

## PRIESTUPNÉ ROKY

V tejto téme je vysvetlený rozdiel medzi juliánskym a gregoriánskym kalendárom na základe doby obehu Zeme okolo Slnka vrátane prechodu z juliánskeho na gregoriánsky kalendár, ktorý sa v Uhorsku uskutočnil v r. 1587.

Úloha 3 je trochu komplikovanejšou obdobou úlohy 2, preto odporúčame, aby ju po diskusii o riešení úlohy 2 riešili žiaci samostatne.

V úlohách tejto témy kvôli jednoduchosti predpokladáme, že doba obehu Zeme okolo Slnka je konštantná. V skutočnosti sa táto doba mení, pritom časť vplyvov pôsobiacich na túto zmenu je náhodná, vplyv iných faktorov sa dá vypočítať. Preto nie je možné spätne úplne presne určiť, kedy Zem prechádzala jarným bodom v rokoch 325 a 1587 (tomuto časovému intervalu sa venujú úlohy 4 – 6). Súčasne si treba uvedomiť obmedzenú presnosť astronomických meraní v minulosti. To je dôvod, prečo napr. v úlohe 5 uvádzame v odpovediach slovo „asi“.

Téma Prístupné roky súvisí s témou Kalendár.

### 1. 365 dní a približne 6 hodín

Deň má 24 hodín, preto  $0,2422$  dňa je  $24 \cdot 0,2422 = 5,8128 \approx 6$  hodín. Ak to učiteľ uzná za vhodné, môže nechať žiakov dobu obehu určiť aj s väčšou presnosťou:

- a) na minúty je to 365 dní 5 hodín a približne 49 minút:

Hodina má 60 minút, preto  $0,8128$  hodiny je

$$0,8128 \cdot 60 = 48,768 \approx 49 \text{ minút.}$$

Iná možnosť: Deň má  $24 \cdot 60 = 1440$  minút, preto  $0,2422$  dňa je

$$1440 \cdot 0,2422 = 348,768 \approx 349 \text{ minút.}$$

Po delení výsledku číslom 60 máme

$$349 : 60 = 5, \text{ zvyšok } 49,$$

preto  $0,2422$  dňa je 5 hodín a približne 49 minút.

- b) na sekundy je to 365 dní 5 hodín 48 minút a približne 46 sekúnd.

### 2. a) Vyznačené miesto by malo ležať medzi zimným slnovratom a jarným bodom, bližšie k jarnému bodu.

- b) V roku 2100 by jar začínala **17. apríla**.

Medzi 21. marcom 2000 a 21. marcom 2100 by bolo 100 kalendárnych rokov po 365 dní, to je celkom

$$100 \cdot 365 = 36\,500 \text{ dní.}$$

Na 100 obehov okolo Slnka potrebuje Zem

$$100 \cdot 365,2422 = 36\,524,2 \approx 36\,524 \text{ dní.}$$

Teda na to, aby sa dostala do jarného bodu, potrebuje ešte približne 24 dní. Dostane sa tam asi 24 dní po 21. marci 2100, to je 17. apríla 2100.

Každé ročné obdobie trvá približne 90 dní, preto medzi zimným slnovratom a jarným bodom je približne 90 dní. 24 dní je menej ako polovica z 90, preto 21. marca 2100 by mala byť Zem bližšie k jarnému bodu než k bodu zimného slnovratu.

Za podstatné pokladáme objavenie faktu, že jar by začala asi 24 dní po 21. marci 2100. Je možné, že žiaci sa dopustia chýb pri výpočte dátumu 24 dní po 21. marci, tie pokladáme v porovnaní s objavením uvedeného faktu za nepodstatné.

### 3. a) Vyznačené miesto by malo ležať medzi jarným bodom a letným slnovratom, bližšie k letnému slnovratu.

- b) V roku 2100 by jar začínala **4. januára**.



Za 100 rokov by uplynulo  $100 \cdot 366 = 36\,600$  dní, na 100 obehov treba  $36\,524,22 \approx 36\,524$  dní. Rozdiel je  $36\,600 - 36\,524 = 76$ , preto 21. marca 2100 by uplynulo asi 76 dní od prechodu Zeme jarným bodom. 76 dní pred 21. marcom je 4. január.

Ak to žiakov zaujme, môžu skúsiť vyriešiť aj komplikovanejšiu úlohu: kedy by za uvedených predpokladov začínala jar napr. v roku 2110 (vtedy sa odčítaním 83 dní od 21. marca 2110 dostaneme do decembra roku 2109, preto začiatok jari v roku 2110 nastane až po ďalšom obehu Zeme okolo Slnka).

#### 4. 315

Treba zistiť, koľko násobkov čísla 4 leží medzi 325 a 1587. Keďže

$$325 : 4 = 81, \text{ zvyšok } 1, \quad 1587 : 4 = 396, \text{ zvyšok } 3,$$

sú to všetky násobky od 82-násobku (to je číslo 328) po 396.násobok (číslo 1584). Tých je  $396 - 81 = 315$ .

Iný spôsob výpočtu:  $(1587 - 325) : 4 = 315,5$ , preto medzi rokmi 325 a 1587 je 315 celých 4-ročných úsekov, v každom je jeden priestupný rok.

#### 5. asi 10 dní pred 21. marcom

Medzi 21. marcom 325 a 21. marcom 1587 uplynulo 1 262 rokov, z nich 315 bolo priestupných, zvyšných  $1262 - 315 = 947$  nepriestupných. Celkom je to

$$947 \cdot 365 + 315 \cdot 366 = 460\,945 \text{ dní.} \quad (*)$$

Na 1 262 obehov potrebuje Zem  $1262 \cdot 365,2422 = 460\,935,6564$  dní. To je asi o 10 dní menej ako je výsledok (\*), preto 21. marca 1587 bolo asi 10 dní po prechode Zeme jarným bodom.

#### 6. 1. november 1587

Správne malo byť o 10 dní neskôr, to je 1.11.1587.

#### 7. 306

Juliánsky a gregoriánsky kalendár sa odlišujú len v priestupnosti rokov, ktoré sú násobkami 100. Medzi rokmi 325 a 1587 je 12 takých rokov (400, 500, ... 1500), z nich 3 sú násobkami 400 (400, 800, 1200). V gregoriánskom kalendári sú z uvedených 12 rokov priestupné len tieto 3, teda medzi rokmi 325 a 1587 má gregoriánsky kalendár o  $12 - 3 = 9$  priestupných rokov menej, to je  $315 - 9 = 306$  priestupných rokov.

#### 8. Zmení sa v roku 2100, v tomto roku sa zväčší na 14 dní.

Zmení sa v roku, ktorý je násobok 100, ale nie je násobok 400. V tomto roku má juliánsky kalendár o 1 deň viac, preto sa jeho omeškávanie za gregoriánskym zväčší o 1 deň. Prvý takýto rok po roku 2008 je rok 2100.

#### 9. V gregoriánskom kalendári na každých 400 rokov pripadá 97 priestupných rokov. Preto priemerná dĺžka roka v juliánskom kalendári je 365,25 dňa, priemerná dĺžka roka v gregoriánskom kalendári je 365,2425 dňa.

V juliánskom kalendári na 4 roky pripadá 1 deň navyš, to je priemerne  $\frac{1}{4} = 0,25$  dňa na 1 rok. Preto priemerná dĺžka roka je 365,25 dňa. V gregoriánskom kalendári na 400 rokov pripadá 97 dní navyš, to je priemerne  $\frac{97}{400} = 0,2425$  dňa na 1 rok. Preto priemerná dĺžka roka je 365,2425 dňa.

#### 10. Vo väčšom súlade je gregoriánsky kalendár, pretože priemerná dĺžka jeho roka sa menej odlišuje od doby obehu Zeme okolo Slnka (asi o 0,0003 dňa, to je približne 26 sekúnd) ako v priemerná dĺžka roka v juliánskom kalendári (asi o 0,0078 dňa, to je približne 11 minút).