

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII

**ROCZNIK  
ASTRONOMICZNY**

NA ROK 2018

LXXIII



WARSZAWA 2017

Redaktor naukowy Rocznika Astronomicznego  
Jan Kryński  
Sekretarz: Marcin Sękowski

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

Prenumerata:  
*email: boi@igik.edu.pl*

Projekt okładki Łukasz Żak

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

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII

---

Druk ze składu komputerowego przygotowanego w CGiG 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 Obrótu Ziemi .....	8÷11
Słońce, współrzędne równikowe, wschody i zachody w Warszawie .....	12÷19
Księżyc, współrzędne równikowe, wschody i zachody w Warszawie .....	20÷27
Momenty wejść Słońca w znaki Zodiaku .....	28
Planety, współrzędne równikowe .....	28
Fazy Księżyca, apogeum i perigeum .....	29
Tablice do obliczania czasu wschodu i zachodu Słońca i Księżyca poza Warszawą .....	30÷31
Wschód i zachód Słońca w niektórych miastach Polski .....	32÷33
Wschód i zachód Słońca w niektórych stolicach europejskich .....	34
Kalendarz astronomiczny — wschody i zachody Słońca oraz wybranych planet w Warszawie .	35
Zaćmienia Słońca i Księżyca .....	36÷37
Konfiguracje planet .....	38
Przybliżony azymut Biegunowej .....	39
Przybliżona odległość zenitalna Biegunowej .....	40
Szerokość geograficzna z wysokości Biegunowej .....	41
Współrzędne bieguna <i>CIP</i> i poprawka do czasu uniwersalnego .....	42÷43
Refrakcja i ekstynkcja .....	44÷45
Zestawienie gwiazdozbiorów .....	46÷47
Mapa nieba gwiazdzistego .....	48÷51
Sygnaly czasu .....	52
Mapa deklinacji magnetycznej .....	53
Niektóre stałe, definicje i wzory astronomiczne i geodezyjne .....	54÷58
Objaśnienia — część ogólna .....	59÷76
Objaśnienia — część szczegółowa .....	77÷88
Współczynniki do wzorów interpolacyjnych .....	89

SKRÓTY STOSOWANE W ROCZNIKU

BG	—	Borowa Góra
BIH	—	Bureau International de l'Heure (Międzynarodowe Biuro Czasu)
BIPM	—	Bureau International des Poids et Mesures (Międzynarodowe Biuro Wag i Miar)
BCRS	—	Barycentric Celestial Reference System (Barycentryczny Niebieski System Odniesienia)
CEO	—	Celestial Ephemeris Origin (Niebieski Efemerydalny Punkt Początkowy)
CEP	—	Celestial Ephemeris Pole (Efemerydalny Biegun Niebieski)
CIO	—	Celestial Intermediate Origin (Niebieski Pośredni Punkt Początkowy)
CIO*	—	Conventional International Origin (międzynarodowy umowny średni biegun północny Ziemi)
CIP	—	Celestial Intermediate Pole (Pośredni Biegun Niebieski)
CRP	—	Conventional Reference Pole (Konwencjonalny Biegun Odniesienia)
CSE	—	czas środkowoeuropejski (str. 73)
CTRS	—	Conventional Terrestrial Reference System (Konwencjonalny Ziemi System Odniesienia)
DORIS	—	Doppler Orbit Determination and Radio Positioning Integrated on Satellite (francuski globalny system nawigacyjny dla obiektów naziemnych i kosmicznych)
DUT1	—	różnica czasów <i>UT1</i> i <i>UTC</i>
EOP	—	Earth Orientation Parameters (parametry ruchu obrotowego Ziemi)
ERA	—	Earth Rotation Angle (Kąt Obrótu Ziemi) (str. 63)
ET	—	Czas Efemeryd (str. 74)
FK4	—	czwarty fundamentalny katalog gwiazd
FK5	—	piąty fundamentalny katalog gwiazd
FK6	—	szósty fundamentalny katalog gwiazd
GCRS	—	Geocentric Celestial Reference System (Geocentryczny Niebieski System Odniesienia)
GMT	—	czas słoneczny średni Greenwich (str. 70)
GMST	—	średni czas gwiazdowy Greenwich (str. 71)
GPS	—	Global Positioning System (Globalny System Nawigacyjny)
GPST	—	GPS Time (czas GPS)
GRS	—	Geodetic Reference System (Geodezyjny System Odniesienia)
GSD	—	patrz <i>JSD</i>
GST	—	prawdziwy czas gwiazdowy Greenwich (str. 71)
GTRS	—	Geocentric Terrestrial Reference System (Geocentryczny Ziemi System Odniesienia)
IAU	—	International Astronomical Union (Międzynarodowa Unia Astronomiczna)
ICRS	—	International Celestial Reference System (Międzynarodowy Niebieski System Odniesienia)
IERS	—	International Earth Rotation and Reference Systems Service (Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia)
ILS	—	International Latitude Service (Międzynarodowa Służba Szerokości)
IPMS	—	International Polar Motion Service (Międzynarodowa Służba Ruchu Bieguna)
IRM	—	IERS Reference Meridian (południk zerowy IERS)
IRP	—	IERS Reference Pole (biegun odniesienia IERS)
IRS	—	Intermediate Reference System (Pośredni System Odniesienia)
ITRS	—	International Terrestrial Reference System (Międzynarodowy Ziemi System Odniesienia)
IUGG	—	International Union of Geodesy and Geophysics (Międzynarodowa Unia Geodezji i Geofizyki)
JD	—	data juliańska odniesiona do czasu ziemskiego ( <i>TT</i> ) (str. 76)
JED	—	data juliańska odniesiona do skali Czasu Efemeryd (str. 76)
JPL	—	Jet Propulsion Laboratory
JSD	—	juliańska data gwiazdowa (str. 76)
LLR	—	Lunar Laser Ranging (laserowe pomiary odległości do Księżyca)
MJD	—	zmodyfikowana data juliańska (str. 76)
NRO	—	Non-Rotating Origin (Nieobrcający się Punkt Początkowy)
RA	—	Rocznik Astronomiczny IGiK
SAO	—	Smithsonian Astrophysical Observatory
SDT	—	Dynamiczny Czas Gwiazdowy (str. 72)
SI	—	Système International d'Unités (międzynarodowy system jednostek)
SLR	—	Satellite Laser Ranging (laserowe pomiary odległości do sztucznych satelitów Ziemi)
TAI	—	Międzynarodowy Czas Atomowy (str. 67)
TCB	—	czas współrzędnych barycentrycznych (str. 69)
TCG	—	czas współrzędnych geocentrycznych (str. 68)
TDB	—	Barycentryczny Czas Dynamiczny (str. 69)
TDT	—	Ziemi Czas Dynamiczny (str. 75)
TEO	—	Terrestrial Ephemeris Origin (Ziemi Efemerydalny Punkt Początkowy)
TIO	—	Terrestrial Intermediate Origin (Ziemi Pośredni Punkt Początkowy)
TT	—	Czas Ziemi (str. 68)
USNO	—	US Naval Observatory
UT	—	czas uniwersalny (str. str. 70, 74)
UT0	—	czas uniwersalny prawdziwy (str. 74)
UT1	—	czas uniwersalny średni (str. str. 70, 74)
UT2	—	czas uniwersalny quasi-jednostajny (str. 74)
UTC	—	Czas Uniwersalny Koodynowany (str. 72)
VLBI	—	Very Long Baseline Interferometry (interferometria długich baz)
WGS	—	World Geodetic System (Światowy System Geodezyjny)
ZT	—	czas strefowy (str. 73)

## PRZEDMOWA

Niniejszy, LXXIII 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 LXXIII tomu Rocznika Astronomicznego stanowią: Jan Kryński i Marcin Sękowski.

Podobnie jak w latach 2002–2017 Rocznik Astronomiczny na rok 2018 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 niezmienną natomiast wersja drukowana Rocznika została po raz drugi istotnie skrócona w stosunku do wersji elektronicznej; ze względów edytorskich zmieniono w niej również układ tablic. Obie wersje Rocznika uzupełnia ponadto nowa forma prezentacji danych, jaką jest **Rocznik Astronomiczny „on–line”**, która uległa odpowiedniemu rozszerzeniu.

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 wartości interpolowanych wewnątrz przedziału danych podawanych w tablicach przy przyjętym dla większości gwiazd 7-dniowym kroku tablicowania pozostawała na poziomie znacząco niższym od wartości możliwych do osiągnięcia na drodze bezpośrednich obliczeń na zadany moment. Naturalnym rozwiązaniem tego problemu była więc rezygnacja z dotychczasowego sposobu tabelarycznej prezentacji części danych w wersji drukowanej Rocznika i przeniesienie ich do Internetu — Rocznika Astronomicznego „on–line”.

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

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

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

Zawarte w tablicach Rocznika na 2018 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 2018 rok korzystano z materiałów z kolejnych Zgromadzeń Generalnych IAU i IUGG, zbiorów opracowań: IERS Technical Note 29 (zawierającą publikacje z Workshopu IERS „*Implementation of the New IAU Resolutions*”), który się odbył w kwietniu 2002 roku w Paryżu, „*IERS Conventions 1996*”, „*IERS Conventions 2003*”, „*IERS Conventions 2010*”, opracowań Grup Roboczych Oddziału Astronomii Fundamentalnej IAU i szeregu publikacji, zaczerpniętych głównie z *Astronomy & Astrophysics*, a także z materiałów Workshopu Sekcji Dynamiki Ziemi Komitetu Geodezji PAN w Warszawie w maju 2004 roku.

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

Dane liczbowe dotyczące zaćmień Słońca i Księżyca zostały zaczerpnięte ze stron „*NASA Eclipse Web Site*”. Współrzędne bieguna północnego Ziemi *CIP* oraz różnice *UT1 – UTC* zaczerpnięto z wydawnictw Centralnego Biura Międzynarodowej Służby Ruchu Obrotowego Ziemi (IERS) w Paryżu. Program do interpolacji izogon deklinacji magnetycznej oraz mapę tych deklinacji na rok 2018 sporządziła Elżbieta Welker. Informacje o radiowych sygnałach czasu oparte są na corocznie uaktualnianych danych dostarczanych przez Bureau International des Poids et Mesures w Sèvres. W bieżącym wydaniu Rocznika zaktualizowano listę stacji nadawczych. Programy używane do tablicowania danych i formatowania Rocznika oraz skład całości Rocznika w systemie  $\text{\TeX}$ ,

zarówno drukowanej wersji książkowej, jak i elektronicznej *pdf* zostały wykonane przez Marcina Sękowskiego. Obliczenia kontrolne przykładów numerycznych zamieszczonych w części szczegółowej Rocznika wykonali Maciej Moskwiński, Marcin Sękowski i Łukasz Zak.

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. Mogą one być stosowane w obliczeniach nie wymagających najwyższych dokładności.

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

Jan Kryński  
Redaktor naukowy Rocznika Astronomicznego

## ROK 2018

### DNI ŚWIĄTECZNE

Nowy Rok	poniedziałek	1 stycznia	Boże Ciało	czwartek	31 maja
Trzech Króli	sobota	6 stycznia	Wniebowzięcie NMP	środa	15 sierpnia
Wielkanoc	niedziela	1 kwietnia	Wszystkich Świętych	czwartek	1 listopada
Pon. Wielk.	poniedziałek	2 kwietnia	Nar. Św. Niepodległości	niedziela	11 listopada
Święto Pracy	wtorek	1 maja	Boże Narodzenie	wtorek	25 grudnia
Św. Narod. 3 Maja	czwartek	3 maja	Świętego Szczepana	środa	26 grudnia
Zielone Świątki	niedziela	20 maja			

### PORY ROKU

Słońce wstępuje w znak Barana, początek wiosny astronomicznej	20	marca	16 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 5	UT
Słońce wstępuje w znak Raka, początek lata astronomicznego	21	czerwca	10 07.3	„
Słońce wstępuje w znak Wagi, początek jesieni astronomicznej	23	września	1 54.1	„
Słońce wstępuje w znak Koziorożca, początek zimy astronomicznej	21	grudnia	22 22.7	„
Ziemia w perihelium	3	stycznia	5 <sup>h</sup> 6	„
Ziemia w aphelium	6	lipca	16.8	„

#### STAŁE PRECESYJNE(2018.5)

IAU1976

IAU2006

Roczna precesja w długości	$p$	50 <sup>''</sup> 2951	50 <sup>''</sup> 2921
Roczna precesja równika	$p_1$	50.3887	50.3808
Roczna precesja ekliptyki	$p_2$	0.1020	0.0968
Roczna precesja w rektascensji	$m$	46.1295 = 3 <sup>s</sup> 07530	46.1268 = 3 <sup>s</sup> 07512
Roczna precesja w deklinacji	$n$	20.0415 = 1.33610	20.0403 = 1.33602
Średnie nachylenie ekliptyki do równika	$\varepsilon$	23 <sup>°</sup> 26' 12 <sup>''</sup> .79	23 <sup>°</sup> 26' 12 <sup>''</sup> .74

#### Współrzędne geograficzne Obserwatoriów w Polsce

Miejscowość	Nazwa	Punkt	$\varphi$	$\lambda$
Belsk	Centralne Obs. Geofizyczne IGF PAN		+51 <sup>°</sup> 50' 12 <sup>''</sup>	+1 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>
Białków	Filia Obserw. Inst. Astr. UWr.	słup 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 Skąła	Filia Obserw. Astr. UJ	radioteleskop	+50 03 15	+1 19 18.5
Grybów	Filia Obserw. Astr.-Geod. PW	słup 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
Lamkówko	Obserwatorium Satelitarne UWM	słup stacji perm. GPS	+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	słup 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	słup 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	słup grawimetryczny	+52 12 52	+1 20 17
Wrocław	Obserw. Inst. Astr. UWr.	instr. przejściowy	+51 06 42.1	+1 08 21.22

**CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2018**

Data		$0^h UT1$				Data		$0^h UT1$			
		GMST	$E_q$	GST	$\theta$			GMST	$E_q$	GST	$\theta$
			0 <sup>s</sup> .0001				0 <sup>s</sup> .0001				
Styczeń	0	6 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 27.2600 <sup>s</sup>	-7164	26.5436	6 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 31.9186 <sup>s</sup>	Luty	15	9 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 48.8070 <sup>s</sup>	-6705	48.1365	9 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 53.0782 <sup>s</sup>
	1	6 42 23.8154	-7072	23.1082	6 41 28.4655		16	9 43 45.3623	-6734	44.6890	9 42 49.6252
	2	6 46 20.3708	-6966	19.6742	6 45 25.0125		17	9 47 41.9177	-6784	41.2394	9 46 46.1721
	3	6 50 16.9261	-6868	16.2393	6 49 21.5594		18	9 51 38.4731	-6850	37.7880	9 50 42.7191
	4	6 54 13.4815	-6798	12.8017	6 53 18.1064		19	9 55 35.0284	-6927	34.3358	9 54 39.2660
	5	6 58 10.0369	-6764	09.3604	6 57 14.6533		20	9 59 31.5838	-7002	30.8836	9 58 35.8130
	6	7 02 06.5922	-6766	05.9156	7 01 11.2003		21	10 03 28.1392	-7065	27.4326	10 02 32.3599
	7	7 06 03.1476	-6793	02.4683	7 05 07.7472		22	10 07 24.6945	-7107	23.9839	10 06 28.9069
	8	7 09 59.7030	-6831	59.0199	7 09 04.2942		23	10 11 21.2499	-7120	20.5380	10 10 25.4538
	9	7 13 56.2583	-6867	55.5716	7 13 00.8411		24	10 15 17.8053	-7103	17.0949	10 14 22.0008
	10	7 17 52.8137	-6892	52.1245	7 16 57.3881		25	10 19 14.3607	-7065	13.6542	10 18 18.5477
	11	7 21 49.3691	-6900	48.6791	7 20 53.9350		26	10 23 10.9160	-7017	10.2143	10 22 15.0947
	12	7 25 45.9244	-6888	45.2356	7 24 50.4820		27	10 27 07.4714	-6977	06.7736	10 26 11.6416
	13	7 29 42.4798	-6859	41.7939	7 28 47.0289		28	10 31 04.0268	-6962	03.3306	10 30 08.1886
14	7 33 39.0352	-6816	38.3536	7 32 43.5759	Marzec	1	10 34 60.5821	-6980	59.8841	10 34 04.7355	
15	7 37 35.5906	-6764	34.9141	7 36 40.1228		2	10 38 57.1375	-7033	56.4342	10 38 01.2825	
16	7 41 32.1459	-6712	31.4747	7 40 36.6698		3	10 42 53.6929	-7110	52.9819	10 41 57.8294	
17	7 45 28.7013	-6667	28.0346	7 44 33.2167		4	10 46 50.2482	-7197	49.5286	10 45 54.3764	
18	7 49 25.2567	-6635	24.5931	7 48 29.7637		5	10 50 46.8036	-7280	46.0756	10 49 50.9233	
19	7 53 21.8120	-6622	21.1498	7 52 26.3106		6	10 54 43.3590	-7347	42.6243	10 53 47.4703	
20	7 57 18.3674	-6630	17.7044	7 56 22.8576		7	10 58 39.9143	-7394	39.1749	10 57 44.0172	
21	8 01 14.9228	-6657	14.2570	8 00 19.4045		8	11 02 36.4697	-7420	35.7277	11 01 40.5642	
22	8 05 11.4781	-6700	10.8081	8 04 15.9515		9	11 06 33.0251	-7429	32.2822	11 05 37.1111	
23	8 09 08.0335	-6750	07.3585	8 08 12.4984		10	11 10 29.5804	-7426	28.8378	11 09 33.6581	
24	8 13 04.5889	-6797	03.9092	8 12 09.0454		11	11 14 26.1358	-7418	25.3940	11 13 30.2050	
25	8 17 01.1442	-6829	00.4614	8 16 05.5923		12	11 18 22.6912	-7413	21.9499	11 17 26.7520	
26	8 20 57.6996	-6836	57.0160	8 20 02.1393		13	11 22 19.2465	-7417	18.5049	11 21 23.2989	
27	8 24 54.2550	-6811	53.5738	8 23 58.6862		14	11 26 15.8019	-7436	15.0583	11 25 19.8459	
28	8 28 50.8103	-6757	50.1347	8 27 55.2332		15	11 30 12.3573	-7474	11.6098	11 29 16.3928	
29	8 32 47.3657	-6681	46.6976	8 31 51.7801		16	11 34 08.9127	-7534	08.1593	11 33 12.9398	
30	8 36 43.9211	-6601	43.2609	8 35 48.3271	17	11 38 05.4680	-7611	04.7069	11 37 09.4867		
31	8 40 40.4764	-6539	39.8225	8 39 44.8740	18	11 42 02.0234	-7700	01.2534	11 41 06.0337		
Luty	1	8 44 37.0318	-6509	36.3809	8 43 41.4210	19	11 45 58.5788	-7791	57.7997	11 45 02.5806	
	2	8 48 33.5872	-6518	32.9354	8 47 37.9679	20	11 49 55.1341	-7871	54.3470	11 48 59.1276	
	3	8 52 30.1426	-6558	29.4867	8 51 34.5149	21	11 53 51.6895	-7930	50.8965	11 52 55.6745	
	4	8 56 26.6979	-6617	26.0362	8 55 31.0618	22	11 57 48.2449	-7960	47.4488	11 56 52.2215	
	5	9 00 23.2533	-6681	22.5852	8 59 27.6088	23	12 01 44.8002	-7960	44.0042	12 00 48.7684	
	6	9 04 19.8087	-6735	19.1351	9 03 24.1557	24	12 05 41.3556	-7937	40.5619	12 04 45.3154	
	7	9 08 16.3640	-6773	15.6867	9 07 20.7027	25	12 09 37.9110	-7901	37.1209	12 08 41.8623	
	8	9 12 12.9194	-6792	12.2402	9 11 17.2496	26	12 13 34.4663	-7869	33.6794	12 12 38.4093	
	9	9 16 09.4748	-6793	08.7955	9 15 13.7966	27	12 17 31.0217	-7856	30.2361	12 16 34.9562	
	10	9 20 06.0301	-6778	05.3523	9 19 10.3435	28	12 21 27.5771	-7872	26.7899	12 20 31.5032	
	11	9 24 02.5855	-6754	01.9101	9 23 06.8905	29	12 25 24.1324	-7919	23.3405	12 24 28.0501	
	12	9 27 59.1409	-6728	58.4681	9 27 03.4374	30	12 29 20.6878	-7994	19.8885	12 28 24.5971	
	13	9 31 55.6962	-6707	55.0256	9 30 59.9844	31	12 33 17.2432	-8082	16.4350	12 32 21.1440	
	14	9 35 52.2516	-6697	51.5819	9 34 56.5313	Kwiecień	1	12 37 13.7985	-8171	12.9815	12 36 17.6910
	15	9 39 48.8070	-6705	48.1365	9 38 53.0782		2	12 41 10.3539	-8247	09.5292	12 40 14.2379



**CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2018**

Data		0 <sup>h</sup> UT1				Data		0 <sup>h</sup> UT1				
		GMST	<i>E<sub>q</sub></i>	GST	$\theta$			GMST	<i>E<sub>q</sub></i>	GST	$\theta$	
			0°0001				0°0001					
Kwiecień	1	12 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> .7985	-8171	12 <sup>s</sup> .9815	12 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> .6910	Maj	17	15 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> .3455	-8989	34 <sup>s</sup> .4466	15 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> .8506	
	2	12 41 10.3539	-8247	09.5292	12 40 14.2379		18	15 42 31.9009	-8911	31.0097	15 41 35.3976	
	3	12 45 06.9093	-8303	06.0790	12 44 10.7849		19	15 46 28.4562	-8829	27.5733	15 45 31.9445	
	4	12 49 03.4646	-8336	02.6311	12 48 07.3318		20	15 50 25.0116	-8762	24.1354	15 49 28.4915	
	5	12 52 60.0200	-8348	59.1852	12 52 03.8788		21	15 54 21.5670	-8721	20.6948	15 53 25.0384	
	6	12 56 56.5754	-8344	55.7410	12 56 00.4257		22	15 58 18.1223	-8714	17.2509	15 57 21.5854	
	7	13 00 53.1308	-8333	52.2975	12 59 56.9727		23	16 02 14.6777	-8737	13.8040	16 01 18.1323	
	8	13 04 49.6861	-8321	48.8540	13 03 53.5196		24	16 06 11.2331	-8779	10.3551	16 05 14.6793	
	9	13 08 46.2415	-8316	45.4099	13 07 50.0666		25	16 10 07.7884	-8829	06.9055	16 09 11.2262	
	10	13 12 42.7969	-8323	41.9645	13 11 46.6135		26	16 14 04.3438	-8873	03.4565	16 13 07.7732	
	11	13 16 39.3522	-8349	38.5174	13 15 43.1605		27	16 18 00.8992	-8902	00.0090	16 17 04.3201	
	12	13 20 35.9076	-8394	35.0682	13 19 39.7074		28	16 21 57.4545	-8909	56.5637	16 21 00.8671	
	13	13 24 32.4630	-8457	31.6172	13 23 36.2544		29	16 25 54.0099	-8893	53.1207	16 24 57.4140	
	14	13 28 29.0183	-8535	28.1648	13 27 32.8013		30	16 29 50.5653	-8856	49.6796	16 28 53.9610	
	15	13 32 25.5737	-8617	24.7120	13 31 29.3482		31	16 33 47.1206	-8807	46.2400	16 32 50.5079	
	16	13 36 22.1291	-8692	21.2598	13 35 25.8952		Czerwiec	1	16 37 43.6760	-8751	42.8009	16 36 47.0549
	17	13 40 18.6844	-8748	17.8097	13 39 22.4421			2	16 41 40.2314	-8697	39.3617	16 40 43.6018
	18	13 44 15.2398	-8773	14.3625	13 43 18.9891			3	16 45 36.7867	-8653	35.9214	16 44 40.1488
	19	13 48 11.7952	-8765	10.9186	13 47 15.5360			4	16 49 33.3421	-8625	32.4796	16 48 36.6957
	20	13 52 08.3505	-8730	07.4776	13 51 12.0830			5	16 53 29.8975	-8616	29.0359	16 52 33.2427
	21	13 56 04.9059	-8679	04.0380	13 55 08.6299			6	16 57 26.4529	-8626	25.5903	16 56 29.7896
	22	14 00 01.4613	-8628	00.5984	13 59 05.1769			7	17 01 23.0082	-8653	22.1429	17 00 26.3366
	23	14 03 58.0166	-8595	57.1572	14 03 01.7238			8	17 05 19.5636	-8692	18.6944	17 04 22.8835
	24	14 07 54.5720	-8588	53.7132	14 06 58.2708			9	17 09 16.1190	-8733	15.2457	17 08 19.4305
	25	14 11 51.1274	-8613	50.2661	14 10 54.8177			10	17 13 12.6743	-8765	11.7978	17 12 15.9774
	26	14 15 47.6828	-8664	46.8164	14 14 51.3647			11	17 17 09.2297	-8775	08.3522	17 16 12.5243
	27	14 19 44.2381	-8732	43.3649	14 18 47.9116			12	17 21 05.7851	-8754	04.9097	17 20 09.0713
	28	14 23 40.7935	-8804	39.9131	14 22 44.4586			13	17 25 02.3404	-8696	01.4708	17 24 05.6182
	29	14 27 37.3489	-8868	36.4621	14 26 41.0055			14	17 28 58.8958	-8608	58.0350	17 28 02.1652
	30	14 31 33.9042	-8912	33.0130	14 30 37.5525			15	17 32 55.4512	-8507	54.6005	17 31 58.7121
Maj	1	14 35 30.4596	-8934	29.5662	14 34 34.0994	16	17 36 52.0065	-8412	51.1654	17 35 55.2591		
	2	14 39 27.0150	-8932	26.1217	14 38 30.6464	17	17 40 48.5619	-8343	47.7276	17 39 51.8060		
	3	14 43 23.5703	-8912	22.6791	14 42 27.1933	18	17 44 45.1173	-8310	44.2863	17 43 48.3530		
	4	14 47 20.1257	-8881	19.2376	14 46 23.7403	19	17 48 41.6726	-8312	40.8414	17 47 44.8999		
	5	14 51 16.6811	-8846	15.7965	14 50 20.2872	20	17 52 38.2280	-8340	37.3941	17 51 41.4469		
	6	14 55 13.2364	-8816	12.3549	14 54 16.8342	21	17 56 34.7834	-8379	33.9455	17 55 37.9938		
	7	14 59 09.7918	-8796	08.9122	14 58 13.3811	22	18 00 31.3387	-8416	30.4972	17 59 34.5408		
	8	15 03 06.3472	-8793	05.4678	15 02 09.9281	23	18 04 27.8941	-8440	27.0501	18 03 31.0877		
	9	15 07 02.9025	-8809	02.0216	15 06 06.4750	24	18 08 24.4495	-8444	23.6050	18 07 27.6347		
	10	15 10 59.4579	-8844	58.5735	15 10 03.0220	25	18 12 21.0049	-8427	20.1621	18 11 24.1816		
	11	15 14 56.0133	-8894	55.1238	15 13 59.5689	26	18 16 17.5602	-8390	16.7212	18 15 20.7286		
	12	15 18 52.5686	-8953	51.6733	15 17 56.1159	27	18 20 14.1156	-8338	13.2818	18 19 17.2755		
	13	15 22 49.1240	-9010	48.2230	15 21 52.6628	28	18 24 10.6710	-8278	09.8432	18 23 13.8225		
	14	15 26 45.6794	-9051	44.7743	15 25 49.2098	29	18 28 07.2263	-8219	06.4044	18 27 10.3694		
	15	15 30 42.2348	-9065	41.3283	15 29 45.7567	30	18 32 03.7817	-8168	02.9649	18 31 06.9164		
	16	15 34 38.7901	-9043	37.8858	15 33 42.3037	Lipiec	1	18 35 60.3371	-8132	59.5238	18 35 03.4633	
	17	15 38 35.3455	-8989	34.4466	15 37 38.8506		2	18 39 56.8924	-8115	56.0809	18 39 00.0103	

**CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2018**

Data		$0^h UT1$				Data		$0^h UT1$				
		GMST	$E_q$	GST	$\theta$			GMST	$E_q$	GST	$\theta$	
			0 <sup>s</sup> .0001				0 <sup>s</sup> .0001					
Lipiec	1	18 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 60 <sup>s</sup> .3371	-8132	59 <sup>s</sup> .5238	18 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> .4633	Sierpień	16	21 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> .8840	-8083	21 <sup>s</sup> .0757	21 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> .6230	
	2	18 39 56.8924	-8115	56.0809	18 39 00.0103		17	21 41 18.4394	-8132	17.6262	21 40 21.1699	
	3	18 43 53.4478	-8119	52.6359	18 42 56.5572		18	21 45 14.9947	-8159	14.1788	21 44 17.7169	
	4	18 47 50.0032	-8141	49.1891	18 46 53.1042		19	21 49 11.5501	-8165	10.7336	21 48 14.2638	
	5	18 51 46.5585	-8177	45.7409	18 50 49.6511		20	21 53 08.1055	-8154	07.2900	21 52 10.8108	
	6	18 55 43.1139	-8219	42.2920	18 54 46.1981		21	21 57 04.6608	-8133	03.8475	21 56 07.3577	
	7	18 59 39.6693	-8257	38.8436	18 58 42.7450		22	22 01 01.2162	-8110	00.4052	22 00 03.9047	
	8	19 03 36.2246	-8280	35.3967	19 02 39.2920		23	22 04 57.7716	-8092	56.9624	22 04 00.4516	
	9	19 07 32.7800	-8276	31.9524	19 06 35.8389		24	22 08 54.3270	-8086	53.5184	22 07 56.9986	
	10	19 11 29.3354	-8240	28.5114	19 10 32.3859		25	22 12 50.8823	-8098	50.0726	22 11 53.5455	
	11	19 15 25.8907	-8170	25.0737	19 14 28.9328		26	22 16 47.4377	-8130	46.6247	22 15 50.0925	
	12	19 19 22.4461	-8078	21.6383	19 18 25.4798		27	22 20 43.9931	-8183	43.1748	22 19 46.6394	
	13	19 23 19.0015	-7982	18.2033	19 22 22.0267		28	22 24 40.5484	-8253	39.7231	22 23 43.1864	
	14	19 27 15.5569	-7903	14.7665	19 26 18.5737		29	22 28 37.1038	-8334	36.2704	22 27 39.7333	
	15	19 31 12.1122	-7859	11.3263	19 30 15.1206		30	22 32 33.6592	-8416	32.8176	22 31 36.2803	
	16	19 35 08.6676	-7854	07.8822	19 34 11.6676		31	22 36 30.2145	-8489	29.3656	22 35 32.8272	
	17	19 39 05.2230	-7882	04.4347	19 38 08.2145		Wrzesień	1	22 40 26.7699	-8543	25.9156	22 39 29.3742
	18	19 43 01.7783	-7929	00.9854	19 42 04.7615			2	22 44 23.3253	-8572	22.4681	22 43 25.9211
	19	19 46 58.3337	-7978	57.5359	19 46 01.3084			3	22 48 19.8806	-8571	19.0235	22 47 22.4681
	20	19 50 54.8891	-8017	54.0873	19 49 57.8554			4	22 52 16.4360	-8544	15.5816	22 51 19.0150
	21	19 54 51.4444	-8038	50.6406	19 53 54.4023			5	22 56 12.9914	-8500	12.1413	22 55 15.5620
	22	19 58 47.9998	-8038	47.1960	19 57 50.9493			6	23 00 09.5467	-8456	08.7011	22 59 12.1089
	23	20 02 44.5552	-8017	43.7534	20 01 47.4962			7	23 04 06.1021	-8429	05.2592	23 03 08.6559
	24	20 06 41.1105	-7982	40.3124	20 05 44.0432			8	23 08 02.6575	-8433	01.8142	23 07 05.2028
	25	20 10 37.6659	-7937	36.8722	20 09 40.5901			9	23 11 59.2128	-8473	58.3655	23 11 01.7498
	26	20 14 34.2213	-7892	33.4321	20 13 37.1371			10	23 15 55.7682	-8545	54.9137	23 14 58.2967
	27	20 18 30.7766	-7854	29.9913	20 17 33.6840			11	23 19 52.3236	-8635	51.4601	23 18 54.8437
	28	20 22 27.3320	-7829	26.5491	20 21 30.2310			12	23 23 48.8790	-8723	48.0066	23 22 51.3906
	29	20 26 23.8874	-7823	23.1050	20 25 26.7779			13	23 27 45.4343	-8797	44.5546	23 26 47.9376
	30	20 30 20.4427	-7839	19.6589	20 29 23.3249			14	23 31 41.9897	-8848	41.1049	23 30 44.4845
	31	20 34 16.9981	-7874	16.2108	20 33 19.8718			15	23 35 38.5451	-8874	37.6576	23 34 41.0315
Sierpień	1	20 38 13.5535	-7924	12.7610	20 37 16.4188	16		23 39 35.1004	-8881	34.2123	23 38 37.5784	
	2	20 42 10.1089	-7984	09.3105	20 41 12.9657	17	23 43 31.6558	-8874	30.7683	23 42 34.1254		
	3	20 46 06.6642	-8043	05.8600	20 45 09.5127	18	23 47 28.2112	-8863	27.3249	23 46 30.6723		
	4	20 50 03.2196	-8090	02.4105	20 49 06.0596	19	23 51 24.7665	-8855	23.8811	23 50 27.2193		
	5	20 53 59.7750	-8117	58.9633	20 53 02.6066	20	23 55 21.3219	-8857	20.4362	23 54 23.7662		
	6	20 57 56.3303	-8115	55.5188	20 56 59.1535	21	23 59 17.8773	-8875	16.9898	23 58 20.3132		
	7	21 01 52.8857	-8082	52.0775	21 00 55.7005	22	0 03 14.4326	-8912	13.5414	0 02 16.8601		
	8	21 05 49.4411	-8022	48.6389	21 04 52.2474	23	0 07 10.9880	-8970	10.0910	0 06 13.4071		
	9	21 09 45.9964	-7950	45.2014	21 08 48.7943	24	0 11 07.5434	-9046	06.6388	0 10 09.9540		
	10	21 13 42.5518	-7884	41.7634	21 12 45.3413	25	0 15 04.0987	-9134	03.1853	0 14 06.5010		
	11	21 17 39.1072	-7845	38.3227	21 16 41.8882	26	0 18 60.6541	-9226	59.7315	0 18 03.0479		
	12	21 21 35.6625	-7844	34.8781	21 20 38.4352	27	0 22 57.2095	-9310	56.2785	0 21 59.5949		
	13	21 25 32.2179	-7881	31.4298	21 24 34.9821	28	0 26 53.7648	-9377	52.8272	0 25 56.1418		
	14	21 29 28.7733	-7944	27.9789	21 28 31.5291	29	0 30 50.3202	-9417	49.3785	0 29 52.6888		
	15	21 33 25.3286	-8016	24.5270	21 32 28.0760	30	0 34 46.8756	-9428	45.9328	0 33 49.2357		
	16	21 37 21.8840	-8083	21.0757	21 36 24.6230	Październik 1	0 38 43.4310	-9412	42.4897	0 37 45.7827		

**CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2018**

Data	0 <sup>h</sup> UT1				Data	0 <sup>h</sup> UT1						
	GMST	Eq	GST	θ		GMST	Eq	GST	θ			
Październik	1	0 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 43.4310 <sup>s</sup>	0 <sup>s</sup> .0001	42 <sup>s</sup> .4897	0 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 45.7827 <sup>s</sup>	Listopad	16	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 04.9779 <sup>s</sup>	- 9972	03 <sup>s</sup> .9807	3 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 06.9423 <sup>s</sup>	
	2	0 42 39.9863	- 9378	39.0485	0 41 42.3296		17	3 44 01.5333	- 9998	00.5335	3 43 03.4893	
	3	0 46 36.5417	- 9339	35.6078	0 45 38.8766		18	3 47 58.0886	-10039	57.0847	3 47 00.0362	
	4	0 50 33.0971	- 9312	32.1659	0 49 35.4235		19	3 51 54.6440	-10090	53.6350	3 50 56.5832	
	5	0 54 29.6524	- 9309	28.7215	0 53 31.9704		20	3 55 51.1994	-10141	50.1853	3 54 53.1301	
	6	0 58 26.2078	- 9340	25.2738	0 57 28.5174		21	3 59 47.7547	-10179	46.7368	3 58 49.6771	
	7	1 02 22.7632	- 9402	21.8230	1 01 25.0643		22	4 03 44.3101	-10195	43.2906	4 02 46.2240	
	8	1 06 19.3185	- 9486	18.3700	1 05 21.6113		23	4 07 40.8655	-10178	39.8476	4 06 42.7710	
	9	1 10 15.8739	- 9575	14.9164	1 09 18.1582		24	4 11 37.4208	-10128	36.4080	4 10 39.3179	
	10	1 14 12.4293	- 9653	11.4639	1 13 14.7052		25	4 15 33.9762	-10050	32.9712	4 14 35.8649	
	11	1 18 08.9846	- 9710	08.0136	1 17 11.2521		26	4 19 30.5316	- 9959	29.5356	4 18 32.4118	
	12	1 22 05.5400	- 9741	04.5660	1 21 07.7991		27	4 23 27.0869	- 9874	26.0996	4 22 28.9588	
	13	1 26 02.0954	- 9747	01.1207	1 25 04.3460		28	4 27 23.6423	- 9810	22.6614	4 26 25.5057	
	14	1 29 58.6507	- 9735	57.6772	1 29 00.8930		29	4 31 20.1977	- 9778	19.2199	4 30 22.0527	
	15	1 33 55.2061	- 9715	54.2346	1 32 57.4399		30	4 35 16.7531	- 9779	15.7752	4 34 18.5996	
	16	1 37 51.7615	- 9694	50.7920	1 36 53.9869		Grudzień	1	4 39 13.3084	- 9806	12.3278	4 38 15.1466
	17	1 41 48.3168	- 9682	47.3486	1 40 50.5338			2	4 43 09.8638	- 9847	08.8791	4 42 11.6935
	18	1 45 44.8722	- 9684	43.9038	1 44 47.0808			3	4 47 06.4192	- 9887	05.4305	4 46 08.2404
	19	1 49 41.4276	- 9704	40.4571	1 48 43.6277			4	4 51 02.9745	- 9912	01.9833	4 50 04.7874
	20	1 53 37.9830	- 9745	37.0085	1 52 40.1747			5	4 54 59.5299	- 9914	58.5385	4 54 01.3343
	21	1 57 34.5383	- 9803	33.5580	1 56 36.7216			6	4 58 56.0853	- 9891	55.0962	4 57 57.8813
	22	2 01 31.0937	- 9876	30.1061	2 00 33.2686			7	5 02 52.6406	- 9844	51.6563	5 01 54.4282
	23	2 05 27.6491	- 9954	26.6537	2 04 29.8155			8	5 06 49.1960	- 9780	48.2180	5 05 50.9752
	24	2 09 24.2044	-10028	23.2016	2 08 26.3625			9	5 10 45.7514	- 9710	44.7804	5 09 47.5221
	25	2 13 20.7598	-10086	19.7512	2 12 22.9094			10	5 14 42.3067	- 9642	41.3425	5 13 44.0691
	26	2 17 17.3152	-10118	16.3034	2 16 19.4564			11	5 18 38.8621	- 9585	37.9036	5 17 40.6160
	27	2 21 13.8705	-10118	12.8587	2 20 16.0033			12	5 22 35.4175	- 9545	34.4630	5 21 37.1630
	28	2 25 10.4259	-10088	09.4171	2 24 12.5503			13	5 26 31.9728	- 9525	31.0203	5 25 33.7099
	29	2 29 06.9813	-10036	05.9776	2 28 09.0972			14	5 30 28.5282	- 9526	27.5756	5 29 30.2569
	30	2 33 03.5366	- 9977	02.5389	2 32 05.6442			15	5 34 25.0836	- 9544	24.1292	5 33 26.8038
	31	2 36 60.0920	- 9927	59.0993	2 36 02.1911			16	5 38 21.6389	- 9574	20.6815	5 37 23.3508
Listopad	1	2 40 56.6474	- 9899	55.6574	2 39 58.7381	17	5 42 18.1943	- 9608	17.2335	5 41 19.8977		
	2	2 44 53.2027	- 9903	52.2125	2 43 55.2850	18	5 46 14.7497	- 9636	13.7860	5 45 16.4447		
	3	2 48 49.7581	- 9937	48.7644	2 47 51.8320	19	5 50 11.3051	- 9648	10.3403	5 49 12.9916		
	4	2 52 46.3135	- 9994	45.3141	2 51 48.3789	20	5 54 07.8604	- 9631	06.8973	5 53 09.5386		
	5	2 56 42.8688	-10061	41.8627	2 55 44.9259	21	5 58 04.4158	- 9581	03.4577	5 57 06.0855		
	6	3 00 39.4242	-10123	38.4119	2 59 41.4728	22	6 02 00.9712	- 9499	00.0213	6 01 02.6325		
	7	3 04 35.9796	-10166	34.9630	3 03 38.0198	23	6 05 57.5265	- 9394	56.5871	6 04 59.1794		
	8	3 08 32.5349	-10183	31.5166	3 07 34.5667	24	6 09 54.0819	- 9286	53.1533	6 08 55.7264		
	9	3 12 29.0903	-10174	28.0729	3 11 31.1137	25	6 13 50.6373	- 9196	49.7177	6 12 52.2733		
	10	3 16 25.6457	-10143	24.6314	3 15 27.6606	26	6 17 47.1926	- 9138	46.2788	6 16 48.8203		
	11	3 20 22.2011	-10099	21.1912	3 19 24.2076	27	6 21 43.7480	- 9119	42.8361	6 20 45.3672		
	12	3 24 18.7564	-10050	17.7514	3 23 20.7545	28	6 25 40.3034	- 9132	39.3902	6 24 41.9142		
	13	3 28 15.3118	-10008	14.3110	3 27 17.3015	29	6 29 36.8587	- 9164	35.9423	6 28 38.4611		
	14	3 32 11.8672	- 9978	10.8694	3 31 13.8484	30	6 33 33.4141	- 9199	32.4942	6 32 35.0081		
	15	3 36 08.4225	- 9965	07.4260	3 35 10.3954	31	6 37 29.9695	- 9224	29.0471	6 36 31.5550		
16	3 40 04.9779	- 9972	03.9807	3 39 06.9423	32	6 41 26.5248	- 9228	25.6020	6 40 28.1020			

SŁOŃCE 2018, STYCZEŃ – LUTY

Data	JD	0 <sup>h</sup> TT								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					16'						
Styczeń	0	118.5	18 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 23.069 <sup>s</sup>	77 <sup>s</sup> .694	-23°05'44"32	+10"894	15"92	8"94	11 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 08.849 <sup>s</sup>	-1 <sup>s</sup> .1910	7 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>
	1	119.5	18 44 48.054	102.697	-23 01 09.00	+12.045	15.94	8.94	11 56 40.412	-1.1784	7 45	15 34
	2	120.5	18 49 12.724	67.386	-22 56 06.14	+13.191	15.95	8.94	11 56 12.289	-1.1647	7 45	15 35
	3	121.5	18 53 37.053	91.733	-22 50 35.88	+14.330	15.95	8.94	11 55 44.506	-1.1501	7 45	15 36
	4	122.5	18 58 01.019	55.714	-22 44 38.39	+15.462	15.95	8.94	11 55 17.088	-1.1344	7 45	15 37
	5	123.5	19 02 24.596	79.303	-22 38 13.84	+16.586	15.94	8.94	11 54 50.058	-1.1177	7 44	15 39
	6	124.5	19 06 47.760	102.475	-22 31 22.39	+17.703	15.93	8.94	11 54 23.441	-1.1000	7 44	15 40
	7	125.5	19 11 10.486	65.207	-22 24 04.24	+18.811	15.91	8.94	11 53 57.261	-1.0813	7 43	15 41
	8	126.5	19 15 32.750	87.476	-22 16 19.59	+19.910	15.88	8.94	11 53 31.544	-1.0615	7 43	15 43
	9	127.5	19 19 54.525	109.256	-22 08 08.67	+20.999	15.85	8.94	11 53 06.316	-1.0406	7 42	15 44
	10	128.5	19 24 15.787	70.523	-21 59 31.70	+22.078	15.82	8.94	11 52 41.601	-1.0187	7 42	15 45
	11	129.5	19 28 36.510	91.254	-21 50 28.95	+23.147	15.78	8.94	11 52 17.425	-0.9957	7 41	15 47
	12	130.5	19 32 56.669	111.423	-21 41 00.68	+24.205	15.73	8.94	11 51 53.813	-0.9717	7 41	15 48
	13	131.5	19 37 16.239	71.004	-21 31 07.15	+25.251	15.68	8.94	11 51 30.790	-0.9466	7 40	15 50
	14	132.5	19 41 35.198	89.976	-21 20 48.66	+26.285	15.63	8.94	11 51 08.378	-0.9206	7 39	15 51
	15	133.5	19 45 53.520	108.311	-21 10 05.50	+27.307	15.57	8.94	11 50 46.602	-0.8937	7 38	15 53
	16	134.5	19 50 11.186	65.991	-20 58 57.98	+28.316	15.51	8.94	11 50 25.484	-0.8658	7 37	15 55
	17	135.5	19 54 28.172	82.990	-20 47 26.42	+29.312	15.44	8.94	11 50 05.045	-0.8371	7 36	15 56
	18	136.5	19 58 44.459	99.288	-20 35 31.12	+30.294	15.37	8.94	11 49 45.305	-0.8075	7 35	15 58
	19	137.5	20 03 00.026	54.865	-20 23 12.44	+31.262	15.30	8.94	11 49 26.284	-0.7772	7 34	16 00
	20	138.5	20 07 14.857	69.704	-20 10 30.69	+32.216	15.22	8.94	11 49 08.001	-0.7462	7 33	16 01
	21	139.5	20 11 28.934	83.786	-19 57 26.24	+33.155	15.14	8.94	11 48 50.471	-0.7144	7 32	16 03
	22	140.5	20 15 42.241	97.098	-19 43 59.42	+34.079	15.06	8.94	11 48 33.711	-0.6821	7 31	16 05
	23	141.5	20 19 54.765	109.625	-19 30 10.61	+34.987	14.97	8.93	11 48 17.734	-0.6492	7 30	16 06
	24	142.5	20 24 06.493	61.357	-19 16 00.16	+35.880	14.88	8.93	11 48 02.552	-0.6158	7 28	16 08
	25	143.5	20 28 17.415	72.284	-19 01 28.44	+36.758	14.78	8.93	11 47 48.177	-0.5820	7 27	16 10
	26	144.5	20 32 27.523	82.400	-18 46 35.85	+37.619	14.68	8.93	11 47 34.616	-0.5479	7 26	16 12
	27	145.5	20 36 36.811	91.699	-18 31 22.76	+38.464	14.57	8.93	11 47 21.876	-0.5136	7 24	16 14
	28	146.5	20 40 45.273	100.175	-18 15 49.56	+39.294	14.46	8.93	11 47 09.960	-0.4792	7 23	16 15
	29	147.5	20 44 52.909	107.827	-17 59 56.67	+40.107	14.35	8.93	11 46 58.871	-0.4447	7 21	16 17
30	148.5	20 48 59.718	114.652	-17 43 44.47	+40.904	14.22	8.93	11 46 48.609	-0.4103	7 20	16 19	
31	149.5	20 53 05.705	60.654	-17 27 13.36	+41.684	14.09	8.93	11 46 39.169	-0.3761	7 18	16 21	
Luty	1	150.5	20 57 10.871	65.831	-17 10 23.73	+42.449	13.96	8.93	11 46 30.550	-0.3421	7 17	16 23
	2	151.5	21 01 15.224	70.192	-16 53 15.95	+43.198	13.82	8.92	11 46 22.744	-0.3083	7 15	16 25
	3	152.5	21 05 18.769	73.741	-16 35 50.42	+43.930	13.67	8.92	11 46 15.746	-0.2748	7 14	16 27
	4	153.5	21 09 21.512	76.486	-16 18 07.50	+44.645	13.52	8.92	11 46 09.550	-0.2415	7 12	16 28
	5	154.5	21 13 23.459	78.435	-16 00 07.60	+45.344	13.36	8.92	11 46 04.149	-0.2085	7 10	16 30
	6	155.5	21 17 24.617	79.596	-15 41 51.12	+46.026	13.20	8.92	11 45 59.539	-0.1757	7 09	16 32
	7	156.5	21 21 24.990	79.974	-15 23 18.45	+46.691	13.04	8.92	11 45 55.713	-0.1431	7 07	16 34
	8	157.5	21 25 24.584	79.575	-15 04 30.01	+47.339	12.86	8.92	11 45 52.666	-0.1108	7 05	16 36
	9	158.5	21 29 23.405	78.404	-14 45 26.22	+47.970	12.69	8.91	11 45 50.391	-0.0787	7 03	16 38
	10	159.5	21 33 21.460	76.469	-14 26 07.50	+48.583	12.51	8.91	11 45 48.884	-0.0469	7 01	16 40
	11	160.5	21 37 18.754	73.774	-14 06 34.27	+49.179	12.33	8.91	11 45 48.137	-0.0153	6 59	16 42
	12	161.5	21 41 15.294	70.325	-13 46 46.95	+49.758	12.15	8.91	11 45 48.143	+0.0159	6 58	16 43
	13	162.5	21 45 11.087	66.128	-13 26 45.97	+50.318	11.96	8.91	11 45 48.897	+0.0469	6 56	16 45
	14	163.5	21 49 06.141	61.192	-13 06 31.74	+50.862	11.77	8.91	11 45 50.390	+0.0776	6 54	16 47
	15	164.5	21 53 00.463	55.521	-12 46 04.71	+51.387	11.58	8.90	11 45 52.615	+0.1079	6 52	16 49

SŁOŃCE 2018, LUTY – MARZEC

Data	JD	0 <sup>h</sup> TT								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					16'						
Luty	15	164.5	21 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 00.463	55.521	-12°46'04.71	+51.387	11.58	8.90	11 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 52.615	+0.1079	6 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>
	16	165.5	21 56 54.061	109.125	-12 25 25.29	+51.895	11.38	8.90	11 45 55.564	+0.1379	6 50	16 51
	17	166.5	22 00 46.944	102.011	-12 04 33.91	+52.385	11.18	8.90	11 45 59.228	+0.1675	6 48	16 53
	18	167.5	22 04 39.120	94.189	-11 43 30.99	+52.857	10.99	8.90	11 46 03.599	+0.1967	6 46	16 55
	19	168.5	22 08 30.600	85.670	-11 22 16.95	+53.311	10.78	8.90	11 46 08.666	+0.2255	6 44	16 57
	20	169.5	22 12 21.393	76.464	-11 00 52.22	+53.747	10.58	8.89	11 46 14.420	+0.2539	6 42	16 58
	21	170.5	22 16 11.511	66.584	-10 39 17.22	+54.166	10.38	8.89	11 46 20.849	+0.2818	6 40	17 00
	22	171.5	22 20 00.966	56.043	-10 17 32.37	+54.566	10.17	8.89	11 46 27.941	+0.3091	6 38	17 02
	23	172.5	22 23 49.772	104.856	- 9 55 38.10	+54.950	9.96	8.89	11 46 35.682	+0.3359	6 35	17 04
	24	173.5	22 27 37.943	93.037	- 9 33 34.81	+55.316	9.74	8.89	11 46 44.058	+0.3620	6 33	17 06
	25	174.5	22 31 25.495	80.601	- 9 11 22.94	+55.665	9.52	8.88	11 46 53.053	+0.3874	6 31	17 08
	26	175.5	22 35 12.447	67.567	- 8 49 02.89	+55.997	9.30	8.88	11 47 02.648	+0.4121	6 29	17 10
	27	176.5	22 38 58.816	113.948	- 8 26 35.08	+56.313	9.08	8.88	11 47 12.825	+0.4359	6 27	17 11
	28	177.5	22 42 44.625	99.767	- 8 03 59.90	+56.613	8.85	8.88	11 47 23.564	+0.4589	6 25	17 13
Marzec	1	178.5	22 46 29.894	85.043	- 7 41 17.74	+56.896	8.62	8.88	11 47 34.841	+0.4809	6 22	17 15
	2	179.5	22 50 14.647	69.799	- 7 18 28.98	+57.164	8.38	8.87	11 47 46.635	+0.5019	6 20	17 17
	3	180.5	22 53 58.906	114.058	- 6 55 33.98	+57.417	8.14	8.87	11 47 58.923	+0.5219	6 18	17 19
	4	181.5	22 57 42.696	97.848	- 6 32 33.10	+57.654	7.90	8.87	11 48 11.681	+0.5410	6 16	17 20
	5	182.5	23 01 26.038	81.190	- 6 09 26.71	+57.876	7.65	8.87	11 48 24.886	+0.5592	6 14	17 22
	6	183.5	23 05 08.955	64.109	- 5 46 15.17	+58.082	7.40	8.87	11 48 38.516	+0.5765	6 11	17 24
	7	184.5	23 08 51.468	106.626	- 5 22 58.86	+58.272	7.15	8.86	11 48 52.549	+0.5928	6 09	17 26
	8	185.5	23 12 33.599	88.762	- 4 59 38.16	+58.447	6.89	8.86	11 49 06.965	+0.6084	6 07	17 28
	9	186.5	23 16 15.367	70.538	- 4 36 13.43	+58.606	6.64	8.86	11 49 21.744	+0.6230	6 04	17 29
	10	187.5	23 19 56.794	111.974	- 4 12 45.08	+58.750	6.37	8.86	11 49 36.864	+0.6369	6 02	17 31
	11	188.5	23 23 37.897	93.086	- 3 49 13.47	+58.877	6.11	8.85	11 49 52.308	+0.6499	6 00	17 33
	12	189.5	23 27 18.697	73.895	- 3 25 38.99	+58.989	5.85	8.85	11 50 08.055	+0.6622	5 58	17 35
	13	190.5	23 30 59.212	114.418	- 3 02 02.02	+59.085	5.58	8.85	11 50 24.087	+0.6737	5 55	17 37
	14	191.5	23 34 39.460	94.672	- 2 38 22.95	+59.165	5.32	8.85	11 50 40.385	+0.6844	5 53	17 38
	15	192.5	23 38 19.461	74.678	- 2 14 42.16	+59.229	5.05	8.84	11 50 56.932	+0.6944	5 51	17 40
	16	193.5	23 41 59.230	114.450	- 1 51 00.04	+59.277	4.79	8.84	11 51 13.710	+0.7036	5 48	17 42
	17	194.5	23 45 38.786	94.006	- 1 27 16.97	+59.309	4.52	8.84	11 51 30.700	+0.7122	5 46	17 44
	18	195.5	23 49 18.146	73.366	- 1 03 33.32	+59.326	4.25	8.84	11 51 47.887	+0.7200	5 44	17 45
	19	196.5	23 52 57.327	112.546	- 0 39 49.48	+59.325	3.99	8.83	11 52 05.254	+0.7271	5 41	17 47
	20	197.5	23 56 36.344	91.563	- 0 16 05.83	+59.309	3.72	8.83	11 52 22.784	+0.7336	5 39	17 49
	21	198.5	0 00 15.214	70.436	+ 0 07 37.25	+59.277	3.45	8.83	11 52 40.460	+0.7393	5 37	17 51
	22	199.5	0 03 53.956	109.183	+ 0 31 19.39	+59.229	3.19	8.83	11 52 58.266	+0.7444	5 34	17 52
	23	200.5	0 07 32.585	87.821	+ 0 55 00.19	+59.165	2.92	8.82	11 53 16.184	+0.7487	5 32	17 54
	24	201.5	0 11 11.120	66.367	+ 1 18 39.28	+59.085	2.66	8.82	11 53 34.195	+0.7522	5 30	17 56
	25	202.5	0 14 49.580	104.839	+ 1 42 16.29	+58.990	2.39	8.82	11 53 52.282	+0.7549	5 27	17 58
	26	203.5	0 18 27.986	83.256	+ 2 05 50.83	+58.880	2.12	8.82	11 54 10.423	+0.7567	5 25	17 59
	27	204.5	0 22 06.358	61.638	+ 2 29 22.55	+58.755	1.85	8.81	11 54 28.598	+0.7577	5 23	18 01
	28	205.5	0 25 44.718	100.005	+ 2 52 51.09	+58.616	1.58	8.81	11 54 46.785	+0.7577	5 20	18 03
	29	206.5	0 29 23.089	78.379	+ 3 16 16.09	+58.463	1.31	8.81	11 55 04.961	+0.7568	5 18	18 04
	30	207.5	0 33 01.494	56.785	+ 3 39 37.23	+58.296	1.04	8.81	11 55 23.103	+0.7548	5 16	18 06
	31	208.5	0 36 39.959	95.250	+ 4 02 54.19	+58.115	0.77	8.80	11 55 41.185	+0.7519	5 13	18 08
Kwiecień	1	209.5	0 40 18.505	73.796	+ 4 26 06.63	+57.920	0.49	8.80	11 55 59.186	+0.7480	5 11	18 10
	2	210.5	0 43 57.158	112.449	+ 4 49 14.26	+57.712	0.22	8.80	11 56 17.080	+0.7431	5 09	18 11

SŁOŃCE 2018, KWIECIEŃ – MAJ

Data	JD	0 <sup>h</sup> TT								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					15'						
Kwiecień	1	209.5	0 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> .505	73 <sup>s</sup> .796	+ 4°26'06".63	+57".920	60".49	8".80	11 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup> .186	+0 <sup>s</sup> .7480	5 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>
	2	210.5	0 43 57.158	112.449	+ 4 49 14.26	+57.712	60.22	8.80	11 56 17.080	+0.7431	5 09	18 11
	3	211.5	0 47 35.939	91.233	+ 5 12 16.74	+57.491	59.94	8.80	11 56 34.845	+0.7372	5 06	18 13
	4	212.5	0 51 14.872	70.171	+ 5 35 13.75	+57.256	59.66	8.79	11 56 52.460	+0.7305	5 04	18 15
	5	213.5	0 54 53.977	109.283	+ 5 58 04.96	+57.007	59.38	8.79	11 57 09.902	+0.7229	5 02	18 17
	6	214.5	0 58 33.274	88.589	+ 6 20 50.03	+56.744	59.10	8.79	11 57 27.152	+0.7145	5 00	18 18
	7	215.5	1 02 12.783	68.108	+ 6 43 28.64	+56.467	58.82	8.79	11 57 44.189	+0.7052	4 57	18 20
	8	216.5	1 05 52.524	107.858	+ 7 06 00.45	+56.176	58.54	8.78	11 58 00.996	+0.6952	4 55	18 22
	9	217.5	1 09 32.513	87.856	+ 7 28 25.10	+55.871	58.26	8.78	11 58 17.553	+0.6845	4 53	18 23
	10	218.5	1 13 12.769	68.120	+ 7 50 42.26	+55.552	57.98	8.78	11 58 33.844	+0.6730	4 50	18 25
	11	219.5	1 16 53.308	108.665	+ 8 12 51.58	+55.219	57.70	8.78	11 58 49.852	+0.6609	4 48	18 27
	12	220.5	1 20 34.146	89.507	+ 8 34 52.72	+54.871	57.43	8.77	11 59 05.561	+0.6481	4 46	18 29
	13	221.5	1 24 15.298	70.661	+ 8 56 45.33	+54.509	57.15	8.77	11 59 20.956	+0.6347	4 44	18 30
	14	222.5	1 27 56.777	112.141	+ 9 18 29.06	+54.132	56.88	8.77	11 59 36.024	+0.6208	4 42	18 32
	15	223.5	1 31 38.597	93.961	+ 9 40 03.56	+53.741	56.61	8.77	11 59 50.751	+0.6064	4 39	18 34
	16	224.5	1 35 20.770	76.135	+10 01 28.49	+53.335	56.34	8.76	12 00 05.125	+0.5914	4 37	18 36
	17	225.5	1 39 03.307	58.675	+10 22 43.50	+52.913	56.08	8.76	12 00 19.135	+0.5761	4 35	18 37
	18	226.5	1 42 46.218	101.591	+10 43 48.23	+52.477	55.82	8.76	12 00 32.771	+0.5603	4 33	18 39
	19	227.5	1 46 29.513	84.896	+11 04 42.33	+52.026	55.56	8.76	12 00 46.023	+0.5441	4 31	18 41
	20	228.5	1 50 13.202	68.597	+11 25 25.45	+51.560	55.30	8.75	12 00 58.881	+0.5275	4 28	18 42
	21	229.5	1 53 57.295	112.703	+11 45 57.23	+51.080	55.04	8.75	12 01 11.335	+0.5104	4 26	18 44
	22	230.5	1 57 41.802	97.224	+12 06 17.31	+50.585	54.79	8.75	12 01 23.375	+0.4929	4 24	18 46
	23	231.5	2 01 26.734	82.167	+12 26 25.35	+50.076	54.54	8.75	12 01 34.990	+0.4749	4 22	18 48
	24	232.5	2 05 12.103	67.545	+12 46 20.99	+49.553	54.29	8.74	12 01 46.168	+0.4565	4 20	18 49
	25	233.5	2 08 57.922	113.370	+13 06 03.90	+49.017	54.04	8.74	12 01 56.896	+0.4375	4 18	18 51
	26	234.5	2 12 44.203	99.655	+13 25 33.76	+48.467	53.80	8.74	12 02 07.161	+0.4179	4 16	18 53
	27	235.5	2 16 30.961	86.414	+13 44 50.25	+47.904	53.55	8.74	12 02 16.951	+0.3978	4 14	18 54
	28	236.5	2 20 18.208	73.662	+14 03 53.08	+47.329	53.30	8.74	12 02 26.251	+0.3772	4 12	18 56
	29	237.5	2 24 05.957	61.414	+14 22 41.93	+46.741	53.06	8.73	12 02 35.049	+0.3560	4 10	18 58
	30	238.5	2 27 54.221	109.681	+14 41 16.52	+46.140	52.82	8.73	12 02 43.331	+0.3342	4 08	19 00
Maj	1	239.5	2 31 43.013	98.480	+14 59 36.56	+45.527	52.57	8.73	12 02 51.086	+0.3120	4 06	19 01
	2	240.5	2 35 32.343	87.818	+15 17 41.74	+44.901	52.33	8.73	12 02 58.303	+0.2894	4 04	19 03
	3	241.5	2 39 22.222	77.708	+15 35 31.76	+44.263	52.09	8.72	12 03 04.971	+0.2663	4 02	19 05
	4	242.5	2 43 12.659	68.156	+15 53 06.34	+43.613	51.85	8.72	12 03 11.081	+0.2429	4 00	19 06
	5	243.5	2 47 03.661	59.170	+16 10 25.17	+42.950	51.62	8.72	12 03 16.626	+0.2192	3 58	19 08
	6	244.5	2 50 55.236	110.757	+16 27 27.94	+42.274	51.38	8.72	12 03 21.598	+0.1952	3 57	19 10
	7	245.5	2 54 47.389	102.920	+16 44 14.35	+41.587	51.15	8.72	12 03 25.992	+0.1710	3 55	19 11
	8	246.5	2 58 40.125	95.665	+17 00 44.10	+40.886	50.92	8.71	12 03 29.803	+0.1466	3 53	19 13
	9	247.5	3 02 33.447	88.994	+17 16 56.89	+40.174	50.69	8.71	12 03 33.028	+0.1221	3 51	19 15
	10	248.5	3 06 27.357	82.909	+17 32 52.41	+39.448	50.46	8.71	12 03 35.665	+0.0976	3 50	19 16
	11	249.5	3 10 21.856	77.411	+17 48 30.37	+38.711	50.24	8.71	12 03 37.713	+0.0730	3 48	19 18
	12	250.5	3 14 16.944	72.501	+18 03 50.47	+37.961	50.02	8.71	12 03 39.171	+0.0486	3 46	19 19
	13	251.5	3 18 12.619	68.179	+18 18 52.40	+37.199	49.81	8.70	12 03 40.044	+0.0242	3 45	19 21
	14	252.5	3 22 08.877	64.442	+18 33 35.88	+36.424	49.60	8.70	12 03 40.333	+0.0000	3 43	19 23
	15	253.5	3 26 05.711	61.283	+18 48 00.62	+35.637	49.39	8.70	12 03 40.045	-0.0239	3 41	19 24
	16	254.5	3 30 03.116	58.698	+19 02 06.34	+34.837	49.19	8.70	12 03 39.187	-0.0474	3 40	19 26
	17	255.5	3 34 01.083	56.679	+19 15 52.73	+34.026	48.99	8.70	12 03 37.768	-0.0706	3 38	19 27

SŁOŃCE 2018, MAJ – CZERWIEC

Data	JD	0 <sup>h</sup> TT								CSE			
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.		
	2458					15'							
Maj	17	255.5	3 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 01. <sup>s</sup> 083	56 <sup>s</sup> .679	+19°15'52".73	+34".026	48".99	8".70	12 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 37. <sup>s</sup> 768	-0. <sup>s</sup> 0706	3 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	19 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>	
	18	256.5	3 37 59.601	115.213	+19 29 19.53	+33.202	48.80	8.69	12 03 35.796	-0.0934	3 37	19 29	
	19	257.5	3 41 58.661	114.290	+19 42 26.43	+32.366	48.61	8.69	12 03 33.283	-0.1158	3 36	19 30	
	20	258.5	3 45 58.254	113.898	+19 55 13.15	+31.519	48.42	8.69	12 03 30.238	-0.1378	3 34	19 32	
	21	259.5	3 49 58.368	114.024	+20 07 39.41	+30.661	48.24	8.69	12 03 26.670	-0.1593	3 33	19 33	
	22	260.5	3 53 58.996	114.662	+20 19 44.94	+29.793	48.07	8.69	12 03 22.590	-0.1806	3 32	19 35	
	23	261.5	3 58 00.128	55.800	+20 31 29.49	+28.914	47.89	8.69	12 03 18.004	-0.2014	3 30	19 36	
	24	262.5	4 02 01.757	57.433	+20 42 52.81	+28.026	47.72	8.68	12 03 12.922	-0.2220	3 29	19 37	
	25	263.5	4 06 03.876	59.555	+20 53 54.68	+27.128	47.56	8.68	12 03 07.351	-0.2422	3 28	19 39	
	26	264.5	4 10 06.475	62.158	+21 04 34.88	+26.221	47.39	8.68	12 03 01.298	-0.2620	3 27	19 40	
	27	265.5	4 14 09.546	65.235	+21 14 53.19	+25.305	47.23	8.68	12 02 54.774	-0.2815	3 26	19 41	
	28	266.5	4 18 13.082	68.779	+21 24 49.44	+24.381	47.07	8.68	12 02 47.785	-0.3007	3 25	19 43	
	29	267.5	4 22 17.072	72.779	+21 34 23.41	+23.449	46.92	8.68	12 02 40.342	-0.3194	3 24	19 44	
	30	268.5	4 26 21.507	77.226	+21 43 34.93	+22.510	46.76	8.68	12 02 32.454	-0.3377	3 23	19 45	
	31	269.5	4 30 26.375	82.107	+21 52 23.82	+21.562	46.61	8.67	12 02 24.133	-0.3555	3 22	19 46	
	Czerwiec	1	270.5	4 34 31.666	87.412	+22 00 49.90	+20.608	46.46	8.67	12 02 15.389	-0.3728	3 21	19 47
		2	271.5	4 38 37.365	93.125	+22 08 53.00	+19.646	46.31	8.67	12 02 06.237	-0.3896	3 20	19 48
		3	272.5	4 42 43.459	99.232	+22 16 32.95	+18.678	46.17	8.67	12 01 56.689	-0.4058	3 19	19 49
		4	273.5	4 46 49.935	105.719	+22 23 49.58	+17.703	46.03	8.67	12 01 46.761	-0.4213	3 19	19 50
		5	274.5	4 50 56.775	112.568	+22 30 42.74	+16.722	45.89	8.67	12 01 36.468	-0.4362	3 18	19 51
		6	275.5	4 55 03.962	59.763	+22 37 12.28	+15.735	45.76	8.67	12 01 25.827	-0.4503	3 17	19 52
		7	276.5	4 59 11.481	67.287	+22 43 18.06	+14.743	45.63	8.67	12 01 14.856	-0.4637	3 17	19 53
		8	277.5	5 03 19.310	75.121	+22 48 59.94	+13.745	45.51	8.66	12 01 03.573	-0.4763	3 16	19 54
		9	278.5	5 07 27.432	83.247	+22 54 17.79	+12.742	45.38	8.66	12 00 51.999	-0.4880	3 16	19 55
		10	279.5	5 11 35.823	91.643	+22 59 11.51	+11.734	45.27	8.66	12 00 40.154	-0.4988	3 15	19 56
		11	280.5	5 15 44.462	100.290	+23 03 40.97	+10.722	45.16	8.66	12 00 28.062	-0.5086	3 15	19 56
		12	281.5	5 19 53.324	109.162	+23 07 46.09	+ 9.706	45.05	8.66	12 00 15.747	-0.5173	3 15	19 57
		13	282.5	5 24 02.384	58.237	+23 11 26.79	+ 8.686	44.95	8.66	12 00 03.235	-0.5250	3 15	19 58
		14	283.5	5 28 11.613	67.483	+23 14 42.97	+ 7.663	44.85	8.66	11 59 50.552	-0.5314	3 14	19 58
		15	284.5	5 32 20.983	76.871	+23 17 34.58	+ 6.636	44.76	8.66	11 59 37.729	-0.5367	3 14	19 59
		16	285.5	5 36 30.465	86.371	+23 20 01.55	+ 5.607	44.68	8.66	11 59 24.794	-0.5408	3 14	19 59
17		286.5	5 40 40.030	95.952	+23 22 03.80	+ 4.576	44.60	8.66	11 59 11.776	-0.5436	3 14	20 00	
18		287.5	5 44 49.650	105.583	+23 23 41.29	+ 3.543	44.53	8.66	11 58 58.703	-0.5454	3 14	20 00	
19		288.5	5 48 59.298	115.239	+23 24 53.97	+ 2.509	44.46	8.65	11 58 45.602	-0.5461	3 14	20 01	
20		289.5	5 53 08.950	64.897	+23 25 41.80	+ 1.474	44.40	8.65	11 58 32.497	-0.5457	3 14	20 01	
21		290.5	5 57 18.581	74.533	+23 26 04.79	+ 0.440	44.34	8.65	11 58 19.413	-0.5444	3 14	20 01	
22		291.5	6 01 28.168	84.124	+23 26 02.92	- 0.595	44.28	8.65	11 58 06.373	-0.5421	3 15	20 01	
23		292.5	6 05 37.690	93.652	+23 25 36.23	- 1.628	44.23	8.65	11 57 53.398	-0.5389	3 15	20 01	
24		293.5	6 09 47.125	103.095	+23 24 44.73	- 2.660	44.18	8.65	11 57 40.509	-0.5348	3 15	20 01	
25		294.5	6 13 56.453	112.433	+23 23 28.48	- 3.691	44.14	8.65	11 57 27.728	-0.5299	3 16	20 01	
26		295.5	6 18 05.653	61.646	+23 21 47.52	- 4.720	44.10	8.65	11 57 15.075	-0.5242	3 16	20 01	
27		296.5	6 22 14.706	70.712	+23 19 41.91	- 5.746	44.06	8.65	11 57 02.570	-0.5176	3 17	20 01	
28		297.5	6 26 23.591	79.612	+23 17 11.72	- 6.769	44.03	8.65	11 56 50.232	-0.5102	3 17	20 01	
29		298.5	6 30 32.289	88.324	+23 14 17.02	- 7.789	44.00	8.65	11 56 38.080	-0.5021	3 18	20 01	
30		299.5	6 34 40.782	96.830	+23 10 57.88	- 8.806	43.97	8.65	11 56 26.134	-0.4931	3 18	20 01	
Lipiec	1	300.5	6 38 49.051	105.111	+23 07 14.41	- 9.819	43.95	8.65	11 56 14.413	-0.4834	3 19	20 00	
	2	301.5	6 42 57.076	113.147	+23 03 06.69	-10.827	43.93	8.65	11 56 02.934	-0.4729	3 20	20 00	

SŁOŃCE 2018, LIPIEC – SIERPIEŃ

Data	JD	0 <sup>h</sup> TT								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					15'						
Lipiec	1	300.5	6 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 49. <sup>s</sup> 051	105. <sup>s</sup> 111	+23°07'14".41	- 9"819	43".95	8".65	11 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 14. <sup>s</sup> 413	-0. <sup>s</sup> 4834	3 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>
	2	301.5	6 42 57.076	113.147	+23 03 06.69	-10.827	43.93	8.65	11 56 02.934	-0.4729	3 20	20 00
	3	302.5	6 47 04.840	60.919	+22 58 34.82	-11.831	43.91	8.65	11 55 51.717	-0.4616	3 20	20 00
	4	303.5	6 51 12.324	68.409	+22 53 38.91	-12.830	43.90	8.65	11 55 40.780	-0.4496	3 21	19 59
	5	304.5	6 55 19.510	75.600	+22 48 19.07	-13.824	43.89	8.65	11 55 30.141	-0.4368	3 22	19 59
	6	305.5	6 59 26.380	82.474	+22 42 35.44	-14.812	43.88	8.65	11 55 19.818	-0.4233	3 23	19 58
	7	306.5	7 03 32.916	89.015	+22 36 28.14	-15.795	43.88	8.65	11 55 09.829	-0.4090	3 24	19 57
	8	307.5	7 07 39.099	95.204	+22 29 57.32	-16.771	43.89	8.65	11 55 00.193	-0.3939	3 25	19 57
	9	308.5	7 11 44.912	101.025	+22 23 03.13	-17.740	43.89	8.65	11 54 50.927	-0.3780	3 26	19 56
	10	309.5	7 15 50.335	106.460	+22 15 45.75	-18.703	43.91	8.65	11 54 42.051	-0.3613	3 27	19 55
	11	310.5	7 19 55.348	111.489	+22 08 05.35	-19.658	43.93	8.65	11 54 33.585	-0.3438	3 28	19 54
	12	311.5	7 23 59.931	116.090	+22 00 02.12	-20.606	43.95	8.65	11 54 25.549	-0.3255	3 29	19 53
	13	312.5	7 28 04.063	60.240	+21 51 36.26	-21.546	43.98	8.65	11 54 17.964	-0.3062	3 30	19 52
	14	313.5	7 32 07.723	63.916	+21 42 47.98	-22.477	44.02	8.65	11 54 10.851	-0.2861	3 31	19 52
	15	314.5	7 36 10.890	67.096	+21 33 37.47	-23.400	44.06	8.65	11 54 04.231	-0.2652	3 33	19 51
	16	315.5	7 40 13.545	69.760	+21 24 04.93	-24.313	44.11	8.65	11 53 58.123	-0.2435	3 34	19 49
	17	316.5	7 44 15.671	71.891	+21 14 10.58	-25.217	44.16	8.65	11 53 52.544	-0.2212	3 35	19 48
	18	317.5	7 48 17.252	73.476	+21 03 54.63	-26.112	44.22	8.65	11 53 47.509	-0.1982	3 36	19 47
	19	318.5	7 52 18.278	74.505	+20 53 17.31	-26.997	44.29	8.65	11 53 43.031	-0.1748	3 38	19 46
	20	319.5	7 56 18.736	74.968	+20 42 18.85	-27.872	44.36	8.65	11 53 39.120	-0.1510	3 39	19 45
	21	320.5	8 00 18.617	74.855	+20 30 59.50	-28.736	44.43	8.65	11 53 35.785	-0.1268	3 40	19 43
	22	321.5	8 04 17.915	74.162	+20 19 19.52	-29.591	44.51	8.66	11 53 33.034	-0.1023	3 42	19 42
	23	322.5	8 08 16.624	72.881	+20 07 19.14	-30.435	44.59	8.66	11 53 30.873	-0.0776	3 43	19 41
	24	323.5	8 12 14.738	71.007	+19 54 58.64	-31.268	44.67	8.66	11 53 29.306	-0.0528	3 45	19 39
	25	324.5	8 16 12.254	68.536	+19 42 18.28	-32.091	44.76	8.66	11 53 28.337	-0.0278	3 46	19 38
	26	325.5	8 20 09.169	65.464	+19 29 18.32	-32.902	44.85	8.66	11 53 27.968	-0.0027	3 48	19 37
	27	326.5	8 24 05.482	61.789	+19 15 59.01	-33.703	44.94	8.66	11 53 28.202	+0.0224	3 49	19 35
	28	327.5	8 28 01.193	57.511	+19 02 20.64	-34.493	45.04	8.66	11 53 29.038	+0.0475	3 50	19 33
	29	328.5	8 31 56.300	112.627	+18 48 23.46	-35.271	45.14	8.66	11 53 30.478	+0.0726	3 52	19 32
	30	329.5	8 35 50.806	107.140	+18 34 07.75	-36.038	45.24	8.66	11 53 32.518	+0.0976	3 53	19 30
	31	330.5	8 39 44.713	101.052	+18 19 33.77	-36.794	45.35	8.66	11 53 35.159	+0.1225	3 55	19 29
Sierpień	1	331.5	8 43 38.021	94.363	+18 04 41.78	-37.538	45.46	8.66	11 53 38.398	+0.1474	3 57	19 27
	2	332.5	8 47 30.735	87.080	+17 49 32.07	-38.270	45.57	8.67	11 53 42.231	+0.1721	3 58	19 25
	3	333.5	8 51 22.857	79.204	+17 34 04.91	-38.991	45.68	8.67	11 53 46.655	+0.1966	4 00	19 24
	4	334.5	8 55 14.392	70.743	+17 18 20.58	-39.700	45.80	8.67	11 53 51.667	+0.2210	4 01	19 22
	5	335.5	8 59 05.343	61.700	+17 02 19.36	-40.397	45.93	8.67	11 53 57.263	+0.2453	4 03	19 20
	6	336.5	9 02 55.714	112.079	+16 46 01.54	-41.082	46.05	8.67	11 54 03.440	+0.2694	4 04	19 18
	7	337.5	9 06 45.508	101.885	+16 29 27.41	-41.754	46.18	8.67	11 54 10.192	+0.2934	4 06	19 16
	8	338.5	9 10 34.729	91.120	+16 12 37.30	-42.414	46.32	8.67	11 54 17.518	+0.3172	4 08	19 14
	9	339.5	9 14 23.379	79.786	+15 55 31.51	-43.061	46.46	8.67	11 54 25.415	+0.3410	4 09	19 13
	10	340.5	9 18 11.459	67.881	+15 38 10.37	-43.695	46.61	8.67	11 54 33.882	+0.3647	4 11	19 11
	11	341.5	9 21 58.972	115.406	+15 20 34.19	-44.316	46.76	8.68	11 54 42.916	+0.3883	4 13	19 09
	12	342.5	9 25 45.917	102.360	+15 02 43.30	-44.923	46.91	8.68	11 54 52.518	+0.4119	4 14	19 07
	13	343.5	9 29 32.297	88.745	+14 44 38.02	-45.516	47.07	8.68	11 55 02.685	+0.4354	4 16	19 05
	14	344.5	9 33 18.115	74.565	+14 26 18.66	-46.096	47.24	8.68	11 55 13.414	+0.4587	4 17	19 03
	15	345.5	9 37 03.376	59.827	+14 07 45.54	-46.662	47.41	8.68	11 55 24.700	+0.4818	4 19	19 01
	16	346.5	9 40 48.085	104.538	+13 48 58.99	-47.215	47.59	8.68	11 55 36.538	+0.5046	4 21	18 59



SŁOŃCE 2018, SIERPIEŃ – WRZESIEŃ

Data	JD	$0^h TT$								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					15'						
Sierpień	16	346.5	$9^h 40^m 48^s.085$	$104.^s538$	$+13^{\circ} 48' 58''.99$	$-47''215$	$47''.59$	$8''.68$	$11^h 55^m 36^s.538$	$+0.^s5046$	$4^h 21^m$	$18^h 59^m$
	17	347.5	9 44 32.252	88.708	+13 29 59.32	-47.754	47.77	8.69	11 55 48.918	+0.5270	4 22	18 57
	18	348.5	9 48 15.886	72.348	+13 10 46.86	-48.279	47.95	8.69	11 56 01.831	+0.5490	4 24	18 55
	19	349.5	9 51 58.998	115.468	+12 51 21.93	-48.792	48.14	8.69	11 56 15.266	+0.5705	4 26	18 52
	20	350.5	9 55 41.600	98.079	+12 31 44.86	-49.291	48.33	8.69	11 56 29.211	+0.5915	4 27	18 50
	21	351.5	9 59 23.706	80.196	+12 11 55.98	-49.777	48.52	8.69	11 56 43.651	+0.6119	4 29	18 48
	22	352.5	10 03 05.331	61.832	+11 51 55.59	-50.249	48.72	8.69	11 56 58.574	+0.6316	4 31	18 46
	23	353.5	10 06 46.489	103.000	+11 31 44.02	-50.709	48.91	8.70	11 57 13.963	+0.6508	4 32	18 44
	24	354.5	10 10 27.196	83.716	+11 11 21.58	-51.156	49.11	8.70	11 57 29.803	+0.6692	4 34	18 42
	25	355.5	10 14 07.468	63.995	+10 50 48.58	-51.590	49.32	8.70	11 57 46.077	+0.6870	4 35	18 40
	26	356.5	10 17 47.323	103.855	+10 30 05.33	-52.011	49.52	8.70	11 58 02.769	+0.7040	4 37	18 37
	27	357.5	10 21 26.779	83.314	+10 09 12.15	-52.419	49.73	8.70	11 58 19.860	+0.7202	4 39	18 35
	28	358.5	10 25 05.854	62.391	+ 9 48 09.32	-52.815	49.94	8.71	11 58 37.333	+0.7357	4 40	18 33
	29	359.5	10 28 44.566	101.103	+ 9 26 57.15	-53.198	50.15	8.71	11 58 55.167	+0.7504	4 42	18 31
	30	360.5	10 32 22.935	79.472	+ 9 05 35.93	-53.568	50.36	8.71	11 59 13.345	+0.7643	4 44	18 28
Wrzesień	31	361.5	10 36 00.980	57.518	+ 8 44 05.98	-53.926	50.57	8.71	11 59 31.847	+0.7774	4 45	18 26
	1	362.5	10 39 38.720	95.261	+ 8 22 27.58	-54.270	50.79	8.71	11 59 50.654	+0.7897	4 47	18 24
	2	363.5	10 43 16.174	72.721	+ 8 00 41.05	-54.602	51.01	8.71	12 00 09.747	+0.8012	4 49	18 22
	3	364.5	10 46 53.361	109.916	+ 7 38 46.68	-54.921	51.23	8.72	12 00 29.107	+0.8120	4 50	18 19
	4	365.5	10 50 30.299	86.866	+ 7 16 44.81	-55.227	51.45	8.72	12 00 48.716	+0.8220	4 52	18 17
	5	366.5	10 54 07.007	63.586	+ 6 54 35.74	-55.520	51.67	8.72	12 01 08.555	+0.8312	4 54	18 15
	6	367.5	10 57 43.499	100.091	+ 6 32 19.82	-55.799	51.90	8.72	12 01 28.610	+0.8399	4 55	18 12
	7	368.5	11 01 19.793	76.396	+ 6 09 57.39	-56.064	52.13	8.73	12 01 48.863	+0.8478	4 57	18 10
	8	369.5	11 04 55.903	112.514	+ 5 47 28.77	-56.315	52.37	8.73	12 02 09.300	+0.8552	4 59	18 08
	9	370.5	11 08 31.842	88.458	+ 5 24 54.33	-56.552	52.61	8.73	12 02 29.907	+0.8620	5 00	18 05
	10	371.5	11 12 07.626	64.243	+ 5 02 14.39	-56.774	52.85	8.73	12 02 50.671	+0.8682	5 02	18 03
	11	372.5	11 15 43.266	99.882	+ 4 39 29.31	-56.981	53.10	8.73	12 03 11.577	+0.8739	5 03	18 01
	12	373.5	11 19 18.779	75.395	+ 4 16 39.42	-57.174	53.35	8.74	12 03 32.612	+0.8789	5 05	17 58
	13	374.5	11 22 54.179	110.796	+ 3 53 45.07	-57.352	53.60	8.74	12 03 53.759	+0.8832	5 07	17 56
	14	375.5	11 26 29.482	86.102	+ 3 30 46.61	-57.516	53.86	8.74	12 04 15.002	+0.8869	5 08	17 54
	15	376.5	11 30 04.708	61.334	+ 3 07 44.37	-57.665	54.12	8.74	12 04 36.324	+0.8898	5 10	17 51
	16	377.5	11 33 39.873	96.507	+ 2 44 38.72	-57.800	54.38	8.75	12 04 57.705	+0.8919	5 12	17 49
	17	378.5	11 37 14.998	71.641	+ 2 21 29.98	-57.921	54.64	8.75	12 05 19.127	+0.8931	5 13	17 47
	18	379.5	11 40 50.103	106.756	+ 1 58 18.50	-58.028	54.90	8.75	12 05 40.569	+0.8936	5 15	17 44
	19	380.5	11 44 25.209	81.871	+ 1 35 04.63	-58.121	55.17	8.75	12 06 02.010	+0.8931	5 17	17 42
	20	381.5	11 48 00.336	57.006	+ 1 11 48.69	-58.200	55.44	8.76	12 06 23.430	+0.8917	5 18	17 40
	21	382.5	11 51 35.508	92.185	+ 0 48 31.03	-58.266	55.70	8.76	12 06 44.806	+0.8894	5 20	17 37
	22	383.5	11 55 10.745	67.426	+ 0 25 11.97	-58.318	55.97	8.76	12 07 06.115	+0.8862	5 22	17 35
	23	384.5	11 58 46.071	102.755	+ 0 01 51.85	-58.356	56.24	8.76	12 07 27.336	+0.8820	5 23	17 32
	24	385.5	12 02 21.510	78.195	- 0 21 29.01	-58.380	56.51	8.77	12 07 48.444	+0.8769	5 25	17 30
	25	386.5	12 05 57.083	113.767	- 0 44 50.30	-58.391	56.78	8.77	12 08 09.418	+0.8707	5 27	17 28
	26	387.5	12 09 32.817	89.501	- 1 08 11.67	-58.389	57.05	8.77	12 08 30.231	+0.8636	5 28	17 25
	27	388.5	12 13 08.734	65.418	- 1 31 32.83	-58.373	57.32	8.77	12 08 50.861	+0.8554	5 30	17 23
	28	389.5	12 16 44.859	101.544	- 1 54 53.46	-58.343	57.58	8.78	12 09 11.283	+0.8463	5 32	17 21
	29	390.5	12 20 21.215	77.905	- 2 18 13.22	-58.300	57.85	8.78	12 09 31.474	+0.8361	5 33	17 18
	30	391.5	12 23 57.826	114.523	- 2 41 31.81	-58.243	58.12	8.78	12 09 51.409	+0.8250	5 35	17 16
Październik	1	392.5	12 27 34.716	91.423	- 3 04 48.88	-58.172	58.39	8.78	12 10 11.066	+0.8129	5 37	17 14

SŁOŃCE 2018, PAŹDZIERNIK – LISTOPAD

Data	JD	$0^h TT$								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^\gamma$	$\delta_{app}$	$V_\delta/1^h$	$R$	$\pi$	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					15'						
Październik	1	392.5	12 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 34.716 <sup>s</sup>	91.423	- 3°04'48.88"	-58.172	58.39	8.78	12 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 11.066 <sup>s</sup>	+0.8129	5 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>
	2	393.5	12 31 11.907	68.626	- 3 28 04.10	-58.088	58.66	8.78	12 10 30.423	+0.8000	5 38	17 11
	3	394.5	12 34 49.419	106.150	- 3 51 17.12	-57.988	58.92	8.79	12 10 49.457	+0.7861	5 40	17 09
	4	395.5	12 38 27.274	84.016	- 4 14 27.59	-57.875	59.19	8.79	12 11 08.149	+0.7714	5 42	17 07
	5	396.5	12 42 05.490	62.241	- 4 37 35.13	-57.746	59.46	8.79	12 11 26.480	+0.7560	5 43	17 04
	6	397.5	12 45 44.086	100.842	- 5 00 39.37	-57.602	59.73	8.79	12 11 44.432	+0.7398	5 45	17 02
	7	398.5	12 49 23.077	79.836	- 5 23 39.95	-57.442	60.01	8.80	12 12 01.987	+0.7230	5 47	17 00
	8	399.5	12 53 02.481	59.240	- 5 46 36.47	-57.266	60.28	8.80	12 12 19.131	+0.7055	5 48	16 58
	9	400.5	12 56 42.311	99.069	- 6 09 28.57	-57.073	60.55	8.80	12 12 35.847	+0.6874	5 50	16 55
	10	401.5	13 00 22.583	79.342	- 6 32 15.85	-56.864	60.83	8.80	12 12 52.122	+0.6687	5 52	16 53
	11	402.5	13 04 03.312	60.073	- 6 54 57.93	-56.639	61.11	8.81	12 13 07.940	+0.6494	5 54	16 51
	12	403.5	13 07 44.513	101.280	- 7 17 34.42	-56.397	61.39	8.81	12 13 23.286	+0.6294	5 55	16 49
	13	404.5	13 11 26.202	82.977	- 7 40 04.93	-56.139	61.67	8.81	12 13 38.144	+0.6087	5 57	16 46
	14	405.5	13 15 08.394	65.178	- 8 02 29.05	-55.865	61.95	8.82	12 13 52.499	+0.5874	5 59	16 44
	15	406.5	13 18 51.107	107.902	- 8 24 46.41	-55.574	62.23	8.82	12 14 06.333	+0.5654	6 01	16 42
	16	407.5	13 22 34.356	91.161	- 8 46 56.59	-55.267	62.51	8.82	12 14 19.631	+0.5426	6 02	16 40
	17	408.5	13 26 18.160	74.975	- 9 08 59.21	-54.944	62.79	8.82	12 14 32.373	+0.5192	6 04	16 38
	18	409.5	13 30 02.537	59.360	- 9 30 53.89	-54.605	63.06	8.83	12 14 44.544	+0.4950	6 06	16 35
	19	410.5	13 33 47.502	104.331	- 9 52 40.22	-54.249	63.34	8.83	12 14 56.126	+0.4700	6 08	16 33
	20	411.5	13 37 33.075	89.909	-10 14 17.82	-53.878	63.62	8.83	12 15 07.100	+0.4444	6 09	16 31
	21	412.5	13 41 19.272	76.108	-10 35 46.31	-53.491	63.89	8.83	12 15 17.449	+0.4180	6 11	16 29
	22	413.5	13 45 06.113	62.951	-10 57 05.30	-53.088	64.17	8.84	12 15 27.156	+0.3908	6 13	16 27
	23	414.5	13 48 53.614	110.452	-11 18 14.42	-52.669	64.44	8.84	12 15 36.202	+0.3629	6 15	16 25
	24	415.5	13 52 41.794	98.633	-11 39 13.29	-52.234	64.71	8.84	12 15 44.568	+0.3342	6 17	16 23
	25	416.5	13 56 30.672	87.514	-12 00 01.53	-51.784	64.97	8.84	12 15 52.238	+0.3048	6 18	16 21
	26	417.5	14 00 20.265	77.112	-12 20 38.79	-51.318	65.23	8.85	12 15 59.192	+0.2747	6 20	16 19
	27	418.5	14 04 10.590	67.445	-12 41 04.69	-50.836	65.49	8.85	12 16 05.413	+0.2438	6 22	16 17
	28	419.5	14 08 01.665	58.532	-13 01 18.86	-50.339	65.75	8.85	12 16 10.885	+0.2122	6 24	16 15
	29	420.5	14 11 53.507	110.387	-13 21 20.92	-49.825	66.01	8.85	12 16 15.591	+0.1800	6 26	16 13
	30	421.5	14 15 46.128	103.023	-13 41 10.48	-49.296	66.26	8.85	12 16 19.516	+0.1471	6 27	16 11
	31	422.5	14 19 39.544	96.452	-14 00 47.15	-48.750	66.51	8.86	12 16 22.647	+0.1138	6 29	16 09
Listopad	1	423.5	14 23 33.765	90.684	-14 20 10.52	-48.188	66.76	8.86	12 16 24.973	+0.0800	6 31	16 07
	2	424.5	14 27 28.803	85.730	-14 39 20.19	-47.609	67.00	8.86	12 16 26.482	+0.0458	6 33	16 05
	3	425.5	14 31 24.664	81.596	-14 58 15.74	-47.013	67.25	8.86	12 16 27.168	+0.0113	6 35	16 04
	4	426.5	14 35 21.356	78.291	-15 16 56.77	-46.400	67.49	8.87	12 16 27.023	-0.0234	6 37	16 02
	5	427.5	14 39 18.884	75.821	-15 35 22.84	-45.769	67.73	8.87	12 16 26.042	-0.0583	6 38	16 00
	6	428.5	14 43 17.250	74.189	-15 53 33.55	-45.121	67.97	8.87	12 16 24.223	-0.0933	6 40	15 58
	7	429.5	14 47 16.457	73.400	-16 11 28.49	-44.455	68.21	8.87	12 16 21.563	-0.1283	6 42	15 57
	8	430.5	14 51 16.505	73.455	-16 29 07.22	-43.771	68.45	8.87	12 16 18.062	-0.1633	6 44	15 55
	9	431.5	14 55 17.394	74.353	-16 46 29.34	-43.069	68.69	8.88	12 16 13.720	-0.1984	6 46	15 53
	10	432.5	14 59 19.124	76.095	-17 03 34.43	-42.350	68.92	8.88	12 16 08.537	-0.2334	6 47	15 52
	11	433.5	15 03 21.693	78.677	-17 20 22.06	-41.613	69.16	8.88	12 16 02.515	-0.2683	6 49	15 50
	12	434.5	15 07 25.099	82.096	-17 36 51.81	-40.860	69.39	8.88	12 15 55.655	-0.3032	6 51	15 49
	13	435.5	15 11 29.342	86.352	-17 53 03.28	-40.089	69.62	8.89	12 15 47.960	-0.3380	6 53	15 47
	14	436.5	15 15 34.417	91.438	-18 08 56.06	-39.301	69.85	8.89	12 15 39.431	-0.3727	6 55	15 46
	15	437.5	15 19 40.324	97.355	-18 24 29.74	-38.498	70.08	8.89	12 15 30.072	-0.4072	6 56	15 44
	16	438.5	15 23 47.058	104.096	-18 39 43.92	-37.677	70.30	8.89	12 15 19.885	-0.4416	6 58	15 43

SŁOŃCE 2018, LISTOPAD – GRUDZIEŃ

Data	JD	0 <sup>h</sup> TT								CSE		
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	R	$\pi$	E + 12 <sup>h</sup>	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
	2458					16'						
Listopad	16	438.5	15 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 47. <sup>s</sup> 058	104. <sup>s</sup> 096	-18°39'43".92	-37".677	10.30	8".89	12 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 19. <sup>s</sup> 885	-0.4416	6 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>
	17	439.5	15 27 54.615	111.659	-18 54 38.21	-36.841	10.52	8.89	12 15 08.874	-0.4758	7 00	15 41
	18	440.5	15 32 02.991	60.039	-19 09 12.23	-35.989	10.73	8.90	12 14 57.045	-0.5099	7 02	15 40
	19	441.5	15 36 12.182	69.234	-19 23 25.60	-35.122	10.95	8.90	12 14 44.401	-0.5437	7 03	15 39
	20	442.5	15 40 22.181	79.236	-19 37 17.95	-34.239	11.16	8.90	12 14 30.949	-0.5773	7 05	15 38
	21	443.5	15 44 32.984	90.044	-19 50 48.94	-33.341	11.36	8.90	12 14 16.693	-0.6106	7 07	15 36
	22	444.5	15 48 44.584	101.651	-20 03 58.20	-32.429	11.56	8.90	12 14 01.640	-0.6437	7 08	15 35
	23	445.5	15 52 56.976	114.053	-20 16 45.41	-31.503	11.75	8.90	12 13 45.795	-0.6765	7 10	15 34
	24	446.5	15 57 10.151	67.241	-20 29 10.23	-30.563	11.94	8.91	12 13 29.167	-0.7090	7 12	15 33
	25	447.5	16 01 24.102	81.208	-20 41 12.35	-29.610	12.13	8.91	12 13 11.762	-0.7411	7 13	15 32
	26	448.5	16 05 38.821	95.945	-20 52 51.45	-28.643	12.31	8.91	12 12 53.590	-0.7729	7 15	15 31
	27	449.5	16 09 54.297	111.438	-21 04 07.21	-27.663	12.48	8.91	12 12 34.661	-0.8042	7 16	15 30
	28	450.5	16 14 10.518	67.674	-21 14 59.31	-26.671	12.65	8.91	12 12 14.988	-0.8350	7 18	15 29
	29	451.5	16 18 27.469	84.636	-21 25 27.44	-25.665	12.81	8.91	12 11 54.583	-0.8651	7 19	15 29
	30	452.5	16 22 45.135	102.311	-21 35 31.27	-24.648	12.97	8.92	12 11 33.465	-0.8945	7 21	15 28
Grudzień	1	453.5	16 27 03.495	60.676	-21 45 10.52	-23.617	13.13	8.92	12 11 11.652	-0.9231	7 22	15 27
	2	454.5	16 31 22.530	79.716	-21 54 24.87	-22.575	13.28	8.92	12 10 49.164	-0.9507	7 24	15 27
	3	455.5	16 35 42.216	99.406	-22 03 14.05	-21.521	13.43	8.92	12 10 26.025	-0.9773	7 25	15 26
	4	456.5	16 40 02.527	59.723	-22 11 37.77	-20.456	13.58	8.92	12 10 02.260	-1.0028	7 26	15 25
	5	457.5	16 44 23.438	80.642	-22 19 35.79	-19.379	13.72	8.92	12 09 37.896	-1.0272	7 28	15 25
	6	458.5	16 48 44.920	102.135	-22 27 07.84	-18.292	13.86	8.92	12 09 12.961	-1.0503	7 29	15 25
	7	459.5	16 53 06.943	64.171	-22 34 13.68	-17.194	14.00	8.93	12 08 47.485	-1.0722	7 30	15 24
	8	460.5	16 57 29.476	86.719	-22 40 53.07	-16.087	14.13	8.93	12 08 21.499	-1.0928	7 32	15 24
	9	461.5	17 01 52.488	109.746	-22 47 05.79	-14.971	14.26	8.93	12 07 55.034	-1.1121	7 33	15 24
	10	462.5	17 06 15.947	73.220	-22 52 51.63	-13.846	14.39	8.93	12 07 28.122	-1.1301	7 34	15 23
	11	463.5	17 10 39.820	97.108	-22 58 10.39	-12.713	14.51	8.93	12 07 00.796	-1.1467	7 35	15 23
	12	464.5	17 15 04.075	61.375	-23 03 01.89	-11.573	14.63	8.93	12 06 33.088	-1.1619	7 36	15 23
	13	465.5	17 19 28.679	85.989	-23 07 25.94	-10.427	14.75	8.93	12 06 05.031	-1.1758	7 37	15 23
	14	466.5	17 23 53.599	110.918	-23 11 22.40	- 9.274	14.86	8.93	12 05 36.658	-1.1883	7 38	15 23
	15	467.5	17 28 18.802	76.127	-23 14 51.12	- 8.116	14.97	8.93	12 05 08.002	-1.1994	7 39	15 23
	16	468.5	17 32 44.254	101.585	-23 17 51.99	- 6.953	15.07	8.94	12 04 39.097	-1.2091	7 39	15 23
	17	469.5	17 37 09.922	67.258	-23 20 24.89	- 5.787	15.17	8.94	12 04 09.975	-1.2174	7 40	15 24
	18	470.5	17 41 35.775	93.116	-23 22 29.73	- 4.617	15.26	8.94	12 03 40.670	-1.2244	7 41	15 24
	19	471.5	17 46 01.779	59.128	-23 24 06.44	- 3.444	15.35	8.94	12 03 11.213	-1.2300	7 42	15 24
	20	472.5	17 50 27.902	85.261	-23 25 14.98	- 2.269	15.43	8.94	12 02 41.636	-1.2343	7 42	15 25
	21	473.5	17 54 54.115	111.487	-23 25 55.30	- 1.093	15.50	8.94	12 02 11.971	-1.2374	7 43	15 25
	22	474.5	17 59 20.386	77.775	-23 26 07.39	+ 0.084	15.57	8.94	12 01 42.247	-1.2392	7 43	15 26
	23	475.5	18 03 46.686	104.094	-23 25 51.25	+ 1.261	15.64	8.94	12 01 12.493	-1.2398	7 44	15 26
	24	476.5	18 08 12.987	70.414	-23 25 06.90	+ 2.437	15.69	8.94	12 00 42.739	-1.2392	7 44	15 27
	25	477.5	18 12 39.260	96.704	-23 23 54.34	+ 3.613	15.74	8.94	12 00 13.014	-1.2375	7 44	15 28
	26	478.5	18 17 05.475	62.934	-23 22 13.60	+ 4.786	15.78	8.94	11 59 43.345	-1.2345	7 45	15 28
	27	479.5	18 21 31.603	89.072	-23 20 04.72	+ 5.958	15.82	8.94	11 59 13.764	-1.2303	7 45	15 29
	28	480.5	18 25 57.615	115.091	-23 17 27.74	+ 7.127	15.85	8.94	11 58 44.300	-1.2248	7 45	15 30
	29	481.5	18 30 23.477	80.958	-23 14 22.72	+ 8.293	15.88	8.94	11 58 14.984	-1.2179	7 45	15 31
	30	482.5	18 34 49.158	106.644	-23 10 49.75	+ 9.455	15.90	8.94	11 57 45.850	-1.2097	7 45	15 32
	31	483.5	18 39 14.625	72.117	-23 06 48.92	+10.612	15.92	8.94	11 57 16.930	-1.2000	7 45	15 33
	32	484.5	18 43 39.843	97.343	-23 02 20.35	+11.765	15.93	8.94	11 56 48.259	-1.1889	7 45	15 34

KSIEŻYC 2018, STYCZEŃ – LUTY

Data	$0^h TT$						wiek	CSE			
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie			
							wsch.	górow.	zach.		
Styczeń	0	4 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 53.578	108 <sup>s</sup> .203	+17°12'15".84	+408".37	16'35".43	60'53".213	12.8	14 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	22 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>
	1	5 37 02.736	57.379	+19 19 06.07	+218.88	16 43.05	61 21.175	13.8	15 18	23 29	6 34
	2	6 42 00.286	54.948	+20 03 22.81	− 0.09	16 45.37	61 29.721	14.8	16 23	—	7 40
	3	7 46 54.201	108.881	+19 19 06.77	−218.45	16 42.02	61 17.394	15.8	17 37	0 32	8 35
	4	8 49 53.012	107.708	+17 12 44.24	−406.38	16 33.43	60 45.879	16.8	18 56	1 34	9 19
	5	9 49 42.295	97.002	+14 00 34.70	−545.57	16 20.79	59 59.492	17.8	20 14	2 32	9 54
	6	10 45 58.050	112.765	+10 03 21.14	−632.06	16 05.66	59 03.971	18.8	21 31	3 26	10 23
	7	11 38 57.282	112.003	+ 5 41 11.76	−671.64	15 49.64	58 05.147	19.8	22 45	4 16	10 48
	8	12 29 20.423	75.149	+ 1 11 03.76	−673.51	15 34.06	57 07.974	20.8	23 55	5 04	11 11
	9	13 17 56.565	111.296	− 3 13 43.93	−646.18	15 19.92	56 16.082	21.8	—	5 50	11 33
	10	14 05 34.251	88.987	− 7 22 49.05	−595.77	15 07.84	55 31.744	22.8	1 04	6 35	11 56
	11	14 52 56.292	111.036	−11 07 46.03	−525.95	14 58.12	54 56.068	23.8	2 11	7 20	12 20
	12	15 40 36.525	91.279	−14 21 16.23	−438.79	14 50.82	54 29.280	24.8	3 15	8 05	12 48
	13	16 28 57.266	112.031	−16 56 40.89	−335.75	14 45.84	54 10.998	25.8	4 17	8 51	13 19
	14	17 18 07.309	62.087	−18 48 00.67	−218.81	14 42.97	54 00.478	26.8	5 16	9 38	13 57
	15	18 08 01.294	56.086	−19 50 19.18	− 91.34	14 41.98	53 56.816	27.8	6 10	10 26	14 41
	16	18 58 21.618	76.423	−20 00 20.92	+ 41.62	14 42.60	53 59.123	28.8	6 57	11 14	15 31
	17	19 48 43.479	98.296	−19 17 07.73	+173.80	14 44.66	54 06.661	29.8	7 39	12 01	16 28
	18	20 38 42.147	96.977	−17 42 17.50	+298.66	14 48.00	54 18.940	0.8	8 14	12 49	17 29
	19	21 28 00.218	55.057	−15 19 56.54	+410.52	14 52.59	54 35.763	1.8	8 44	13 35	18 33
	20	22 16 32.613	87.460	−12 16 10.31	+505.20	14 58.43	54 57.212	2.8	9 10	14 21	19 40
	21	23 04 28.427	83.280	− 8 38 26.83	+579.93	15 05.61	55 23.565	3.8	9 34	15 06	20 48
	22	23 52 10.184	65.041	− 4 35 08.61	+632.79	15 14.21	55 55.137	4.8	9 56	15 51	21 57
	23	0 40 11.641	66.501	− 0 15 23.85	+661.74	15 24.28	56 32.067	5.8	10 19	16 37	23 09
	24	1 29 14.875	69.738	+ 4 10 39.48	+663.70	15 35.71	57 14.051	6.8	10 42	17 25	—
	25	2 20 06.438	61.307	+ 8 31 20.52	+633.95	15 48.25	58 00.049	7.8	11 07	18 15	0 22
	26	3 13 31.359	86.235	+12 32 46.41	+566.35	16 01.32	58 48.017	8.8	11 37	19 09	1 37
	27	4 10 03.275	58.162	+15 58 34.34	+454.99	16 14.05	59 34.764	9.8	12 14	20 06	2 53
	28	5 09 50.247	105.148	+18 30 38.61	+298.00	16 25.30	60 16.042	10.8	13 00	21 07	4 08
	29	6 12 20.397	75.314	+19 51 47.52	+102.57	16 33.74	60 47.033	11.8	13 58	22 09	5 18
	30	7 16 18.074	73.008	+19 50 05.59	−112.10	16 38.16	61 03.246	12.8	15 07	23 12	6 18
31	8 20 00.886	55.834	+18 23 13.94	−318.41	16 37.72	61 01.643	13.8	16 23	—	7 08	
Luty	1	9 21 52.983	107.943	+15 40 01.99	−490.10	16 32.26	60 41.575	14.8	17 44	0 12	7 48
	2	10 20 53.858	108.826	+11 57 56.55	−611.33	16 22.31	60 05.073	15.8	19 04	1 10	8 21
	3	11 16 46.691	101.663	+ 7 38 09.49	−678.95	16 09.03	59 16.339	16.8	20 22	2 03	8 48
	4	12 09 48.978	103.953	+ 3 01 10.61	−698.73	15 53.88	58 20.708	17.8	21 36	2 54	9 13
	5	13 00 37.476	92.453	− 1 35 41.66	−680.02	15 38.30	57 23.536	18.8	22 48	3 42	9 36
	6	13 49 55.722	110.702	− 5 58 55.31	−631.87	15 23.55	56 29.396	19.8	23 57	4 29	9 59
	7	14 38 26.039	81.023	− 9 58 12.37	−561.26	15 10.55	55 41.693	20.8	—	5 15	10 23
	8	15 26 44.799	99.789	−13 25 33.98	−472.86	14 59.91	55 02.621	21.8	1 04	6 01	10 50
	9	16 15 19.394	74.393	−16 14 31.67	−369.68	14 51.92	54 33.306	22.8	2 08	6 47	11 20
	10	17 04 26.091	81.100	−18 19 38.55	−254.01	14 46.66	54 14.016	23.8	3 08	7 34	11 56
	11	17 54 08.857	63.877	−19 36 24.72	−128.45	14 44.04	54 04.375	24.8	4 04	8 21	12 37
	12	18 44 19.873	74.903	−20 01 33.55	+ 3.40	14 43.81	54 03.543	25.8	4 54	9 09	13 25
	13	19 34 42.426	97.467	−19 33 29.91	+136.69	14 45.67	54 10.378	26.8	5 37	9 57	14 20
	14	20 24 56.120	111.171	−18 12 47.23	+265.65	14 49.27	54 23.579	27.8	6 15	10 45	15 20
	15	21 14 43.145	98.203	−16 02 21.49	+384.30	14 54.24	54 41.828	28.8	6 47	11 32	16 24

KSIĘŻYC 2018, LUTY – MARZEC

Data		$0^h TT$					wiek	CSE			
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$		$\pi$	w Warszawie		
								wsch.	górow.	zach.	
Luty	15	21 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup> .145	98 <sup>s</sup> .203	-16°02'21".49	+384".30	14'54".24	54'41".828	28 <sup>d</sup> .8	6 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>
	16	22 03 53.748	108.812	-13 07 26.94	+487.22	15 00.26	55 03.922	0.2	7 15	12 18	17 30
	17	22 52 29.486	84.553	- 9 35 16.80	+569.96	15 07.06	55 28.887	1.2	7 39	13 04	18 39
	18	23 40 43.957	99.026	- 5 34 37.85	+629.12	15 14.46	55 56.044	2.2	8 02	13 50	19 49
	19	0 29 01.599	56.669	- 1 15 29.00	+662.03	15 22.35	56 25.011	3.2	8 24	14 36	21 00
	20	1 17 55.306	110.377	+ 3 11 09.68	+666.18	15 30.69	56 55.615	4.2	8 47	15 23	22 12
	21	2 08 03.132	58.204	+ 7 33 15.37	+638.78	15 39.44	57 27.718	5.2	9 11	16 12	23 26
	22	3 00 03.637	58.714	+11 37 32.84	+576.61	15 48.50	58 00.980	6.2	9 39	17 03	—
	23	3 54 28.952	84.036	+15 09 30.15	+476.69	15 57.66	58 34.602	7.2	10 12	17 57	0 40
	24	4 51 35.067	90.162	+17 53 43.06	+338.06	16 06.52	59 07.108	8.2	10 53	18 55	1 53
	25	5 51 11.061	66.167	+19 35 17.39	+164.72	16 14.46	59 36.254	9.2	11 44	19 54	3 02
	26	6 52 32.828	87.948	+20 02 22.13	- 31.78	16 20.70	59 59.151	10.2	12 45	20 54	4 05
	27	7 54 28.743	83.875	+19 09 18.54	-232.34	16 24.38	60 12.666	11.2	13 57	21 54	4 57
	28	8 55 39.078	94.220	+16 58 56.35	-414.70	16 24.76	60 14.075	12.2	15 14	22 52	5 41
Marzec	1	9 54 59.887	115.036	+13 42 31.78	-559.99	16 21.42	60 01.798	13.2	16 34	23 47	6 16
	2	10 51 57.847	112.999	+ 9 37 22.06	-657.45	16 14.38	59 35.955	14.2	17 53	—	6 46
	3	11 46 30.801	85.953	+ 5 03 14.41	-705.12	16 04.17	58 58.496	15.2	19 11	0 40	7 12
	4	12 38 58.918	114.070	+ 0 19 19.68	-707.47	15 51.73	58 12.841	16.2	20 26	1 30	7 36
	5	13 29 53.856	109.008	- 4 17 41.74	-672.05	15 38.21	57 23.194	17.2	21 38	2 19	8 00
	6	14 19 50.072	105.226	- 8 34 21.09	-606.91	15 24.75	56 33.808	18.2	22 48	3 06	8 24
	7	15 09 19.000	74.158	-12 20 12.34	-519.09	15 12.38	55 48.422	19.2	23 55	3 53	8 50
	8	15 58 45.404	100.567	-15 27 20.47	-414.13	15 01.90	55 09.950	20.2	—	4 40	9 19
	9	16 48 25.169	80.340	-17 49 48.07	-296.36	14 53.85	54 40.393	21.2	0 58	5 27	9 53
	10	17 38 24.327	79.506	-19 23 12.66	-169.47	14 48.54	54 20.891	22.2	1 56	6 15	10 32
	11	18 28 39.553	94.742	-20 04 38.47	- 37.09	14 46.07	54 11.824	23.2	2 48	7 03	11 18
	12	19 19 00.416	55.613	-19 52 40.60	+ 96.80	14 46.37	54 12.927	24.2	3 34	7 51	12 10
	13	20 09 13.237	68.443	-18 47 35.24	+227.76	14 49.21	54 23.383	25.2	4 14	8 39	13 08
	14	20 59 05.772	60.984	-16 51 29.51	+351.02	14 54.26	54 41.909	26.2	4 47	9 26	14 10
	15	21 48 31.479	86.696	-14 08 27.00	+461.68	15 01.06	55 06.845	27.2	5 17	10 13	15 17
	16	22 37 32.370	87.589	-10 44 28.36	+554.90	15 09.07	55 36.273	28.2	5 42	10 59	16 25
	17	23 26 20.023	75.243	- 6 47 28.75	+626.00	15 17.76	56 08.170	29.2	6 06	11 45	17 36
	18	0 15 14.974	70.193	- 2 27 13.54	+670.47	15 26.60	56 40.600	0.7	6 29	12 32	18 48
	19	1 04 44.838	100.058	+ 2 04 47.27	+684.12	15 35.13	57 11.911	1.7	6 51	13 19	20 01
20	1 55 21.332	76.551	+ 6 35 27.41	+663.17	15 43.03	57 40.888	2.7	7 15	14 09	21 16	
21	2 47 35.909	91.130	+10 50 18.80	+604.67	15 50.09	58 06.807	3.7	7 42	15 00	22 31	
22	3 41 53.570	108.798	+14 33 58.81	+507.17	15 56.23	58 29.360	4.7	8 14	15 53	23 45	
23	4 38 24.885	80.120	+17 31 00.93	+372.05	16 01.44	58 48.471	5.7	8 52	16 49	—	
24	5 36 58.020	113.267	+19 27 20.51	+205.02	16 05.68	59 04.044	6.7	9 38	17 47	0 55	
25	6 36 55.056	110.315	+20 12 15.08	+ 17.29	16 08.87	59 15.730	7.7	10 35	18 46	1 59	
26	7 37 17.416	72.686	+19 40 31.81	-175.20	16 10.79	59 22.797	8.7	11 41	19 44	2 53	
27	8 37 00.936	56.216	+17 53 49.86	-354.72	16 11.17	59 24.168	9.7	12 54	20 41	3 38	
28	9 35 13.855	69.142	+15 00 34.47	-505.77	16 09.66	59 18.634	10.7	14 11	21 36	4 15	
29	10 31 28.448	83.739	+11 14 25.51	-617.93	16 06.00	59 05.211	11.7	15 29	22 28	4 46	
30	11 25 42.322	97.613	+ 6 52 03.97	-686.48	16 00.09	58 43.531	12.7	16 47	23 18	5 12	
31	12 18 12.199	67.490	+ 2 11 03.74	-711.49	15 52.09	58 14.137	13.7	18 02	—	5 37	
Kwiecień	1	13 09 25.292	80.582	- 2 31 45.54	-696.32	15 42.39	57 38.565	14.7	19 17	0 07	6 00
	2	13 59 51.623	106.915	- 7 01 20.31	-646.25	15 31.66	56 59.186	15.7	20 28	0 55	6 23

KSIĘŻYC 2018, KWIECIEŃ – MAJ

Data	$0^h TT$						wiek	CSE			
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie			
							wsch.	górow.	zach.		
Kwiecień	1	13 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup> 25. <sup>s</sup> 292	80. <sup>s</sup> 582	– 2°31'45".54	–696."32	15'42."39	57'38."565	14. <sup>d</sup> 7	19 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	0 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>
	2	13 59 51.623	106.915	– 7 01 20.31	–646.25	15 31.66	56 59.186	15.7	20 28	0 55	6 23
	3	14 49 58.337	113.632	–11 04 54.91	–567.35	15 20.68	56 18.871	16.7	21 38	1 43	6 49
	4	15 40 05.846	61.145	–14 32 11.98	–465.81	15 10.25	55 40.605	17.7	22 44	2 31	7 16
	5	16 30 25.549	80.856	–17 15 20.24	–347.58	15 01.14	55 07.143	18.7	23 45	3 19	7 48
	6	17 20 59.153	114.468	–19 08 46.98	–218.25	14 53.96	54 40.785	19.7	—	4 07	8 26
	7	18 11 39.826	95.151	–20 09 09.48	– 83.06	14 49.18	54 23.253	20.7	0 41	4 55	9 09
	8	19 02 15.224	70.559	–20 15 06.02	+ 53.14	14 47.11	54 15.653	21.7	1 30	5 44	9 59
	9	19 52 31.843	87.186	–19 27 05.66	+185.99	14 47.88	54 18.472	22.7	2 12	6 31	10 54
	10	20 42 19.599	74.950	–17 47 16.60	+311.59	14 51.45	54 31.576	23.7	2 47	7 19	11 55
	11	21 31 35.465	90.822	–15 19 15.89	+426.38	14 57.61	54 54.210	24.7	3 18	8 05	13 00
	12	22 20 25.455	80.815	–12 08 04.90	+526.83	15 06.00	55 24.981	25.7	3 45	8 51	14 07
	13	23 09 04.930	60.293	– 8 20 14.20	+608.97	15 16.05	56 01.871	26.7	4 09	9 38	15 17
	14	23 57 57.608	112.972	– 4 03 58.74	+668.02	15 27.06	56 42.300	27.7	4 31	10 24	16 29
	15	0 47 33.589	88.953	+ 0 30 21.05	+698.32	15 38.23	57 23.297	28.7	4 54	11 12	17 43
	16	1 38 26.362	81.726	+ 5 10 01.06	+693.67	15 48.72	58 01.787	0.3	5 17	12 01	18 59
	17	2 31 08.243	63.611	+ 9 39 51.35	+648.34	15 57.77	58 34.988	1.3	5 43	12 53	20 17
	18	3 26 03.601	58.975	+13 42 46.05	+558.73	16 04.80	59 00.805	2.3	6 13	13 47	21 34
	19	4 23 19.951	75.334	+17 01 00.00	+425.54	16 09.52	59 18.116	3.3	6 49	14 44	22 48
	20	5 22 39.311	94.706	+19 18 17.48	+255.78	16 11.89	59 26.830	4.3	7 34	15 42	23 55
	21	6 23 15.151	70.559	+20 22 34.55	+ 63.32	16 12.13	59 27.697	5.3	8 28	16 41	—
	22	7 24 00.400	55.821	+20 08 23.09	–133.34	16 10.56	59 21.940	6.3	9 32	17 40	0 52
	23	8 23 45.864	101.298	+18 37 50.89	–315.56	16 07.54	59 10.858	7.3	10 43	18 37	1 40
	24	9 21 39.953	95.395	+15 59 48.03	–469.01	16 03.36	58 55.510	8.3	11 58	19 31	2 18
	25	10 17 19.405	74.853	+12 27 35.06	–585.54	15 58.20	58 36.585	9.3	13 14	20 23	2 50
	26	11 10 48.310	103.761	+ 8 16 41.00	–662.30	15 52.17	58 14.430	10.3	14 30	21 12	3 17
	27	12 02 30.002	85.455	+ 3 42 59.21	–699.78	15 45.30	57 49.233	11.3	15 45	22 00	3 41
	28	12 52 57.561	113.016	– 0 58 11.08	–700.12	15 37.67	57 21.244	12.3	16 59	22 48	4 03
	29	13 42 45.934	101.390	– 5 32 32.76	–666.27	15 29.43	56 50.997	13.3	18 11	23 35	4 26
	30	14 32 26.140	81.601	– 9 47 06.45	–601.76	15 20.83	56 19.432	14.3	19 21	—	4 49
Maj	1	15 22 21.100	76.567	–13 30 25.32	–510.80	15 12.25	55 47.912	15.3	20 29	0 23	5 16
	2	16 12 42.758	98.233	–16 32 53.48	–398.45	15 04.13	55 18.134	16.3	21 34	1 11	5 45
	3	17 03 30.818	86.304	–18 47 06.55	–270.59	14 57.00	54 51.967	17.3	22 32	1 59	6 20
	4	17 54 33.791	89.288	–20 08 09.47	–133.70	14 51.37	54 31.279	18.3	23 25	2 48	7 01
	5	18 45 32.746	88.255	–20 33 44.37	+ 5.70	14 47.69	54 17.773	19.3	—	3 36	7 48
	6	19 36 07.147	62.668	–20 04 02.75	+141.79	14 46.35	54 12.859	20.3	0 10	4 24	8 42
	7	20 26 01.116	56.647	–18 41 22.23	+269.95	14 47.63	54 17.553	21.3	0 48	5 12	9 40
	8	21 15 08.220	63.759	–16 29 35.07	+386.89	14 51.67	54 32.387	22.3	1 20	5 58	10 43
	9	22 03 33.782	89.329	–13 33 40.40	+490.22	14 58.46	54 57.319	23.3	1 48	6 44	11 49
	10	22 51 34.868	90.420	– 9 59 31.10	+577.70	15 07.81	55 31.619	24.3	2 12	7 29	12 57
	11	23 39 38.788	94.343	– 5 54 01.31	+646.32	15 19.29	56 13.759	25.3	2 34	8 15	14 07
	12	0 28 20.858	76.416	– 1 25 34.73	+691.51	15 32.25	57 01.326	26.3	2 56	9 02	15 20
	13	1 18 21.511	77.071	+ 3 15 12.82	+706.83	15 45.79	57 51.025	27.3	3 19	9 50	16 35
	14	2 10 22.051	77.616	+ 7 54 50.58	+684.31	15 58.82	58 38.867	28.3	3 43	10 41	17 53
	15	3 04 57.766	113.337	+12 16 33.93	+616.16	16 10.19	59 20.595	29.3	4 11	11 34	19 12
	16	4 02 27.376	82.958	+16 01 02.98	+497.87	16 18.84	59 52.340	0.7	4 45	12 31	20 31
	17	5 02 40.248	95.844	+18 48 30.92	+332.37	16 24.02	60 11.355	1.7	5 26	13 31	21 44

KSIĘŻYC 2018, MAJ – CZERWIEC

Data	$0^h TT$						wiek	CSE				
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie				
							wsch.	górow.	zach.			
Maj	17	5 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> .248	95.844	+18°48'30".92	+332".37	16'24".02	60'11".355	1.7	5 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	13 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	
	18	6 04 47.711	103.323	+20 22 22.76	+132.95	16 25.44	60 16.555	2.7	6 18	14 32	22 47	
	19	7 07 28.219	83.847	+20 33 18.19	- 78.16	16 23.29	60 08.656	3.7	7 20	15 33	23 40	
	20	8 09 10.012	65.656	+19 21 35.90	-276.35	16 18.16	59 49.824	4.7	8 31	16 32	—	
	21	9 08 40.229	95.886	+16 56 31.46	-442.60	16 10.85	59 23.016	5.7	9 46	17 28	0 22	
	22	10 05 22.961	78.626	+13 33 04.89	-567.39	16 02.21	58 51.284	6.7	11 03	18 20	0 55	
	23	10 59 19.429	75.101	+ 9 28 20.02	-649.39	15 52.93	58 17.242	7.7	12 19	19 10	1 23	
	24	11 50 56.925	112.601	+ 4 58 52.15	-691.66	15 43.55	57 42.813	8.7	13 34	19 58	1 47	
	25	12 40 55.869	111.549	+ 0 19 43.61	-698.48	15 34.40	57 09.216	9.7	14 47	20 45	2 10	
	26	13 29 59.787	115.471	- 4 15 41.64	-673.62	15 25.65	56 37.113	10.7	15 58	21 31	2 31	
	27	14 18 48.572	104.261	- 8 35 20.57	-620.07	15 17.40	56 06.837	11.7	17 08	22 18	2 54	
	28	15 07 53.843	109.540	-12 28 16.30	-540.47	15 09.71	55 38.623	12.7	18 17	23 05	3 18	
	29	15 57 35.410	91.117	-15 44 38.98	-437.90	15 02.68	55 12.800	13.7	19 22	23 53	3 46	
	30	16 47 58.831	114.550	-18 16 05.43	-316.61	14 56.44	54 49.908	14.7	20 24	—	4 18	
	31	17 38 54.967	110.699	-19 56 12.05	-182.33	14 51.22	54 30.740	15.7	21 19	0 41	4 56	
	Czerwiec	1	18 30 02.681	58.427	-20 41 08.50	- 41.98	14 47.29	54 16.310	16.7	22 07	1 30	5 41
		2	19 20 54.915	110.675	-20 29 56.05	+ 97.26	14 44.96	54 07.777	17.7	22 48	2 19	6 32
		3	20 11 06.644	62.417	-19 24 19.72	+229.10	14 44.57	54 06.334	18.7	23 22	3 06	7 29
		4	21 00 22.057	77.841	-17 28 15.43	+348.99	14 46.41	54 13.082	19.7	23 51	3 53	8 30
		5	21 48 38.835	94.628	-14 47 05.72	+454.22	14 50.72	54 28.895	20.7	—	4 39	9 34
		6	22 36 09.082	64.883	-11 27 01.91	+543.30	14 57.63	54 54.276	21.7	0 16	5 24	10 40
		7	23 23 17.934	73.740	- 7 34 46.59	+614.92	15 07.14	55 29.184	22.7	0 39	6 08	11 48
		8	0 10 41.154	96.965	- 3 17 42.46	+666.86	15 19.04	56 12.841	23.7	1 00	6 53	12 58
		9	0 59 02.455	58.270	+ 1 15 32.97	+694.98	15 32.85	57 03.528	24.7	1 21	7 39	14 11
		10	1 49 10.236	66.057	+ 5 54 13.63	+692.65	15 47.80	57 58.414	25.7	1 44	8 28	15 26
		11	2 41 52.405	108.233	+10 24 26.88	+651.13	16 02.82	58 53.523	26.7	2 09	9 19	16 44
		12	3 37 47.252	103.090	+14 28 41.66	+561.47	16 16.56	59 43.967	27.7	2 39	10 15	18 04
		13	4 37 09.147	64.999	+17 46 31.00	+418.85	16 27.62	60 24.551	28.7	3 16	11 14	19 21
		14	5 39 32.143	88.013	+19 57 19.76	+228.37	16 34.75	60 50.729	0.2	4 04	12 16	20 32
		15	6 43 42.308	98.197	+20 45 16.35	+ 8.70	16 37.18	60 59.645	1.2	5 02	13 19	21 32
		16	7 47 52.054	107.961	+20 04 14.22	-211.39	16 34.78	60 50.854	2.2	6 12	14 21	22 20
17		8 50 15.411	71.332	+17 59 55.28	-403.65	16 28.11	60 26.351	3.2	7 29	15 20	22 58	
18		9 49 42.352	98.285	+14 47 27.23	-550.32	16 18.18	59 49.920	4.2	8 48	16 15	23 28	
19		10 45 51.283	107.224	+10 46 25.65	-646.55	16 06.25	59 06.107	5.2	10 06	17 07	23 54	
20		11 39 00.088	56.035	+ 6 16 26.02	-696.24	15 53.48	58 19.264	6.2	11 23	17 57	—	
21		12 29 49.306	105.257	+ 1 34 40.80	-706.59	15 40.86	57 32.923	7.2	12 37	18 44	0 17	
22		13 19 07.704	63.660	- 3 04 30.63	-684.42	15 29.04	56 49.556	8.2	13 49	19 30	0 39	
23		14 07 42.875	98.837	- 7 29 12.41	-634.80	15 18.43	56 10.628	9.2	14 59	20 16	1 00	
24		14 56 15.485	71.455	-11 29 08.51	-561.08	15 09.22	55 36.804	10.2	16 07	21 02	1 24	
25		15 45 15.304	71.284	-14 55 11.35	-465.77	15 01.43	55 08.219	11.2	17 13	21 50	1 50	
26		16 34 58.111	114.104	-17 39 14.63	-351.65	14 55.03	54 44.731	12.2	18 16	22 37	2 20	
27		17 25 23.852	79.858	-19 34 31.86	-222.74	14 49.97	54 26.148	13.2	19 13	23 26	2 55	
28		18 16 17.285	73.305	-20 36 12.52	- 84.68	14 46.22	54 12.382	14.2	20 04	—	3 37	
29		19 07 12.268	68.303	-20 41 59.34	+ 55.53	14 43.81	54 03.558	15.2	20 48	0 15	4 26	
30		19 57 39.314	95.362	-19 52 27.36	+190.74	14 42.86	54 00.044	16.2	21 24	1 03	5 21	
Lipiec	1	20 47 14.165	70.225	-18 10 53.00	+314.86	14 43.51	54 02.433	17.2	21 55	1 50	6 20	
	2	21 35 44.472	100.543	-15 42 36.66	+423.71	14 45.97	54 11.473	18.2	22 21	2 36	7 23	

KSIEŻYC 2018, LIPIEC – SIERPIEŃ

Data	0 <sup>h</sup> TT						wiek	CSE			
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie			
							wsch.	górow.	zach.		
Lipiec	1	20 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 14. <sup>s</sup> 165	70 <sup>s</sup> .225	-18°10'53".00	+314".86	14'43".51	54'02".433	17.2	21 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>
	2	21 35 44.472	100.543	-15 42 36.66	+423.71	14 45.97	54 11.473	18.2	22 21	2 36	7 23
	3	22 23 12.876	68.955	-12 34 15.21	+515.04	14 50.46	54 27.947	19.2	22 44	3 20	8 28
	4	23 09 56.779	112.864	- 8 53 03.11	+587.81	14 57.16	54 52.531	20.2	23 05	4 05	9 35
	5	23 56 26.267	82.357	- 4 46 35.45	+641.15	15 06.17	55 25.604	21.2	23 26	4 48	10 43
	6	0 43 21.497	77.591	- 0 22 57.52	+673.23	15 17.45	56 07.030	22.2	23 47	5 33	11 52
	7	1 31 30.009	86.107	+ 4 08 40.35	+680.32	15 30.77	56 55.899	23.2	—	6 19	13 04
	8	2 21 43.289	99.393	+ 8 37 09.13	+656.23	15 45.58	57 50.273	24.2	0 10	7 07	14 19
	9	3 14 50.873	106.986	+12 48 23.96	+592.68	16 01.03	58 46.975	25.2	0 37	7 59	15 36
	10	4 11 29.694	85.820	+16 24 55.09	+481.44	16 15.91	59 41.574	26.2	1 09	8 55	16 54
	11	5 11 47.829	103.969	+19 06 40.82	+319.06	16 28.75	60 28.711	27.2	1 50	9 55	18 08
	12	6 15 07.541	63.700	+20 34 17.43	+113.15	16 38.06	61 02.886	28.2	2 42	10 58	19 14
	13	7 20 01.068	57.245	+20 34 16.97	-114.28	16 42.62	61 19.627	29.2	3 47	12 02	20 09
	14	8 24 32.064	88.257	+19 04 11.66	-331.86	16 41.82	61 16.671	0.8	5 02	13 04	20 53
	15	9 26 55.778	111.984	+16 13 57.86	-511.13	16 35.81	60 54.625	1.8	6 23	14 03	21 28
	16	10 26 11.242	67.457	+12 22 33.08	-636.43	16 25.49	60 16.757	2.8	7 45	14 59	21 57
	17	11 22 07.529	63.749	+ 7 52 16.52	-706.08	16 12.22	59 28.038	3.8	9 05	15 51	22 21
	18	12 15 10.274	66.498	+ 3 04 11.57	-727.00	15 57.47	58 33.906	4.8	10 22	16 40	22 44
	19	13 06 03.706	59.933	- 1 44 06.34	-708.74	15 42.58	57 39.249	5.8	11 37	17 27	23 06
	20	13 55 36.898	93.130	- 6 18 43.17	-659.81	15 28.57	56 47.834	6.8	12 49	18 14	23 29
	21	14 44 35.295	91.533	-10 28 41.73	-586.38	15 16.13	56 02.169	7.8	13 58	19 00	23 54
	22	15 33 35.602	91.849	-14 05 07.00	-492.59	15 05.63	55 23.626	8.8	15 05	19 47	—
	23	16 23 02.307	58.564	-17 00 27.82	-381.50	14 57.20	54 52.698	9.8	16 09	20 35	0 23
	24	17 13 05.273	61.543	-19 08 25.65	-256.27	14 50.82	54 29.273	10.8	17 08	21 23	0 56
	25	18 03 39.064	95.346	-20 24 09.33	-121.14	14 46.36	54 12.888	11.8	18 01	22 11	1 36
	26	18 54 25.122	81.417	-20 44 45.98	+ 18.27	14 43.65	54 02.942	12.8	18 47	23 00	2 22
	27	19 44 57.307	113.615	-20 09 50.61	+155.40	14 42.54	53 58.867	13.8	19 26	23 47	3 15
	28	20 34 49.657	105.975	-18 41 37.50	+283.73	14 42.91	54 00.251	14.8	19 58	—	4 13
	29	21 23 43.884	100.211	-16 24 45.42	+397.88	14 44.73	54 06.914	15.8	20 26	0 33	5 15
	30	22 11 34.300	90.634	-13 25 42.33	+494.18	14 48.00	54 18.928	16.8	20 50	1 19	6 20
31	22 58 29.379	85.718	- 9 52 04.23	+570.56	14 52.81	54 36.584	17.8	21 11	2 03	7 26	
Sierpień	1	23 44 50.745	107.087	- 5 52 03.43	+625.93	14 59.27	55 00.296	18.8	21 32	2 47	8 33
	2	0 31 10.965	67.310	- 1 34 15.68	+659.26	15 07.49	55 30.454	19.8	21 52	3 30	9 41
	3	1 18 11.060	67.407	+ 2 52 10.55	+668.71	15 17.51	56 07.222	20.8	22 14	4 15	10 51
	4	2 06 37.776	94.127	+ 7 17 04.54	+650.85	15 29.24	56 50.293	21.8	22 38	5 01	12 02
	5	2 57 19.699	76.056	+11 28 30.60	+600.36	15 42.41	57 38.610	22.8	23 06	5 50	13 16
	6	3 51 00.484	56.849	+15 12 08.34	+510.72	15 56.43	58 30.100	23.8	23 42	6 42	14 31
	7	4 48 07.504	63.881	+18 11 07.75	+376.57	16 10.44	59 21.507	24.8	—	7 39	15 45
	8	5 48 36.605	92.997	+20 07 26.68	+198.15	16 23.23	60 08.443	25.8	0 27	8 38	16 54
	9	6 51 39.667	96.074	+20 45 08.61	- 13.62	16 33.41	60 45.823	26.8	1 24	9 41	17 54
	10	7 55 47.434	103.856	+19 55 09.01	-235.65	16 39.66	61 08.741	27.8	2 34	10 43	18 43
	11	8 59 14.579	71.013	+17 39 10.82	-438.66	16 40.99	61 13.627	28.8	3 52	11 45	19 23
	12	10 00 34.967	91.409	+14 10 07.78	-597.80	16 37.08	60 59.287	0.6	5 15	12 43	19 55
	13	10 59 04.408	60.856	+ 9 48 32.61	-700.35	16 28.37	60 27.317	1.6	6 38	13 38	20 22
	14	11 54 41.109	97.559	+ 4 57 28.51	-745.99	16 15.94	59 41.682	2.6	8 00	14 30	20 46
	15	12 47 52.140	108.591	- 0 01 38.89	-742.23	16 01.22	58 47.670	3.6	9 18	15 20	21 09
	16	13 39 18.016	74.469	- 4 51 04.45	-699.19	15 45.71	57 50.725	4.6	10 33	16 08	21 32



KSIEŹYC 2018, SIERPIEŃ – WRZESIEŃ

Data	$0^h TT$						wiek	CSE				
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie				
							wsch.	górow.	zach.			
Sierpień	16	13 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 18.016	74.469	- 4°51'04"45	-699"19	15'45"71	57'50"725	4.6	10 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	
	17	14 29 41.217	97.673	- 9 17 01.16	-626.22	15 30.68	56 55.558	5.6	11 45	16 56	21 57	
	18	15 19 38.986	95.448	-13 09 02.32	-530.59	15 17.09	56 05.710	6.6	12 55	17 43	22 25	
	19	16 09 38.916	95.386	-16 19 11.12	-417.62	15 05.59	55 23.479	7.6	14 01	18 31	22 57	
	20	16 59 56.235	112.715	-18 41 23.37	-291.54	14 56.49	54 50.070	8.6	15 02	19 19	23 34	
	21	17 50 32.743	89.233	-20 11 13.05	-156.46	14 49.88	54 25.825	9.6	15 57	20 08	—	
	22	18 41 17.954	74.454	-20 45 58.54	- 17.04	14 45.70	54 10.468	10.6	16 45	20 56	0 18	
	23	19 31 52.935	109.445	-20 24 59.04	+121.35	14 43.75	54 03.310	11.6	17 26	21 44	1 09	
	24	20 21 56.301	112.820	-19 09 47.70	+253.01	14 43.78	54 03.438	12.6	18 00	22 31	2 05	
	25	21 11 10.736	67.263	-17 04 11.19	+372.62	14 45.53	54 09.868	13.6	18 30	23 16	3 07	
	26	21 59 28.074	84.606	-14 13 53.67	+475.79	14 48.75	54 21.675	14.6	18 55	—	4 11	
	27	22 46 51.812	108.347	-10 46 11.09	+559.26	14 53.22	54 38.101	15.6	19 17	0 01	5 17	
	28	23 33 37.187	93.723	- 6 49 25.11	+620.75	14 58.82	54 58.624	16.6	19 38	0 45	6 24	
	29	0 20 09.701	66.238	- 2 32 44.61	+658.53	15 05.45	55 22.970	17.6	19 58	1 29	7 33	
	30	1 07 02.991	59.528	+ 1 54 00.55	+670.82	15 13.10	55 51.066	18.6	20 19	2 14	8 42	
	31	1 54 56.349	112.888	+ 6 20 12.56	+655.31	15 21.78	56 22.918	19.6	20 42	2 59	9 53	
	Wrzesień	1	2 44 31.533	88.075	+10 34 08.05	+608.84	15 31.46	56 58.424	20.6	21 08	3 46	11 05
		2	3 36 27.829	84.376	+14 22 38.28	+527.55	15 42.00	57 37.135	21.6	21 40	4 36	12 18
		3	4 31 14.234	70.790	+17 31 04.43	+408.09	15 53.14	58 17.992	22.6	22 20	5 30	13 31
		4	5 28 58.691	115.258	+19 43 55.88	+250.01	16 04.34	58 59.108	23.6	23 10	6 26	14 40
		5	6 29 17.562	74.142	+20 46 41.17	+ 59.25	16 14.84	59 37.664	24.6	—	7 25	15 41
		6	7 31 12.744	69.337	+20 28 53.50	-149.56	16 23.67	60 10.047	25.6	0 12	8 26	16 34
		7	8 33 23.533	80.137	+18 47 32.88	-354.48	16 29.73	60 32.301	26.6	1 25	9 27	17 16
		8	9 34 30.909	87.520	+15 48 59.29	-531.99	16 32.07	60 40.908	27.6	2 45	10 25	17 51
		9	10 33 40.677	97.293	+11 48 04.08	-663.99	16 30.11	60 33.688	28.6	4 08	11 22	18 20
		10	11 30 32.937	89.554	+ 7 05 05.18	-741.64	16 23.79	60 10.501	0.5	5 30	12 16	18 46
		11	12 25 17.173	73.790	+ 2 02 00.51	-765.10	16 13.69	59 33.420	1.5	6 51	13 07	19 09
		12	13 18 20.645	77.261	- 3 00 35.26	-740.59	16 00.84	58 46.272	2.5	8 10	13 58	19 33
		13	14 10 17.000	73.617	- 7 45 15.54	-677.04	15 46.54	57 53.792	3.5	9 26	14 47	19 57
		14	15 01 37.880	94.500	-11 58 14.80	-583.63	15 32.08	57 00.717	4.5	10 39	15 36	20 24
		15	15 52 47.472	104.098	-15 29 16.38	-468.48	15 18.57	56 11.130	5.5	11 48	16 24	20 55
16		16 43 59.402	116.036	-18 11 02.94	-338.43	15 06.85	55 28.124	6.5	12 52	17 13	21 30	
17		17 35 15.702	72.345	-19 58 49.16	-199.38	14 57.49	54 53.744	7.5	13 51	18 02	22 12	
18		18 26 28.056	84.709	-20 50 04.41	- 56.72	14 50.77	54 29.082	8.5	14 42	18 51	23 01	
19		19 17 21.323	77.985	-20 44 24.05	+ 84.42	14 46.78	54 14.441	9.5	15 25	19 39	23 56	
20		20 07 38.696	95.366	-19 43 23.03	+219.23	14 45.43	54 09.495	10.5	16 02	20 26	—	
21		20 57 07.076	63.753	-17 50 26.78	+343.34	14 46.50	54 13.433	11.5	16 32	21 12	0 56	
22		21 45 41.197	97.879	-15 10 38.60	+452.97	14 49.68	54 25.088	12.5	16 59	21 58	1 59	
23		22 33 25.676	82.360	-11 50 26.38	+544.83	14 54.58	54 43.059	13.5	17 22	22 42	3 05	
24		23 20 35.109	91.793	- 7 57 32.76	+615.94	15 00.78	55 05.836	14.5	17 43	23 27	4 13	
25		0 07 32.851	89.535	- 3 40 50.52	+663.39	15 07.89	55 31.941	15.5	18 03	—	5 22	
26		0 54 49.123	105.807	+ 0 49 36.73	+684.17	15 15.55	56 00.059	16.5	18 24	0 11	6 32	
27		1 42 58.661	115.345	+ 5 22 30.96	+675.10	15 23.48	56 29.145	17.5	18 46	0 57	7 43	
28		2 32 37.616	94.301	+ 9 45 16.56	+632.93	15 31.47	56 58.476	18.5	19 11	1 44	8 56	
29		3 24 19.003	75.693	+13 44 03.41	+554.80	15 39.41	57 27.607	19.5	19 41	2 34	10 10	
30		4 18 26.044	82.741	+17 04 06.66	+439.23	15 47.21	57 56.245	20.5	20 18	3 26	11 23	
Październik	1	5 15 03.732	60.439	+19 30 37.88	+287.74	15 54.78	58 24.040	21.5	21 03	4 21	12 32	

KSIĘŻYC 2018, PAŹDZIERNIK – LISTOPAD

Data	$0^h TT$						wiek	CSE			
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie			
							wsch.	górow.	zach.		
Październik	1	$5^h 15^m 03.732^s$	60.439	+19° 30' 37" 88	+287.74	15' 54" 78	58' 24" 040	21.5	21 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>	12 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>
	2	6 13 51.352	108.071	+20 50 20.99	+106.80	16 01.95	58 50.352	22.5	22 00	5 18	13 35
	3	7 14 01.222	57.953	+20 53 47.56	- 91.07	16 08.41	59 14.059	23.5	23 07	6 17	14 29
	4	8 14 28.219	84.962	+19 37 32.65	-288.53	16 13.70	59 33.476	24.5	—	7 16	15 14
	5	9 14 08.147	64.899	+17 05 30.79	-467.02	16 17.24	59 46.473	25.5	0 22	8 13	15 50
	6	10 12 15.682	72.439	+13 28 34.14	-610.90	16 18.42	59 50.807	26.5	1 42	9 09	16 20
	7	11 08 32.878	89.637	+ 9 02 47.45	-710.00	16 16.74	59 44.641	27.5	3 03	10 02	16 46
	8	12 03 06.743	63.502	+ 4 07 08.35	-760.00	16 11.96	59 27.100	28.5	4 24	10 54	17 10
	9	12 56 20.570	77.328	- 0 58 44.23	-761.58	16 04.22	58 58.663	0.2	5 44	11 45	17 33
	10	13 48 44.197	100.956	- 5 56 13.84	-719.04	15 54.02	58 21.233	1.2	7 02	12 35	17 56
	11	14 40 45.854	102.616	-10 28 58.42	-639.07	15 42.20	57 37.840	2.2	8 17	13 24	18 22
	12	15 32 46.221	102.988	-14 23 33.18	-529.60	15 29.74	56 52.115	3.2	9 30	14 14	18 51
	13	16 24 54.730	111.504	-17 29 50.48	-399.02	15 17.64	56 07.723	4.2	10 38	15 04	19 25
	14	17 17 08.405	65.189	-19 41 03.56	-255.60	15 06.80	55 27.920	5.2	11 41	15 54	20 05
	15	18 09 13.645	70.439	-20 53 38.87	-107.10	14 57.91	54 55.289	6.2	12 36	16 44	20 51
	16	19 00 50.822	107.627	-21 06 58.24	+ 39.69	14 51.47	54 31.647	7.2	13 23	17 32	21 44
	17	19 51 40.496	97.310	-20 22 51.46	+179.29	14 47.76	54 18.061	8.2	14 02	18 20	22 43
	18	20 41 29.283	86.106	-18 45 02.36	+307.66	14 46.90	54 14.901	9.2	14 35	19 07	23 45
	19	21 30 13.700	70.530	-16 18 35.91	+422.02	14 48.81	54 21.907	10.2	15 02	19 52	—
	20	22 18 01.432	58.266	-13 09 34.69	+520.23	14 53.26	54 38.239	11.2	15 26	20 37	0 50
	21	23 05 10.580	67.417	- 9 24 50.60	+600.20	14 59.88	55 02.525	12.2	15 47	21 21	1 57
	22	23 52 07.837	64.674	- 5 12 12.45	+659.21	15 08.16	55 32.917	13.2	16 08	22 06	3 06
	23	0 39 26.278	83.116	- 0 40 45.74	+693.54	15 17.50	56 07.198	14.2	16 28	22 51	4 16
	24	1 27 42.885	99.725	+ 3 58 42.51	+698.48	15 27.24	56 42.949	15.2	16 50	23 39	5 28
	25	2 17 35.284	92.126	+ 8 33 24.11	+668.77	15 36.73	57 17.781	16.2	17 14	—	6 42
	26	3 09 36.823	93.670	+12 48 27.71	+599.64	15 45.40	57 49.612	17.2	17 42	0 28	7 57
	27	4 04 09.252	66.107	+16 27 30.14	+488.55	15 52.84	58 16.906	18.2	18 16	1 21	9 13
	28	5 01 13.566	70.433	+19 13 55.96	+337.40	15 58.81	58 38.812	19.2	18 59	2 16	10 26
	29	6 00 22.479	79.359	+20 53 09.38	+154.48	16 03.25	58 55.128	20.2	19 53	3 13	11 32
	30	7 00 40.652	97.547	+21 15 14.59	- 45.36	16 06.25	59 06.123	21.2	20 57	4 12	12 29
	31	8 00 57.108	114.016	+20 17 06.10	-243.47	16 07.92	59 12.237	22.2	22 09	5 11	13 16
Listopad	1	9 00 06.085	63.004	+18 03 05.82	-422.02	16 08.34	59 13.801	23.2	23 26	6 08	13 53
	2	9 57 25.267	82.194	+14 43 52.26	-567.88	16 07.54	59 10.841	24.2	—	7 03	14 24
	3	10 52 42.584	99.516	+10 34 09.44	-673.66	16 05.41	59 03.041	25.2	0 45	7 55	14 50
	4	11 46 11.828	68.763	+ 5 50 40.63	-736.52	16 01.83	58 49.885	26.2	2 04	8 46	15 13
	5	12 38 22.942	79.879	+ 0 50 40.72	-756.40	15 56.66	58 30.922	27.2	3 23	9 36	15 35
	6	13 29 52.077	109.016	- 4 08 55.70	-734.94	15 49.89	58 06.077	28.2	4 40	10 25	15 58
	7	14 21 13.394	70.337	- 8 52 09.24	-675.11	15 41.67	57 35.911	29.2	5 56	11 14	16 22
	8	15 12 52.659	109.609	-13 04 29.51	-581.40	15 32.35	57 01.714	0.6	7 10	12 03	16 48
	9	16 05 02.451	59.410	-16 33 34.59	-460.04	15 22.47	56 25.436	1.6	8 21	12 54	17 20
	10	16 57 39.549	96.520	-19 09 53.51	-319.00	15 12.67	55 49.459	2.6	9 27	13 44	17 57
	11	17 50 25.780	82.764	-20 47 22.06	-167.41	15 03.64	55 16.310	3.6	10 27	14 35	18 41
	12	18 42 53.080	110.076	-21 23 38.39	- 14.45	14 56.03	54 48.394	4.6	11 18	15 24	19 32
	13	19 34 31.765	88.775	-20 59 48.40	+131.97	14 50.41	54 27.782	5.6	12 01	16 13	20 28
	14	20 24 59.146	116.167	-19 39 42.06	+266.19	14 47.23	54 16.088	6.6	12 36	17 00	21 30
	15	21 14 05.436	62.467	-17 28 55.09	+385.00	14 46.77	54 14.393	7.6	13 05	17 46	22 33
	16	22 01 55.711	112.749	-14 33 56.11	+487.06	14 49.17	54 23.202	8.6	13 30	18 30	23 39

KSIĘŻYC 2018, LISTOPAD – GRUDZIEŃ

Data	$0^h TT$						wiek	CSE				
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\alpha_{app}^{\gamma}$	$\delta_{app}$	$V_{\delta}/1^h$	$R$	$\pi$		w Warszawie				
							wsch.	górow.	zach.			
Listopad	16	22 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup> .711	112.749	-14°33'56".11	+487".06	14'49".17	54'23".202	8.6	13 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	
	17	22 48 48.695	105.739	-11 01 34.79	+571.77	14 54.40	54 42.402	9.6	13 52	19 14	—	
	18	23 35 14.064	71.112	- 6 58 57.37	+638.16	15 02.25	55 11.209	10.6	14 12	19 58	0 47	
	19	0 21 49.562	106.614	- 2 33 47.50	+683.94	15 12.30	55 48.105	11.6	14 32	20 43	1 56	
	20	1 09 18.309	75.364	+ 2 04 53.84	+704.90	15 23.93	56 30.805	12.6	14 52	21 29	3 06	
	21	1 58 25.763	82.823	+ 6 45 59.73	+694.80	15 36.33	57 16.302	13.6	15 15	22 18	4 20	
	22	2 49 55.041	112.108	+11 15 35.84	+646.15	15 48.52	58 01.055	14.6	15 41	23 10	5 36	
	23	3 44 19.047	76.123	+15 16 51.43	+552.20	15 59.50	58 41.356	15.6	16 13	—	6 53	
	24	4 41 48.818	105.908	+18 30 56.41	+410.42	16 08.36	59 13.866	16.6	16 53	0 05	8 10	
	25	5 42 01.091	58.198	+20 39 31.91	+226.56	16 14.44	59 36.179	17.6	17 44	1 04	9 22	
	26	6 43 53.446	110.570	+21 28 40.56	+ 16.65	16 17.45	59 47.231	18.6	18 46	2 04	10 24	
	27	7 45 56.382	113.523	+20 52 30.43	-195.85	16 17.49	59 47.391	19.6	19 57	3 04	11 16	
	28	8 46 41.072	98.227	+18 54 47.97	-387.59	16 14.98	59 38.181	20.6	21 15	4 03	11 57	
	29	9 45 06.996	64.163	+15 47 24.49	-542.36	16 10.51	59 21.754	21.6	22 34	5 00	12 30	
	30	10 40 53.720	110.895	+11 46 47.61	-653.23	16 04.67	59 00.334	22.6	23 52	5 53	12 57	
	Grudzień	1	11 34 15.582	72.764	+ 7 10 41.96	-720.11	15 57.98	58 35.785	23.6	—	6 44	13 20
		2	12 25 48.587	105.772	+ 2 16 10.58	-745.97	15 50.80	58 09.403	24.6	1 09	7 32	13 42
		3	13 16 17.692	74.882	- 2 41 04.52	-734.29	15 43.31	57 41.923	25.6	2 25	8 20	14 03
		4	14 06 27.324	84.520	- 7 26 38.63	-688.00	15 35.61	57 13.683	26.6	3 40	9 08	14 25
		5	14 56 54.489	111.693	-11 47 12.64	-609.75	15 27.76	56 44.870	27.6	4 53	9 56	14 50
		6	15 48 03.297	60.511	-15 30 36.77	-502.84	15 19.83	56 15.761	28.6	6 05	10 46	15 19
		7	16 40 00.698	57.926	-18 26 19.11	-372.28	15 11.97	55 46.909	29.6	7 13	11 36	15 53
		8	17 32 34.699	91.942	-20 26 14.78	-225.35	15 04.43	55 19.228	0.8	8 16	12 26	16 33
		9	18 25 16.971	74.229	-21 25 38.27	- 71.22	14 57.55	54 53.977	1.8	9 11	13 16	17 21
		10	19 17 30.593	87.866	-21 23 33.37	+ 80.47	14 51.74	54 32.665	2.8	9 58	14 06	18 16
		11	20 08 40.821	98.109	-20 22 41.53	+221.52	14 47.45	54 16.908	3.8	10 36	14 54	19 16
		12	20 58 24.725	82.025	-18 28 29.80	+346.48	14 45.10	54 08.277	4.8	11 08	15 40	20 19
		13	21 46 36.368	93.679	-15 47 59.78	+452.84	14 45.07	54 08.156	5.8	11 34	16 25	21 24
		14	22 33 27.115	84.434	-12 28 45.26	+540.23	14 47.64	54 17.613	6.8	11 57	17 08	22 29
		15	23 19 22.916	80.241	- 8 38 16.87	+609.06	14 53.00	54 37.276	7.8	12 17	17 51	23 36
16		0 05 00.798	58.129	- 4 23 59.33	+659.20	15 01.15	55 07.196	8.8	12 36	18 34	—	
17		0 51 05.793	63.128	+ 0 06 22.02	+688.90	15 11.91	55 46.690	9.8	12 55	19 19	0 45	
18		1 38 28.298	85.639	+ 4 43 51.85	+693.99	15 24.85	56 34.174	10.8	13 16	20 05	1 56	
19		2 28 00.802	58.150	+ 9 17 22.40	+667.61	15 39.25	57 27.009	11.8	13 40	20 55	3 09	
20		3 20 32.010	89.369	+13 32 35.34	+601.00	15 54.08	58 21.469	12.8	14 08	21 48	4 25	
21		4 16 36.151	93.523	+17 11 41.64	+485.98	16 08.10	59 12.925	13.8	14 43	22 46	5 43	
22		5 16 17.040	74.429	+19 54 31.35	+319.97	16 19.94	59 56.367	14.8	15 29	23 47	6 59	
23		6 18 52.563	109.971	+21 21 58.45	+111.74	16 28.35	60 27.247	15.8	16 28	—	8 09	
24		7 22 53.088	110.515	+21 21 14.30	-116.27	16 32.49	60 42.450	16.8	17 38	0 50	9 08	
25		8 26 24.977	82.422	+19 50 21.44	-333.91	16 32.11	60 41.025	17.8	18 56	1 52	9 55	
26		9 27 50.032	107.490	+16 59 03.49	-514.86	16 27.56	60 24.326	18.8	20 18	2 51	10 32	
27		10 26 14.746	72.215	+13 05 17.98	-644.99	16 19.71	59 55.510	19.8	21 39	3 48	11 02	
28		11 21 34.254	91.730	+ 8 30 06.99	-722.46	16 09.65	59 18.621	20.8	22 58	4 40	11 27	
29		12 14 18.390	75.871	+ 3 33 38.92	-752.60	15 58.50	58 37.673	21.8	—	5 31	11 49	
30		13 05 14.248	71.734	- 1 26 38.07	-742.73	15 47.14	57 55.995	22.8	0 15	6 19	12 10	
31		13 55 12.848	70.340	- 6 16 03.01	-699.17	15 36.23	57 15.944	23.8	1 30	7 06	12 32	
32		14 45 00.461	57.961	-10 42 05.26	-626.46	15 26.14	56 38.914	24.8	2 43	7 54	12 55	

Momenty wejść Słońca w znaki Zodiaku w 2018 roku

Data TT		Znak Zodiaku	$\lambda_{\odot}$
Styczeń	20 <sup>d</sup> 3 <sup>h</sup> :2	Wodnik ♃	300°
Luty	18 17.3	Ryby ♈	330
Marzec	20 16.3	Baran ♈	0
Kwiecień	20 3.2	Byk ♉	30
Maj	21 2.2	Bliźnięta ♊	60
Czerwiec	21 10.1	Rak ♋	90

Data TT		Znak Zodiaku	$\lambda_{\odot}$
Lipiec	22 <sup>d</sup> 21 <sup>h</sup> :0	Lew ♌	120°
Sierpień	23 4.1	Panna ♍	150
Wrzesień	23 1.9	Waga ♎	180
Paźdz.	23 11.4	Skorpion ♏	210
Listopad	22 9.0	Strzelec ♐	240
Grudzień	21 22.4	Koziorożec ♑	270

Symboliczne oznaczenia Słońca, Księżyca i planet

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

Planety 2018, 0<sup>h</sup> TT

Data	MERKURY				WENUS				MARS				
	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$	
I	1	17 07 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	-20° 53' 32"	8"	3.4	18 36 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup>	-23° 37' 51"	5.1	4.9	14 47 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup>	-15° 13' 42"	4.5	2.4
	11	17 57 50.7	-22 52 28	7.5	2.9	19 30 53.8	-22 35 40	5.1	4.9	15 11 49.4	-17 02 32	4.7	2.5
	21	18 59 20.8	-23 26 07	6.7	2.6	20 24 10.2	-20 24 50	5.1	4.9	15 36 57.1	-18 39 36	5.0	2.6
	31	20 05 29.9	-21 56 40	6.4	2.4	21 15 32.2	-17 14 07	5.2	4.9	16 02 20.9	-20 03 41	5.2	2.8
II	10	21 13 41.2	-18 09 31	6.3	2.4	22 04 50.2	-13 15 02	5.2	4.9	16 27 57.6	-21 13 59	5.5	3.0
	20	22 22 48.8	-12 00 04	6.4	2.5	22 52 18.3	- 8 40 15	5.2	5.0	16 53 39.8	-22 09 54	5.9	3.1
III	2	23 31 16.9	- 3 45 34	7.1	2.7	23 38 24.2	- 3 42 42	5.3	5.0	17 19 18.4	-22 51 10	6.3	3.4
	12	0 29 58.8	+ 4 47 37	8.7	3.3	0 23 46.6	+ 1 25 01	5.4	5.1	17 44 45.3	-23 18 04	6.8	3.6
	22	0 56 12.2	+ 9 33 41	11.8	4.5	1 09 08.3	+ 6 30 39	5.5	5.2	18 09 47.4	-23 31 18	7.3	3.9
IV	1	0 40 36.7	+ 7 41 33	14.6	5.6	1 55 09.1	+11 21 51	5.6	5.3	18 34 11.7	-23 32 06	7.9	4.2
	11	0 18 52.0	+ 2 44 29	14.4	5.5	2 42 24.5	+15 46 13	5.7	5.4	18 57 46.0	-23 22 19	8.6	4.6
	21	0 24 10.0	+ 0 49 00	12.3	4.7	3 31 19.2	+19 31 27	5.9	5.6	19 20 12.0	-23 04 24	9.5	5.0
V	1	0 54 05.9	+ 2 46 20	10.2	3.9	4 21 56.9	+22 25 33	6.1	5.8	19 41 12.2	-22 41 29	10.4	5.5
	11	1 40 35.8	+ 7 26 20	8.6	3.3	5 13 59.1	+24 18 18	6.3	6.0	20 00 27.1	-22 17 16	11.5	6.1
	21	2 41 32.8	+13 43 27	7.5	2.9	6 06 43.6	+25 02 41	6.6	6.2	20 17 27.4	-21 56 19	12.8	6.8
	31	3 59 28.2	+20 16 22	6.8	2.6	6 59 08.5	+24 36 11	6.9	6.5	20 31 42.5	-21 43 35	14.2	7.6
VI	10	5 32 20.4	+24 35 49	6.7	2.6	7 50 12.1	+23 01 26	7.3	6.9	20 42 34.5	-21 44 18	15.8	8.4
	20	7 02 13.7	+24 37 58	7.3	2.8	8 39 07.8	+20 25 35	7.7	7.3	20 49 14.3	-22 03 17	17.6	9.4
	30	8 14 03.1	+21 19 48	8.5	3.2	9 25 27.0	+16 58 50	8.2	7.8	20 51 03.8	-22 42 40	19.4	10.3
VII	10	9 04 58.4	+16 37 48	10.0	3.8	10 09 04.3	+12 52 50	8.9	8.4	20 47 40.6	-23 40 03	21.1	11.2
	20	9 33 25.3	+12 12 50	12.0	4.6	10 50 09.8	+ 8 19 13	9.6	9.1	20 39 31.0	-24 45 54	22.3	11.9
	30	9 34 14.7	+ 9 53 52	14.1	5.4	11 28 55.5	+ 3 29 34	10.5	10.0	20 28 32.2	-25 44 32	22.8	12.2
VIII	9	9 09 07.1	+11 17 09	14.6	5.6	12 05 33.6	- 1 25 14	11.7	11.1	20 17 37.1	-26 21 24	22.5	12.0
	19	8 51 53.4	+14 41 07	12.1	4.6	12 40 06.5	- 6 14 56	13.0	12.4	20 09 50.9	-26 28 56	21.5	11.5
	29	9 19 07.3	+15 37 52	9.0	3.4	13 12 10.6	-10 48 52	14.8	14.0	20 07 18.5	-26 08 07	20.1	10.7
IX	8	10 22 53.6	+11 45 40	7.2	2.7	13 40 50.7	-14 55 56	17.0	16.1	20 10 28.4	-25 23 49	18.4	9.8
	18	11 33 36.3	+ 4 35 01	6.4	2.5	14 04 19.7	-18 23 42	19.7	18.7	20 18 58.4	-24 20 09	16.8	8.9
	28	12 38 26.2	- 3 16 22	6.2	2.4	14 19 30.6	-20 54 09	23.2	22.0	20 31 54.1	-22 59 51	15.3	8.1
X	8	13 38 15.2	-10 33 11	6.4	2.4	14 22 30.7	-21 59 27	27.2	25.8	20 48 12.0	-21 24 18	13.9	7.4
	18	14 35 35.0	-16 45 06	6.7	2.6	14 11 11.7	-21 02 24	30.8	29.3	21 07 03.1	-19 34 08	12.7	6.7
	28	15 31 04.5	-21 30 10	7.4	2.8	13 50 39.6	-17 52 17	32.3	30.6	21 27 42.3	-17 30 19	11.6	6.2
XI	7	16 20 35.9	-24 20 16	8.7	3.3	13 34 02.7	-13 50 28	30.5	29.0	21 49 34.2	-15 14 02	10.6	5.6
	17	16 46 20.3	-24 27 23	11.0	4.2	13 30 49.5	-10 54 14	26.8	25.4	22 12 17.6	-12 46 33	9.7	5.2
	27	16 14 22.8	-20 27 49	13.0	5.0	13 41 39.7	- 9 49 50	22.9	21.7	22 35 33.4	-10 09 48	9.0	4.8
XII	7	15 41 35.1	-16 54 46	10.8	4.1	14 03 23.9	-10 22 20	19.5	18.5	22 59 10.2	- 7 25 49	8.3	4.4
	17	16 08 11.6	-18 53 12	8.4	3.2	14 32 48.3	-11 58 46	16.8	16.0	23 23 03.8	- 4 36 35	7.7	4.1
	27	17 01 31.6	-22 00 01	7.2	2.7	15 07 48.9	-14 08 53	14.7	14.0	23 47 09.4	- 1 44 26	7.2	3.8

**Planety 2018, 0<sup>h</sup> TT**

Data		JOWISZ				SATURN			
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$
I	1	14 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup> .6	-15°53'03"	1"5	15"5	18 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 06 <sup>s</sup> .5	-22°31'52"	0"8	6"7
	21	15 10 19.9	-16 40 40	1.6	16.2	18 14 58.2	-22 30 05	0.8	6.8
II	10	15 19 01.0	-17 11 34	1.6	17.2	18 23 49.5	-22 26 09	0.8	6.9
	22	15 23 19.4	-17 24 29	1.7	18.3	18 31 02.5	-22 21 16	0.8	7.1
III	2	15 22 39.5	-17 19 00	1.9	19.4	18 36 03.6	-22 16 55	0.9	7.3
	11	15 17 11.0	-16 56 13	1.9	20.3	18 38 27.6	-22 14 25	0.9	7.5
IV	1	15 08 12.1	-16 20 28	2.0	20.9	18 38 03.0	-22 14 38	0.9	7.8
	21	14 58 05.8	-15 40 21	2.0	20.8	18 34 59.4	-22 17 33	1.0	8.0
VI	10	14 49 34.4	-15 07 06	1.9	20.3	18 29 51.5	-22 22 23	1.0	8.1
	30	14 44 41.5	-14 50 15	1.9	19.4	18 23 38.3	-22 27 55	1.0	8.2
VII	20	14 44 24.7	-14 54 28	1.8	18.3	18 17 33.6	-22 33 07	1.0	8.1
	9	14 48 46.2	-15 19 18	1.7	17.3	18 12 49.5	-22 37 31	0.9	7.9
VIII	29	14 57 16.5	-16 01 02	1.6	16.4	18 10 19.8	-22 41 09	0.9	7.7
	18	15 09 14.1	-16 54 27	1.5	15.6	18 10 33.1	-22 44 01	0.9	7.5
X	8	15 23 55.6	-17 54 06	1.4	15.1	18 13 33.4	-22 45 53	0.9	7.2
	28	15 40 39.1	-18 54 57	1.4	14.7	18 19 05.8	-22 46 08	0.8	7.0
XI	17	15 58 42.7	-19 52 35	1.4	14.5	18 26 42.7	-22 44 02	0.8	6.8
	7	16 17 23.0	-20 43 31	1.4	14.5	18 35 49.5	-22 38 56	0.8	6.7
XII	27	16 35 54.2	-21 25 25	1.4	14.8	18 45 47.6	-22 30 35	0.8	6.7

Data		URAN				NEPTUN			
		$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$	$\pi$	$R$
I	1	1 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> .3	+ 8°59'19"	0"4	1"8	22 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> .1	- 7°56'22"	0"3	1"1
	21	1 31 29.9	+ 9 03 11	0.4	1.8	22 55 40.5	- 7 44 06	0.3	1.1
II	10	1 33 17.3	+ 9 14 19	0.4	1.7	22 58 08.8	- 7 28 42	0.3	1.1
	22	1 36 10.0	+ 9 31 34	0.4	1.7	23 00 54.7	- 7 11 36	0.3	1.1
III	2	1 39 51.9	+ 9 53 13	0.4	1.7	23 03 42.8	- 6 54 26	0.3	1.1
	11	1 44 03.4	+10 17 16	0.4	1.7	23 06 18.1	- 6 38 44	0.3	1.1
IV	1	1 48 23.8	+10 41 43	0.4	1.7	23 08 27.0	- 6 25 55	0.3	1.1
	21	1 52 32.6	+11 04 37	0.4	1.7	23 09 58.7	- 6 17 06	0.3	1.1
VI	10	1 56 10.1	+11 24 15	0.4	1.7	23 10 45.6	- 6 13 03	0.3	1.1
	30	1 58 58.7	+11 39 09	0.4	1.7	23 10 44.4	- 6 14 03	0.3	1.1
VII	20	2 00 44.2	+11 48 13	0.4	1.8	23 09 57.1	- 6 19 49	0.3	1.1
	9	2 01 17.2	+11 50 44	0.4	1.8	23 08 31.1	- 6 29 29	0.3	1.2
VIII	29	2 00 35.5	+11 46 36	0.5	1.8	23 06 38.8	- 6 41 39	0.3	1.2
	18	1 58 45.8	+11 36 28	0.5	1.8	23 04 37.0	- 6 54 32	0.3	1.2
X	8	1 56 05.4	+11 21 52	0.5	1.9	23 02 44.3	- 7 06 10	0.3	1.2
	28	1 53 00.1	+11 05 04	0.5	1.9	23 01 18.3	- 7 14 46	0.3	1.1
XI	17	1 50 01.1	+10 48 56	0.5	1.8	23 00 33.1	- 7 18 58	0.3	1.1
	7	1 47 39.3	+10 36 20	0.5	1.8	23 00 37.1	- 7 18 01	0.3	1.1
XII	27	1 46 19.1	+10 29 32	0.5	1.8	23 01 32.0	- 7 11 48	0.3	1.1

**Fazy Księżyca 2018 w TT**

Miesiąc	Pelnia	III kwadra	Nów (lunacja)	I kwadra	Pelnia	III kwadra
Styczeń	02 <sup>d</sup> 03 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	08 <sup>d</sup> 23 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	17 <sup>d</sup> 03 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> (1176)	24 <sup>d</sup> 23 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	31 <sup>d</sup> 14 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	<sup>d</sup> <sup>h</sup> <sup>m</sup>
Luty	—	07 16 54	15 22 05 (1177)	23 09 09	—	—
Marzec	02 01 51	09 12 20	17 14 11 (1178)	24 16 35	31 13 37	—
Kwiecień	—	08 08 17	16 02 57 (1179)	22 22 45	30 01 58	—
Maj	—	08 03 08	15 12 48 (1180)	22 04 49	29 15 20	—
Czerwiec	—	06 19 31	13 20 43 (1181)	20 11 50	28 05 53	—
Lipiec	—	06 08 50	13 03 48 (1182)	19 20 52	27 21 20	—
Sierpień	—	04 19 18	11 10 57 (1183)	18 08 49	26 12 55	—
Wrzesień	—	03 03 38	09 19 01 (1184)	17 00 15	25 03 52	—
Paźdz.	—	02 10 45	09 04 47 (1185)	16 19 01	24 17 45	31 17 40
Listopad	—	—	07 17 02 (1186)	15 15 53	23 06 39	30 01 18
Grudzień	—	—	07 08 21 (1187)	15 12 49	22 18 48	29 10 34

**Perigeum Księżyca 2018**

**w TT**

**Apogeum Księżyca 2018**

Styczeń	1 <sup>d</sup> 22 <sup>h</sup>	Lipiec	13 <sup>d</sup> 08 <sup>h</sup>	Styczeń	15 <sup>d</sup> 02 <sup>h</sup>	Lipiec	27 <sup>d</sup> 06 <sup>h</sup>
Styczeń	30 10	Sierpień	10 18	Luty	11 14	Sierpień	23 11
Luty	27 15	Wrzesień	8 01	Marzec	11 09	Wrzesień	20 01
Marzec	26 17	Paźdz.	5 22	Kwiecień	8 06	Paźdz.	17 19
Kwiecień	20 15	Paźdz.	31 20	Maj	6 01	Listopad	14 16
Maj	17 21	Listopad	26 12	Czerwiec	2 17	Grudzień	12 12
Czerwiec	15 00	Grudzień	24 10	Czerwiec	30 03		

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

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

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

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

$\tau$	Szerokość geograficzna $\varphi$						
	+49°	+50°	+51°	+52°	+53°	+54°	+55°
3 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	-24.8 <sup>m</sup>	-17.7 <sup>m</sup>	-10.1 <sup>m</sup>	-1.9 <sup>m</sup>	+7.0 <sup>m</sup>	+16.8 <sup>m</sup>	+27.6 <sup>m</sup>
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

$\tau$  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 zmiernicy cywilnego w Warszawie

Miesiąc Dzień	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Miesiąc Dzień
1	51 <sup>m</sup>	46 <sup>m</sup>	43 <sup>m</sup>	43 <sup>m</sup>	49 <sup>m</sup>	61 <sup>m</sup>	63 <sup>m</sup>	53 <sup>m</sup>	45 <sup>m</sup>	42 <sup>m</sup>	45 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>	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 zmiernicy = zachód Słońca + poprawka*

**Wschód i zachód Słońca w 2018 roku w niektórych miastach Polski**  
w CSE

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



**Wschód i zachód Słońca w 2018 roku w niektórych miastach Polski**  
w CSE

Data	Łódź		Olsztyn		Opole		Poznań		Rzeszów		Szczecin		Wrocław		Zielona Góra	
	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
I 7	7 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>
14	7 43	16 00	7 49	15 46	7 44	16 11	7 56	16 07	7 26	15 57	8 11	16 12	7 50	16 12	8 00	16 15
21	7 36	16 11	7 41	15 58	7 38	16 22	7 49	16 19	7 20	16 08	8 03	16 24	7 44	16 23	7 53	16 26
28	7 27	16 23	7 31	16 12	7 30	16 33	7 40	16 31	7 11	16 19	7 53	16 37	7 35	16 35	7 44	16 39
II 4	7 17	16 36	7 19	16 25	7 19	16 46	7 29	16 44	7 01	16 31	7 42	16 50	7 24	16 48	7 33	16 51
11	7 04	16 49	7 06	16 39	7 08	16 58	7 16	16 58	6 50	16 43	7 29	17 04	7 13	17 00	7 21	17 04
18	6 51	17 02	6 51	16 53	6 55	17 10	7 03	17 11	6 37	16 55	7 14	17 18	6 59	17 13	7 07	17 17
25	6 37	17 15	6 36	17 07	6 41	17 22	6 48	17 24	6 24	17 07	6 59	17 32	6 45	17 25	6 53	17 30
III 4	6 21	17 27	6 20	17 21	6 26	17 34	6 32	17 37	6 10	17 19	6 43	17 45	6 31	17 38	6 37	17 43
11	6 06	17 39	6 03	17 34	6 11	17 46	6 16	17 49	5 55	17 30	6 26	17 58	6 15	17 50	6 22	17 55
18	5 50	17 52	5 46	17 47	5 56	17 58	6 00	18 02	5 40	17 41	6 10	18 11	6 00	18 01	6 06	18 07
25	5 34	18 04	5 29	18 00	5 40	18 09	5 44	18 14	5 24	17 53	5 53	18 24	5 44	18 13	5 50	18 19
IV 1	5 18	18 15	5 12	18 13	5 25	18 20	5 27	18 26	5 09	18 04	5 36	18 37	5 28	18 25	5 33	18 31
8	5 02	18 27	4 55	18 26	5 10	18 32	5 11	18 38	4 54	18 15	5 19	18 50	5 13	18 36	5 17	18 43
15	4 46	18 39	4 38	18 39	4 55	18 43	4 55	18 51	4 40	18 26	5 03	19 02	4 57	18 48	5 02	18 55
22	4 32	18 51	4 22	18 52	4 40	18 54	4 40	19 03	4 26	18 37	4 47	19 15	4 43	18 59	4 47	19 07
29	4 17	19 03	4 07	19 05	4 27	19 06	4 26	19 15	4 12	18 47	4 32	19 28	4 29	19 10	4 33	19 19
V 6	4 04	19 14	3 53	19 18	4 14	19 16	4 12	19 27	4 00	18 58	4 18	19 40	4 16	19 22	4 20	19 31
13	3 53	19 25	3 40	19 30	4 03	19 27	4 00	19 38	3 49	19 08	4 05	19 52	4 05	19 32	4 08	19 42
20	3 43	19 36	3 29	19 41	3 53	19 37	3 50	19 49	3 40	19 18	3 54	20 03	3 55	19 43	3 58	19 52
27	3 34	19 45	3 20	19 52	3 46	19 46	3 41	19 59	3 32	19 27	3 45	20 13	3 47	19 52	3 49	20 02
VI 3	3 28	19 53	3 13	20 00	3 40	19 54	3 35	20 07	3 26	19 34	3 38	20 22	3 41	20 00	3 43	20 10
10	3 24	19 59	3 08	20 07	3 36	20 00	3 31	20 13	3 23	19 40	3 34	20 29	3 37	20 06	3 39	20 16
17	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
24	3 24	20 05	3 08	20 13	3 36	20 05	3 31	20 19	3 23	19 45	3 34	20 35	3 37	20 11	3 39	20 22
VII 1	3 28	20 04	3 12	20 12	3 40	20 04	3 34	20 18	3 27	19 45	3 38	20 33	3 41	20 10	3 43	20 21
8	3 34	20 00	3 18	20 08	3 45	20 01	3 40	20 14	3 32	19 41	3 44	20 29	3 47	20 07	3 48	20 17
15	3 41	19 54	3 26	20 01	3 53	19 55	3 48	20 08	3 39	19 36	3 52	20 23	3 54	20 01	3 56	20 11
22	3 50	19 46	3 36	19 52	4 01	19 47	3 57	19 59	3 48	19 29	4 02	20 14	4 03	19 53	4 05	20 03
29	4 00	19 36	3 47	19 41	4 11	19 38	4 08	19 49	3 57	19 19	4 13	20 03	4 12	19 43	4 15	19 53
VIII 5	4 11	19 25	3 59	19 28	4 21	19 27	4 19	19 37	4 07	19 08	4 24	19 50	4 23	19 32	4 26	19 41
12	4 22	19 12	4 11	19 14	4 31	19 14	4 30	19 24	4 17	18 56	4 36	19 37	4 34	19 19	4 37	19 28
19	4 33	18 57	4 23	18 59	4 42	19 01	4 42	19 09	4 27	18 43	4 48	19 22	4 44	19 06	4 48	19 14
26	4 44	18 43	4 36	18 43	4 53	18 46	4 53	18 54	4 38	18 29	5 00	19 06	4 55	18 51	5 00	18 59
IX 2	4 56	18 27	4 48	18 26	5 03	18 31	5 05	18 38	4 48	18 14	5 12	18 49	5 06	18 36	5 11	18 43
9	5 07	18 11	5 00	18 09	5 14	18 16	5 16	18 22	4 59	17 59	5 25	18 33	5 17	18 20	5 23	18 27
16	5 18	17 55	5 13	17 52	5 25	18 00	5 28	18 05	5 09	17 44	5 37	18 15	5 28	18 04	5 34	18 11
23	5 29	17 39	5 25	17 35	5 36	17 45	5 40	17 49	5 20	17 28	5 49	17 58	5 39	17 48	5 45	17 54
30	5 41	17 22	5 38	17 17	5 47	17 29	5 51	17 32	5 30	17 13	6 01	17 41	5 50	17 32	5 57	17 38
X 7	5 53	17 07	5 50	17 00	5 58	17 14	6 03	17 16	5 41	16 58	6 14	17 25	6 02	17 17	6 09	17 22
14	6 04	16 51	6 03	16 44	6 09	16 59	6 16	17 00	5 52	16 43	6 27	17 08	6 13	17 02	6 21	17 07
21	6 17	16 36	6 16	16 28	6 21	16 44	6 28	16 45	6 03	16 29	6 40	16 52	6 25	16 47	6 33	16 52
28	6 29	16 22	6 30	16 13	6 32	16 31	6 41	16 31	6 15	16 16	6 53	16 38	6 37	16 33	6 45	16 38
XI 4	6 41	16 09	6 43	15 59	6 44	16 19	6 53	16 18	6 26	16 04	7 06	16 24	6 49	16 21	6 58	16 25
11	6 54	15 58	6 57	15 47	6 56	16 08	7 06	16 06	6 38	15 53	7 19	16 12	7 01	16 10	7 10	16 13
18	7 06	15 48	7 10	15 36	7 08	15 58	7 19	15 56	6 49	15 44	7 32	16 01	7 13	16 00	7 22	16 03
25	7 17	15 40	7 22	15 27	7 19	15 51	7 30	15 48	7 00	15 37	7 45	15 52	7 24	15 53	7 34	15 55
XII 2	7 28	15 35	7 34	15 21	7 29	15 46	7 41	15 42	7 10	15 32	7 56	15 46	7 35	15 48	7 44	15 50
9	7 37	15 32	7 43	15 17	7 37	15 44	7 50	15 39	7 18	15 30	8 05	15 43	7 43	15 45	7 53	15 47
16	7 43	15 32	7 50	15 17	7 44	15 44	7 57	15 39	7 25	15 30	8 12	15 43	7 50	15 45	8 00	15 47
23	7 48	15 35	7 55	15 20	7 48	15 46	8 01	15 42	7 29	15 33	8 16	15 45	7 54	15 48	8 04	15 50
30	7 49	15 40	7 56	15 25	7 50	15 52	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 2018 roku w niektórych stolicach europejskich**  
w CSE

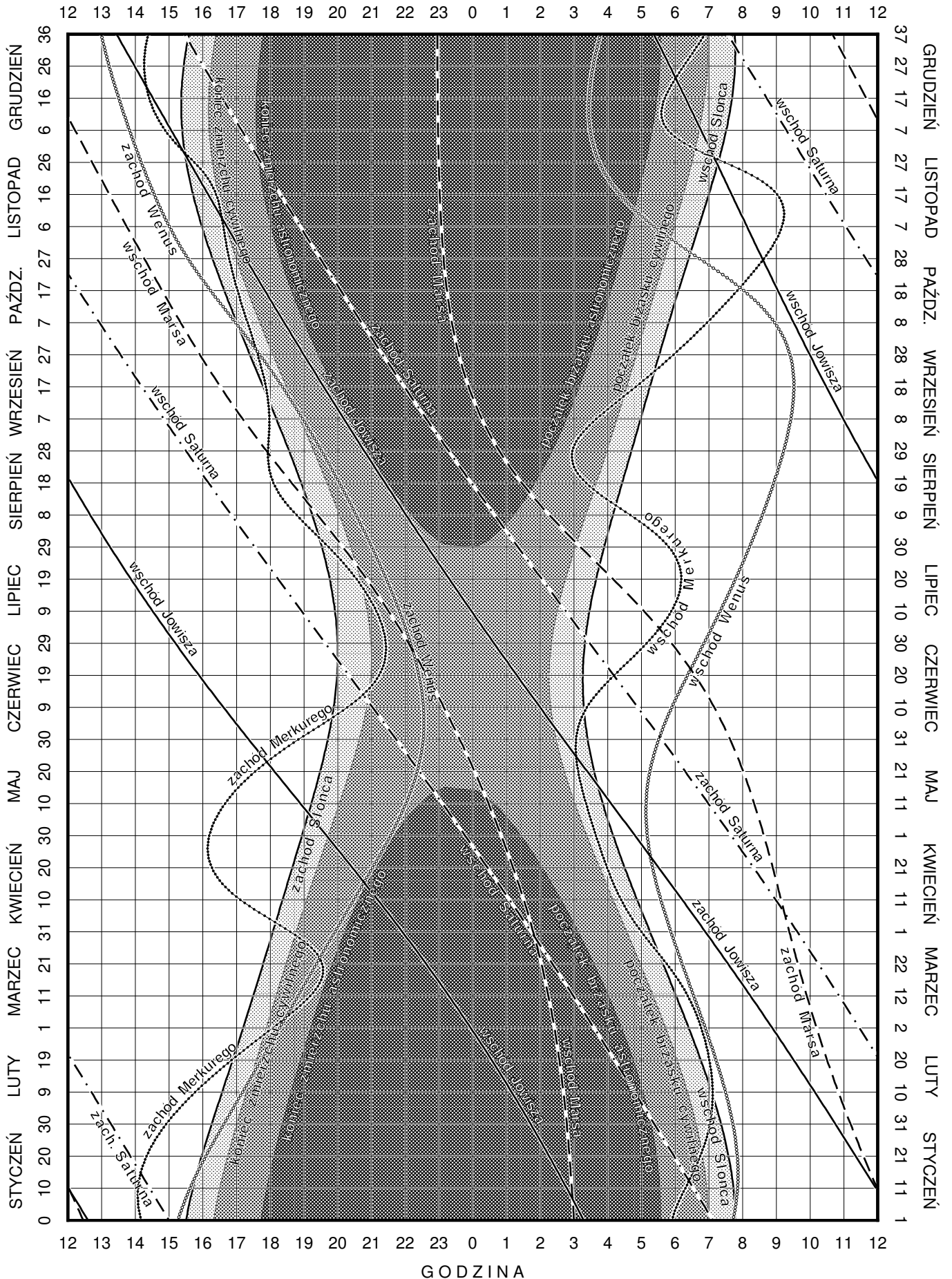
Data	Ateny		Belgrad		Berlin		Budapeszt		Bukareszt		Helsinki		Lizbona		Londyn		
	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	
I	7	6 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 14 <sup>m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

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

# KALENDARZ ASTRONOMICZNY NA ROK 2018

WSCHODY I ZACHODY SŁOŃCA ORAZ JASNYCH PLANET W WARSZAWIE W CSE

GODZINA



## Zaćmienia Słońca, Księżyca w 2018 roku

### 1. Całkowite zaćmienie Księżyca 31 stycznia 2018 roku.

Początek zaćmienia będzie widoczny w Arktyce, na Syberii, we wschodniej części Azji, w Oceanii, Australii i Nowej Zelandii, na Oceanie Spokojnym z wyjątkiem południowo-wschodniego wybrzeża oraz w Ameryce Północnej i Środkowej.

Koniec zaćmienia będzie widoczny we wschodniej Europie, północno-wschodniej części Afryki, na Oceanie Indyjskim, w Azji, Australii i Oceanii, w zachodniej części Pacyfiku oraz na Alasce, północno-zachodnich krańcach Ameryki Północnej i w Arktyce.

Moment opozycji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2018 styczeń 31<sup>d</sup> 13<sup>h</sup>26<sup>m</sup>42.5<sup>s</sup> UT.

Fazy zaćmienia	UT
Wejście Księżyca w półcień	styczeń 31 <sup>d</sup> 10 <sup>h</sup> 51.3 <sup>m</sup>
Początek częściowego zaćmienia	11 48.5
Początek całkowitego zaćmienia	12 51.8
Moment największej fazy	13 29.8
Koniec całkowitego zaćmienia	14 07.9
Koniec częściowego zaćmienia	15 11.2
Wyjście Księżyca z półcienia	16 08.5

Kątowy promień półcienia = 4672<sup>''</sup>.08, kątowy promień cienia = 2724<sup>''</sup>.12.

Wielkość największej fazy zaćmienia = 1.3155 średnicy tarczy Księżyca.

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8<sup>''</sup>.9, Księżyca = 61'52<sup>''</sup>.2 w momencie opozycji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 16'14<sup>''</sup>.0, Księżyca = 16'35<sup>''</sup>.2 w momencie opozycji.

### 2. Częściowe zaćmienie Słońca 15 lutego 2018 roku.

Zaćmienie widoczne będzie w Argentynie i Chile, w południowej części Oceanu Spokojnego, na większości obszaru Antarktydy oraz południowo-zachodnim krańcu Oceanu Atlantyckiego.

Moment koniunkcji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2018 luty 15<sup>d</sup> 20<sup>h</sup>15<sup>m</sup>02.2<sup>s</sup> UT.

Fazy zaćmienia	UT
Wejście w półcień	luty 15 <sup>d</sup> 18 <sup>h</sup> 55.8 <sup>m</sup>
Moment największej fazy	20 51.3
Wyjście z półcienia	22 47.1

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8<sup>''</sup>.9, Księżyca = 55'00<sup>''</sup>.9 w momencie koniunkcji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 16'11<sup>''</sup>.4, Księżyca = 14'59<sup>''</sup>.4 w momencie koniunkcji.

### 3. Częściowe zaćmienie Słońca 13 lipca 2018 roku.

Zaćmienie widoczne będzie na styku oceanów Indyjskiego i Spokojnego, na obszarze pomiędzy południowym wybrzeżem Australii, zachodnim krańcem Nowej Zelandii i Antarktydą.

Moment koniunkcji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2018 lipiec 13<sup>d</sup> 3<sup>h</sup>08<sup>m</sup>59.5<sup>s</sup> UT.

Fazy zaćmienia	UT
Wejście w półcień	lipiec 13 <sup>d</sup> 1 <sup>h</sup> 48.3 <sup>m</sup>
Moment największej fazy	3 01.0
Wyjście z półcienia	4 13.7

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8<sup>''</sup>.7, Księżyca = 61'01<sup>''</sup>.3 w momencie koniunkcji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 15'44<sup>''</sup>.0, Księżyca = 16'42<sup>''</sup>.8 w momencie koniunkcji.

#### 4. Całkowite zaćmienie Księżyca 27 lipca 2018 roku.

Początek zaćmienia będzie widoczny w południowo-wschodniej Afryce, na Oceanie Indyjskim, w południowej Azji, w Oceanii, Australii, Nowej Zelandii i na Antarktydzie.

Koniec zaćmienia będzie widoczny w Ameryce Południowej, na Atlantyku, w Afryce, Europie, Azji Środkowej, w Indiach oraz na większości obszaru Oceanu Indyjskiego i na Antarktydzie.

Moment opozycji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2018 lipiec 27<sup>d</sup> 20<sup>h</sup>20<sup>m</sup>19<sup>s</sup>.6 UT.

Fazy zaćmienia	UT
Wejście Księżyca w półcień	lipiec 27 <sup>d</sup> 17 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> .8
Początek częściowego zaćmienia	18 24.5
Początek całkowitego zaćmienia	19 30.3
Moment największej fazy	20 21.7
Koniec całkowitego zaćmienia	21 13.2
Koniec częściowego zaćmienia	22 19.0
Wyjście Księżyca z półcienia	23 28.6

Kątowy promień półcienia = 9645<sup>''</sup>.12, kątowy promień cienia = 5791<sup>''</sup>.32.

Wielkość największej fazy zaćmienia = 1.6087 średnicy tarczy Księżyca.

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8<sup>''</sup>.7, Księżyca = 53<sup>'</sup>59<sup>''</sup>.7 w momencie opozycji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 15<sup>'</sup>45<sup>''</sup>.0, Księżyca = 14<sup>'</sup>42<sup>''</sup>.7 w momencie opozycji.

#### 5. Częściowe zaćmienie Słońca 11 sierpnia 2018 roku.

Zaćmienie widoczne będzie na północnych krańcach Ameryki Północnej, na Grenlandii, Oceanie Arktycznym, w północnej Europie, na Syberii i w północno-wschodniej Azji.

Moment koniunkcji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2018 sierpień 11<sup>d</sup> 9<sup>h</sup>19<sup>m</sup>59<sup>s</sup>.6 UT.

Fazy zaćmienia	UT
Wejście w półcień	sierpień 11 <sup>d</sup> 8 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> .1
Moment największej fazy	9 46.3
Wyjście z półcienia	11 30.6

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = 8<sup>''</sup>.7, Księżyca = 61<sup>'</sup>10<sup>''</sup>.0 w momencie koniunkcji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = 15<sup>'</sup>46<sup>''</sup>.8, Księżyca = 16<sup>'</sup>40<sup>''</sup>.0 w momencie koniunkcji.

## Konfiguracje planet 2018

Data TT	Zjawisko	Data TT	Zjawisko
I 1 20 00	Merkury w elongacji zach. 22.7	VI 23 21 17	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.0 S
7 0 28	Mars w koniunkcji z Jowiszem 0.2 S	27 13 31	Saturn w opozycji do Słońca
8 20 16	Wenus w koniunkcji d. ze Słońcem	28 3 52	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.8 S
11 8 25	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.2 S	30 24 00	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.7 S
11 12 40	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.4 S	VII 4 2 00	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.4 N
13 5 46	Merkury w koniunkcji z Saturnem 0.6 S	7 16 43	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.7 N
15 2 13	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.6 S	12 5 30	Merkury w elongacji wsch. 26.4
15 7 35	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.4 S	14 22 49	Merkury w koniunkcji z Księżycem 2.1 S
17 7 03	Wenus w koniunkcji z Księżycem 2.5 S	16 4 21	Wenus w koniunkcji z Księżycem 1.6 S
20 20 31	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.5 N	21 2 36	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.2 S
24 4 02	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.4 N	25 6 06	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.0 S
II 7 22 04	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.1 S	27 2 30	Mars w opozycji do Słońca
9 7 02	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.3 S	31 7 10	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.4 N
11 14 40	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.5 S	VIII 4 0 32	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.7 N
15 18 23	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.1 S	9 5 30	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem
16 16 30	Wenus w koniunkcji z Księżycem 0.5 N	11 3 17	Merkury w koniunkcji z Księżycem 5.4 S
17 4 17	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.6 N	14 17 31	Wenus w koniunkcji z Księżycem 5.9 S
17 15 43	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem	17 13 14	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.3 S
20 10 58	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.4 N	17 17 32	Wenus w elongacji wsch. 45.9
21 18 46	Wenus w koniunkcji z Neptunem 0.5 S	21 9 54	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.1 S
25 12 48	Merkury w koniunkcji z Neptunem 0.4 S	26 20 36	Merkury w elongacji zach. 18.3
III 4 5 41	Merkury w koniunkcji z Wenus 1.1 N	27 11 46	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.3 N
4 13 55	Neptun w koniunkcji ze Słońcem	31 5 49	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.6 N
7 9 02	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.0 S	IX 7 18 28	Neptun w opozycji do Słońca
10 1 25	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.8 S	8 22 47	Merkury w koniunkcji z Księżycem 0.9 S
11 2 26	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.2 S	14 4 45	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 4.2 S
15 15 11	Merkury w elongacji zach. 18.4	17 16 45	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.1 S
16 13 32	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.7 N	20 5 22	Mars w koniunkcji z Księżycem 4.7 S
18 21 38	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.5 N	21 5 25	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem
19 8 17	Merkury w koniunkcji z Wenus 3.8 N	23 17 05	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.3 N
19 19 18	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.4 N	27 10 10	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.5 N
29 0 51	Wenus w koniunkcji z Uranem 0.1 S	X 10 4 28	Merkury w koniunkcji z Księżycem 5.5 S
IV 1 21 42	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem	11 23 28	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.9 S
2 12 50	Mars w koniunkcji z Saturnem 1.3 S	15 2 58	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.8 S
3 16 13	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.8 S	16 2 43	Merkury w koniunkcji z Wenus 6.2 N
7 12 37	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.9 S	18 12 14	Mars w koniunkcji z Księżycem 1.9 S
7 18 13	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.1 S	20 23 50	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.4 N
12 23 54	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.8 N	24 0 48	Uran w opozycji do Słońca
14 12 00	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.6 N	24 15 31	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.4 N
16 5 51	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.4 N	27 0 49	Wenus w koniunkcji g. ze Słońcem
17 22 14	Wenus w koniunkcji z Księżycem 5.2 N	29 6 33	Merkury w koniunkcji z Jowiszem 3.1 S
18 14 01	Uran w koniunkcji ze Słońcem	XI 6 15 33	Merkury w elongacji wsch. 23.3
29 18 25	Merkury w elongacji zach. 27.0	8 19 26	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.7 S
30 19 18	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.7 S	11 15 40	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.4 S
V 4 20 18	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.7 S	16 4 53	Mars w koniunkcji z Księżycem 1.0 N
6 6 51	Mars w koniunkcji z Księżycem 2.7 S	17 7 49	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.6 N
9 0 42	Jowisz w opozycji do Słońca	20 22 48	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.5 N
10 10 11	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.1 N	26 6 36	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem
13 12 37	Merkury w koniunkcji z Uranem 2.2 S	27 8 01	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem
13 17 59	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.4 N	27 21 12	Merkury w koniunkcji z Jowiszem 0.4 N
13 18 52	Merkury w koniunkcji z Księżycem 2.3 N	XII 3 21 12	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.4 S
17 18 55	Wenus w koniunkcji z Księżycem 4.8 N	5 22 04	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.8 S
27 19 54	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.8 S	6 14 54	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.4 S
VI 1 1 09	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.6 S	7 14 09	Mars w koniunkcji z Neptunem 0.0 N
3 10 56	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.1 S	9 5 21	Saturn w koniunkcji z Księżycem 1.1 S
6 0 15	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem	14 16 14	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.8 N
6 19 07	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.3 N	15 1 53	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.4 N
10 6 11	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.6 N	15 11 31	Merkury w elongacji zach. 21.3
14 13 44	Merkury w koniunkcji z Księżycem 4.6 N	18 7 24	Uran w koniunkcji z Księżycem 4.7 N
16 12 39	Wenus w koniunkcji z Księżycem 2.3 N	21 19 54	Merkury w koniunkcji z Jowiszem 0.8 N

Tabela zawiera wszystkie koniunkcje, w których odległość kątowa ciał niebieskich nie przekracza 6°.2.

### Przybliżony azymut Biegunowej 2018

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

## Przybliżona odległość zenitalna Biegunowej 2018

$$\delta = 89^{\circ}20'$$

$t$	$\Delta z$	$t$	$t$	$\Delta z$	$t$	$t$	$\Delta z$	$t$	$t$	$\Delta z$	$t$
0 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	-41'	24 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	-20'	20 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	+ 1'	17 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	+22'	15 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>
0 27	-40	23 33	4 07	-19	19 53	6 11	+ 2	17 49	8 21	+23	15 39
0 58	-39	23 02	4 13	-18	19 47	6 17	+ 3	17 43	8 28	+24	15 32
1 17	-38	22 43	4 20	-17	19 40	6 23	+ 4	17 37	8 35	+25	15 25
1 33	-37	22 27	4 26	-16	19 34	6 29	+ 5	17 31	8 43	+26	15 17
1 46	-36	22 14	4 32	-15	19 28	6 34	+ 6	17 26	8 51	+27	15 09
1 58	-35	22 02	4 38	-14	19 22	6 40	+ 7	17 20	8 59	+28	15 01
2 09	-34	21 51	4 44	-13	19 16	6 46	+ 8	17 14	9 07	+29	14 53
2 19	-34	21 41	4 50	-13	19 10	6 52	+ 8	17 08	9 16	+29	14 44
2 29	-33	21 31	4 56	-12	19 04	6 58	+ 9	17 02	9 25	+30	14 35
2 38	-32	21 22	5 02	-11	18 58	7 04	+10	16 56	9 34	+31	14 26
2 47	-31	21 13	5 08	-10	18 52	7 10	+11	16 50	9 44	+32	14 16
2 55	-30	21 05	5 14	- 9	18 46	7 16	+12	16 44	9 55	+33	14 05
3 03	-29	20 57	5 20	- 8	18 40	7 22	+13	16 38	10 07	+34	13 53
3 11	-28	20 49	5 25	- 7	18 35	7 28	+14	16 32	10 20	+35	13 40
3 19	-27	20 41	5 31	- 6	18 29	7 35	+15	16 25	10 34	+36	13 26
3 26	-26	20 34	5 37	- 5	18 23	7 41	+16	16 19	10 52	+37	13 08
3 33	-25	20 27	5 43	- 4	18 17	7 47	+17	16 13	11 16	+38	12 44
3 40	-24	20 20	5 48	- 3	18 12	7 54	+18	16 06	12 00	+39	12 00
3 47	-23	20 13	5 54	- 2	18 06	8 00	+19	16 00			
3 54	-22	20 06	6 00	- 1	18 00	8 07	+20	15 53			
4 00	-21	20 00	6 06	+ 0	17 54	8 14	+21	15 46			

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

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

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



# Szerokość geograficzna z wysokości Biegunowej 2018

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

Tablica poprawek  $V_I$

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

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

$t$	$h$	20°	30°	40°
0 <sup>h</sup>		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 <sup>h</sup>		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<sup>h</sup> UTC

Data	MJD	$x_{IERS}$	$y_{IERS}$	$UT1-UTC$	Data	MJD	$x_{IERS}$	$y_{IERS}$	$UT1-UTC$
2016		0 <sup>o</sup> 00001	0 <sup>o</sup> 00001	0 <sup>s</sup> 000001	2017		0 <sup>o</sup> 00001	0 <sup>o</sup> 00001	0 <sup>s</sup> 000001
X 23	57684	+20273	+29474	-310749	V 1	57874	+ 3793	+43131	+421664
28	57689	+19487	+28674	-318023	6	57879	+ 4508	+43787	+414587
XI 2	57694	+18725	+28156	-325143	11	57884	+ 5626	+44434	+407241
7	57699	+17946	+27880	-331706	16	57889	+ 6678	+44977	+402020
12	57704	+16742	+27539	-341118	21	57894	+ 7638	+45363	+395844
17	57709	+15664	+27077	-350076	26	57899	+ 8395	+45589	+387827
22	57714	+14600	+26895	-356796	31	57904	+ 9403	+45734	+382030
27	57719	+13910	+26854	-364513	VI 5	57909	+10272	+45847	+375373
XII 2	57724	+12797	+26699	-370902	10	57914	+10995	+45745	+371451
7	57729	+11951	+26568	-377561	15	57919	+11835	+45727	+369361
12	57734	+11766	+26684	-386194	20	57924	+12786	+45530	+365680
17	57739	+11083	+26651	-392759	25	57929	+14105	+45397	+362712
22	57744	+10075	+26570	-399097	30	57934	+15246	+44990	+360092
27	57749	+ 8916	+26458	-404464	VII 5	57939	+16902	+44714	+357835
I 1	57754	+ 8044	+26307	+591297	10	57944	+18205	+44391	+357334
6	57759	+ 7669	+26507	+584415	15	57949	+19119	+43815	+355105
11	57764	+ 6921	+26598	+577327	20	57954	+19711	+43070	+352460
16	57769	+ 5982	+27010	+571069	25	57959	+20348	+42119	+350803
21	57774	+ 4427	+27277	+565075	30	57964	+20833	+41365	+347540
26	57779	+ 3707	+27769	+560661	VIII 4	57969	+21475	+40540	+346240
31	57784	+ 3170	+28268	+555558	9	57974	+22015	+39819	+345272
II 5	57789	+ 2933	+28831	+548467	14	57979	+22548	+38951	+342174
10	57794	+ 1968	+29406	+542272	19	57984	+22758	+37965	+340493
15	57799	+ 1222	+29887	+534312	24	57989	+23109	+37177	+338484
20	57804	+ 734	+30472	+527568	29	57994	+23489	+36291	+336612
25	57809	+ 636	+31590	+522626	IX 3	57999	+23686	+35319	+335993
III 2	57814	+ 448	+32450	+515248	8	58004	+24105	+34437	+333137
7	57819	+ 387	+33352	+508271	13	58009	+23951	+33747	+328898
12	57824	+ 467	+34143	+501328	18	58014	+23500	+32995	+325418
17	57829	+ 411	+34887	+493419	23	58019	+23031	+32083	+320145
22	57834	+ 567	+36021	+487511	28	58024	+22614	+30969	+316955
27	57839	+ 499	+37021	+479903	X 3	58029	+22216	+29842	+313783
IV 1	57844	+ 533	+37751	+470469	8	58034	+21843	+29206	+308372
6	57849	+ 966	+38456	+463433	13	58039	+20872	+28341	+304196
11	57854	+ 1162	+39356	+455444	18	58044	+20260	+27541	+298583
16	57859	+ 1977	+40348	+447828	23	58049	+19607	+26837	+292294
21	57864	+ 2610	+41272	+440371	28	58054	+18665	+26119	+287927
26	57869	+ 3151	+42323	+430240	XI 2	58059	+17919	+25591	+281950
					7	58064	+17185	+25158	+275012

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<sup>h</sup> UTC

Data	MJD	$x_{\text{IERS}}$	$y_{\text{IERS}}$	UT1-UTC	Data	MJD	$x_{\text{IERS}}$	$y_{\text{IERS}}$	UT1-UTC		
2017					2018						
XII	12	58099	+0.10 <sup>''</sup>	+0.23 <sup>''</sup>	+0.23 <sup>s</sup>	VI	10	58279	+0.12 <sup>''</sup>	+0.50 <sup>''</sup>	+0.03 <sup>s</sup>
	17	58104	+0.09	+0.24	+0.23		15	58284	+0.13	+0.50	+0.03
	22	58109	+0.07	+0.24	+0.23		20	58289	+0.14	+0.50	+0.02
	27	58114	+0.06	+0.24	+0.22		25	58294	+0.15	+0.50	+0.02
							30	58299	+0.17	+0.50	+0.02
2018											
I	1	58119	+0.05	+0.25	+0.22	VII	5	58304	+0.18	+0.49	+0.02
	6	58124	+0.04	+0.25	+0.21		10	58309	+0.19	+0.49	+0.01
	11	58129	+0.03	+0.26	+0.21		15	58314	+0.20	+0.48	+0.01
	16	58134	+0.03	+0.26	+0.20		20	58319	+0.21	+0.48	+0.01
	21	58139	+0.02	+0.27	+0.20		25	58324	+0.22	+0.47	+0.01
	26	58144	+0.01	+0.28	+0.19		30	58329	+0.23	+0.47	+0.01
	31	58149	+0.00	+0.29	+0.19						
II	5	58154	-0.00	+0.30	+0.18	VIII	4	58334	+0.23	+0.46	+0.00
	10	58159	-0.01	+0.31	+0.18		9	58339	+0.24	+0.45	+0.00
	15	58164	-0.01	+0.32	+0.18		14	58344	+0.25	+0.44	-0.00
	20	58169	-0.01	+0.33	+0.17		19	58349	+0.25	+0.43	-0.01
	25	58174	-0.02	+0.34	+0.16		24	58354	+0.26	+0.42	-0.01
							29	58359	+0.26	+0.41	-0.01
III	2	58179	-0.02	+0.35	+0.16	IX	3	58364	+0.27	+0.40	-0.01
	7	58184	-0.02	+0.36	+0.15		8	58369	+0.27	+0.39	-0.01
	12	58189	-0.02	+0.37	+0.14		13	58374	+0.27	+0.38	-0.02
	17	58194	-0.02	+0.38	+0.14		18	58379	+0.27	+0.37	-0.02
	22	58199	-0.02	+0.39	+0.13		23	58384	+0.27	+0.36	-0.03
	27	58204	-0.01	+0.40	+0.12		28	58389	+0.27	+0.35	-0.03
IV	1	58209	-0.01	+0.41	+0.11	X	3	58394	+0.27	+0.34	-0.04
	6	58214	-0.00	+0.42	+0.10		8	58399	+0.27	+0.33	-0.04
	11	58219	+0.00	+0.43	+0.10		13	58404	+0.26	+0.32	-0.05
	16	58224	+0.01	+0.44	+0.09		18	58409	+0.26	+0.31	-0.06
	21	58229	+0.02	+0.45	+0.08		23	58414	+0.25	+0.30	-0.06
	26	58234	+0.02	+0.46	+0.07		28	58419	+0.25	+0.29	-0.07
V	1	58239	+0.03	+0.47	+0.07	XI	2	58424	+0.24	+0.28	-0.08
	6	58244	+0.04	+0.47	+0.06		7	58429	+0.23	+0.28	-0.08
	11	58249	+0.05	+0.48	+0.06		12	58434	+0.22	+0.27	-0.09
	16	58254	+0.06	+0.48	+0.05		17	58439	+0.21	+0.26	-0.10
	21	58259	+0.07	+0.49	+0.04		22	58444	+0.20	+0.26	-0.10
	26	58264	+0.08	+0.49	+0.04		27	58449	+0.20	+0.25	-0.11
	31	58269	+0.09	+0.50	+0.03						
VI	5	58274	+0.11	+0.50	+0.03	XII	2	58454	+0.19	+0.25	-0.12
							7	58459	+0.18	+0.24	-0.13

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 internetowym <ftp://maia.usno.navy.mil/ser7/ser7.dat>.

**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 <sup>''</sup> 00	0 <sup>''</sup> 25	50°00'	1'11 <sup>''</sup> 51	0 <sup>''</sup> 39	70°00'	2'43 <sup>''</sup> 78	0 <sup>''</sup> 72
1	01.05	0.25	20	1 12.37		20	2 46.75	
2	02.10	0.25	40	1 13.23		40	2 49.81	
3	03.15	0.25	51 00	1 14.10	0.40	71 00	2 52.97	0.76
4	04.20	0.25	20	1 14.98		20	2 56.23	
			40	1 15.87		40	2 59.61	
5	05.25	0.25	52 00	1 16.79	0.41	72 00	3 03.10	0.80
6	06.31	0.25	20	1 17.71		20	3 06.71	
7	07.38	0.25	40	1 18.65		40	3 10.46	
8	08.45	0.25	53 00	1 19.60	0.41	73 00	3 14.34	0.84
9	09.52	0.25	20	1 20.58		20	3 18.37	
			40	1 21.55		40	3 22.55	
10	10.60	0.25	54 00	1 22.56	0.42	74 00	3 26.89	0.89
11	11.68	0.25	20	1 23.57		20	3 31.40	
12	12.77	0.26	40	1 24.60		40	3 36.10	
13	13.87	0.26	55 00	1 25.64	0.43	75 00	3 41.00	0.95
14	14.98	0.26	20	1 26.71		20	3 46.09	
			40	1 27.80		40	3 51.42	
15	16.10	0.26	56 00	1 28.89	0.45	76 00	3 56.97	1.02
16	17.23	0.26	20	1 30.01		20	4 02.78	
17	18.37	0.26	40	1 31.15		40	4 08.86	
18	19.53	0.26	57 00	1 32.31	0.46	77 00	4 15.23	1.09
19	20.69	0.26	20	1 33.49		20	4 21.9	
			40	1 34.69		40	4 28.9	
20	21.87	0.27	58 00	1 35.92	0.47	78 00	4 36.3	1.17
21	23.07	0.27	20	1 37.16		20	4 44.0	
22	24.28	0.27	40	1 38.43		40	4 52.2	
23	25.51	0.27	59 00	1 39.73	0.48	79 00	5 00.8	1.27
24	26.75	0.27	20	1 41.05		20	5 09.9	
			40	1 42.39		40	5 19.6	
25	28.02	0.28	60 00	1 43.76	0.50	80 00	5 29.8	1.39
26	29.31	0.28	20	1 45.16		20	5 40.6	
27	30.61	0.28	40	1 46.59		40	5 52.2	
28	31.95	0.28	61 00	1 48.04	0.51	81 00	6 04.5	1.53
29	33.31	0.29	20	1 49.53		20	6 17.7	
			40	1 51.05		40	6 31.7	
30	34.69	0.29	62 00	1 52.60	0.53	82 00	6 46.8	1.70
31	36.10	0.29	20	1 54.19		20	7 03.0	
32	37.54	0.29	40	1 55.81		40	7 20.4	
33	39.01	0.30	63 00	1 57.47	0.55	83 00	7 39.3	1.92
34	40.52	0.30	20	1 59.15		20	7 59.7	
			40	2 00.89		40	8 21.9	
35	42.06	0.30	64 00	2 02.67	0.57	84 00	8 46.1	2.19
36	43.64	0.31	20	2 04.49		20	9 12.5	
37	45.26	0.31	40	2 06.35		40	9 41.6	
38	46.92	0.32	65 00	2 08.25	0.59	85 00	10 13.5	2.55
39	48.64	0.32	20	2 10.20		20	10 48.9	
			40	2 12.20		40	11 28.1	
40	50.40	0.33	66 00	2 14.26	0.62	86 00	12 11.8	3.03
41	52.21	0.33	20	2 16.36		20	13 00.9	
42	54.07	0.34	40	2 18.53		40	13 56.2	
43	56.00	0.34	67 00	2 20.74	0.64	87 00	14 58.8	3.71
44	57.98	0.35	20	2 23.03		20	16 10.2	
			40	2 25.36		40	17 32.1	
45	60.04	0.35	68 00	2 27.78	0.66	88 00	19 06.6	4.71
46	62.17	0.36	20	2 30.25		20	20 56.4	
47	64.37	0.37	40	2 32.80		40	23 05.1	
48	66.67	0.37	69 00	2 35.43	0.69	89 00	25 37.0	
49	69.04	0.38	20	2 38.13		20	28 37.6	
			40	2 40.92		40	32 14.2	
50	71.51	0.39	70 00	2 43.78	0.72	90 00	36 36.0	
						20	41 54.7	
						40	48 25.5	
						91 00	56 27.5	

### Współczynniki do obliczania refrakcji całkowitej

$t$ [°C]	$A$	$H$	$B$	$H$	$B$	$z'$	$\alpha$	$R_1$	$\beta$
- 30°	+0.1291	649 <sup>mm</sup>	-0.1461	720 <sup>mm</sup>	-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. pozornia	
- 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	$\alpha, \beta, \gamma$ 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				

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

## Zestawienie gwiazdozbiorów

Nazwa łacińska (z końcówką dopełniacza)	Skrót nazwy łac.	Nazwa polska	Granice położenia na sferze niebieskiej		Liczba gwiazd jaśn. od 6	
			$\alpha$	$\delta$		
Andromed-a, -ae	And	Andromeda	22 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	2 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	+21.4 +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
			$\alpha$	$\delta$	
Libr-a, -ae	Lib	Waga	14 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 15 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	-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

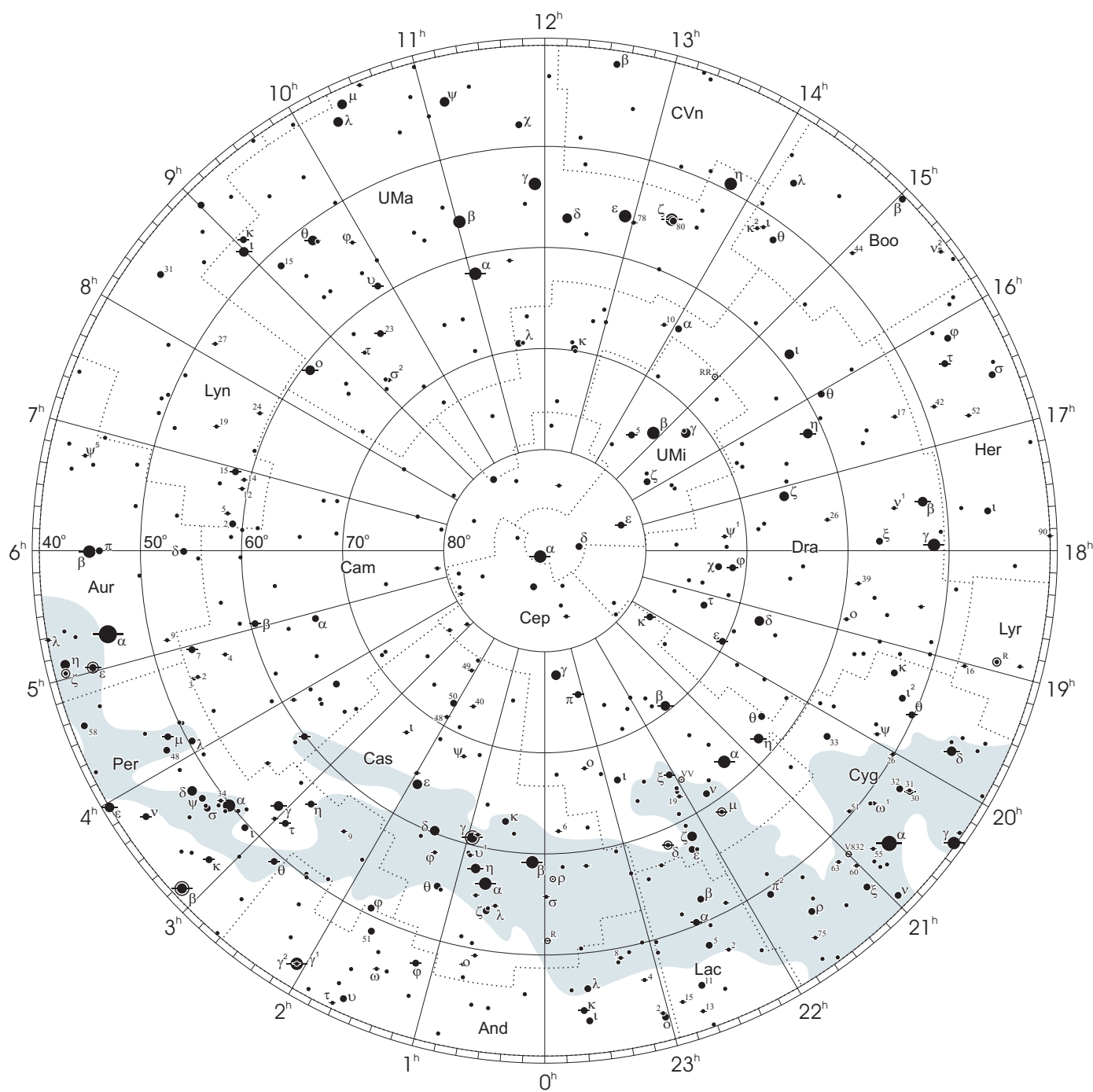
Gwiazdozbiory Carina, Puppis, Pyxis i Vela poprzednio tworzyły jeden gwiazdozbiór Argo navis (Okręt Argo).

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



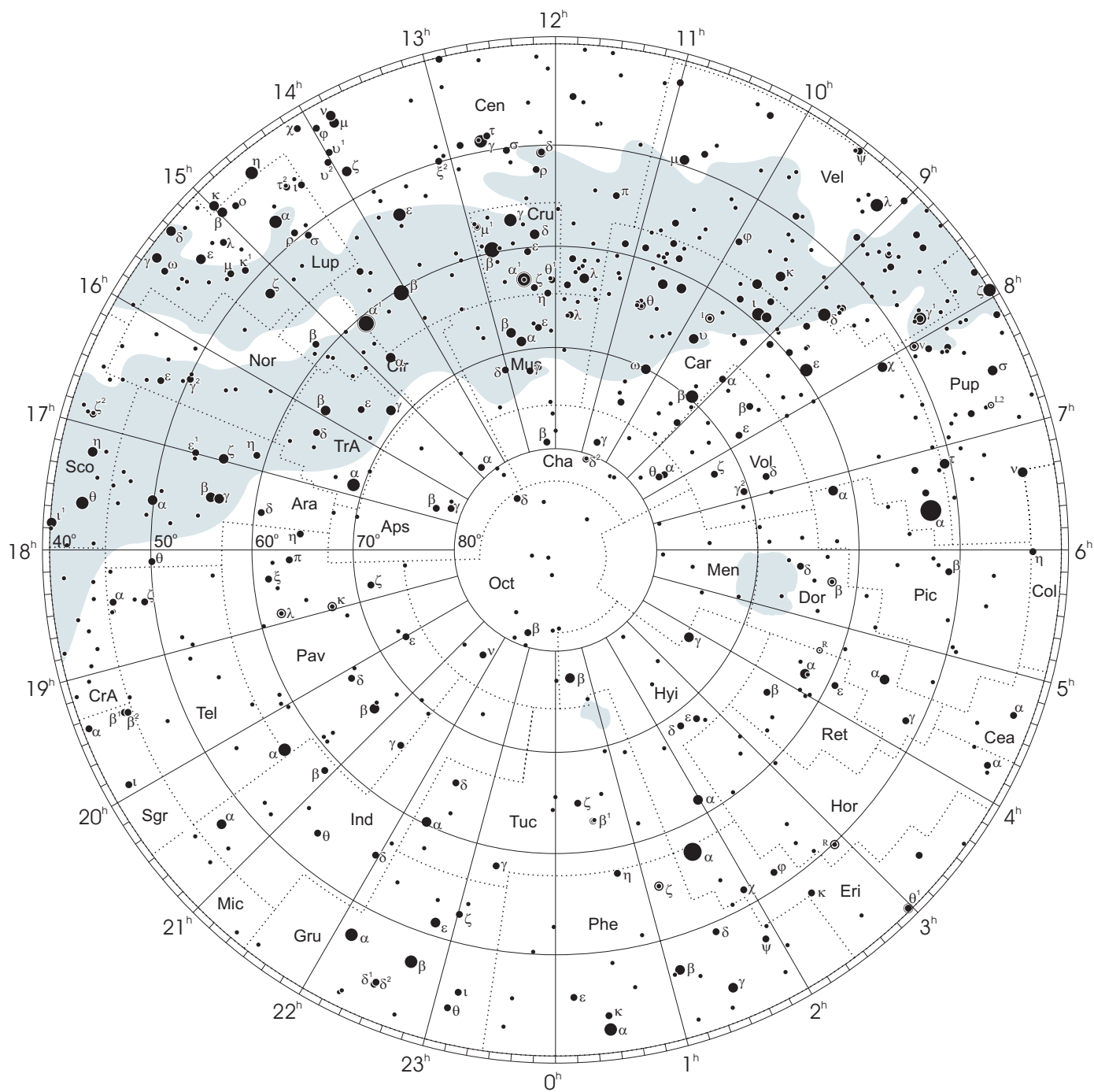
●1 ●2 ●3 ●4 ●5

wielkości gwiazdowe



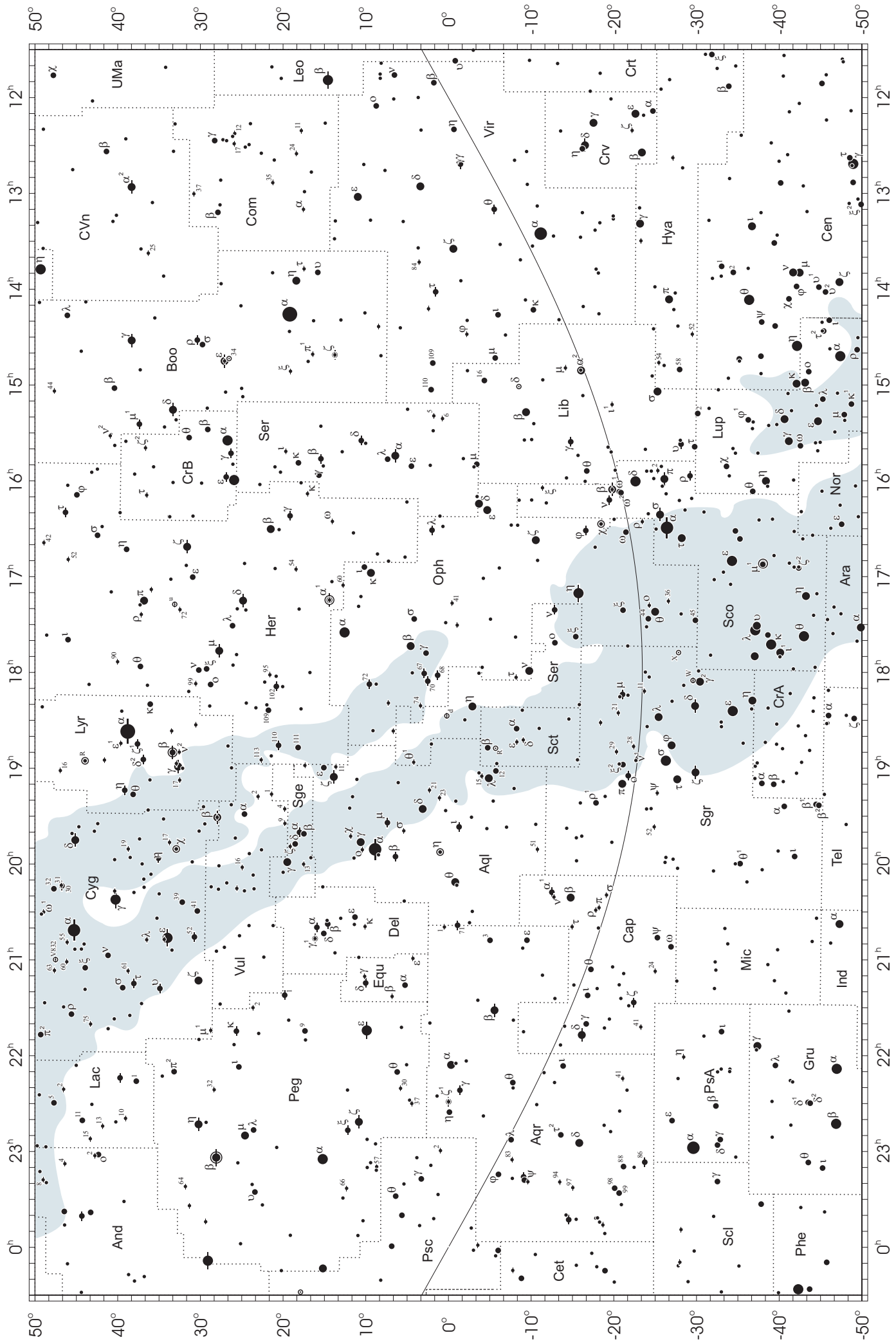
# Mapa nieba

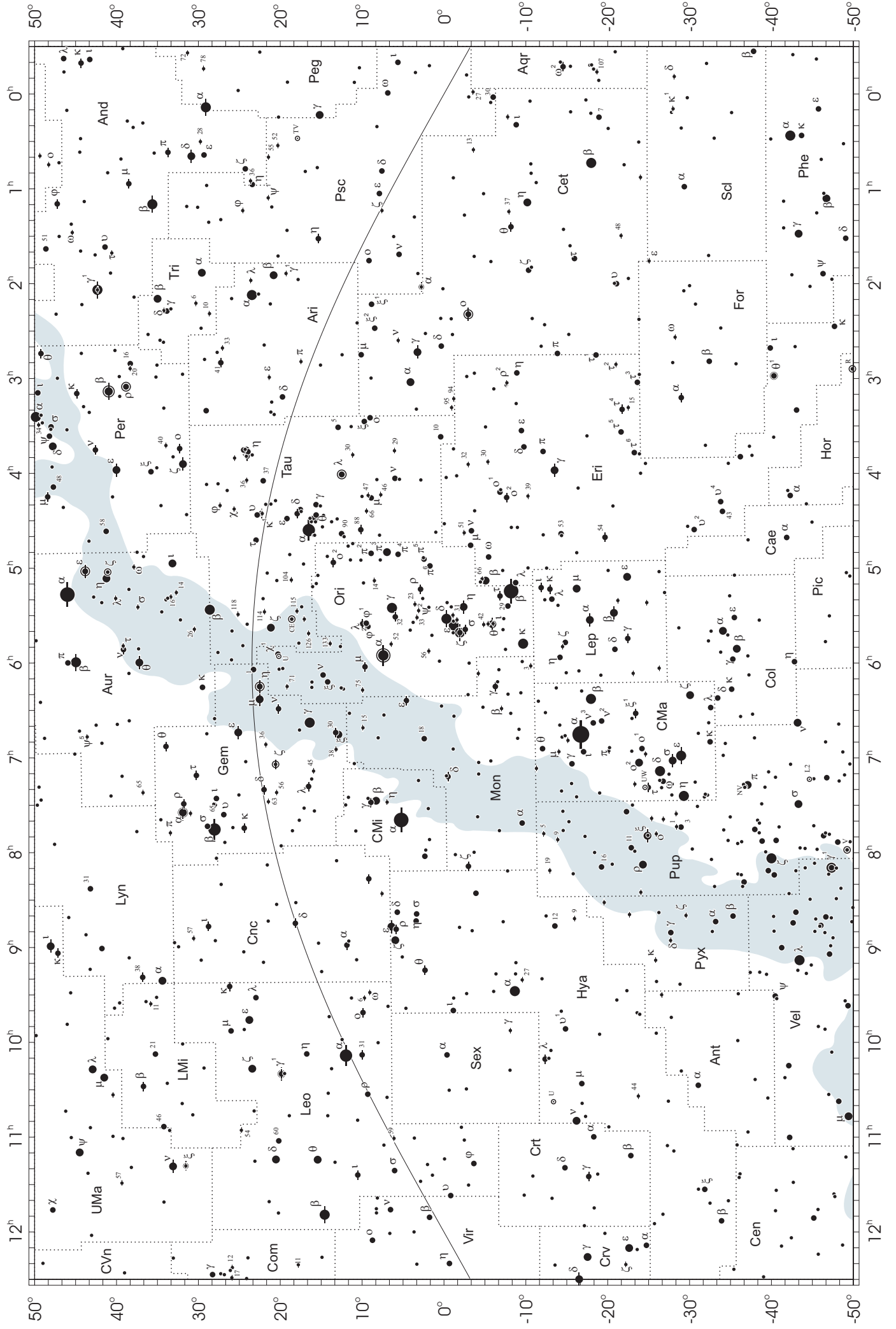
## otoczenie bieguna południowego sfery niebieskiej



● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

wielkości gwiazdowe





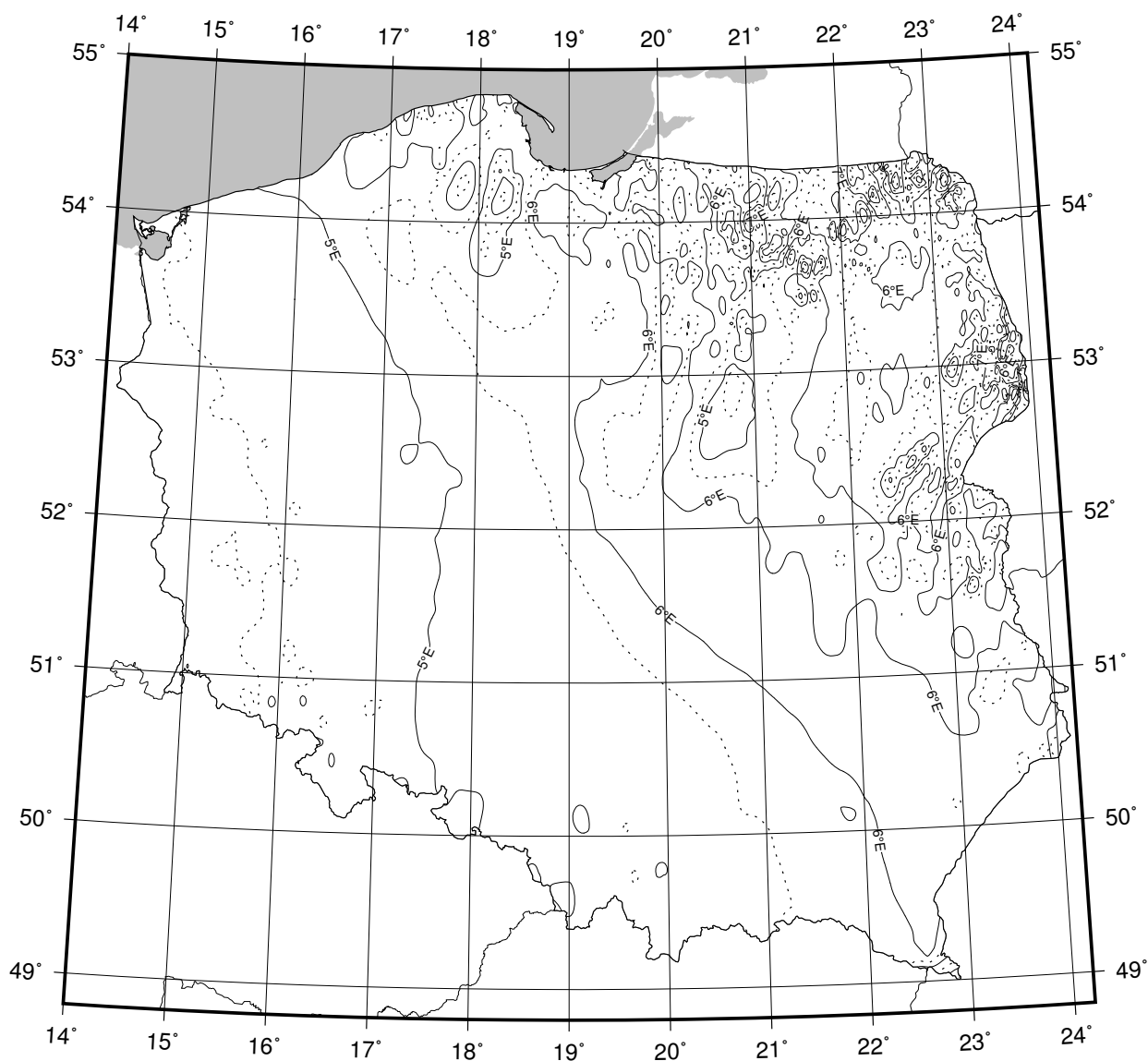
## Sygnaly czasu

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	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> – 1 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> Przez całą dobę Przez całą dobę od 1 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> – 9 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	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 – 55 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 15% 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	25000	Przez całą dobę	Modulacja sygnałów taka sama jak w DCF77 ale z modulacją amplitudy (1kHz); sygnały czasu UTC
MSF	Anthorn, Wielka Brytania	54°54'N 3°16'W	60	Przez całą dobę z przerwą w drugi czwartek marca i grudnia 10 <sup>h</sup> – 14 <sup>h</sup> oraz czerwca i września 9 <sup>h</sup> – 13 <sup>h</sup>	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(2)	Moskwa, Rosja	56°44'N 37°38'E	4996 9996 14996		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 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> a 5 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	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 o długości 5 ms i modulacji 1200 Hz; 29 i 59 sekunda opuszczona. Godziny i minuty impulsy 0.8 s, odpowiednio: 1500 Hz oraz 1200 Hz. Poprawka DUT1 zakodowana (BCD)

Opracowano na podstawie: *BIPM Annual Report on Time Activities, Vol. 11, 2016.*

## MAPA DEKLINACJI MAGNETYCZNEJ NA EPOKĘ 2018.5



Izogony poprowadzono co 30'  
Zmiana roczna wynosi 8'

*Przykład obliczania wartości deklinacji magnetycznej.*

Dla punktu o współrzędnych  $\varphi = 16^{\circ}00'$  i  $\lambda = 54^{\circ}00'$   
wartość deklinacji wschodniej na epokę 2018.5 wynosi

$$D_{2018.5} \approx 4^{\circ}55'$$

Obliczenie wartości deklinacji magnetycznej na epokę 2018.3

$$D_{2018.3} = D_{2018.5} + (\text{zmiana roczna} \times (2018.3 - 2018.5))$$

$$D_{2018.3} \approx 4^{\circ}53'$$

## 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 użytkowanemu 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 astronomicznych<sup>1)</sup>. 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 ujednoczeniem 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 Ziemi (*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 IAU2000A<sup>2)</sup>. 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 Ziemijskiego Efemerydalnego Punktu Początkowego (*TEO*) — przemianowanymi przez XXVI ZG IAU (Praga, 2006) odpowiednio na Niebieski Pośredni Punkt Początkowy (*CIO*) i Ziemijski 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 Ziemijski System Odniesienia *GTRS*, który został zdefiniowany w zgodności z Rezolucją B1.3 ZG IAU w 2000 r. oraz uzupełniło definicję Międzynarodowego Ziemijskiego Systemu Odniesienia *ITRS* jako szczególnego Geocentrycznego Ziemijskiego Systemu Odniesienia *GTRS*, którego orientacja jest operacyjnie utrzymywana w ciągłości z poprzednimi uzgodnieniami międzynarodowymi (orientacja BIH). Na mocy Rezolucji B3 XXVII ZG IAU w Rio de Janeiro w 2009 r. druga realizacja Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia *ICRF2* zastąpiła od 1 stycznia 2010 r. *ICRF* jako fundamentalna astrometryczna realizacja *ICRS*. To samo zgromadzenie w Rezolucji B2 określiło nowe stałe astronomiczne IAU2009 oraz strategię ich uaktualniania. W 2011 roku *ICRF2* został również przyjęty przez XXV ZG IUGG (Melbourne, Rezolucja 3). Na mocy Rezolucji B2 XXVIII ZG IAU (Pekin, 2012) wprowadzono nową definicję długości jednostki astronomicznej nadając jej oznaczenie *au*. Jednostkę astronomiczną uznano za pomocniczą stałą definiującą natomiast stałą grawitacyjną Gaussa *k* usunięto ze stałych astronomicznych.

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

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

## Zasadnicze różnice w definicjach systemów odniesienia

Systemy używane do 1991 roku	Systemy obowiązujące od 2003 roku
<b>1. Ogólne</b>	
podstawy teoretyczne: <b>mechanika newtonowska</b> (z poprawkami relatywistycznymi)	podstawy teoretyczne: <b>mechanika relatywistyczna</b>
zapewnienie dokładności na poziomie <b>milisekundy</b> łuku ( <i>mas</i> )	zapewnienie dokładności na poziomie <b>mikrosekundy</b> łuku ( <i>μas</i> )
<b>2. Systemy niebieskie</b>	
system odniesienia: <b>FK5</b>	system odniesienia: <b>ICRS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>BCRS</b> — dla Układu Słonecznego</li> <li>– <b>GCRS</b> — dla powiązania z ziemskim systemem odniesienia i monitorowania EOP</li> </ul>
<b>FK5</b> — <b>dynamiczny</b> układ odniesienia (określony na podstawie rozwiązania planetarnych równań ruchu i zdefiniowany poprzez pozycje jasnych gwiazd)	<b>ICRF</b> — <b>kinematyczny</b> układ odniesienia (zdefiniowany poprzez pozycje obiektów pozagalaktycznych)
<b>FK5</b> — <b>nieustalone</b> położenie względem układu inercjalnego — określane na epokę katalogu.	<b>ICRF</b> — <b>kinematycznie ustalone</b> położenie względem układu inercjalnego (ruchy własne obiektów pozagalaktycznych — uznane za zaniedbywalnie małe)
kierunki osi odniesione do określonych na epokę: <b>bieguna FK5</b> (definiującego płaszczyznę równika) i kierunku <b>równonocy wiosennej</b> (wyznaczonego przez przecięcie płaszczyzn równika i ekliptyki)	kierunki osi odniesione do ustalonych: <b>bieguna ICRF</b> (niemal pokrywający się z <b>CEP FK5</b> na epokę J2000.0) i <b>początku liczenia rektascensji w ICRS</b> (niemal pokrywający się z kierunkiem równonocy wiosennej FK5 na epokę J2000.0)
<b>3. System pośredni</b>	
kierunki osi pośredniego systemu niebieskiego odniesione do <b>CEP</b> (definiującego płaszczyznę <b>prawdziwego równika</b> ) i kierunku <b>równonocy wiosennej</b> (wyznaczonego przez przecięcie płaszczyzn <b>prawdziwego równika</b> i <b>ekliptyki</b> )	kierunki osi pośredniego systemu niebieskiego określone przez <b>CIP</b> (niemal pokrywający się z <b>CEP FK5</b> na epokę J2000.0) i <b>CIO</b> (niemal pokrywający się z kierunkiem równonocy wiosennej FK5 na epokę J2000.0) — w latach 2003–2006 pod nazwą <b>CEO</b>
kierunek osi <i>x</i> pośredniego systemu ziemskiego określony przez przecięcie płaszczyzny <b>chwilowego południka Greenwich</b> z <b>równikiem CEP</b>	kierunek osi <i>x</i> pośredniego systemu ziemskiego określony przez <b>TIO</b> (przecięcie chwilowego południka zerowego <b>ITRS</b> z <b>równikiem CIP</b> ) — w latach 2003–2006 pod nazwą <b>TEO</b>
relacja pomiędzy niebieskim i ziemskim pośrednim systemem odniesienia wyrażona w funkcji <b>prawdziwego czasu gwiazdowego Greenwich (GST)</b>	relacja pomiędzy niebieskim i ziemskim pośrednim systemem odniesienia wyrażona w funkcji <b>Kąta Obrótu Ziemi (ERA)</b>
<b>4. System ziemski</b>	
kierunki osi systemu <b>CTS</b> określone przez <b>CIO*</b> i <b>zerowy południk BIH</b>	kierunki osi systemu <b>ITRS</b> określone przez <b>biegun IERS ITRS</b> oraz <b>zerowy południk ITRS</b>

Ośrodki zrzeszone w uniach IAU i IUGG są także zachęcane do prowadzenia badań pionowych i poziomych ruchów skorupy ziemskiej, do prac nad łącznym opracowywaniem obserwacji uzyskiwanych za pomocą różnych technik pomiarowych i do ściślejszej współpracy z grupami roboczymi tych unii. Do upowszechniania przyjętych standardów (konwencji) zobowiązano IERS<sup>3)</sup>.

Stałe astronomiczne zamieszczone w niniejszym Roczniku zostały zaczerpnięte z uaktualnionej jesienią 2012 r. strony internetowej ([http://maia.usno.navy.mil/NSFA/NSFA\\_cbe.html](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. Dodatkowo zamieszczono uzupełniającą listę stałych i wielkości pomocniczych — niektóre odniesione do poprzednio obowiązujących systemów. Mogą one być stosowane w obliczeniach nie wymagających najwyższych dokładności.

<sup>3)</sup> Dane szczegółowe na temat ewolucji systemu stałych astronomicznych można uzyskać m.in. na stronach internetowych IAU (<http://www.iau.org>) oraz IERS (<http://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  $c = 299\,792\,458\ m\,s^{-1}$

#### 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  $d\theta/dt = 1.002\,737\,811\,911\,354\,48 \times 2\pi\ rad \cdot doba_{UT1}^{-1}$

### Najlepsze współczesne oszacowania

#### Naturalne stałe mierzone

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

#### Inne stałe

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

#### Stałe ciała Systemu Słonecznego

##### Parametr masy Słońca

zgodny z  $TCB$   $GM_S = 1.327\,124\,420\,99 \times 10^{20} \pm 1 \times 10^{10}\ m^3\,s^{-2}$

zgodny z  $TDB$   $GM_S = 1.327\,124\,400\,41 \times 10^{20} \pm 1 \times 10^{10}\ m^3\,s^{-2}$

Równikowy promień Ziemi<sup>4)</sup>  $a_E = 6.378\,136\,6 \times 10^6 \pm 1 \times 10^{-1}\ m$

Współczynnik dynamiczny figury Ziemi<sup>4)</sup>  $J_2 = 1.082\,635\,9 \times 10^{-3} \pm 1 \times 10^{-10}$

Zmiana wiekowa współczynnika  $J_2$   $dJ_2/dt = -3.0 \times 10^{-9} \pm 6 \times 10^{-10}\ stulecie^{-1}$

##### Geocentryczna stała grawitacyjna<sup>4)</sup>

zgodna z  $TCB$   $GM_E = 3.986\,004\,418 \times 10^{14} \pm 8 \times 10^5\ m^3\,s^{-2}$

zgodna z  $TT$   $GM_E = 3.986\,004\,415 \times 10^{14} \pm 8 \times 10^5\ m^3\,s^{-2}$

zgodna z  $TDB$   $GM_E = 3.986\,004\,356 \times 10^{14} \pm 8 \times 10^5\ m^3\,s^{-2}$

Potencjał siły ciężkości na geoidzie<sup>4)</sup>  $W_0 = 6.263\,685\,60 \times 10^7 \pm 5 \times 10^{-1}\ m^2\,s^{-2}$

Prędkość kątowna Ziemi<sup>4)</sup>  $\omega = 7.292\,115 \times 10^{-5}\ rad\,s^{-1}$

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  $M_S/M_{Eris} = 1.191 \times 10^8 \pm 1.4 \times 10^6$

<sup>4)</sup> Por. z inną, przyjętą przez IUGG wartością wg GRS80.



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	$k = 0.017\,202\,098\,95$
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 <sup>4)</sup>	$f = 1/298.256\,42$
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	$M_S/(M_E + M_M) = 328\,901$
$M_S/(M_E + M_M) = GM_S/(GM_E + M_M/M_E \cdot GM_E)$	

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

#### Stałe definiujące (dokładnie)

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

#### Stałe pochodne

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

### 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

$$m = 4612''.4362 + 2''.79312T - 0''.000278T^2 \quad (1)$$

Precesja w deklinacji na stulecie juliańskie

$$n = 2004''.3109 - 0''.85330T - 0''.000217T^2 \quad (2)$$

Średnie nachylenie ekliptyki

$$\varepsilon = 84381''.448 - 46''.8150T - 0''.00059T^2 + 0''.001813T^3 \quad (3)$$

Poprawka punktu równonocy przy przejściu z systemu FK4 do FK5<sup>5)</sup>

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

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

Precesja — kąty Eulera

$$\zeta_A = -2306''.083227T - 0''.2988499T^2 - 0''.01801828T^3 + 0''.000005971T^4 + 0''.0000003173T^5 \quad (5)$$

$$\theta_A = 2004''.191903T - 0''.4294934T^2 - 0''.04182264T^3 - 0''.000007089T^4 - 0''.0000001274T^5 \quad (6)$$

$$z_A = -2306''.077181T - 1''.0927348T^2 - 0''.01826837T^3 + 0''.000028596T^4 + 0''.0000002904T^5 \quad (7)$$

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

$$p_A = 5028''.796195T + 1''.1054348T^2 + 0''.00007964T^3 - 0''.000023857T^4 + 0''.0000000383T^5 \quad (8)$$

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

$$\psi_A = 5038''.481507T - 1''.0790069T^2 - 0''.00114045T^3 + 0''.000132851T^4 - 0''.0000000951T^5 \quad (9)$$

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

$$\chi_A = 10''.556403T - 2''.3814292T^2 - 0''.00121197T^3 + 0''.000170663T^4 - 0''.0000000560T^5 \quad (10)$$

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

$$m = 4612''.160408 + 2''.7831694T + 0''.108859950T^2 - 0''.000138268T^3 - 0''.0000030385T^4 \quad (11)$$

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

$$n = 2004''.191903 - 0''.8589868T - 0''.12546792T^2 - 0''.000028356T^3 - 0''.000000637T^4 \quad (12)$$

Średnie nachylenie Ekliptyki

$$\varepsilon_A = 84381''.406 - 46''.836769t - 0''.0001831T^2 + 0''.00200340T^3 - 0''.000000576T^4 - 0''.0000000434T^5 \quad (13)$$

**Wzory na zamianę jednostek czasu gwiazdowego średniego i średniego czasu słonecznego**

$$\frac{\text{interwał czasu gwiazdowego średniego}}{\text{interwał czasu słonecznego średniego}} = 1.002737909350795 + 5.9006 \times 10^{-11}T - 5.9 \times 10^{-15}T^2 \quad (14)$$

$$\frac{\text{interwał czasu słonecznego średniego}}{\text{interwał czasu gwiazdowego średniego}} = 0.997269566329084 - 5.8684 \times 10^{-11}T + 5.9 \times 10^{-15}T^2$$

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 jedność większa od liczby dób słonecznych

$$\begin{aligned} \text{rok zwrotnikowy} &= 366.242198797 \text{ średnich dób gwiazdowych} \\ &= 365.242198797 \text{ średnich dób słonecznych} \end{aligned}$$

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

$$1 + \mu = \frac{366.242198797}{365.242198797} = 1.0027379093 \quad (15)$$

stąd

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

Podobnie dla przejścia od jednostek czasu gwiazdowego do jednostek czasu słonecznego

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

lub

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

gdzie  $\mu' = 0.0027304336$

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

# OBJAŚNIENIA

## CZEŚĆ OGÓLNA

W ostatnich kilku dziesięcioleciach zaszły ważne zmiany w poznaniu ruchu obrotowego Ziemi — nastąpił ogromny postęp w zakresie osiągniętych 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 osiągniętej 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  $\mu\text{as}$ .

### 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 współrzędnych<sup>6)</sup>),  $\tau$  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.

<sup>6)</sup> 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.

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 nieobrcającym 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  $17.1 \text{ mas}$  w kierunku  $0^\circ$  i  $5.1 \text{ mas}$  w kierunku  $90^\circ$ . 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 jest zdefiniowany poprzez precyzyjnie wyznaczone pozycje 3414 zwartych astronomicznych radioźródeł. Jego poziom szumów nie przekracza  $40 \mu\text{as}$ , zaś stabilność jego osi kształtuje się na poziomie  $10 \mu\text{as}$ . Dopasowania ICRF2 do ICRS dokonano przy użyciu 138 stabilnych radioźródeł, wspólnych dla ICRF2 i ICRF-Ext2. ICRF2 będzie utrzymywany przy wykorzystaniu 295 nowych definiujących radioźródeł wybranych w oparciu o kryterium stabilności oraz braku rozwiniętej wewnętrznej struktury źródła. Stabilność wspomnianych 295 definiujących radioźródeł oraz ich bardziej równomierny rozkład na sferze niebieskiej eliminują dwie najpoważniejsze słabości ICRF.

Ziemski 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 Ziemi 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 Ziemi 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 Ziemi 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 Ziemi 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*, ... *ITRF96*, *ITRF97*, *ITRF2000*, *ITRF2005* i *ITRF2008*) 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 wyznaczone 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. Kątowi Obrótu Ziemi *ERA* występującemu również pod nazwą kąta gwiazdowego (w odniesieniu do Niebieskiego Efemerydalnego Punktu Początkowego *CEO* — nieobrcającego 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  $\mu as$ , 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 Nieobrcającym 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  $IRS_{\text{ziemski}}$  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  $IRS_{\text{ziemski}}$  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 pomiędzy wektorem jednostkowym  $\mathbf{e}_{ITRS}$  w *ITRS* i jego obrazem  $\mathbf{e}_{GCRS}$  w *GCRS* wyraża się przez transformację

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

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

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

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

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  $\xi_1$ ,  $\xi_2$ ,  $\xi_3$  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

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

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 (<http://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  $s' = -47 \mu as \times t$ .

Macierz  $R(t)$  ma postać

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

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

$$\theta(T_u) = 2\pi (0.779\,057\,273\,2640 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48 T_u) \quad (27)$$

gdzie

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

oraz

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

Macierz  $Q(t)$  ma postać

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

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

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

Parametr  $s$  jest wielkością określającą zmianę w czasie położenia *CIO* na równiku *CIP* spowodowaną przez ruch *CIP* względem *GCRS*. Z zachowaniem dokładności na poziomie  $1 \mu as$  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  $+94 \mu as$  ( $[\sigma_0 N_0]$  odpowiada kątowni pomiędzy  $\sigma_0$  — pozycją *CIO* na równiku *CIP* na epokę J2000.0 i  $N_0$  — węzłem wstępującym równika *CIP* w równik *GCRS* na epokę J2000.0, zaś  $[\Sigma_0 N_0]$  odpowiada kątowni pomiędzy  $\Sigma_0$  — 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  $1 \mu as$   $a = \frac{1}{2} + \frac{1}{8}(X^2 + Y^2)$ .

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  $\Omega$ . 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  $0.2 \text{ mas}$ . Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia (IERS) publikuje więc na bieżąco, wynikające z obserwacji, poprawki  $\delta X$ ,  $\delta Y$  (dane EOP C04 dostępne na stronach internetowych IERS (<https://www.iers.org/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  $\delta X$ ,  $\delta Y$  wyraża się wzorami:

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

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

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

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

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

zaś geocentryczny wektor wodzący obiektu Q ma postać

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

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

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

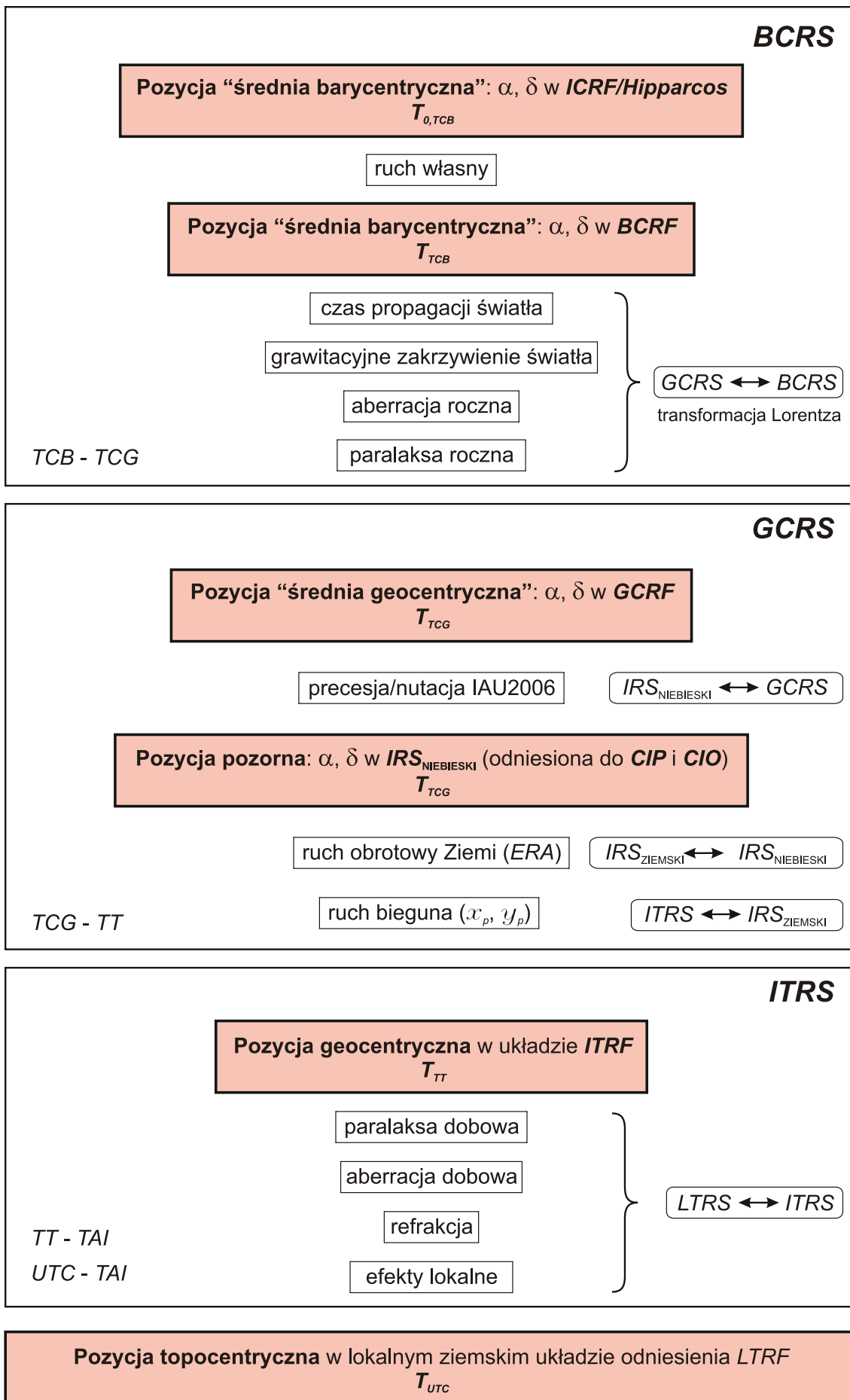
gdzie  $E = |\mathbf{E}|$ ,  $Q = |\mathbf{Q}|$  oraz  $P = |\mathbf{P}|$ ,  $c$  jest prędkością światła, a  $GM_S$  — heliocentryczną stałą grawitacyjną. Poprawkę tę można obliczyć z mniejszą dokładnością z uproszczonego wzoru

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

gdzie  $R$  — oznacza promień orbity Ziemi (przybliżenie  $P$ ), a  $\pi$  — 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:

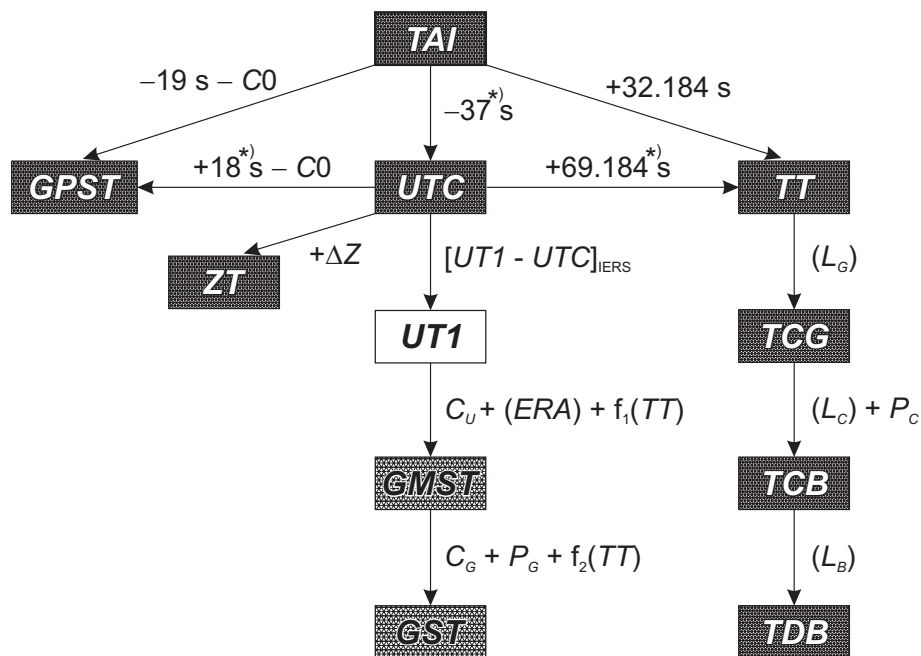
$$\Delta \mathbf{e}^P = \frac{2GM_S}{c^2 E} \cdot \frac{(\mathbf{e}^P \cdot \mathbf{e}^Q) \mathbf{e}^E - (\mathbf{e}^E \cdot \mathbf{e}^P) \mathbf{e}^Q}{1 + (\mathbf{e}^E \cdot \mathbf{e}^Q)} \quad (42)$$



Rys. 1 Schemat procesu transformacji od systemów niebieskich do ziemskich

## 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 godzinnym Słońca oraz czas gwiazdowy, dla którego „zegarem” jest ruch obrotowy Ziemi względem punktu równonocy wiosennej, odmierzany kątem godzinnym punktu równonocy wiosennej. W zadanym momencie czas obrotowy w dwóch różnych punktach na powierzchni Ziemi jest różny — z wyjątkiem sytuacji gdy punkty te leżą na tym samym południku geograficznym<sup>7)</sup>. 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 Wąg i Miar (Conférence Général 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 Wąg 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 2018.

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 *IAT*) (*Temps Atomique International* lub *Inernational 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

<sup>7)</sup> 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.

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 nadsztylnymi (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<sup>d</sup> 0<sup>h</sup> *UTC*. Związek pomiędzy Międzynarodowym Czasem Atomowym a czasem GPS jest następujący:

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

gdzie 19 s jest stałą różnicą między *TAI* i *UTC* na epokę 1980 styczeń 6<sup>d</sup> 0<sup>h</sup> *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 zanedbywalne. 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 odmierzenia czasu na Ziemi, w szczególności jako czas odniesienia dla pozornych, geocentrycznych efemeryd (czas ziemski praktycznie wprowadzony był w 1976 roku jako Ziemi Czas Dynamiczny (*TDT*), który z dniem 1 stycznia 1977 roku zastąpił Czas Efemeryd (*ET*)). *TT* jest zdefiniowany jako skala czasu różniący się od skali czasu współrzędnych geocentrycznych *TCG* o współczynnik  $L_G$  będący funkcją potencjału siły ciężkości na geoidzie. Z uwagi na niedostateczną dokładność wyznaczenia potencjału siły ciężkości na geoidzie oraz zmienność w czasie pola siły ciężkości Ziemi XXIV Zgromadzenie Generalne IAU (Manchester, 2000) (Rezolucja B1.9) przyjęło stałą wartość współczynnika  $L_G$ , określoną na podstawie ustalonej wartości potencjału siły ciężkości, i uznało ją za jedną ze stałych definiujących obowiązujące systemy astronomiczne i geodezyjne.

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

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

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

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

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

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

gdzie

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

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

XVI Zgromadzenie Generalne IAU (Grenoble, 1976) wprowadziło, obok skali Ziemijskiego 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  $2\text{ ms}$ .

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

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

gdzie

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

są stałymi definiującymi<sup>8)</sup>.

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 skale 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.

**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 Greenwich<sup>9)</sup>. 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  $\lambda$  południka miejscowego, która na wschód od Greenwich przybiera wartości dodatnie<sup>10)</sup>

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

<sup>8)</sup> W Rezolucji B2 ZG IAU 2009 wielkość  $T_0$  nie została zaliczona do stałych definiujących.

<sup>9)</sup> 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.

<sup>10)</sup> Wg uchwały IAU (Patras, 1982), Rezolucja C4.

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 czasu<sup>11)</sup>.

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  $\theta$ ), 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  $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$ .

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

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.

**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  $\varepsilon$  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).

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

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

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

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

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

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

gdzie  $t$  jest dane wzorem (20).

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

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

przy czym  $Eq$  jest to równanie równonocy.

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

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

gdzie  $\varepsilon_A$  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  $\alpha_k$  i  $\Omega$  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>.

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

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

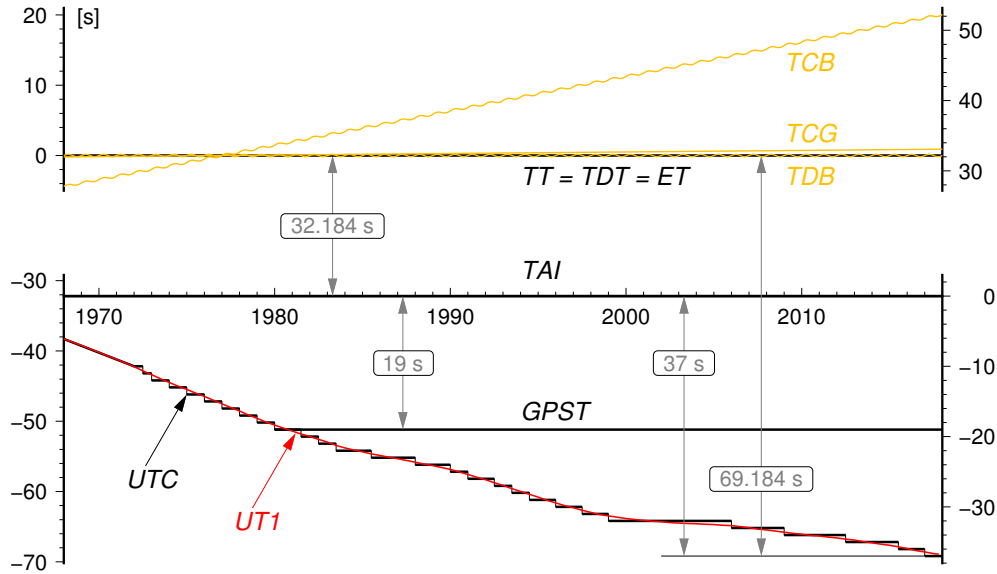
przy czym czas gwiazdowy prawdziwy jest obliczony bezpośrednio, wychodząc od pełnej macierzy precesyjno–nutacyjnej IAU2006 oraz tzw. równania początków (*equation of origins*). Podejście to jest równoważne poprzednio stosowanemu podejściu z użyciem modelu IAU2000.

Rolę jaką odgrywał czas gwiazdowy w transformacji pomiędzy układami ziemskim i niebieskim przejął Kąt Obrotu Ziemi ( $ERA$ ), który nie jest obarczony wpływem precesji i nutacji. W nowym wyrażeniu na  $GST$  w funkcji czasu kąt  $\theta$  ( $ERA$ ) 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  $\theta(J2000.0) = GMST(J2000.0)$ , zaś różnica  $GST - \theta$  określa rektascensję  $CIO$ , a tym samym położenie punktu równonocy wiosennej na równiku  $CIP$ .

<sup>12)</sup> Biegun  $CIP$  znajduje się bardzo blisko bieguna chwilowej osi obrotu Ziemi.

**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 Ziemi, tj. we wzorze (56) kąt  $\theta$  powinien być obliczony zgodnie z (53), przy czym argument  $T_u = JD(TT) - 2451\,545.0$ . Otrzymany w ten sposób  $SDT$  jest czasem średnim. Dynamiczny czas gwiazdowy prawdziwy otrzymuje się poprzez dodanie nutacji w rektascensji  $\Delta\psi \cos \varepsilon_A$  do dynamicznego czasu gwiazdowego średniego.

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



Rys. 3 Zależności pomiędzy niektórymi stosowanymi skalami czasu

**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  $5 \times 10^{-9}$ ), 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 wynosi<sup>13)</sup>:

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

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

<sup>13)</sup> Wprowadzenie sekundy przestępnej jest każdorazowo ogłaszane w wydawanym przez IERS biuletynie C; (<ftp://hpiers.obspm.fr/eop-pc/bul/bulc/>).



### Zestawienie okresów, w których obowiązywał w Polsce czas letni

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

Dane począwszy od 2017 roku: Rozp. Prezesa Rady Ministrów z 3 listopada 2016 r. w sprawie wprowadzenia i odwołania czasu letniego środkowoeuropejskiego w latach 2017–2021, Dz. U. z dnia 14 listopada 2016 r., poz. 1833.

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  $\Delta Z$ .

**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  $\Delta Z$  godzin, tj.:

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

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

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

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

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

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

*UT0* (lub *TU0*) — czas uniwersalny prawdziwy — wyznaczany bezpośrednio (po uwzględnieniu równania czasu) z obserwacji astronomicznych średni czas słoneczny średniego południka Greenwich, od którego były odmierzone długości geograficzne. Płaszczyzna średniego południka Greenwich była określona przez dwa kierunki: kierunek linii pionu w Greenwich oraz kierunek równoległy do średniej osi obrotu Ziemi<sup>14</sup>), 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 Ziemi<sup>15</sup>) (czas uniwersalny średni, w którym zostały uwzględnione okresowe zmiany wywołane strefową składową pływow 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.

*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 obrotu<sup>16</sup>).

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  $\Delta T_s$ , 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* związano również z ruchem orbitalnym Księżyca wokół Ziemi. Nie istnieje wzorzec podstawowy reprodukcujący 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 zwrotnikowego<sup>17</sup>) epoki 1900 styczeń 0<sup>d</sup> 12<sup>h</sup> Czasu Efemeryd.

<sup>14</sup>) 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*.

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

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

<sup>17</sup>) 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°).

Niestołość jednostek czasów słonecznego i gwiazdowego związanych z ruchem obrotowym Ziemi wynika nie tylko ze zmian sezonowych  $\Delta T_s$  w prędkości kątovej ruchu obrotowego Ziemi ale także z powodu zmian wiekowych i okresowych  $\Delta T$  tego ruchu. Zależność między Czasem Efemeryd a czasem uniwersalnym jest następująca:

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

gdzie  $\Delta T$  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:

$$\begin{aligned} \Delta T &= 24^s.349 + 72^s.318T + 29^s.950T^2 + 1^s.82144B''/1'' \\ B'' &= \lambda_{obs} - [\lambda_{Br.} + 4''.65 + 12''.96T + 5''.22T^2 - 10''.71 \sin(240^\circ.7 + 140^\circ.0T)] \end{aligned} \quad (65)$$

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 ( $\lambda_{obs}$ ) 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 2018, 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:

$$TDT = TAI + 32^s.184 \quad (67)$$

$TDT$  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 2018 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.

**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 Ziemijskiego *TT*. W przypadku odniesienia daty juliańskiej do innej niż *TT* skali czasu, np. *UT1*, należy więc w myśl tej rezolucji stosować oznaczenie  $JD(UT1)$ .

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

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

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

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

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

## CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA

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

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

$$GMST \text{ o } 0^h UT1 = 2\pi(0.779\,057\,273\,2640 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48T_u) + \\ + 0''.014\,506 + 4612''.156\,534\,t + 1''.391\,581\,7\,t^2 - 0''.000\,000\,44\,t^3 - 0''.000\,029\,956\,t^4 - 0''.000\,000\,036\,8\,t^5 \quad (71)$$

gdzie  $T_u$  jest wyrażony w dobach juliańskich<sup>18)</sup> odniesionych do skali czasu  $UT1$

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

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

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

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

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

gdzie różnica  $[UT1 - UTC]_{IERS}$  jest wyznaczanym przez IERS parametrem ruchu obrotowego Ziemi<sup>19)</sup>.

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 ( $ERA$ )  $\theta$  zgodnie z Rezolucją B1.8 IAU (Manchester, 2000) jest obliczany wg wzoru (27).

#### Przykłady

- Wyrazić moment 2018 styczeń 12<sup>d</sup> 16<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 15.0000 czasu wschodnioeuropejskiego w średnim i prawdziwym czasie gwiazdowym południka Borowej Góry; rachunek należy prowadzić do 0.0001.

Czas wschodnioeuropejski	16 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 15.0000	
minus redukcja strefowa $\Delta Z$	- 2 00 00.0000	
$UTC$	14 27 15.0000	
plus poprawka $[UT1 - UTC]_{IERS}$	+ 0.2100	ze str. 43 (interpolowane)
$UT1$	14 27 15.2100	
plus redukcja $UT1$ na śr. czas gw.	+ 2 22.4677 <sup>a)</sup>	
$\Delta s$ interwał cz. śr. gw. odp. $UT1$	14 29 37.6777	
$GMST$ o 0 <sup>h</sup> $UT1$	+ 7 25 45.9244	ze str. 8
$GMST$ w zadanym momencie	21 55 23.6021	
plus długość geogr. BG	+ 1 24 08.9140 <sup>b)</sup>	
śr. czas gwiazdowy BG	23 19 32.5161	
plus równanie równonocy $Eq$	- 0.6872 <sup>c)</sup>	
prawdziwy czas gwiazdowy BG	23 19 31.8288	

<sup>18)</sup> Data juliańska na 0<sup>h</sup>  $TT$  każdego dnia roku 2018 jest podana w trzeciej kolumnie w tablicach pozycji Słońca na str. 12÷19.

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

- a)  $14^h 27^m 15^s.2100 = 52035^s.2100$ ;  $52035^s.2100 \times 0.0027379093 = 142.4677$  (patrz wzór na str. 58).
- b) Wg uchwały IAU (Patras, 1982) (Rezolucja C4), długości geograficzne na wschód od Greenwich przybierają znak dodatni. Długość geograficzna BG wynosi  $1^h 24^m 08^s.9140$  (str. 7).
- c) Ze str. 8 wypisujemy podane na  $0^h$  czasu  $UT1$  na okalające daty wartości równania równonocy  $Eq$ , a następnie tworzymy różnice

11	-0.690		
2018.VI.12 <sup>d</sup> 0 <sup>h</sup> $UT1$	-0.689	0 <sup>s</sup> .0012	0 <sup>s</sup> .0017
13	-0.686	0.0029	0.0014
14	-0.682	0.0043	

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

	$u_0$	= -0.6888
$n = \frac{14^h 27^m 15^s.2100}{24^h} = +0.6023$	$n\Delta_{1/2}^I$	= +0.0017
$\frac{n(n-1)}{4} = -0.0599$	$\frac{n(n-1)}{4} (\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II})$	= -0.0002
	$u$	= -0.6872

Jeżeli rachunek zamiany czasów prowadzimy do 0<sup>s</sup>.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 2018 styczeń 12<sup>d</sup> 23<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 31<sup>s</sup>.8288 prawdziwego czasu gwiazdowego południka Borowej Góry w czasie środkowoeuropejskim i w czasie wschodnioeuropejskim; rachunek należy prowadzić do 0<sup>s</sup>.0001.

Prawdziwy czas gw. BG	23 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> .8288	
minus długość geogr. BG	- 1 24 08.9140	ze str. 7
$GST$	21 55 22.9148	
minus równanie równonocy $Eq$	+ 0.6872 <sup>a)</sup>	
$GMST$ w zadanym momencie	21 55 23.6021	
minus $GMST$ o 0 <sup>h</sup> $UT1$	- 7 25 45.9244	ze str. 8
$\Delta s$ – interwał cz. śr. gw. od 0 <sup>h</sup> $UT1$	14 29 37.6777	
minus red. int. $\Delta s$ na odp. int. $UT1$	- 2 22.4677	wzór (17) ze str. 58
$UT1$	14 27 15.2100	
minus poprawka $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	- 0.2100	ze str. 43 (interpolowane)
$UTC$	14 27 15.0000	
plus redukcja strefowa $\Delta Z$	+ 1 00 00.0000	
czas środkowoeuropejski	+15 27 15.0000	
plus redukcja strefowa $\Delta Z$	+ 1 00 00.0000	
czas wchodnioeuropejski	16 27 15.0000	

- 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 nie stanowi przeszkody, toteż potrzebną wartość czasu  $UT1$  można obliczyć w następujący sposób:

czas gwiazdowy Greenwich	21 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup>	
minus czas gwiazdowy Gr. o 0 <sup>h</sup> $UT1$	- 7 25.77	
$\Delta s$ – interwał czasu gw. od 0 <sup>h</sup> $UT1$	14 29.61	
$UT1$	14 27.24	wzór (17) ze str. 58

Następnie obliczamy współczynnik interpolacyjny:  $n = \frac{14^h 27^m 24^s}{24^h} = +0.6022$

Dalej postępujemy jak w przykładzie poprzednim.

Jeżeli obliczenia zamiany czasów są prowadzone do 0<sup>s</sup>.001, to równanie równonocy  $Eq$  wystarczy interpolować liniowo, przy czym do obliczenia współczynnika interpolacyjnego  $n$  zadowalająca jest znajomość czasu uniwersalnego do 0<sup>h</sup>.1, a zamianę średniego czasu gwiazdowego na średni czas słoneczny można wykonać korzystając ze wzoru (14).

- 3) Obliczyć wartość Kąta Obrótu Ziemi na moment 2018 luty 14<sup>d</sup> 22<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 12<sup>s</sup>.0000 czasu środkowoeuropejskiego; rachunek prowadzić do 0.0001.

<i>CSE</i>	22 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup> .0000	
minus redukcja strefowa $\Delta Z$	- 1 00 00.0000	
<i>UTC</i>	21 10 12.0000	
plus poprawka $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	+ 0.1702	ze str. 43
<i>UT1</i>	21 10 12.1702	

Wartość Kąta Obrótu Ziemi można teraz obliczyć korzystając bezpośrednio ze wzoru (27) na str. 64, przyjmując  $T_u = JD(UT1) - J2000.0 = 2\,458\,163.5 + \frac{21\,10\,12.1702}{24^h} - 2\,451\,545.0 = 6\,619.382\,085\,303$  oraz biorąc wartość Kąta Obrótu Ziemi  $\theta$  modulo  $2\pi$  i wyrażając ją w jednostkach czasu

$$\theta = 6^h 48^m 37.3561^s$$

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

$$\theta = \theta_0 + n\Delta_0^I, \quad \text{gdzie } n = \frac{21\,10\,12.1702}{24^h} = +0.882\,085\,303$$

	$\theta$	$\Delta_0^I$
2018 luty 14 <sup>d</sup> 0 <sup>h</sup> <i>UT1</i>	9 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> .5313	
		24 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> .5469
	24 <sup>h</sup> + 9 38 53.0782	
$\theta_0$	= 9 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> .5313	
$n\Delta_0^I$	= +21 13 40.8247	
$\theta$	= 6 48 37.3560	

### Słońce (str. 12÷19)

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

Pozorne współrzędne równikowe ( $CIP$ ) Słońca: rektascensja ( $\alpha_{app}^{CIO}$ ) odniesiona do  $CIO$ , rektascensja ( $\alpha_{app}^\gamma$ ) odniesiona do punktu równonocy wiosennej i deklinacja ( $\delta_{app}$ ), 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 2018:  $\alpha_{app}^{CIO} - \alpha_{app}^\gamma \approx -57^s.10$ . 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  $D_\odot = 1.392 \times 10^9 m$ ;
- $\pi$ , horyzontalną paralaksę równikową Słońca;
- $E$ , równanie czasu — jest to różnica pomiędzy rektascensją Słońca średniego i rektascensją środka tarczy Słońca prawdziwego. Jest to także różnica pomiędzy kątem godzinnym środka Słońca prawdziwego i kątem godzinnym Słońca średniego. Uwaga: w tablicach podano równanie czasu  $E$  zwiększone o  $12^h$ ;
- $V_E/1^h$ , przemianę równania czasu na jedną godzinę.

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

Przykład obliczenia pozornych współrzędnych równikowych Słońca

- 4) Obliczyć pozorne współrzędne równikowe Słońca w Niebieskim Pośrednim Systemie Odniesienia  $IRS_{\text{NIEBIESKI}}$  na moment 2018 kwiecień  $12^d 11^h 35^m 00^s$  czasu wschodnioeuropejskiego za pomocą wzoru interpolacyjnego Stirlinga

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

Ze str. 14 Rocznika wypisujemy, podane na  $0^h$  czasu  $TT$ , wartości  $\alpha_{app}^{CIO}$  oraz  $\delta_{app}$  na okalające daty i tworzymy różnice

	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$
11	$1^h 16^m 53^s.308$	$+8^\circ 12' 51''.58$
	$+220^s.838$	$1321''.14$
2018.IV.12 <sup>d</sup> 0 <sup>h</sup> $TT$	$1\ 20\ 34.146$	$+0^s.314$
	$+221.152$	$1312.61$
13	$1\ 24\ 15.298$	$8\ 56\ 45.33$

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	$11^h 35^m 00^s.000$	
minus redukcja strefowa $\Delta Z$	$- 2\ 00\ 00.000$	
$UTC$	$9\ 35\ 00.000$	
plus ( $TAI - UTC$ )	$+ 37.000$	wzór (60)
$TAI$	$9\ 35\ 37.000$	
plus ( $TT - TAI$ )	$+ 32.184$	wzór (44)
$TT$	$9\ 36\ 09.184$	

Teraz można obliczyć współczynnik interpolacyjny

$$n = \frac{9^h 36^m 09^s.184}{24^h} = +0.400\ 106$$

skąd

$$\frac{n^2}{2} = +0.0800$$

Obliczenie współrzędnych przebiega następująco:

	$\alpha_{app}^{CIO}$	$\delta_{app}$
$u_0$	$= 1^h 20^m 34^s.146$	$+8^\circ 34' 52''.72$
$n\Delta_0^I$	$= + 1\ 28.4215$	$+ 8\ 46.890$
$\frac{n^2}{2}\Delta_0^{II}$	$= + 0.0251$	$- 0.683$
$u$	$= 1^h 22^m 02^s.593$	$+8^\circ 43' 38''.93$

Deklinację pozorną można także obliczyć posługując się przemianami zamieszczonymi w kolumnie następczej za deklinacją, 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. 14, oprócz wartości  $\delta_{app}$ , także jej przemiany na jedną godzinę,  $V_\delta/1^h$  na okalające daty, a następnie tworzymy różnice przemian

11	$+55''.219$	$-0''.348$
2018.IV.12 <sup>d</sup> 0 <sup>h</sup> $TT$	$+54.871$	$-0.362$
13	$+54.509$	

Współczynnik interpolacyjny pozostaje taki sam jak poprzednio, tj.  $n = +0.400\ 106$ .

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:

$\frac{n}{2}$	$= +0.2001$	$V_0$	$= +54''.871$	$\delta_0$	$= +8^\circ 34' 52''.72$
$np$	$= +9.6026$	$\frac{n}{2}\Delta_0^I(V_0)$	$= - 0.071$	$npV$	$= + 8\ 46.220$
		$V$	$= +54''.800$	$\delta$	$= +8^\circ 43' 38''.94$



Przykłady przeliczenia kąta godzinowego Słońca prawdziwego (obserwowany)

- 5) Znaleźć kąt godzinny Słońca prawdziwego względem południka Borowej Góry na moment 2018 marzec 16<sup>d</sup> 19<sup>h</sup>20<sup>m</sup>10<sup>s</sup> 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. 58), zaś  $\Delta T'$  jest zdefiniowana za pomocą wzoru

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

Przy przeliczaniu kąta godzinowego Słońca prawdziwego w 2018 roku z dokładnością 0<sup>s</sup>.005 wystarczy przyjąć  $\Delta T' = 69^s$ , skąd  $\mu\Delta T' = 0^s.189$ .

Czas wschodnioeuropejski	19 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> .000	
minus redukcja strefowa $\Delta Z$	- 2 00 00.000	
<u>UTC</u>	<u>17 20 10.000</u>	
plus $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	+ 0.131	ze str. 43 (interpolowane)
<u>UT1</u>	<u>17 20 10.131</u>	
plus długość geograficzna BG	+ 1 24 08.914	ze str. 7
<u>średni czas słoneczny BG</u>	<u>18 44 19.045</u>	
minus $\mu\Delta T'$	- 0.189	
<u>kąt godz. Sł. śr. wzgl. połud. BG minus 12<sup>h</sup></u>	<u>18 44 18.856</u>	
plus równanie czasu plus 12 <sup>h</sup>	11 51 25.977 <sup>a)</sup>	
<u>kąt godzinny Słońca prawdziwego wzgl. południka BG</u>	<u>6 35 44.833</u>	

<sup>a)</sup> Wyrażamy, zadany w czasie wschodnioeuropejskim moment, w  $TT$

Czas wschodnioeuropejski	19 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> .000	
minus redukcja strefowa $\Delta Z$	- 2 00 00.000	
<u>UTC</u>	<u>17 20 10.000</u>	
plus $(TAI - UTC)$	+ 37.000	wzór (60)
<u>TAI</u>	<u>17 20 47.000</u>	
plus $(TT - TAI)$	+ 32.184	wzór (44)
<u>TT</u>	<u>17 21 19.184</u>	

Ze str. 13 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

	15		+0 <sup>s</sup> .6944		+0 <sup>s</sup> .0092
2018.III.16 <sup>d</sup> 0 <sup>h</sup> $TT$	11 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> .710		+0 <sup>s</sup> .7036		+0 <sup>s</sup> .0086
	17		+0 <sup>s</sup> .7122		

liczymy współczynniki

$$n = \frac{17\,21\,19.184}{24^h} = +0.723\,139, \quad \frac{n}{2} = +0.3616, \quad p = \frac{24^h}{1^h} = 24, \quad np = +17.3553$$

i obliczamy interpolowaną wartość równania czasu

$$E + 12^h = 11^h\,51^m\,13.710 + 17.3553(0^s.7036 + 0.3616 \times 0^s.0089) = 11^h\,51^m\,25.977$$

- 6) Wyrazić w czasie uniwersalnym średnim  $UT1$  moment, w którym w dniu 16 marca 2018 roku kąt godzinny Słońca prawdziwego względem południka Borowej Góry wynosi 6<sup>h</sup>35<sup>m</sup>44<sup>s</sup>.833.

Kąt godz. Słońca prawdziwego wzgl. południka BG	6 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> .833	
minus długość geogr. Borowej Góry	- 1 24 08.914	ze str. 7
<u>kąt godz. Słońca prawdziwego wzgl. poł. Greenwich</u>	<u>5 11 35.919</u>	
minus $(E + 12^h)$	-11 51 25.977 <sup>a)</sup>	
<u>kąt godz. Sł. śr. wzgl. poł. Greenwich minus 12<sup>h</sup></u>	<u>17 20 09.942</u>	
plus $\mu\Delta T'$	+ 0.189	zob. przykład poprzedni
<u>UT1</u>	<u>17 20 10.131</u>	

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

kąt godz. Słońca prawdz. wzgl. poł. Greenwich	$5^h 11^m 35^s.92$	
minus $(E + 12^h)$	$-11 51 25.75$	<sup>b)</sup>
kąt godz. Sl. śr. wzgl. poł. Greenwich minus $12^h$	$17 20 10.17$	
plus $\mu\Delta T'$	$+ 0.19$	zob. przykład poprzedni
$UT1$	$17 20 10.36$	
minus $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	$- 0.13$	ze str. 43 (interpolowane)
$UTC$	$17 20 10.23$	
plus $(TAI - UTC)$	$+ 37.00$	wzór (60)
$TAI$	$17 20 47.23$	
plus $(TT - TAI)$	$+ 32.18$	wzór (44)
$TT$	$17 21 19.41$	

- 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

$$np \simeq \frac{\text{czas sl. pr. Greenwich}}{1^h} = \frac{5^h 12^m - 12^h}{1^h} = 17.2$$

Przybliżoną wartość równania czasu (zwiększoną o  $12^h$ ) interpolujemy liniowo, korzystając z danych ze str. 13, podobnie jak w przykładzie poprzednim

$$E + 12^h = 11^h 51^m 13.71 + 17.2 \times 0.70 = 11^h 51^m 25.75$$

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

$$n = \frac{17^h 21^m 19.41}{24^h} = +0.723 141, \quad \frac{n}{2} = +0.3616, \quad np = +17.3554$$

a wreszcie ostateczną wartość równania czasu, z którą kończymy obliczenia zasadnicze. Tu również korzystamy z danych ze str. 13, użytych w przykładzie poprzednim

$$E + 12^h = 11^h 51^m 13.710 + 17.3554 (0.7036 + 0.3613 \times 0.0089) = 11^h 51^m 25.977$$

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

### Księżyc (str. 20÷27)

Pozorne współrzędne równikowe ( $CIP$ ) Księżyca: rektascensja ( $\alpha_{app}^{CIO}$ ) odniesiona do  $CIO$ , rektascensja ( $\alpha_{app}^\gamma$ ) odniesiona do punktu równonocy wiosennej i deklinacja ( $\delta_{app}$ ), 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;
- $\pi$ , 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 ( $\alpha_{app}^{CIO}$ ) i deklinacja ( $\delta_{app}$ ) 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:

- $\pi$ , horyzontalną paralaksę równikową planety;
- $R$ , pozorny promień tarczy planety.

## Fazy Księżyca, perigeum, apogeum (str. 29)

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

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

Paralaksa Księżyca w perigeum i apogeum przyjmuje wartości ekstremalne.

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

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

*Przykład obliczenia momentów wschodów i zachodów poza Warszawą*

- 7) Obliczyć w czasie środkowoeuropejskim momenty wschodu i zachodu Słońca oraz Księżyca w dniu 7 maja 2018 roku w Katowicach.

Ze str. 14 Rocznika dla Słońca i str. 22 dla Księżyca dostajemy

	Słońce		Księżyc		
	wschód	zachód	wschód	górow.	zachód
V.7	$3^h 55^m$	$19^h 11^m$	$0^h 48^m$	$5^h 12^m$	$9^h 40^m$

Obliczamy dla Księżyca odstęp czasu  $\tau$ , przy czym  $\tau_E$  jest to odstęp czasu między wschodem a następującym po nim górowaniem, zaś  $\tau_W$  przedstawia odstęp czasu między poprzedzającym dany zachód górowaniem a momentem zachodu

$$\tau_E = 5^h 12^m - 0^h 48^m = 4^h 24^m, \quad \tau_W = 9^h 40^m - 5^h 12^m = 4^h 28^m$$

Do obliczeń przyjmujemy współrzędne geograficzne Katowic

$$\varphi = +50^\circ 13' \quad \lambda = 19^\circ 00' = +1^h 16^m 1$$

Najpierw interpolujemy dla szerokości geograficznej Katowic 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  $\tau$  (dla zachodu Księżyca przyjmujemy tę samą wyinterpolowaną wartość z przeciwnym znakiem). Obliczamy także różnicę długości geograficznych Katowice—Warszawa. Długość geograficzną Warszawy przyjmujemy przy tym równą  $+1^h 24^m 0$ , 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.	$\tau$	wsch.	Katowice	$1^h 16^m 1$
V.1	$+6^m 2$	$-6^m 3$	$4^h 20^m$	$-8^m 1$	W-wa Obs. PW	1 24.0
V.11	+7.5	-7.6	4 30	-7.2	$-\Delta\lambda$	+ 7.9

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

		Słońce		Księżyc	
		wschód	zachód	wschód	zachód
V.7	Warszawa cz. śr. eur.	$3^h55^m$	$19^h11^m$	$0^h48^m$	$9^h40^m$
	poprawka w szerokości	+7.0	-7.1	-7.7	+7.4
	poprawka w długości	+7.9	+7.9	+7.9	+7.9
V.7	Katowice cz. śr. eur.	$4^h70^m$	$19^h12^m$	$0^h44^m$	$9^h55^m$

### 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  $96^{\circ}30'$ .

### 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 kątowna 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)<sup>20)</sup>

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

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  $360^\circ$ ); 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  $\Delta z$ . Tak więc znając kąt  $t$  wystarczy odszukać w tablicach interwał, w którym on się mieści i odczytać poprawkę  $\Delta z$  odpowiadającą temu interwałowi.

W poprawkach  $\Delta z$  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  $\varphi$  z pomiaru wysokości  $h = 90^\circ - z$  Biegunowej, jest wzór

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

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

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

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

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

Współrzędne  $x_{IERS}$ ,  $y_{IERS}$  Niebieskiego Bieguna Pośredniego CIP („chwilowego” bieguna północnego Ziemi) na lata 2016–2017 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  $\lambda_0$ ,  $\varphi_0$  i  $A_0$ , oznaczającymi odpowiednio długość, szerokość i azymut, odniesione do  $IRP$  oraz  $\lambda_{CIP}$ ,  $\varphi_{CIP}$  i  $A_{CIP}$ , oznaczającymi

<sup>20)</sup> 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

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

We wzorze (79)  $\tau$  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 2016 i większą część roku 2017 zamieszczono na str. 42. Dane stanowią wynik obliczeń prowadzonych na bieżąco przez IERS, aktualizowanych dwa razy w tygodniu i publikowanych jako tzw. rozwiązanie C04<sup>21)</sup> oraz w wydawanych co miesiąc przez IERS biuletynach B<sup>22)</sup>. 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 2017 i znaczną część roku 2018 zostały przedstawione w tablicy na str. 43. Dane te zaczerpnięto z biuletynu A<sup>23)</sup>, 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  $1^\circ$  dla  $z'$  od  $0^\circ$  do  $50^\circ$  i w odstępach  $20'$  dla  $z'$  od  $50^\circ$  do  $91^\circ$ .

Na str. 45 podane są wartości współczynników:

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

$B$  zależny od ciśnienia  $H$  w  $mm Hg$ ,

$\alpha$  zależny od pozornej odległości zenitalnej  $z'$ ,

$\beta$  zależny od  $R_1$ ,

$\gamma$  zależny od odległości zenitalnej  $z'$  i temperatury  $t$ .

W celu wyznaczenia refrakcji całkowitej stosuje się następujące wzory:

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

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

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

<sup>22)</sup> Biuletyny B są dostępne pod adresem internetowym: <ftp://hpiers.obspm.fr/eop-pc/bul/bulc/>.

<sup>23)</sup> Biuletyny A są dostępne pod adresem internetowym: <ftp://maia.usno.navy.mil/ser7/ser7.dat>.

Przykład obliczenia wpływu refrakcji atmosferycznej

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]	$A$	$\alpha$	$\gamma$	$(1 + A\alpha\gamma)$	$R_0$
$44^\circ 09' 18'' = 44.16$	+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	$6 12.8 = 372.8$

$R_1$	$B$	$\beta$	$(1 + B\beta)$	$R$	$z$
$54.2 = 0.90$	+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 sygnaly czasu. Dane te zostały zaczerpnięte z *BIPM Annual Report on Time Activities, Vol. 11, 2016*, 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 sygnaly czasu są nadawane przez rozgłośnie Polskiego Radia z Głównego Urzędu Miar, który wysyła sygnaly 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  $DUT1^{24)}$  i przy przejściach do czasu południka Greenwich pamiętać o różnicy między czasem uniwersalnym a czasem urzędowym

$$DUT1 = UT1 - UTC \tag{82}$$

Większość emitowanych sygnałów dokładnego czasu zawiera w sobie informację o wartości poprawki  $DUT1$ , wyrażonej w  $0^s.1^{25)}$ . Dodatnia wartość  $DUT1$  jest wskazywana przez wyróżnienie następujących po sobie  $n$  sygnałów sekundowych po sygnale oznaczającym pełną minutę. Ujemna wartość  $DUT1$  jest wskazywana przez  $n$  następujących po sobie, wyróżnionych sygnałów sekundowych, począwszy od dziewiątej sekundy po impulsie oznaczającym pełną minutę

$$DUT1 = n \times 0^s.1 \tag{83}$$

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

<sup>24)</sup> Informacje o wartościach poprawek  $DUT1$  są publikowane w biuletynie D IERS (<ftp://hpiers.obspm.fr/eop-pc/bul/buld/>).

<sup>25)</sup> 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 2018.5 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÷58)

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

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

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