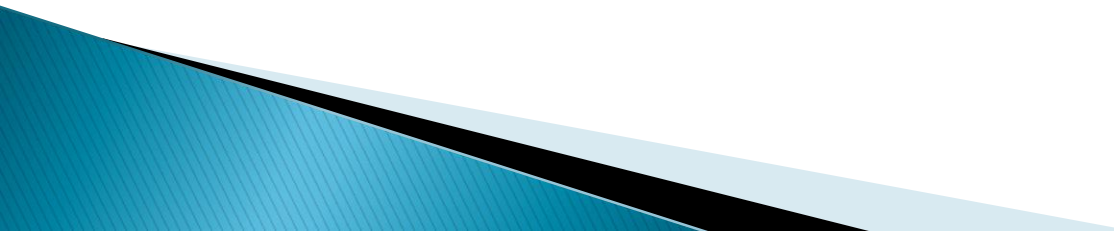


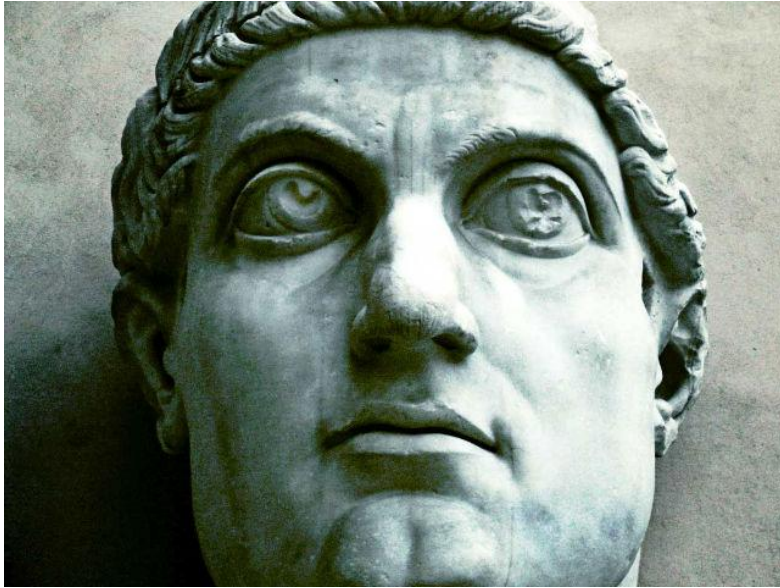
Matematička geografija sa osnovama astronomije

Vežbe 1.

Kalendar

- ▶ Osnovni elemenat u računanju vremena u svim kalendarima jeste dan. U naše vreme je uobičajeno da se danom smatra vreme proteklo između dve ponoći ali tako nije bilo i u dalekoj prošlosti. Astronomi su, na primer, od II veka pa sve do 1925. godine računali jedan dan kao vreme proteklo od podneva jednog dana pa do podneva sledećeg dana.
- 

Konstantin Veliki i Milanski edikt



- ▶ Konstantin I Veliki. On je tzv. Milanskim ediktom proglasio slobodu ispovedanja Hristove vere u čitavom rimskom carstvu, a pred sam kraj svog života i sam je primio hrišćanstvo.
- ▶ Sazvao i Prvi vaseljenski (ekumenski) Sabor u Nikeji 325. godine, na kojem su donete veoma važne odluke koje se tiču i današnjeg kalendara, a posebno odluke koje se tiču utvrđivanja tačnog datuma slavljenja Uskrsa

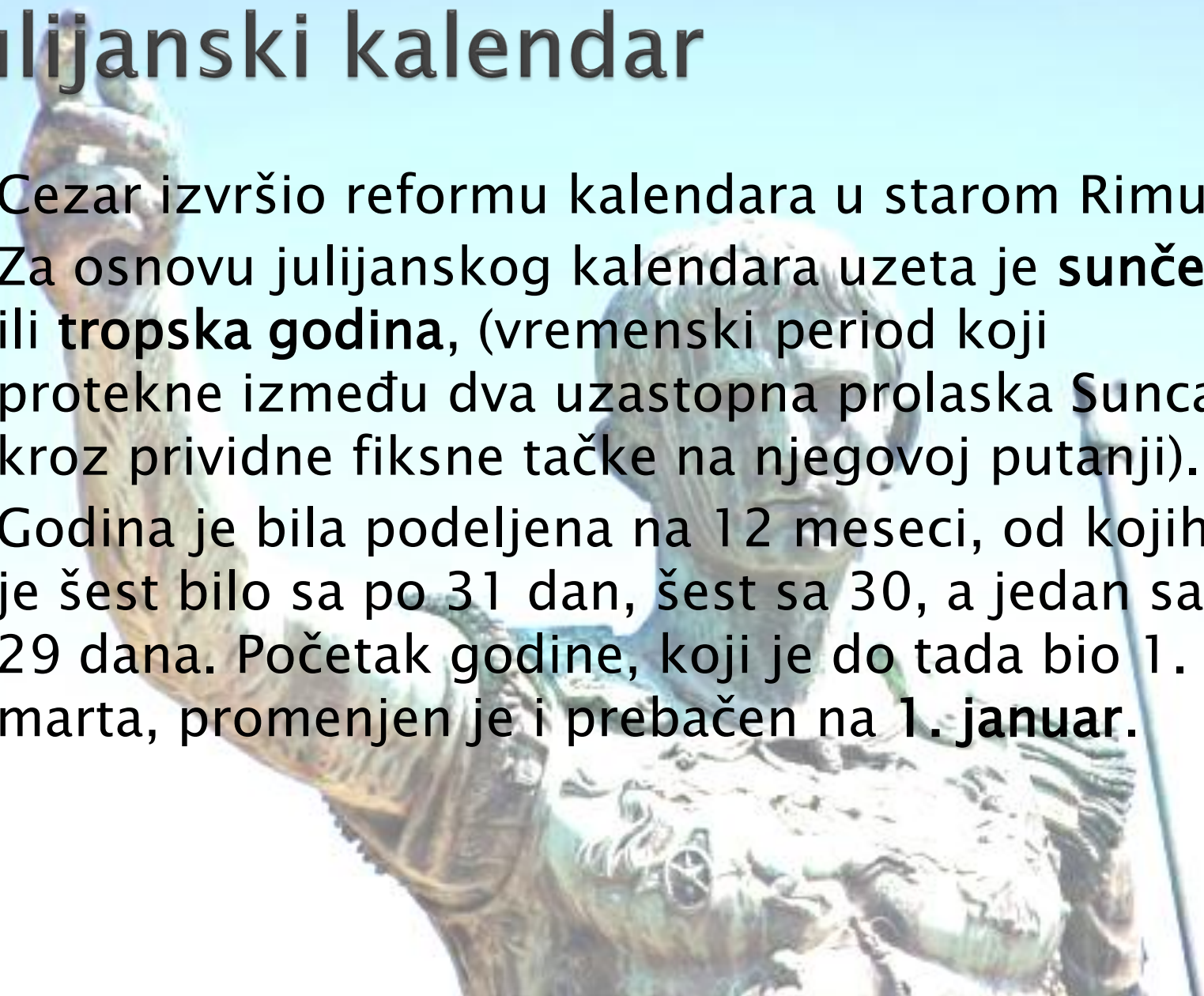


- ▶ Godine 532. papin savetnik Bonifacius zatražio od kaluđera **Dionizija Malog** (*Dionysiusa Exiguusa*) da sprovede u delo odluke donete na Saboru u Nikeji 325. godine.
- ▶ Dionisije Mali je uveo računanje godina od Hristova rođenja.
- ▶ Kako je Dionizije došao do podatka da je Hristos rođen baš 25. decembra 753. godine od snivanja Rima (*Ad urbe condita* – odatle i skraćenica **AUC**) nije poznato.
- ▶ Ipak, od 1. januara 754 AUC zvanično je otpočela nova era (n.e.) i računanje godina od Hristova rođenja. Zato je Dionizije Mali i nazvan tvorcem hrišćanske ere. Godina 754 AUC jeste prva godina AD (*Anno Domini*), tj. 1. godina n.e.

- ▶ Termin "pre nove ere" ili "pre Hrista" odnosi se na sistem brojanja negativnih godina, dok se termin "nove ere" odnosi na sistem brojanja pozitivnih godina.
- ▶ U ovom sistemu ne postoji nulta godina. Hrišćanska ili Nova era počinje godinom 1, a godina koja joj predhodi je 1 godina pre nove ere.
- ▶ U astronomiji godine se broje bez ovog nedostatka. Tako godina koja predhodi 1 godini nove ere, označena je 0, a godine pre nove ere označene su negativnim brojevima. Tako 10. Godina pre nove ere odgovara astronomskoj godini -9, a 4713. pre nove ere -4712. Mi ćemo za potrebe ovog predmeta usvojiti astronomsko brojanje godina.

Julijanski kalendar

- ▶ Cezar izvršio reformu kalendara u starom Rimu.
- ▶ Za osnovu julijanskog kalendara uzeta je **sunčeva** ili **tropska godina**, (vremenski period koji protekne između dva uzastopna prolaska Sunca kroz prividne fiksne tačke na njegovoj putanji).
- ▶ Godina je bila podeljena na 12 meseci, od kojih je šest bilo sa po 31 dan, šest sa 30, a jedan sa 29 dana. Početak godine, koji je do tada bio 1. marta, promenjen je i prebačen na **1. januar**.



- ▶ Godina je imala 365 dana. Svaka četvrta godina ima jedan dan više (366 dana), prestupna. U prestupnoj godini mesec februar je imao 30 umesto normalnih 29 dana.
- ▶ Uvođenjem prestupne godine, postignuto je da svaka četvrta godina bude duža za jedan dan, što je dovelo do toga da je sada prosečna dužina godine iznosila **365,25 dana**, odnosno **365 dana i $\frac{1}{4}$ dana** (što iznosi 365 dana i 6 časova). Time se postiglo da je kalendarska godina bila duža od prirodne za razliku od **365,2500 - 365,2422** tj. za **0,0078 dana**. Kada se to preračuna u minute, ta razlika iznosi **11 minuta i 13,92 sekunde**. Obično se u računima uzima da je razlika **11 min. 14 sec.**

- ▶ Ipak, čak i zbog ove naoko male razlike zapaženo je da zakonski kalendar ne poklapa sa prirodnim. Zakonski ide napred! Greška u kalendaru je dovela i do netačnog određivanja datuma Uskrsa i ostalih praznika. Julijanska godina je bila duža od prirodne za 11 min. 14 sec., što je za proteklih 400 godina, koliko je prošlo od Cezarevog usvajanja kalendara, dovelo do toga da je kalendarska godina bila duža za čitava **3 dana**. Za sledećih 400 godina ta razlika bi narasla i iznosila bi **6 dana, 5 sati, 45 minuta i 36 sekundi**. To je značilo da na svakih 100 godina kalendarska godina biva duža od prirodne, kosmičke godine, za **18 h 43' 12''**.

A portrait of Pope Gregory XIII, wearing a red papal hat and a white and red robe, holding a book. The background is a dark, textured surface with the Latin inscription 'GREGORIVS XIII PONTIFEX' visible at the top.

Gregorijanski kalendar

- ▶ Rimski papa **Gregorius (Grgur) XIII** je 24. februara 1582. godine obznanio reformu do tada postojećeg, julijanskog kalendara, predloženu od strane nemačkog jezuite i astronoma **Christophera Claviusa**, a uz pomoć napuljskog astronoma i fizičara **Aloysiusa Liliusa**. Papina bula (ili dekret) koji je sadržavao tu reformu nazvana je **Inter Gravissimas**, po prve dve reči u tom tekstu. Te reči na latinskom jeziku znače "*među najvažnijim*

- ▶ U gregorijanskom kalendaru tropska godina iznosi približno $365 \frac{97}{400}$ dana = **365,2425** dana, a prema današnjim proračunima stvarna prosečna dužina solarne godine iznosi **365,2421890** dana.
- ▶ Aproksimacija $365 \frac{97}{400}$ se odnosi na 97 prestupnih na svakih 400 godina.
- ▶ Razlika iznosi $0,2425 - 0,2421890 = 0,00031$ dan ili kada bi preračunali u sekunde, ta bi razlika iznosila: $0,00031 \times 86.400 = \sim$ **26** **sekundi.**

365 dana 5 sati 49
minuta i 12 sekundi

traje prosečna
gregorijanska godina

365 dana 5 sati 48
minuta i 46 sekundi

traje prosečna
tropska godina

razlika je 26 sekundi

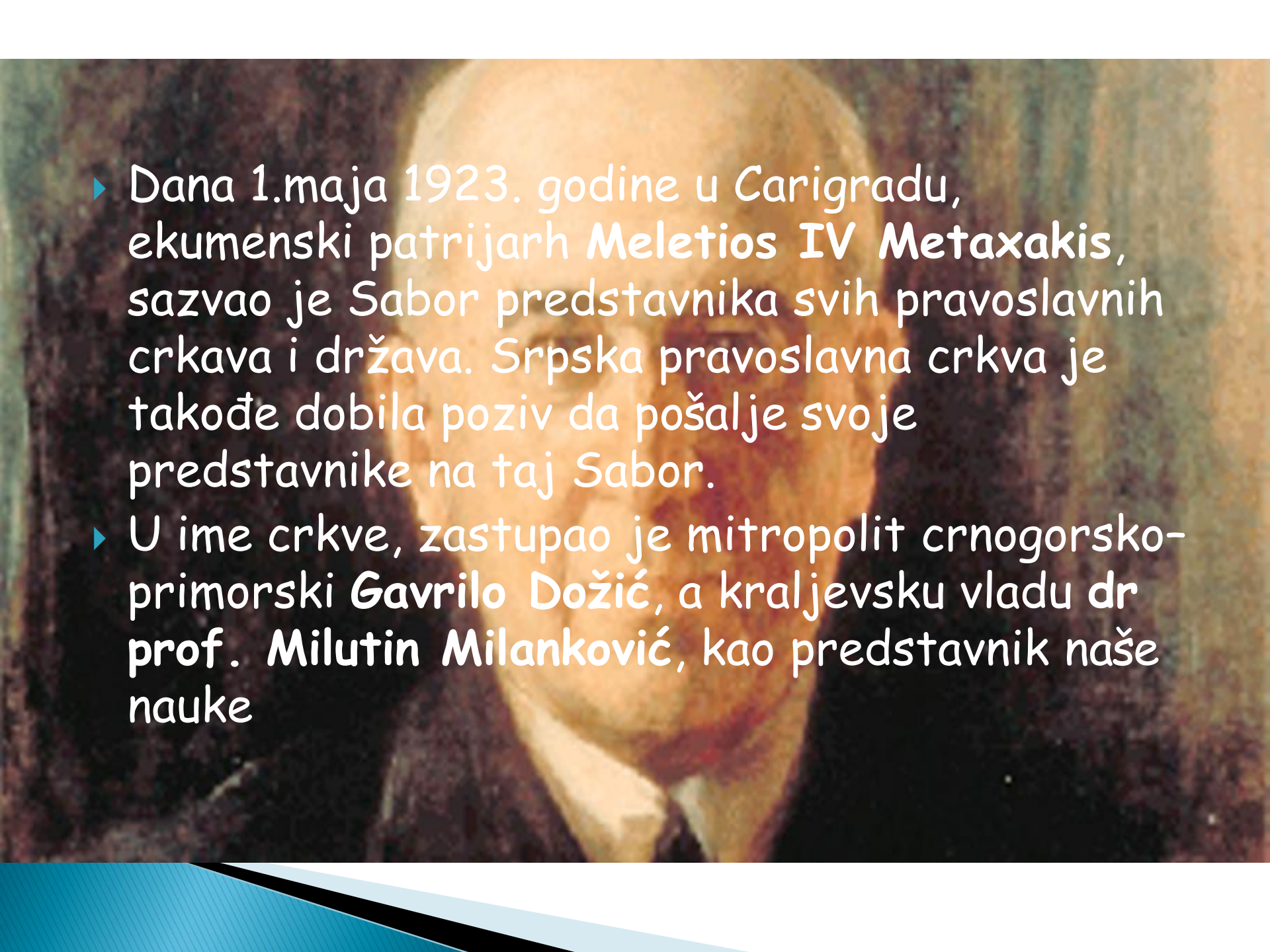
Ta razlika će da se akumulira do vrednosti od 1 dan tek za $86.400 : 26 = \sim 3.320$ godina, odnosno da bi se tropska godina pomerila za 1 dan u odnosu na dati kalendar.

Oko 5000-te godine solarna godina trajati 365,24201 dan, pa će razlika između kalendara i tropske godine biti povećana na **0,00059** dana. To nam jasno govori da vremenom gregorijanski kalendar postaje sve netačniji!

- ▶ Papa je svojom odredbom uredio da posle **četvrtka 4. oktobra** sutradan jednostavno osvane **petak 15. oktobra**. Time je iz julijanskog kalendara izostavljena nagomilana razlika u kalendarima, koja je u tom trenutku iznosila čitavih **10 dana**. Da bi se kalendar usaglasio sa dužinom tropske godine, u buli je stajala odredba po kojoj će **svaka četvrta godina biti prestupna, sem one godine stoleća koje nisu (bez ostatka) deljive sa 400**.
- ▶ Prema toj odredbi, sledeće *sekularne* godine neće biti prestupne: **1700, 1800, 1900, 2100, 2200, 2300, 2500, 2600, 2700, 2900** itd.
- ▶ Znači da će prestupne godine biti one *sekularne* godine koje **jesu deljive sa 400 bez ostatka**. To su sledeće godine: **1600, 2000, 2400, 2800, 3200, ...** itd

Milankovićeve reforme

- ▶ Pravoslavna crkva i države kao Rusija, Jermenija, Grčka, Bugarska, Rumunija, Srbija, Crna Gora i druge, pridržavale su se tzv. starog julijanskog kalendara, koji je, kao što smo videli, stalno akumulirao grešku i uvećavao je po stopi od jednog dana na svakih 128 godina.

- 
- A portrait of Meletios IV Metaxakis, an elderly man with white hair, wearing a dark suit and a red clerical sash. The background is a textured, mottled brown and green.
- ▶ Dana 1.maja 1923. godine u Carigradu, ekumenski patrijarh **Meletios IV Metaxakis**, sazvaio je Sabor predstavnika svih pravoslavnih crkava i država. Srpska pravoslavna crkva je takođe dobila poziv da pošalje svoje predstavnike na taj Sabor.
 - ▶ U ime crkve, zastupao je mitropolit crnogorsko-primorski **Gavrilo Dožić**, a kraljevsku vladu dr **prof. Milutin Milanković**, kao predstavnik naše nauke

- ▶ Glavni razlog za sazivanje je bio reforma već zastarelog julijanskog kalendara i njegovo usaglašavanje sa gregorijanskom. Prof. Milanković je skupu predložio genijalno rešenje za oba problema.
- ▶ Sabor je na kraju doneo zaključke o kalendaru sadržane u 10 tačaka:
 - ▶ 1. Trinaest dana treba oduzeti od julijanskog kalendara. Oni predstavljaju akumuliranu razliku u računanju vremena od ekumenskog Sabora održanog u Nikeji 325. godine.
 - ▶ 2. Crkveni praznici koji padaju u dane između 1. i 14. oktobra, a koji su izostavljeni iz kalendara, slaviće se svi 14. oktobra, ako nadležni sveštenik ne predloži drugačije.
 - ▶ 3. Svi meseci u godini imaće isti broj dana i u buduće kao i do tada. Februar će imati 28 dana u prosto godini, a 29 dana u prestupnoj.
 - ▶ 4. Kao i ranije i dalje će postojati dve vrste godine: **prosta** (neprestupna) sa 365 dana i **prestupna** sa 366 dana. Prestupna će biti svaka četvrta godina, odnosno ona koja je deljiva sa brojem 4 bez ostatka. Izuzetak od pravila su one sekularne (vekovne) godine opisane u tački (5).

- ▶ 5. Sekularne ili godine stoleća (one koje se završavaju sa 00 na kraju) biće prestupne samo ako broj vekova podeljen sa brojem 9 daje ostatak 2 ili 6. Drugim rečima, ako broj godina podeljen sa 900 daje ostatak 200 ili 600, ta će godina biti prestupna (prikazane u tabeli **masnim** slovima). Ostale su proste.
- ▶ 2000, 2100, 2200, 2300, **2400**, 2500, 2600, 2700, 2800, **2900**, 3000, 3100, 3200, **3300**, 3400, 3500, 3600, 3700 itd.
- ▶ 6. Fiksni svetovni praznici zadržaće datume koje su imali do tada.
- ▶ 7. Pokretni praznici zavisiće od datuma Uskrsa. U saglasnosti sa kanonskim odredbama, Uskrs će se slaviti prve nedelje posle punog Meseca posle proleće ravnodnevice.
- ▶ 8. Uskršnji pun Mesec biće određen astronomskim proračunom, koji za reper uzima meridijan koji prolazi kroz kupolu Hristovog hrama u svetom gradu Jerusalimu.
- ▶ 9. Ekumenski patrijarh zahtevaće od Petrograda, Atine, Beograda i Bukurešta da izračunaju dugoročnu tabelu kada pada Uskrs i dužni su je dati svim ostalim pravoslavnim crkvama.
- ▶ 10. Ova reforma julijanskog kalendara ne može ni na koji način biti smetnja (prepreka) za kasnije promene koje mogu biti učinjene od svih hrišćanskih crkava.

- ▶ Dve osnovne karakteristike ove usvojene reforme julijanskog kalendara prof. Milankovića:
- ▶ **Prvo**, izostavljanjem 13 dana u oktobru 1923. godine, **julijanski kalendar se u potpunosti usaglašava sa gregorijanskim**. Tom odlukom, posle nedelje 30. septembra dolazi ponedeljak 14. oktobar.
- ▶ **Drugo**, odlukom sadržanom u tački br. 5 Sabora, o godinama koje će biti prestupne za period od sledećih 900 godina, izbačeno je sedam godina stoleća koje neće biti prestupne. To pravilo u tom 900-godišnjem periodu daje **218** prestupnih godina, umesto **225** koliko ih je bilo po starom, julijanskom kalendaru i **682** proste godine. (po starom julijanskom kalendaru, pošto je svaka četvrta godina prestupna, bilo bi $900 : 4 = 225$ prestupnih godina).

- ▶ Prosečna dužina Milankovićeve godine:
- ▶ 365 dana i $218/900$ dana, a to je: **365,24222** dana, što je veoma blizu prosečne vrednosti trajanja tropske godine, koje kao što smo rekli, iznosi **365,24219** dana.
- ▶ Razlika između Milankovićeve i tropske godine iznosi svega **2 sekunde godišnje**. Da bi se razlika akumulirala do jednog dana, potrebno je **86.400 : 2 = 43.200 godina!** Zbog toga je to do danas najtačniji kalendar u ljudskoj istoriji, čija se tačnost preko ove ne može ni zamisliti.

Izračunavanje datuma Uskrsa

- ▶ Izračunavanje se vrši deljenjem dvaju brojeva pri čemu se ceo broj i ostatak količnika drugacije tretiraju.
- ▶ Koriste se EXCEL funkcije MOD i TRUNC
- ▶ MOD- Daje ostatak pošto se broj podeli sa deliocem
- ▶ **Syntax**
- ▶ **MOD(number,divisor)**

- ▶ TRUNC – Skraćuje broj na ceo uklanjanjem decimalnog ostatka.

- ▶ **Syntax**

TRUNC(number,num_digits)

- ▶ EXCEL file Uskrs.xls

Datum Uskrsa

| <i>Input</i> | Godina | <i>Output</i> | Dan Mesec Godina | O=C21 =IF(C22=3,"March" ,"April") O=C3 |
|--------------|---------------|------------------------------------|---|---|
| 1 | <i>a</i> | =MOD(C3,19) | | |
| 2 | <i>b</i> | =TRUNC(C3/100) | | |
| 3 | <i>c</i> | =MOD(C3,100) | | |
| 4 | <i>d</i> | =TRUNC(C8/4) | | |
| 5 | <i>e</i> | =MOD(C8,4) | | |
| 6 | <i>f</i> | =TRUNC((C8+8)/25) | | |
| 7 | <i>g</i> | =TRUNC((C8-C12+1)/3) | | |
| 8 | <i>h</i> | =MOD((19*C7)+C8-C10-C13+15,30) | | |
| 9 | <i>i</i> | =TRUNC(C9/4) | | |
| 10 | <i>k</i> | =MOD(C9,4) | | |
| 11 | <i>l</i> | =MOD(32+2*(C11+C15)-C14-C16,7) | | |
| 12 | <i>m</i> | =TRUNC((C7+(11*C14)+(22*C17))/451) | | |
| 13 | <i>n</i> | =TRUNC((C14+C17-(7*C18)+114)/31) | | |
| 14 | <i>p</i> | =MOD(C14+C17-(7*C18)+114,31) | | |
| 15 | dan | =C20+1 | | |
| 16 | mesec | =C19 | | |

Za vežbu kod kuće



- ▶ Metod izračunavanja pravoslavnog Uskrsa ovako:
- ▶ $R1 = \text{godina mod } 19$
 $R2 = \text{godina mod } 4$
 $R3 = \text{godina mod } 7$
 $RA = 19 \times R1 + 16$
 $R4 = RA \text{ mod } 30$
 $RB = 2 \times R2 + 4 \times R3 + 6 \times R4$
 $R5 = RB \text{ mod } 7$
 $RC = R4 + R5$
- ▶ Vrednost **RC** se kreće od 1 do 35 što odgovara datumima od 22. marta do 25. aprila u julijanskom kalendaru, odnosno od 4. aprila do 8. maja po gregorijanskom. Pomereno je 13