
5 Čas a kalendář

5.1 Čas

Potřeba měřit čas je prastará. Člověk se ve svém životě setkával se střídáním dne a noci, se změnami fází Měsíce, se střídáním ročních období i s jinými periodickými jevy. Věkovitá hromadění pozorování mu umožnila objevit zákonitosti v periodicitě těchto jevů a s jejich pomocí měřit různé časové úseky. To byly **počátky časomíry** – prvotně, z praktického hlediska, hlavního úkolu astronomie. Přesné určení času je však nezbytné i pro stanovení zeměpisné délky.

Základem určování času byla odedávna **rotace Země** a opěrným bodem na obloze, vzhledem k němuž se otáčení zemského tělesa sleduje, je jarní bod (**čas hvězdný**), nebo je to hvězda (**čas siderický**) či Slunce (**čas sluneční**).

5.1.1 HVĚZDNÝ ČAS

Hvězdný čas Θ je rovný **hodinovému úhlu jarního bodu $\Theta = t\gamma$** . Je to tedy úhel mezi rovinou místního poledníku a rovinou koluru rovnodennosti, udávaný zpravidla v časové míře. V okamžiku horní kulminace jarního bodu je na místním poledníku 0 h 0 min 0 s místního hvězdného času. Jestliže je hodinový úhel jarního bodu roven 15° čili 1 hodině, pak je místní hvězdný čas 1 h a kulminují hvězdy s rektascenzí 1^h atd.

Je-li hvězdný čas vázán na skutečný, okamžitý jarní bod, mluvíme o **pravém hvězdném času**. Poněvadž však jarní bod následkem nutace (část 13.3.2) osciluje kolem své střední polohy, zavádí se střední jarní bod, který nutaci nepodléhá, a mluvíme pak o **středním hvězdném času**. Rozdíl obou těchto časů vyjadřuje **rovnice ekvinokcií**.

Poněvadž však jarní bod není na obloze vyznačen, **užívá se ke stanovení hvězdného času hvězd**. Jestliže hvězda, na niž zaměřujeme, právě kulminuje, je hvězdný čas rovný její rektascenzi $\Theta = \alpha$.

K určení hvězdného času postačí tedy znát rektascenzi kulminující hvězdy: je tolik hodin hvězdného času, jakou rektascenzi pozorované hvězdy udávají efemeridy.¹⁾

Jestliže je sledovaná hvězda mimo kulminaci, pak je hvězdný čas rovný podle (4.10) součtu jejího hodinového úhlu a rektascenze, tedy $\Theta = t + \alpha$.

Jednotkou hvězdného času je **hvězdný den**. Je to doba, která uplyne mezi dvěma po sobě následujícími horními kulminacemi jarního bodu. I zde se rozlišuje **pravý a střední hvězdný den**. Pokud by jarní bod neměnil s časem svou polohu, byl by hvězdný den totožný s dobou otočení Země o 360° (**siderický den**). Následkem precesního pohybu jarního bodu je však hvězdný den kratší než doba této otáčky, a to o hodnotu denního posunu jarního bodu, tj. o 0,009 s středního

¹⁾ **Efemeridy** jsou dopředu vypočtené polohy vesmírných objektů pro určité přesně definované časové okamžiky.

času. Jestliže tedy doba zemské rotace (siderický den) činí 23 h 56 min 4,100 s středního času, pak střední hvězdný den trvá 23 h 56 min 4,091 s středního času. Hvězdný den se dělí na 24 **hvězdných hodin** a ty dále na **hvězdné minuty** a **hvězdné sekundy**; 1 hvězdná sekunda je 86 400 část hvězdného dne. Hvězdný čas ukazují na každé hvězdárně tzv. astronomické hodiny.

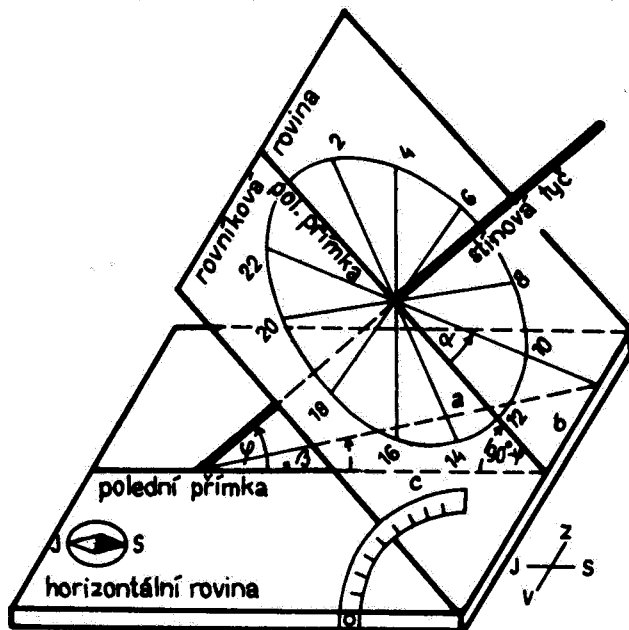
Větší časovou jednotkou, vycházející z oběhu Země kolem Slunce, je **siderický rok**. Je to doba mezi dvěma po sobě následujícími stejnými postaveními Slunce mezi hvězdami (365,2564 středních slunečních dnů). V důsledku precese je siderický rok delší než **rok tropický**, který definujeme jako dobu mezi dvěma následnými průchody středního Slunce středním jarním bodem. Tropický rok má délku 365, 242 198 79 středních slunečních dnů, tj. 365 d 5 h 48 min 45,9747 s. V zaokrouhlení je to 365,2422 středních slunečních dnů a 366,2422 středních hvězdných dnů. Hvězdného času se užívá jen v astronomii, má však ten význam, že je možné jej z astronomických měření přímo určit a že z něho lze odvodit střední sluneční čas. Pozorování průchodů hvězd místním poledníkem je totiž mnohem přesnější než pozorování Slunce. Také ve hvězdářských ročenkách jsou údaje o hvězdném čase, a to v okamžiku greenwichské půlnoci.

5.1.2 SLUNEČNÍ ČAS

Život člověka je však určován Sluncem a pravidelným střídáním dne a noci, proto se řídí **slunečním časem**, který je **základem občanské časomíry**, i když jeho měření a definice jednotek jsou dosti složité. Slunce se mezi hvězdami zdánlivě pohybuje, navíc nerovnoměrně, čímž vznikají značné komplikace. K jejich odstranění se proto vedle skutečného Slunce, tzv. pravého Slunce, zavádí Slunce myšlené, tzv. střední Slunce.

5.1.2.1 Pravý sluneční čas

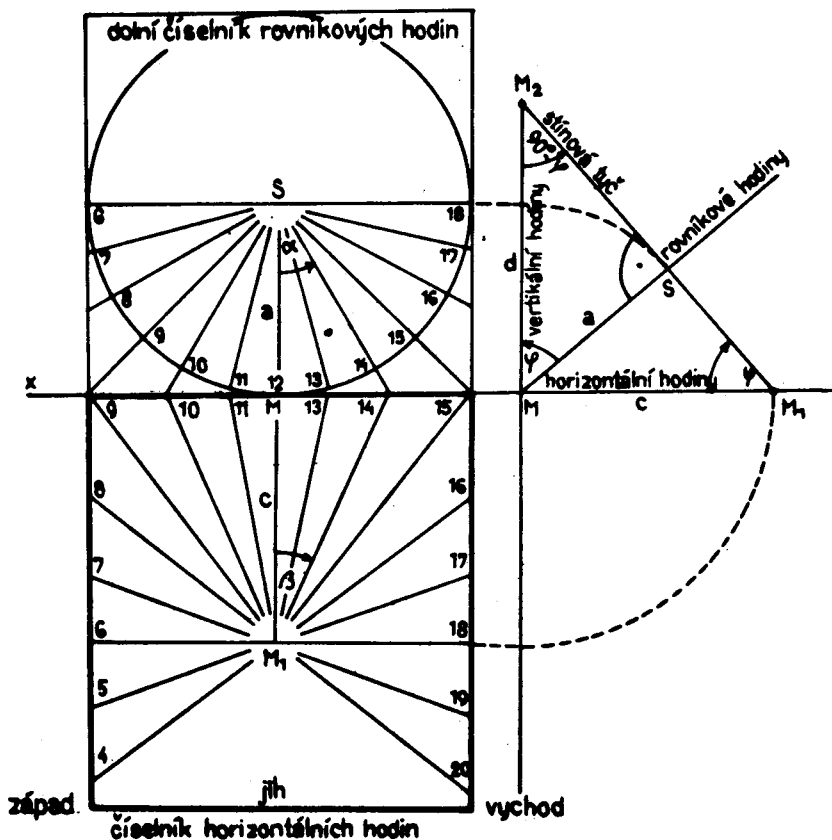
Pravé Slunce vykonává zdánlivý roční pohyb po ekliptice, a to – podle druhého Keplerova zákona – nerovnoměrně; v přísluní se pohybuje nejrychleji, v odslnu nejpomaleji.



5.1 Rovníkové sluneční hodiny

Pravý sluneční den je doba, která uplyne mezi dvěma po sobě následujícími dolními kulminacemi pravého Slunce. Vzhledem k tomu, co bylo uvedeno, bude pravý sluneční den v létě až o několik sekund kratší než v zimě. Další nepravidelnost v délce pravého slunečního dne je v tom, že čas měříme **hodinovým úhlem pravého Slunce**, tj. rovníkovou souřadnicí, kdežto Slunce se pohybuje po ekliptice. Tyto nepravidelnosti způsobují značné odchylky od času rovnoměrně plynoucího (viz 5.1.2.3). Takový způsob měření času by byl v moderní době složitý a navíc neexistují přístroje, které by vystihly nerovnoměrnost slunečního pohybu.

Místní pravý sluneční čas jsou schopny ukazovat jediné **sluneční hodiny**. Jejich základní částí je tzv. **polos**, stínová tyč rovnoběžná s osou zemské rotace, směřující tedy na severní polokouli k severnímu světovému pólu a s rovinou obzoru svírající úhel φ . Tato tyč vrhá svůj stín na **číselník** ležící ve **stínové rovině**. Ta může být rovnoběžná s rovinou rovníku (**rovníkové sluneční hodiny**) nebo je vodorovná (**horizontální sluneční hodiny**) či svislá (**vertikální sluneční hodiny**). Stín tyče postupuje během dne od západu přes sever k východu a udává na číselníku čas: zastupuje tedy vlastně malou hodinovou ručičku, pohybuje se však na rozdíl od ní poloviční rychlostí (jedna otáčka mu trvá 24 hodin).

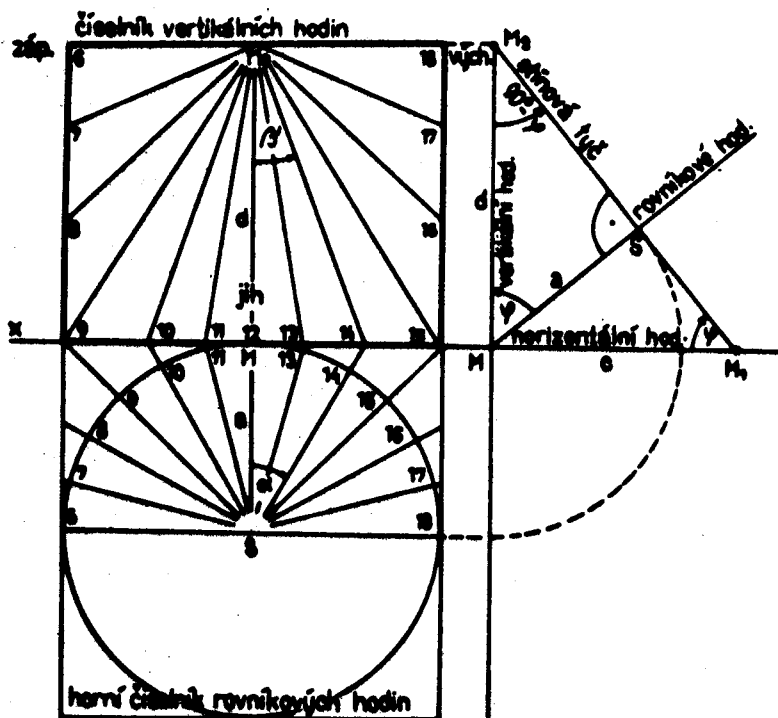


5.2 a) Konstrukce číselníku horizontálních slunečních hodin z číselníku rovníkových hodin. Důležité je určit vzdálenost c bodu M_1 od osy x . Odvodíme ji z trojúhelníku MSM_1 a průsečky prodloužených hodinových čar rovníkových hodin s osou x spojíme pak s bodem M_1 . Úhel pro $15^\circ (1^h)$ atd. lze také určit ze vztahu $\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha \sin \varphi$, kde α je příslušný úhel ve stupních.

Konstrukčně nejjednodušší jsou **rovníkové sluneční hodiny** (obr. 5.1). Jejich stínová rovina, rovnoběžná s rovinou rovníku, svírá s horizontální rovinou úhel $90^\circ - \varphi$ a jejím středem prochází stínová tyč na ni kolmá a s vodorovnou rovinou svírající úhel φ . Poněvadž Slunce se za 24 hodin zdánlivě otočí kolem světového pólu po závitě šroubovnice, který zde můžeme považovat za kružnici, o 360° , lze tento plný úhel číselníku rovníkových hodin jednoduše rozdělit po 1 hodině (tj. po 15°) na 24 stejných dílů (případně ve větších intervalech) pro konstrukci hodinových čar. Hodiny se zorientují pomocí kompasu (s ohledem na magnetickou deklinaci, viz část 9.1.2), takže polední stín tyče padá na sever, v 6 hodin na západ a v 18 hodin na východ. V letní polovině roku (od 20. 3. do 23. 9.) osvětluje Slunce horní část číselníku, v zimní polovině spodní. Ve dny rovnodenností, kdy deklinace Slunce je rovna 0° , rovníkové sluneční hodiny neukazují.

Horizontální sluneční hodiny mají číselník vodorovný, stínová tyč jej protíná pod úhlem φ . Číselník je stále dobře osvětlen, ale úhly mezi jednotlivými hodinovými čarami jsou různé, jak ukazuje obr. 5.2a.

Vertikální sluneční hodiny (obr. 5.2b) jsou nejnámější. Nejjednodušší je ten případ, kdy svislá stěna je obrácena k jihu. Stínová tyč s ní pak svírá úhel $90^\circ - \varphi$ a její rovina je na ni kolmá. Číselník bude v nejpříznivějším případě (v letním půlroce) osvětlen 12 hodin. Častější je ovšem případ, kdy je k dispozici svislá stěna obecně orientovaná, takže svislá rovina procházející stínovou tyčí k ní není kolmá. Hodinové čáry nejsou pak rozloženy vzhledem k polední čáře symetricky a konstrukce číselníku je složitější.



b) Konstrukce číselníku vertikálních slunečních hodin na stěně obrácené k jihu. Vzdálenost d bodu M_2 od osy x určíme z trojúhelníku MSM_2 , a průsečíky prodloužených hodinových čar rovníkového číselníku s osou x spojíme pak s bodem M_2 . K určení úhlu β' můžeme užít vztah $\text{tg } \beta' = \text{tg } \alpha \cos \varphi$

Chceme-li podle slunečních hodin určit **místní střední čas**, je třeba jejich údaj opravit o časovou rovnici (část 5.1.2.3). Proto je na některých slunečních hodinách kolem polední čáry vedena křivka spojující místa, kam padá stín v okamžiku středního poledne v jednotlivých dnech v roce (tzv. **analema**).

5.1.2.2 Střední sluneční čas

Vzhledem ke svému nerovnoměrnému pohybu bylo právě Slunce pro potřeby časomíry nahrazeno myšleným, tzv. **středním Sluncem**. Existuje jednak první střední Slunce, jednak druhé střední Slunce. **První střední Slunce** se pohybuje ještě po ekliptice, ale rovnoměrnou rychlostí tak, jako by se skutečný pohyb Země dál po kruhové dráze. Jeho denní posun je $0,985^\circ$ a s pravým Sluncem prochází současně průměty přísluní a odslnuní, tj. body ležícími na přímce apsid. Tím je tedy odstraněna nerovnoměrnost zdánlivého pohybu Slunce. Dále se zavádí **druhé střední Slunce**, které se rovnoměrně pohybuje po světovém rovníku a s prvním středním Sluncem se setkává v jarním a podzimním bodu. Toto druhé střední Slunce je teprve základem občanské časomíry, tzv. **středního slunečního času** T . Mezi středním slunečním časem a hodinovým úhlem druhého středního Slunce t platí vztah:

$$T = t \pm 12^{\text{h}}. \quad (5.1)$$

Jednotkou středního slunečního času je **střední sluneční den**, což je doba mezi dvěma po sobě následujícími dolními kulminacemi druhého středního Slunce. Do 31. 12. 1924 začínal střední sluneční den v astronomii horní kulminací Slunce, astronomický den tedy měl na rozdíl od občanského dne počátek v poledne. Od začátku roku 1925 zůstal způsob tohoto určování pouze u tzv. juliánských dnů, které se uvádějí i v efemeridách. Je to počítání dnů v nepřetržitém sledu od začátku tzv. juliánské periody, tj. od 1. 1. 4713 př. n. l.

Střední sluneční den má 24 hodin, které se dále dělí známým způsobem na minuty a sekundy. Základní jednotkou středního slunečního času je **sekunda**, určená jako $86\,400$ část středního slunečního dne, která pro občanskou časomíru postačuje, i když dnes je tato základní jednotka času definována dokonaleji.

5.1.2.3 Časová rovnice

Rozdíl mezi časy průchodů pravého Slunce T_v a druhého středního Slunce T meridiánem je tzv. **časová rovnice** E :

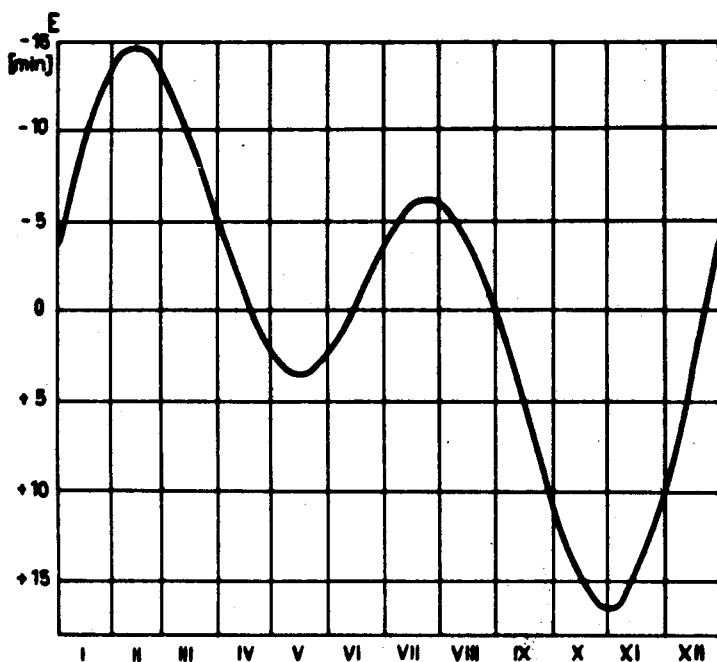
$$E = T_v - T. \quad (5.2)$$

Poněvadž pravý sluneční čas je vlastně hodinový úhel pravého Slunce t_\odot zvětšený nebo zmenšený o 12 h, můžeme psát

$$E = t_\odot \pm 12^{\text{h}} - T, \text{ čili } E = \Theta - \alpha_\odot \pm 12^{\text{h}} - T. \quad (5.3)$$

Hodnota časové rovnice, nezávislá na místě pozorování, je pro každý den uváděna ve hvězdářských ročenkách. V naší ročenke najdeme uveden okamžik pravého poledne pro 15° v. d. ve středoevropském čase (SEČ). Časovou rovnici lze také vypočítat pomocí ročenky z (5.3) položíme-li $T = 0$, neboť Θ je vztaženo k 0 h středního času a α_\odot k 0 h terestrického dynamického času (viz část 5.1.3).

Z denních hodnot časové rovnice se sestavuje její **graf pro celý rok** (obr. 5.3). Z grafu vyplývá, že časová rovnice je čtyřikrát do roka rovna nule (15.4., 13.6., 1.9., 25.12.). Největší rozdíly jsou 10.–12. 2., kdy se právě poledne opozdí za středním o 14 min 16 s, a 2.–4. 11., kdy zase právě poledne nastává 16 min 25 s před polednem středním (pro r. 1986). V prvním případě má časová rovnice hodnotu zápornou, ve druhém kladnou. Pro 11.2. bude např. platit: 12 h 00 min 00 s pravého času – 12 h 14 min 16 s středního času = –14 min 16 s. Právě poledne nastane tento den tedy 14 min 16 s po středním polední (na 15° v. d. ve 12 h 14 min 16 s SEČ). Při běžných



5.3 Časová rovnice E – průběh během roku. Záporné hodnoty udávají opoždění pravého Slunce za středním, kladné hodnoty jeho předstih

a orientačních výkladech však vycházíme ze středního času, takže se změni znaménko. Pro uvedený den vyjde $+14 \text{ min } 16 \text{ s}$, což značí, že hodnotu časové rovnice přičteme ke střednímu polední, abychom dostali okamžik pravého poledne (ve středním čase).

Následkem časové rovnice se doba od východu Slunce do poledne nerovná době od poledne do západu Slunce. Doba východu a západu se totiž počítá podle pravého Slunce, poledne je však střední. U slunečních hodin, které se řídí pravým Sluncem, je dopoledne stejně dlouhé jako odpoledne (zanedbáme-li malé změny vyplývající z denní změny deklinace Slunce).

5.1.2.4 Vztah mezi hvězdným časem a středním slunečním časem

Za jeden tropický rok se naplní 365, 2422 středních slunečních dnů, ale 366,2422 středních hvězdných dnů. Z obr. 5.4 je zřejmé, že ke dvěma po sobě následujícím kulminacím jarního bodu dojde, když se bod A otočí přibližně o 360° . Aby však došlo ke druhé následující kulminaci středního Slunce, musí bod A vykonat ještě otáčku o úhel x , rovný přibližně $1/365$ celého ročního oběhu, tedy zhruba 1° (přesněji $0,985^\circ$).

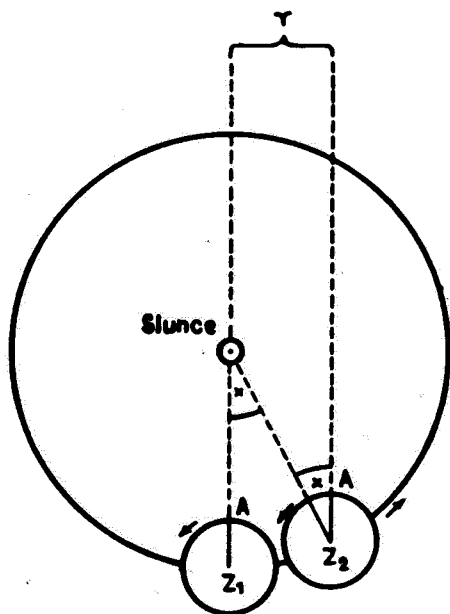
V časové míře je to méně než 4 min, totiž 3 min 56,555 42 s. Vyplývá to ze vztahu

$$\frac{366,2422 \text{ hvězd. dne}}{365,2422 \text{ stf. slun. dne}} = 1 \text{ den střední} = 1,002 \ 737 \ 91 \text{ dne hvězd.},$$

$$24 \text{ hodin středních} = 24 \text{ h } 03 \text{ min } 56, \ 555 \ 42 \text{ s času hvězdného a naopak}$$

$$\frac{365,2422 \text{ stf. slun. dne}}{366,2422 \text{ hvězd. dne}} = 1 \text{ den hvězdný} = 0,997 \ 269 \ 57 \text{ dne střed.}$$

a 24 hodin hvězdných = 23 h 56 min 04,090 54 s času středního



5.4 Rozdíl mezi středním hvězdným dnem a slunečním dnem (B. POLÁK, 1956) – vysvětlení v textu

Je tedy hvězdný den o 3 min 56,6 s kratší než střední den sluneční. Proto vidíme zapadat hvězdy denně o necelé 4 minuty dříve než den předcházející, za měsíc o 2 hodiny a za rok o 24 hodin dříve. Následkem toho se obraz noční oblohy během roku pro tentýž okamžik mění. Jednou do roka – v podzimní rovnodennosti – souhlasí hvězdný čas se středním slunečním časem.

5.1.3 EFEMERIDOVÝ A TERESTRICKÝ DYNAMICKÝ ČAS

Vzhledem k tomu, že sluneční čas není rovnoměrný, byl v astronomii zaveden od 1. 1. 1960 pro přesná měření a výpočet efemerid tzv. **efemeridový čas**. Je to rovnoměrně plynoucí čas, nezávislý na zemské rotaci a určený z délky tropického roku. Ani tropický rok však není neměnný (zkracuje se o 5,3 s za tisíc let), proto byl za základ efemeridového času zvolen tropický rok končící 31. 12. 1899 ve 12 h efemeridového času, tj. o greenwickské půlnoci občanského času. V tom okamžiku měl 31 556 925,974 74 s středního slunečního času a **efemeridová sekunda** je pak definována jako 31 556 925,974 74 část tohoto tropického roku. Určení efemeridového času lze provést tak, že se přesně změní poloha Slunce, načež sluneční efemeridy k této poloze udávají efemeridový čas. Jinak lze efemeridový čas (EČ, ET) určit z rovnice

$$EČ = SČ + \Delta T, \quad (5.4)$$

kde SČ je světový čas ΔT je oprava na nerovnoměrnost rotace Země, která je závislá na epoše a určuje se z pozorování. Na začátku 20. století mělo ΔT hodnotu asi -5 s a v r. 1985 $+55,0$ s.

Od r. 1984 se v geocentrických efemeridách těles sluneční soustavy zavádí místo efemeridového času **terestrický dynamický čas** (DČ, TDT), který je definován tak, že $TDT = \text{mezinárodní}$

atomový čas TAI¹⁾ + 32,184^s. Odchyly EČ a DČ jsou ve většině případů velmi malé. Analogicky vztahu (5.4) lze psát:

$$DČ = SČ + \Delta T. \quad (5.5)$$

5.1.4 ATOMOVÁ SEKUNDA

Podle ČSN 01 1300 je od 1. 7. 1963 zákonnou měrnou jednotkou času v soustavě SI **sekunda**, definovaná jako doba trvání 9 192 631 770 period záření, odpovídajícího přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu cesia 133. Tuto tzv. **atomovou definici sekundy** schválila Generální konference pro váhy a míry v r. 1967 a zrušila astronomickou definici efemeridové sekundy z r. 1960.

5.2 Časová pásma

Každé místo na Zemi má svůj **místní čas** (pravý a střední). Až do 19. století bylo základem občanské časoměry pravé Slunce a užívalo se **pravých místních časů**, které měřily a udávaly sluneční hodiny. Ty bývaly proto značně rozšířené nejen ve svých honosných formách, ale i jako nejjednodušší lepenkové hodiny (např. v Itálii). Teprve kolem r. 1820 byl zaváděn ve větší míře **místní střední čas**, odlišný od pravého o časovou rovnici. S rozvojem železnic se však ukázalo, že není vhodné, aby každé místo mělo svůj vlastní místní čas, a začal se zavádět tzv. **železniční čas**, což byl zpravidla čas hlavního města státu nebo jiného významného města na určité železnici. U nás a v celém Rakousku platil např. až do 1. 10. 1891 na železnicích čas pražský, v předrevolučním Rusku čas petrohradský (byl zrušen teprve 1. 7. 1919). Ale i to se ukázalo časem nepraktické, zejména v USA, kde bylo 53 různých železničních časů, a proto se tamní železniční společnosti v r. 1883 dohodly na zavedení čtyř standardních pásmových časů. Potíže však byly i v Evropě, kde se časy jednotlivých států navzájem lišily o zcela obecný zlomek dne. Byl proto přijat návrh Američana CH. F. DOWDA z r. 1870 a na základě usnesení mezinárodní konference ve Washingtonu obecně zaveden systém tzv. **pásmových časů**.

Celá Země byla rozdělena na 24 sférických dvojúhelníků – poledníkových pásem o šířce 15° – a v každém z nich zaveden **místní střední čas středního poledníku**. Jednotlivá pásma mají čas o hodinu odlišný. Základní je první pásmo, jehož osou je greenwichský poledník: 7,5° na východ a 7,5° na západ od něho platí tzv. **světový** (též **západoevropský**) čas – SČ (UTC – **Universal Time Coordinated**). UTC byl zaveden r. 1972 jako rovnoměrně plynoucí čas, upravený v pravidelných intervalech po skocích o 1 sekundu. V praxi se označuje jako GMT (Greenwich Mean Time) a řídí se jím také mezinárodní doprava, navigace, meteorologická služba apod. V sousedním východním pásmu platí místní střední čas poledníku 15° v. d., který u nás prochází např. Jindřichovým Hradcem, Pacovem a Českým Dubem. Je to tzv. **středoevropský čas** (SEČ), o hodinu větší než světový. Místní čas se v Československu liší od středoevropského v rozsahu – 11 min 40 s (obec Krásná, $\lambda = 12^{\circ}05'$ v. d.) až +30 min 16 s (obec Nová Sedlice, $\lambda = 22^{\circ}34'$ v. d.). Další pásmo (poledník 30° v. d.) se jmenuje **východoevropské** a má čas (VEČ) o 2 hodiny větší než je SČ. Názvy jednotlivých pásem se sice místně rozcházejí, v naší literatuře (J. MADAR, 1955) však byly uvedeny v tomto znění:

¹⁾ Mezinárodní atomový čas vzniká jako vážený průměr ze sedmi nejlepších atomových časových laboratoří, které mají vcelku k dispozici několik desítek céziových atomových hodin a speciálních časových atomových normálů (VANÝSEK, 1980).

západoevropské	(0 h)	čukotské	(-11 h)
středoevropské	(+ 1 h)	Beringovo ¹⁾	(-11 h)
východoevropské	(+ 2 h)	aljašské ¹⁾	(-10 h)
volžské	(+ 3 h)	kolumbijské ¹⁾	(- 9 h)
uralské	(+ 4 h)	tichomořské	(- 8 h)
západosibiřské	(+ 5 h)	horské	(- 7 h)
jenisejské	(+ 6 h)	středoamerické	(- 6 h)
irkutské	(+ 7 h)	východoamerické	(- 5 h)
amurské	(+ 8 h)	interkoloniální ¹⁾	(- 4 h)
přimořské	(+ 9 h)	brazílské ¹⁾	(- 3 h)
ochotské	(+10 h)	atlantské ¹⁾	(- 2 h)
kamčatské	(+11 h)	senegalské ¹⁾	(- 1 h)

¹⁾ Tyto názvy se v současné literatuře neobjevují.

V praxi se hranice pásem přizpůsobují hranicím státním, administrativním nebo jiným (fyzickogeografickým, ekonomickým). To umožňuje účelnější používání jednotlivých časů. Velké státy mají i několik pásmových časů (nejvíce SSSR – jedenáct). Výjimečně je rozdíl dvou sousedních pásmových časů také 30 minut. Jsou však i případy, že se některé země neřídí pásmovým časem, ale časem některého z jiných poledníků procházejících jejich územím (např. Libérie s časem -44 min, Guayana -3 h 45 min, Afghánistán +4 h 26 min). V Praze byl zaveden SEČ teprve 1. 1. 1912. Rychlý přehled o časových pásmech podávají jejich mapy, které se zařazují do většiny velkých atlasů.

5.2.1 SMLUVENÝ ČAS

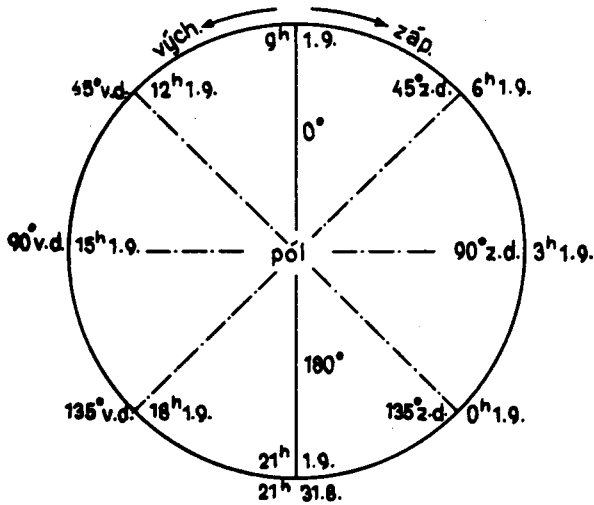
Zdá se však, že časová pásma, zejména v Evropě, jsou dnes už příliš úzká. Řada států totiž zavádí – ať dočasně nebo trvale – **smluvený čas**, jímž je obvykle čas sousedního východního pásma. Pokud se tyto časy zavádějí pro letní období, aby se lépe využilo v ranních hodinách světlého dne, mluvíme o **letním času**, který je užíván znovu i u nás. Takové opatření totiž umožňuje účelnější hospodaření elektrickou energií tím, že elektrárny jsou odběrem rovnoměrněji zatíženy během dne, a dává pracujícím více možností k využití volného času. Smluvené časy bývají někdy zaváděny natrvalo. Tak např. v SSSR byl stanoven letní čas ve všech časových pásmech dekretem rady lidových komisařů 16. 7. 1930 a 9. 2. 1931 byla platnost tohoto dekretu prodloužena do odvolání. Proto se mluví o **dekretovém čase**. V evropské části SSSR platí tzv. **moskevský čas**, který je proti světovému času posunut o 3 hodiny, zatímco pásmový východoevropský čas se od světového liší pouze o 2 hodiny. Okamžitou informaci o tom, které evropské země užívají letní čas, podává např. i jízdní řád ČSD.

5.2.2 DATOVÁ MEZ

Postupujeme-li na glóbu od greenwichského poledníku např. 1. 9. v 9 hodin směrem na východ, roste čas v každém časovém pásmu o 1 hodinu a na 180° v. d. je v tentýž okamžik 1. 9. 21 hodin (obr. 5.5a). Půjdeme-li od greenwichského poledníku směrem západním, času ubývá. Na 135° z. d. bude 0 h a na 180° z. d. je v tutéž chvíli 21 h, ale 31. 8. Tato nesrovnalost se odstraňuje tak, že byla stanovena hranice, kde se mění datum, tzv. **datová mez**. Ta sleduje přibližně 180. poledník a je tedy místem, kde „vzniká“ den. Na východ od čáry pro změnu data je datum o den nižší (např. nedělní) než na západ od ní (pondělní).

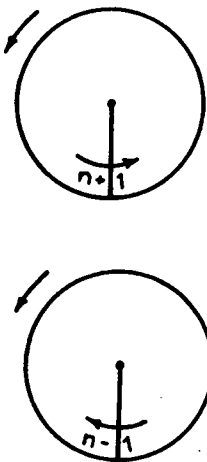
Obějdeme nyní v představě Zemi. Postupujeme-li ve směru otáčení Země (z východní polokoule na západní), máme dny kratší než 24 hodin; vykonáme se Zemí n otáček a ještě jednu otáčku vlastní, celkem tedy n + 1 otáček. Jdeme-li opačným směrem (ze západní polokoule na

a)

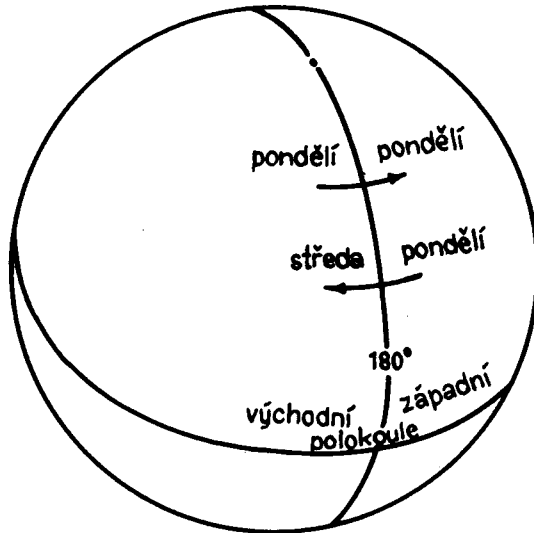
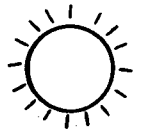


5.5 Datová mez:
a) průběh času na Zemi,

b)



východ Slunce



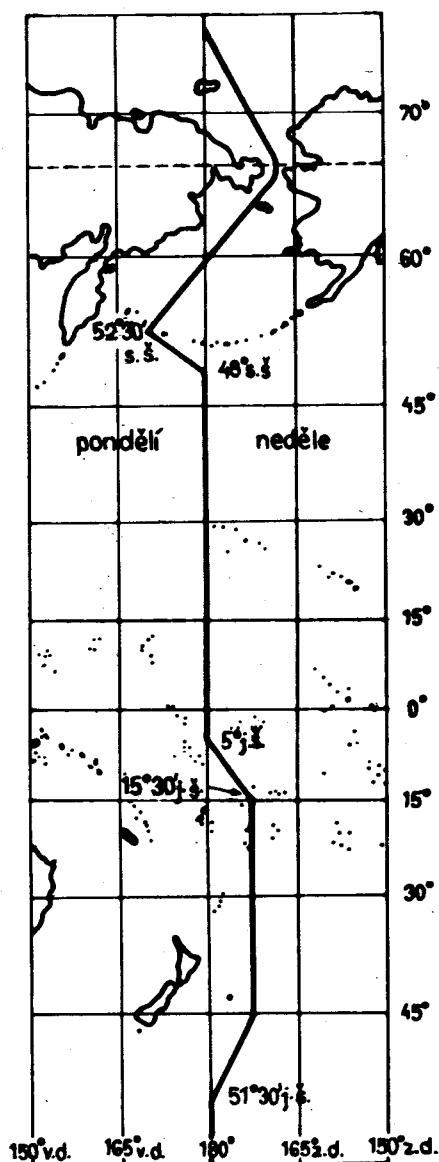
b) změna data na 180. poledníku,

východní), jsou naše dny delší a vykonáme tak $n - 1$ otáček. Při přechodu datové meze ve směru z východní polokoule na západní (od Asie k Americe) je proto třeba k vyrovnání této difference psát dva dny stejné datum, při cestě opačným směrem (od Ameriky k Asii) je nutné při datování jeden den překočit – po pondělí tedy následuje hned středa (obr. 5.5b). V praxi se tato změna provádí o nejbližší pólnoci, která následuje po přechodu datové meze, a samozřejmě bez ohledu na to, byla-li vykonána úplná cesta kolem Země nebo ne.

O nutnosti změny data, vyplývající z otáčení Země, a o problému tzv. ztraceného dne měl povědomí už řecký filozof HÉRAKLEITOS (asi 540–475 př. n. l.). Potom však tento poznatek byl zapomenut, takže Magalhãesova výprava, která v letech 1519–1522 jako první obeplula Zemi (MAGALHÃES sám během cesty zahynul) a přestupovala 180. poledník ze západní polokoule na východní, aniž změnila datum, doplula na Kapverdy se středou 9. 7., ale zde už počítali čtvrtek 10. 7. Již tehdy však tento jev správně vysvětlil G. CONTARINI, benátský vyslanec u španělského krále. Naopak zase když ruští kozáci, pronikající na východ, přešli v 18. století přes Beringův průliv z východní polokoule na západní a obsadili Aljašku, setkali se zde s anglickými vystěhovalci, kteří slavili neděli o den později než oni.

Aby ze změny data neplynuly obtíže, nesleduje datová mez 180. poledník přesně, ale má místní odchylky tam, kde tento poledník protíná pevnou zemi: východní polokouli ponechává Wrangelův ostrov, Čukotku, Fidži, Tongu, Kermadekovy a Chathamské ostrovy, k západní polokouli přičleňuje Aleuty. Průběh datové hranice je zřetelně vyznačován na mapách i glóbusch (obr. 5.5c).

c)



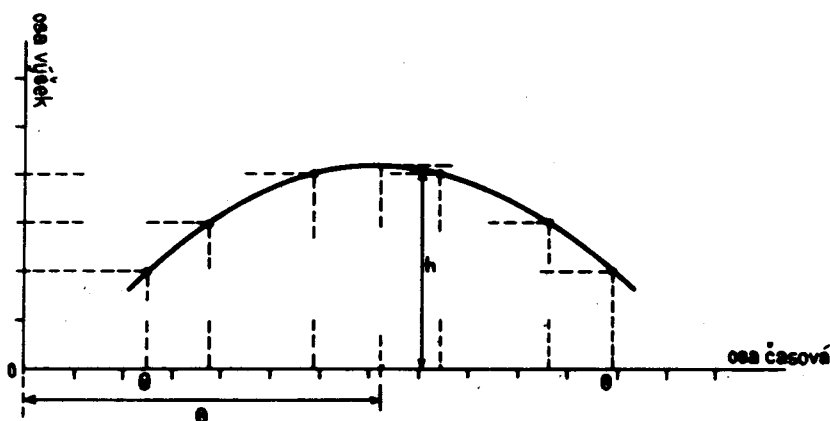
c) průběh datové hranice

5.3.1 STANOVENÍ ZEMĚPISNÉ DÉLKY Z ROZDÍLU MÍSTNÍCH ČASŮ

Každému místu na Zemi přísluší určitá zeměpisná délka, která je dána úhlovou vzdáleností λ mezi rovinou nultého (greenwichského) poledníku a rovinou místního poledníku příslušného k danému místu pozorování. Protože se zeměkoule otáčí kolem své osy, a to v prvním přiblížení pravidelně, lze tento úhel λ převést na rozdíl místních časů, ať už hvězdných nebo slunečních. Platí tedy, že **zeměpisné délky dvou míst na Zemi se liší o tolik, o kolik se liší jejich místní časy**. Pro převod úhlové míry na časovou a naopak platí: $1 \text{ h} = 15^\circ$, $1 \text{ min} = 15'$, $1 \text{ s} = 15''$, $1^\circ = 4 \text{ min}$, $1' = 4 \text{ s}$, $1'' = 0,07 \text{ s}$.

5.3.2 STANOVENÍ ZEMĚPISNÝCH SOUŘADNIC METODOU ODPOVÍDAJÍCÍCH VÝŠEK

Pro orientační stanovení zeměpisných souřadnic místa pozorování lze s výhodou využít **metodu odpovídajících (korespondujících) výšek** (obr. 5.6). Užíváme ji pro jednoduchost měření, které lze provádět teodolitem, sextantem nebo podobným měřicím přístrojem.



5.6 Metoda odpovídajících výšek (měření na hvězdu)

Určíme čas a výšku hvězdy (Slunce) v okamžiku kulminace. Protože však vlastní měření výšky a času při kulminaci není jednoduché, postupujeme tak, že měříme několik časů pro zvolené (nastavené) výšky objektu před kulminací a pro stejné, odpovídající (korespondující) výšky měříme čas i po kulminaci téhož objektu. Ke každé výšce máme tedy změřený čas před kulminací a po ní. Z průměrů těchto časů dostaneme čas kulminace objektu (nepřímou) a z toho času lze určit zeměpisnou délku (viz část 5.3.1).

Při pozorování hvězd je výhodné tyto časy udávat ve hvězdném čase. Potom pro zeměpisnou délku platí vztah

$$\lambda = \Theta - \Theta_0 \quad (5.6)$$

kde Θ je místní hvězdný čas v okamžiku kulminace hvězdy a Θ_0 je hvězdný čas základního srovnávacího poledníku v témže okamžiku.

Pro pozorování Slunce platí, že zeměpisná délka pozorovacího místa

$$\lambda = T_m - T_0 + E, \quad (5.7)$$

kde T_m je okamžik kulminace Slunce (pravé poledne), T_o je střední čas na základním poledníku a E je časová rovnice. Pro stanovení zeměpisné šířky je nutné určit výšku objektu (hvězdy, Slunce) nad obzorem v okamžiku kulminace. Tuto výšku určíme nepřímou z vrcholu křivky proložené naměřenými hodnotami výšek v odpovídajících časech. Zeměpisnou šířku φ určíme pak podle (4.48), (4.49) a (4.54).

Naměřenou výšku je třeba zejména při poloze vesmírných těles v blízkosti obzoru opravit o refrakci. Měří-li se na Slunce, je nutné pamatovat, že to se nepohybuje po obloze po kruhových obloucích rovnoběžných s rovníkem jako hvězdy, ale po křivkách blízkých závitům šroubovnice. Jejich odlišnost od kružnic je závislá na hodnotě denní změny deklinace Slunce. Proto nedochází ke sluneční kulminaci vždy v poledníku, ale většinou mimo něj, a intervaly mezi průchodem Slunce poledníkem a jeho kulminací se různí. Nejmenší rozdíly jsou v době slunovratů, kdy se deklinace Slunce mění jen zvolna a kdy se tedy pohybuje téměř jako hvězda, největší jsou v době rovnodenností (B. POLÁK, 1956).

5.4 Kalendář

Kalendář je souhrn pravidel pro počítání dnů v roce. Je to číselně vyjádřená soustava dlouhodobých časových intervalů, založená na pozorování periodicky se opakujících přírodních jevů, zejména pohybů nebeských těles. Kalendáře vznikaly v počátcích velkých civilizací, zejména těch, které měly zemědělství závislé na každoročních záplavách velkých řek. Dnešní název je odvozen z latinského slova kalendae, což byl první den v měsíci v římském kalendáři, a to zase navazuje na sloveso calare (volat), poněvadž kněz na počátku měsíce původně svolával lid, aby vyhlásil nový měsíc a obeznámil s počtem dní do tzv. nón (původně den 1. čtvrtě Měsíce). V přeneseném smyslu slova to byla kniha dlužníků (calendarium), kteří ve starém Římě platili úroky z dluhů vždy první den v měsíci.

Základními jednotkami kalendářů jsou sluneční den, tropický rok a synodický měsíc (viz 6.3.2). Tyto jednotky však nejsou mezi sebou souměřitelné ani nejsou celistvými násobky dne, proto bylo snahou tvůrců kalendářů tyto různorodé míry času nějak sladit. Vznikaly tak kalendáře lunární, solární a lunisolární.

Nejstarší kalendáře byly **lunární**. Byly založeny na střídání dobře viditelných fází Měsíce během synodického měsíce. **Kalendář solární** je založen na zdánlivém oběhu Slunce kolem Země. Na kombinaci obou uvedených kalendářů je založen **kalendář lunisolární**, který je nejčastější.

5.4.1 EGYPTSKÝ KALENDÁŘ

Jistě jeden z prvních slunečních kalendářů vznikl nejpozději ve 4. tisíciletí př. n. l. v Egyptě. V něm je možné vidět i počátek našeho kalendáře. Rok **egyptského kalendáře** začínal, když hvězda Sirius (egyptsky Sopdet) měla předjitřní (heliakický) východ, tj. v ranním svítání před východem Slunce. K tomu docházelo v období letního slunovratu a v té době začínaly záplavy Nilu, egyptské životodárné řeky („Sopdet veliká se třpytí na nebi a Nil vychází ze svých břehů“). Ekonomický zájem vedl starověké Egyptany k počítání dnů od jedné záplavy ke druhé, od jednoho předjitřního východu Siria k dalšímu a tím k vytvoření kalendáře. **Staroegyptský rok** měl tři období – záplavu, setí a žně. Každé z těchto období tvořily čtyři měsíce po 30 dnech ve třech dekádách. Rok měl tedy 12 měsíců a trval 360 dnů. Na konec roku se vkládalo 5 dnů, tzv. **malý rok**. Kanóbským dekretem krále PTOLEMAIA III. ENERGÉTA ze 7. března 238 př. n. l. měl být každý čtvrtý „malý“ rok rozšířen ještě o jeden den, byl tedy zaveden přestupný rok. K realizaci tohoto kalendáře však nedošlo, ale tento princip převzali r. 46 př. n. l. Římané.

Po egyptském kalendáři následoval ve 3. tisíciletí př. n. l. kalendář starobabylónský a ve 2. tisíciletí čínský.

5.4.2 ŘÍMSKÝ KALENDÁŘ

Doba vzniku **starořímského kalendáře** není známa. Asi v polovině 8. století př. n. l. existoval kalendář, jehož rok, zvaný **Rómuhv**, začínal březnem a měl 10 měsíců o celkovém počtu 304 dny. Měsíce byly zprvu označovány pouze pořadovými čísly, teprve koncem 8. století př. n. l. dostaly některé z nich jména. V 7. století př. n. l. prodloužil král NUMA POMPELIUS rok o dva měsíce (Januarius a Februarius). Názvy měsíců v průběhu roku pak zněly Martius, Aprilis, Maius, Iunius, Quintilis, Sextilis, September, October, November, December, Januarius, Februarius. Numův rok byl lunární. Měl 355 dnů (podle měsíčních fází měl mít $12 \times 29,5$ dne, tedy 354 dnů): březen, květen, červenec a říjen měly po 31 dnech, únor jako poslední 28 dnů, ostatních sedm měsíců po 29 dnech. Čtyři roky tvořily cyklus, v němž byla diference s tropickým rokem vyrovnávána tak, že se vkládaly dva měsíce (s názvem Mercedonius): ve druhém roce mezi 23. a 24. únorem měsíc o 23 dnech, ve čtvrtém roce měsíc o 22 dnech, takže čtyřleté období mělo $355 + 378 + 355 + 377 = 1465$ dnů a průměrná délka roku byla 366,25 dne. Tak stále vzrůstal rozdíl mezi tropickým rokem a rokem podle římského kalendáře, který vedli (a libovolně upravovali) pontifikové (pontifex byla nejvyšší kněžská hodnost ve starověkém Římě). Tím vznikl chaos, který nutně vyžadoval radikální zásah.

5.4.3 JULIÁNSKÝ KALENDÁŘ

Podnět ke kalendářní opravě dal r. 46 př. n. l. římský imperátor, vojevůdce a současně nejvyšší pontifik (pontifex maximus) GAIUS JULIUS CAESAR (100–44 př. n. l.). Při svém pobytu v Egyptě se patrně seznámil s tamním kalendářem a pověřil proto alexandrijského astronoma Sósigena úkolem vypracovat nový kalendář pro Římany. SÓSIGENÉS v podstatě převzal poslední verzi kalendáře egyptského: jeho **solární rok má 12 měsíců, tři obyčejné roky o 365 dnech a čtvrtý rok přestupný o 366 dnech**. Začátek roku byl posunut na 1. ledna. Měsíce měly po 31 (liché) a 30 (sudé) dnech, někdejší poslední – únor – měl pouze 29 dnů a v přestupném roce 30 dnů (v tom případě se dvakrát opakoval 24. únor). Celková průměrná délka roku byla 365,25 dne, ve srovnání s tropickým rokem byl tedy rok římského kalendáře (nazvaný pak podle Julia Caesara **juliánský**) o 0,0078 dne (11 min 14 s) delší.

Kalendář vstoupil v platnost 1.1.45 př. n. l. (toho dne byl první nov po zimním slunovratu) a přechod na něj byl proveden Caesarovým ediktem tak, že rok 708 od založení Říma podle římského počtu byl prodloužen o 67 dnů, takže trval od 13. 10. 47 do 31. 12. 46 př. n. l. a měl délku 445 dnů; vysloužil si proto název annus confusionis ultimus (poslední rok zmatku). Roku 43 př. n. l. byl k počtě Caesarově přejmenován měsíc Quintilis, v němž se Gaius Iulius narodil, na Iulius. Ostatní jména měsíců se neměnily.

O kalendář mělo pečovat kolegium pontificia, ale zřejmě z nepochopení podstaty reformy se stalo, že přestupný rok byl do kalendáře vsunován již každý třetí rok, a tím nastaly opět zmatky. Chyba byla objevena teprve r. 8 př. n. l. za vlády císaře AUGUSTA a napravena na Augustův příkaz tak, že se až do r. 8 n. l. přestupné roky nezařazovaly. Římský senát pak rozhodl, aby za tuto zásluhu byl po Augustovi také pojmenován jeden měsíc, a to Sextilis, v němž tento Caesarův nástupce dosáhl velkých vojenských vítězství. Poněvadž se však pokládalo za nesprávné, aby Augustův měsíc měl méně dnů (30) než měsíc Juliův (31) a Římané navíc považovali sudá čísla za nešťastná, byl odňat jeden den v únoru a přidán srpnu. Tím však došlo k nahromadění tří 31 denních měsíců (Iulius, Augustus, September). To bylo odstraněno posunem o jeden měsíc, počínají zářím, které má od té doby pouze 30 dnů; říjen pak dostal 31, listopad 30 a prosinec 31 dnů. Tak byl juliánský kalendář dotvořen. V r. 325 jej schválila a přijala usnesením prvního ekumenického koncilu v Nikai křesťanská církev (jarní rovnodennost tehdy připadla na 21. 3.) a kalendář se v této podobě stal **obecným evropským kalendářem** až do konce 16. století, v některých zemích dokonce patil až do prvních desetiletí 20. století.

Dny v týdnu byly pojmenovány v soulase se starou tradicí podle sedmi hlavních nebeských těles – Slunce (dies Solis, neděle), Měsíce (dies Lunae, pondělí), Marsu (dies Martis, úterý), Merkura (dies Mercurii, středa), Jupitera (dies Iovis, čtvrtek), Venuše (dies Veneris, pátek) a Saturna (dies Saturni, sobota).

5.4.4 GREGORIÁNSKÝ KALENDÁŘ

Následkem své nepřesnosti se však i juliánský kalendář začal rozcházet s kratším tropickým rokem a za 128 let se proti němu opozdil o jeden den. Skutečná rovnodennost tak připadala na stále dřívější data. Poněvadž v římské církvi, jako ostatně ve všech náboženstvích, sloužil kalendář především k určování církevních slavností (svátků), nemohla být tato nesrovnalost lhostejná církevní hierarchii. Pro církevní kalendář je totiž mj. velmi důležité stanovit **velikonoční neděle**: má to být – zhruba řečeno – první neděle po prvním jarním úplňku tzv. cyklického (tj. církevního) Měsíce, přičemž rozhodující je jeruzalémský poledník; tato neděle musí připadnout mezi 22. 3. a 25. 4. Poněvadž rovnodennost nastávala stále dříve než 21. 3., velikonoce se posouvaly do stále pozdější doby.

Na chybu juliánského kalendáře se přišlo začátkem 14. století a problémem kalendáře se začaly zabývat i koncily. Tridentýský koncil uložil dokonce opravu kalendáře papeži. K realizaci tohoto úkolu přistoupil papež Řehoř XIII., když už rozdíl dosáhl 10 dnů. V r. 1576 byl uveřejněn návrh kalendářní reformy, který vypracoval italský matematik a lékař LULIUS (GIGLIO) ve spolupráci se svým bratrem. Návrh byl v r. 1582 schválen a pro nový kalendář se pak vžil název **gregoriánský**.

Gregoriánský kalendář ponechal tři obyčejné roky v délce 365 dnů a čtvrtý rok (dělitelný 4) byl přestupný, tj. s 366 dny. Aby se však kalendář nepředěšel za 4 století o 3 dny jako dosud, bylo stanoveno, že tzv. **stoleté roky budou přestupné jen v případě, že jsou beze zbytku dělitelné 400**. Rok 1600 tedy přestupný byl, roky 1700, 1800 a 1900 nikoli, rok 2000 přestupný bude atd. Průměrná délka gregoriánského roku je tak 365,2425 dne (365 d 5 h 49 min 12 s), je tedy tento rok pouze o 0,0003 dne (26 s) delší než rok tropický (opravená chyba tří dnů se totiž ve starém kalendáři nahromadila za 384 let, nikoliv za 400 let). Rozdíl jednoho dne nyní vznikne až za 3280 roků, takže rok 4840 nebude přestupný.

Zavedení gregoriánského kalendáře se uskutečnilo papežskou bulou „Inter gravissimas“ ze dne 24. 2. 1582 a nashromážděný rozdíl 10 dnů byl překonán tím, že po čtvrtku 4. 10. následoval hned pátek 15. 10. 1582 (pořadí dnů v týdnu nebylo narušeno). Jarní rovnodennost tak nastala opět 21. 3. Poněvadž však reformu zavedla římská církev, nebyla přijata všude ihned. Pravoslavná církev gregoriánskou reformu nepřijala vůbec.¹⁾ U nás byla reforma oficiálně zavedena v Čechách 6./17. 1. 1584, na Moravě 3./14. 10. 1584, ve Slezsku 12./23. 1. 1584, na Slovensku tak jako v Uhrách 21. 10./1. 11. 1587. Dnes je gregoriánský kalendář běžně užíván v mezinárodním styku v celém světě, i když v některých zemích (zejména v Asii), existují dosud **místní kalendáře**. Je jednoduchý, pochopitelný a poměrně přesný.

Skutečnost, že kalendáře byly především záležitostí církevní, se projevila i ve **stanovení počátku éry (letopočtu)**, počítané obvykle od nějaké „významné události“. Takovou událostí bylo např. založení Říma, převážně však „stvoření světa“, kdy nejstarší ze známých ér je kladena do r. 6984 př. n. l. a nejmladší do r. 3483 př. n. l. (F. S. ZAVELSKIJ, 1977). Porovnáme-li tyto časové údaje s prokázanou dobou existence Země a různých jevů a procesů na ní, je nevědeckost „stvoření světa“ zcela zřejmá. V současné době je nejrozšířenější tzv. **křesťanská éra**, jejíž počátek byl stanoven k „datu narození Krista“ na základě výpočtů římského kněze DIONÝSIA EXIGUA v r. 241 tzv. Diokleciánovy éry. Následující rok pak byl označen jako 525. rok od „narození Krista“. Podle pozdějších interpretací byl ovšem jeho výpočet chybný a tak **dnešní počátek letopočtu je stanoven vlastně náhodně**. Přesto se však toto počítání roků rozšířilo s křesťanstvím do mnoha zemí světa a je dnes nejužívanější érou.

¹⁾ Sovětské Rusko uskutečnilo přechod na nový kalendář r. 1918 (po 31. 1. následoval 14. 2.).