

# PRAKTICKÁ ASTRONOMIE

CELKOVÝ PŘEHLED  
TRANSFORMACE SOUŘADNIC  
SYSTÉMY MĚŘENÍ ČASU  
HVĚZDNÉ KATALOGY A ATLASY

# PRAKTICKÁ ASTRONOMIE

- letní semestr 2024/2025, FÚ SU Opava
- 2+2/týden
- přednášející: Tomáš Gráf
- [tomas.graf@fpf.slu.cz](mailto:tomas.graf@fpf.slu.cz)
- mobil +420 734 268 124



# PRAKTICKÁ ASTRONOMIE

- Transformace souřadnic, systémy měření času, hvězdné katalogy a atlasy, astronomické databáze
- Vliv atmosféry Země na pozorování, plánování pozorování
- Dalekohledy, montáže, optické vady, velké dalekohledy, aktivní a adaptivní optické systémy, detektory záření, získání pozorovacího času
- Stručný přehled pozorovacích metod používaných v rádiové, UV, rentgenové a gama astronomii, metoda aperturní syntézy a interference, detektory kosmického záření, neutrin a gravitačních vln
- Zobrazovací prvky CCD, CCD kamery
- Astronomická fotografie (klasická a CCD), systematické snímkování oblohy robotickými dalekohledy
- Základy počítačového zpracování obrazu
- Fotometrické systémy, praktická fotometrie, astrometrická měření
- Základy spektroskopie, praktická spektroskopie
- Základy statistické analýzy experimentálních dat

# DOPORUČENÁ LITERATURA

- Tomáš Gráf, Praktická astronomie, SU v Opavě, 2015, [https://is.slu.cz/el/fpf/leto2022/UFAF503/um/Prakticka\\_astronomie\\_skripta.pdf](https://is.slu.cz/el/fpf/leto2022/UFAF503/um/Prakticka_astronomie_skripta.pdf)
- Tomáš Gráf, Metody praktické astronomie, SU v Opavě, 2019, [https://repozitar.cz/repo/38247/Graf\\_M\\_P\\_A.pdf](https://repozitar.cz/repo/38247/Graf_M_P_A.pdf)
- Pierre Lena, Francois Lebrun, Francois Mignard, S. Lyle, „Observational Astrophysics“, 1998, Springer, ISBN 3540634827
- D. S. Birney, „Observational Astronomy“, Cambridge University Press, 1991, ISBN 0521381991
- C. R. Kitchin, „Astrophysical Techniques“, Institute of Physics Publishing London, 2003, ISBN 0750309466
- Robert C. Smith, „Observational Astrophysics“, Cambridge University Press, 1995, ISBN 0521278341
- Hale Bradt, „Astronomy Methods: A Physical Approach to Astronomical Observations“, Cambridge University Press, 2004, ISBN 0521535514

# DOPORUČENÁ LITERATURA

- Andrew J. Norton, „Observing the Universe“, Cambridge University Press, 2004, ISBN 0521603935
- Chr. Sterken, J. Manfroid, „Astronomical Photometry: A Guide“, Kluwer Academic Publishers, 1992, ISBN 0792316533
- W. Romanishin, „An Introduction to Astronomical Photometry Using CCDs“, <http://hildaandrojanasteroids.net/wrccd22oct06.pdf>
- Gordon Walker, „Astronomical Observations“, Cambridge University Press, 1987, ISBN 0521339073
- Patrick Moore (Ed.), „The Observational Amateur Astronomer“, Springer, 1995, ISBN 3540198997
- Patrick Moore (Ed.), „The Modern Amateur Astronomer“, Springer, 1995, ISBN 3540199004
- Marek Wolf a kol., „Astronomická příručka“, Academia, 1992, ISBN 802000467X
- Publikace AAVSO <https://www.aavso.org/ccd-resource-and-reading-list>
- M.G. Minnaert, „Praktická astronómia“, Obzor, 1979, ISBN neuvedeno

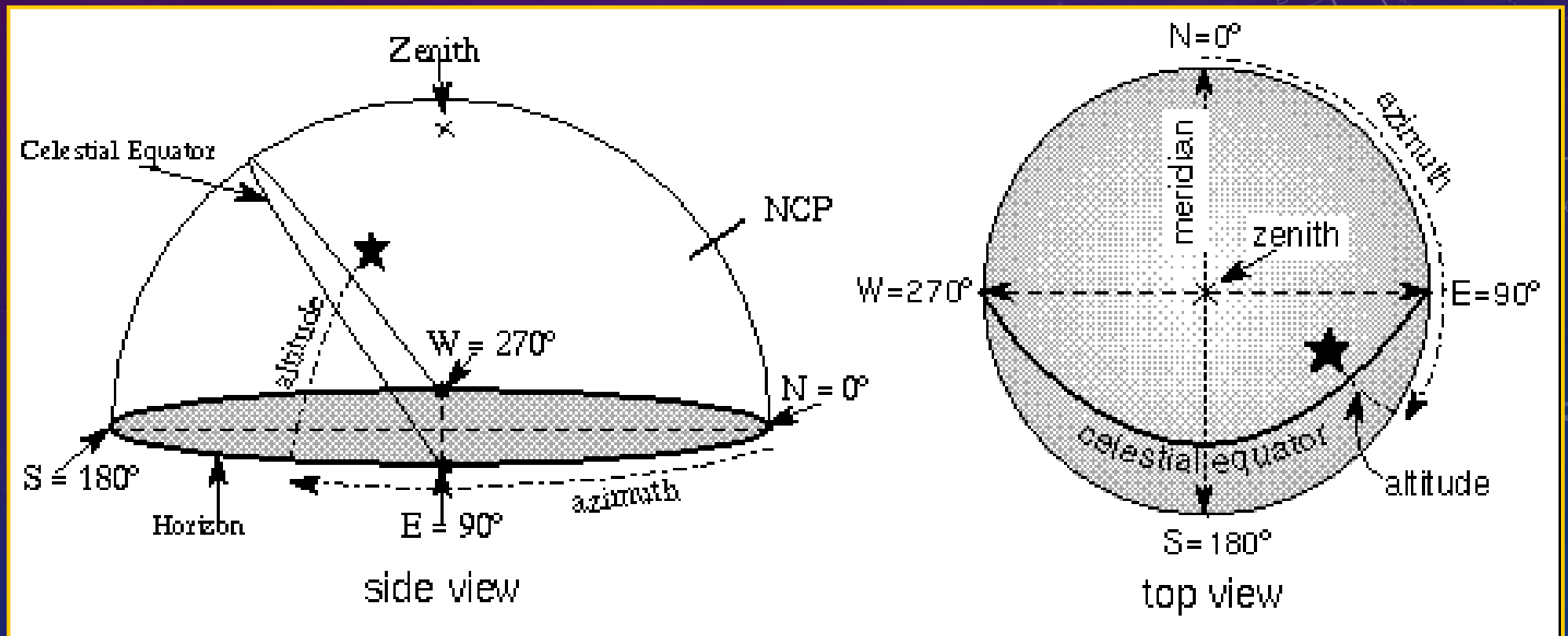
# SOUSTAVY SOUŘADNIC

- ve fyzice většinou užíváme soustavy pravoúhlých souřadnic, případně polárních či sférických.
- zavedení souřadného systému - obecně zahrnuje definici
  - počátku souřadné soustavy
  - základní roviny (prochází počátkem s. s.)
  - základního směru, který v této rovině leží.
- v astronomii se používají souřadnice
  - *topocentrické* (počátek v místě pozorovacího stan.)
  - *geocentrické* (střed Země)
  - *heliocentrické* (střed Slunce)

# SOUSTAVY SOUŘADNIC

- sférické souřadnice - poloha bodu je určena 2 úhly a vzdáleností bodu od počátku, takové souřadnice jsou vhodné pro astronomické účely
- **souřadnice obzorníkové (horizontální)**
  - základní rovina - rovina ideálního horizontu (tečná rovina „ k Zemi“ v místě pozorování)
  - základní směr - směr k jihu
- pak jsou souřadnicemi
  - **h - výška nad obzorem** ( $h \in \langle -90^\circ ; 90^\circ \rangle$ )
  - **A - azimut** ( $A \in \langle 0, 360^\circ \rangle$ ), což je úhel od jižního směru určovaný po směru chodu hodinových ručiček ( jih  $0^\circ$ , západ  $90^\circ$ , sever  $180^\circ$  a východ  $270^\circ$ ).
- jsou to souřadnice nejen topocentrické, ale i časově závislé.

# SOUSTAVY SOUŘADNIC

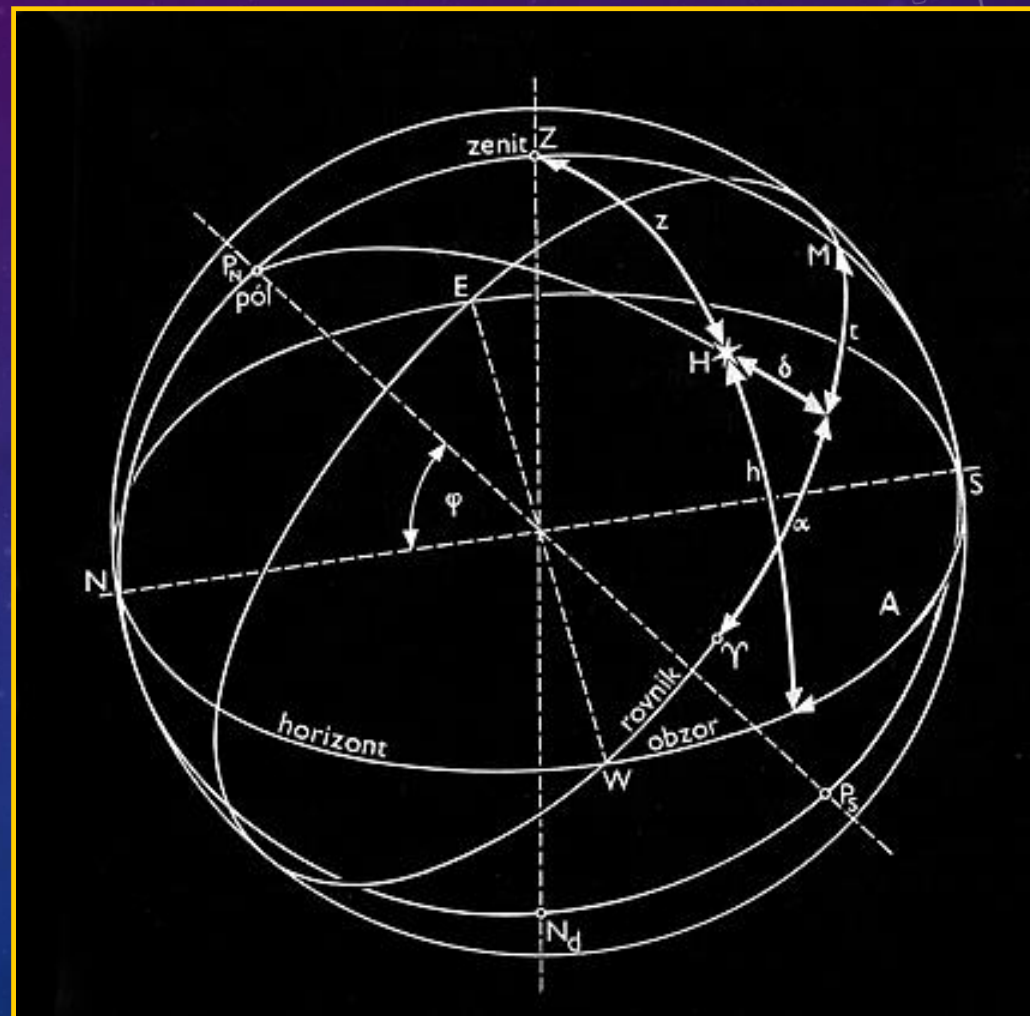




# SOUSTAVY SOUŘADNIC

- **rovníkové souřadnice**
  - ZR - rovina rovníku
  - ZS - směr průsečíku meridiánu a roviny rovníku v případě RS I. druhu
  - ZS - směr k jarnímu bodu - v případě RS II. druhu
- **RS I. druhu**
- souřadnice
  - *deklinace ( $\delta$ ) není časově závislá,  $\delta \in \langle -90^\circ; +90^\circ \rangle$*
  - *hodinový úhel ( $t$ ) mění se dle času i místa pozorování*
- **RS II. druhu**
- souřadnice
  - *deklinace ( $\delta$ ),  $\delta \in \langle -90^\circ; +90^\circ \rangle$*
  - *rektascenze ( $\alpha$ )*
- mění se pouze v závislosti na změně směru k jarnímu bodu

# SOUSTAVY SOUŘADNIC



# SOUSTAVY SOUŘADNIC

- **Jarní bod** je směr definovaný společnou přímkou roviny světového rovníku a roviny ekliptiky, tato přímka je počátkem souřadnicové soustavy rozdělena na 2 polopřímky, jedna určuje směr jarního bodu, druhá směr podzimního bodu
- **časově - úhlová míra** je vyjádření úhlu v jednotkách, které obvykle užíváme pro čas, vycházíme z úvahy, že  $360^\circ = 24 \text{ hod}$  ( $1 \text{ hod} = 15^\circ$ ;  $1^\circ = 4 \text{ min. atd.}$ ), v těchto jednotkách se běžně udává hodnota hodinového úhlu i rektascenze

# SOUSTAVY SOUŘADNIC

- **ekliptikální souřadnice**

- ZR je rovina ekliptiky
- ZS je směr k jarnímu bodu

$\lambda$  - **ekliptikální délka** - měřená od j. b. ve směru ročního pohybu Slunce

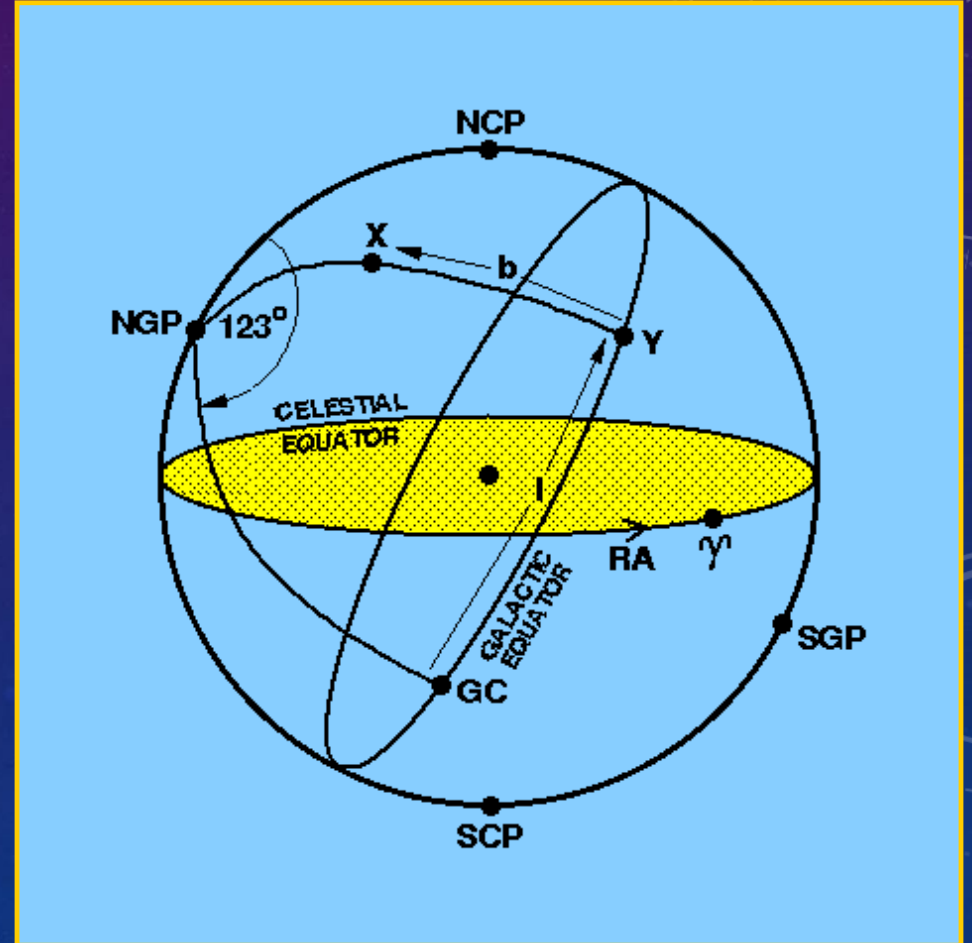
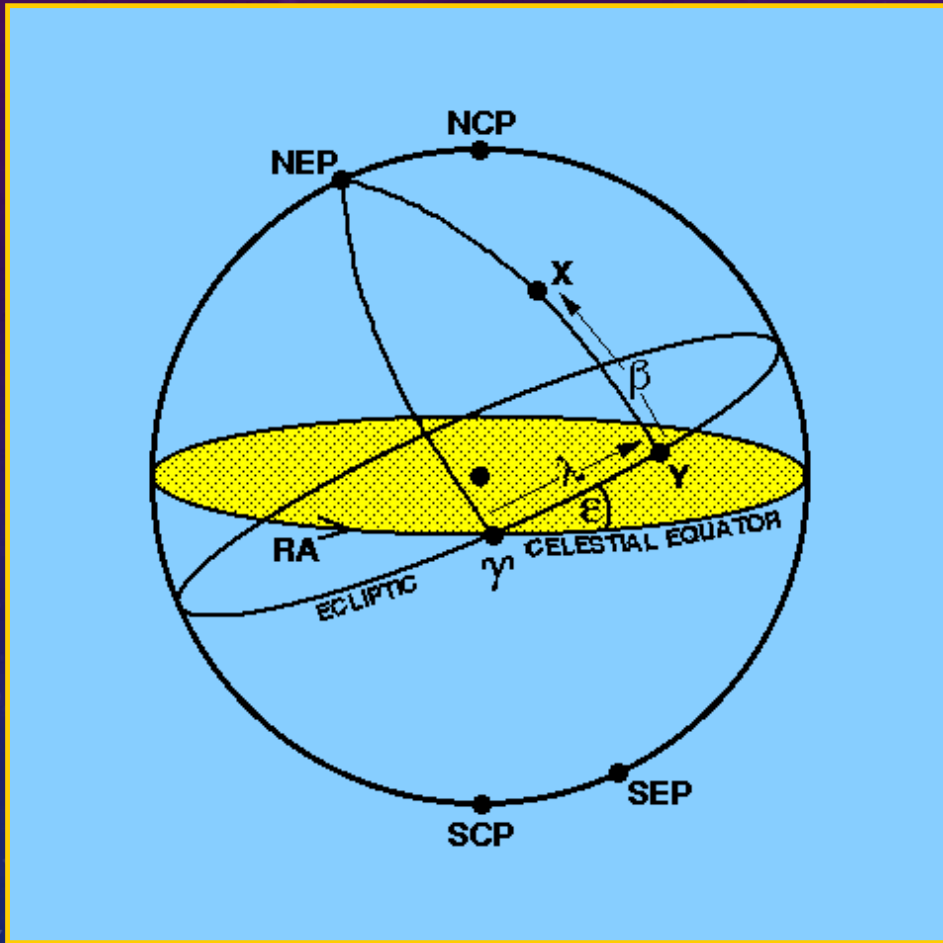
$\beta$  - **ekliptikální šířka** - obdoba deklinace

- použití hlavně při výpočtech drah těles ve SS

- **galaktické souřadnice**

- ZR - rovina galaktického rovníku, je definována nepřímo (polohou galaktických pólů)

# SOUSTAVY SOUŘADNIC

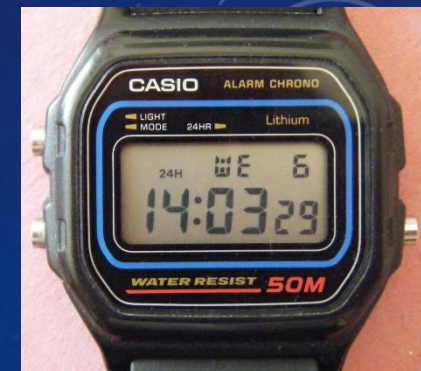
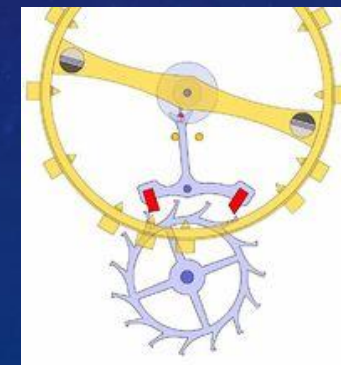
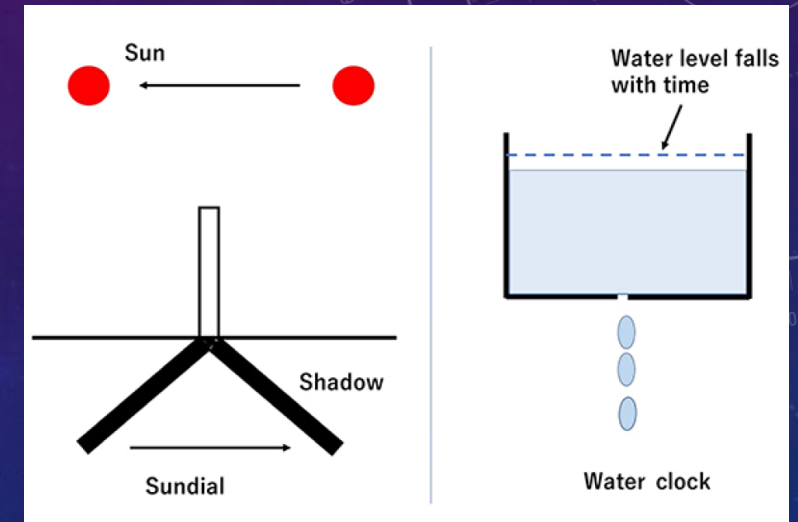


# TRANSFORMACE SOUŘADNIC

- **nejpřehlednější je maticový zápis**
- Astronomická příručka
- **podrobněji:**
  - **Melicher, Fixel, Kabeláč „Geodetická astronómia a základy kozmickej geodézie“, Alfa Bratislava, 1993, ISBN 8005011067**
  - <http://old.gis.zcu.cz/studium/gev/geodezie/geodezie.pdf>

# ZPŮSOBY MĚŘENÍ ČASU

- klasické pojetí času - veličina, jejíž hodnota se trvale mění, rovnoměrně narůstá, je měřitelný až ve spojení s pohybem v konkrétní souřadné soustavě
- princip měření - zvolení vhodného periodické děje
- kapání vody, hoření svíčky, kyvadlo, mechanické strojky (tzv. nepokoj), kmity krystalu (quartz), rádiový signál
- někdy se však používaly jednotky velmi zvláštní ...





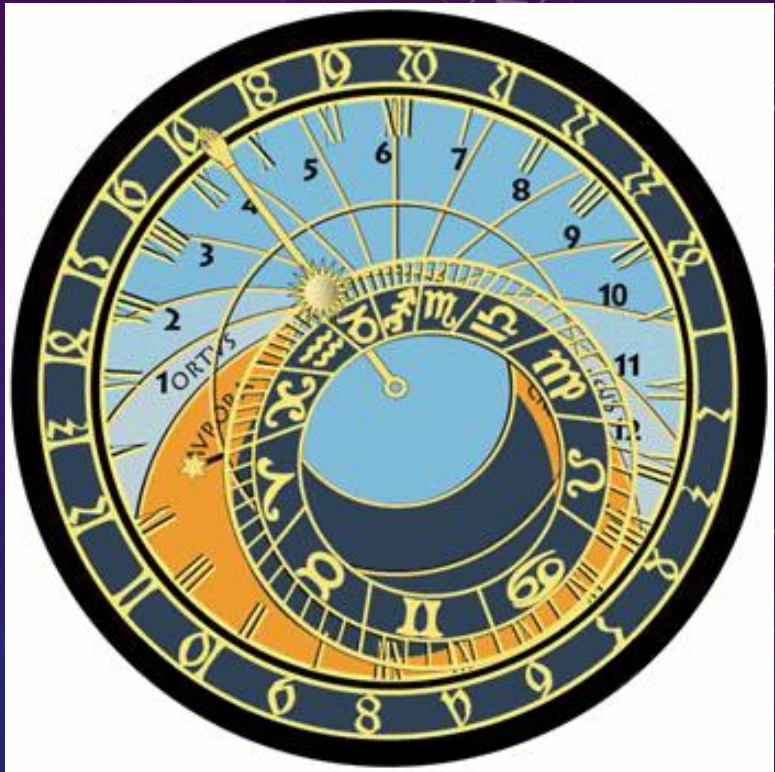
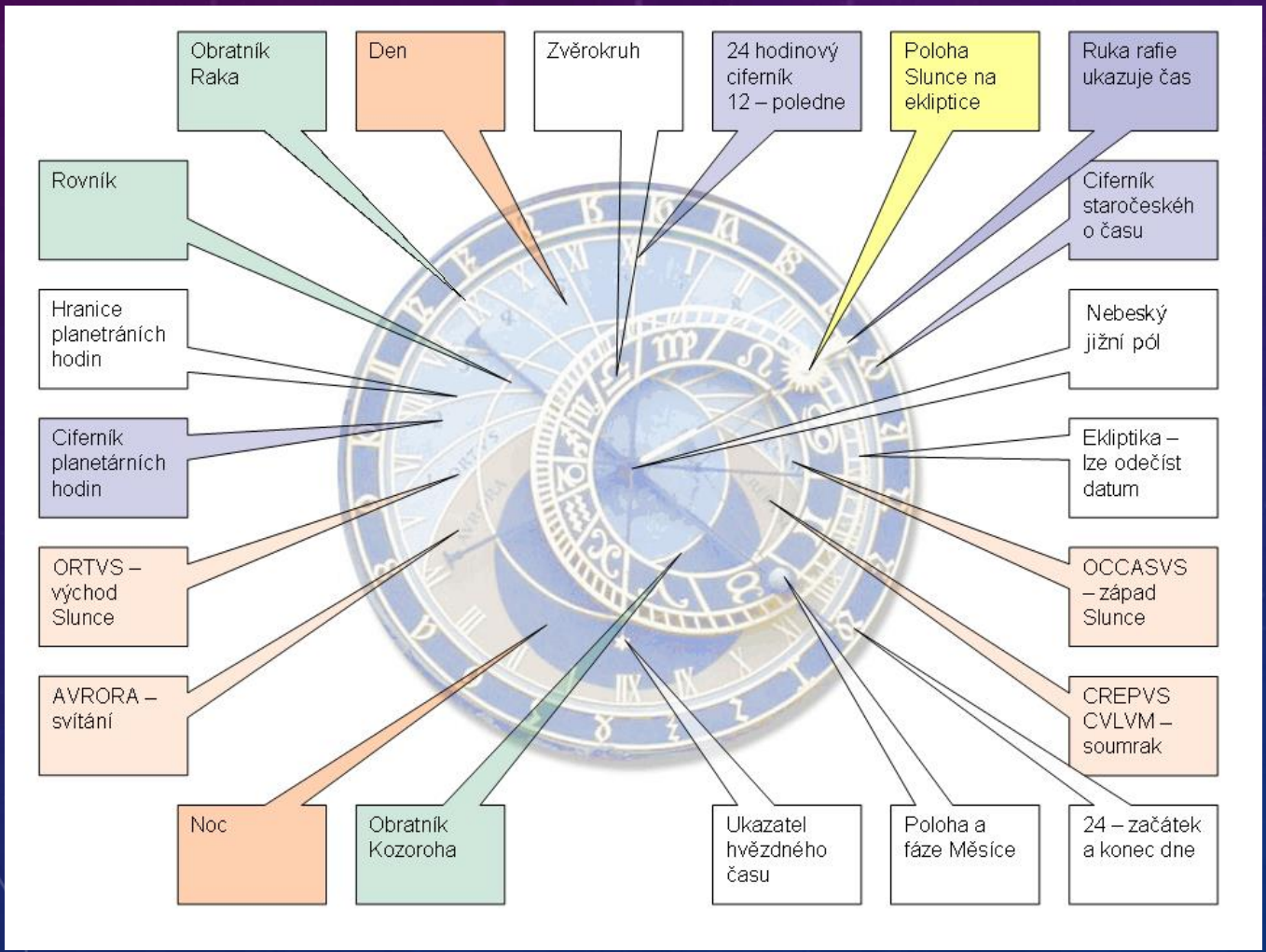


# ORLOJE

- Pražský orloj jsou středověké astronomické hodiny umístěné na jižní straně věže Staroměstské radnice v Praze.
- Orloj je poprvé historicky doložen v listině z 9. října 1410



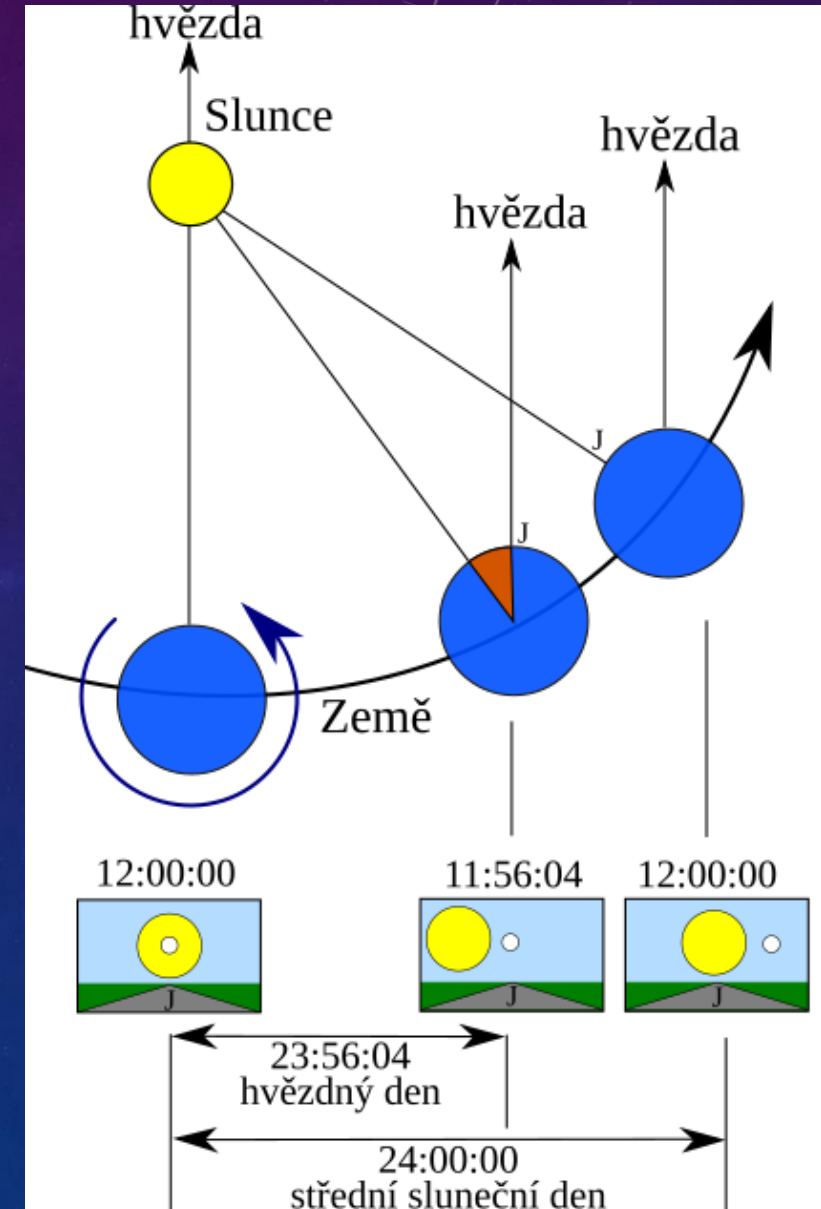
# ORLOJE



orloje v České republice

# SYSTEMY MĚŘENÍ ČASU

- v prvním přiblížení lze považovat i rotaci Země za rovnoměrný periodický děj a odvozovat z něj čas
- **hvězdný den** - čas mezi dvěma horními kulminacemi jarního bodu
- **pravý sluneční den** - doba mezi dvěma spodními kulminacemi skutečného Slunce.
- rozdíl mezi nimi je 3 min 56 sec - důvodem je oběh Země kolem Slunce



# HVĚZDNÝ ČAS

- hvězdný čas se dá chápat také jako hodinový úhel jarního bodu (v okamžiku svrchního průchodu jarního bodu meridiánem je h. č. = 0 hod 0 min 0 sec)
- je-li hodinový úhel jarního bodu  $15^\circ = 1\text{h}$ , pak místní hvězdný čas je 1 hodina a kulminují hvězdy s rektascenzí 1h; atd.
- platí vztah: *hvězdný čas* =  $\alpha + t$ , kde  $\alpha$  je rektascenze a  $t$  hodinový úhel a pak také:  $t = \text{hvězdný čas} - \alpha$

# SYSTÉMY MĚŘENÍ ČASU

pravý sluneční čas

Nepravidelnosti:

1. Slunce - nerovnoměrný pohyb po ekliptice, nejrychleji - Země v periheliu, nejpomaleji - Země v afeliu.
  2. Slunce se nepohybuje po rovníku, ale po ekliptice.
- rozdíly mezi časem takto odvozovaným a časem rovnoměrným jsou až 15 minut, proto bylo pravé Slunce nahrazeno fiktivním tělesem - tzv. **středním Sluncem**

# SYSTÉMY MĚŘENÍ ČASU

střední Slunce může být dvojí:

1. takové, které se pohybuje po ekliptice rovnoměrně (jako by se Země pohybovala kolem Slunce po kružnici)
2. pohybuje se rovnoměrně po rovníku

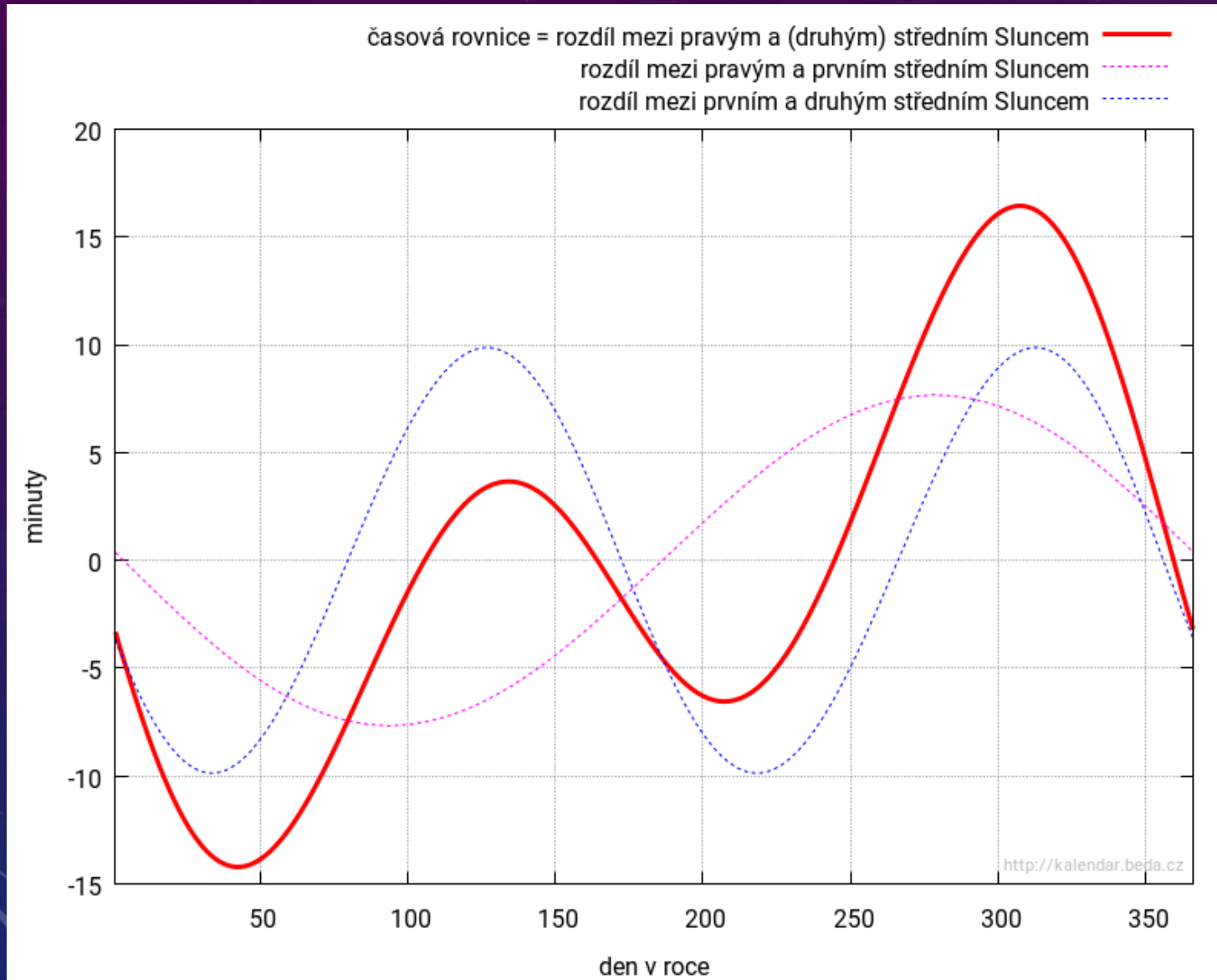
sluneční hodiny



# SYSTÉMY MĚŘENÍ ČASU

- obě střední Slunce se shodují v jarní a podzimní rovnodennosti.
- čas mezi dvěma následujícími průchody středních Sluncí jarním bodem je **tropický rok**.
- **střední čas** - takto lze definovat pojem středního slunečního dne, což je doba mezi dvěma spodními kulminacemi druhého středního Slunce
- rozdíl mezi slunečním časem pravým a středním udává tzv. časová rovnice
- **$R = T_v - T$** , kde  $T_v$  je pravý sluneční čas

# SYSTÉMY MĚŘENÍ ČASU

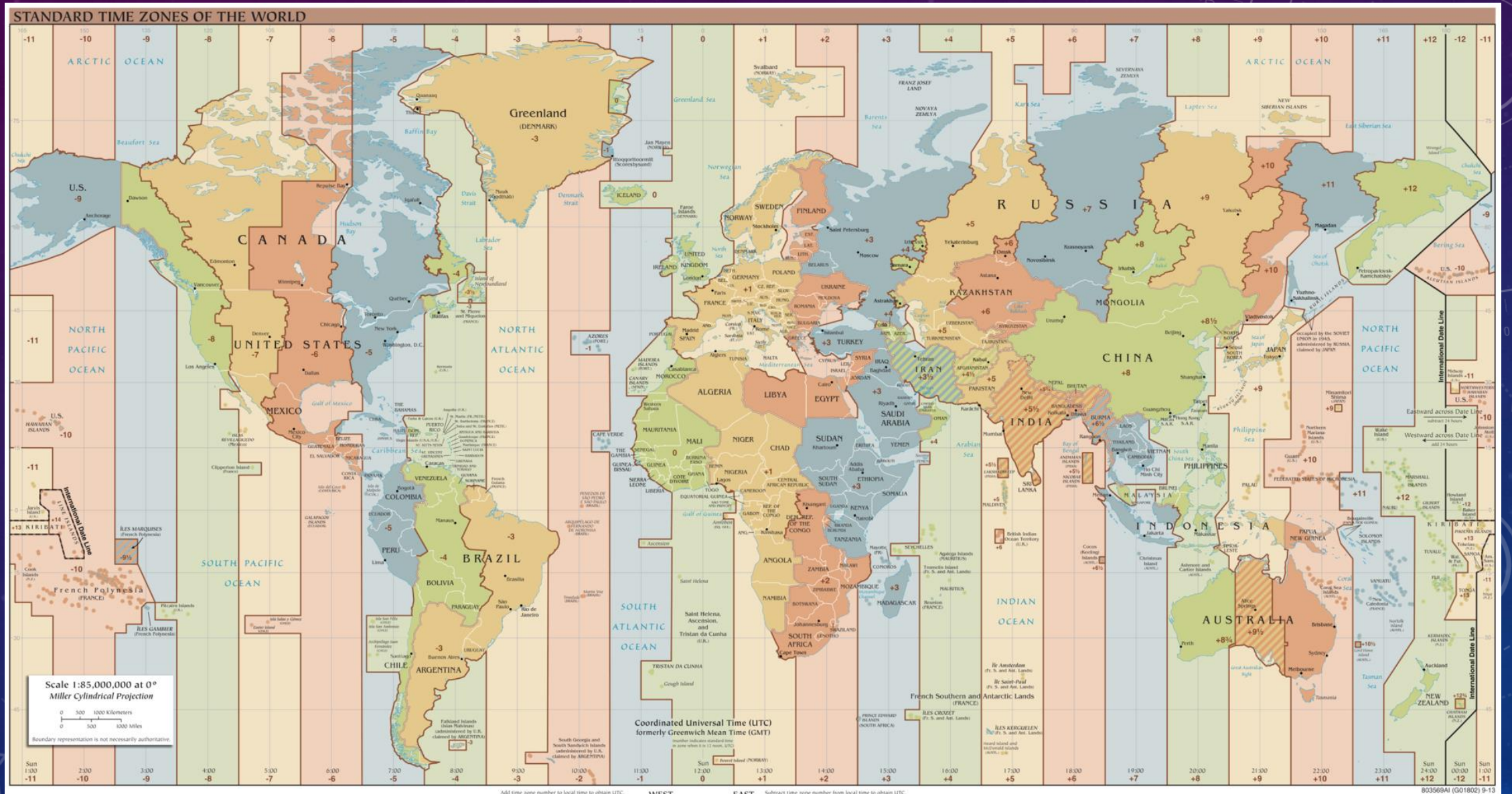




# PÁSMOVÝ ČAS

- každé pozorovací stanoviště má svůj tzv. místní čas, toho se skutečně dříve užívalo, teprve v předminulém století byl postupně zaveden tzv. **pásmový čas**, který se od světového (UT) liší celistvým počtem hodin, je to tedy místní čas 15., 30., 45. atd. poledníku
- V České republice používáme **SEČ** - čili místní čas  $15^{\circ}$  v. d. (Jindřichův Hradec)
- Opava má korekci -11,5 minuty
- z tohoto systému také logicky vyplývá existence tzv. datové hranice
- novinka minulého století je periodický přechod na tzv. **letní čas** = pásmový + 1 hodina, experiment i s tzv. **zimním časem** (pásmový - 1 hodina) se neujal

# PÁSMOVÝ ČAS

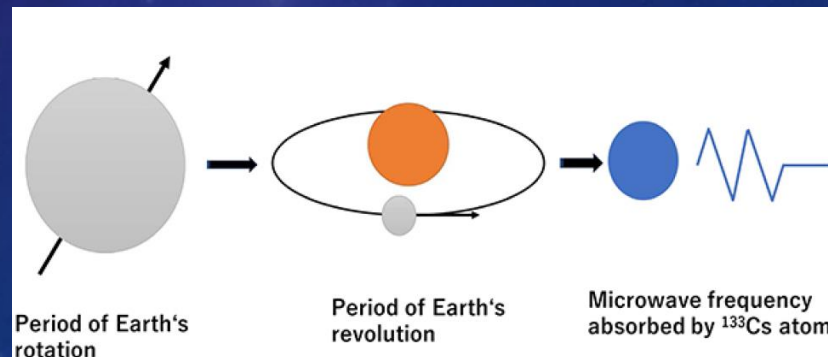


# ZMĚNY ZEMSKÉ ROTACE

1. roční perioda, amplituda 22 ms - odpovídá pravidelným klimatickým změnám, přesun vzdušných a vodních hmot
2. půlroční perioda, amplituda 10 ms - elipticita dráhy Země, kolísání gravitačního působení
3. perioda 13,8 a 27,6 dne, amplituda  $< 1$  ms - excentricita dráhy Měsíce

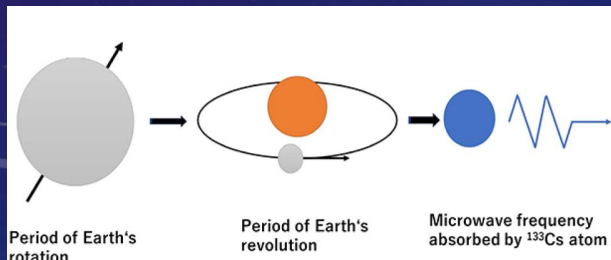
# ATOMOVÝ ČAS

- sekunda byla původně definovaná jako 1/86 400 díl středního slunečního dne, ale vzhledem k nerovnoměrnostem v rotačním pohybu Země, nebyla tato definice dlouhodobě udržitelná už ani ve 20. století
- v roce 1960 na jedenácté konferenci CGPM byla změněna definice sekundy, byla přijata definice Mezinárodní astronomické unie založená na přesně definovaném zlomku tropického roku
- ALE – definice založená na frekvenci záření při přechodu mezi dvěma hladinami v atomu či molekule by byla mnohem přesnější



# ATOMOVÝ ČAS

- došlo ke změně definice sekundy v roce 1967, stalo se tak na třinácté konferenci CGPM, od té doby je sekunda definována jako doba trvání 9 192 631 770 period záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu Cs 133
- [princip atomových hodin](#)
- **čas je dnes nejpřesněji měřitelnou fyzikální veličinou, frekvenční přesnost dosáhla již v roce 2014 už  $1,1 \cdot 10^{-16}$  (chyba 1 s za cca 300 milionů let!)**



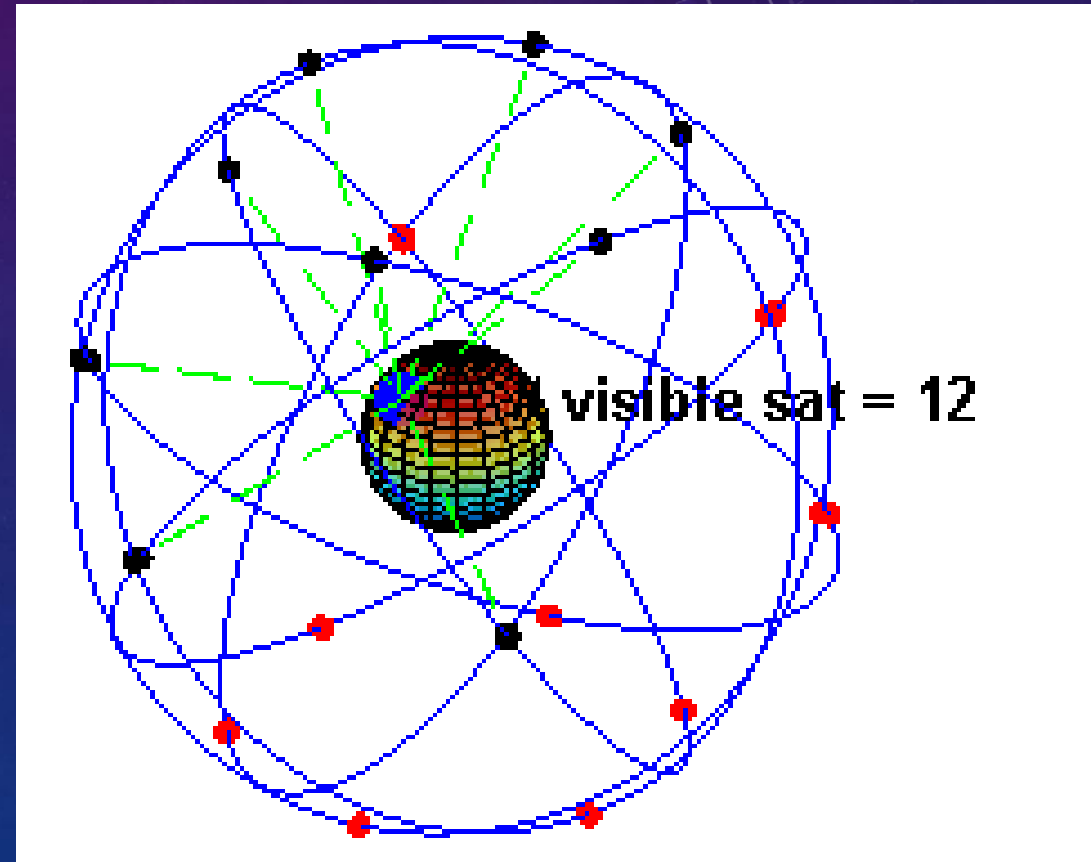
NIST

<https://www.usno.navy.mil/USNO/time/master-clock/systems-of-time>

vše o čase

# BUDEME ČAS MĚŘIT JEŠTĚ PŘESNĚJI?

- další bude využítí:
  - kvantové hodiny
  - optické hodiny
  - jaderné optické hodiny
- proč potřebujeme tak přesný čas?
  - global positioning system (GPS)
  - very long baseline interferometry (VLBI)
  - další rozvoj komunikačních technologií



# ACH, TA RELATIVITA ...

- doposud jsme se zabývali „klasickým“ fyzikálním konceptem času, který je univerzální pro celý vesmír ...
- jak však víme již déle než 100 let, je to aproximace, neexistuje univerzální čas ...
- dilatace času (čili roztažení, zpomalení času) je fyzikální jev pozorovaný u všech objektů, které vzhledem k pozorovateli
  - **pohybují se velkou rychlostí** (důsledek zákonů speciální teorie relativity) nebo
  - **jsou v silnějším gravitačním poli** nebo se **pohybují zrychleně oproti inerciální soustavě** (důsledek zákonů obecné teorie relativity).
- V případě dvou pozorovatelů, pohybujících se vůči sobě rovnoměrně přímočaře, je dilatace času vzájemná. Oba dva tedy vnímají hodiny toho druhého jako pomalejší. Naproti tomu u dilatace času gravitačním polem se pozorovatelé shodnou na tom, že hodiny s vyšším gravitačním potenciálem jsou pomalejší než hodiny s nižším potenciálem (dále od středu gravitace).

# KVANTOVÁNÍ ČASU

$$t_{\text{P}} \equiv \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}}$$

Planck Time Equation



# NEJKRATŠÍ ČASOVÝ INTERVAL

- princip neurčitosti říká, že čím přesněji určíme jednu z konjugovaných vlastností, tím méně přesně můžeme určit tu druhou – bez ohledu na to, jak dobré přístroje máme, tedy např. nelze zároveň s libovolnou přesností změřit polohu a hybnost elektronu
- Planckův čas ( $10^{-44}$  s)
- je časový interval, který je definovaný jako doba potřebná pro překonání Planckovy délky pro foton ve vakuu, zatím nejkratší změřený časový interval je  $247 \cdot 10^{-21}$  s, tj. cca  $10^{25}$  Planckova času
- Planckova délka ( $10^{-35}$  m)
- je nejkratší vzdálenost, o které se můžeme cokoliv dozvědět
- nekompatibilita obecné teorie relativity a kvantové fyziky

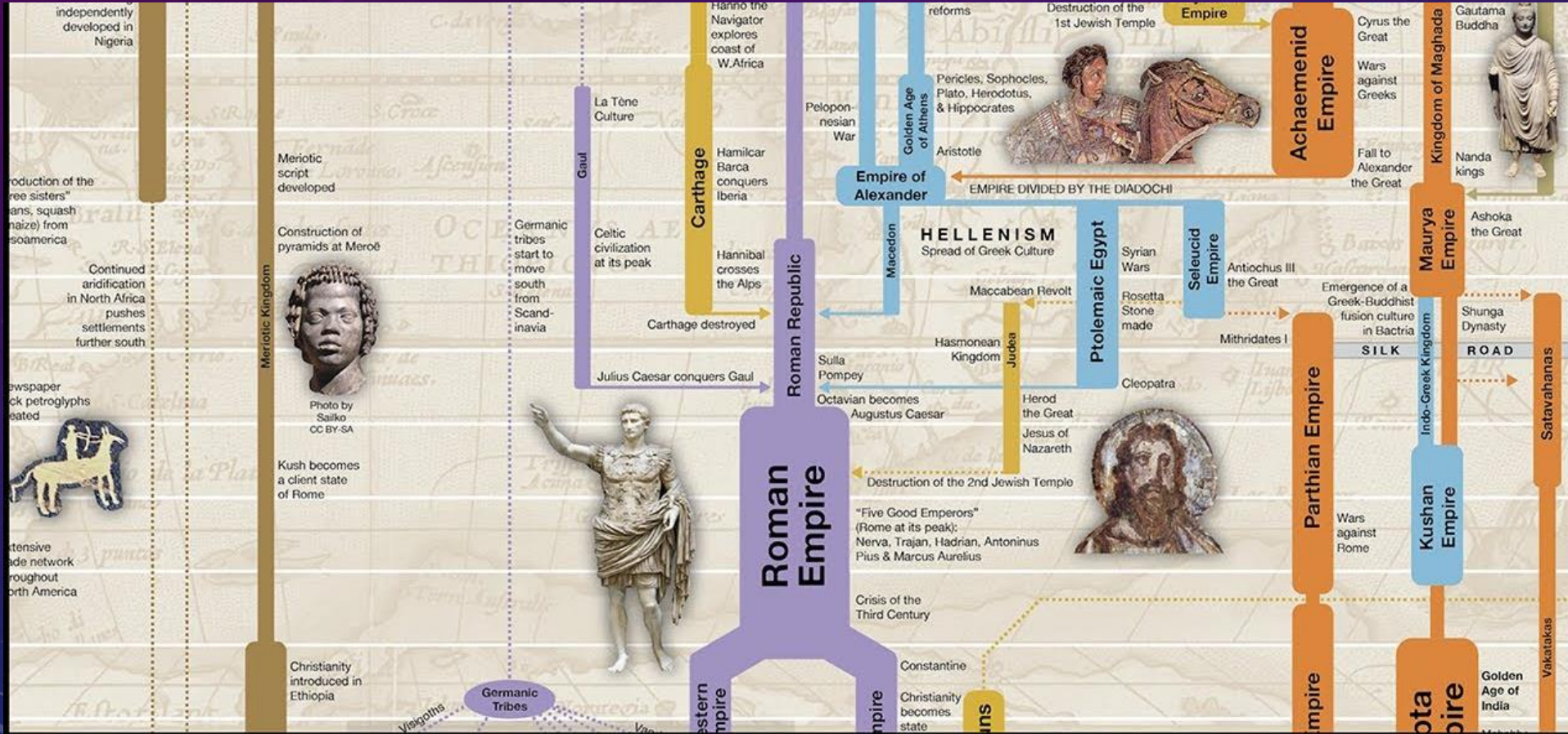
# CESTOVÁNÍ ČASEM



# PARADOXY TAKOVÝCH ÚVAH

- **časový paradox** je jev, kdy cestování do minulosti přímo vede k situaci, která je proti logice nebo proti fyzikálním zákonům, které jsou považovány za obecně platné
  - **paradox zabití předka** - jedním možným rozřešením tohoto paradoxu je, že existuje fyzikální zákon zabráňující vzniku paradoxu. Tj. pokud budeme v minulosti, není dle přírodních zákonů možné např. zabít svého předka.
  - **paradox makroskopických objektů uzavřených v časové smyčce** - například prsten, který jsem dostal od své babičky a později se s ním vrátím do minulosti, kde jí ho předám, aby mi ho mohla dát.
  - **paradox teorie, kterou nikdo nevymyslel** - poukazuje na možnost, že se od známého vědce naučím nějakou převratnou myšlenku, odcestuji do minulosti a tam mu ji sdělím. Myšlenku tak vlastně nikdo nevymyslel, každý účastník řetězce se ji totiž naučil od někoho jiného.

# DLOUHÉ ČASOVÉ ÚSEKY



# KALENDÁŘE

## Systemy počítání roků

- měsíční, sluneční, kombinovaný - 3 možné báze kalendáře
- původ „našeho kalendáře“ - Egypt
- **Juliánská reforma**
  - každý 4. rok byl přestupný (24. únor měl 48 hodin!) trval tedy 366 dnů, takový rok je však delší než doba oběhu a rozdíl naroste za 128 let na 1 den
- **Gregoriánská reforma**
  - v roce 1582 (po 4.10. bylo hned 15.10.) stanovila, že roky na konci století budou přestupné jen tehdy, lze-li je dělit 400 beze zbytku tj. 1600, 2000, 2400 atd., ale ostatní ne

# KALENDÁŘE

- v astronomii se používá průběžné číslování dnů - tzv. **Juliánské datum (JD)**
  - zavedl jej francouzský astronom **Scaliger** (1540 – 1609)
  - počátek datování zvolil na **1. leden 4713 před n. l.**, čili 1. leden roku - 4712
  - např. 22. 2. 2022 (00:00 UT) = JD 2 459 632,5
  - je to velice výhodný systém pro sledování periodických jevů na delší časové bázi (např. změn jasnosti proměnných hvězd).

## převodník JD

<https://www.usno.navy.mil/USNO/astronomical-applications/data-services>

# KALENDÁŘNÍ DATA PRO ROK 2025

- Rok 2025 gregoriánského (řehořského) kalendáře, který v běžném životě používáme, u nás začíná 1. ledna v 0 h 0 min středoevropského času. Jedná se o nepřestupný rok o 365 dnech.
- OSN vyhlásila rok 2025 Mezinárodním rokem ochrany ledovců (rezoluce 77/158) , Mezinárodním rokem míru a důvěry (rezoluce 78/266) a Mezinárodním rokem družstev (rezoluce 78/175) .
- Rok 2025 **juliánského** kalendáře (tzv. „starý styl“) začíná 14. ledna gregoriánského kalendáře.

## Rok 2025 odpovídá:

- rokům 5785/5786 **židovské éry**. Rok 5785 začíná 3. října 2024, trvá 355 dnů a končí 22. září 2025. Rok 5786 začíná 23. září 2025, trvá 354 dnů a končí 11. září 2026.
- rokům 1446/1447 **muslimské éry Hidžry**. Rok 1446 začíná 7. července 2024, trvá 354 dní a končí 25. června 2025. Ramadán v roce 1446 začíná 1. března 2025 a končí 29. března 2025. Rok 1447 začíná 26. června 2025, trvá 354 dní a končí 14. června 2026.
- roku 6738 **Scaligerovy juliánské periody**. Rok 6738 začíná 14. ledna 2025 gregoriánského kalendáře.
- roku 2778 **ab Urbe condita** (a.U.c. – od založení Říma). Začíná jako juliánský rok, tedy 14. ledna 2025.

# KALENDÁŘNÍ DATA PRO ROK 2025

## Rok 2025 odpovídá:

- 6. a 7. roku japonské éry **Reiwa**. Éra začala 1. května 2019 s nástupem japonského císaře Naruhita.
- rokům 1741/1742 **Diokleciánovy éry** (tzv. *koptský kalendář*). Rok 1741 začal 11. září 2024, trvá 365 dní a končí 10. září 2025. Rok 1742 začne 11. září 2025, trvá 365 dní a končí 10. září 2026
- roku 2568 **thajského kalendáře**, který je navázán na život Budhy, a je tedy o 543 let „napřed“ ve srovnání s křesťanskými kalendáři.
- **Juliánské datum** (JD): datum 1. ledna 2025 v 0h TČ = 2 460 676,500 dne juliánské periody.
- **Modifikované juliánské datum** (MJD):  $MJD = JD - 2\,400\,000,5$  a pro 1. ledna 2025 má tedy hodnotu 60 676.

**Scaligerova juliánská perioda** má délku 7980 let. Je to vlastně součin period slunečního kruhu (28letá perioda), zlatého čísla (19letá perioda) a indikce neboli římského počtu (15letá perioda):  $28 \times 19 \times 15 = 7980$ . Počátek juliánské periody odpovídá greenwichskému střednímu poledni 1. ledna roku 4713 př. n. l. juliánského kalendáře (tj. roku – 4712 astronomického letopočtu). Tohoto roku byly hodnoty všech zmíněných period 1.



# KALENDÁŘNÍ DATA PRO ROK 2025

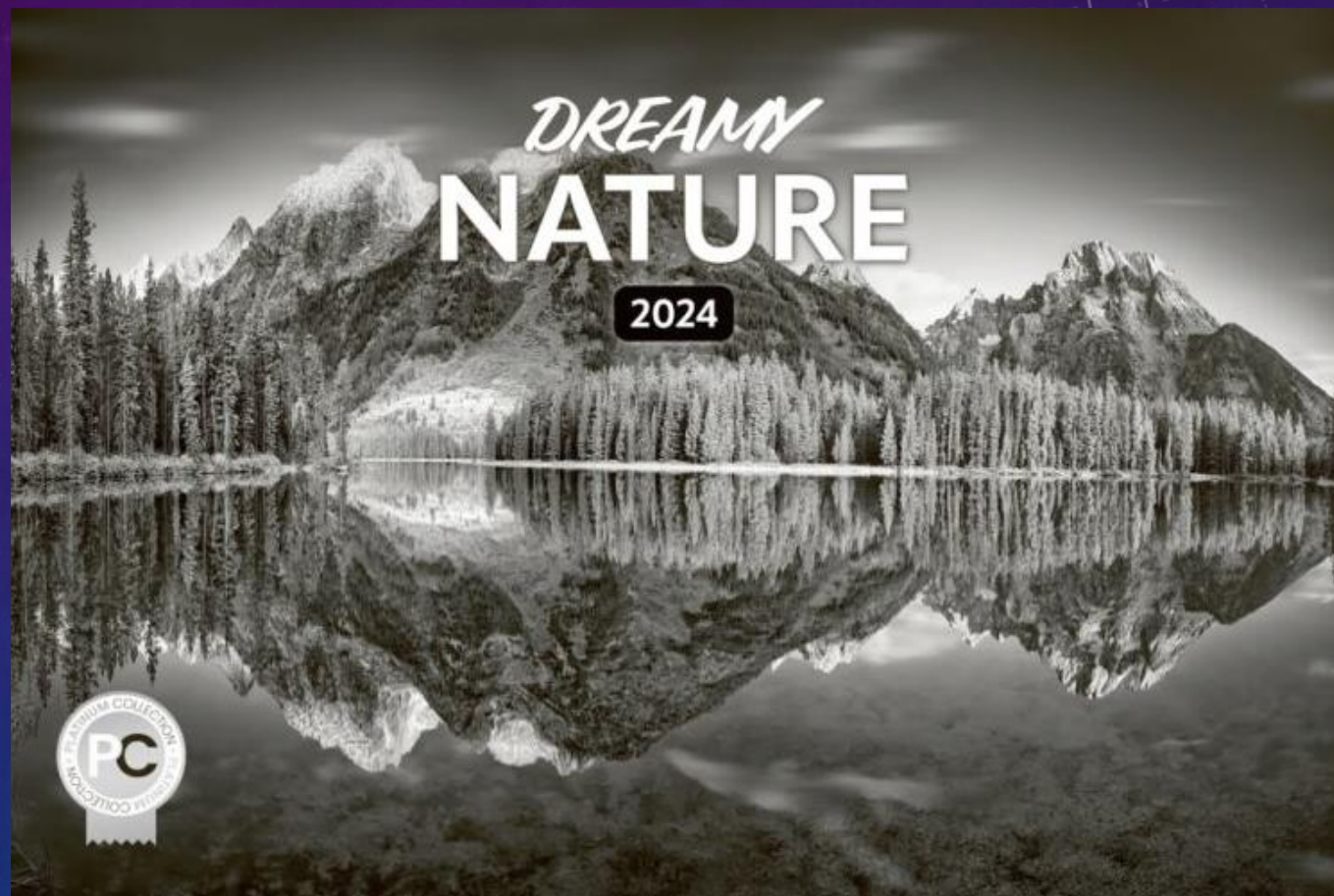
- Od roku 2001 se využívá **terestrický čas** (TT, TČ), který je definovaný vztahem  $TT = TAI + 32,184 \text{ s}$ , kde TAI je **mezinárodní atomový čas** (zavedený 1. ledna 1972), založený na průměrném údaji ze souboru nejpřesnějších atomových hodin světa.
- Dalšími používanými časy jsou **čas světový** (UT, SČ – místní střední sluneční čas greenwichského poledníku) a **čas střeoevropský** (CET, SEČ), který je středním slunečním časem patnáctého poledníku východní délky. Jedná se o pásmový čas, který užíváme v běžném občanském životě a který platí ve většině evropských států. V části jarního, letního a části podzimního období je úředním nařízením zaváděn **letní čas** (CEST, SELČ), který začíná poslední neděli v březnu (v roce 2025 tedy 30. března), kdy se hodiny ve 2 h SEČ posunou o jednu hodinu vpřed. Letní čas končí poslední neděli v říjnu (v roce 2025 tedy 26. října), kdy se hodiny ve 3 h SELČ posunou o jednu hodinu zpět. Jednotlivé státy EU mohou tuto praxi změn času zrušit.
- Ze **světového času** UT (někdy také označovaný UT1) je odvozen také **koordinovaný světový čas** (UTC), ze kterého vychází světový systém občanského času. Jedná se o čas plynoucí rovnoměrně, ovšem korigovaný tak, aby se co nejvíce blížil času UT. Toto se provádělo po skocích, vložním, resp. vypuštěním, přestupné sekundy 30. června nebo 31. prosince běžného roku. Podmínka pro vložení, resp. vypuštění přestupné sekundy byla stanovena tak, aby se UTC od UT nikdy nelišil o více než  $\pm 0,9 \text{ s}$ .

# KALENDÁŘNÍ DATA PRO ROK 2025

- Naposledy byla přestupná sekunda zařazena ve 24 h UT 31. prosince 2016, resp. 0 h UT 1. ledna 2017 (sekvence 31. 12. 2016, 23h 59m 59s; 31. 12. 2016, 23h 59m 60s; 1. 1. 2017, 0h 0m 0s...), kdy  $TAI - UTC = +37$  s. K uvedenému datu byl tedy rozdíl  $TT - UTC = (TAI - UTC) + (TT - TAI) = 37$  s + 32,184 s = 69,184 s. Aktuální oznámení o případném vložení či vynechání přestupné sekundy je možno najít v bulletinu Mezinárodní služby rotace Země.
- V současné době je tato praxe revidována a zřejmě bude přijato nějaké jiné technické řešení, které by stabilizovalo rovnoměrný čas UT periodicky až na škále jednoho století nebo delší. Například by mohla být provedena změna podmínky velikosti rozdílu UTC a UT, která bude znamenat potřebu korekce času UT. Problém by měl být vyřešen nejpozději do roku 2035 (vyplývá to z Rezoluce 4 přijaté na jednání 27. CGPM v roce 2022).
- Platí následující vztahy:  $SELČ = SEČ + 1$  h 00 min 00 s,  $SEČ = UT + 1$  h 00 min 00 s,  $TT = TAI + 32,184$  s = UT +  $\Delta T$ , kde veličina  $\Delta T = 32,184$  s - (UT1 - TAI) je tzv. oprava na nerovnoměrnost rotace Země. Její hodnota se určuje na základě pozorování a je také publikována v bulletinu Mezinárodní služby rotace Země.
- epocha J2025,5 = 2 460 858,875 JD = 2,375 července 2025, epocha B2025,0 = 2 460 675,588 JD = 0,088 ledna 2025
- IERS, <http://www.iers.org>
- Podrobnější informace jsou zde <https://www.bipm.org/fr/cgpm-2022/resolution-4>

# KALENDÁŘE

- [Kalendáře s nápadem ...](#)



# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

- tištěná i elektronická podoba, v elektronické verzi mohou všechny 3 typy publikací splývat
- tištěná podoba – nezastupitelné místo i v dnešní době (extrémní podmínky, nezávislost na zdroji energie)
- tyto informační zdroje nám umožňují především:
  - vyhledat údaje o objektu
  - určit polohu objektu na obloze
  - vyhledat objekty požadovaných vlastností
  - nalézt objekt na obloze pokud jej chceme pozorovat

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## (Yale) Bright Star Catalog

označován také BSC, YBSC nebo YBS, zdroj základních informací o hvězdách jasnějších než 6,5 mag

- 9096 z 9110 objektů v katalogu jsou hvězdy
- kromě označení (včetně jiných katalogových) jsou uvedeny: rovníkové (B1900.0 a J2000.0) a galaktické souřadnice, vlastní pohyb (J2000.0), fotometrické hvězdné velikosti UBVR<sub>I</sub> (pokud jsou známy), Morganova-Keenanova spektrální klasifikace
- poslední tištěná verze „The Bright Star Catalogue; 4th revised edition“, D. Hoffleit, C. Jaschek, 1982
- 5. vydání je zde: [BSC](#)
- je podkladem mnoha „PC planetárií“, např. [C88](#)
- atlas hvězd do 7 mag ke stažení <http://www.astro.cz/mirror/atlas/czech/>

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## Bonner Durchmusterung (BD) a Cordoba Durchmusterung (CD)

- BD je výsledkem vizuálního pozorování hvězd s deklinací od +89 do -01 stupňů, která provedl Argelander a jeho asistenti v letech 1852-1861, katalog obsahuje všechny hvězdy do 9,5 mag, polohy byly určeny s přesností 0,1 sec v rektascenzi a 0,1 úhlové minuty v deklinaci
- Cordoba Durchmusterung je výsledkem vizuálního pozorování hvězd s deklinací od -22 do -89 stupňů, je vlastně rozšířením katalogu BD.
- výsledky byly zpracovány jak do katalogů, tak do podoby atlasů
- <http://cdsweb.u-strasbg.fr/cgi-bin/qcat?l/122>

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## Henry Draper Catalog (HD)

- stal se základem pro spektrální klasifikaci hvězd, limitující byla tedy citlivost desek, na které se pořizovala spektra (tedy do  $m_{pg}=9$  mag (Cannon and Pickering, 1918-1924)
- později rozšířen o vybrané oblasti (Cannon 1936 a Cannon, Mayall 1949) – označovány HDE
- [katalogy HD a HDE](#)
- **popis katalogů** [https://en.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Draper\\_Catalogue](https://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Draper_Catalogue)
- **vznik katalogu byl financován nadací Dr. Henry Drapera, průkopníka astrofotografie,** [https://cs.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Draper](https://cs.wikipedia.org/wiki/Henry_Draper)

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## Palomar Observatory Sky Survey (POSS)

- původní „National Geographic Palomar Sky Survey“ byl dokončen v roce 1954 (48 palcová Schmidtova komora na Mt. Palomar)
- byly exponovány fotografické desky (14 palců<sup>2</sup>), každá pokryla 6x6 stupňů oblohy, původně od +90 do -24 stupňů v 879 oblastech na „červenou“ i „modrou“ emulzi (hvězdy do 22 mag), pak ale došlo k rozšíření až na deklinaci -42 stupňů
- viz <http://skyserver.sdss.org/dr5/en/proj/advanced/skysurveys/poss.asp>
- nyní je vše dostupné v digitální podobě na Digitized Sky Survey (DSS) [http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss\\_form](http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form)

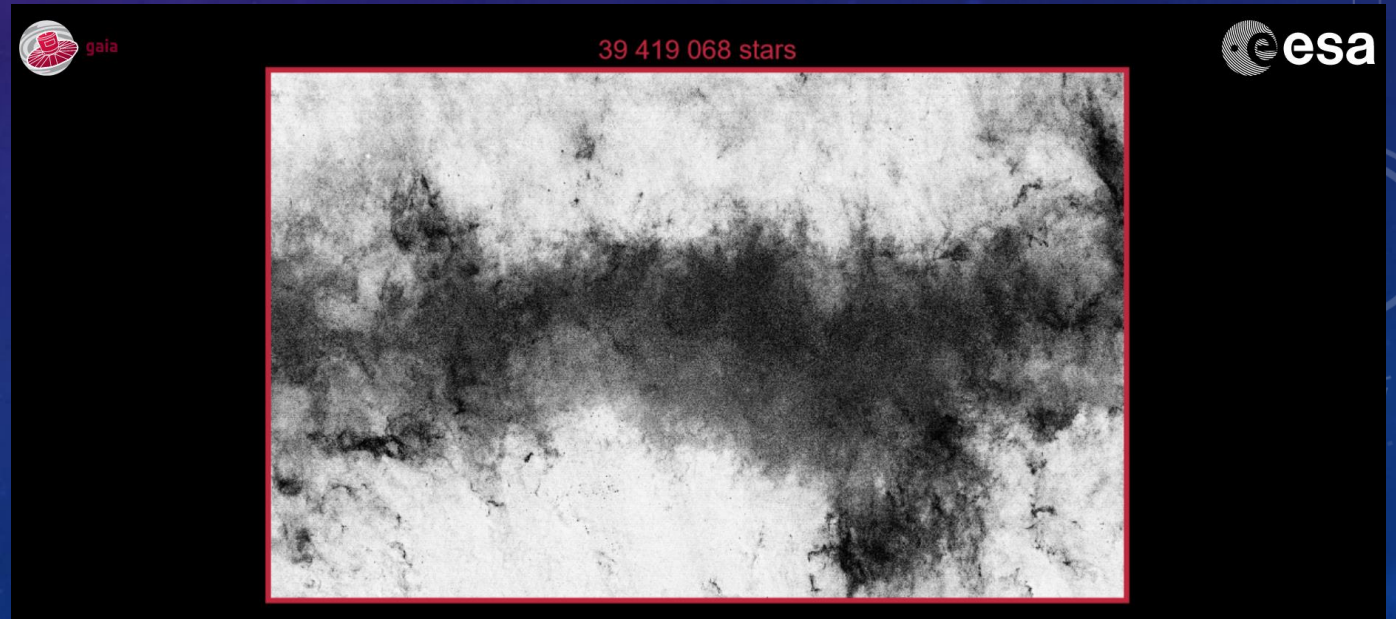
## Guide Star Catalogue

- sestaven pro potřeby HST, asi  $14 \cdot 10^6$  objektů [GSC](#)

Hipparcos 118 000 hvězd do 12,4 mag

Tycho 1 058 000 hvězd do 11,5 mag

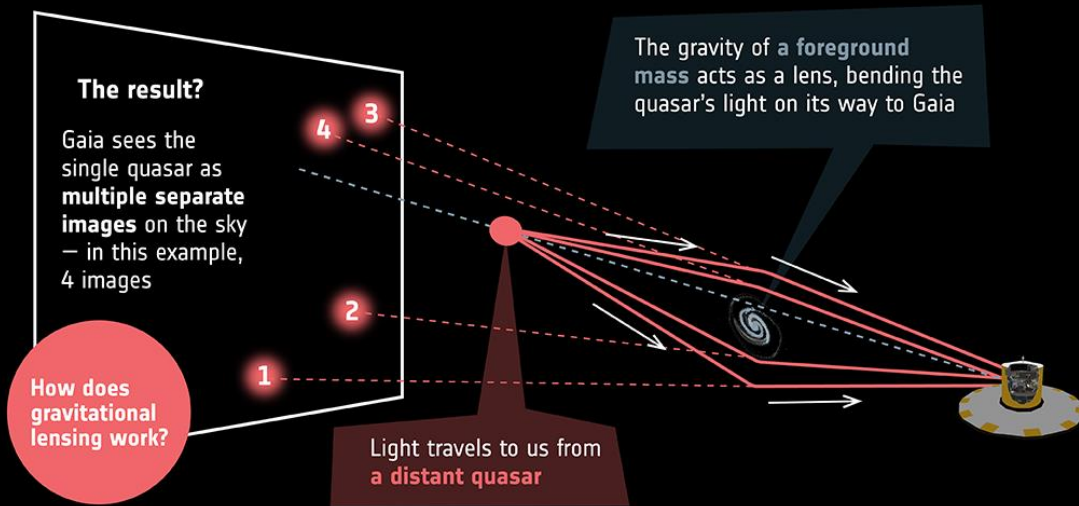
GAIA <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia>





## A GOLDMINE FOR COSMOLOGISTS: GAIA LOCATES HUNDREDS OF LENSED QUASARS

ESA's Gaia telescope has peered deep into the distant Universe on the hunt for gravitational lenses: elusive objects that hold key clues to some of our biggest questions about the cosmos.



Lensed systems as seen by the Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) and PanSTARRS (bottom right) and identified in Gaia's Data Release 3 (DR3).

**3 760 032**

quasar candidates analysed

**381**

suspected to be lensed quasars...

...including **50**

that are highly likely...

...and **5**

predicted to be especially rare quadruply-lensed quasars



# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## General Catalog of Variable Stars (GCVS)

- [GCVS](#)

## The International Variable Star Index

- <https://www.aavso.org/vsx/>

## Double Star Library

- [DSL](#)

## Finding List for Observers of Interacting Binary Stars

- <http://vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/ftp-index?VI/44/>

## The Catalogue of the Orbital Elements of Spectroscopic Binary Systems

- <http://sb9.astro.ulb.ac.be/>

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## Moderní databáze

### Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS)

- „Centrum astronomických dat“ <http://cdsweb.u-strasbg.fr/CDS.html>

### SIMBAD

- databáze se základními údaji o astronomických objektech mimo SS, jejich označení, bibliografie, lze se dotazovat podle jména, souřadnic nebo jiných kritérií

### VizieR

- e-knihovna astronomických katalogů, seznamů a tabulek všeho druhu

### Aladin

- interaktivní atlas hvězdné oblohy, je spojen s databázemi SIMBAD, NED, VizieR atd.

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## Vybrané objekty

- Messierovy objekty

[https://en.wikipedia.org/wiki/Messier\\_object](https://en.wikipedia.org/wiki/Messier_object)

- Katalogy galaxií:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Astronomical\\_catalogues\\_of\\_galaxies](https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Astronomical_catalogues_of_galaxies)

- proměnné hvězdy:

<https://www.aavso.org/vsx/>

# PROMĚNNÉ HVĚZDY

- <http://var2.astro.cz/czev.php?id=850>

• J031700.67+190839.6	03 17 00.67 +19	08 39.6	12.63	12.68	12.67	19496.300
• J050904.45-074144.4	05 09 04.45 -07	41 44.4	13	13.51	13.95	19835.305
• J061850.43+220511.9	06 18 50.43 +22	05 11.9	13.87	14.05	14.01	18523.570
• J093010.78+533859.5	09 30 10.78 +53	38 59.5	9.56	9.67	9.66	19674.598
• J093443.60+420831.9	09 34 43.60 +42	08 31.9	13.78	13.96	13.82	19201.572

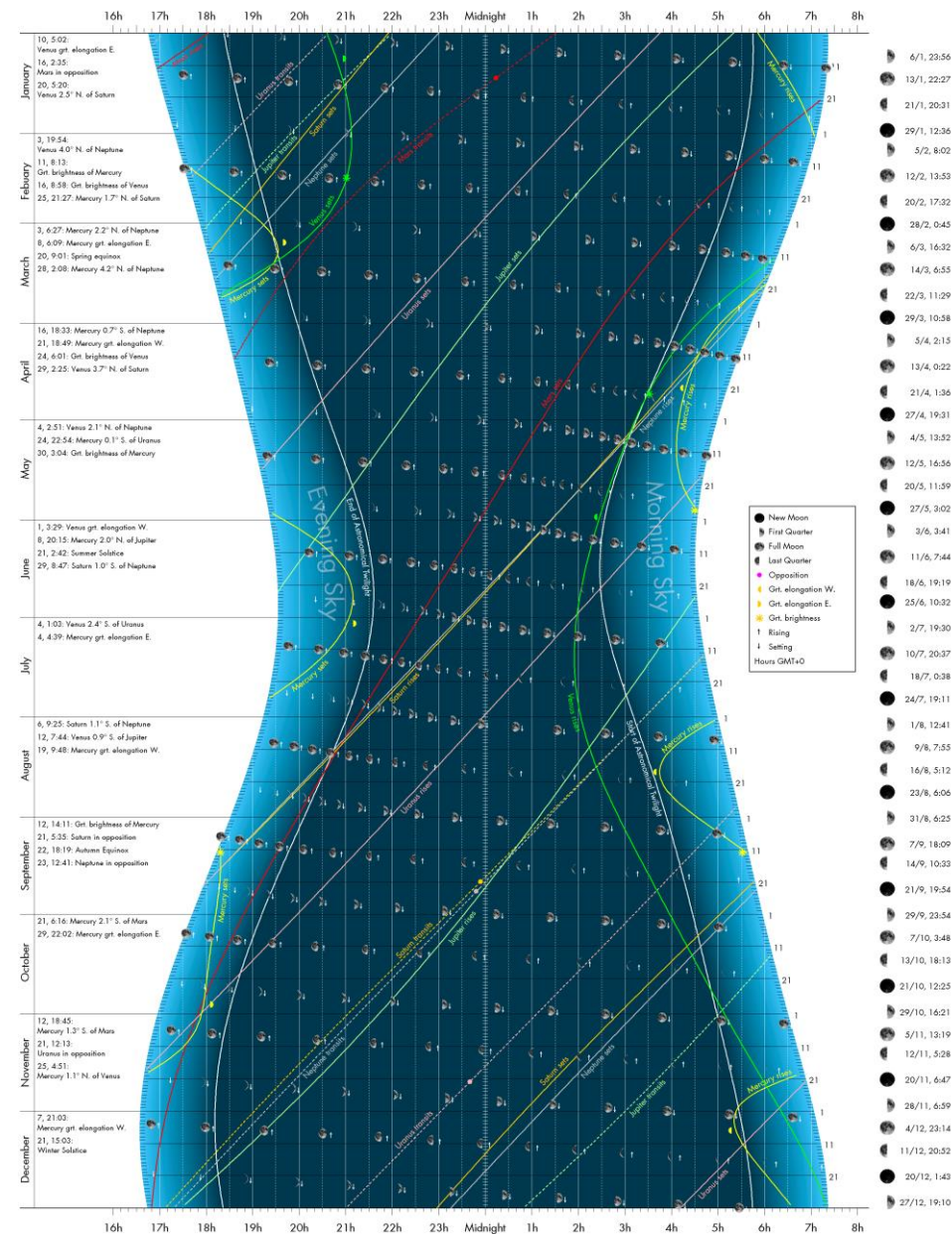
- Data vyše jsou SWASP jméno, souřadnice, hvězdné velikosti (max, prim, sek), perioda v sekundách
- <http://cds.u-strasbg.fr/cgi-bin/Dic-Simbad?1SWASP>

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

## ročenky

- speciální publikace obsahující tabulky různých astronomických údajů jako jsou souřadnice, časy atd. pro určité období - většinou jsou v platnosti 1 rok, dříve pouze tištěná podoba, dnes většinou s doplňky na disketách nebo CD, existují i on-line verze
  - Nautical Almanach,
  - Hvězdářská ročenka (Česká republika)
  - Astronomická ročenka (Slovensko)
  - KAR <http://www.hvezcb.cz/cgi-bin/kar.cgi>
  - U.S. Naval Observatory <https://aa.usno.navy.mil/index>
  - portál <http://www.calsky.com> (zrušeno) <https://www.calsky.io/en/>

# KORZETOVÝ DIAGRAM



Sky visibility chart 2025

Latitude 40° N

ServiAstro: [serviastro.ub.edu](http://serviastro.ub.edu)

UNIVERSITAT DE BARCELONA ICCUB

Compiled by Edward Morrison

# HVĚZDNÉ KATALOGY, ATLASY, ROČENKY

přehled literatury a vědeckých článků

- [ADS - Astrophysics Data Service](#)

The screenshot shows the ADS website interface. At the top, there is a navigation bar with the ADS logo, a search bar, and links for Feedback, ORCID, About, Sign Up, and Log In. Below the navigation bar, the main header features the ADS logo and the text "astrophysics data system". Underneath the header, there are three tabs: "Classic Form", "Modern Form" (which is selected), and "Paper Form". The main content area contains a search bar with a "QUICK FIELD:" dropdown menu showing options like "Author", "First Author", "Abstract", "Year", "Fulltext", and "All Search Terms". Below the search bar, there are two columns of search examples: "Recommendations" and "Search examples". The "Recommendations" column shows examples like "author: 'Strugarek, Antoine'" and "first author: '^López Rodríguez, Enrique'". The "Search examples" column shows examples like "citations: citations(abstract: JWST)", "refereed: property: refereed", and "astronomy: collection: astronomy".



# CVIČENÍ



- určete z atlasu hvězdné oblohy rovníkové souřadnice 2. druhu těchto objektů:

rektascenze	deklinace	objekt
		Antares
		Spica
		Vega
		Rigel
		Canopus

# CVIČENÍ

- vyhledejte na mapě hvězdné oblohy objekty s těmito souřadnicemi:

rektascenze	deklinace	objekt
07h 39m 17s	+ 05° 13' 07"	
05h 16m 42s	+ 45° 59' 43"	
00h 09m 11s	+ 59° 09' 14"	
19h 50m 48s	+ 08° 52' 15"	
11h 03m 43s	+ 61° 45' 07"	

# CVIČENÍ

- pro objekty v tabulkách určete pro 22. 2. 2025:
  - časy východu a západu pro:
    - Opavu
    - Oslo
    - Los Angeles

# CVIČENÍ

- pro objekty v tabulkách určete:
  - všechna jiná katalogová označení a názvy
  - jasnost ve filtru B
  - 2 nejnovější vědecké práce, které se jich týkaly
  - celkové počty citací těchto prací

# CVIČENÍ

- vypočtete časy východů a západů Slunce a Měsíce v průběhu roku pro tato pozorovací stanoviště:
  - Opava
  - Jakarta (Indonézie)
  - Luleå (Švédsko)

The background features a dark blue gradient with a subtle pattern of white stars. On the left side, there are several technical diagrams in a light purple color. These include circular gauges with numerical scales (140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260) and various circular arrows indicating rotation or flow. The text 'KONÉÉÉÉC ...' is prominently displayed in the center-right in a bright yellow color.

**KONÉÉÉÉC ...**

... ALE JEN PRO DNEŠEK ...