

UNIVERZITET CRNE GORE

Prirodno-matematički fakultet Podgorica

Anton Nuculović

Kalendar

SEMINARSKI RAD

Podgorica, 2020.

UNIVERZITET CRNE GORE

Prirodno-matematički fakultet Podgorica

Kalendar

SEMINARSKI RAD

Matematika

Mentor: Vladimir Božović

Anton Nuculović

Studijski program Matematika

Podgorica, 2020.

Apstrakt

Cilj ovog rada je da se ukratko predstavi razvoj raznih tipova kalendara. Na početku ćemo u uvodu reći nešto uopšteno o kalendarima, a zatim ćemo preći na opise lunarnih, solarnih i lunisolarnih kalendara i iz svakog od ovih tipova ćemo izdvojiti i opisati karakteristične predstavnike.

Sadržaj

1	Uvod	1
2	Lunarni kalendari	3
2.1	Islamski kalendar	4
3	Solarni kalendari	6
3.1	Drevni Egipat	6
3.2	Julijanski kalendar	7
3.2.1	Koptski kalendar	7
3.2.2	Vizantijski kalendar	8
3.2.3	Revidirani julijanski kalendar	9
3.3	Gregorijanski kalendar	10
3.3.1	Imenovanje mjeseci i dana u sedmici	11
3.3.2	Computus	13
3.3.3	Modifikacije gregorijanskog kalendara	16
3.3.4	Prijedlozi za reformu gregorijanskog kalendara	17
4	Lunisolarni kalendari	19
4.1	Jevrejski kalendar	20
4.2	Kineski kalendar	21
	Bibliografija	22

Glava 1

Uvod

Kao u svakom mjerenju, i u mjerenju vremena trebamo izabrati osnovnu jedinicu koja će nam biti osnov za složenija mjerenja i razmatranja. Za ovu osnovnu jedinicu je uvijek uziman dan. Međutim, zarad efikasnog računanja vremena dane trebamo sjediniti u složenije sisteme, nedjelje, mjesece, godine itd. Sistem organizacije dana u društvene, religiozne, komercijalne i administrativne svrhe se naziva kalendar. Termin kalendar potiče od latinske riječi *calendae*, kojom se označavao prvi dan u nedelji za vrijeme Rimskog carstva. Ova riječ je kasnije evoluirala u riječ *calendarium*, kojom se označavala knjiga rokova.

Ljudi su od davnina počeli praviti kalendare. Kako su naši preci prvo primijetili pravilnost Mjesečevog ciklusa, to su prvi kalendari bili *mjesečevi* ili lunarni, što će se kasnije promijeniti.

Sve stare civilizacije, počev od Indusa, Kineza, Vavilonaca i Egipćana, pa do američkih starosjedilaca, su razvile svoje više ili manje originalne kalendare. Proučavajući kalendare starih civilizacija možemo doći do važnih informacija o tim civilizacijama, kao što su stepen razvoja, nivo kulture, poznavanje astronomije, spoljašnji uticaji, religijska i mitološka vjerovanja.

Kalendari danas imaju poseban značaj i dio su našeg svakodnevnog života. Koristimo

ih za planiranje obaveza, različitih sastanaka, kao i za obilježavanje godišnjica slavni
istorijskih datuma i religijskih praznika.

Kalendare možemo podijeliti na mnogo načina, ali ih najčešće dijelimo na:

- lunarne,
- solarne i
- lunisolarne.

Iako danas postoje brojni kalendari koji su širom svijeta u upotrebi, najznačajniji su gregorijanski, islamski i jevrejski kalendar. Gregorijanski kalendar je solarni, islamski lunarni, a jevrejski lunisolarni. Ove kalendare i njihove modifikacije, kao i druge značajne kalendare ćemo opisati u daljem dijelu našeg rada.

Glava 2

Lunarni kalendari

Lunarni kalendari predstavljaju prvu vrstu kalendara. Ovi se kalendari baziraju na kretanju Mjeseca oko Zemlje, to jeste na mjesečevim mijenama. Postoji više različitih vjerovanja o tome kada je nastao prvi lunarni kalendar. Zna se da su neki prvi prototipovi ove vrste kalendara nastali veoma rano, čak u periodu paleolita. Smatra se da je prvi funkcionalni lunarni kalendar nastao u periodu između X i VIII vijeka prije nove ere na teritoriji današnje Škotske.

Lunarni kalendari obično imaju po 12 mjeseci sa po 29 i 30 dana naizmjenično. Ovi kalendari nijesu bili pogodni iz razloga što lunarna godina traje 354 ili 355 dana, to jeste kraća je od solarne (tropske) godine za jedanaest dana, te ne prati promjenu godišnjih doba, tako da na primjer zima nekada može nastupiti početkom, a nekada sredinom kalendarske godine. Ovo nije bilo povoljno, naročito za potrebe zemljoradnika, tako da danas imamo samo jedan primjer ovog kalendara, **islamski kalendar**.

2.1 Islamski kalendar

Islamski kalendar predstavlja klasični primjer lunarnog kalendara. Za početak ovog kalendara se uzima Hidžra, odnosno prelazak Muhameda sa svojim sledbenicima iz Meke u Medinu. Ovaj se događaj odigrao 622. godine. Kao, i kod drugih lunarnih kalendara i kod ovog se kalendara godina sastoji od 354 ili 355 dana podijeljenih u 12 mjeseci: *Muharem*, *Safer*, *Rebiul-evel*, *Rebiul-ahir*, *Džumadel-ula*, *Džumadel-uhra*, *Redžeb*, *Šaban*, *Ramazan*, *Ševal*, *Zul-kade* i *Zul-hidže*. Posebno su značajni sveti mjesec Ramazan i Zul-hidže, mjesec hodočašća u Meku. Mjeseci se dalje dijele na nedjelje. Nedjelja se sastoji od sedam dana, prvi dan u nedjelji je nedjelja, a poslednji subota. Petak (Džuma) predstavlja sveti dan u nedelji i tada se odlazi na klanjanje u džamije.

Na samom početku je ovaj kalendar zaostajao za tadašnjim hrišćanskim kalendarom za 622. godine, međutim kako je lunarna godina kraća od solarne, ova se razlika vremenom smanjuje. Poznato je da će se islamski kalendar po broju godine poklopiti sa danas u cijelom svijetu zvaničnim gregorijanskim kalendarom 20874. godine. Zanimljivo je spomenuti i da se datum Nove godine po gregorijanskom i islamskom kalendaru nikada ne poklapaju, upravo zbog razlike u broju dana između solarne i lunarne godine. Interesanto je i to da se u vrijeme nastanka ovog kalendara vrijeme u nekim krajevima Arabije računalo pomoću solarnih kalendara, te je islamskim učenjacima lunarni kalendar odgovarao i zbog toga da se ne bi poklapali praznici muslimana i pagana. Postoje i formule kojima se približno mogu konvertovati godine između islamskog i gregorijanskog kalendara:

$$G \approx \frac{32}{33}I + 622$$

$$I \approx \frac{33(G - 622)}{32}$$

U ovim formulama I označava islamski, a G gregorijanski kalendar.

Glava 3

Solarni kalendari

3.1 Drevni Egipat

Drevni Egipćani su prvi koristili solarni kalendar, još u V milenijumu prije nove ere¹. Oni su i tada znali da dužina jedne solarne godine iznosi približno $365\frac{1}{4}$ dana. Međutim, ipak su se odlučili da godina u njihovom kalendaru uvijek ima 365 dana. Godina se sastojala od 12 mjeseci sa po 30 dana, i još 5 dodatnih dana u kojima su se slavila glavna božanstva i sa kojima se godina i završavala.[3] Ne ubacivanje po jednog dodatnog dana svake četvrte godine, dovodilo je do toga da kalendar svake četiri godine pogriješi za jedan dan, što znači za sto godina već 25 dana. Iz tog razloga ovaj kalendar nije bio u relaciji sa godišnjim dobima², što svakako nije pogodovalo drevnim Egipćanima, posebno uzimajući u obzir to da su se oni uglavnom bavili poljoprivredom. Bilo je potrebno 1460 godina ($4*365$) da se kalendar vrati u početno stanje. Ovaj period potreban kalendaru za vraćanje u početno stanje se kod starih Egipćana nazivao zodijakom, što je bio njihov naziv za zvijezdu Sirijus. Međutim, do danas nije razjašnjeno da li je ovo imalo veze sa Sirijusovim ciklusom i da li su

¹Smatra se da su Egipćani ovaj kalendar prihvatili 4241. godine p.n.e.

²Zbog navedene greške proljeće je na primjer nekada moglo nastupiti u martu, a nekada u decembru ili nekom drugom mjesecu.

Egipćani uopšte znali za ovaj ciklus.

3.2 Julijanski kalendar

Stari Grci i Rimljani su do 45. godine prije nove ere koristili lunarni kalendar. Iz praktičnih razloga 45. godine prije nove ere Gaj Julije Cezar je naložio svojim naučnicima da reformišu kalendarski sistem i prihvate solarni kalendar. Tada je, na predlog grčkog astronoma Zosigena, odlučeno da se reformiše i prilagodi stari egipatski kalendar.[3]

Kako je Rimljanima, kao i Egipćanima, bilo poznato da je dužina solarne godine $365\frac{1}{4}$ dana, oni su odlučili popraviti egipatski kalendar tako što su svake četvrte godine dodavali još po jedan dan. Na ovaj način je stvoren kalendar, koji je u Cezarovu čast nazvan julijanski kalendar.

Julijanski kalendar je ubrzo postao službeni kalendar na teritoriji čitavog Rimskog carstva, ali i šire. Ubrzo će početi i njegova primjena u Hrišćanskoj crkvi, što će ovaj kalendar dodatno afirmisati i raširiti njegovu primjenu. Bitno je napomenuti da su Rimljani na početku godine računali od osnivanja grada Rima (*Ab urbe condita*) 21. aprila 753. godine prije nove ere, dok će Hrišćani vrijeme računati od rođenja Isusa Hrista. U službenoj administraciji će se još dugo vremena vrijeme računati od navodnog datuma osnivanja Rima, sve dok tu praksu u VI vijeku ne promijeni vizantijski car Justinijan, i tzv. vladarske godine. Julijanski kalendar će ostati jedinim službenim kalendarom u Evropi sve do XVI vijeka.

3.2.1 Koptski kalendar

Koptski kalendar je naslednik egipatskog kalendara, nastao nakon usaglašavanja istog sa julijanskim kalendarom. Koptski kalendar se često naziva i aleksandrijskim

kalendarom. Godina u ovom kalendaru počinje od 29. avgusta po julijanskom kalendaru. Godina je podijeljena na tri godišnja doba sa po četiri mjeseca od 30 dana. Ovaj kalendar ima i 13-ti , interkalarni mjesec od 5 ili 6 dana u zavisnosti od toga da li je godina prestupna ili ne. Godine se broje od 284. godine nove ere, to jeste od vremena mučenika kako to Kopti nazivaju. Naime, ove godine na rimski prijesto dolazi car Dioklecijan, poznat po progonima hrišćana. Ovaj kalendar je igrao značajnu ulogu u hrišćanstvu, naročito u procesu utvrđivanja datuma Uskrsa.

3.2.2 Vizantijski kalendar

U srednjem vijeku u Vizantiji nastaje još jedna verzija julijanskog kalendara, kasnije nazvana *vizantijski kalendar*. Za ovaj se kalendar smatra da je nastao u sedmom vijeku. Pouzdano možemo tvrditi da je ovaj kalendar 691. godine prihvaćen od strane Hrišćanske crkve u Vizantiji. U carskoj administraciji je ovaj kalendar prihvaćen kasnije, tek 988. godine za vrijeme vladavine cara Vasilija II Porfirogenita³, kada postaje i službeni kalendar na teritoriji čitavog Vizantijskog carstva. Ovaj će kalendar ostati u službenoj upotrebi sve do pada Vizantije, 1453. godine. Kalendar je uticao i na ostale narode na Balkanu, ali i šire. Iste, 988. godine ovaj kalendar je usvojen kao službeni i u Kijevskoj Rusiji, a u Ruskoj carevini će biti u službenoj upotrebi sve do 1700. godine, kada je Petar I reformisao kalendar.

Ovaj kalendar je bio identičan julijanskom kalendaru, jedino što se za prvi dan u godini uzimao 1. septembar, dok se za prvu godinu uzimala 5509. godina prije naše ere, odnosno godina za koju se smatralo da se desio Veliki potop. Da bi smo dobili godine vizantijske ere (godine po vizantijskom kalendaru) potrebno je godini naše ere dodati 5508 za datume od 1. januara do 31. avgusta, odnosno 5509 za datume od 1.

³Poznatiji pod imenom Vasilije II Bugaroubica, ovo je ime dobio zbog surovog gušenja ustanka slovenskih plemena na teritoriji današnje Makedonije.

septembra do 31. decembra⁴.

3.2.3 Revidirani julijanski kalendar

Početak XX vijeka se javlja potreba da se julijanski kalendar reformiše i uskladi sa tada već internacionalnim i međunarodno priznatim, gregorijanskim kalendarom (o gregorijanskom kalendaru će više riječi biti u sledećem podnaslovu).

Ova se potreba posebno osjećala u novoformiranoj Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca, u kojoj su svi hrišćanski praznici, zbog raskoraka u kalendarima, slavljani po dva puta, što je dovodilo do podrivanja kulturnog jedinstva, ali i štetilo privredi ove multikonfesionalne države.

Prve inicijative za ovu reformu su potekle od vaseljenskog patrijarha Meletija IV i ministra vjere Kraljevine S.H.S. Ljube Jovanovića. Ljuba Jovanović je ovo predočio astronomu Milutinu Milankoviću, profesoru nebeske mehanike na Univerzitetu u Beogradu.

Milanković se ubrzo latio posla, te je zajedno sa srednjoškolskim profesorom matematike Maksimom Tripkovićem izvršio reformu julijanskog kalendara i uveo revidirani julijanski kalendar.

Milanković i Tripković godine djeljive sa 100 (tj. one čiji se decimalni zapis završava sa dvije nule) nazivaju sekularnim godinama. Kao i kod prvobitnog julijanskog kalendara, odlučeno je da svaka četvrta godina bude prestupna, tj. da ima 366 dana, međutim, ovdje se pravi izuzetak kada su u pitanju sekularne godine. Naime, sekularna godina će biti prestupna, ako njen broj vjekova pri dijeljenju sa 9 daje ostatak 2 ili 6, dok su sve ostale sekularne godine proste. Ovaj kalendar je Milanković predstavio na Vaseljenskom saboru 1923. godine u Istanbulu. On je odmah prihvaćen, ali je njegova primjena odložena. Kasnije se počeo primjenjivati u nekim pravoslavnim

⁴Svi datumi su dati po julijanskom kalendaru.

crkvama, dok su druge ostale pri starom julijanskom kalendaru.

Ovaj kalendar je veoma precizan i njegovo odstupanje od tropske godine iznosi svega 2,75 sekundi, te bi ga trebalo korigovati tek nakon 28800 godina. Ovaj kalendar je takođe predvidio i korigovanje do tada akumulirane greške od 13 dana.

3.3 Gregorijanski kalendar

U poznom srednjem vijeku i Renesansi su uočene greške u julijanskom kalendaru, te se dugo vremena raspravljalo o mogućnosti njegovog poboljšanja ili zamjene za neki drugi kalendar.

Konačno, u drugoj polovini XVI vijeka, 1575. godine papa Grgur XIII je odlučio da izvrši reformaciju julijanskog kalendara i sa tim ciljem osnovao komisiju na čijem se čelu nalazio njemački matematičar i astronom **Kristofer Klavius**. Klavius je bio istaknuti jezuita, te je Papa njemu bezrezervno vjerovao. Komisija je imala zadatak da od brojnih naučnika prikupi sva moguća poboljšanja i izabere najbolje.

Najbolje rješenje je ponudio kalabrijski profesor **Alojzije Lilius (Ljuidi Ljiljo)** 1776. godine. Lilius je u međuvremenu umro, a njegovo rješenje je u njegovo ime predstavio Klavius.

Utvrđeno je da julijanski kalendar svake godine pogriješi za 11 minuta i 14 sekundi, što znači da se nakupi jedan dan greške za 128 godina. Reformom je predviđeno da se umjesto pravila da je svaka četvrta godina prestupna, bude uvedeno pravilo da je svaka četvrta godina prestupna ukoliko je djeljiva sa četiri osim ukoliko je djeljiva sa 100 a nije djeljiva sa 400. Novi kalendar je ozvaničen Papinom bulom 1582. godine, kada je i određeno da je nakupljena ranija greška od 10 dana i odlučeno je da nakon 4. oktobra 1582. nastupi 15. oktobar, a ne 5.

Gregorijanski kalendar je mnogo precizniji od julijanskog, te njegovo odstupanje od

tropske godine iznosi 26,75 sekundi. Ovo je za vrijeme renesanse, uzimajući u obzir preciznost korišćenih astronomskih instrumenata, bio fenomenalan rezultat.

Ovaj kalendar je odmah prihvaćen u zemljama sa dominantnim katoličkim življem. U drugim zemljama ovaj kalendar je prihvaćen znatno kasnije. Tako je na primjer ovaj kalendar u Pruskoj počeo da se primjenjuje 1610. godine, u Velikoj Britaniji i Sjedinjenim Američkim Državama 1752. godine, na teritoriji SSSR-a 1918. godine, a u Turskoj 1927. godine. Na teritoriji današnje Crne Gore gregorijanski kalendar je postao službeni 23. januara 1919. godine⁵.

3.3.1 Imenovanje mjeseci i dana u sedmici

Kao što smo i prije istakli godina u gregorijanskom kalendaru ima 12 mjeseci. Mjeseci su ime dobili još za vrijeme Rimskog carstva, i to na osnovu tadašnje rimske religije i njihovih običaja i shvatanja prirode:

- januar - ime dobio po dvoglavom rimskom bogu vremena, Janusu;
- februar - ime dobio po febrisu, rimskoj ceremoniji pročišćenja i pokajanja;
- mart - ime dobio po rimskom bogu rata, Marsu;
- april - ime dobio po latinskoj riječi aperire-otvoriti, mjesec *otvaranja proljeća*;
- maj - ime dobio po grčko-rimskoj boginji proljeća, Maji;
- jun - ime dobio po rimskoj boginji braka i zaštitnici porodice, Junoni;
- jul - ime dobio u čast Gaja Julijusa Cezara;
- avgust - ime dobio u čast Oktavijana Avgusta;

⁵U ovom periodu Crna Gora se nalazila u sastavu Kraljevine SHS

- septembar - nekada je bio sedmi mjesec starog rimskog kalendara;
- oktobar - nekada je bio osmi mjesec starog rimskog kalendara;
- novembar - nekada je bio deveti mjesec starog rimskog kalendara;
- decembar - nekada je bio deseti mjesec starog rimskog kalendara.

Napomenimo da kada kažemo stari rimski kalendar, mislimo na lunarni kalendar primjenjivan u Rimu prije Cezarove reforme.

Takođe, važno je napomenuti da pojedini narodi u svojim jezicima ne koriste rimske nazive mjeseci, već imaju svoje originalne nazive, a neki koriste i kombinaciju rimskih i originalnih naziva mjeseci.

Stari narodi su i prije uvođenja julijanskog i gregorijanskog kalendara koristili nedjelju od sedam dana, i svakom danu su posvećivali po jedno božanstvo, koje je predstavljalo simbol jednog od njima poznatih sedam nebeskih tijela. Tako je prvi dan posvećivan Mjesecu, odnosno bogu ili boginji Mjeseca. Drugi dan je posvećivan bogu rata, koji je personifikovao planetu Mars. Treći dan je posvećivan bogu putovanja i trgovine, koji simboliše planetu Merkur. Četvrti dan je posvećivan vrhovnom bogu, bogu munje i oluje, personifikaciji planete Jupiter. Peti dan je posvećivan planeti Veneri i boginji, odnosno zaštitnici ljubavi. Šesti dan je posvećivan bogu vremena, odnosno planeti Saturn. Sedmi dan je bio najsvečaniji i posvećivan je Suncu, kao izvoru života. Ovo se zadržalo i do današnjih dana u nazivima dana u sedmici u većini svjetskih jezika. U nekim jezicima pak ne važi ovo pravilo, već su nazivi dana u nedelji nastali numerativno, to jeste u skladu sa njihovim rednim brojem.

3.3.2 Computus

Uskrs je najvažniji i najradosniji hrišćanski praznik. Međutim, kako je Uskrs pokretni praznik, to je tačan datum praznovanja Uskrsa bio povod za više rasprava unutar Hrišćanstva. Ove rasprave su počele još od drugog vijeka. Problem se sastojao u tome što su Hrišćani koristili julijanski kalendar, koji je bio i zvanični kalendar Rimskog carstva, dok su se Isusovo razapinjanje na krst i uskrsnuće zbili u vrijeme jevrejskog praznika Pashe.

Pasha ili Pesah je jevrejski praznik koji je spomen na izlazak koji je izbavio njihov narod iz egipatskog ropstva. Prema Bibliji, kada je anđeo ubijao prvorođenu mušku djecu Egipćana, jevrejske je domove, koji su bili označeni jagnjećom krvlju zaobilazio. Ovaj praznik se proslavlja po jevrejskom lunisolarnom kalendaru, i slavi se u noći između 14. i 15. dana mjeseca nisana.

U Bibliji (tj. Novom zavjetu) se spominju dva datuma Isusove smrti. Dok Jevanđelje po Jovanu kaže da je Hrist umro na krstu dan uoči Pashe, odnosno 14. nisana, jevanđelja po Marku, Luki i Mateju kažu da se to dogodilo na prvi dan Pashe, odnosno 15. nisana. Dakle, Hrišćani su mogli da prihvate jevrejski lunisolarni kalendar, što nijesu htjeli, ili da odrede neki datum u julijanskom (solarnom) kalendaru, po kojem bi slavili Uskrs, što bi dovelo do toga da taj datum ne bude povezan sa jevrejskim običajima vezanim za Pashu (zbog razlika ova dva kalendara), ili pak da svake godine proračunima određuju datum Uskrsa. Opredijelili su se za ovo treće.⁶

Na Prvom Nikejskom saboru, održanom 325. godine, odlučeno je da svi Hrišćani Uskrs proslavljaju istog dana. Odlučeno je takođe da se Uskrs uvijek proslavlja nedjeljom, jer je to dan Gospodnji (dies Domini), pa je nedjelja proglašena svetim danom

⁶Philip Schaff *History of the Christian Church: These Paschal controversies descended into the present period, and ended with the victory of the Roman and Alexandrian practice of keeping Easter, not, like Christmas and the Jewish Passover, on a fixed day of the month, whatever day of the week it might be, but on a Sunday, as the day of the resurrection of our Lord.*

u nedjelji. Nedjelja je proglašena svetim danom, prvenstveno zbog toga što u ovom periodu Hrišćanstvo postaje glavnom religijom u Rimskom carstvu, te je ovo predstavljao zapravo kompromis sa ranijim, paganskim vjerovanjima Rimljana, koji su nedjeljom proslavljali kult Sunca, kao izvora života. Crkva će tokom svoje historije hristijanizovati i brojna druga paganska vjerovanja, kako Rimljana, tako i ostalih evropskih naroda.

Na Nikejskom saboru je odlučeno da se Uskrs proslavlja prve nedelje nakon prvog Pashalnog mjeseca poslije 21. marta, ali i to da se uvijek mora proslavljati poslije jevrejskog praznika Pesah. Datum Pashalnog mjeseca se određuje pomoću zlatnih brojeva i epakta, koji prate Metonov ciklus.[1] Ovo je bio komplikovan posao posebno za to vrijeme i uglavnom je povjeren crkvenim velikodostojnicima iz Aleksandrije. Kasnije će biti uvedene tablične metode, ali i algoritmi za ova izračunavanja.

Matematičari su oduvijek pokušavali pronaći algoritme po kojima bi tačno i efikasno računali datum proslavljanja Uskrsa. Prvome je to pošlo za rukom njemačkom matematičaru **Karlu Fridrihu Gausu** 1800. godine. Njegov algoritam se i danas smatra jednim od najoptimalnijih algoritama za računanje datuma ovog praznika. Ovaj algoritam ćemo predstaviti kodom njegove implementacije u programskom jeziku Python.

```
Y=int(input()) #unesemo godinu za koju računamo datum Uskrsa
a=Y%19          #Y mod 19
b=Y%4
c=Y%7
k=Y//100        #Y div 100
p=(13+8*k)//25
q=k//4
M=(15-p+k-q)%30
N=(4+k-q)%7
```

```

d=(19*a+M)%30
e=(2*b+4*c+6*d+N)%7
if (22+d+e<=31):
    print('{0}. March'.format(22+d+e)) #22+d+e. March
elif(d==29 & e==6):
    print('19. April')
elif(d==28 & e==6):
    print('18. April')
else:
    print('{0}. April'.format(d+e-9))

```

Gausov algoritam se može prilagoditi za izračunavanje datuma julijanskog Uskrsa i to na sledeći način:

```

Y=int(input()) #unesemo godinu za koju računamo datum Uskrsa
a=Y%19        #Y mod 19
b=Y%4
c=Y%7
M=15         #fiksirano
N=6         #fiksirano
d=(19*a+M)%30
e=(2*b+4*c+6*d+N)%7
if (22+d+e<=31):
    print('{0}. March'.format(22+d+e)) #22+d+e. March
elif(d==29 & e==6):
    print('19. April')

```

```

elif(d==28 & e==6):
    print('18. April')
else:
    print('{0}. April'.format(d+e-9))

```

Važno je napomenuti da primjenom drugog algoritma dobijamo datum Uskrsa po julijanskom kalendaru, te da je za dobijanje datuma Uskrsa po gregorijanskom kalendaru potrebno izvršiti konverziju.

3.3.3 Modifikacije gregorijanskog kalendara

Tokom istorije bilo je više pokušaja modifikovanja gregorijanskog kalendara. Među njima je najbitnije izdvojiti francuski revolucionarni kalendar i sovjetski kalendar.

Francuski revolucionarni kalendar predstavlja modifikaciju gregorijanskog kalendara iz doba Francuske revolucije. Ovaj kalendar se počeo primjenjivati 1793. godine. Godine se broje od Francuske revolucije, to jeste od početka takozvane Republikanske ere. Godina se sastojala od 12 mjeseci sa po 30 dana i 5 odnosno 6 dopunskih dana. Svaki se mjesec sastoji od 3 nedjelje sa po 10 dana. Dan se sastoji od 10 sati, sa po 100 decimalnih minuta, a svaki decimalni minut od 100 sekundi. Na kraju godine se dodaje 5 ili 6 dopunskih dana, po čemu je sličan sa koptskim kalendarom. Ovaj kalendar je poremetio sedmodnevnu hrišćansku nedjelju i izvao pobunu sveštenika Rimokatoličke crkve u Francuskoj. Kalendar je ukinuo Napoleon Bonaparta 1806. godine. Kalendar se ponovo koristio za vrijeme Pariske komune 1871. godine.

Sovjetski kalendar je još jedan pokušaj modifikacije gregorijanskog kalendara. Ovaj kalendar je uveden 1929. godine u Sovjetskom Savezu. Sovjetski kalendar je na početku predviđao mjesece sa 30 dana, podijeljene u 6 nedjelja sa po pet dana. Interesantno je spomenuti da su svi radnici bili podijeljeni u pet grupa, i svaka grupa je

imala po jedan neradni i četiri radna dana. Staljin i njegovi sledbenici su tvrdili da su ovime istovremeno ostvarili bolju raspodjelu radne snage, povećali produktivnost i radnicima omogućili da imaju više slobodnih dana u toku godine. Na ovaj način sovjetske vlasti su zapravo ostvarile svoj cilj razbijanja crkvenog uticaja i nedjelje kao neradnog dana. Slično, kao i kod francuskog revolucionarnog kalendara i ovdje je bilo predviđeno dodavanje 5 ili 6 dana na kraju mjeseca. Kasnije, od 1931. godine se uvodi šestodnevna nedjelja, i šesti dan nedjelje kao neradni. Važno je napomenuti da je za svo vrijeme primjene ovog kalendara primjenjivan i gregorijanski kalendar, pa na osnovu toga možemo uvidjeti da je sovjetski kalendar više služio kao eksperiment nego kao službeni kalendar. Sovjetske vlasti su i zvanično odustale od ovog kalendara 1940. godine.

3.3.4 Prijedlozi za reformu gregorijanskog kalendara

U prošlosti je gregorijanski kalendar često kritikovan i preduzimate su akcije zamjene ovog kalendara nekim drugim kalendarom. Gregorijanski kalendar je kritikovan zbog nejednakog trajanja mjeseci, zbog toga što nije ni na kakav način povezan sa mjesečevim mijenama, zbog toga što nije vječan, te je svake godine potrebno nabaviti novi kalendar, zbog toga što je religijski pristrasan i favorizuje hrišćanstvo (godine se broje od Hristovog rođenja, nedjelja je poslednji dan, nosi naziv po Papi Grguru XIII itd.), kao i zbog mnogih drugih stvari. Često predlozi promjene gregorijanskog kalendara predstavljaju zapravo modifikaciju istog, kao što je na primjer holocenski kalendar, koji samo mijenja početnu godinu naše ere na 10000. godinu prije Hrista odnosno od kraja poslednjeg ledenog doba, čime bi se postigla religijska neutralnost. Drugi kalendari pak predviđaju radikalnija rješenja, pa se neki zalažu za godinu sa 13 mjeseci, drugi pak za prestupnu nedjelju, dok se neki zalažu i za odustajanje od koncepta solarnog kalendara te modifikaciju nekog od postojećih lunarnih ili lunisolarnih

kalendara. Postoje indicije da i Rimokatolička crkva radi na reformi gregorijanskog kalendara, sa tim da se zadrži sedmodnevna nedjelja i ostala svojstva kalendara koja se tiču katoličanstva i hrišćanstva uopšte. Bilo kako bilo, gregorijanski kalendar se za sada odupreo svim pokušajima njegove promjene i ostao zvanični kalendar ubjeđljivo najvećeg broja država na svijetu, kao i jedini kalendar koji se primjenjuje u međunarodnim odnosima.

Glava 4

Lunisolarni kalendari

Lunisolarni kalendari su kalendari čiji datumi ukazuju istovremeno i na mjesečeve mijene i na doba solarne godine. Dakle, ovi kalendari mogu ukazivati na godišnja doba, ukoliko je solarna godina definisana kao tropska godina¹ ili pak na sazvježđe blizu kojeg može biti pun Mjesec, ukoliko je solarna godina definisana kao sideralna (zvjezdana) godina.

Lunisolarni kalendari su tokom prošlosti bili veoma zastupljeni. Od lunisolarnih kalendara danas su najznačajniji jevrejski, kineski, budistički i hinduistički kalendar. Budistički i hinduistički kalendar prate sideralnu godinu i ukazuju na položaj punog Mjeseca među zvijezdama, dok jevrejski i kineski kalendar prate solarnu godinu, te ukazuju na godišnja doba.

Godine lunisolarnih kalendara imaju cijeli broj mjeseci i to 12 ili 13, pri čemu većina godina ima 12 mjeseci, dok svaka druga ili treća godina ima 13 mjeseci. Trinaesti mjesec se naziva prestupni ili interkalarni mjesec.

Posebno je interesantan nači određivanja učestalosti prestupnog mjeseca. Približnu ideju o ovoj učestalosti možemo dobiti pomoću sledeće računice koja koristi približne

¹Napomenimo da ovdje termin tropska godina označava sinonim za termin solarna godina iz prethodnih poglavlja, dok solarna godina u ovom kontekstu označava uporednu godinu po kojoj vršimo korekciju kalendara dodavanjem dodatnog mjeseca.

dužine mjeseci i godina (date u danima). Solarna godina ima približno 365.25 dana, dok mjeseci lunarnog i lunisolarnog kalendara imaju približno 29.53 dana. Podijelimo dužinu godine sa 12 puta dužinom mjeseca. Dobijamo $365.25 : (12 \cdot 29.53) = 1.0307$. Dalje je $1 : 0.0307 = 32.57$, što predstavlja broj običnih mjeseci između umetnutih interkalarnih mjeseci. Na kraju dobijamo da je $32.57 : 12 - 1 = 1.7$ broj običnih godina između prestupnih godina, to jeste godina koje sadrže interkalarni mjesec. U klasičnom metonskom ciklusu reprezentativni raspored običnih i prestupnih godina ima oblik: *OOPOOPOPOOPOOPOPOP*, gdje *O* predstavlja običnu, a *P* prestupnu godinu. U budističkom i jevrejskom kalendaru, prestupni mjesec može biti samo na jednom mjestu, to jeste ima fiksirano mjesto u kalendaru, dok u kineskom i hinduističkom kalendaru prestupni mjeseci mogu biti prije ili poslije bilo kog mjeseca. U nastavku ćemo ukratko opisati jevrejski i kineski kalendar.

4.1 Jevrejski kalendar

Jevrejski kalendar je danas jedan od najbitnijih lunisolarnih kalendara na svijetu. Koristi se u religiozne svrhe, a i službeni je kalendar u Izraelu, uporedno sa gregorijanskim kalendarom. Godine se u ovom kalendaru dijele na proste skraćene, proste obične, proste pune, kao i prestupne skraćene, prestupne obične i prestupne pune. Proste skraćene godine imaju 353 dana, proste obične 354 i proste pune 355 dana. Prestupne skraćene godine imaju 383 dana, prestupne obične 384 dana i prestupne pune 385 dana. Prosta godina ima 12 mjeseci: **Tišri, Hešvan, Kislev, Tevet, Ševat, Adar, Nisan, Ijar, Sivan, Tamuz, Ab, Elul**. U prostoj običnoj godini mjeseci imaju naizmjenično 30 i 29 dana. U prostoj punoj godini Hešvan ima 30 dana. U prostoj skraćenoj godini Kislev ima 29 dana. U prestupnim godinama se između mjeseci Ševata i Adara, dodaje još jedan mjesec od 30 dana, koji se zove Adar 1 dok

se Adar zove Adar 2. Prestupne su one godine koje pri deljenju sa 19 daju ostatak 0, 3, 6, 8, 11, 14 ili 17.

Interesantno je napomenuti da dan u jevrejskom kalendaru ne počinje u ponoć već zalaskom Sunca.

4.2 Kineski kalendar

Kineski kalendar je naziv za stari, tradicionalni kalendar koji se ranije primjenjivao u Kini. Ovaj se kalendar danas primjenjuje isključivo u religijske svrhe za određivanje datuma vjerskih praznika, dok se u državnoj administraciji koristi gregorijanski kalendar.

Slično jevrejskom, u pitanju je lunisolarni kalendar sa 12 mjeseci sa po 29 ili 30 dana i 13. interkalarnim mjesecom koji se ubacuje u toku prestupnih godina. Za razliku od jevrejskog ne postoji fiksirano mjesto za ubacivanje dodatnog mjeseca, već se on umeće na svakih 24 odnosno 36 običnih mjeseci u skladu sa metonskim ciklusom. Takođe, mjeseci se obično imenuju samo rednim brojevima i nemaju specifična imena.

U Evropi je ovaj kalendar poznat po kineskom zodiacu i praznovjerju da se pomoću njega može odrediti ili čak i planirati pol bebe.

Bibliografija

- [1] Dershowitz, Nachum; Reingold, Edward M. Calendrical Calculations
- [2] P.J. Bearman, Th. Bianquis, C.E. Bosworth, E. van Donzel and W.P. Heinrichs
Encyclopaedia of Islam
- [3] Miodrag Perović ISTORIJA MATEMATIKE
- [4] Philip Schaff History of the Christian Church
- [5] Introduction to Calendars, US Naval Observatory, Astronomical Applications
Department