.78	8.93	11 47 42.414	−0.5612	7 26	16 11
	27	336.5	20 34 23.711	97.481	−18 38 33.29	+38.074	14.67	8.93	11 47 29.341	−0.5280	7 25	16 13
	28	337.5	20 38 32.533	106.310	−18 23 09.43	+38.913	14.55	8.93	11 47 17.065	−0.4948	7 24	16 15
	29	338.5	20 42 40.556	114.337	−18 07 25.64	+39.736	14.43	8.93	11 47 05.589	−0.4615	7 22	16 16
Luty	30	339.5	20 46 47.779	121.564	−17 51 22.28	+40.543	14.30	8.93	11 46 54.914	−0.4281	7 21	16 18
	31	340.5	20 50 54.201	127.988	−17 34 59.72	+41.335	14.17	8.93	11 46 45.039	−0.3947	7 19	16 20
	1	341.5	20 54 59.821	133.611	−17 18 18.34	+42.110	14.03	8.93	11 46 35.965	−0.3614	7 18	16 22
	2	342.5	20 59 04.643	78.438	−17 01 18.52	+42.870	13.89	8.92	11 46 27.691	−0.3281	7 16	16 24
	3	343.5	21 03 08.666	82.468	−16 44 00.65	+43.613	13.74	8.92	11 46 20.215	−0.2949	7 14	16 26
	4	344.5	21 07 11.893	85.705	−16 26 25.13	+44.339	13.59	8.92	11 46 13.535	−0.2618	7 13	16 28
	5	345.5	21 11 14.326	88.152	−16 08 32.36	+45.049	13.43	8.92	11 46 07.649	−0.2287	7 11	16 29
	6	346.5	21 15 15.967	89.809	−15 50 22.74	+45.742	13.27	8.92	11 46 02.554	−0.1957	7 09	16 31
	7	347.5	21 19 16.819	90.679	−15 31 56.72	+46.418	13.11	8.92	11 45 58.250	−0.1629	7 08	16 33
	8	348.5	21 23 16.883	90.760	−15 13 14.70	+47.076	12.95	8.92	11 45 54.732	−0.1301	7 06	16 35
	9	349.5	21 27 16.162	90.055	−14 54 17.14	+47.715	12.78	8.91	11 45 52.000	−0.0974	7 04	16 37
	10	350.5	21 31 14.657	88.561	−14 35 04.47	+48.337	12.61	8.91	11 45 50.052	−0.0648	7 02	16 39
	11	351.5	21 35 12.370	86.280	−14 15 37.13	+48.940	12.44	8.91	11 45 48.886	−0.0323	7 00	16 41
	12	352.5	21 39 09.303	83.216	−13 55 55.56	+49.523	12.26	8.91	11 45 48.500	+0.0001	6 58	16 43
	13	353.5	21 43 05.461	79.375	−13 36 00.20	+50.088	12.08	8.91	11 45 48.889	+0.0323	6 57	16 45
	14	354.5	21 47 00.850	74.766	−13 15 51.47	+50.635	11.90	8.91	11 45 50.047	+0.0642	6 55	16 46
15	355.5	21 50 55.479	129.399	−12 55 29.82	+51.163	11.72	8.90	11 45 51.965	+0.0957	6 53	16 48	

SŁOŃCE 2024, LUTY – MARZEC

Data		JD	0 ^h TT							CET		
			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.
Luty		2460					16'					
	15	355.5	21 ^h 50 ^m 55.479 ^s	129.399	−12°55′29″82	+51.163	11.72	8.90	11 ^h 45 ^m 51.965 ^s	+0.0957	6 ^h 53 ^m	16 ^h 48 ^m
	16	356.5	21 54 49.356	123.284	−12 34 55.70	+51.673	11.53	8.90	11 45 54.635	+0.1267	6 51	16 50
	17	357.5	21 58 42.494	116.433	−12 14 09.53	+52.165	11.34	8.90	11 45 58.043	+0.1573	6 49	16 52
	18	358.5	22 02 34.907	108.860	−11 53 11.74	+52.640	11.15	8.90	11 46 02.178	+0.1872	6 47	16 54
	19	359.5	22 06 26.608	100.575	−11 32 02.76	+53.098	10.95	8.90	11 46 07.023	+0.2165	6 45	16 56
	20	360.5	22 10 17.614	91.595	−11 10 43.00	+53.540	10.75	8.90	11 46 12.564	+0.2452	6 43	16 58
	21	361.5	22 14 07.941	81.935	−10 49 12.87	+53.964	10.55	8.89	11 46 18.785	+0.2731	6 41	16 59
	22	362.5	22 17 57.605	131.610	−10 27 32.76	+54.372	10.34	8.89	11 46 25.667	+0.3004	6 38	17 01
	23	363.5	22 21 46.626	120.639	−10 05 43.07	+54.764	10.13	8.89	11 46 33.194	+0.3268	6 36	17 03
	24	364.5	22 25 35.020	109.038	− 9 43 44.19	+55.140	9.91	8.89	11 46 41.346	+0.3525	6 34	17 05
	25	365.5	22 29 22.808	96.828	− 9 21 36.49	+55.499	9.69	8.89	11 46 50.105	+0.3773	6 32	17 07
	26	366.5	22 33 10.009	84.030	− 8 59 20.36	+55.843	9.46	8.88	11 46 59.451	+0.4014	6 30	17 09
	27	367.5	22 36 56.643	130.664	− 8 36 56.16	+56.171	9.23	8.88	11 47 09.365	+0.4246	6 28	17 11
	28	368.5	22 40 42.728	116.750	− 8 14 24.28	+56.483	9.00	8.88	11 47 19.826	+0.4470	6 26	17 12
29	369.5	22 44 28.286	102.309	− 7 51 45.08	+56.780	8.76	8.88	11 47 30.816	+0.4686	6 23	17 14	
Marzec	1	370.5	22 48 13.335	87.362	− 7 28 58.93	+57.060	8.52	8.88	11 47 42.313	+0.4893	6 21	17 16
	2	371.5	22 51 57.898	131.932	− 7 06 06.22	+57.325	8.28	8.87	11 47 54.297	+0.5092	6 19	17 18
	3	372.5	22 55 41.992	116.035	− 6 43 07.32	+57.575	8.03	8.87	11 48 06.750	+0.5283	6 17	17 20
	4	373.5	22 59 25.639	99.695	− 6 20 02.61	+57.808	7.78	8.87	11 48 19.650	+0.5466	6 15	17 21
	5	374.5	23 03 08.857	82.927	− 5 56 52.48	+58.026	7.53	8.87	11 48 32.979	+0.5640	6 12	17 23
	6	375.5	23 06 51.665	125.750	− 5 33 37.33	+58.227	7.28	8.86	11 48 46.718	+0.5807	6 10	17 25
	7	376.5	23 10 34.081	108.180	− 5 10 17.56	+58.412	7.02	8.86	11 49 00.848	+0.5967	6 08	17 27
	8	377.5	23 14 16.123	90.233	− 4 46 53.58	+58.580	6.77	8.86	11 49 15.353	+0.6120	6 06	17 29
	9	378.5	23 17 57.807	131.924	− 4 23 25.79	+58.731	6.51	8.86	11 49 30.216	+0.6266	6 03	17 30
	10	379.5	23 21 39.148	113.267	− 3 59 54.61	+58.864	6.25	8.85	11 49 45.422	+0.6405	6 01	17 32
	11	380.5	23 25 20.162	94.281	− 3 36 20.45	+58.980	6.00	8.85	11 50 00.956	+0.6539	5 59	17 34
	12	381.5	23 29 00.863	74.981	− 3 12 43.72	+59.079	5.74	8.85	11 50 16.802	+0.6666	5 56	17 36
	13	382.5	23 32 41.266	115.386	− 2 49 04.81	+59.160	5.48	8.85	11 50 32.945	+0.6786	5 54	17 38
	14	383.5	23 36 21.390	95.515	− 2 25 24.14	+59.224	5.23	8.85	11 50 49.369	+0.6899	5 52	17 39
	15	384.5	23 40 01.251	75.384	− 2 01 42.09	+59.272	4.97	8.84	11 51 06.055	+0.7005	5 49	17 41
	16	385.5	23 43 40.867	115.012	− 1 37 59.08	+59.303	4.71	8.84	11 51 22.985	+0.7102	5 47	17 43
	17	386.5	23 47 20.260	94.419	− 1 14 15.49	+59.320	4.45	8.84	11 51 40.140	+0.7192	5 45	17 45
	18	387.5	23 50 59.449	133.621	− 0 50 31.69	+59.320	4.19	8.84	11 51 57.497	+0.7272	5 42	17 46
	19	388.5	23 54 38.455	112.639	− 0 26 48.05	+59.306	3.93	8.83	11 52 15.038	+0.7343	5 40	17 48
	20	389.5	23 58 17.301	91.495	− 0 03 04.95	+59.278	3.66	8.83	11 52 32.739	+0.7406	5 38	17 50
	21	390.5	0 01 56.009	130.210	+ 0 20 37.27	+59.234	3.40	8.83	11 52 50.578	+0.7459	5 35	17 52
	22	391.5	0 05 34.601	108.807	+ 0 44 18.27	+59.177	3.13	8.83	11 53 08.533	+0.7502	5 33	17 53
	23	392.5	0 09 13.099	87.307	+ 1 07 57.69	+59.105	2.86	8.82	11 53 26.582	+0.7537	5 31	17 55
	24	393.5	0 12 51.527	125.736	+ 1 31 35.22	+59.019	2.59	8.82	11 53 44.701	+0.7561	5 28	17 57
	25	394.5	0 16 29.907	104.115	+ 1 55 10.51	+58.920	2.32	8.82	11 54 02.868	+0.7576	5 26	17 58
	26	395.5	0 20 08.263	82.471	+ 2 18 43.24	+58.806	2.04	8.82	11 54 21.059	+0.7582	5 24	18 00
	27	396.5	0 23 46.617	120.825	+ 2 42 13.09	+58.679	1.77	8.81	11 54 39.252	+0.7578	5 21	18 02
	28	397.5	0 27 24.992	99.203	+ 3 05 39.73	+58.538	1.49	8.81	11 54 57.424	+0.7564	5 19	18 04
	29	398.5	0 31 03.410	77.626	+ 3 29 02.84	+58.383	1.21	8.81	11 55 15.552	+0.7541	5 17	18 05
	30	399.5	0 34 41.895	116.120	+ 3 52 22.09	+58.215	0.93	8.81	11 55 33.614	+0.7509	5 14	18 07
	31	400.5	0 38 20.468	94.704	+ 4 15 37.16	+58.033	0.65	8.80	11 55 51.589	+0.7468	5 12	18 09
Kwiecień	1	401.5	0 41 59.150	133.399	+ 4 38 47.70	+57.837	0.37	8.80	11 56 09.453	+0.7418	5 10	18 11

SŁOŃCE 2024, KWIECIEŃ – MAJ

Data	JD	0 ^h TT								CET		
		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	1	2460 401.5	0 ^h 41 ^m 59 ^s .150	133 ^s .399	+ 4°38′47".70	+57".837	60".37	8".80	11 ^h 56 ^m 09 ^s .453	+0 ^s .7418	5 ^h 10 ^m	18 ^h 11 ^m
	2	402.5	0 45 37.962	112.226	+ 5 01 53.38	+57.627	60.08	8.80	11 56 27.188	+0.7359	5 08	18 12
	3	403.5	0 49 16.925	91.202	+ 5 24 53.85	+57.402	59.80	8.80	11 56 44.772	+0.7293	5 05	18 14
	4	404.5	0 52 56.057	130.346	+ 5 47 48.74	+57.163	59.52	8.79	11 57 02.187	+0.7218	5 03	18 16
	5	405.5	0 56 35.376	109.673	+ 6 10 37.71	+56.909	59.24	8.79	11 57 19.415	+0.7137	5 01	18 18
	6	406.5	1 00 14.900	89.201	+ 6 33 20.37	+56.640	58.96	8.79	11 57 36.438	+0.7048	4 58	18 19
	7	407.5	1 03 54.643	128.945	+ 6 55 56.37	+56.356	58.68	8.79	11 57 53.243	+0.6954	4 56	18 21
	8	408.5	1 07 34.619	108.921	+ 7 18 25.32	+56.055	58.41	8.78	11 58 09.813	+0.6854	4 54	18 23
	9	409.5	1 11 14.842	89.144	+ 7 40 46.86	+55.738	58.13	8.78	11 58 26.137	+0.6749	4 52	18 24
	10	410.5	1 14 55.324	129.630	+ 8 03 00.63	+55.406	57.86	8.78	11 58 42.202	+0.6638	4 49	18 26
	11	411.5	1 18 36.078	110.392	+ 8 25 06.25	+55.058	57.59	8.78	11 58 57.995	+0.6523	4 47	18 28
	12	412.5	1 22 17.115	91.441	+ 8 47 03.35	+54.694	57.32	8.77	11 59 13.505	+0.6402	4 45	18 30
	13	413.5	1 25 58.450	132.791	+ 9 08 51.58	+54.316	57.06	8.77	11 59 28.717	+0.6275	4 43	18 31
	14	414.5	1 29 40.095	114.451	+ 9 30 30.56	+53.923	56.79	8.77	11 59 43.619	+0.6143	4 40	18 33
	15	415.5	1 33 22.065	96.435	+ 9 51 59.95	+53.516	56.53	8.77	11 59 58.196	+0.6004	4 38	18 35
	16	416.5	1 37 04.375	78.757	+10 13 19.40	+53.095	56.27	8.76	12 00 12.432	+0.5859	4 36	18 37
	17	417.5	1 40 47.041	121.432	+10 34 28.57	+52.661	56.01	8.76	12 00 26.314	+0.5708	4 34	18 38
	18	418.5	1 44 30.077	104.475	+10 55 27.13	+52.213	55.75	8.76	12 00 39.825	+0.5550	4 32	18 40
	19	419.5	1 48 13.498	87.900	+11 16 14.77	+51.751	55.50	8.76	12 00 52.951	+0.5387	4 29	18 42
	20	420.5	1 51 57.320	131.724	+11 36 51.15	+51.277	55.24	8.75	12 01 05.676	+0.5216	4 27	18 43
	21	421.5	1 55 41.558	115.963	+11 57 15.98	+50.789	54.98	8.75	12 01 17.985	+0.5040	4 25	18 45
	22	422.5	1 59 26.227	100.633	+12 17 28.95	+50.289	54.73	8.75	12 01 29.862	+0.4857	4 23	18 47
	23	423.5	2 03 11.342	85.750	+12 37 29.74	+49.776	54.47	8.75	12 01 41.294	+0.4669	4 21	18 49
	24	424.5	2 06 56.918	131.329	+12 57 18.07	+49.250	54.22	8.74	12 01 52.266	+0.4474	4 19	18 50
	25	425.5	2 10 42.968	117.386	+13 16 53.62	+48.711	53.96	8.74	12 02 02.762	+0.4273	4 17	18 52
	26	426.5	2 14 29.507	103.934	+13 36 16.12	+48.160	53.71	8.74	12 02 12.770	+0.4067	4 15	18 54
	27	427.5	2 18 16.549	90.989	+13 55 25.25	+47.596	53.45	8.74	12 02 22.275	+0.3855	4 13	18 55
	28	428.5	2 22 04.106	78.560	+14 14 20.72	+47.020	53.20	8.73	12 02 31.265	+0.3637	4 11	18 57
	29	429.5	2 25 52.191	126.661	+14 33 02.22	+46.430	52.95	8.73	12 02 39.728	+0.3415	4 09	18 59
	30	430.5	2 29 40.813	115.299	+14 51 29.43	+45.828	52.70	8.73	12 02 47.652	+0.3188	4 07	19 01
Maj	1	431.5	2 33 29.985	104.485	+15 09 42.04	+45.213	52.45	8.73	12 02 55.027	+0.2958	4 05	19 02
	2	432.5	2 37 19.713	94.224	+15 27 39.72	+44.585	52.21	8.73	12 03 01.846	+0.2724	4 03	19 04
	3	433.5	2 41 10.007	84.525	+15 45 22.14	+43.943	51.97	8.72	12 03 08.099	+0.2487	4 01	19 06
	4	434.5	2 45 00.870	75.392	+16 02 48.97	+43.287	51.73	8.72	12 03 13.782	+0.2248	3 59	19 07
	5	435.5	2 48 52.309	126.832	+16 19 59.87	+42.618	51.49	8.72	12 03 18.891	+0.2009	3 57	19 09
	6	436.5	2 52 44.323	118.849	+16 36 54.53	+41.935	51.26	8.72	12 03 23.424	+0.1769	3 56	19 11
	7	437.5	2 56 36.914	111.444	+16 53 32.60	+41.238	51.03	8.72	12 03 27.380	+0.1529	3 54	19 12
	8	438.5	3 00 30.080	104.619	+17 09 53.78	+40.526	50.80	8.71	12 03 30.761	+0.1290	3 52	19 14
	9	439.5	3 04 23.817	98.368	+17 25 57.75	+39.801	50.58	8.71	12 03 33.570	+0.1053	3 50	19 15
	10	440.5	3 08 18.123	92.690	+17 41 44.18	+39.063	50.36	8.71	12 03 35.811	+0.0817	3 49	19 17
	11	441.5	3 12 12.994	87.579	+17 57 12.75	+38.312	50.15	8.71	12 03 37.487	+0.0582	3 47	19 19
	12	442.5	3 16 08.426	83.028	+18 12 23.17	+37.548	49.94	8.71	12 03 38.602	+0.0349	3 45	19 20
	13	443.5	3 20 04.415	79.033	+18 27 15.11	+36.772	49.74	8.70	12 03 39.160	+0.0117	3 44	19 22
	14	444.5	3 24 00.959	75.590	+18 41 48.30	+35.985	49.53	8.70	12 03 39.163	−0.0113	3 42	19 23
	15	445.5	3 27 58.053	132.694	+18 56 02.43	+35.186	49.34	8.70	12 03 38.616	−0.0342	3 41	19 25
	16	446.5	3 31 55.695	130.343	+19 09 57.23	+34.375	49.14	8.70	12 03 37.522	−0.0569	3 39	19 27
	17	447.5	3 35 53.880	128.533	+19 23 32.44	+33.554	48.95	8.70	12 03 35.883	−0.0795	3 38	19 28

SŁOŃCE 2024, MAJ – CZERWIEC

Data	JD	0 ^h TT								CET	
		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.
Maj	2460					15'					
	17	447.5	3 ^h 35 ^m 53.880	128 ^s 533	+19°23'32.44	+33.554	48.95	8.70	12 ^h 03 ^m 35.883	−0.0795	3 ^h 38 ^m 19 ^h 28 ^m
	18	448.5	3 39 52.605	127.262	+19 36 47.81	+32.723	48.76	8.69	12 03 33.705	−0.1019	3 36 19 30
	19	449.5	3 43 51.865	126.525	+19 49 43.07	+31.881	48.57	8.69	12 03 30.992	−0.1241	3 35 19 31
	20	450.5	3 47 51.656	126.319	+20 02 17.99	+31.029	48.39	8.69	12 03 27.748	−0.1461	3 33 19 32
	21	451.5	3 51 51.973	126.642	+20 14 32.34	+30.167	48.21	8.69	12 03 23.978	−0.1679	3 32 19 34
	22	452.5	3 55 52.811	127.487	+20 26 25.89	+29.296	48.03	8.69	12 03 19.687	−0.1895	3 31 19 35
	23	453.5	3 59 54.164	128.851	+20 37 58.43	+28.415	47.85	8.69	12 03 14.881	−0.2108	3 30 19 37
	24	454.5	4 03 56.027	130.728	+20 49 09.74	+27.526	47.67	8.68	12 03 09.565	−0.2319	3 28 19 38
	25	455.5	4 07 58.392	133.110	+20 59 59.61	+26.627	47.50	8.68	12 03 03.747	−0.2527	3 27 19 39
	26	456.5	4 12 01.252	75.988	+21 10 27.83	+25.720	47.33	8.68	12 02 57.433	−0.2732	3 26 19 41
	27	457.5	4 16 04.601	79.356	+21 20 34.19	+24.804	47.16	8.68	12 02 50.632	−0.2933	3 25 19 42
	28	458.5	4 20 08.429	83.200	+21 30 18.49	+23.880	47.00	8.68	12 02 43.351	−0.3131	3 24 19 43
	29	459.5	4 24 12.725	87.510	+21 39 40.51	+22.947	46.84	8.68	12 02 35.601	−0.3325	3 23 19 44
	30	460.5	4 28 17.480	92.275	+21 48 40.04	+22.006	46.68	8.68	12 02 27.394	−0.3513	3 22 19 46
	31	461.5	4 32 22.679	97.480	+21 57 16.86	+21.057	46.52	8.67	12 02 18.741	−0.3696	3 21 19 47
Czerwiec	1	462.5	4 36 28.309	103.115	+22 05 30.78	+20.100	46.37	8.67	12 02 09.659	−0.3872	3 20 19 48
	2	463.5	4 40 34.352	109.162	+22 13 21.61	+19.135	46.22	8.67	12 02 00.162	−0.4040	3 20 19 49
	3	464.5	4 44 40.791	115.606	+22 20 49.15	+18.162	46.08	8.67	12 01 50.270	−0.4201	3 19 19 50
	4	465.5	4 48 47.605	122.429	+22 27 53.24	+17.182	45.94	8.67	12 01 40.003	−0.4352	3 18 19 51
	5	466.5	4 52 54.771	129.608	+22 34 33.73	+16.195	45.81	8.67	12 01 29.384	−0.4494	3 18 19 52
	6	467.5	4 57 02.266	77.119	+22 40 50.47	+15.201	45.68	8.67	12 01 18.436	−0.4625	3 17 19 53
	7	468.5	5 01 10.066	84.938	+22 46 43.30	+14.201	45.56	8.66	12 01 07.184	−0.4747	3 17 19 54
	8	469.5	5 05 18.144	93.036	+22 52 12.11	+13.196	45.44	8.66	12 00 55.652	−0.4858	3 16 19 55
	9	470.5	5 09 26.475	101.385	+22 57 16.75	+12.186	45.33	8.66	12 00 43.868	−0.4958	3 16 19 55
	10	471.5	5 13 35.035	109.961	+23 01 57.11	+11.172	45.22	8.66	12 00 31.854	−0.5049	3 15 19 56
	11	472.5	5 17 43.800	118.739	+23 06 13.09	+10.154	45.12	8.66	12 00 19.637	−0.5129	3 15 19 57
	12	473.5	5 21 52.744	127.692	+23 10 04.59	+ 9.133	45.02	8.66	12 00 07.240	−0.5199	3 15 19 58
	13	474.5	5 26 01.844	76.800	+23 13 31.53	+ 8.108	44.93	8.66	11 59 54.687	−0.5259	3 14 19 58
	14	475.5	5 30 11.077	86.038	+23 16 33.83	+ 7.082	44.84	8.66	11 59 42.001	−0.5310	3 14 19 59
	15	476.5	5 34 20.419	95.384	+23 19 11.46	+ 6.053	44.76	8.66	11 59 29.206	−0.5351	3 14 19 59
	16	477.5	5 38 29.848	104.818	+23 21 24.37	+ 5.023	44.68	8.66	11 59 16.324	−0.5382	3 14 20 00
	17	478.5	5 42 39.342	114.318	+23 23 12.52	+ 3.992	44.61	8.66	11 59 03.377	−0.5404	3 14 20 00
	18	479.5	5 46 48.877	123.861	+23 24 35.89	+ 2.960	44.53	8.66	11 58 50.388	−0.5417	3 14 20 00
	19	480.5	5 50 58.434	133.429	+23 25 34.49	+ 1.927	44.47	8.65	11 58 37.378	−0.5421	3 14 20 01
	20	481.5	5 55 07.990	82.999	+23 26 08.32	+ 0.895	44.40	8.65	11 58 24.369	−0.5416	3 14 20 01
	21	482.5	5 59 17.526	92.553	+23 26 17.39	− 0.137	44.34	8.65	11 58 11.380	−0.5404	3 15 20 01
	22	483.5	6 03 27.022	102.068	+23 26 01.72	− 1.168	44.28	8.65	11 57 58.431	−0.5383	3 15 20 01
	23	484.5	6 07 36.457	111.522	+23 25 21.34	− 2.198	44.23	8.65	11 57 45.543	−0.5354	3 15 20 01
	24	485.5	6 11 45.814	120.898	+23 24 16.26	− 3.227	44.17	8.65	11 57 32.733	−0.5317	3 15 20 01
	25	486.5	6 15 55.074	130.173	+23 22 46.52	− 4.255	44.12	8.65	11 57 20.021	−0.5273	3 16 20 01
	26	487.5	6 20 04.216	79.327	+23 20 52.14	− 5.281	44.08	8.65	11 57 07.425	−0.5221	3 16 20 01
	27	488.5	6 24 13.223	88.342	+23 18 33.15	− 6.305	44.03	8.65	11 56 54.965	−0.5160	3 17 20 01
	28	489.5	6 28 22.074	97.198	+23 15 49.59	− 7.327	44.00	8.65	11 56 42.661	−0.5091	3 17 20 01
	29	490.5	6 32 30.749	105.877	+23 12 41.52	− 8.346	43.96	8.65	11 56 30.533	−0.5013	3 18 20 01
	30	491.5	6 36 39.226	114.359	+23 09 08.99	− 9.362	43.93	8.65	11 56 18.603	−0.4926	3 19 20 00
Lipiec	1	492.5	6 40 47.482	122.623	+23 05 12.10	−10.374	43.90	8.65	11 56 06.894	−0.4829	3 19 20 00
	2	493.5	6 44 55.494	130.647	+23 00 50.95	−11.383	43.88	8.65	11 55 55.429	−0.4722	3 20 20 00

SŁOŃCE 2024, LIPIEC – SIERPIEŃ

Data	JD	0 ^h TT								CET	
		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	2460					15'					
	1	492.5	6 ^h 40 ^m 47.482	122.623	+23°05'12"10	−10"374	43"90	8"65	11 ^h 56 ^m 06.894	−0.4829	3 ^h 19 ^m 20 ^h 00 ^m
	2	493.5	6 44 55.494	130.647	+23 00 50.95	−11.383	43.88	8.65	11 55 55.429	−0.4722	3 20 20 00
	3	494.5	6 49 03.237	78.406	+22 56 05.64	−12.387	43.87	8.65	11 55 44.233	−0.4605	3 21 19 59
	4	495.5	6 53 10.687	85.874	+22 50 56.32	−13.385	43.86	8.65	11 55 33.329	−0.4477	3 22 19 59
	5	496.5	6 57 17.820	93.026	+22 45 23.10	−14.379	43.85	8.65	11 55 22.744	−0.4340	3 23 19 58
	6	497.5	7 01 24.610	99.834	+22 39 26.14	−15.366	43.86	8.65	11 55 12.501	−0.4192	3 23 19 58
	7	498.5	7 05 31.033	106.274	+22 33 05.59	−16.347	43.86	8.65	11 55 02.624	−0.4034	3 24 19 57
	8	499.5	7 09 37.068	112.322	+22 26 21.60	−17.320	43.88	8.65	11 54 53.137	−0.3868	3 25 19 56
	9	500.5	7 13 42.691	117.956	+22 19 14.34	−18.287	43.90	8.65	11 54 44.060	−0.3693	3 26 19 56
	10	501.5	7 17 47.883	123.155	+22 11 43.98	−19.245	43.92	8.65	11 54 35.415	−0.3509	3 28 19 55
	11	502.5	7 21 52.625	127.903	+22 03 50.70	−20.196	43.95	8.65	11 54 27.220	−0.3318	3 29 19 54
	12	503.5	7 25 56.899	132.181	+21 55 34.70	−21.138	43.98	8.65	11 54 19.494	−0.3119	3 30 19 53
	13	504.5	7 30 00.688	75.974	+21 46 56.17	−22.071	44.02	8.65	11 54 12.251	−0.2914	3 31 19 52
	14	505.5	7 34 03.977	79.267	+21 37 55.34	−22.995	44.07	8.65	11 54 05.509	−0.2703	3 32 19 51
	15	506.5	7 38 06.753	82.050	+21 28 32.40	−23.911	44.11	8.65	11 53 59.280	−0.2486	3 33 19 50
	16	507.5	7 42 09.003	84.309	+21 18 47.60	−24.817	44.17	8.65	11 53 53.577	−0.2264	3 35 19 49
	17	508.5	7 46 10.715	86.033	+21 08 41.15	−25.713	44.22	8.65	11 53 48.412	−0.2038	3 36 19 48
	18	509.5	7 50 11.880	87.213	+20 58 13.31	−26.600	44.28	8.65	11 53 43.794	−0.1808	3 37 19 47
	19	510.5	7 54 12.490	87.841	+20 47 24.30	−27.477	44.34	8.65	11 53 39.731	−0.1575	3 38 19 45
	20	511.5	7 58 12.538	87.908	+20 36 14.37	−28.345	44.41	8.65	11 53 36.230	−0.1340	3 40 19 44
	21	512.5	8 02 12.019	87.407	+20 24 43.76	−29.203	44.48	8.66	11 53 33.296	−0.1102	3 41 19 43
	22	513.5	8 06 10.929	86.333	+20 12 52.71	−30.051	44.55	8.66	11 53 30.933	−0.0864	3 43 19 41
	23	514.5	8 10 09.265	84.680	+20 00 41.44	−30.889	44.63	8.66	11 53 29.144	−0.0625	3 44 19 40
	24	515.5	8 14 07.025	82.448	+19 48 10.18	−31.718	44.71	8.66	11 53 27.931	−0.0385	3 45 19 39
	25	516.5	8 18 04.208	79.635	+19 35 19.14	−32.536	44.79	8.66	11 53 27.294	−0.0144	3 47 19 37
	26	517.5	8 22 00.814	76.244	+19 22 08.56	−33.345	44.87	8.66	11 53 27.236	+0.0096	3 48 19 36
	27	518.5	8 25 56.839	132.272	+19 08 38.67	−34.143	44.96	8.66	11 53 27.757	+0.0338	3 50 19 34
	28	519.5	8 29 52.284	127.723	+18 54 49.73	−34.930	45.05	8.66	11 53 28.860	+0.0581	3 51 19 33
	29	520.5	8 33 47.144	122.593	+18 40 42.01	−35.706	45.15	8.66	11 53 30.546	+0.0825	3 53 19 31
	30	521.5	8 37 41.418	116.880	+18 26 15.78	−36.471	45.25	8.66	11 53 32.819	+0.1070	3 54 19 29
Sierpień	31	522.5	8 41 35.103	110.580	+18 11 31.33	−37.224	45.35	8.66	11 53 35.682	+0.1317	3 56 19 28
	1	523.5	8 45 28.194	103.688	+17 56 28.98	−37.965	45.46	8.66	11 53 39.137	+0.1565	3 57 19 26
	2	524.5	8 49 20.689	96.200	+17 41 09.01	−38.693	45.58	8.67	11 53 43.189	+0.1814	3 59 19 24
	3	525.5	8 53 12.585	88.111	+17 25 31.74	−39.408	45.70	8.67	11 53 47.840	+0.2064	4 01 19 23
	4	526.5	8 57 03.881	79.419	+17 09 37.47	−40.111	45.82	8.67	11 53 53.091	+0.2314	4 02 19 21
	5	527.5	9 00 54.575	130.123	+16 53 26.52	−40.800	45.95	8.67	11 53 58.944	+0.2565	4 04 19 19
	6	528.5	9 04 44.666	120.220	+16 36 59.19	−41.476	46.09	8.67	11 54 05.400	+0.2816	4 05 19 17
	7	529.5	9 08 34.156	109.714	+16 20 15.80	−42.139	46.23	8.67	11 54 12.457	+0.3066	4 07 19 15
	8	530.5	9 12 23.045	98.605	+16 03 16.67	−42.788	46.38	8.67	11 54 20.114	+0.3315	4 09 19 13
	9	531.5	9 16 11.339	86.901	+15 46 02.11	−43.424	46.53	8.67	11 54 28.368	+0.3563	4 10 19 12
	10	532.5	9 19 59.039	134.603	+15 28 32.44	−44.046	46.68	8.68	11 54 37.215	+0.3809	4 12 19 10
	11	533.5	9 23 46.153	121.721	+15 10 47.98	−44.655	46.84	8.68	11 54 46.648	+0.4052	4 13 19 08
	12	534.5	9 27 32.685	108.259	+14 52 49.05	−45.250	47.00	8.68	11 54 56.663	+0.4293	4 15 19 06
	13	535.5	9 31 18.643	94.226	+14 34 35.99	−45.832	47.17	8.68	11 55 07.252	+0.4530	4 17 19 04
	14	536.5	9 35 04.036	79.630	+14 16 09.10	−46.400	47.34	8.68	11 55 18.405	+0.4764	4 18 19 02
	15	537.5	9 38 48.874	124.483	+13 57 28.73	−46.955	47.51	8.68	11 55 30.115	+0.4994	4 20 19 00
	16	538.5	9 42 33.166	108.791	+13 38 35.18	−47.498	47.69	8.68	11 55 42.369	+0.5219	4 22 18 58

SŁOŃCE 2024, SIERPIEŃ – WRZESIEŃ

Data		JD	0 ^h TT							CET	
			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	538.5	9 ^h 42 ^m 33.166 ^s	108.791	+13°38'35".18	−47".498	47.69	8.68	11 ^h 55 ^m 42.369 ^s	+0.5219	4 ^h 22 ^m 18 ^s 58 ^m
	17	539.5	9 46 16.926	92.567	+13 19 28.79	−48.027	47.87	8.69	11 55 55.157	+0.5438	4 23 18 56
	18	540.5	9 50 00.166	75.821	+13 00 09.86	−48.544	48.05	8.69	11 56 08.464	+0.5651	4 25 18 53
	19	541.5	9 53 42.901	118.568	+12 40 38.69	−49.049	48.24	8.69	11 56 22.275	+0.5858	4 27 18 51
	20	542.5	9 57 25.149	100.823	+12 20 55.56	−49.542	48.42	8.69	11 56 36.575	+0.6058	4 28 18 49
	21	543.5	10 01 06.924	82.601	+12 01 00.76	−50.024	48.61	8.69	11 56 51.346	+0.6251	4 30 18 47
	22	544.5	10 04 48.246	123.924	+11 40 54.55	−50.493	48.80	8.69	11 57 06.571	+0.6436	4 31 18 45
	23	545.5	10 08 29.132	104.811	+11 20 37.20	−50.951	48.99	8.70	11 57 22.232	+0.6614	4 33 18 43
	24	546.5	10 12 09.599	85.280	+11 00 08.99	−51.396	49.18	8.70	11 57 38.313	+0.6785	4 35 18 41
	25	547.5	10 15 49.663	125.351	+10 39 30.20	−51.829	49.38	8.70	11 57 54.795	+0.6949	4 36 18 38
	26	548.5	10 19 29.342	105.040	+10 18 41.15	−52.250	49.58	8.70	11 58 11.663	+0.7107	4 38 18 36
	27	549.5	10 23 08.650	84.361	+ 9 57 42.15	−52.657	49.78	8.70	11 58 28.902	+0.7258	4 40 18 34
	28	550.5	10 26 47.600	123.325	+ 9 36 33.54	−53.051	49.99	8.71	11 58 46.499	+0.7404	4 41 18 32
	29	551.5	10 30 26.208	101.948	+ 9 15 15.64	−53.431	50.19	8.71	11 59 04.438	+0.7544	4 43 18 29
	30	552.5	10 34 04.487	80.240	+ 8 53 48.80	−53.798	50.40	8.71	11 59 22.706	+0.7679	4 45 18 27
Wrzesień	31	553.5	10 37 42.450	118.214	+ 8 32 13.35	−54.150	50.62	8.71	11 59 41.290	+0.7807	4 46 18 25
	1	554.5	10 41 20.111	95.883	+ 8 10 29.65	−54.488	50.84	8.71	12 00 00.176	+0.7930	4 48 18 23
	2	555.5	10 44 57.484	133.261	+ 7 48 38.01	−54.811	51.06	8.72	12 00 19.350	+0.8047	4 50 18 20
	3	556.5	10 48 34.583	110.363	+ 7 26 38.80	−55.121	51.29	8.72	12 00 38.798	+0.8159	4 51 18 18
	4	557.5	10 52 11.422	87.202	+ 7 04 32.35	−55.415	51.52	8.72	12 00 58.505	+0.8264	4 53 18 16
	5	558.5	10 55 48.017	123.797	+ 6 42 18.99	−55.696	51.75	8.72	12 01 18.458	+0.8362	4 55 18 13
	6	559.5	10 59 24.382	100.162	+ 6 19 59.08	−55.961	51.99	8.72	12 01 38.639	+0.8455	4 56 18 11
	7	560.5	11 03 00.534	76.315	+ 5 57 32.95	−56.212	52.23	8.73	12 01 59.034	+0.8540	4 58 18 09
	8	561.5	11 06 36.488	112.272	+ 5 35 00.95	−56.449	52.48	8.73	12 02 19.627	+0.8619	4 59 18 06
	9	562.5	11 10 12.262	88.052	+ 5 12 23.43	−56.672	52.72	8.73	12 02 40.400	+0.8691	5 01 18 04
	10	563.5	11 13 47.873	123.672	+ 4 49 40.71	−56.880	52.97	8.73	12 03 01.336	+0.8755	5 03 18 02
	11	564.5	11 17 23.338	99.148	+ 4 26 53.16	−57.074	53.23	8.74	12 03 22.418	+0.8812	5 04 17 59
	12	565.5	11 20 58.676	134.500	+ 4 04 01.10	−57.254	53.48	8.74	12 03 43.627	+0.8861	5 06 17 57
	13	566.5	11 24 33.906	109.744	+ 3 41 04.89	−57.420	53.74	8.74	12 04 04.944	+0.8902	5 08 17 55
	14	567.5	11 28 09.048	84.899	+ 3 18 04.86	−57.573	53.99	8.74	12 04 26.349	+0.8934	5 09 17 52
	15	568.5	11 31 44.124	119.986	+ 2 55 01.34	−57.713	54.25	8.74	12 04 47.820	+0.8958	5 11 17 50
	16	569.5	11 35 19.154	95.024	+ 2 31 54.64	−57.839	54.51	8.75	12 05 09.337	+0.8972	5 13 17 48
	17	570.5	11 38 54.162	130.035	+ 2 08 45.09	−57.953	54.77	8.75	12 05 30.875	+0.8976	5 14 17 45
	18	571.5	11 42 29.173	105.046	+ 1 45 32.97	−58.055	55.03	8.75	12 05 52.411	+0.8969	5 16 17 43
	19	572.5	11 46 04.212	80.084	+ 1 22 18.55	−58.145	55.29	8.75	12 06 13.920	+0.8953	5 18 17 41
	20	573.5	11 49 39.303	115.176	+ 0 59 02.12	−58.222	55.55	8.76	12 06 35.376	+0.8925	5 19 17 38
	21	574.5	11 53 14.472	90.349	+ 0 35 43.96	−58.287	55.81	8.76	12 06 56.754	+0.8888	5 21 17 36
	22	575.5	11 56 49.742	125.627	+ 0 12 24.37	−58.339	56.07	8.76	12 07 18.031	+0.8841	5 22 17 34
	23	576.5	12 00 25.136	101.033	− 0 10 56.32	−58.377	56.33	8.76	12 07 39.183	+0.8784	5 24 17 31
	24	577.5	12 04 00.678	76.589	− 0 34 17.79	−58.402	56.60	8.77	12 08 00.189	+0.8719	5 26 17 29
	25	578.5	12 07 36.387	112.312	− 0 57 39.70	−58.413	56.86	8.77	12 08 21.027	+0.8645	5 27 17 26
	26	579.5	12 11 12.283	88.221	− 1 21 01.67	−58.409	57.12	8.77	12 08 41.677	+0.8562	5 29 17 24
	27	580.5	12 14 48.387	124.336	− 1 44 23.37	−58.390	57.39	8.77	12 09 02.121	+0.8472	5 31 17 22
	28	581.5	12 18 24.716	100.673	− 2 07 44.41	−58.356	57.65	8.78	12 09 22.338	+0.8374	5 32 17 19
	29	582.5	12 22 01.291	77.253	− 2 31 04.44	−58.307	57.92	8.78	12 09 42.310	+0.8268	5 34 17 17
Październik	30	583.5	12 25 38.128	114.093	− 2 54 23.09	−58.243	58.19	8.78	12 10 02.020	+0.8155	5 36 17 15
	1	584.5	12 29 15.247	91.212	− 3 17 39.99	−58.163	58.46	8.78	12 10 21.449	+0.8034	5 38 17 12

SŁOŃCE 2024, PAŹDZIERNIK – LISTOPAD

Data	JD	0 ^h TT								CET	
		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	584.5	12 ^h 29 ^m 15 ^s .247	91. ^s 212	− 3°17'39".99	−58".163	58".46	8".78	12 ^h 10 ^m 21 ^s .449	+0. ^s 8034	5 ^h 38 ^m 17 ^s .12 ^m
	2	585.5	12 32 52.664	128.628	− 3 40 54.77	−58.067	58.73	8.79	12 10 40.578	+0.7906	5 39 17 10
	3	586.5	12 36 30.397	106.361	− 4 04 07.05	−57.955	59.01	8.79	12 10 59.392	+0.7771	5 41 17 08
	4	587.5	12 40 08.464	84.429	− 4 27 16.47	−57.827	59.29	8.79	12 11 17.872	+0.7628	5 43 17 06
	5	588.5	12 43 46.882	122.849	− 4 50 22.63	−57.683	59.56	8.79	12 11 36.001	+0.7478	5 44 17 03
	6	589.5	12 47 25.668	101.640	− 5 13 25.17	−57.524	59.84	8.80	12 11 53.762	+0.7321	5 46 17 01
	7	590.5	12 51 04.839	80.819	− 5 36 23.70	−57.348	60.12	8.80	12 12 11.138	+0.7157	5 48 16 59
	8	591.5	12 54 44.413	120.404	− 5 59 17.84	−57.156	60.40	8.80	12 12 28.111	+0.6986	5 49 16 56
	9	592.5	12 58 24.406	100.410	− 6 22 07.20	−56.949	60.69	8.80	12 12 44.664	+0.6808	5 51 16 54
	10	593.5	13 02 04.837	80.855	− 6 44 51.40	−56.725	60.97	8.81	12 13 00.781	+0.6622	5 53 16 52
	11	594.5	13 05 45.722	121.753	− 7 07 30.06	−56.486	61.25	8.81	12 13 16.443	+0.6429	5 55 16 50
	12	595.5	13 09 27.079	103.122	− 7 30 02.78	−56.231	61.53	8.81	12 13 31.632	+0.6228	5 56 16 47
	13	596.5	13 13 08.928	84.980	− 7 52 29.19	−55.961	61.81	8.81	12 13 46.331	+0.6019	5 58 16 45
	14	597.5	13 16 51.286	127.344	− 8 14 48.92	−55.676	62.09	8.82	12 14 00.519	+0.5803	6 00 16 43
	15	598.5	13 20 34.176	110.236	− 8 37 01.60	−55.376	62.37	8.82	12 14 14.177	+0.5577	6 02 16 41
	16	599.5	13 24 17.616	93.676	− 8 59 06.88	−55.062	62.65	8.82	12 14 27.283	+0.5343	6 03 16 39
	17	600.5	13 28 01.630	77.690	− 9 21 04.44	−54.733	62.92	8.82	12 14 39.817	+0.5100	6 05 16 36
	18	601.5	13 31 46.239	122.302	− 9 42 53.93	−54.390	63.20	8.83	12 14 51.754	+0.4847	6 07 16 34
	19	602.5	13 35 31.465	107.536	−10 04 35.03	−54.032	63.47	8.83	12 15 03.075	+0.4586	6 09 16 32
	20	603.5	13 39 17.330	93.413	−10 26 07.40	−53.659	63.73	8.83	12 15 13.757	+0.4316	6 10 16 30
	21	604.5	13 43 03.853	79.951	−10 47 30.66	−53.271	64.00	8.83	12 15 23.781	+0.4037	6 12 16 28
	22	605.5	13 46 51.053	127.168	−11 08 44.45	−52.868	64.26	8.84	12 15 33.128	+0.3751	6 14 16 26
	23	606.5	13 50 38.948	115.078	−11 29 48.36	−52.448	64.53	8.84	12 15 41.780	+0.3458	6 16 16 24
	24	607.5	13 54 27.553	103.697	−11 50 41.99	−52.012	64.79	8.84	12 15 49.722	+0.3159	6 18 16 22
	25	608.5	13 58 16.882	93.036	−12 11 24.94	−51.558	65.04	8.84	12 15 56.940	+0.2854	6 19 16 20
	26	609.5	14 02 06.949	83.111	−12 31 56.79	−51.088	65.30	8.85	12 16 03.420	+0.2544	6 21 16 18
	27	610.5	14 05 57.767	133.933	−12 52 17.13	−50.600	65.56	8.85	12 16 09.149	+0.2229	6 23 16 16
	28	611.5	14 09 49.347	125.516	−13 12 25.53	−50.095	65.81	8.85	12 16 14.116	+0.1909	6 25 16 14
	29	612.5	14 13 41.699	117.869	−13 32 21.59	−49.573	66.07	8.85	12 16 18.311	+0.1586	6 27 16 12
	30	613.5	14 17 34.832	111.004	−13 52 04.88	−49.032	66.32	8.86	12 16 21.725	+0.1258	6 28 16 10
Listopad	31	614.5	14 21 28.756	104.930	−14 11 34.98	−48.474	66.58	8.86	12 16 24.348	+0.0928	6 30 16 08
	1	615.5	14 25 23.476	99.654	−14 30 51.48	−47.898	66.83	8.86	12 16 26.174	+0.0594	6 32 16 06
	2	616.5	14 29 19.000	95.185	−14 49 53.95	−47.305	67.08	8.86	12 16 27.197	+0.0259	6 34 16 04
	3	617.5	14 33 15.334	91.528	−15 08 41.97	−46.693	67.33	8.86	12 16 27.411	−0.0080	6 36 16 03
	4	618.5	14 37 12.481	88.687	−15 27 15.12	−46.064	67.58	8.87	12 16 26.811	−0.0419	6 38 16 01
	5	619.5	14 41 10.445	86.666	−15 45 32.97	−45.417	67.83	8.87	12 16 25.393	−0.0760	6 39 15 59
	6	620.5	14 45 09.230	85.466	−16 03 35.11	−44.753	68.08	8.87	12 16 23.156	−0.1103	6 41 15 57
	7	621.5	14 49 08.836	85.088	−16 21 21.12	−44.072	68.32	8.87	12 16 20.096	−0.1446	6 43 15 56
	8	622.5	14 53 09.267	85.534	−16 38 50.57	−43.373	68.56	8.88	12 16 16.212	−0.1790	6 45 15 54
	9	623.5	14 57 10.524	86.803	−16 56 03.05	−42.658	68.81	8.88	12 16 11.502	−0.2134	6 47 15 52
	10	624.5	15 01 12.608	88.895	−17 12 58.15	−41.926	69.05	8.88	12 16 05.965	−0.2479	6 48 15 51
	11	625.5	15 05 15.520	91.813	−17 29 35.47	−41.178	69.28	8.88	12 15 59.600	−0.2825	6 50 15 49
	12	626.5	15 09 19.262	95.558	−17 45 54.61	−40.414	69.51	8.88	12 15 52.405	−0.3171	6 52 15 48
	13	627.5	15 13 23.835	100.133	−18 01 55.21	−39.634	69.74	8.89	12 15 44.379	−0.3518	6 54 15 46
	14	628.5	15 17 29.243	105.546	−18 17 36.90	−38.840	69.97	8.89	12 15 35.518	−0.3865	6 56 15 45
	15	629.5	15 21 35.487	111.798	−18 32 59.34	−38.030	70.19	8.89	12 15 25.821	−0.4214	6 57 15 43
	16	630.5	15 25 42.568	118.891	−18 48 02.18	−37.206	70.41	8.89	12 15 15.286	−0.4563	6 59 15 42

SŁOŃCE 2024, LISTOPAD – GRUDZIEŃ

Data	JD	0 ^h TT								CET	
		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	630.5	15 ^h 25 ^m 42 ^s .568	118 ^s .891	−18°48′02″.18	−37″.206	10.41	8″.89	12 ^h 15 ^m 15 ^s .286	−0.4563	6 ^h 59 ^m 15 ^h 42 ^m
	17	631.5	15 29 50.489	126.829	−19 02 45.08	−36.366	10.62	8.89	12 15 03.913	−0.4913	7 01 15 41
	18	632.5	15 33 59.248	135.607	−19 17 07.69	−35.512	10.82	8.90	12 14 51.700	−0.5262	7 02 15 39
	19	633.5	15 38 08.844	85.222	−19 31 09.63	−34.643	11.02	8.90	12 14 38.651	−0.5610	7 04 15 38
	20	634.5	15 42 19.273	95.669	−19 44 50.54	−33.758	11.22	8.90	12 14 24.769	−0.5956	7 06 15 37
	21	635.5	15 46 30.529	106.940	−19 58 10.05	−32.858	11.42	8.90	12 14 10.061	−0.6299	7 08 15 36
	22	636.5	15 50 42.603	119.025	−20 11 07.77	−31.944	11.61	8.90	12 13 54.533	−0.6639	7 09 15 35
	23	637.5	15 54 55.487	131.917	−20 23 43.34	−31.014	11.79	8.91	12 13 38.197	−0.6974	7 11 15 34
	24	638.5	15 59 09.167	85.603	−20 35 56.40	−30.069	11.97	8.91	12 13 21.063	−0.7303	7 12 15 33
	25	639.5	16 03 23.632	100.073	−20 47 46.58	−29.110	12.15	8.91	12 13 03.145	−0.7627	7 14 15 32
	26	640.5	16 07 38.865	115.309	−20 59 13.55	−28.136	12.33	8.91	12 12 44.459	−0.7944	7 16 15 31
	27	641.5	16 11 54.851	131.300	−21 10 16.96	−27.148	12.50	8.91	12 12 25.020	−0.8253	7 17 15 30
	28	642.5	16 16 11.570	88.025	−21 20 56.49	−26.146	12.67	8.91	12 12 04.848	−0.8554	7 19 15 29
	29	643.5	16 20 29.002	105.465	−21 31 11.80	−25.130	12.83	8.91	12 11 43.963	−0.8847	7 20 15 28
	30	644.5	16 24 47.126	123.601	−21 41 02.58	−24.102	13.00	8.92	12 11 22.386	−0.9130	7 22 15 27
Grudzień	1	645.5	16 29 05.919	82.408	−21 50 28.54	−23.061	13.16	8.92	12 11 00.140	−0.9404	7 23 15 27
	2	646.5	16 33 25.355	101.860	−21 59 29.39	−22.007	13.31	8.92	12 10 37.251	−0.9666	7 25 15 26
	3	647.5	16 37 45.409	121.933	−22 08 04.83	−20.942	13.47	8.92	12 10 13.744	−0.9918	7 26 15 26
	4	648.5	16 42 06.053	82.595	−22 16 14.60	−19.866	13.62	8.92	12 09 49.647	−1.0158	7 27 15 25
	5	649.5	16 46 27.257	103.816	−22 23 58.43	−18.780	13.77	8.92	12 09 24.989	−1.0386	7 28 15 25
	6	650.5	16 50 48.995	125.569	−22 31 16.07	−17.683	13.91	8.92	12 08 59.799	−1.0602	7 30 15 24
	7	651.5	16 55 11.234	87.820	−22 38 07.29	−16.578	14.05	8.93	12 08 34.106	−1.0805	7 31 15 24
	8	652.5	16 59 33.947	110.541	−22 44 31.86	−15.464	14.19	8.93	12 08 07.940	−1.0996	7 32 15 24
	9	653.5	17 03 57.104	133.704	−22 50 29.57	−14.342	14.32	8.93	12 07 41.331	−1.1175	7 33 15 23
	10	654.5	17 08 20.675	97.280	−22 56 00.23	−13.212	14.45	8.93	12 07 14.307	−1.1342	7 34 15 23
	11	655.5	17 12 44.632	121.242	−23 01 03.68	−12.077	14.58	8.93	12 06 46.897	−1.1497	7 35 15 23
	12	656.5	17 17 08.947	85.565	−23 05 39.79	−10.935	14.69	8.93	12 06 19.129	−1.1640	7 36 15 23
	13	657.5	17 21 33.592	110.223	−23 09 48.41	− 9.787	14.81	8.93	12 05 51.030	−1.1771	7 37 15 23
	14	658.5	17 25 58.541	135.189	−23 13 29.44	− 8.635	14.91	8.93	12 05 22.629	−1.1892	7 38 15 23
	15	659.5	17 30 23.766	100.434	−23 16 42.77	− 7.478	15.01	8.93	12 04 53.950	−1.2001	7 39 15 23
	16	660.5	17 34 49.241	125.930	−23 19 28.32	− 6.317	15.11	8.94	12 04 25.023	−1.2100	7 40 15 24
	17	661.5	17 39 14.937	91.646	−23 21 45.98	− 5.152	15.20	8.94	12 03 55.874	−1.2186	7 41 15 24
	18	662.5	17 43 40.825	117.552	−23 23 35.65	− 3.984	15.28	8.94	12 03 26.532	−1.2260	7 41 15 24
	19	663.5	17 48 06.876	83.618	−23 24 57.27	− 2.812	15.35	8.94	12 02 57.028	−1.2322	7 42 15 24
	20	664.5	17 52 33.060	109.813	−23 25 50.74	− 1.639	15.42	8.94	12 02 27.391	−1.2371	7 43 15 25
	21	665.5	17 56 59.343	136.104	−23 26 16.02	− 0.464	15.49	8.94	12 01 57.655	−1.2406	7 43 15 25
	22	666.5	18 01 25.695	102.462	−23 26 13.06	+ 0.713	15.55	8.94	12 01 27.850	−1.2428	7 44 15 26
	23	667.5	18 05 52.081	128.853	−23 25 41.84	+ 1.890	15.60	8.94	12 00 58.011	−1.2435	7 44 15 26
	24	668.5	18 10 18.467	95.244	−23 24 42.35	+ 3.067	15.65	8.94	12 00 28.172	−1.2428	7 44 15 27
	25	669.5	18 14 44.818	121.602	−23 23 14.61	+ 4.243	15.69	8.94	11 59 58.368	−1.2406	7 45 15 28
	26	670.5	18 19 11.100	87.892	−23 21 18.63	+ 5.418	15.73	8.94	11 59 28.633	−1.2370	7 45 15 29
	27	671.5	18 23 37.277	114.080	−23 18 54.47	+ 6.591	15.77	8.94	11 58 59.003	−1.2318	7 45 15 29
	28	672.5	18 28 03.313	80.130	−23 16 02.20	+ 7.761	15.80	8.94	11 58 29.513	−1.2252	7 45 15 30
	29	673.5	18 32 29.173	106.007	−23 12 41.88	+ 8.928	15.83	8.94	11 58 00.201	−1.2170	7 45 15 31
	30	674.5	18 36 54.819	131.672	−23 08 53.63	+10.090	15.85	8.94	11 57 31.102	−1.2074	7 45 15 32
	31	675.5	18 41 20.214	97.086	−23 04 37.56	+11.248	15.87	8.94	11 57 02.253	−1.1962	7 45 15 33
	32	676.5	18 45 45.323	122.213	−22 59 53.79	+12.400	15.89	8.94	11 56 33.691	−1.1835	7 45 15 34

KSIĘŻYC 2024, STYCZEŃ – LUTY

Data		0 ^h TT						wiek	CET		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Styczeń	0	9 ^h 50 ^m 11. ^s 779	85. ^s 240	+17°28'22".14	− 684".74	14'48".65	54'21".300	18. ^d 0	20 ^h 11 ^m	2 ^h 54 ^m	10 ^h 31 ^m
	1	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
	2	11 18 14.608	88.083	+ 7 21 58.61	− 812.80	14 45.52	54 09.827	20.0	22 33	4 16	10 53
	3	12 00 15.645	89.126	+ 1 50 46.86	− 839.45	14 47.83	54 18.310	21.0	23 44	4 55	11 02
	4	12 42 19.648	93.133	− 3 46 38.29	− 843.87	14 52.96	54 37.142	22.0	—	5 34	11 11
	5	13 25 33.954	107.445	− 9 21 04.84	− 823.90	15 00.89	55 06.248	23.0	0 56	6 15	11 21
	6	14 11 08.555	82.053	−14 41 43.23	− 773.52	15 11.40	55 44.811	24.0	2 12	6 59	11 34
	7	15 00 12.325	85.834	−19 34 33.89	− 683.06	15 24.02	56 31.118	25.0	3 32	7 47	11 51
	8	15 53 42.219	115.742	−23 41 17.44	− 541.09	15 38.00	57 22.453	26.0	4 55	8 40	12 17
	9	16 52 01.855	75.395	−26 39 27.82	− 339.71	15 52.35	58 15.096	27.0	6 17	9 38	12 55
	10	17 54 33.716	107.276	−28 05 37.34	− 83.26	16 05.82	59 04.554	28.0	7 28	10 40	13 52
	11	18 59 26.263	99.845	−27 41 49.13	+ 204.53	16 17.14	59 46.095	29.0	8 23	11 44	15 11
	12	20 04 03.196	76.797	−25 22 59.67	+ 484.90	16 25.17	60 15.556	0.6	9 00	12 46	16 42
	13	21 06 07.322	80.939	−21 19 57.77	+ 720.36	16 29.16	60 30.218	1.6	9 25	13 45	18 17
	14	22 04 29.962	103.590	−15 55 41.35	+ 889.06	16 28.94	60 29.398	2.6	9 43	14 39	19 51
	15	22 59 15.028	88.664	− 9 38 14.82	+ 986.60	16 24.88	60 14.499	3.6	9 57	15 30	21 20
	16	23 51 14.076	87.716	− 2 55 05.26	+1019.12	16 17.79	59 48.484	4.6	10 09	16 18	22 47
	17	0 41 39.612	113.256	+ 3 49 37.49	+ 995.89	16 08.68	59 15.031	5.6	10 21	17 06	—
	18	1 31 47.381	121.030	+10 15 16.03	+ 924.88	15 58.51	58 37.717	6.6	10 34	17 54	0 12
	19	2 22 45.361	119.017	+16 03 52.19	+ 811.37	15 48.09	57 59.458	7.6	10 49	18 44	1 37
	20	3 15 24.219	97.887	+20 59 09.82	+ 658.90	15 37.96	57 22.284	8.6	11 08	19 36	3 01
	21	4 10 06.215	79.897	+24 46 22.15	+ 471.91	15 28.44	56 47.367	9.6	11 36	20 30	4 24
	22	5 06 34.646	108.344	+27 13 12.41	+ 258.97	15 19.69	56 15.227	10.6	12 14	21 26	5 39
	23	6 03 51.739	125.455	+28 11 58.90	+ 34.44	15 11.72	55 45.991	11.6	13 07	22 21	6 40
	24	7 00 33.115	106.847	+27 41 39.21	− 183.45	15 04.55	55 19.652	12.6	14 13	23 14	7 27
	25	7 55 16.008	89.755	+25 48 22.84	− 377.89	14 58.18	54 56.285	13.6	15 26	—	7 59
	26	8 47 05.518	79.278	+22 43 55.06	− 538.26	14 52.70	54 36.189	14.6	16 42	0 03	8 21
	27	9 35 45.081	118.850	+18 42 46.78	− 661.25	14 48.28	54 19.951	15.6	17 57	0 50	8 37
	28	10 21 31.427	105.204	+13 59 38.53	− 748.87	14 45.14	54 08.432	16.6	19 09	1 33	8 50
	29	11 05 03.325	77.106	+ 8 47 48.94	− 805.47	14 43.58	54 02.697	17.6	20 20	2 13	9 00
	30	11 47 11.770	85.555	+ 3 18 49.14	− 835.35	14 43.91	54 03.904	18.6	21 30	2 52	9 09
	31	12 28 54.233	128.021	− 2 17 16.55	− 841.24	14 46.43	54 13.172	19.6	22 41	3 31	9 18
Luty	1	13 11 12.274	86.064	− 7 51 01.52	− 823.42	14 51.41	54 31.433	20.6	23 54	4 11	9 27
	2	13 55 10.643	84.438	−13 12 29.70	− 779.09	14 58.99	54 59.260	21.6	—	4 52	9 39
	3	14 41 55.451	129.253	−18 09 56.94	− 702.04	15 09.19	55 36.679	22.6	1 10	5 37	9 53
	4	15 32 28.157	101.970	−22 28 33.56	− 583.22	15 21.79	56 22.943	23.6	2 30	6 26	10 14
	5	16 27 31.629	105.454	−25 49 41.26	− 413.30	15 36.32	57 16.285	24.6	3 51	7 20	10 44
	6	17 27 07.281	81.123	−27 51 49.45	− 188.53	15 51.97	58 13.720	25.6	5 07	8 20	11 30
	7	18 30 12.969	86.829	−28 14 25.57	+ 81.24	16 07.57	59 10.978	26.6	6 10	9 22	12 38
	8	19 34 45.104	118.982	−26 44 26.10	+ 368.60	16 21.68	60 02.757	27.6	6 55	10 25	14 04
	9	20 38 20.429	94.322	−23 22 15.16	+ 635.82	16 32.75	60 43.405	28.6	7 25	11 26	15 40
	10	21 39 13.691	87.595	−18 22 58.30	+ 849.62	16 39.46	61 08.022	0.3	7 46	12 24	17 17
	11	22 36 48.021	121.931	−12 12 14.44	+ 991.32	16 41.00	61 13.668	1.3	8 02	13 18	18 51
	12	23 31 26.794	100.707	− 5 20 04.84	+1057.11	16 37.32	61 00.160	2.3	8 15	14 09	20 23
	13	0 24 08.333	82.247	+ 1 44 04.20	+1052.70	16 29.12	60 30.051	3.3	8 27	14 59	21 52
	14	1 16 03.107	77.023	+ 8 33 59.82	+ 987.68	16 17.61	59 47.815	4.3	8 39	15 49	23 20
	15	2 08 18.128	92.048	+14 47 26.47	+ 871.81	16 04.21	58 58.638	5.3	8 54	16 40	—

KSIĘŻYC 2024, LUTY – MARZEC

Data		0 ^h TT						wiek	CET		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Luty	15	2 ^h 08 ^m 18. ^s 128	92. ^s 048	+14°47'26."47	+ 871."81	16'04."21	58'58."638	5. ^d 3	8 ^h 54 ^m	16 ^h 40 ^m	^h — ^m
	16	3 01 45.289	119.217	+20 05 49.17	+ 713.71	15 50.24	58 07.347	6.3	9 12	17 32	0 48
	17	3 56 50.311	124.250	+24 13 53.26	+ 521.75	15 36.72	57 17.753	7.3	9 37	18 26	2 13
	18	4 53 23.150	97.103	+27 00 03.76	+ 306.23	15 24.38	56 32.437	8.3	10 12	19 22	3 31
	19	5 50 35.858	109.825	+28 17 33.25	+ 80.90	15 13.59	55 52.842	9.3	11 00	20 16	4 37
	20	6 47 14.534	88.515	+28 05 37.58	− 138.16	15 04.51	55 19.524	10.3	12 02	21 10	5 28
	21	7 42 03.634	77.629	+26 29 51.72	− 336.14	14 57.13	54 52.442	11.3	13 14	22 00	6 03
	22	8 34 10.001	84.006	+23 40 52.55	− 503.12	14 51.35	54 31.236	12.3	14 29	22 47	6 28
	23	9 23 14.172	88.184	+19 52 02.86	− 635.13	14 47.06	54 15.461	13.3	15 44	23 31	6 45
	24	10 09 27.696	101.713	+15 17 22.41	− 732.70	14 44.14	54 04.768	14.3	16 57	—	6 58
	25	10 53 23.685	97.705	+10 10 06.82	− 798.60	14 42.58	53 59.027	15.3	18 09	0 12	7 09
	26	11 35 47.648	121.669	+ 4 42 17.86	− 835.96	14 42.40	53 58.383	16.3	19 19	0 51	7 18
	27	12 17 31.556	105.577	− 0 55 09.47	− 847.06	14 43.73	54 03.262	17.3	20 29	1 30	7 26
	28	12 59 30.981	105.002	− 6 31 57.61	− 832.65	14 46.74	54 14.303	18.3	21 41	2 09	7 35
	29	13 42 43.872	117.895	−11 57 42.94	− 791.42	14 51.63	54 32.255	19.3	22 56	2 50	7 46
Marzec	1	14 28 09.103	83.130	−17 01 02.66	− 719.72	14 58.60	54 57.817	20.3	—	3 33	7 58
	2	15 16 42.440	116.473	−21 28 39.37	− 611.73	15 07.76	55 31.449	21.3	0 13	4 19	8 16
	3	16 09 07.250	81.293	−25 04 41.80	− 460.82	15 19.12	56 13.131	22.3	1 33	5 10	8 41
	4	17 05 38.538	112.594	−27 31 00.14	− 262.85	15 32.46	57 02.088	23.3	2 49	6 06	9 18
	5	18 05 44.698	118.768	−28 29 08.21	− 21.54	15 47.28	57 56.508	24.3	3 56	7 05	10 14
	6	19 08 01.143	75.228	−27 44 32.74	+ 247.01	16 02.76	58 53.301	25.3	4 48	8 06	11 30
	7	20 10 31.384	105.484	−25 11 30.75	+ 515.57	16 17.67	59 48.048	26.3	5 23	9 06	13 00
	8	21 11 30.409	104.519	−20 56 09.69	+ 753.82	16 30.54	60 35.295	27.3	5 48	10 05	14 36
	9	22 10 01.208	75.324	−15 15 48.20	+ 937.32	16 39.82	61 09.346	28.3	6 06	11 01	16 12
	10	23 06 02.907	77.026	− 8 35 35.18	+1051.53	16 44.22	61 25.487	29.3	6 20	11 54	17 46
	11	0 00 16.141	90.259	− 1 24 32.31	+1091.28	16 43.07	61 21.261	0.8	6 32	12 45	19 19
	12	0 53 42.275	116.393	+ 5 47 44.80	+1058.51	16 36.52	60 57.227	1.8	6 44	13 36	20 51
	13	1 47 25.553	99.673	+12 33 29.48	+ 960.00	16 25.50	60 16.796	2.8	6 58	14 29	22 23
	14	2 42 18.392	92.516	+18 28 16.82	+ 805.57	16 11.45	59 25.222	3.8	7 15	15 22	23 53
	15	3 38 47.691	121.824	+23 12 06.12	+ 607.40	15 55.94	58 28.289	4.8	7 37	16 18	—
	16	4 36 43.247	117.392	+26 30 21.17	+ 380.47	15 40.39	57 31.203	5.8	8 09	17 15	1 18
	17	5 35 14.720	88.878	+28 15 00.72	+ 142.59	15 25.89	56 37.982	6.8	8 54	18 11	2 31
	18	6 33 04.387	78.559	+28 25 28.70	− 87.51	15 13.17	55 51.300	7.8	9 52	19 05	3 27
	19	7 28 53.457	127.641	+27 08 09.13	− 294.24	15 02.63	55 12.616	8.8	11 02	19 57	4 07
	20	8 21 47.635	121.829	+24 34 28.09	− 468.34	14 54.41	54 42.436	9.8	12 17	20 45	4 34
	21	9 11 28.390	102.591	+20 58 13.11	− 607.05	14 48.46	54 20.595	10.8	13 32	21 29	4 53
	22	9 58 09.163	83.369	+16 33 20.90	− 711.90	14 44.62	54 06.512	11.8	14 46	22 11	5 07
	23	10 42 24.798	99.007	+11 32 48.05	− 785.97	14 42.68	53 59.405	12.8	15 58	22 51	5 18
	24	11 25 01.721	75.929	+ 6 08 17.78	− 832.07	14 42.43	53 58.474	13.8	17 08	23 30	5 27
	25	12 06 51.707	125.915	+ 0 30 39.77	− 851.75	14 43.67	54 03.037	14.8	18 19	—	5 36
	26	12 48 48.880	123.088	− 5 09 35.26	− 845.01	14 46.28	54 12.627	15.8	19 31	0 09	5 45
	27	13 31 48.367	122.575	−10 41 36.28	− 810.16	14 50.21	54 27.051	16.8	20 45	0 49	5 54
	28	14 16 44.820	119.031	−15 53 32.23	− 743.92	14 55.48	54 46.375	17.8	22 01	1 31	6 06
	29	15 04 28.799	103.016	−20 31 57.16	− 641.77	15 02.15	55 10.857	18.8	23 20	2 17	6 22
	30	15 55 38.954	113.178	−24 21 32.83	− 499.16	15 10.31	55 40.816	19.8	—	3 06	6 43
	31	16 50 29.182	103.418	−27 05 34.65	− 313.99	15 20.02	56 16.434	20.8	0 38	3 59	7 15
Kwiecień	1	17 48 34.339	108.588	−28 27 33.16	− 90.25	15 31.21	56 57.510	21.8	1 47	4 56	8 03

KSIĘŻYC 2024, KWIECIEŃ – MAJ

Data		0 ^h TT						wiek	CET		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Kwiecień	1	17 ^h 48 ^m 34. ^s 339	108. ^s 588	−28°27′33″.16	− 90″.25	15′31″.21	56′57″.510	21. ^d 8	1 ^h 47 ^m	4 ^h 56 ^m	8 ^h 03 ^m
	2	18 48 45.022	119.286	−28 14 19.73	+ 159.07	15 43.65	57 43.183	22.8	2 43	5 54	9 09
	3	19 49 23.156	97.433	−26 19 39.63	+ 413.07	15 56.86	58 31.656	23.8	3 23	6 53	10 32
	4	20 48 55.977	130.266	−22 46 23.63	+ 648.31	16 10.03	59 20.011	24.8	3 50	7 50	12 02
	5	21 46 27.902	102.200	−17 46 12.88	+ 844.76	16 22.08	60 04.223	25.8	4 10	8 45	13 36
	6	22 41 51.899	126.200	−11 37 41.15	+ 988.13	16 31.70	60 39.528	26.8	4 25	9 38	15 09
	7	23 35 41.173	115.475	− 4 44 03.15	+1069.05	16 37.61	61 01.211	27.8	4 37	10 29	16 41
	8	0 28 52.969	127.271	+ 2 28 27.87	+1081.90	16 38.83	61 05.699	28.8	4 49	11 20	18 13
	9	1 22 32.636	106.938	+ 9 32 05.97	+1024.65	16 34.99	60 51.597	0.2	5 02	12 13	19 46
	10	2 17 38.863	113.169	+15 59 08.45	+ 899.77	16 26.43	60 20.185	1.2	5 17	13 07	21 20
	11	3 14 47.855	122.170	+21 23 57.25	+ 715.41	16 14.15	59 35.118	2.2	5 37	14 03	22 51
	12	4 13 56.909	131.235	+25 25 30.12	+ 486.54	15 59.54	58 41.494	3.2	6 05	15 01	—
	13	5 14 14.965	89.305	+27 50 07.99	+ 234.88	15 44.07	57 44.713	4.2	6 45	16 00	0 13
	14	6 14 12.079	86.435	+28 33 43.20	− 14.56	15 29.05	56 49.572	5.2	7 40	16 57	1 19
	15	7 12 10.061	84.431	+27 41 43.40	− 240.04	15 15.48	55 59.774	6.2	8 47	17 51	2 06
	16	8 06 57.150	131.532	+25 26 38.44	− 428.71	15 04.04	55 17.801	7.2	10 02	18 41	2 38
	17	8 58 05.451	79.842	+22 04 06.97	− 577.37	14 55.11	54 45.030	8.2	11 19	19 27	3 00
	18	9 45 47.106	121.504	+17 49 40.67	− 689.08	14 48.82	54 21.941	9.2	12 33	20 09	3 15
	19	10 30 40.380	114.782	+12 57 05.50	− 768.97	14 45.11	54 08.334	10.2	13 46	20 50	3 27
	20	11 13 36.641	111.045	+ 7 38 08.85	− 821.45	14 43.81	54 03.532	11.2	14 56	21 29	3 37
	21	11 55 32.334	106.739	+ 2 03 15.31	− 848.91	14 44.63	54 06.548	12.2	16 07	22 08	3 46
	22	12 37 25.311	99.717	− 3 37 38.94	− 851.31	14 47.27	54 16.237	13.2	17 18	22 48	3 54
	23	13 20 13.426	87.833	− 9 14 09.43	− 826.37	14 51.41	54 31.429	14.2	18 32	23 29	4 03
	24	14 04 53.206	127.617	−14 34 32.28	− 769.84	14 56.75	54 51.051	15.2	19 48	—	4 15
	25	14 52 16.407	90.825	−19 25 05.99	− 676.34	15 03.07	55 14.227	16.2	21 08	0 14	4 29
	26	15 43 02.313	76.740	−23 30 00.09	− 540.87	15 10.18	55 40.333	17.2	22 27	1 02	4 48
	27	16 37 24.907	99.347	−26 31 55.23	− 361.58	15 17.99	56 08.999	18.2	23 39	1 55	5 17
	28	17 34 58.555	133.010	−28 14 02.14	− 143.41	15 26.44	56 40.026	19.2	—	2 51	6 00
	29	18 34 32.809	107.279	−28 23 18.31	+ 99.57	15 35.49	57 13.233	20.2	0 39	3 49	7 00
	30	19 34 28.170	102.656	−26 53 53.29	+ 346.20	15 45.03	57 48.240	21.2	1 23	4 47	8 17
Maj	1	20 33 10.360	84.860	−23 48 49.14	+ 574.47	15 54.83	58 24.219	22.2	1 54	5 43	9 43
	2	21 29 42.398	116.909	−19 19 01.71	+ 767.59	16 04.49	58 59.675	23.2	2 15	6 37	11 13
	3	22 23 56.112	130.630	−13 40 48.84	+ 915.35	16 13.39	59 32.332	24.2	2 31	7 29	12 42
	4	23 16 24.182	98.703	− 7 13 35.41	+1011.82	16 20.71	59 59.215	25.2	2 44	8 19	14 11
	5	0 08 04.829	79.352	− 0 18 48.55	+1052.37	16 25.56	60 17.014	26.2	2 55	9 08	15 41
	6	1 00 07.531	82.057	+ 6 40 14.01	+1032.38	16 27.12	60 22.714	27.2	3 07	9 58	17 11
	7	1 53 40.493	115.023	+13 18 30.09	+ 948.05	16 24.84	60 14.364	28.2	3 21	10 51	18 44
	8	2 49 36.458	110.997	+19 10 00.97	+ 799.02	16 18.67	59 51.710	29.2	3 38	11 46	20 17
	9	3 48 14.431	88.983	+23 49 56.95	+ 592.07	16 09.05	59 16.415	0.7	4 02	12 44	21 45
	10	4 49 01.766	76.333	+26 58 10.54	+ 344.25	15 56.89	58 31.763	1.7	4 36	13 44	23 01
	11	5 50 31.062	105.647	+28 23 26.40	+ 82.20	15 43.32	57 41.978	2.7	5 25	14 43	23 58
	12	6 50 45.304	119.906	+28 05 56.75	− 165.06	15 29.56	56 51.443	3.7	6 29	15 40	—
	13	7 48 01.880	76.497	+26 16 16.85	− 376.11	15 16.65	56 04.075	4.7	7 44	16 33	0 37
	14	8 41 25.640	100.270	+23 11 05.58	− 542.26	15 05.45	55 22.970	5.7	9 01	17 21	1 03
	15	9 30 53.505	128.145	+19 08 14.75	− 665.28	14 56.54	54 50.282	6.7	10 17	18 06	1 21
	16	10 16 59.560	134.208	+14 23 43.86	− 751.83	14 50.27	54 27.275	7.7	11 31	18 47	1 34
	17	11 00 37.374	112.027	+ 9 10 42.96	− 808.79	14 46.78	54 14.432	8.7	12 43	19 27	1 45

KSIĘŻYC 2024, MAJ – CZERWIEC

Data		0 ^h TT						wiek	CET		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Maj	17	11 ^h 00 ^m 37. ^s 374	112. ^s 027	+ 9°10'42".96	− 808".79	14'46".78	54'14".432	8. ^d 7	12 ^h 43 ^m	19 ^h 27 ^m	1 ^h 45 ^m
	18	11 42 48.088	122.744	+ 3 39 59.83	− 840.89	14 46.00	54 11.590	9.7	13 53	20 05	1 54
	19	12 24 34.760	109.420	− 1 58 55.52	− 849.83	14 47.76	54 18.050	10.7	15 04	20 45	2 03
	20	13 07 00.443	75.106	− 7 36 35.71	− 834.14	14 51.75	54 32.680	11.7	16 16	21 26	2 12
	21	13 51 07.216	81.884	−13 02 22.82	− 789.46	14 57.56	54 54.013	12.7	17 32	22 09	2 22
	22	14 37 53.540	128.217	−18 03 25.84	− 709.25	15 04.74	55 20.356	13.7	18 51	22 57	2 35
	23	15 28 07.234	81.921	−22 24 04.72	− 586.35	15 12.80	55 49.931	14.7	20 11	23 49	2 53
	24	16 22 12.149	86.851	−25 46 10.96	− 416.23	15 21.27	56 21.026	15.7	21 28	—	3 19
	25	17 19 50.836	125.555	−27 51 04.57	− 201.62	15 29.75	56 52.155	16.7	22 34	0 44	3 57
	26	18 19 54.073	128.810	−28 23 20.80	+ 43.61	15 37.93	57 22.172	17.7	23 23	1 43	4 53
	27	19 20 33.150	107.905	−27 15 15.64	+ 295.73	15 45.59	57 50.311	18.7	23 57	2 42	6 06
	28	20 19 57.229	132.000	−24 29 18.54	+ 528.98	15 52.63	58 16.120	19.7	—	3 39	7 30
	29	21 16 53.186	127.971	−20 17 11.65	+ 724.18	15 58.94	58 39.299	20.7	0 21	4 34	8 59
	30	22 11 02.586	77.381	−14 56 20.11	+ 871.83	16 04.44	58 59.481	21.7	0 38	5 25	10 27
	31	23 02 53.988	128.790	− 8 46 26.14	+ 969.26	16 08.95	59 16.029	22.7	0 51	6 14	11 54
Czerwiec	1	23 53 25.475	100.281	− 2 07 39.83	+1016.13	16 12.19	59 27.920	23.7	1 03	7 02	13 21
	2	0 43 49.060	123.870	+ 4 39 34.78	+1011.28	16 13.79	59 33.787	24.7	1 14	7 51	14 48
	3	1 35 19.065	93.880	+11 14 05.41	+ 951.89	16 13.34	59 32.146	25.7	1 27	8 40	16 17
	4	2 29 00.866	75.690	+17 13 22.73	+ 834.76	16 10.51	59 21.774	26.7	1 42	9 33	17 48
	5	3 25 35.575	110.412	+22 14 09.10	+ 659.80	16 05.16	59 02.129	27.7	2 02	10 29	19 17
	6	4 25 00.330	75.184	+25 54 30.49	+ 434.91	15 57.41	58 33.680	28.7	2 31	11 28	20 39
	7	5 26 13.832	88.704	+27 57 58.43	+ 179.55	15 47.69	57 57.997	0.4	3 13	12 27	21 45
	8	6 27 25.094	99.986	+28 17 53.86	− 77.72	15 36.68	57 17.576	1.4	4 11	13 26	22 32
	9	7 26 31.950	106.859	+26 59 19.41	− 308.94	15 25.20	56 35.472	2.4	5 22	14 22	23 03
	10	8 22 06.548	81.473	+24 16 35.57	− 496.78	15 14.14	55 54.861	3.4	6 40	15 13	23 25
	11	9 13 37.042	111.981	+20 28 16.06	− 637.17	15 04.28	55 18.662	4.4	7 59	15 59	23 40
	12	10 01 20.471	95.420	+15 52 32.59	− 735.00	14 56.27	54 49.293	5.4	9 14	16 42	23 52
	13	10 46 03.665	78.621	+10 44 52.65	− 798.21	14 50.62	54 28.551	6.4	10 27	17 23	—
	14	11 28 47.027	121.988	+ 5 17 38.57	− 833.82	14 47.63	54 17.579	7.4	11 38	18 02	0 01
	15	12 10 35.519	110.484	− 0 19 04.77	− 846.08	14 47.44	54 16.883	8.4	12 48	18 41	0 10
	16	12 52 35.170	110.140	− 5 56 14.12	− 835.83	14 50.03	54 26.360	9.4	13 59	19 21	0 19
	17	13 35 52.079	127.055	−11 24 24.15	− 800.40	14 55.19	54 45.314	10.4	15 13	20 03	0 29
	18	14 21 30.958	105.942	−16 32 25.33	− 733.87	15 02.59	55 12.468	11.4	16 31	20 49	0 41
	19	15 10 30.178	105.173	−21 06 15.54	− 628.04	15 11.72	55 45.990	12.4	17 51	21 39	0 56
	20	16 03 30.251	105.260	−24 48 32.64	− 475.05	15 21.96	56 23.560	13.4	19 10	22 34	1 19
	21	17 00 35.097	110.124	−27 19 36.92	− 272.31	15 32.57	57 02.522	14.4	20 22	23 32	1 52
	22	18 00 53.682	128.728	−28 20 51.51	− 28.56	15 42.82	57 40.125	15.4	21 18	—	2 42
	23	19 02 40.248	115.314	−27 39 57.54	+ 233.68	15 52.00	58 13.836	16.4	21 58	0 32	3 50
	24	20 03 46.699	121.782	−25 15 30.04	+ 484.17	15 59.59	58 41.670	17.4	22 25	1 32	5 14
	25	21 02 31.648	106.748	−21 17 45.31	+ 696.59	16 05.24	59 02.427	18.4	22 44	2 29	6 44
	26	21 58 11.611	86.722	−16 05 18.93	+ 856.22	16 08.87	59 15.750	19.4	22 58	3 22	8 14
	27	22 51 00.139	75.258	−10 00 20.89	+ 959.26	16 10.57	59 21.989	20.4	23 11	4 12	9 42
	28	23 41 49.007	124.131	− 3 25 11.17	+1007.73	16 10.55	59 21.908	21.4	23 22	5 00	11 08
	29	0 31 48.879	124.007	+ 3 18 58.79	+1004.70	16 09.04	59 16.356	22.4	23 34	5 48	12 34
	30	1 22 15.620	90.753	+ 9 51 54.40	+ 951.60	16 06.22	59 06.004	23.4	23 47	6 36	14 01
Lipiec	1	2 14 19.821	94.962	+15 53 31.26	+ 847.96	16 02.19	58 51.229	24.4	—	7 27	15 29
	2	3 08 54.657	129.810	+21 03 27.25	+ 693.28	15 57.00	58 32.164	25.4	0 05	8 20	16 57

KSIĘŻYC 2024, LIPIEC – SIERPIEŃ

Data		0 ^h TT						wiek	CET		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Lipiec	1	2 ^h 14 ^m 19.821	94.962	+15°53'31.26	+ 847.96	16'02.19	58'51.229	24.4	^h — ^m	7 ^h 27 ^m	15 ^h 29 ^m
	2	3 08 54.657	129.810	+21 03 27.25	+ 693.28	15 57.00	58 32.164	25.4	0 05	8 20	16 57
	3	4 06 19.279	94.448	+25 01 44.87	+ 490.91	15 50.65	58 08.872	26.4	0 30	9 17	18 21
	4	5 06 01.968	77.154	+27 31 21.37	+ 252.71	15 43.22	57 41.586	27.4	1 06	10 15	19 32
	5	6 06 36.976	112.181	+28 22 02.26	+ 0.61	15 34.86	57 10.916	28.4	1 57	11 14	20 26
	6	7 06 08.410	83.634	+27 33 35.13	− 238.59	15 25.88	56 37.961	0.1	3 03	12 11	21 03
	7	8 02 53.038	128.279	+25 15 52.72	− 442.85	15 16.71	56 04.300	1.1	4 20	13 03	21 28
	8	8 55 53.490	128.745	+21 45 25.99	− 601.52	15 07.87	55 31.857	2.1	5 39	13 52	21 45
	9	9 45 04.034	79.299	+17 20 45.67	− 714.66	14 59.93	55 02.713	3.1	6 56	14 37	21 58
	10	10 30 56.699	131.971	+12 18 58.14	− 788.35	14 53.44	54 38.903	4.1	8 11	15 18	22 08
	11	11 14 24.025	99.302	+ 6 54 20.62	− 830.00	14 48.90	54 22.241	5.1	9 22	15 58	22 17
	12	11 56 27.221	102.502	+ 1 18 26.40	− 845.53	14 46.71	54 14.194	6.1	10 33	16 37	22 26
	13	12 38 10.505	85.790	− 4 19 01.94	− 838.10	14 47.15	54 15.795	7.1	11 43	17 16	22 35
	14	13 20 39.249	114.539	− 9 48 58.73	− 807.59	14 50.36	54 27.574	8.1	12 55	17 57	22 46
	15	14 04 59.121	134.418	−15 01 33.58	− 750.39	14 56.33	54 49.481	9.1	14 10	18 40	23 00
	16	14 52 13.354	88.660	−19 44 50.92	− 659.79	15 04.86	55 20.813	10.1	15 28	19 28	23 18
	17	15 43 14.942	90.261	−23 43 47.73	− 527.26	15 15.57	56 00.117	11.1	16 48	20 20	23 46
	18	16 38 31.137	106.470	−26 40 07.87	− 346.04	15 27.84	56 45.131	12.1	18 04	21 17	—
	19	17 37 42.525	117.876	−28 14 12.42	− 117.14	15 40.82	57 32.796	13.1	19 07	22 17	0 28
	20	18 39 30.010	105.380	−28 09 22.93	+ 144.74	15 53.53	58 19.424	14.1	19 54	23 18	1 29
	21	19 41 49.797	125.185	−26 17 44.42	+ 411.55	16 04.87	59 01.072	15.1	20 26	—	2 48
	22	20 42 38.679	114.082	−22 43 47.49	+ 651.30	16 13.87	59 34.102	16.1	20 49	0 17	4 19
	23	21 40 39.829	115.244	−17 43 35.40	+ 839.83	16 19.79	59 55.827	17.1	21 05	1 14	5 52
	24	22 35 38.710	114.133	−11 40 19.13	+ 965.76	16 22.29	60 05.002	18.1	21 18	2 06	7 24
	25	23 28 10.386	85.813	− 4 59 29.90	+1027.98	16 21.47	60 01.974	19.1	21 29	2 57	8 53
	26	0 19 17.864	93.294	+ 1 54 06.36	+1030.53	16 17.78	59 48.430	20.1	21 41	3 45	10 21
	27	1 10 14.355	89.789	+ 8 37 38.69	+ 978.43	16 11.89	59 26.840	21.1	21 54	4 34	11 48
	28	2 02 10.652	86.091	+14 50 05.37	+ 875.60	16 04.54	58 59.840	22.1	22 10	5 24	13 16
	29	2 56 03.542	78.990	+20 11 45.61	+ 725.08	15 56.34	58 29.743	23.1	22 32	6 16	14 44
	30	3 52 21.735	97.196	+24 24 21.86	+ 531.32	15 47.77	57 58.283	24.1	23 04	7 11	16 09
	31	4 50 50.883	126.360	+27 12 17.26	+ 303.87	15 39.13	57 26.580	25.1	23 49	8 08	17 24
Sierpień	1	5 50 27.251	102.745	+28 25 13.24	+ 59.82	15 30.60	56 55.278	26.1	—	9 06	18 22
	2	6 49 32.229	107.740	+28 00 55.85	− 178.37	15 22.28	56 24.757	27.1	0 50	10 03	19 03
	3	7 46 26.576	102.102	+26 06 09.12	− 389.64	15 14.27	55 55.359	28.1	2 03	10 56	19 31
	4	8 40 03.963	79.502	+22 54 36.83	− 560.80	15 06.70	55 27.568	29.1	3 21	11 46	19 51
	5	9 30 04.106	79.654	+18 43 23.26	− 688.13	14 59.77	55 02.113	0.8	4 39	12 32	20 05
	6	10 16 45.535	121.089	+13 49 34.37	− 774.57	14 53.74	54 39.987	1.8	5 55	13 15	20 16
	7	11 00 50.788	126.346	+ 8 28 24.82	− 825.87	14 48.95	54 22.399	2.8	7 08	13 55	20 25
	8	11 43 14.085	89.645	+ 2 52 47.49	− 847.74	14 45.75	54 10.673	3.8	8 19	14 34	20 34
	9	12 24 54.341	129.903	− 2 46 24.19	− 844.23	14 44.51	54 06.129	4.8	9 29	15 13	20 42
	10	13 06 52.307	127.871	− 8 19 26.29	− 816.98	14 45.55	54 09.950	5.8	10 40	15 52	20 52
	11	13 50 09.549	85.117	−13 36 40.73	− 764.81	14 49.13	54 23.062	6.8	11 53	16 34	21 04
	12	14 35 46.876	122.450	−18 27 25.66	− 683.61	14 55.37	54 45.993	7.8	13 09	17 19	21 20
	13	15 24 39.570	115.153	−22 38 50.20	− 566.91	15 04.29	55 18.723	8.8	14 27	18 09	21 43
	14	16 17 26.779	102.374	−25 55 16.81	− 407.77	15 15.68	56 00.509	9.8	15 44	19 02	22 17
	15	17 14 14.508	90.116	−27 58 54.72	− 202.90	15 29.08	56 49.701	10.8	16 52	20 00	23 08
	16	18 14 18.775	94.399	−28 32 14.43	+ 41.70	15 43.76	57 43.583	11.8	17 46	21 00	—

KSIĘŻYC 2024, SIERPIEŃ – WRZESIEŃ

Data		0 ^h TT						wiek	CET		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Sierpień	16	18 ^h 14 ^m 18 ^s .775	94.399	−28° 32′ 14″.43	+ 41″.70	15′ 43″.76	57′ 43″.583	11.8	17 ^h 46 ^m	21 ^h 00 ^m	^h ^m
	17	19 16 04.800	80.440	−27 22 43.64	+ 307.13	15 58.68	58 38.340	12.8	18 25	22 00	0 19
	18	20 17 34.835	110.490	−24 27 33.53	+ 564.88	16 12.55	59 29.265	13.8	18 51	22 59	1 45
	19	21 17 12.735	88.402	−19 55 43.76	+ 786.14	16 24.01	60 11.308	14.8	19 09	23 54	3 19
	20	22 14 14.776	90.450	−14 06 19.77	+ 950.16	16 31.82	60 39.957	15.8	19 24	—	4 54
	21	23 08 51.480	127.157	− 7 24 37.93	+1046.72	16 35.16	60 52.227	16.8	19 36	0 46	6 27
	22	0 01 50.850	126.528	− 0 18 12.89	+1073.99	16 33.84	60 47.379	17.8	19 48	1 37	7 58
	23	0 54 18.829	94.508	+ 6 45 45.33	+1035.31	16 28.29	60 27.019	18.8	20 00	2 27	9 29
	24	1 47 23.447	99.129	+13 21 59.96	+ 936.42	16 19.44	59 54.542	19.8	20 16	3 18	11 00
	25	2 42 01.233	76.921	+19 07 46.08	+ 784.16	16 08.45	59 14.189	20.8	20 36	4 11	12 30
	26	3 38 42.876	118.573	+23 43 19.26	+ 586.98	15 56.44	58 30.118	21.8	21 04	5 06	13 58
	27	4 37 19.043	94.754	+26 52 57.41	+ 357.02	15 44.36	57 45.764	22.8	21 45	6 03	15 17
	28	5 36 54.229	129.954	+28 26 52.08	+ 111.67	15 32.86	57 03.575	23.8	22 41	7 01	16 20
	29	6 35 59.083	134.823	+28 23 02.72	− 128.11	15 22.36	56 25.026	24.8	23 51	7 58	17 06
	30	7 33 00.863	76.616	+26 47 42.96	− 343.12	15 13.04	55 50.815	25.8	—	8 52	17 37
Wrzesień	31	8 26 54.727	130.491	+23 53 31.89	− 521.04	15 04.95	55 21.128	26.8	1 07	9 43	17 58
	1	9 17 17.718	93.491	+19 56 24.59	− 657.70	14 58.07	54 55.893	27.8	2 25	10 29	18 13
	2	10 04 23.840	99.617	+15 12 39.66	− 754.77	14 52.38	54 35.012	28.8	3 42	11 13	18 25
	3	10 48 50.915	126.695	+ 9 57 18.38	− 816.52	14 47.89	54 18.520	0.1	4 55	11 53	18 34
	4	11 31 28.758	104.538	+ 4 23 32.98	− 847.47	14 44.66	54 06.681	1.1	6 07	12 33	18 43
	5	12 13 11.979	87.759	− 1 17 01.65	− 851.07	14 42.85	54 00.018	2.1	7 17	13 11	18 51
	6	12 54 56.696	132.476	− 6 53 54.42	− 829.12	14 42.65	53 59.277	3.1	8 27	13 50	19 00
	7	13 37 39.262	115.043	−12 16 54.11	− 781.44	14 44.30	54 05.346	4.1	9 40	14 31	19 11
	8	14 22 14.968	90.753	−17 15 20.38	− 705.79	14 48.06	54 19.135	5.1	10 54	15 15	19 25
	9	15 09 34.698	110.488	−21 37 15.99	− 598.10	14 54.13	54 41.425	6.1	12 11	16 02	19 44
	10	16 00 17.496	93.295	−25 08 53.84	− 453.56	15 02.65	55 12.693	7.1	13 27	16 52	20 12
	11	16 54 38.249	114.060	−27 34 46.14	− 269.13	15 13.60	55 52.893	8.1	14 38	17 47	20 54
	12	17 52 13.859	89.683	−28 39 10.78	− 47.35	15 26.77	56 41.216	9.1	15 37	18 45	21 55
	13	18 51 57.990	133.827	−28 09 09.76	+ 200.28	15 41.65	57 35.825	10.1	16 21	19 43	23 13
	14	19 52 15.764	91.615	−25 58 11.27	+ 453.54	15 57.40	58 33.645	11.1	16 51	20 41	—
	15	20 51 36.600	112.462	−22 08 48.54	+ 688.30	16 12.84	59 30.305	12.1	17 12	21 37	0 42
	16	21 49 05.693	81.562	−16 52 57.49	+ 882.67	16 26.49	60 20.419	13.1	17 28	22 31	2 16
	17	22 44 35.962	111.835	−10 30 15.71	+1020.33	16 36.82	60 58.320	14.1	17 42	23 23	3 50
	18	23 38 40.495	116.369	− 3 25 39.61	+1090.94	16 42.51	61 19.211	15.1	17 53	—	5 23
	19	0 32 16.633	92.506	+ 3 52 51.95	+1089.54	16 42.83	61 20.393	16.1	18 06	0 14	6 57
	20	1 26 29.742	105.615	+10 56 20.90	+1016.12	16 37.83	61 02.034	17.1	18 20	1 06	8 31
	21	2 22 17.674	93.551	+17 16 46.64	+ 875.48	16 28.31	60 27.078	18.1	18 38	2 00	10 05
	22	3 20 13.917	89.802	+22 29 04.19	+ 677.57	16 15.57	59 40.348	19.1	19 04	2 57	11 38
	23	4 20 10.516	86.413	+26 13 17.50	+ 438.33	16 01.12	58 47.293	20.1	19 41	3 55	13 04
	24	5 21 09.516	85.427	+28 17 09.17	+ 179.85	15 46.30	57 52.911	21.1	20 33	4 54	14 15
	25	6 21 35.251	111.176	+28 37 57.05	− 72.90	15 32.19	57 01.115	22.1	21 40	5 53	15 07
	26	7 19 47.845	123.783	+27 22 29.45	− 298.52	15 19.50	56 14.537	23.1	22 55	6 49	15 42
	27	8 14 38.083	114.033	+24 44 26.86	− 484.60	15 08.63	55 34.645	24.1	—	7 40	16 05
	28	9 05 42.484	118.441	+21 00 30.43	− 628.14	14 59.73	55 01.989	25.1	0 14	8 28	16 22
	29	9 53 17.012	92.974	+16 27 12.98	− 732.12	14 52.79	54 36.494	26.1	1 30	9 12	16 34
	30	10 38 02.060	78.025	+11 19 24.92	− 801.53	14 47.67	54 17.721	27.1	2 44	9 53	16 44
Październik	1	11 20 49.409	125.374	+ 5 49 59.52	− 840.87	14 44.23	54 05.106	28.1	3 56	10 32	16 53

KSIĘŻYC 2024, PAŹDZIERNIK – LISTOPAD

Data	0 ^h TT						wiek	CET			
	α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie			
								wsch.	górow.	zach.	
Październik	1	11 ^h 20 ^m 49.409 ^s	125.374	+ 5°49′59″52	− 840″87	14′44″23	54′05″106	28. ^d 1	3 ^h 56 ^m	10 ^h 32 ^m	16 ^h 53 ^m
	2	12 02 34.505	110.470	+ 0 10 20.10	− 853.04	14 42.33	53 58.132	29.1	5 06	11 11	17 01
	3	12 44 13.019	88.983	− 5 28 58.11	− 839.13	14 41.88	53 56.465	0.2	6 17	11 50	17 10
	4	13 26 39.518	115.483	−10 57 25.11	− 798.53	14 42.85	54 00.031	1.2	7 28	12 30	17 20
	5	14 10 46.234	122.202	−16 03 57.01	− 729.08	14 45.30	54 09.031	2.2	8 42	13 13	17 32
	6	14 57 20.083	96.055	−20 36 24.67	− 627.60	14 49.36	54 23.900	3.2	9 58	13 58	17 50
	7	15 46 56.352	132.332	−24 21 19.13	− 490.86	14 55.16	54 45.207	4.2	11 14	14 47	18 14
	8	16 39 48.627	124.618	−27 04 11.56	− 317.50	15 02.87	55 13.505	5.2	12 27	15 40	18 50
	9	17 35 37.849	113.853	−28 30 49.50	− 110.69	15 12.58	55 49.129	6.2	13 29	16 35	19 42
	10	18 33 28.274	104.291	−28 29 33.99	+ 119.74	15 24.24	56 31.944	7.2	14 17	17 32	20 51
	11	19 31 58.977	135.008	−26 53 59.50	+ 357.88	15 37.63	57 21.068	8.2	14 51	18 28	22 14
	12	20 29 50.163	126.207	−23 44 42.53	+ 585.23	15 52.21	58 14.581	9.2	15 15	19 23	23 43
	13	21 26 10.188	86.241	−19 09 31.02	+ 784.87	16 07.12	59 09.313	10.2	15 33	20 16	—
	14	22 20 48.516	124.573	−13 22 20.30	+ 943.14	16 21.15	60 00.828	11.2	15 47	21 07	1 14
	15	23 14 12.533	88.593	− 6 42 00.81	+1048.88	16 32.86	60 43.780	12.2	15 59	21 58	2 46
	16	0 07 15.904	91.964	+ 0 28 26.98	+1092.31	16 40.75	61 12.756	13.2	16 11	22 50	4 18
	17	1 01 05.158	81.218	+ 7 42 25.68	+1065.32	16 43.68	61 23.494	14.2	16 24	23 43	5 51
	18	1 56 45.506	121.570	+14 30 41.60	+ 963.45	16 41.11	61 14.079	15.2	16 40	—	7 27
	19	2 55 03.168	79.239	+20 23 27.66	+ 788.96	16 33.34	60 45.569	16.2	17 03	0 40	9 04
	20	3 56 03.394	79.477	+24 53 46.25	+ 554.21	16 21.39	60 01.704	17.2	17 35	1 39	10 38
	21	4 58 52.611	128.709	+27 41 57.62	+ 283.26	16 06.72	59 07.867	18.2	18 22	2 41	11 59
	22	6 01 43.071	119.186	+28 39 50.30	+ 8.20	15 50.90	58 09.802	19.2	19 25	3 42	13 00
	23	7 02 29.662	105.793	+27 52 02.99	− 240.81	15 35.32	57 12.596	20.2	20 41	4 41	13 42
	24	7 59 38.034	114.178	+25 33 11.39	− 445.32	15 21.02	56 20.130	21.2	22 00	5 35	14 10
	25	8 52 30.283	106.437	+22 02 22.10	− 600.83	15 08.72	55 34.960	22.2	23 18	6 25	14 29
	26	9 41 19.568	95.730	+17 38 27.06	− 711.98	14 58.77	54 58.460	23.2	—	7 10	14 42
	27	10 26 50.343	126.510	+12 37 40.66	− 786.38	14 51.31	54 31.067	24.2	0 33	7 52	14 53
	28	11 10 00.682	76.851	+ 7 13 20.67	− 830.70	14 46.26	54 12.548	25.2	1 45	8 32	15 02
	29	11 51 52.026	128.197	+ 1 36 33.73	− 849.08	14 43.45	54 02.231	26.2	2 56	9 11	15 10
	30	12 33 24.871	101.043	− 4 02 39.43	− 842.90	14 42.63	53 59.210	27.2	4 06	9 49	15 19
Listopad	31	13 15 37.386	113.560	− 9 34 20.72	− 811.07	14 43.53	54 02.517	28.2	5 17	10 29	15 29
	1	13 59 24.384	100.562	−14 47 41.80	− 750.59	14 45.91	54 11.266	29.2	6 30	11 11	15 41
	2	14 45 34.541	110.726	−19 30 27.34	− 657.39	14 49.59	54 24.765	0.2	7 46	11 56	15 57
	3	15 34 44.159	120.353	−23 28 44.04	− 527.69	14 54.45	54 42.586	1.2	9 03	12 44	16 19
	4	16 27 06.998	83.204	−26 27 32.79	− 360.21	15 00.44	55 04.585	2.2	10 17	13 36	16 51
	5	17 22 23.187	99.407	−28 12 22.03	− 158.96	15 07.60	55 30.844	3.2	11 23	14 31	17 38
	6	18 19 35.186	111.423	−28 31 38.98	+ 65.07	15 15.96	56 01.548	4.2	12 15	15 26	18 41
	7	19 17 19.716	95.968	−27 19 29.37	+ 295.21	15 25.56	56 36.794	5.2	12 53	16 22	19 58
	8	20 14 14.696	90.962	−24 37 03.49	+ 513.64	15 36.34	57 16.335	6.2	13 19	17 16	21 23
	9	21 09 26.653	102.932	−20 32 04.55	+ 706.00	15 48.05	57 59.310	7.2	13 38	18 07	22 50
	10	22 02 43.648	119.935	−15 17 01.21	+ 862.76	16 00.21	58 43.972	8.2	13 52	18 57	—
	11	22 54 32.072	108.365	− 9 07 29.11	+ 977.39	16 12.08	59 27.535	9.2	14 05	19 46	0 18
	12	23 45 45.621	121.917	− 2 21 33.81	+1043.52	16 22.62	60 06.217	10.2	14 16	20 36	1 46
	13	0 37 33.651	109.949	+ 4 39 48.84	+1053.21	16 30.64	60 35.637	11.2	14 28	21 27	3 16
	14	1 31 10.121	86.424	+11 32 16.16	+ 997.43	16 34.98	60 51.580	12.2	14 43	22 21	4 48
	15	2 27 39.582	115.892	+17 48 03.00	+ 869.07	16 34.83	60 51.016	13.2	15 02	23 19	6 24
16	3 27 35.854	112.177	+22 57 48.97	+ 668.38	16 29.92	60 33.002	14.2	15 29	—	8 00	

KSIEŻYC 2024, LISTOPAD – GRUDZIEŃ

Data	0 ^h TT						wiek	CET		
	α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
								wsch.	górow.	zach.
Listopad 16	3 ^h 27 ^m 35 ^s .854	112 ^s .177	+22°57'48".97	+ 668".38	16'29".92	60'33".002	14 ^d .2	15 ^h 29 ^m	^h ^m	8 ^h 00 ^m
17	4 30 35.497	111.837	+26 34 54.79	+ 409.47	16 20.68	59 59.074	15.2	16 09	0 20	9 30
18	5 35 03.383	79.742	+28 21 36.99	+ 122.55	16 08.10	59 12.908	16.2	17 06	1 23	10 43
19	6 38 35.345	111.724	+28 14 23.00	– 153.93	15 53.53	58 19.441	17.2	18 19	2 25	11 36
20	7 38 55.576	131.972	+26 24 06.52	– 388.79	15 38.38	57 23.831	18.2	19 40	3 24	12 10
21	8 34 46.613	123.024	+23 10 47.49	– 568.37	15 23.89	56 30.646	19.2	21 01	4 17	12 33
22	9 25 59.044	135.466	+18 56 33.48	– 694.57	15 11.02	55 43.419	20.2	22 18	5 05	12 49
23	10 13 11.038	87.469	+14 01 00.67	– 776.70	15 00.43	55 04.535	21.2	23 32	5 49	13 01
24	10 57 23.581	100.017	+ 8 39 44.41	– 824.68	14 52.47	54 35.327	22.2	—	6 30	13 10
25	11 39 44.386	120.826	+ 3 04 50.55	– 845.74	14 47.27	54 16.250	23.2	0 43	7 09	13 19
26	12 21 20.690	97.134	– 2 33 45.77	– 843.52	14 44.77	54 07.071	24.2	1 53	7 48	13 28
27	13 03 17.078	93.527	– 8 06 54.04	– 818.16	14 44.76	54 07.042	25.2	3 04	8 27	13 37
28	13 46 34.760	111.215	–13 24 50.50	– 766.85	14 46.94	54 15.038	26.2	4 16	9 08	13 48
29	14 32 09.549	86.012	–18 16 15.88	– 684.63	14 50.94	54 29.699	27.2	5 31	9 52	14 03
30	15 20 46.235	122.710	–22 27 39.96	– 565.87	14 56.35	54 49.567	28.2	6 48	10 40	14 23
Grudzień 1	16 12 48.003	124.492	–25 43 34.48	– 406.90	15 02.79	55 13.223	29.2	8 04	11 31	14 52
2	17 08 02.822	79.327	–27 48 02.50	– 209.64	15 09.93	55 39.425	0.6	9 14	12 25	15 34
3	18 05 35.015	111.539	–28 27 33.29	+ 15.33	15 17.51	56 07.216	1.6	10 12	13 22	16 34
4	19 03 53.966	130.508	–27 34 32.99	+ 249.40	15 25.34	56 35.972	2.6	10 54	14 18	17 48
5	20 01 22.937	99.496	–25 09 40.75	+ 471.30	15 33.35	57 05.357	3.6	11 23	15 12	19 11
6	20 56 52.717	129.291	–21 21 26.25	+ 664.02	15 41.48	57 35.193	4.6	11 44	16 04	20 37
7	21 49 59.806	136.392	–16 23 39.50	+ 817.97	15 49.66	58 05.243	5.6	11 59	16 54	22 03
8	22 41 04.284	80.878	–10 32 44.65	+ 929.36	15 57.76	58 34.959	6.6	12 11	17 41	23 28
9	23 30 57.206	133.806	– 4 06 04.14	+ 996.47	16 05.47	59 03.248	7.6	12 23	18 29	—
10	0 20 47.678	124.282	+ 2 38 10.21	+1016.50	16 12.31	59 28.350	8.6	12 34	19 17	0 53
11	1 11 52.721	129.331	+ 9 20 08.45	+ 984.00	16 17.63	59 47.891	9.6	12 47	20 08	2 21
12	2 05 27.152	103.770	+15 37 22.06	+ 891.51	16 20.71	59 59.186	10.6	13 03	21 02	3 52
13	3 02 28.146	104.777	+21 04 30.25	+ 732.95	16 20.87	59 59.783	11.6	13 25	22 01	5 25
14	4 03 11.085	87.733	+25 15 05.15	+ 510.10	16 17.69	59 48.105	12.6	13 58	23 03	6 57
15	5 06 43.898	120.566	+27 46 10.72	+ 239.80	16 11.12	59 24.006	13.6	14 47	—	8 19
16	6 11 03.738	80.427	+28 24 58.14	– 44.99	16 01.58	58 48.977	14.6	15 54	0 06	9 22
17	7 13 36.828	113.537	+27 13 23.01	– 306.24	15 49.85	58 05.935	15.6	17 13	1 07	10 05
18	8 12 21.377	98.104	+24 26 46.50	– 517.18	15 36.97	57 18.672	16.6	18 36	2 04	10 33
19	9 06 25.168	101.909	+20 27 31.18	– 669.50	15 24.04	56 31.198	17.6	19 57	2 55	10 52
20	9 56 00.345	77.097	+15 38 16.53	– 768.71	15 12.05	55 47.185	18.6	21 14	3 42	11 06
21	10 41 57.644	134.404	+10 18 11.27	– 825.58	15 01.81	55 09.617	19.6	22 28	4 25	11 17
22	11 25 23.648	100.415	+ 4 42 05.29	– 850.23	14 53.92	54 40.654	20.6	23 39	5 05	11 26
23	12 07 28.287	105.059	– 0 58 38.27	– 849.54	14 48.74	54 21.632	21.6	—	5 44	11 35
24	12 49 20.088	96.865	– 6 34 35.48	– 826.56	14 46.42	54 13.129	22.6	0 49	6 23	11 44
25	13 32 04.978	81.762	–11 56 50.07	– 780.59	14 46.95	54 15.053	23.6	2 00	7 03	11 54
26	14 16 45.191	121.983	–16 55 29.96	– 707.79	14 50.12	54 26.715	24.6	3 14	7 46	12 07
27	15 04 15.445	92.249	–21 18 41.24	– 602.11	14 55.62	54 46.885	25.6	4 30	8 32	12 25
28	15 55 14.042	90.859	–24 51 58.35	– 457.43	15 02.97	55 13.866	26.6	5 47	9 22	12 50
29	16 49 48.527	125.361	–27 19 03.93	– 271.30	15 11.61	55 45.586	27.6	7 00	10 16	13 28
30	17 47 21.405	98.257	–28 24 12.57	– 49.54	15 20.92	56 19.751	28.6	8 04	11 12	14 22
31	18 46 28.884	105.756	–27 56 06.87	+ 191.34	15 30.27	56 54.061	0.1	8 52	12 10	15 33
32	19 45 23.585	100.476	–25 51 45.94	+ 427.57	15 39.10	57 26.461	1.1	9 25	13 06	16 56

Momenty wejść Słońca w znaki Zodiaku w 2024 roku

Data TT	Znak Zodiaku	$\lambda_{\odot}$
Styczeń 20 ^d 14 ^h 1	Wodnik ♒	300°
Luty 19 4.2	Ryby ♓	330
Marzec 20 3.1	Baran ♈	0
Kwiecień 19 14.0	Byk ♉	30
Maj 20 13.0	Bliźnięta ♊	60
Czerwiec 20 20.8	Rak ♋	90

Data TT	Znak Zodiaku	$\lambda_{\odot}$
Lipiec 22 ^d 7 ^h 7	Lew ♌	120°
Sierpień 22 14.9	Panna ♍	150
Wrzesień 22 12.7	Waga ♎	180
Paźdz. 22 22.2	Skorpion ♏	210
Listopad 21 19.9	Strzelec ♏	240
Grudzień 21 9.3	Koziorożec ♐	270

Symboliczne oznaczenia Słońca, Księżyca i planet

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

Planety 2024, 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	17 ^h 25 ^m 55 ^s .4	−20° 09′ 13″	11.3	4.3	16 ^h 02 ^m 34 ^s .4	−18° 46′ 09″	7.4	7.1	17 ^h 46 ^m 59 ^s .4	−23° 57′ 41″	3.6	1.9
	11 17 45 18.6	−21 33 21	9.0	3.4	16 53 38.1	−20 59 00	7.1	6.7	18 19 37.0	−23 59 57	3.7	2.0
	21 18 34 41.0	−22 51 15	7.6	2.9	17 46 10.9	−22 14 18	6.8	6.4	18 52 27.3	−23 36 29	3.7	2.0
	31 19 35 12.6	−22 32 34	6.9	2.6	18 39 28.7	−22 25 12	6.5	6.1	19 25 15.6	−22 47 22	3.8	2.0
II 10	20 40 18.8	−20 08 02	6.5	2.5	19 32 38.8	−21 29 27	6.2	5.9	19 57 49.8	−21 33 20	3.8	2.0
	20 21 47 31.0	−15 27 35	6.3	2.4	20 24 49.3	−19 29 56	6.0	5.7	20 29 58.4	−19 55 56	3.9	2.1
III 1	22 56 11.8	− 8 30 34	6.5	2.5	21 15 26.2	−16 33 53	5.8	5.5	21 01 33.5	−17 57 20	4.0	2.1
	11 0 05 12.9	+ 0 17 10	7.1	2.7	22 04 18.6	−12 51 11	5.7	5.4	21 32 32.0	−15 40 01	4.1	2.2
	21 1 05 07.1	+ 8 51 01	8.8	3.3	22 51 34.1	− 8 33 24	5.5	5.3	22 02 51.8	−13 07 01	4.1	2.2
	31 1 34 14.8	+13 22 18	11.8	4.5	23 37 37.1	− 3 52 28	5.4	5.1	22 32 35.1	−10 21 28	4.2	2.2
IV 10	1 23 34.7	+11 44 17	14.8	5.6	0 23 03.2	+ 0 59 53	5.3	5.1	23 01 46.8	− 7 26 30	4.3	2.3
	20 1 02 13.8	+ 6 51 02	14.9	5.7	1 08 30.2	+ 5 51 48	5.2	5.0	23 30 31.5	− 4 25 28	4.4	2.3
	30 1 04 00.2	+ 4 34 36	12.8	4.9	1 54 37.4	+10 31 30	5.2	4.9	23 58 56.2	− 1 21 35	4.4	2.4
V 10	1 30 58.2	+ 6 14 54	10.6	4.0	2 42 01.0	+14 47 08	5.1	4.9	0 27 08.3	+ 1 42 07	4.5	2.4
	20 2 16 18.9	+10 40 06	8.8	3.4	3 31 05.3	+18 26 25	5.1	4.8	0 55 13.4	+ 4 42 28	4.6	2.5
	30 3 18 21.3	+16 32 38	7.5	2.9	4 21 59.3	+21 17 29	5.1	4.8	1 23 18.1	+ 7 36 40	4.7	2.5
VI 9	4 39 26.4	+22 11 16	6.8	2.6	5 14 31.5	+23 09 47	5.1	4.8	1 51 27.7	+10 22 02	4.8	2.6
	19 6 14 13.1	+24 53 03	6.7	2.6	6 08 04.7	+23 55 20	5.1	4.8	2 19 44.2	+12 55 53	4.9	2.6
	29 7 42 18.0	+23 14 49	7.3	2.8	7 01 45.4	+23 30 29	5.1	4.9	2 48 09.7	+15 16 06	5.0	2.7
VII 9	8 51 40.4	+18 47 21	8.3	3.2	7 54 38.4	+21 56 27	5.2	4.9	3 16 43.5	+17 20 41	5.2	2.7
	19 9 41 40.7	+13 23 31	9.7	3.7	8 45 57.9	+19 19 12	5.2	5.0	3 45 20.6	+19 08 00	5.3	2.8
	29 10 11 22.3	+ 8 35 14	11.5	4.4	9 35 21.1	+15 48 13	5.3	5.1	4 13 55.9	+20 37 01	5.5	2.9
VIII 8	10 15 11.4	+ 6 09 09	13.6	5.2	10 22 49.9	+11 34 43	5.4	5.2	4 42 20.4	+21 47 07	5.6	3.0
	18 9 51 10.2	+ 7 58 25	14.4	5.5	11 08 43.2	+ 6 50 48	5.6	5.3	5 10 21.9	+22 38 16	5.8	3.1
	28 9 31 02.4	+12 08 34	12.1	4.6	11 53 33.3	+ 1 48 35	5.7	5.4	5 37 48.9	+23 11 08	6.0	3.2
IX 7	9 56 21.6	+12 57 13	9.0	3.4	12 38 00.7	− 3 20 14	5.9	5.6	6 04 26.8	+23 26 59	6.3	3.4
	17 10 57 52.8	+ 8 24 27	7.1	2.7	13 22 46.5	− 8 23 41	6.1	5.8	6 29 59.3	+23 27 43	6.6	3.5
	27 12 05 41.6	+ 0 59 00	6.4	2.4	14 08 30.4	−13 09 41	6.3	6.0	6 54 12.5	+23 15 51	6.9	3.7
X 7	13 09 08.4	− 6 42 53	6.2	2.4	14 55 46.8	−17 25 56	6.6	6.3	7 16 48.2	+22 54 28	7.3	3.9
	17 14 09 15.6	−13 36 59	6.3	2.4	15 44 54.8	−20 59 42	6.9	6.6	7 37 27.0	+22 27 19	7.8	4.1
	27 15 08 14.6	−19 16 43	6.6	2.5	16 35 52.6	−23 38 52	7.3	6.9	7 55 49.3	+21 58 27	8.3	4.4
XI 6	16 06 24.8	−23 20 45	7.3	2.8	17 28 14.2	−25 13 18	7.7	7.3	8 11 26.6	+21 32 39	9.0	4.8
	16 16 58 58.4	−25 23 00	8.6	3.3	18 21 03.8	−25 36 26	8.2	7.7	8 23 46.6	+21 15 08	9.7	5.1
	26 17 26 24.5	−24 51 35	10.9	4.2	19 13 11.0	−24 46 57	8.7	8.3	8 32 11.2	+21 11 01	10.5	5.6
XII 6	16 52 28.8	−21 11 53	13.0	5.0	20 03 29.3	−22 49 01	9.4	8.9	8 35 51.3	+21 25 11	11.4	6.0
	16 16 18 55.3	−18 33 32	10.8	4.1	20 51 04.1	−19 51 40	10.1	9.6	8 34 04.2	+22 00 13	12.2	6.5
	26 16 44 59.7	−20 23 46	8.5	3.2	21 35 22.7	−16 07 06	11.1	10.5	8 26 27.7	+22 54 15	13.0	6.9

Planety 2024, 0^h TT

Data		JOWISZ				SATURN			
		α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R
I	1	2 ^h 13 ^m 31. ^s 1	+12°15'50"	2"	20 ^u 5	22 ^h 21 ^m 53. ^s 3	−11°50'21"	0 ^u 9	7 ^u 2
	21	2 16 15.2	+12 36 16	1.8	19.2	22 29 21.0	−11 06 05	0.8	7.0
II	10	2 23 51.2	+13 20 13	1.7	18.0	22 37 56.2	−10 15 15	0.8	6.9
III	1	2 35 28.2	+14 21 17	1.6	17.0	22 47 03.3	− 9 21 11	0.8	6.9
	21	2 50 11.0	+15 32 26	1.6	16.2	22 56 07.8	− 8 27 25	0.8	6.9
IV	10	3 07 08.4	+16 47 16	1.5	15.7	23 04 36.6	− 7 37 29	0.8	7.0
	30	3 25 35.6	+18 00 31	1.5	15.4	23 11 58.9	− 6 54 51	0.9	7.2
V	20	3 44 52.0	+19 08 02	1.5	15.3	23 17 46.0	− 6 22 43	0.9	7.4
VI	9	4 04 18.3	+20 06 51	1.5	15.4	23 21 32.5	− 6 03 50	0.9	7.7
	29	4 23 14.1	+20 55 08	1.5	15.7	23 22 59.4	− 6 00 04	0.9	7.9
VII	19	4 40 56.0	+21 32 12	1.5	16.1	23 21 59.9	− 6 11 44	1.0	8.2
VIII	8	4 56 33.9	+21 58 23	1.6	16.9	23 18 45.5	− 6 36 56	1.0	8.4
	28	5 09 10.5	+22 14 55	1.7	17.8	23 13 51.2	− 7 11 09	1.0	8.5
IX	17	5 17 42.9	+22 23 39	1.8	18.9	23 08 14.5	− 7 47 44	1.0	8.5
X	7	5 21 11.2	+22 26 25	1.9	20.1	23 03 05.4	− 8 19 13	1.0	8.4
	27	5 18 58.0	+22 24 14	2.0	21.3	22 59 28.8	− 8 39 17	1.0	8.2
XI	16	5 11 24.9	+22 17 03	2.1	22.2	22 58 09.5	− 8 44 07	0.9	8.0
XII	6	5 00 24.7	+22 05 04	2.2	22.5	22 59 25.9	− 8 32 35	0.9	7.7
	26	4 49 09.5	+21 51 02	2.1	22.2	23 03 12.7	− 8 05 43	0.9	7.4
Data		URAN				NEPTUN			
		α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R
I	1	3 ^h 06 ^m 51. ^s 3	+17°16'46"	0 ^u 5	1 ^u 8	23 ^h 42 ^m 39. ^s 8	− 3°05'32"	0 ^u 3	1 ^u 1
	21	3 05 43.3	+17 12 40	0.5	1.8	23 44 05.8	− 2 55 34	0.3	1.1
II	10	3 05 58.2	+17 14 12	0.4	1.8	23 46 11.3	− 2 41 30	0.3	1.1
III	1	3 07 36.4	+17 21 17	0.4	1.8	23 48 44.2	− 2 24 43	0.3	1.1
	21	3 10 28.0	+17 33 08	0.4	1.7	23 51 29.9	− 2 06 49	0.3	1.1
IV	10	3 14 17.0	+17 48 26	0.4	1.7	23 54 13.6	− 1 49 26	0.3	1.1
	30	3 18 43.6	+18 05 41	0.4	1.7	23 56 40.7	− 1 34 05	0.3	1.1
V	20	3 23 26.1	+18 23 23	0.4	1.7	23 58 38.8	− 1 22 07	0.3	1.1
VI	9	3 28 02.5	+18 40 09	0.4	1.7	23 59 57.7	− 1 14 33	0.3	1.1
	29	3 32 11.5	+18 54 47	0.4	1.7	0 00 31.1	− 1 12 00	0.3	1.1
VII	19	3 35 33.3	+19 06 17	0.4	1.7	0 00 16.9	− 1 14 36	0.3	1.1
VIII	8	3 37 50.7	+19 13 56	0.4	1.8	23 59 18.4	− 1 21 52	0.3	1.1
	28	3 38 51.1	+19 17 12	0.5	1.8	23 57 44.2	− 1 32 47	0.3	1.2
IX	17	3 38 28.9	+19 15 53	0.5	1.8	23 55 48.1	− 1 45 45	0.3	1.2
X	7	3 36 48.5	+19 10 15	0.5	1.9	23 53 47.7	− 1 58 50	0.3	1.2
	27	3 34 05.5	+19 01 04	0.5	1.9	23 52 01.8	− 2 10 00	0.3	1.2
XI	16	3 30 46.6	+18 49 44	0.5	1.9	23 50 47.0	− 2 17 30	0.3	1.1
XII	6	3 27 26.0	+18 38 09	0.5	1.9	23 50 16.0	− 2 20 05	0.3	1.1
	26	3 24 38.8	+18 28 27	0.5	1.9	23 50 35.1	− 2 17 11	0.3	1.1

Fazy Księżyca 2024 w TT

Miesiąc	III kwadra	Nów (lunacja)	I kwadra	Pełnia	III kwadra	Nów (lunacja)
Styczeń	04 ^d 04 ^h 30 ^m	11 ^d 12 ^h 56 ^m (1250)	18 ^d 04 ^h 52 ^m	25 ^d 18 ^h 52 ^m	^d ^h ^m	^d ^h ^m
Luty	03 00 17	09 23 58 (1251)	16 16 00	24 13 30	—	—
Marzec	03 16 22	10 10 00 (1252)	17 05 09	25 08 00	—	—
Kwiecień	02 04 13	08 19 20 (1253)	15 20 11	24 00 48	—	—
Maj	01 12 26	08 04 21 (1254)	15 12 47	23 14 52	30 18 12	—
Czerwiec	—	06 13 36 (1255)	14 06 18	22 02 06	28 22 53	—
Lipiec	—	05 23 56 (1256)	13 23 48	21 11 16	28 03 51	—
Sierpień	—	04 12 12 (1257)	12 16 18	19 19 25	26 10 24	—
Wrzesień	—	03 02 55 (1258)	11 07 04	18 03 34	24 19 48	—
Paźdz.	—	02 19 49 (1259)	10 19 53	17 12 26	24 09 01	—
Listopad	—	01 13 46 (1260)	09 06 54	15 22 27	23 02 27	—
Grudzień	—	01 07 20 (1261)	08 16 26	15 10 00	22 23 18	30 23 25 (1262)

Perigeum Księżyca 2024

w TT

Apogeum Księżyca 2024

Styczeń	13 ^d 11 ^h	Lipiec	24 ^d 06 ^h	Styczeń	1 ^d 15 ^h	Lipiec	12 ^d 08 ^h
Luty	10 19	Sierpień	21 05	Styczeń	29 08	Sierpień	9 02
Marzec	10 07	Wrzesień	18 13	Luty	25 15	Wrzesień	5 15
Kwiecień	7 18	Paźdz.	17 01	Marzec	23 16	Paźdz.	2 20
Maj	5 22	Listopad	14 11	Kwiecień	20 02	Paźdz.	29 23
Czerwiec	2 07	Grudzień	12 13	Maj	17 19	Listopad	26 12
Czerwiec	27 12			Czerwiec	14 14	Grudzień	24 07

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

φ Data		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
III	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
	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
V	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
	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
VI	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
	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
VIII	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
	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
IX	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
	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
X	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
	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
XI	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
	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
XII	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
	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 CET) 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 2024 roku w niektórych miastach Polski
w CET

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

Wschód i zachód Słońca w 2024 roku w niektórych miastach Polski
w CET

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

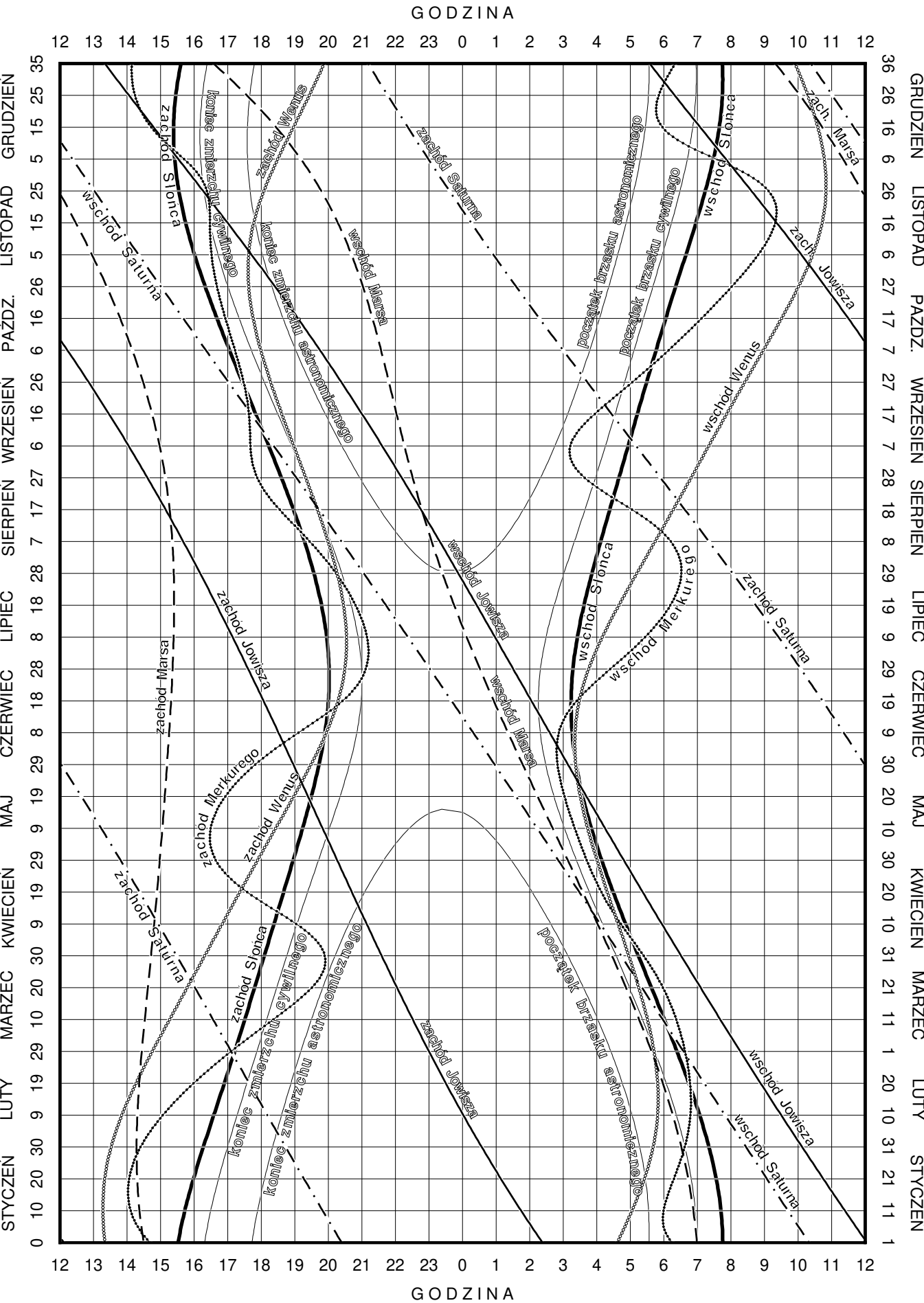
Wschód i zachód Słońca w 2024 roku w niektórych stolicach europejskich
w CET

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

KALENDARZ ASTRONOMICZNY NA ROK 2024

WSCHODY I ZACHODY SŁOŃCA ORAZ JASNYCH PLANET W WARSZAWIE W CET



Zaćmienia Słońca i Księżyca w 2024 roku

1. Półcieniowe zaćmienie Księżyca 25 marca 2024 roku.

Początek zaćmienia będzie widoczny zachodniej Afryce, w zachodniej Europie, na Oceanie Atlantyckim, w Ameryce Północnej, z wyjątkiem zachodniego krańca Alaski oraz w Ameryce Południowej i w środkowej i wschodniej części Oceanu Spokojnego.

Koniec zaćmienia będzie widoczny w Ameryce Południowej, z wyjątkiem wschodniego wybrzeża Brazylii, na Karaibach, w Ameryce Północnej, na większości obszaru Oceanu Spokojnego, z wyjątkiem wschodniego wybrzeża Azji, w Nowej Zelandii i we wschodniej części Australii oraz w Japonii i na dalekim wschodzie Syberii.

Moment opozycji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2024 marzec 25^d 7^h01^m28^s.5 UT.

Fazy zaćmienia		UT
Początek częściowego zaćmienia półcieniowego	marzec 25	4 ^h 53 ^m 11 ^s
Moment największej fazy		7 12 45
Koniec częściowego zaćmienia półcieniowego		8 32 18

Kątowy promień półcienia = 4249".1, kątowy promień cienia = 2324".5.

Wielkość największej fazy zaćmienia = 0.9557 średnicy tarczy Księżyca.

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8".8, Księżyca = 54'05".4 w momencie opozycji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 16'02".2, Księżyca = 14'44".3 w momencie opozycji.

2. Całkowite zaćmienie Słońca 8 kwietnia 2024 roku.

Zaćmienie będzie widoczne w centralnej i wschodniej części Pacyfiku, w Meksyku, w Stanach Zjednoczonych, na wschodnim wybrzeżu Kanady i północno-zachodnim Atlantyku.

Moment koniunkcji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2024 kwiecień 8^d 18^h36^m02^s.5 UT.

Fazy zaćmienia		UT	Szer. geogr.	Dług. geogr.
Początek zaćmienia częściowego	kwiecień 8	15 ^h 42 ^m 07 ^s		
Początek zaćmienia całkowitego		16 41 02		
Moment największego zaćmienia		18 17 13	25°17'.5 N	104°07'.2 W
Koniec zaćmienia całkowitego		19 55 29		
Koniec zaćmienia częściowego		20 52 14		

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8".8, Księżyca = 61'56".6 w momencie koniunkcji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 15'58".2, Księżyca = 16'36".3 w momencie koniunkcji.

3. Częściowe zaćmienie Księżyca 18 września 2024 roku.

Początek zaćmienia będzie widoczny Azji Środkowej, na Bliskim Wschodzie, w Europie i Afryce, na Oceanie Atlantyckim, w Ameryce Południowej, wschodniej części Ameryki Północnej i na Grenlandii.

Koniec zaćmienia będzie widoczny w zachodniej połowie Afryki, w zachodniej Europie, na Oceanie Atlantyckim, na Grenlandii, w Ameryce Południowej i Północnej, z wyjątkiem zachodnich krańców Alaski i we wschodniej części Oceanu Spokojnego.

Moment opozycji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2024 wrzesień 18^d 2^h34^m22^s.9 UT.

Fazy zaćmienia		UT
Początek częściowego zaćmienia półcieniowego	wrzesień 18	00 ^h 41 ^m 02 ^s
Początek zaćmienia częściowego		02 12 48
Moment największej fazy		02 44 11
Koniec zaćmienia częściowego		03 15 35
Koniec częściowego zaćmienia półcieniowego		04 47 18

Kątowy promień półcienia = 4681".1, kątowy promień cienia = 2770".9.

Wielkość największej fazy zaćmienia = 0.0848 średnicy tarczy Księżyca.

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8".8, Księżyca = 61'20".4 w momencie opozycji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 15'55".0, Księżyca = 16'42".8 w momencie opozycji.

4. Obrączkowe zaćmienie Słońca 2 października 2024 roku.

Zaćmienie będzie widoczne na Oceanie Spokojnym, w Chile, Argentynie oraz na części Antarktydy.

Moment koniunkcji Słońca i Księżycy w rektascensji: 2024 październik 2^d 19^h07^m53^s.1 UT.

Fazy zaćmienia		UT	Szer. geogr.	Dług. geogr.
Początek zaćmienia całkowitego	październik 2	16 ^h 50 ^m 24 ^s		
Moment największego zaćmienia		18 44 51	21°57'5 S	114°28'2 W
Koniec zaćmienia całkowitego		20 39 05		

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8^{''}.8, Księżycy = 53'56^{''}.4 w momencie koniunkcji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 15'58^{''}.9, Księżycy = 14'41^{''}.8 w momencie koniunkcji.

Konfiguracje planet 2024

Data TT	Zjawisko	Data TT	Zjawisko
I 10 ^d 8 ^h 36 ^m	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.2 N	VI 4 ^d 22 ^h 41 ^m	Uran w koniunkcji z Księżycem 3.6 S
12 14 39	Merkury w elongacji zach. 23.5	5 12 22	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.5 S
14 11 03	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.9 N	5 16 20	Merkury w koniunkcji z Księżycem 4.5 S
15 21 11	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.8 N	6 13 16	Wenus w koniunkcji z Księżycem 4.5 S
18 18 43	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.5 S	14 14 25	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem
19 17 50	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.8 S	17 10 48	Merkury w koniunkcji z Wenus 0.9 N
27 16 29	Merkury w koniunkcji z Marsem 0.2 N	27 14 58	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.1 S
II 7 20 17	Wenus w koniunkcji z Księżycem 5.4 N	28 8 43	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.3 S
8 8 00	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.1 N	VII 1 15 49	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.8 S
8 23 38	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.1 N	2 8 06	Uran w koniunkcji z Księżycem 3.8 S
11 1 57	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.6 N	3 6 40	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.9 S
12 7 17	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.6 N	6 16 40	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.8 S
15 6 07	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.9 S	7 20 40	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.1 S
16 0 03	Uran w koniunkcji z Księżycem 3.0 S	15 14 26	Mars w koniunkcji z Uranem 0.5 S
22 9 47	Wenus w koniunkcji z Marsem 0.6 N	22 6 40	Merkury w elongacji wsch. 26.9
28 12 50	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem	24 20 30	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.3 S
28 15 15	Merkury w koniunkcji z Saturnem 0.2 S	25 14 28	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.5 S
28 21 24	Saturn w koniunkcji ze Słońcem	29 15 23	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.0 S
III 8 7 10	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.3 N	30 8 35	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.9 S
8 14 40	Merkury w koniunkcji z Neptunem 0.4 N	30 22 24	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 5.3 S
8 19 18	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.0 N	VIII 5 23 42	Wenus w koniunkcji z Księżycem 1.6 S
9 18 34	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.4 N	14 14 54	Mars w koniunkcji z Jowiszem 0.3 N
10 19 50	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.5 N	19 6 44	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem
11 3 25	Merkury w koniunkcji z Księżycem 0.9 N	21 2 43	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.4 S
13 22 46	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.3 S	21 21 50	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.6 S
14 9 36	Uran w koniunkcji z Księżycem 3.2 S	25 21 51	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.3 S
17 11 23	Neptun w koniunkcji ze Słońcem	27 23 50	Mars w koniunkcji z Księżycem 5.3 S
21 23 17	Wenus w koniunkcji z Saturnem 0.3 N	IX 1 13 30	Merkury w koniunkcji z Księżycem 4.6 S
24 22 35	Merkury w elongacji wsch. 18.7	5 2 31	Merkury w elongacji zach. 18.1
IV 3 13 10	Wenus w koniunkcji z Neptunem 0.3 S	5 9 00	Wenus w koniunkcji z Księżycem 1.0 N
6 5 24	Mars w koniunkcji z Księżycem 1.8 N	8 4 34	Saturn w opozycji do Słońca
6 10 20	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.1 N	17 10 10	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.3 S
7 8 31	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.4 N	18 7 07	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.6 S
7 16 19	Wenus w koniunkcji z Księżycem 0.3 S	21 0 18	Neptun w opozycji do Słońca
9 2 57	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.9 N	22 5 04	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.3 S
10 18 51	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.7 S	25 12 47	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.9 S
10 20 37	Mars w koniunkcji z Saturnem 0.4 N	X 1 1 30	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem
10 21 54	Uran w koniunkcji z Księżycem 3.4 S	2 22 00	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.6 N
12 3 03	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem	5 18 01	Wenus w koniunkcji z Księżycem 2.8 N
19 12 52	Merkury w koniunkcji z Wenus 1.7 N	14 18 09	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.1 S
21 3 10	Jowisz w koniunkcji z Uranem 0.5 S	15 17 06	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.5 S
29 4 32	Mars w koniunkcji z Neptunem 0.0 S	19 13 47	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.3 S
V 3 23 12	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.7 N	23 21 36	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.8 S
4 19 09	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.2 N	XI 3 6 24	Merkury w koniunkcji z Księżycem 2.0 N
5 2 17	Mars w koniunkcji z Księżycem 0.2 S	4 23 43	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.1 N
6 5 23	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.4 S	11 1 40	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.1 S
7 13 35	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.2 S	12 1 57	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.5 S
8 10 55	Uran w koniunkcji z Księżycem 3.4 S	15 23 10	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.2 S
8 16 02	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.1 S	16 8 11	Merkury w elongacji wsch. 22.6
9 21 31	Merkury w elongacji zach. 26.4	17 2 46	Uran w opozycji do Słońca
13 9 15	Uran w koniunkcji ze Słońcem	20 22 29	Mars w koniunkcji z Księżycem 2.3 S
18 11 58	Wenus w koniunkcji z Uranem 0.4 S	XII 2 1 06	Merkury w koniunkcji z Księżycem 4.9 N
18 18 49	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem	4 23 45	Wenus w koniunkcji z Księżycem 2.2 N
23 8 20	Wenus w koniunkcji z Jowiszem 0.2 N	6 0 32	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem
31 7 27	Merkury w koniunkcji z Uranem 1.3 S	7 21 01	Jowisz w opozycji do Słońca
31 8 28	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.3 N	8 8 42	Saturn w koniunkcji z Księżycem 0.3 S
VI 1 2 56	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.0 N	9 8 39	Neptun w koniunkcji z Księżycem 0.7 S
2 21 44	Mars w koniunkcji z Księżycem 2.2 S	13 7 28	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.2 S
4 10 34	Merkury w koniunkcji z Jowiszem 0.1 S	18 9 19	Mars w koniunkcji z Księżycem 0.9 S
4 16 19	Wenus w koniunkcji d. ze Słońcem	25 2 31	Merkury w elongacji zach. 22.0

Tabela zawiera wszystkie koniunkcje, w których odległość kątowa ciał niebieskich nie przekracza 5°.4.

Przybliżony azymut Biegunowej 2024

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

Przybliżona odległość zenitalna Biegunowej 2024

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

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			

$$\delta = 89^{\circ}23'$$

t	Δz	t	t	Δz	t	t	Δz	t	t	Δz	t
0 ^h 00 ^m	-38'	24 ^h 00 ^m	3 ^h 57 ^m	-19'	20 ^h 03 ^m	6 ^h 00 ^m	+ 0'	18 ^h 00 ^m	8 ^h 04 ^m	+19'	15 ^h 56 ^m
0 28	-37	23 32	4 04	-18	19 56	6 06	+ 1	17 54	8 12	+20	15 48
1 00	-36	23 00	4 11	-17	19 49	6 13	+ 2	17 47	8 19	+21	15 41
1 20	-35	22 40	4 18	-16	19 42	6 19	+ 3	17 41	8 27	+22	15 33
1 37	-34	22 23	4 25	-15	19 35	6 25	+ 4	17 35	8 35	+23	15 25
1 51	-33	22 09	4 31	-14	19 29	6 31	+ 5	17 29	8 43	+24	15 17
2 03	-32	21 57	4 38	-13	19 22	6 38	+ 6	17 22	8 51	+25	15 09
2 15	-31	21 45	4 45	-12	19 15	6 44	+ 7	17 16	9 00	+26	15 00
2 25	-30	21 35	4 51	-11	19 09	6 50	+ 8	17 10	9 09	+27	14 51
2 35	-29	21 25	4 58	-10	19 02	6 57	+ 9	17 03	9 18	+28	14 42
2 45	-28	21 15	5 04	- 9	18 56	7 03	+10	16 57	9 28	+29	14 32
2 54	-27	21 06	5 10	- 8	18 50	7 10	+11	16 50	9 39	+30	14 21
3 03	-26	20 57	5 17	- 7	18 43	7 16	+12	16 44	9 50	+31	14 10
3 11	-25	20 49	5 23	- 6	18 37	7 23	+13	16 37	10 02	+32	13 58
3 19	-24	20 41	5 29	- 5	18 31	7 29	+14	16 31	10 16	+33	13 44
3 27	-23	20 33	5 35	- 4	18 25	7 36	+15	16 24	10 31	+34	13 29
3 35	-22	20 25	5 42	- 3	18 18	7 43	+16	16 17	10 49	+35	13 11
3 42	-21	20 18	5 48	- 2	18 12	7 50	+17	16 10	11 14	+36	12 46
3 50	-20	20 10	5 54	- 1	18 06	7 57	+18	16 03	12 00		12 00
3 57		20 03	6 00		18 00	8 04		15 56			

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

Szerokość geograficzna z wysokości Biegunowej 2024

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

Tablica poprawek V_I

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

Tablica
poprawek V_{II}
($20^\circ \leq h \leq 40^\circ$)

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}
($40^\circ \leq h \leq 60^\circ$)

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
2022		0°00001	0°00001	0°000001	2023		0°00001	0°00001	0°000001
X 12	59864	+26204	+23570	– 5501	IV 20	60054	+ 573	+45042	–33358
17	59869	+24805	+22728	– 4678	25	60059	+ 1495	+46297	–34056
22	59874	+23460	+21752	– 5724	30	60064	+ 2606	+47212	–33799
27	59879	+22375	+21040	– 9885					
					V 5	60069	+ 3381	+47762	–36801
XI 1	59884	+20851	+20421	–10177	10	60074	+ 4353	+48432	–38174
6	59889	+19788	+19978	–13834	15	60079	+ 5585	+49065	–41780
11	59894	+18782	+19588	–16251	20	60084	+ 6937	+49667	–46283
16	59899	+18061	+19208	–15323	25	60089	+ 8224	+50107	–45354
21	59904	+17248	+19268	–17898	30	60094	+ 9184	+50604	–45475
26	59909	+16043	+19118	–19740					
					VI 4	60099	+10515	+51007	–45950
XII 1	59914	+14403	+19012	–19603	9	60104	+11917	+51180	–43923
6	59919	+13023	+18880	–21054	14	60109	+13127	+51320	–44906
11	59924	+11705	+18951	–18718	19	60114	+14565	+51250	–42056
16	59929	+10527	+19166	–17040	24	60119	+16137	+51083	–38491
21	59934	+ 9577	+19334	–18123	29	60124	+17701	+50967	–37007
26	59939	+ 8520	+19739	–17232					
31	59944	+ 6707	+20010	–19485	VII 4	60129	+19323	+50736	–33478
					9	60134	+20702	+50321	–30944
2023					14	60139	+21935	+49761	–27798
I 5	59949	+ 5079	+20383	–19023	19	60144	+23096	+49309	–21827
10	59954	+ 4132	+21028	–16967	24	60149	+24264	+48715	–19567
15	59959	+ 2935	+21604	–17571	29	60154	+25457	+47914	–17410
20	59964	+ 1671	+22567	–16752					
25	59969	+ 385	+23140	–15364	VIII 3	60159	+26342	+47012	–13886
30	59974	– 92	+24267	–15644	8	60164	+27473	+46227	–13924
					13	60169	+28080	+45263	– 9442
II 4	59979	– 642	+25428	–12419	18	60174	+28516	+44296	– 5012
9	59984	– 1581	+26343	–11244	23	60179	+29132	+42978	– 2811
14	59989	– 2448	+27570	–12463	28	60184	+30036	+41893	+ 1743
19	59994	– 3588	+28682	–11311					
24	59999	– 3911	+30192	–14502	IX 2	60189	+30482	+41120	+ 2183
					7	60194	+30419	+39935	+ 3455
III 1	60004	– 4508	+31637	–15278	12	60199	+30938	+38445	+ 7966
6	60009	– 4568	+32978	–14901	17	60204	+30970	+37178	+ 9353
11	60014	– 4068	+34647	–18397	22	60209	+30641	+35785	+11193
16	60019	– 3984	+36232	–20075	27	60214	+30278	+34354	+13906
21	60024	– 3551	+37389	–21993					
26	60029	– 2841	+38950	–25432	X 2	60219	+30073	+33204	+11346
31	60034	– 2039	+40216	–24384	7	60224	+29757	+31913	+13361
					12	60229	+29228	+30733	+14550
IV 5	60039	– 1225	+41551	–25814	17	60234	+28890	+29675	+13361
10	60044	– 528	+42882	–28897	22	60239	+28270	+28745	+14460
15	60049	– 121	+44176	–29262	27	60244	+27997	+27569	+12190

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	MJD	x_{IERS}	y_{IERS}	UT1–UTC	Data	MJD	x_{IERS}	y_{IERS}	UT1–UTC
2023					2024				
XI 26	60274	+0.24 [″]	+0.23 [″]	+0.01 ^s	V 24	60454	+0.08 [″]	+0.43 [″]	−0.02 ^s
					29	60459	+0.09 [″]	+0.44 [″]	−0.02 ^s
XII 1	60279	+0.22	+0.22	+0.01	VI 3	60464	+0.09	+0.44	−0.02
6	60284	+0.21	+0.22	+0.01	8	60469	+0.10	+0.45	−0.02
11	60289	+0.20	+0.22	+0.01	13	60474	+0.11	+0.45	−0.02
16	60294	+0.19	+0.21	+0.02	18	60479	+0.12	+0.45	−0.02
21	60299	+0.18	+0.21	+0.01	23	60484	+0.13	+0.45	−0.01
26	60304	+0.17	+0.21	+0.02	28	60489	+0.14	+0.46	−0.01
31	60309	+0.15	+0.21	+0.02					
2024					VII 3	60494	+0.15	+0.46	−0.01
I 5	60314	+0.14	+0.21	+0.02	8	60499	+0.16	+0.46	−0.00
10	60319	+0.13	+0.21	+0.02	13	60504	+0.17	+0.46	+0.00
15	60324	+0.12	+0.22	+0.02	18	60509	+0.18	+0.45	+0.01
20	60329	+0.11	+0.22	+0.02	23	60514	+0.19	+0.45	+0.01
25	60334	+0.10	+0.23	+0.02	28	60519	+0.19	+0.45	+0.02
30	60339	+0.09	+0.23	+0.02					
II 4	60344	+0.08	+0.24	+0.02	VIII 2	60524	+0.20	+0.44	+0.02
9	60349	+0.07	+0.24	+0.02	7	60529	+0.21	+0.44	+0.03
14	60354	+0.06	+0.25	+0.02	12	60534	+0.22	+0.44	+0.03
19	60359	+0.05	+0.26	+0.02	17	60539	+0.22	+0.43	+0.04
24	60364	+0.05	+0.27	+0.02	22	60544	+0.23	+0.42	+0.04
29	60369	+0.04	+0.28	+0.02	27	60549	+0.23	+0.42	+0.04
III 5	60374	+0.04	+0.29	+0.02	IX 1	60554	+0.24	+0.41	+0.05
10	60379	+0.03	+0.30	+0.01	6	60559	+0.24	+0.40	+0.05
15	60384	+0.03	+0.31	+0.01	11	60564	+0.25	+0.40	+0.05
20	60389	+0.03	+0.32	+0.01	16	60569	+0.25	+0.39	+0.05
25	60394	+0.03	+0.33	+0.01	21	60574	+0.25	+0.38	+0.05
30	60399	+0.03	+0.34	+0.00	26	60579	+0.25	+0.38	+0.05
IV 4	60404	+0.03	+0.35	+0.00	X 1	60584	+0.25	+0.37	+0.06
9	60409	+0.03	+0.36	−0.00	6	60589	+0.25	+0.36	+0.06
14	60414	+0.03	+0.37	−0.01	11	60594	+0.25	+0.35	+0.06
19	60419	+0.03	+0.38	−0.01	16	60599	+0.25	+0.35	+0.06
24	60424	+0.04	+0.39	−0.01	21	60604	+0.25	+0.34	+0.06
29	60429	+0.04	+0.39	−0.01	26	60609	+0.24	+0.33	+0.06
V 4	60434	+0.05	+0.40	−0.01	31	60614	+0.24	+0.33	+0.05
9	60439	+0.05	+0.41	−0.02	XI 5	60619	+0.23	+0.32	+0.05
14	60444	+0.06	+0.42	−0.02	10	60624	+0.23	+0.32	+0.05
19	60449	+0.07	+0.43	−0.02	15	60629	+0.22	+0.31	+0.05
					20	60634	+0.22	+0.31	+0.05

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/iers/EN/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

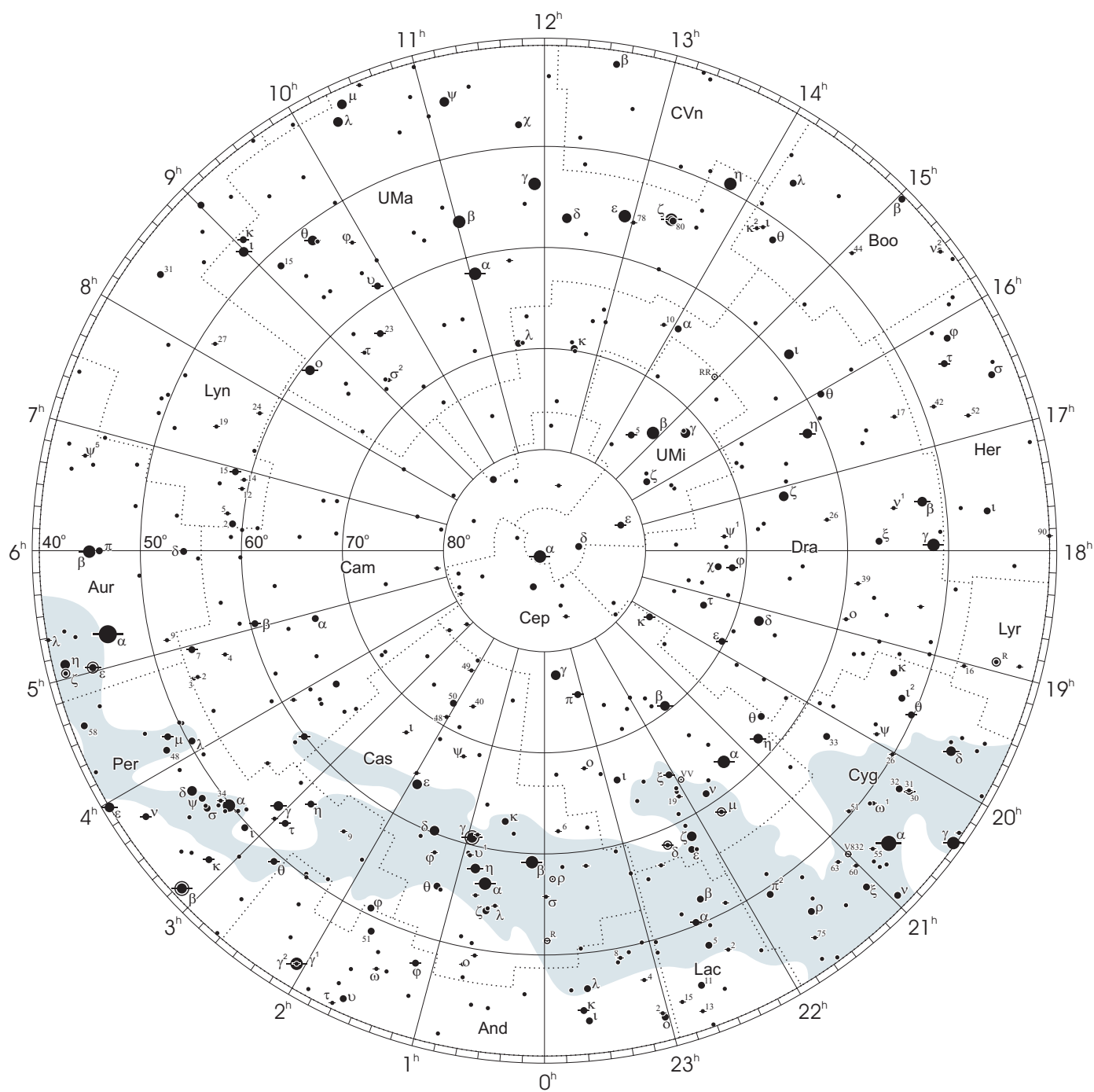
Gwiazdozbiory Carina, Puppis, Pyxis i Vela poprzednio tworzyły jeden gwiazdozbiór Argo navis (Okręt Argo).

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

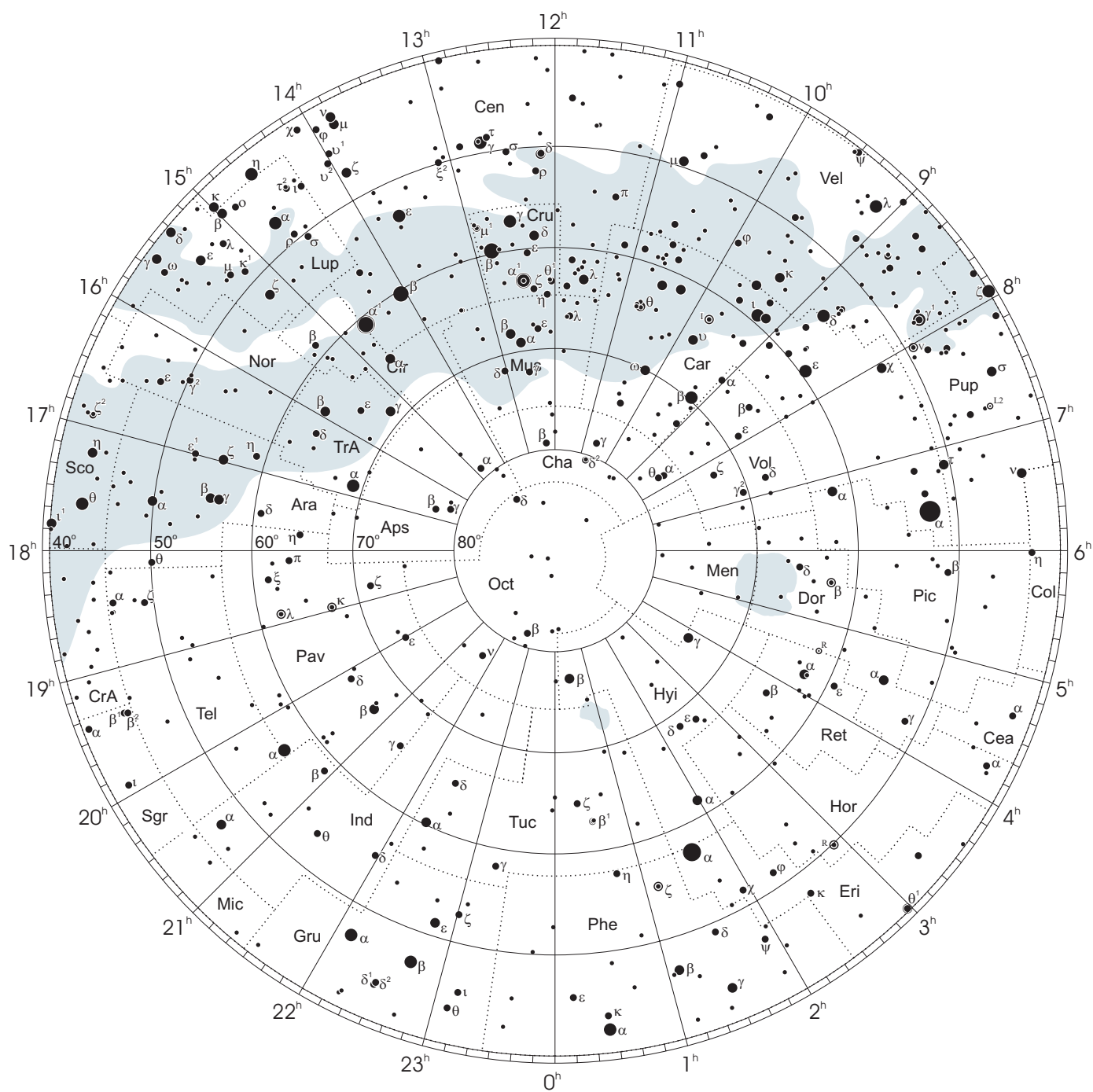


● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

wielkości gwiazdowe

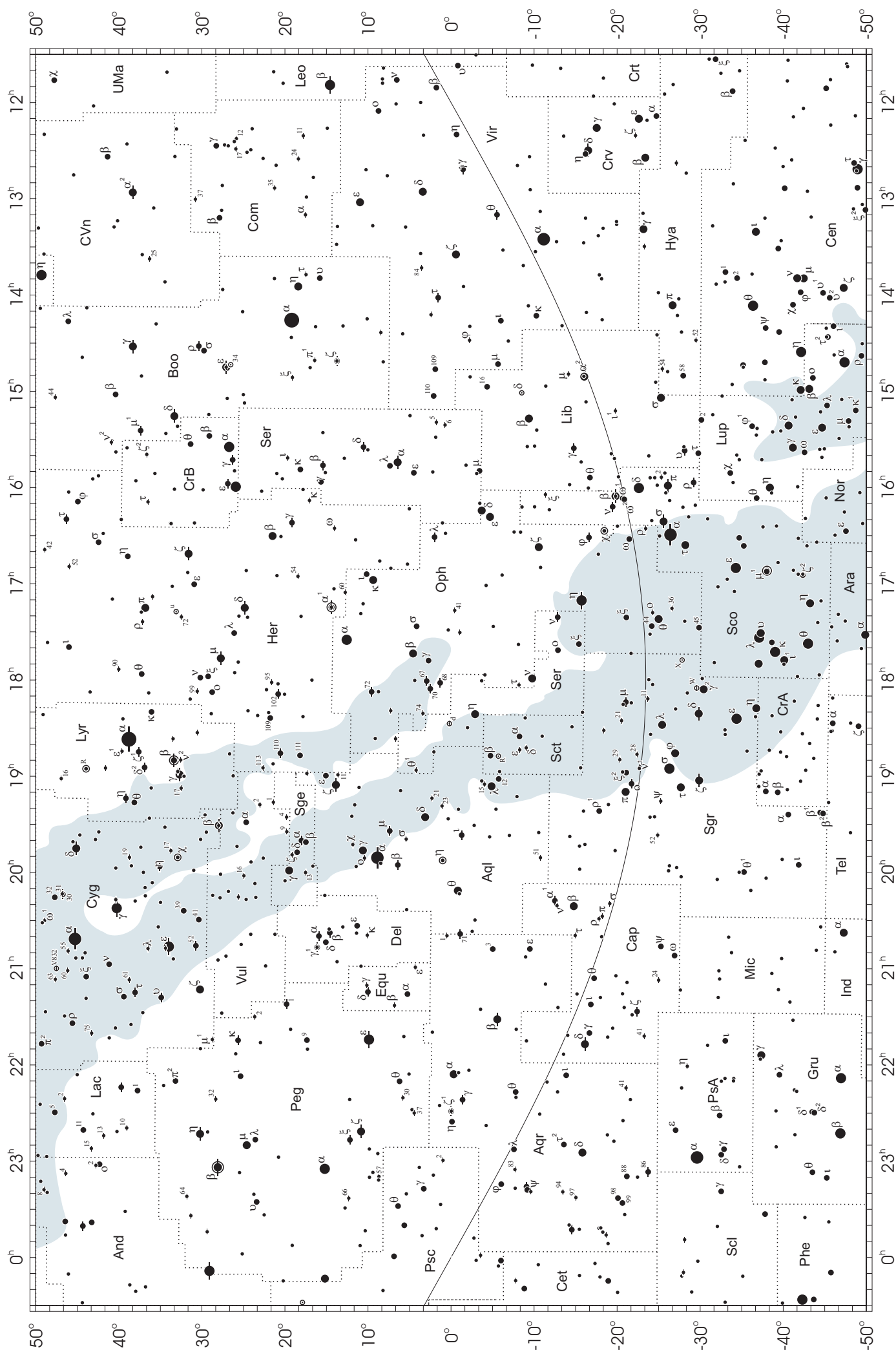
Mapa nieba

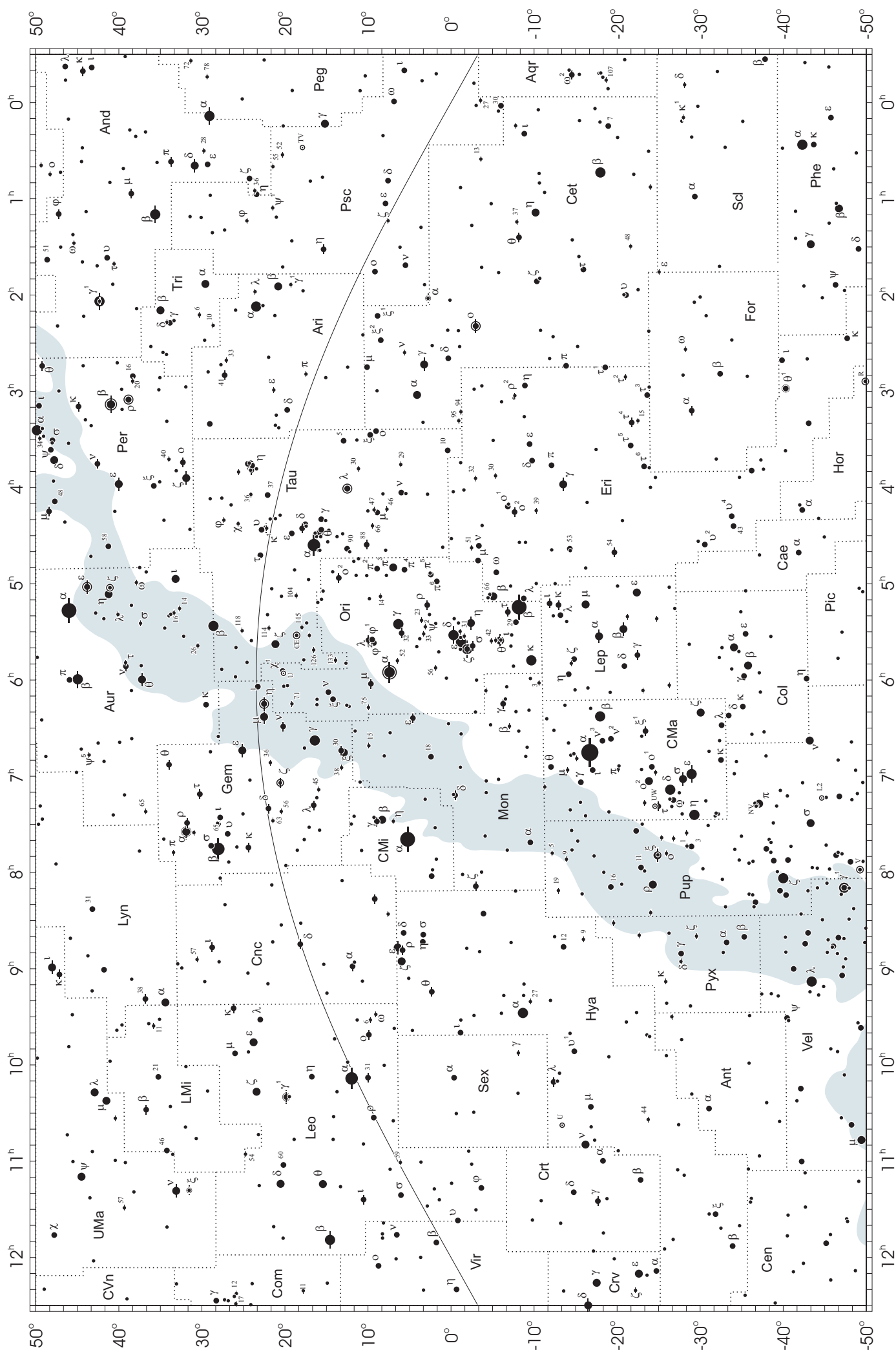
otoczenie bieguna południowego sfery niebieskiej



● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

wielkości gwiazdowe





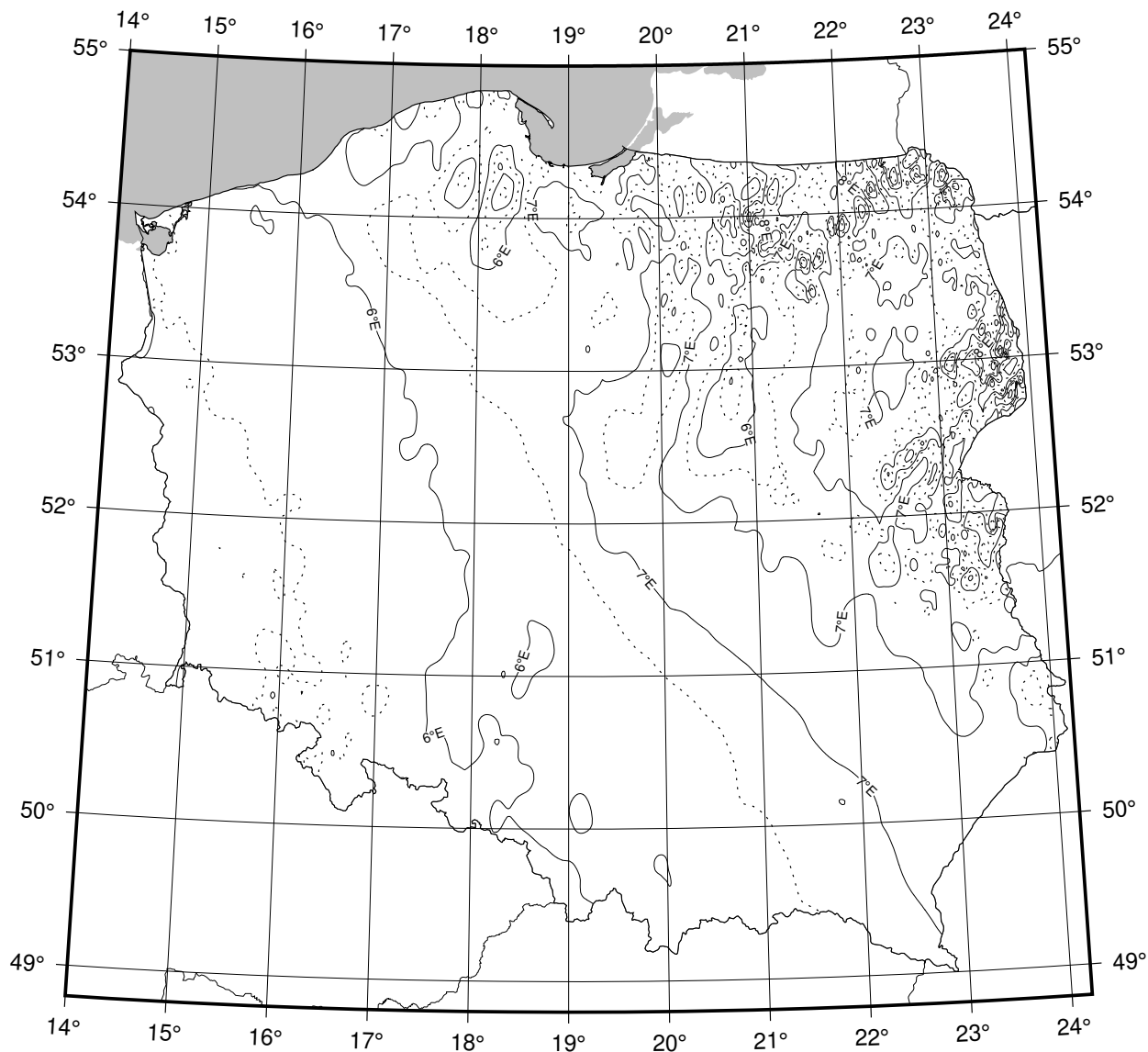
Sygnaly czasu

wybrane stacje nadawcze

Znak stacji	Położenie stacji	Szerokość i długość geogr.	Częstotliwość (kHz)	Godziny nadawania w czasie UTC	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 UTC + 8 h. Pomiedzy 0 – 10, 15 – 25, 30 – 40 i 45 – 50 minutą sygnały UTC. Pomiedzy 25 – 29 i 55 – 59 minutą sygnały UT1
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 DUT1 kodowana
DCF77	Mainflingen, Niemcy	50°01'N 9°00'E	77.5	Przez całą dobę	Sygnały czasu zgodne z niemieckim czasem urzędowym UTC + 1 h lub UTC + 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 UTC	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 DUT1 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 UTC i czasu lokalnego oraz poprawka DUT1 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 DUT1 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 DUT1 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 2024.5



Izogony poprowadzono co 30'

Zmiana roczna wynosi 8'

Przykład obliczania wartości deklinacji magnetycznej.

Dla punktu o współrzędnych $\varphi = 18^{\circ}00'$ i $\lambda = 52^{\circ}00'$
wartość deklinacji wschodniej na epokę 2024.5 wynosi

$$D_{2024.5} \approx 6^{\circ}05'$$

Obliczenie wartości deklinacji magnetycznej na epokę 2024.8

$$D_{2024.8} = D_{2024.5} + (\text{zmiana roczna} \times (2024.8 - 2024.5))$$

$$D_{2024.8} \approx 6^{\circ}07'$$

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 poprawniej 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 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. Na mocy Rezolucji B3 XXXI ZG IAU (Busan, 2022), zalecono aby z dniem 1 stycznia 2022 roku trzecia realizacja katalogu Gaia (Gaia-CRF3) zastąpiła HCRF jako realizację Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia w domenie optycznej.

Do upowszechniania przyjętych standardów (konwencji) zobowiązany jest 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 (μs)
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 zaniedbywalnie 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 Ziemi określony przez przecięcie płaszczyzny chwilowego południka Greenwich z równikiem CEP	kierunek osi <i>x</i> Pośredniego Systemu Ziemi określony przez TIO (przecięcie chwilowego południka zerowego ITRS z równikiem CIP) — 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 CTS określone przez CIO* i zerowy południk BIH	kierunki osi systemu ITRS 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 [m]	b [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

$$\begin{aligned} \frac{\text{interwał czasu gwiazdowego średniego}}{\text{interwał czasu słonecznego średniego}} &= 1.002\,737\,909\,350\,795 + 5.9006 \times 10^{-11}\,T - 5.9 \times 10^{-15}\,T^2 \\ \frac{\text{interwał czasu słonecznego średniego}}{\text{interwał czasu gwiazdowego średniego}} &= 0.997\,269\,566\,329\,084 - 5.8684 \times 10^{-11}\,T + 5.9 \times 10^{-15}\,T^2 \end{aligned} \quad (14)$$

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 μs .

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.

Od 1 stycznia 2022 roku podstawową realizacją Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia (ICRS) jest Trzecia Realizacja Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia (ICRF3) dla domeny radiowej oraz Gaia-CRF3 dla domeny optycznej. Realizacja Gaia-CRF3 (oparta na wydaniu DR3 katalogu Gaia) obejmuje ok. 1.6 mln gwiazd (spośród ok. 1.5 mld obiektów, dla których wyznaczono pełny zestaw parametrów astrometrycznych).

Ziemiński 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 **systemie pośrednim** zdefiniowanym przez „równik pośredni” i „zerowy południk pośredni”. Następnym krokiem jest **obrót** systemu pośredniego wokół osi „równika pośredniego” o kąt reprezentujący obrót Ziemi wokół własnej osi. Obrócony w ten sposób system pośredni staje się geocentrycznym systemem niebieskim, do którego odnoszą się tzw. miejsca pozorne. W ostatnim kroku system pośredni (a dokładnie utworzony w poprzednim kroku geocentryczny system niebieski) jest przeprowadzany w **systemie quasi-inercjalnym** 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. kątowni 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 $IRS_{\text{NIEBIESKI}}$, 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 między wektorem jednostkowym $\mathbf{e}_{ITRS}$ w ITRS i jego obrazem $\mathbf{e}_{GCRS}$ w GCRS wyraża się następująco:

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

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 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

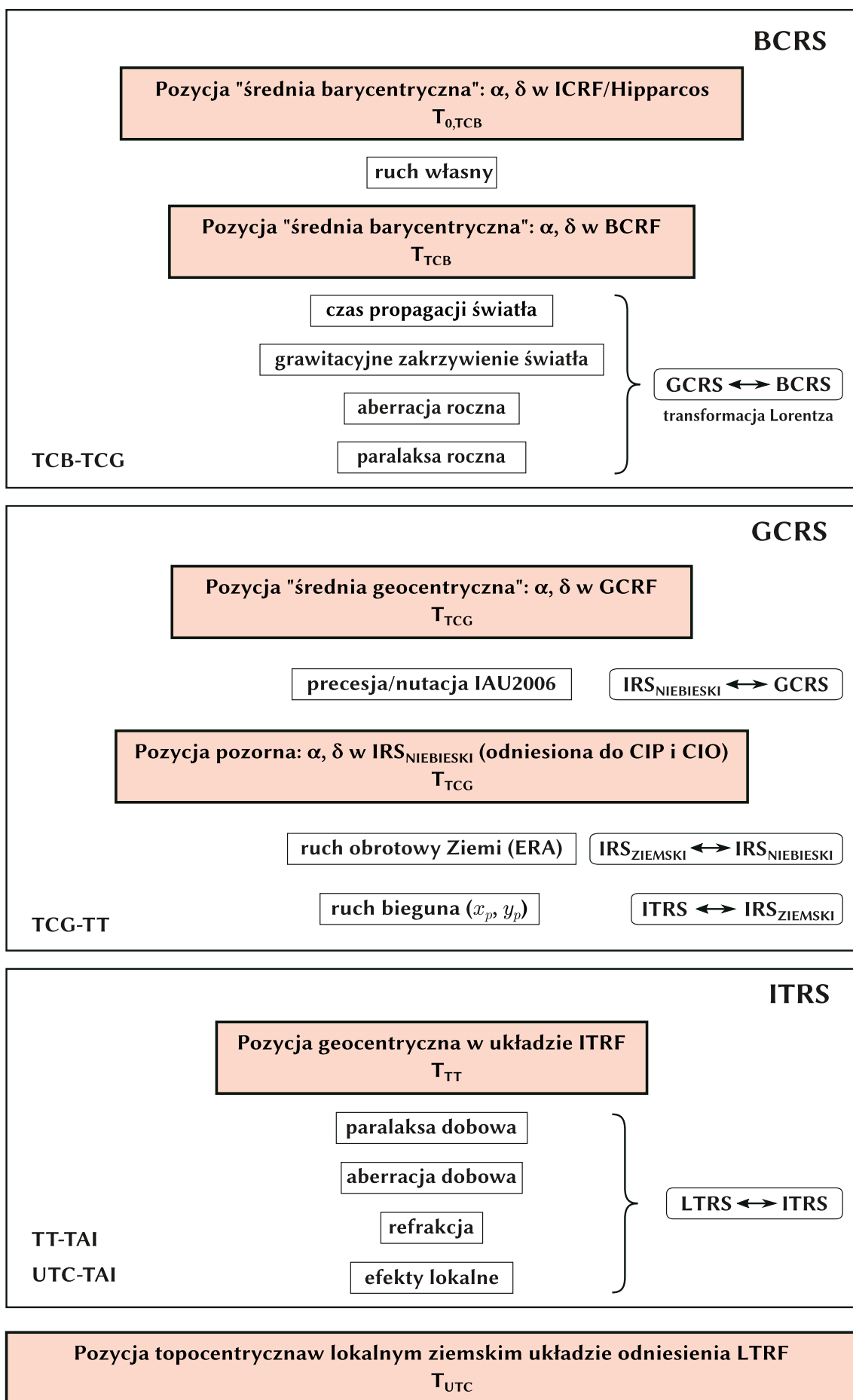
$$R_1(\xi_1) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \xi_1 & \sin \xi_1 \\ 0 & -\sin \xi_1 & \cos \xi_1 \end{pmatrix} \quad R_2(\xi_2) = \begin{pmatrix} \cos \xi_2 & 0 & -\sin \xi_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \xi_2 & 0 & \cos \xi_2 \end{pmatrix} \quad R_3(\xi_3) = \begin{pmatrix} \cos \xi_3 & \sin \xi_3 &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

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

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



Rys. 1 Schemat procesu transformacji od systemów niebieskich do ziemskich

przy czym $(x_{\text{IERS}}, y_{\text{IERS}})$ są współrzędnymi bieguna dostarczonymi przez IERS (dostępne w biuletynach IERS), $(\Delta x, \Delta y)_{\text{tidal}}$ są składowymi pływowymi wynikającymi z pływów oceanicznych, zaś $(\Delta x, \Delta y)_{\text{nutatation}}$ 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 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 TUC (wyznaczone z TT) oraz dostarczanych przez IERS poprawek $[\text{UT1} - \text{UTC}]_{\text{IERS}}$ jako liniowa funkcja UT1

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

$$\text{gdzie} \quad T_u = \text{JD}(\text{UT1}) - 2\,451\,545.0 \quad (28)$$

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

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

$$X = \sin d \cos E \quad Y = \sin d \sin E \quad Z = \cos d \quad (31)$$

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 $+94 \mu\text{as}$ ($[\sigma_0 N_0]$ to kąt pomiędzy σ_0 — pozycją CIO na równiku CIP i N_0 — węzłem wstępującym równika CIP w równik GCRS, zaś $[\Sigma_0 N_0]$ to kąt 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 rozwinięć 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 δX , δY (dane EOP C04 dostępne na stronach internetowych IERS (<https://www.iers.org/ IERS/EN/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 δX , δY 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

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

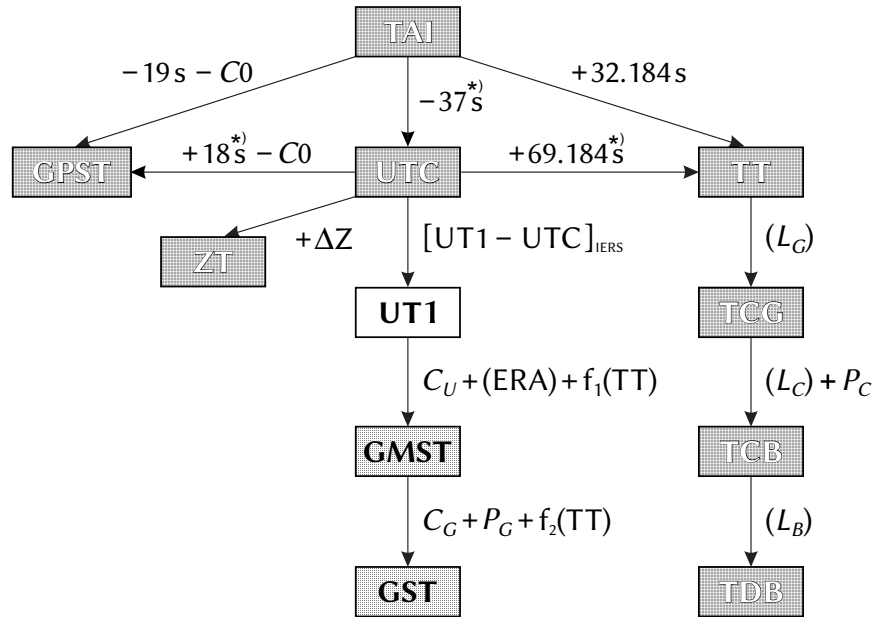
gdzie R — oznacza promień orbity Ziemi (przybliżenie P), a π — paralaksę roczną obiektu Q .

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 wzorec 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 godzinowym Słońca oraz czas gwiazdowy, dla którego „zegarem” jest ruch obrotowy Ziemi względem punktu równonocy wiosennej, odmierzany kątem godzinowym 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 Wag 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 Wag 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 Wąg i Miar (1971) skalę Międzynarodowego Czasu Atomowego (TAI).

Międzynarodowy Czas Atomowy (TAI lub TAI) (*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 Wąg 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:

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

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:

$$\text{TT} - \text{TAI} = 32.184 \quad (44)$$

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

$$\text{TCG} - \text{TT} = L_G \times (\text{JD} - 2\,443\,144.5) \times 86\,400 \quad (45)$$

gdzie

$$L_G = 6.969\,290\,134 \times 10^{-10} \quad (46)$$

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

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

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

$$\text{TDB} = \text{TCB} - L_B \times (\text{JD}_{\text{TCB}} - T_0) \times 86\,400 + \text{TDB}_0 \quad (49)$$

gdzie

$$L_B = 1.550\,519\,768 \times 10^{-8} \quad T_0 = 2\,443\,144.500\,372\,5 \quad \text{TDB}_0 = -6.55 \times 10^{-5} \quad (50)$$

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 godzinnym środka tarczy słonecznej, zwiększonym o 12 godzin (modulo 24^h). Czas słoneczny średni mierzy się kątem godzinnym 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 godzinnym 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 wyznaczonej przez IERS poprawki $[\text{UT1} - \text{UTC}]_{\text{IERS}}$.

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 CIP¹²⁾. 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

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

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

$$\text{GST} = \text{GMST} + E_q \quad (57)$$

przy czym E_q jest to równanie równonocy.

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

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

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

$$Eq = \text{GST} - \text{GMST} \quad (59)$$

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 obrotu 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 wyrażen 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 $\theta(\text{J2000.0}) = \text{GMST}(\text{J2000.0})$, zaś różnica $\text{GST} - \theta$ 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 $T_u = \text{JD}(\text{TT}) - 2\,451\,545.0$. 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⁾:

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

Różnice $[\text{UT1} - \text{UTC}]$, a także $[\text{UT1} - \text{TAI}]$, 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 (CET), 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:

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

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

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 CET	do 1946.X.07 2 ^h CET	od 1995.III.26 2 ^h CET	do 1995.IX.24 2 ^h CET
od 1947.V.04 2 ^h CET	do 1947.X.05 2 ^h CET	od 1996.III.31 2 ^h CET	do 1996.X.27 2 ^h CET
od 1948.IV.18 2 ^h CET	do 1948.X.03 2 ^h CET	od 1997.III.30 2 ^h CET	do 1997.X.26 2 ^h CET
od 1949.IV.10 2 ^h CET	do 1949.X.02 2 ^h CET	od 1998.III.29 2 ^h CET	do 1998.X.25 2 ^h CET
od 1957.VI.02 1 ^h CET	do 1957.IX.29 1 ^h CET	od 1999.III.28 2 ^h CET	do 1999.X.31 2 ^h CET
od 1958.III.30 1 ^h CET	do 1958.IX.28 1 ^h CET	od 2000.III.26 2 ^h CET	do 2000.X.29 2 ^h CET
od 1959.V.31 1 ^h CET	do 1959.X.04 1 ^h CET	od 2001.III.25 2 ^h CET	do 2001.X.28 2 ^h CET
od 1960.IV.03 1 ^h CET	do 1960.X.02 1 ^h CET	od 2002.III.31 2 ^h CET	do 2002.X.27 2 ^h CET
od 1961.V.28 1 ^h CET	do 1961.X.01 1 ^h CET	od 2003.III.30 2 ^h CET	do 2003.X.26 2 ^h CET
od 1962.V.27 1 ^h CET	do 1962.IX.30 1 ^h CET	od 2004.III.28 2 ^h CET	do 2004.X.31 2 ^h CET
od 1963.V.26 1 ^h CET	do 1963.IX.29 1 ^h CET	od 2005.III.27 2 ^h CET	do 2005.X.30 2 ^h CET
od 1964.V.31 1 ^h CET	do 1964.IX.27 1 ^h CET	od 2006.III.26 2 ^h CET	do 2006.X.29 2 ^h CET
od 1977.IV.03 1 ^h CET	do 1977.IX.25 1 ^h CET	od 2007.III.25 2 ^h CET	do 2007.X.28 2 ^h CET
od 1978.IV.02 1 ^h CET	do 1978.X.01 1 ^h CET	od 2008.III.30 2 ^h CET	do 2008.X.26 2 ^h CET
od 1979.IV.01 1 ^h CET	do 1979.IX.30 1 ^h CET	od 2009.III.29 2 ^h CET	do 2009.X.25 2 ^h CET
od 1980.IV.06 1 ^h CET	do 1980.IX.28 1 ^h CET	od 2010.III.28 2 ^h CET	do 2010.X.31 2 ^h CET
od 1981.III.29 1 ^h CET	do 1981.IX.27 1 ^h CET	od 2011.III.27 2 ^h CET	do 2011.X.30 2 ^h CET
od 1982.III.28 1 ^h CET	do 1982.IX.26 1 ^h CET	od 2012.III.25 2 ^h CET	do 2012.X.28 2 ^h CET
od 1983.III.27 1 ^h CET	do 1983.IX.25 1 ^h CET	od 2013.III.31 2 ^h CET	do 2013.X.27 2 ^h CET
od 1984.III.25 1 ^h CET	do 1984.IX.30 1 ^h CET	od 2014.III.30 2 ^h CET	do 2014.X.26 2 ^h CET
od 1985.III.31 1 ^h CET	do 1985.IX.30 1 ^h CET	od 2015.III.29 2 ^h CET	do 2015.X.25 2 ^h CET
od 1986.III.30 1 ^h CET	do 1986.IX.28 1 ^h CET	od 2016.III.27 2 ^h CET	do 2016.X.30 2 ^h CET
od 1987.III.29 1 ^h CET	do 1987.IX.27 1 ^h CET	od 2017.III.26 2 ^h CET	do 2017.X.29 2 ^h CET
od 1988.III.27 1 ^h CET	do 1988.IX.25 1 ^h CET	od 2018.III.25 2 ^h CET	do 2018.X.28 2 ^h CET
od 1989.III.26 1 ^h CET	do 1989.IX.24 1 ^h CET	od 2019.III.31 2 ^h CET	do 2019.X.27 2 ^h CET
od 1990.III.25 2 ^h CET	do 1990.IX.30 2 ^h CET	od 2020.III.29 2 ^h CET	do 2020.X.25 2 ^h CET
od 1991.III.31 2 ^h CET	do 1991.IX.29 2 ^h CET	od 2021.III.28 2 ^h CET	do 2021.X.31 2 ^h CET
od 1992.III.29 2 ^h CET	do 1992.IX.27 2 ^h CET	od 2022.III.27 2 ^h CET	do 2022.X.30 2 ^h CET
od 1993.III.28 2 ^h CET	do 1993.IX.26 2 ^h CET	od 2023.III.26 2 ^h CET	do 2023.X.29 2 ^h CET
od 1994.III.27 2 ^h CET	do 1994.IX.25 2 ^h CET	od 2024.III.31 2 ^h CET	do 2024.X.27 2 ^h CET

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

Niestalość 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 2024, 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 2024 można przyjmować przybliżoną relację między Ziemijskim Czasem Dynamicznym a czasem uniwersalnym:

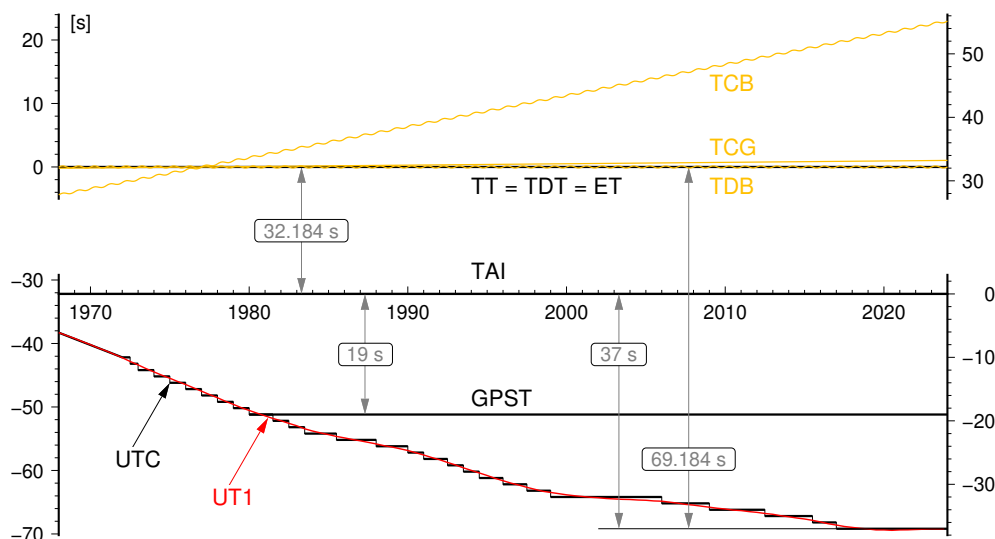
$$TDT = UT1 + 69^s \quad (68)$$

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:

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

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:

$$\text{JSD} = +0.671 + 1.002\,737\,909\,3 \times \text{JD}$$

$$\text{JD} = -0.669 + 0.997\,269\,566\,4 \times \text{JSD}$$

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

$$\begin{aligned} \text{GMST o } 0^h \text{UT1} = & 2\pi(0.779\,057\,273\,264\,0 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48T_u) + \\ & + 0''.014\,506 + 4612''.156\,534\,t + 1''.391\,581\,7\,t^2 - 0''.000\,000\,44\,t^3 - 0''.000\,029\,956\,t^4 - 0''.000\,000\,036\,8\,t^5 \end{aligned} \quad (71)$$

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

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

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

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

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

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

gdzie różnica $[\text{UT1} - \text{UTC}]_{\text{IERS}}$ 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 2024 czerwiec $16^d 10^h 19^m 20.0000^s$ czasu wschodnioeuropejskiego w średnim i prawdziwym czasie gwiazdowym południka Borowej Góry; rachunek należy prowadzić do 0.0001 .

Czas wschodnioeuropejski	$10^h 19^m 20.0000^s$	
minus redukcja strefowa ΔZ	$- 2\,00\,00.0000$	
UTC	$8\,19\,20.0000$	
plus poprawka $[\text{UT1} - \text{UTC}]_{\text{IERS}}$	$- 0.0200$	ze str. 43 (interpolowane)
UT1	$8\,19\,19.9800$	
plus redukcja UT1 na śr. czas gw.	$+ 0\,01\,22.0277^a)$	
Δs interwał cz. śr. gw. odp. UT1	$8\,20\,42.0077$	
GMST o 0^h UT1	$+17\,42\,57.9296$	ze str. 9
GMST w zadanym momencie	$2\,03\,39.9373$	
plus długość geogr. BG	$+ 1\,24\,08.9140^b)$	
śr. czas gwiazdowy BG	$3\,27\,48.8513$	
plus równanie równonocy Eq	$- 0.2337^c)$	
prawdziwy czas gwiazdowy BG	$3\,27\,48.6176$	

¹⁸⁾ Data juliańska na 0^h TT każdego dnia roku 2024 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) $8^h 19^m 19.9800^s = 29\,959.9800$; $29\,959.9800 \times 0.002\,737\,909\,3 = 93.5546$ (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. 9 wypisujemy podane na 0^h czasu UT1 na okalające daty wartości równania równonocy Eq, a następnie tworzymy różnice

15	-0.2289	-0.0037	0.0012
2024.VI.16	-0.2326	-0.0025	0.0022
17	-0.2351	-0.0003	
18	-0.2354		

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	$= -0.2326$
$n = \frac{8^h 19^m 19.9800^s}{24^h} = +0.3468$	$n\Delta_{1/2}^I$	$= -0.0009$
$\frac{n(n-1)}{4} = -0.0566$	$\frac{n(n-1)}{4} (\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II})$	$= -0.0002$
	u	$= -0.2337$

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 2024 czerwiec $16^d 3^h 27^m 48.6176^s$ prawdziwego czasu gwiazdowego południka Borowej Góry w czasie środkowoeuropejskim i w czasie wschodnioeuropejskim; rachunek należy prowadzić do 0.0001 .

Prawdziwy czas gw. BG	$3^h 27^m 48.6176^s$	
minus długość geogr. BG	$- 1^h 24^m 08.9140^s$	ze str. 7
GST	$2^h 03^m 39.7036^s$	
minus równanie równonocy Eq	$+ 0.2337^a$	
GMST w zadanym momencie	$2^h 03^m 39.9373^s$	
minus GMST o 0^h UT1	$-17^h 42^m 57.9296^s$	ze str. 9
Δs – interwał cz. śr. gw. od 0^h UT1	$8^h 20^m 42.0077^s$	
minus red. int. Δs na odp. int. UT1	$- 0^h 01^m 22.0277^s$	
UT1	$8^h 19^m 19.9800^s$	
minus poprawka $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	$+ 0.0200$	ze str. 43 (interpolowane)
UTC	$8^h 19^m 20.0000^s$	
plus redukcja strefowa ΔZ	$+ 1^h 00^m 00.0000^s$	
czas środkowoeuropejski	$9^h 19^m 20.0000^s$	
plus redukcja strefowa ΔZ	$+ 1^h 00^m 00.0000^s$	
czas wschodnioeuropejski	$10^h 19^m 20.0000^s$	

- 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	$2^h 03.66^m$
minus czas gwiazdowy Gr. o 0^h UT1	$-17^h 42.97^m$
Δs – interwał czasu gw. od 0^h UT1	$8^h 20.70^m$
minus red. int. Δs na odp. int. UT1	$- 0^h 01.37^m$
UT1	$8^h 19.33^m$ wzlr (17) ze str. 59

Następnie obliczamy współczynnik interpolacyjny: $n = \frac{8^h 19.33^m}{24^h} = +0.3468$

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 2024 luty 1^d 14^h 18^m 50.0000 czasu środkowoeuropejskiego; rachunek prowadzić do 0.0001.

CET	14 ^h 18 ^m 50.0000	
minus redukcja strefowa ΔZ	– 1 00 00.0000	
UTC	13 18 50.0000	
plus poprawka $[\text{UT1} - \text{UTC}]_{\text{IERS}}$	+ 0.0200	ze str. 43 (interpolowane)
UT1	13 18 50.0200	

Wartość kąta obrotu Ziemi można teraz obliczyć korzystając bezpośrednio ze wzoru (27) na str. 66, przyjmując $T_u = JD(\text{UT1}) - J2000.0 = 2\,460\,341.5 + \frac{13\,18\,50.0200}{24^h} - 2\,451\,545.0 = 8\,797.054\,745\,602$ oraz biorąc wartość kąta obrotu Ziemi θ modulo 2π i wyrażając ją w jednostkach czasu

$$\theta = 22^h 02^m 37.0299$$

lub za pomocą liniowej interpolacji wartości θ , podanych w czwartej kolumnie tablicy na str. 8 Rocznika

$$\theta = \theta_0 + n\Delta_0^I, \quad \text{gdzie } n = \frac{13^h 18^m 50.0200}{24^h} = +0.554\,745\,602$$

	θ	Δ_0^I
2024 luty 1 ^d 0 ^h UT1	8 ^h 41 ^m 35.7865	
	24 ^h 03 ^m 56.5470	
	24 ^h + 8 45 32.3335	

$$\begin{aligned} \theta_0 &= 8^h 41^m 35.7865 \\ n\Delta_0^I &= +13\,21\,01.2434 \\ \theta &= 22\,02\,37.0299 \end{aligned}$$

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 2024: $\alpha_{app}^{CIO} - \alpha_{app}^\gamma \approx -76.8$. 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_{NIEBIESKI} na moment 2024 listopad 12^d 5^h 22^m 41^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. 18 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}
11	15 ^h 05 ^m 15 ^s .520	−17°29′35″.47
	+243 ^s .742	−979″.14
2024.XI.12 ^d 0 ^h TT	15 09 19.262 +0″.831	−17 45 54.61 +18″.54
	+244.573	−960.60
13	15 13 23.835	−18 01 55.21

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	5 ^h 22 ^m 41 ^s .000	
minus redukcja strefowa ΔZ	−2 00 00.000	
plus (TAI – UTC)	+ 37.000	wzlr (60)
TAI	3 23 18.000	
plus (TT – TAI)	+ 32.184	wzlr (44)
TT	3 23 50.184	

Teraz można obliczyć współczynnik interpolacyjny

$$n = \frac{15^h 13^m 23^s.835 - 15^h 05^m 15^s.520}{24^h} = 0.141\,553$$

skąd

$$\frac{n^2}{2} = +0.0100$$

Obliczenie współrzędnych przebiega następująco:

	α_{app}^{CIO}	δ_{app}
u_0	= 15 ^h 09 ^m 19 ^s .262	−17°45′54″.61
$n\Delta_0^I$	= + 0 34.5612	− 2 17.288
$\frac{n^2}{2}\Delta_0^{II}$	= + 0.0083	+ 0.186
u	= 15 ^h 09 ^m 53 ^s .832	−17°48′11″.71

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. 18, oprócz wartości δ_{app} , także jej przemiany na jedną godzinę, $V_\delta/1^h$ na okalające daty, a następnie tworzymy różnice przemian

11	−41″.178	+0″.764
2024.XI.12	−40″.414	+0″.780
13	−39″.634	

Współczynnik interpolacyjny pozostaje taki sam jak poprzednio, tj. $n = +0.141\,553$.

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:

$\frac{n}{2}$	= +0.0708	V_0	= −40″.414	δ_0	= −17°45′54″.61
np	= +3.3973	$\frac{n}{2}\Delta_0^I(V_0)$	= + 0.055	npV	= 2 17.112
		V	= −40″.359	δ	= −17°48′11″.72

- 5) Znaleźć kąt godzinny Słońca prawdziwego względem południka Borowej Góry na moment 2024 wrzesień 19^d 8^h31^m10^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 2024 roku z dokładnością 0^s.001 wystarczy przyjąć $\Delta T' = 69^s$, skąd $\mu\Delta T' = 0^s.189$.

Czas wschodnioeuropejski	8 ^h 31 ^m 10 ^s .000	
minus redukcja strefowa ΔZ	– 2 00 00.000	
UTC	6 31 10.000	
plus [UT1 – UTC] _{IIERS}	+ 0.050	ze str. 43 (interpolowane)
UT1	6 31 10.050	
plus długość geograficzna BG	+ 1 24 08.914	ze str. 7
średni czas słoneczny BG	7 55 18.964	
minus $\mu\Delta T'$	– 0.189	
kąt godz. Sł. śr. wzgl. połud. BG minus 12 ^h	7 55 18.775	
plus równanie czasu plus 12 ^h	+12 06 19.772 ^{a)}	
kąt godzinny Słońca prawdziwego wzgl. południka BG	20 01 38.547	

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

Czas wschodnioeuropejski	8 ^h 31 ^m 10 ^s .000	
minus redukcja strefowa ΔZ	–2 00 00.000	
UTC	6 31 10.000	
plus (TAI – UTC)	+ 37.000	wzór (60)
TAI	6 31 47.000	
plus (TT – TAI)	+ 32.184	wzór (44)
TT	6 32 19.184	

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

18	+0 ^s .8969	–0 ^s .0016
2024.IX.19 ^d 0 ^h TT	+0.8953	–0 ^s .0028
20	+0 ^s .8925	

liczymy współczynniki

$$n = \frac{6\,32\,19.184}{24^h} = +0.272\,444, \quad \frac{n}{2} = +0.1362, \quad p = \frac{24^h}{1^h} = 24, \quad np = +6.5387$$

i obliczamy interpolowaną wartość równania czasu

$$E + 12^h = 12^h\,06^m\,13.920 + 6.5387(0.8953 - 0.1362 \times 0.0022) = 12^h\,06^m\,19.772$$

- 6) Wyrazić w czasie uniwersalnym średnim UT1 moment, w którym w dniu 19 września 2024 roku kąt godzinny Słońca prawdziwego względem południka Borowej Góry wynosi 20^h01^m38^s.547.

Kąt godz. Słońca prawdziwego wzgl. południka BG	20 ^h 01 ^m 38 ^s .547	
minus długość geogr. Borowej Góry	– 1 24 08.914	ze str. 7
kąt godz. Słońca prawdziwego wzgl. poł. Greenwich	18 37 29.633	
minus ($E + 12^h$)	–12 06 19.772 ^{a)}	
kąt godz. Sł. śr. wzgl. poł. Greenwich minus 12 ^h	6 31 09.861	
plus $\mu\Delta T'$	+ 0.189	zob. przykład poprzedni
UT1	6 31 10.050	

- 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 prawd. wzgl. poł. Greenwich minus ($E + 12^h$)	$18^h 37^m 29.63^s$ $-12\ 06\ 19.86^b$	
kąt godz. Sł. śr. wzgl. poł. Greenwich minus 12^h plus $\mu\Delta T'$	$6\ 31\ 09.77$ $+ \quad 0.19$	zob. przykład poprzedni
UT1 minus [UT1 – UTC] _{IERS}	$6\ 31\ 09.96$ $+ \quad 0.05$	ze str. 43 (interpolowane)
UTC plus (TAI – UTC)	$6\ 31\ 09.91$ $+ \quad 37.00$	wzór (60)
TAI plus (TT – TAI)	$6\ 31\ 46.91$ $+ \quad 32.18$	wzór (44)
TT	$6\ 32\ 19.09$	

- 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

$$np \simeq \frac{\text{czas sł. pr. Greenwich}}{1^h} = \frac{18^h 37^m - 12^h}{1^h} = 6.6$$

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

$$E + 12^h = 12^h 06^m 13.92^s + 6.6 \times 0.90 = 12^h 06^m 19.86^s$$

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

$$n = \frac{6\ 32\ 19.09}{24^h} = +0.272\ 443, \quad \frac{n}{2} = +0.1362, \quad np = +6.5386$$

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

$$E + 12^h = 12^h 06^m 13.920^s + 6.5386 (0.8953 - 0.1362 \times 0.0022) = 12^h 06^m 19.772^s$$

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 CET 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 20 października 2024 roku w Poznaniu.

Ze str. 18 Rocznika dla Słońca i str. 26 dla Księżyca dostajemy

	Słońce		Księżyc		
	wschód	zachód	wschód	górow.	zachód
X.20	6^h10^m	16^h30^m	17^h35^m	1^h39^m	10^h38^m
X.21				2^h41^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

$$\tau_E = 2^h41^m - 17^h35^m = 9^h06^m, \quad \tau_W = 10^h38^m - 1^h39^m = 8^h59^m$$

Do obliczeń przyjmujemy współrzędne geograficzne Poznania

$$\varphi = +52^\circ24' \quad \lambda = 16^\circ55' = +1^h07.7^m$$

Najpierw interpolujemy dla szerokości geograficznej Poznania 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 Poznań—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.	Poznań	$1^h07.7^m$
X.18	$+0.3^m$	-0.3^m	9^h00^m	-1.3^m		W-wa Obs. PW	1 24.0
X.28	$+0.5^m$	-0.5^m	9^h10^m	-1.5^m	$+1.5^m$	$-\Delta\lambda$	$+16.3$
			9^h20^m		$+1.6^m$		

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

		Słońce		Księżyc	
		wschód	zachód	wschód	zachód
X.20	Warszawa cz. śr. eur.	6^h03^m	16^h31^m	17^h35^m	10^h38^m
	poprawka w szerokości	+0.3	-0.3	-1.4	+1.3
	poprawka w długości	+16.3	+16.3	+16.3	+16.3
X.20	Poznań cz. śr. eur.	6^h27^m	16^h46^m	17^h50^m	10^h56^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:

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

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_{IERS} , y_{IERS} Niebieskiego Bieguna Pośredniego CIP („chwilowego” bieguna północnego Ziemi) na lata 2022–2023 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:

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

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

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

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

$$\Delta T_s = +0^s.022 \sin 2\pi\tau - 0^s.012 \cos 2\pi\tau - 0^s.006 \sin 4\pi\tau + 0^s.007 \cos 4\pi\tau \quad (79)$$

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 2022 i większą część roku 2023 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 2023 i znaczną część roku 2024 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:

$$R_1 = R_0(1 + A\alpha\gamma) \quad (80)$$

$$R = R_1(1 + B\beta) \quad (81)$$

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 [°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 zaniedbywalne 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 zaniedbywalne. Do momentu emisji należy jedynie wprowadzać wartości DUT1²⁴⁾ 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^s.1²⁵⁾. 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/Bulletins/bulletins.html>).

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 2024.5 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
$u = u_0 + n\Delta_0^I + \frac{n^2}{2}\Delta_0^{II} +$ $+ \frac{n(n^2-1)}{6}\Delta_0^{III} +$ $+ \frac{n^2(n^2-1)}{24}\Delta_0^{IV} + \dots$ $\Delta_0^I = \frac{1}{2}(\Delta_{-1/2}^I + \Delta_{1/2}^I),$ $\Delta_0^{III} = \frac{1}{2}(\Delta_{-1/2}^{III} + \Delta_{1/2}^{III}), \dots$				$u = u_0 + n\Delta_{1/2}^I + \frac{n(n-1)}{2}\Delta_{1/2}^{II} +$ $+ \frac{n(n-1)(n-\frac{1}{2})}{6}\Delta_{1/2}^{III} +$ $+ \frac{n(n^2-1)(n-2)}{24}\Delta_{1/2}^{IV} + \dots$ $\Delta_{1/2}^{II} = \frac{1}{2}(\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II}),$ $\Delta_{1/2}^{IV} = \frac{1}{2}(\Delta_0^{IV} + \Delta_1^{IV}), \dots$				$u = u_0 + n\Delta_{1/2}^I + \binom{n}{2}\Delta_{1/2}^{II} + \binom{n}{3}\Delta_{3/2}^{III} +$ $+ \binom{n}{4}\Delta_2^{IV} + \binom{n}{5}\Delta_{5/2}^V + \dots$ $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}, \quad \binom{n}{3} = \frac{n(n-1)(n-2)}{6}$ $\binom{n}{4} = \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{24}, \dots$ $u_{-2} \Delta_{-3/2}^I \Delta_{-1}^{II}$ $u_{-1} \Delta_{-1/2}^I \Delta_0^{II} \Delta_{-1/2}^{III}$ $u_0 \Delta_{1/2}^I \Delta_1^{II} \Delta_{1/2}^{III} \Delta_0^{IV}$ $u_1 \Delta_{3/2}^I \Delta_2^{II} \Delta_{3/2}^{III} \Delta_1^{IV}$ $u_2 \Delta_{5/2}^I$ u_3				

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