

Skale czasu

dr inż. Stefan Jankowski
s.jankowski@am.szczecin.pl

Definition of Time

Co mierzą zegary

- (przyp. fizykom Albert Einstein, Donald Ivey, and others)

Coś co zapobiega aby wszystko nie działo się jednocześnie

- (fizyk John Wheeler i.in.)

Liniowe kontinuum momentów

- (filozof Adolf Grünbaum)

pewien okres, w którym coś zostało wykonane

- (Medical Dictionary)

kontinuum, w którym nie ma wymiarów przestrzennych

- (Encyclopaedia Britannica)

wymiar, dzięki któremu wydarzenia mogą być uporządkowane od przeszłości poprzez teraźniejszość do przyszłości, a także miara czasu trwania zdarzeń i odstępów między nimi

- (Wikipedia)

Pomiar upływu czasu



od...



pomiędzy...



Za pomocą zmian...

Okresy czasu

- Słońce / rok

Interwał czasu pomiędzy tymi samymi pozycjami Ziemi na orbicie słonecznej (np. perihelium)

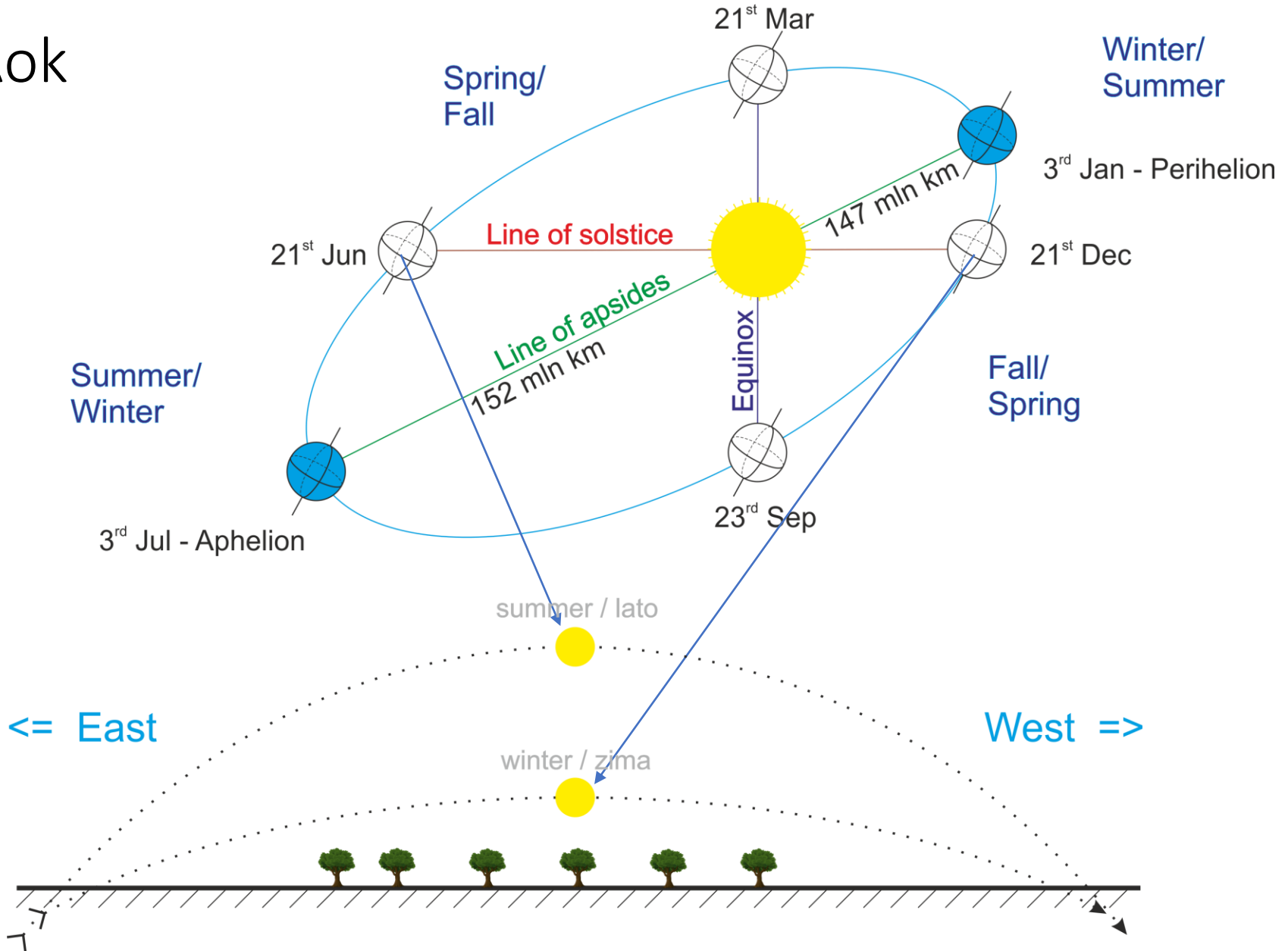
- Księżyc / miesiąc

Interwał czasu pomiędzy tymi samymi fazami księżyca (np. pełnia)

- Ziemia / dzień

Interwał czasu w którym Ziemia obróci się dookoła swojej osi względem ciała niebieskiego

Rok



Rok

Pełny obieg Ziemi na orbicie słonecznej trwa 365.2422 dni, dlatego:

- Rok zwykły trwa 365 oraz co 4 lata rok przestępny 366 dni
- Rok przestępny to taki, który spełnia jeden z następujących warunków:
 1. jest podzielny przez 4 ale nie jest podzielny przez 100
 2. Jest podzielny przez 400

Przykład:

Rok 2000:

1. $2000/4 = 500$ (reszta = 0) oraz $2000/100=20$ (reszta = 0)
warunek nie jest spełniony
2. $2000/400 = 5$ (reszta = 0) => warunek spełniony

rok 2000 jest rokiem przestępnym

Miesiąc

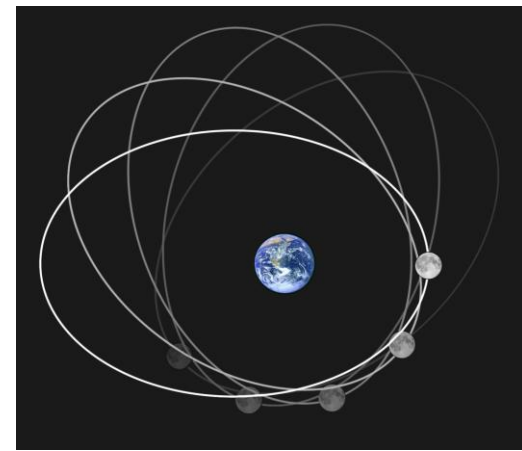
Średni okres, w którym fazy księżyca się zmieniają wynosi 29.5 dni

Co daje: $12 * 29.5 = 354$

Natomiast pełny obieg Ziemi dookoła Słońca wynosi 365.2422 dni

Brakujące prawie 2 tygodnie kompensuje się poprzez wydłużenie miesiący.

Dlatego obecnie miesiące mają 30 lub 31 dni poza lutym, który trwa 28 dni (29 w latach przestępnych)



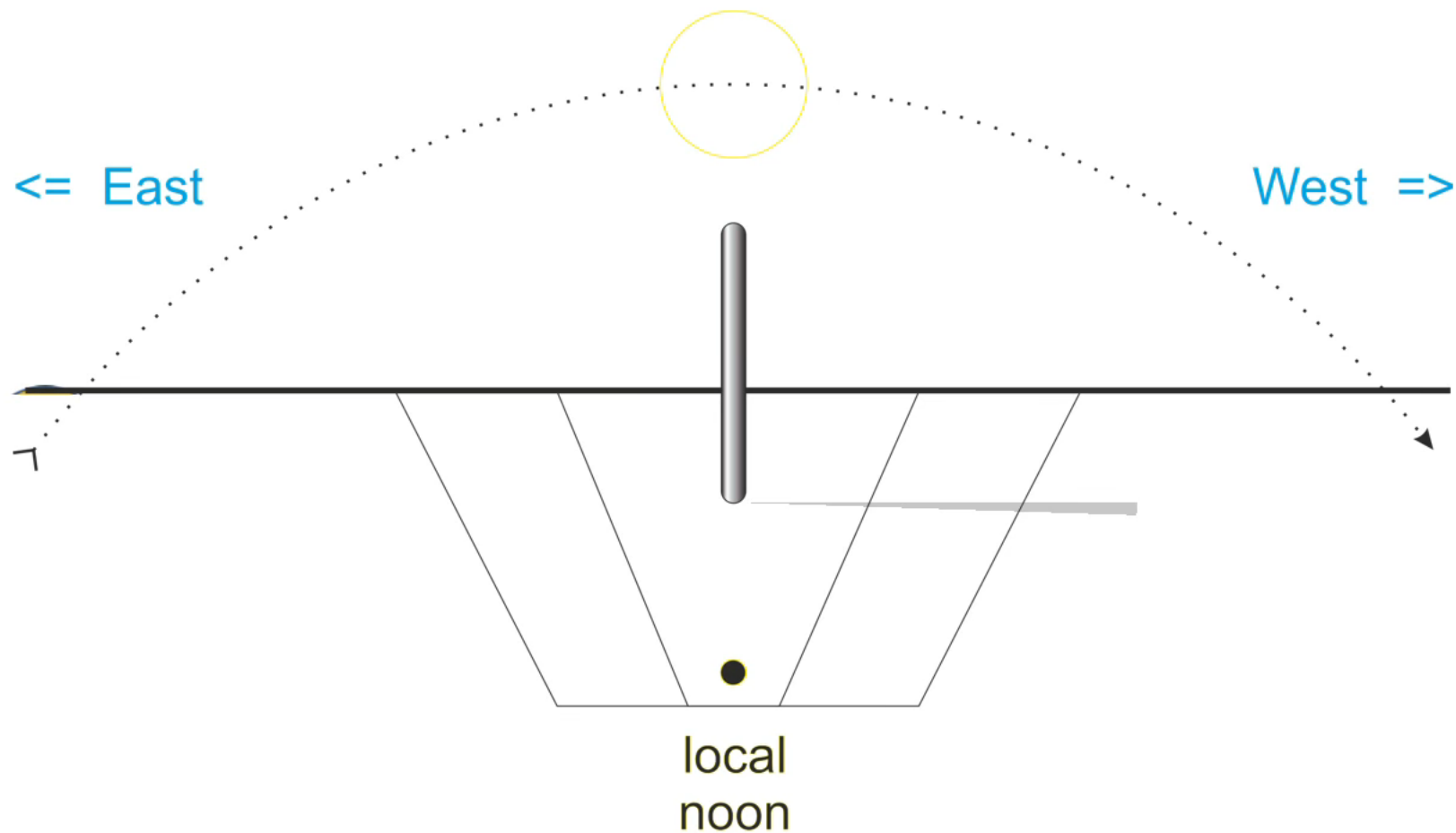
Moon Phases for Szczecin, Poland in 2018

Showing moon phases for: 2018

| Lunation | New Moon | | First Quarter | | Full Moon | | Third Quarter | | Duration |
|----------|----------|-------|---------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|-------------|
| 1175 | | | | | 2 sty | 03:24 | 8 sty | 23:25 | 29d 19h 47m |
| 1176 | 17 sty | 03:17 | 24 sty | 23:20 | 31 sty | 14:26 | 7 lut | 16:53 | 29d 18h 48m |
| 1177 | 15 lut | 22:05 | 23 lut | 09:09 | 2 mar | 01:51 | 9 mar | 12:19 | 29d 16h 06m |
| 1178 | 17 mar | 14:11 | 24 mar | 16:35 | 31 mar | 14:36 | 8 kwi | 09:17 | 29d 12h 46m |
| 1179 | 16 kwi | 03:57 | 22 kwi | 23:45 | 30 kwi | 02:58 | 8 maj | 04:08 | 29d 9h 51m |
| 1180 | 15 maj | 13:47 | 22 maj | 05:49 | 29 maj | 16:19 | 6 cze | 20:31 | 29d 7h 55m |
| 1181 | 13 cze | 21:43 | 20 cze | 12:50 | 28 cze | 06:53 | 6 lip | 09:50 | 29d 7h 05m |
| 1182 | 13 lip | 04:47 | 19 lip | 21:52 | 27 lip | 22:20 | 4 sie | 20:17 | 29d 7h 10m |
| 1183 | 11 sie | 11:57 | 18 sie | 09:48 | 26 sie | 13:56 | 3 wrz | 04:37 | 29d 8h 04m |
| 1184 | 9 wrz | 20:01 | 17 wrz | 01:14 | 25 wrz | 04:52 | 2 paz | 11:45 | 29d 9h 45m |
| 1185 | 9 paz | 05:46 | 16 paz | 20:01 | 24 paz | 18:45 | 31 paz | 17:40 | 29d 12h 15m |
| 1186 | 7 lis | 17:01 | 15 lis | 15:54 | 23 lis | 06:39 | 30 lis | 01:18 | 29d 15h 18m |
| 1187 | 7 gru | 08:20 | 15 gru | 12:49 | 22 gru | 18:48 | 29 gru | 10:34 | 29d 18h 08m |

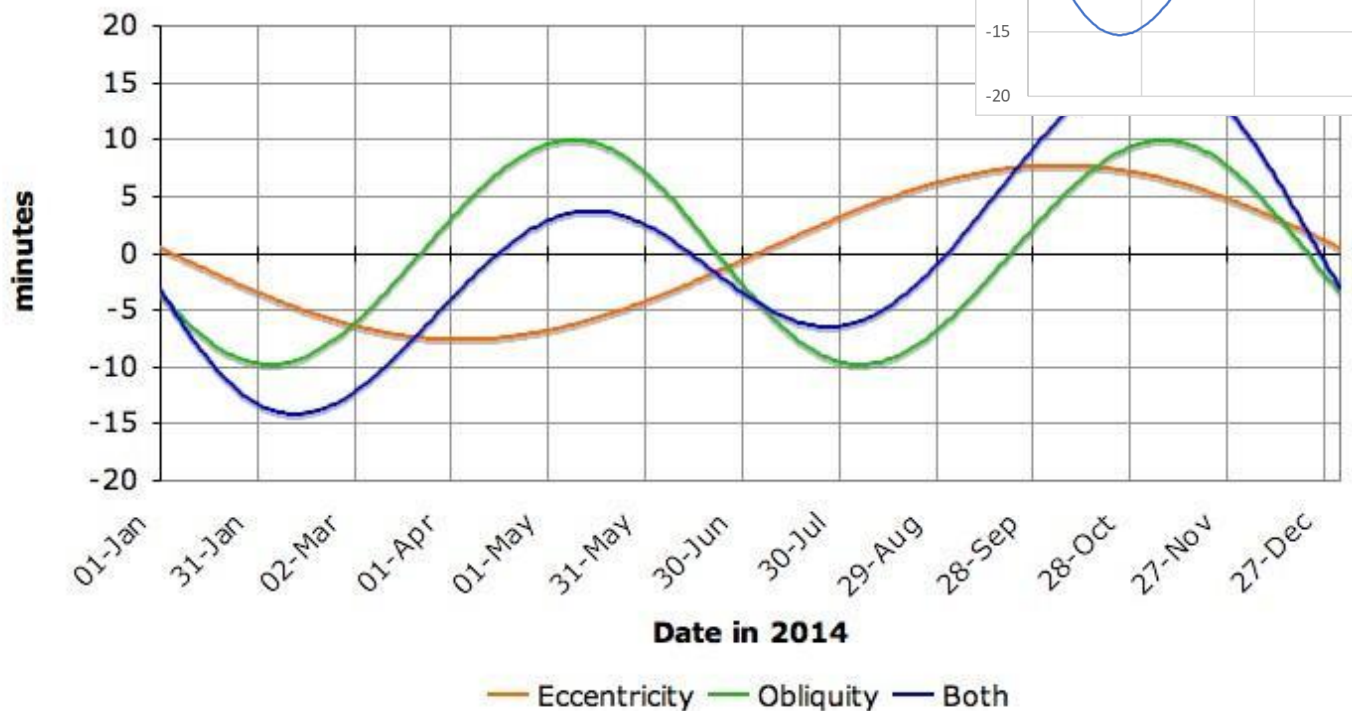
* All times are local time for Szczecin. Time is adjusted for DST when applicable. They take into account refraction. Dates are based on the Gregorian calendar.

Doba słoneczna - obserwowana

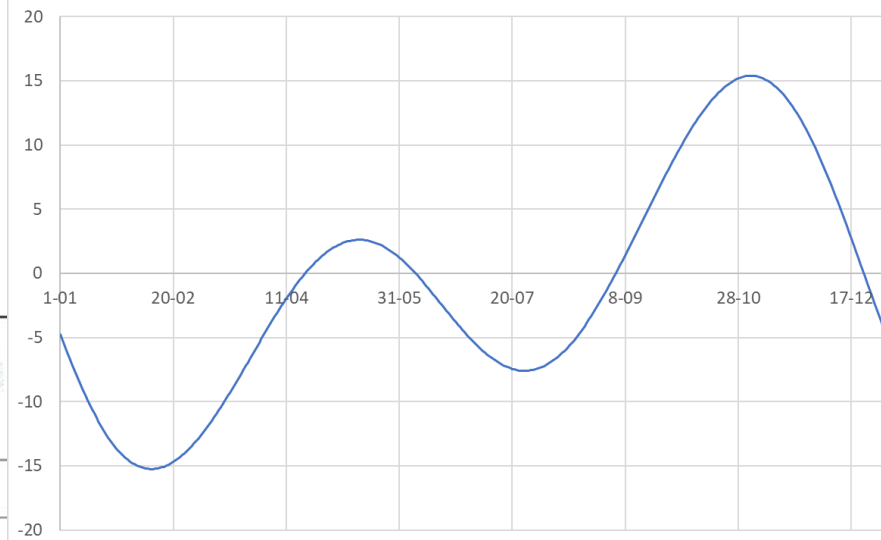


Doba słoneczna - średnia

Equation of Time Components



Difference in day length in 2018, Warszawa



Różnica pomiędzy dobą średnią a obserwowaną znana jest jako równanie czasu (the equation of time); różnice wynikają z pochylenia osi ziemskiej względem ekliptyki oraz ekscentryczności orbity ziemskiej

Średnia doba słoneczna



- Różnica, w postaci poprawki dodawanej lub odejmowanej od obserwowanej doby słonecznej , aby uzyskać średni czas słoneczny, nie przekracza 16 minut

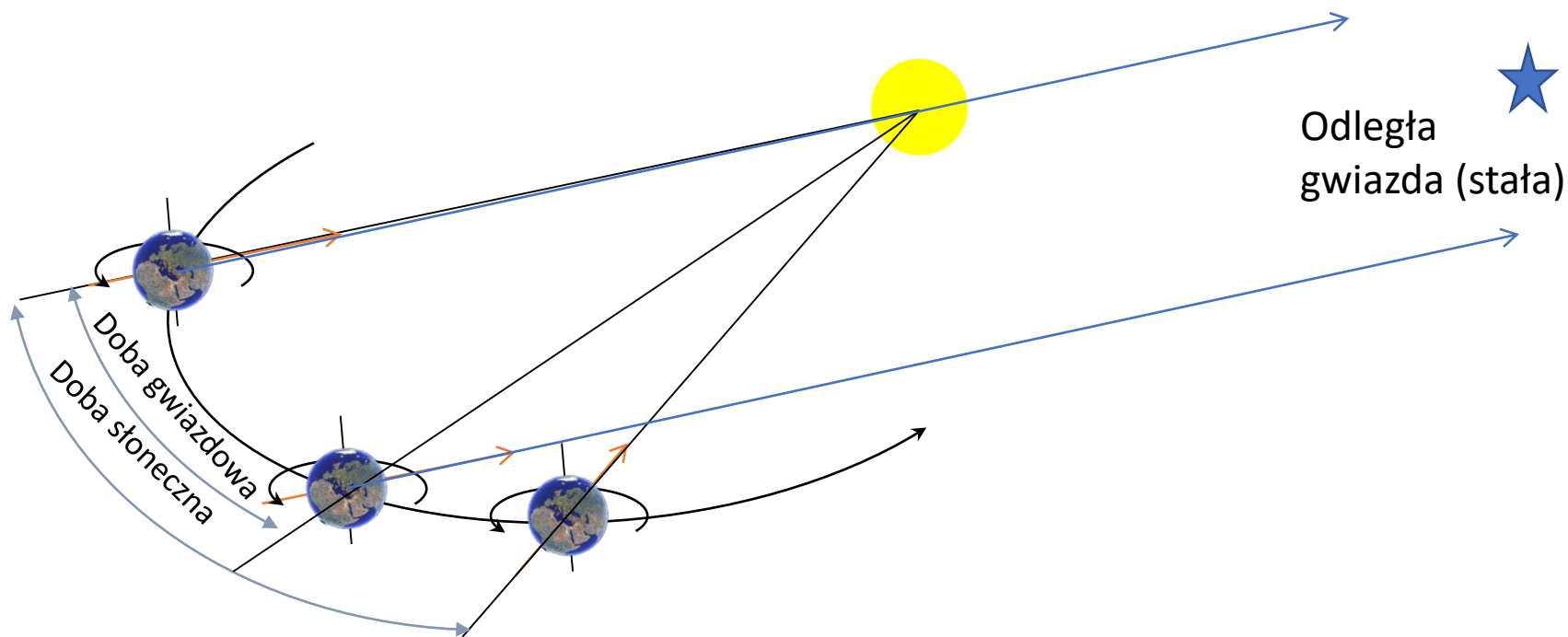
Mean solar day



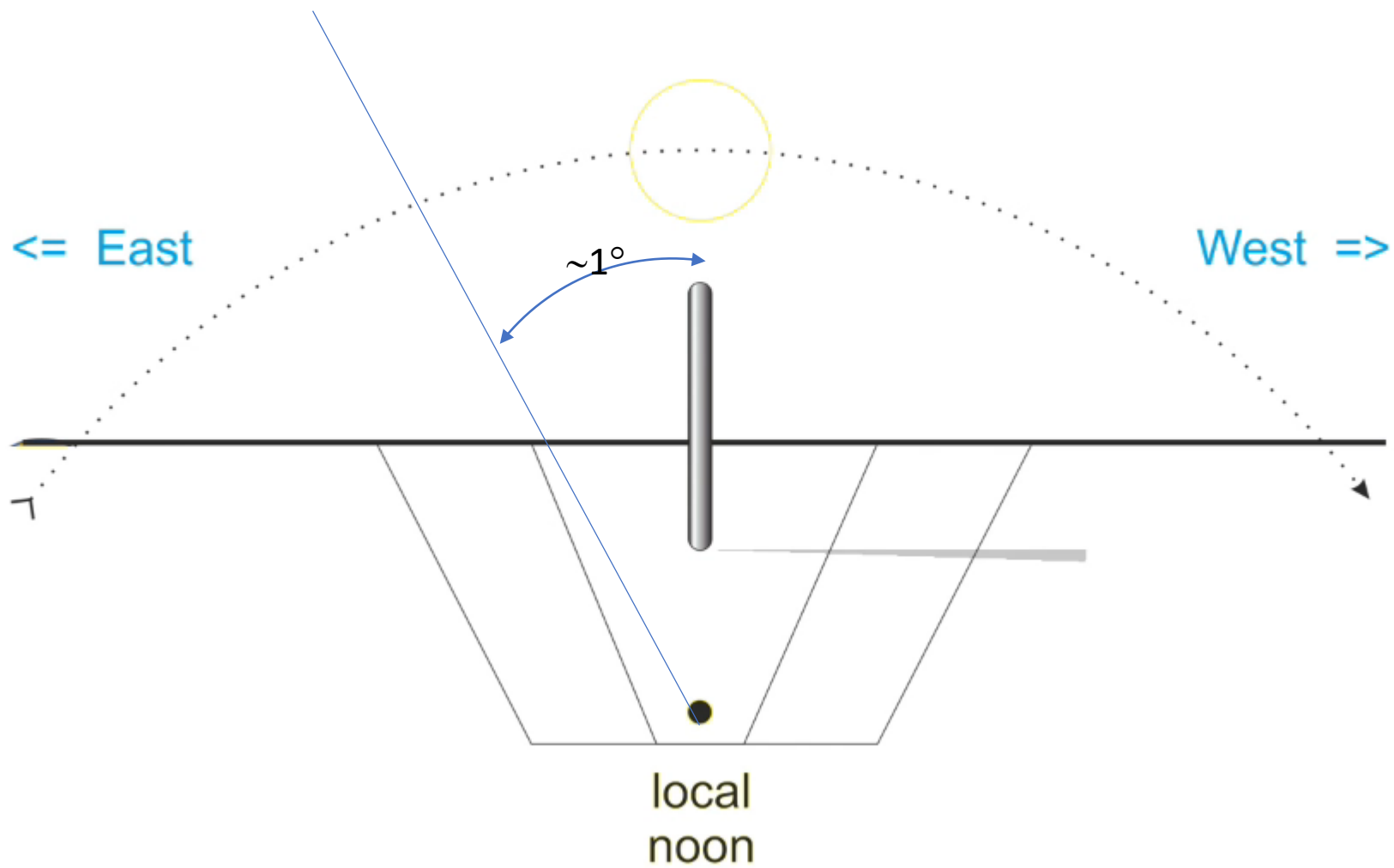
- Poprzednia skala czasu wykorzystująca średnią dobę słoneczną nazywała się GMT (Greenwich Mean Time)
- obecnie UT (Universal Time) = GMT
- Skala UT1 – to skala UT poprawiona o poprawkę związaną z ruchem biegunów (precesja, nutacja) (ok. 0.035 s)
- Skala UT2 – to skala UT1 dodatkowo poprawiona o sezonowe zmiany w prędkości obrotowej Ziemi
- Jako podstawowa jednostka czasu – sekunda – została zdefiniowana jako ułamek równy $1/86\,400$ średniej doby słonecznej ($24\text{h} \cdot 60\text{min} \cdot 60\text{sec}$).

Doba gwiazdowa (Sidereal day)

- 1 obrót Ziemi w ciągu 1 roku $\Rightarrow 360^\circ/365 \text{ dni} \approx 1^\circ \approx 4 \text{ minuty}$



Sideral day



Pomiar czasu

Nieregularności w obrotach Ziemi dookoła własnej osi powodują, że definicja sekundy jako część średniej doby słonecznej nie jest satysfakcjonująca. Dlatego obecnie sekundę definiuje się jako odpowiednią liczbą pełnych okresów drgań izotopu cezu 133.

- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 listopada 2006 r. w sprawie legalnych jednostek miar**
 - sekunda — czas równy 9 192 631 770 okresom promieniowania odpowiadającego przejściu między dwoma nadsubtelnymi poziomami stanu podstawowego atomu cezu 133
- **SI Brochure: The International System of Units (SI) [8th edition, 2006; updated in 2014]**
 - The second is the duration of 9 192 631 770 periods of the radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of the caesium 133 atom.

TAI – International Atomic Time – międzynarodowy czas atomowy

IERS – International Earth Rotation and Reference Systems Service
(dawniej: International Earth Rotation Service) – instytucja
odpowiedzialna za utrzymanie skali czasu atomowego

01/01/1950 TAI był zsynchronizowany z UT1:

$$\text{TAI} - \text{UT1} = 0 \text{ [s]}$$

TAI ciągle odchyła się od UT1 z powodu zmienności ruchu obrotowego
Ziemi;

w 2015: $\text{TAI} - \text{UT1} = 36 \text{ [s]}$

UTC – Universal Time Coordinated

- Kompromis: sekunda si (tak jak w TAI) ale poprawiana okresowo o sekundy przestępne (leap seconds), aby być zgodną z UT1
- Jest średnią ważoną wskazań ok. 420 zegarów atomowych (TAI) rozmieszczonych na całym świecie:

$$\text{UTC} = \text{TAI} - n \text{ [s]}$$

- n – liczba całkowitych sekund przestępnych (leap seconds), która ulega zmianie aby różnica pomiędzy UTC – UT1 nie przekraczała +/- 0.9 [s] (IERS)

$$|\text{UTC} - \text{UT1}| < 0.9 \text{ [s]}$$

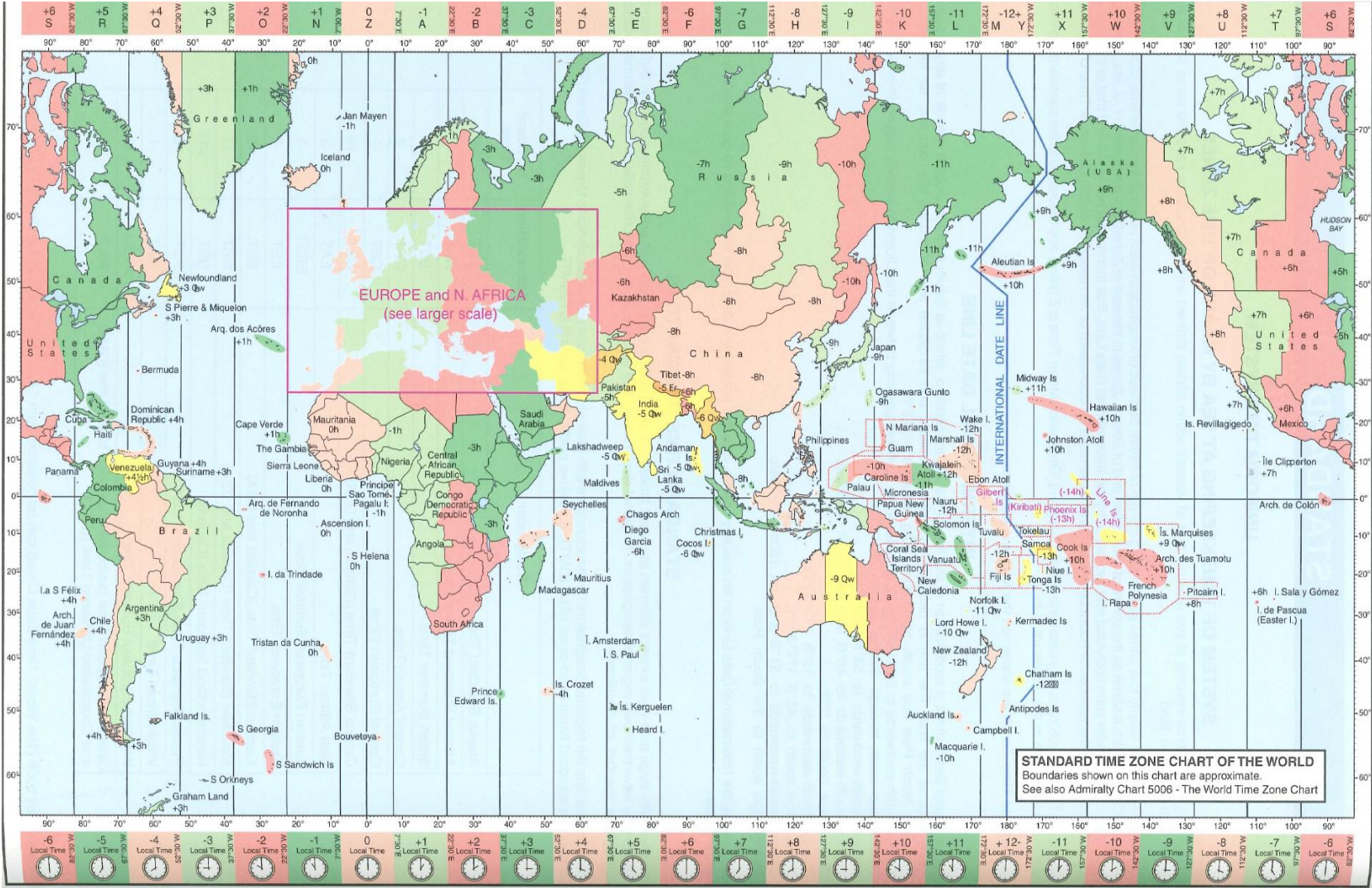
| Positive leap second | TAI - UTC |
|----------------------|-----------|
| 30/06/1985 | 23 |
| 31/12/1987 | 24 |
| 31/12/1989 | 25 |
| 31/12/1990 | 26 |
| 30/06/1992 | 27 |
| 30/06/1993 | 28 |
| 30/06/1994 | 29 |
| 31/12/1995 | 30 |
| 30/06/1997 | 31 |
| 31/12/1998 | 32 |
| 31/12/2005 | 33 |
| 31/12/2008 | 34 |
| 30/06/2012 | 35 |
| 30/06/2015 | 36 |
| 31/12/2016 | 37 |

UTC – Universal Time Coordinated

- DUT1 – predicted difference between UTC and UT1 (0.1 s precision)

| Start Date | Time | DUT1 Correction |
|------------|----------|-----------------|
| 2017-11-30 | 0000 UTC | +0.2 s |
| 2017-06-29 | 0000 UTC | +0.3 s |
| 2017-03-30 | 0000 UTC | +0.4 s |
| 2017-01-26 | 0000 UTC | +0.5 s |
| 2017-01-01 | 0000 UTC | +0.6 s |
| 2016-11-17 | 0000 UTC | -0.4 s |
| 2016-09-01 | 0000 UTC | -0.3 s |
| 2016-05-19 | 0000 UTC | -0.2 s |
| 2016-03-24 | 0000 UTC | -0.1 s |
| 2016-01-31 | 0000 UTC | 0.0 s |
| 2015-11-26 | 0000 UTC | +0.1 s |
| 2015-09-11 | 0000 UTC | +0.2 s |
| 2015-07-01 | 0000 UTC | +0.3 s |
| 2015-05-28 | 0000 UTC | - 0.7 s |
| 2015-03-19 | 0000 UTC | - 0.6 s |
| 2014-12-25 | 0000 UTC | - 0.5 s |
| 2014-09-25 | 0000 UTC | - 0.4 s |

Standard Times / Strefy czasowe



Standard Times / strefy czasowe

LEGAL TIME

The following list gives the decreed Legal Time in each territory. A negative prefix denotes Legal Times in advance of UT(GMT); a positive prefix, those behind UT(GMT).

Where there is a seasonal change from the Standard Time normally in force to Daylight Saving Time (DST) or Summer Time, details are given. An asterisk indicates that a territory is not expected to observe DST in the current year. DST dates followed by the letter E are estimates. Certain Islamic countries that observe DST may revert to their standard time during the 29 day period of Ramadan.

The list is amended in Section VI of the Weekly Edition of Admiralty Notices to Mariners as changes become known.

Standard Time Zone Charts of the World and of Europe & N. Africa are published on the preceding pages. See also Admiralty Chart 5006.

| Territory | Standard Time | Daylight Saving Time | | |
|------------------------------------|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| | | | Begins (LT) | Ends (LT) |
| Açôres, Arquipélago dos (Portugal) | +1 | 0 | Last Sunday in March 0000h | Last Sunday in October 0100h |
| Afghanistan | -4½ | * | | |
| Albania | -1 | -2 | Last Sunday in March 0200h | Last Sunday in October 0300h |
| Algeria | -1 | * | | |
| American Samoa | +11 | * | | |
| Amirantes, Les | -4 | * | | |
| Amsterdam, Île (France) | -5 | * | | |
| Andaman Islands (India) | -5½ | * | | |
| Andorra | -1 | -2 | Last Sunday in March 0200h | Last Sunday in October 0300h |
| Angola | -1 | * | | |
| Anguilla (UK) | +4 | * | | |
| Antigua | +4 | * | | |
| Argentina | +3 | * | | |

GPS time / skala czasu GPS

- GPS posiada własną skalę czasu
- Różni się od UTC o prawie całkowita liczbę sekund:

where: $GPS_{time} - UTC = n \cdot s - C_t$

n – liczba pełnych sekund

C_t – poprawka wynosząca kilka nanosekunds

GPS time

- Czas GPS jest ciągłą skalą, nie używa sekund przestępnych aby synchronizować do czasu UT1, jak ma to miejsce w przypadku UTC
- 05.01.1980, w momencie uruchomienia systemu GPS, jego skala czasu była zsynchronizowana z UTC, a różnica do TAI wynosiła 19 sekund

| | | | | |
|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------------------|
| local | 2018-02-26 11:52:52 | Monday | day 057 | timezone UTC+1 |
| UTC | 2018-02-26 10:52:52 | Monday | day 057 | MJD 58175.45337 |
| GPS | 2018-02-26 10:53:10 | week 1990 | 125590 s | cycle 1 week 0966 day 1 |
| Loran | 2018-02-26 10:53:19 | GRI 9940 | 146 s until | next TOC 10:55:18 UTC |
| TAI | 2018-02-26 10:53:29 | Monday | day 057 | 37 leap seconds |

<http://leapsecond.com/java/gpsclock.htm>

Koniec

