



DODIR ZEMALJSKIH GEOSFERA

Uvod

Udžbenik „Fizička geografija“ prva je knjiga serije koja se sastoji od četiri sveska. Ostali dijelovi serije: Zemljopis Mađarske, Društvena geografija i Regionalna geografija.

Tko je u osnovnoj školi već više godina učio zemljopis, sigurno bi i sam znao odgovoriti na pitanje: čime se bavi zemljopis ili geografija? Ako kažemo da je tema povijesti vrijeme, onda zemljopis ispituje tajne prostora. Zanima se svim pojavama koje imaju prostornu rasprostranjenost na Zemlji. A to čini tako da zemljovid ne opisuje samo riječima, tj. ne kaže samo gdje se što nalazi na Zemlji, već otkriva i to zašto je nešto baš na danome mjestu, te kakve utjecaje i posljedice nosi sa sobom. Ovaj se svezak bavi pitanjima i problemima čiji je cilj utemeljenje zemljopisne spoznaje o našoj Zemlji i okolišu. Pri tome se koristi znanjem mnogih samostalnih znanosti koje su se odvojile od geografije. Tako veća poglavlja udžbenika prenose znanja iz astronomije, geologije, klimatologije itd.

U poglavlju „Naše mjesto u svemiru“ priopćeno je znanje iz astronomske geografije koje se odnosi na našu Zemlju. U geomorfološkom poglavlju prikazano je nastajanje reljefnih oblika koji nas okružuju.

U poglavlju „Utjecaj fizičkogeografske zonalnosti na život društva“ možemo se upoznati s povijesnim razvojem te povezanosti, s porastom svjetskoga stanovništva i njegovom rasprostranjenošću na Zemlji.

U nekim se poglavljima nalaze i uokvireni dijelovi teksta. Ti tekstovi tumače pojmove i tijekove (proces) čije je znanje bezuvjetno potrebno da bismo razumjeli čitavo gradivo poglavlja.

Opseg nekih poglavlja količinski je veći nego što se na jednom satu može svladati. Razgrađivanje tih poglavlja prepuštamo nastavnicima koji upotrebljavaju ovaj udžbenik, budući da smo nastojali sačuvati logičko jedinstvo gradiva.

Na osnovi naslova udžbenik se bavi fizičkom geografijom, ali se više puta osvrće na iskorištavanje prirodnih okolnosti i prirodne sredine, te njihovim utjecajem na život društva. U prvom desetljeću XXI. stoljeća jedna od najvažnijih tema zemljopisa upravo je vezana uz tzv. ekologiju. Većina ekoloških problema, naime, može se svesti na narušavanje ravnoteže prirodne sredine putem gospodarske djelatnosti. To su takvi tijekovi koji su čvrsto povezani s fizičkom, odnosno društvenom geografijom. Tim ekološkim pitanjima bave se uglavnom štiva koja se nalaze iza pojedinih poglavlja. Među štivima, međutim, nalazimo i drukčije tekstove. U njima možete čitati imena mađarskih znanstvenika i istraživača. Ulomci iz njihovih djela odaju počast istraživačima koji su radili na raznim poljima geoznanosti. Neki navodi (citati) govore o istraživačkim putovanjima, ekspedicijama u daleke krajeve. Mnoge znanstvene uspjehe opisane u udžbeniku možemo zahvaliti upravo takvim ekspedicijama.

Ako je udžbenik uspio u nekima pobuditi zanimanje za geoznanosti, možebitno želju da, onaj tko danas prelistava ovaj udžbenik, u budućnosti bude sljedbenik tih istraživača, onda autorov, urednikov i izdavačev rad nije bio uzaludan.

NAŠE MJESTO U SVEMIRU

Zemlja u svemiru

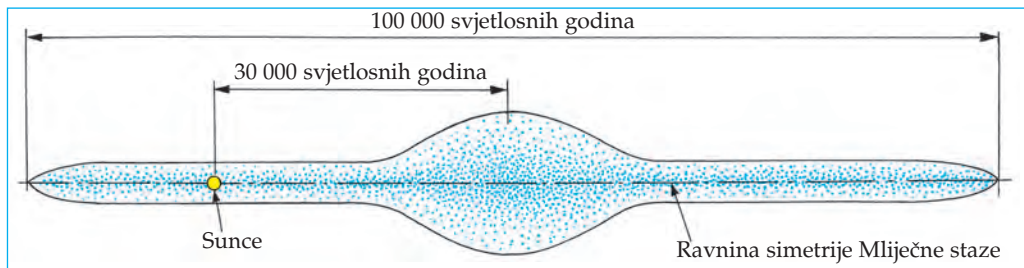
Zvezdoznance i obične ljude, filozofe i pisce fantastičnih romana već tisućljećima zanima pitanje gdje se naša Zemlja nalazi u beskrajnome svemiru, u univerzumu.

Od geocentrične slike svijeta do otkrića zvjezdanih sustava

Zemlju su u starom vijeku, među ostalim na temelju **Ptolemejeve** (100. – 178. nakon Krista) djelatnosti, zamišljali kao **središte svemira (geocentrična slika svijeta)**. Ta je teorija bila na snazi sve do XVI. stoljeća. **Kopernik** (1473. – 1543.) prvi je spoznao da Zemlja s ostalim planetima zajedno kruži oko Sunca (**heliocentrična slika svijeta**). Kopernikovu je zamisao dalje unaprijedio Galilei (1564. – 1642.), a **Kepler** (1571. – 1630.) izradio je zakone o kretanju planeta koji su na snazi sve do danas. Astronomska istraživanja u prošlom stoljeću dokazala su da je **Sunce središte samo Sunčeva sustava, a ne cijeloga svemira**. Sunčev je sustav **dio Mliječne staze (Galaksije)** koja se sastoji od **stotinjak milijardi zvijezda**. Osim Galaksije više od milijardu sličnih zvjezdanih sustava (**ekstragalaksija**) čini metagalaksiju što je još uvijek samo djelić čitavog univerzuma.

Mliječna staza

Mliječna staza (Kumovska slama, Galaksija) sastoji se od više milijardi zvijezda. Gledana odozgo, Mliječna staza slična spirali. Ako je pak gledamo sa strane, podsjeća nas na dva duboka tanjura okrenuta jedan prema drugomu (*1. slika*). Moramo zamisliti zamašne tanjure, jer **promjer Mliječne staze iznosi 100 000 svjetlosnih godina** (svjetlosna godina = udaljenost koju svjetlo u vakuumu pređe za godinu dana krećući se brzinom od 300 000 km/s, tj. oko deset milijuna [10^{13}] km). U središtu prostora, koji obuhvaćaju tanjuri, nalazi se jezgra Mliječne staze, čija je masa jednaka otprilike s masom 100 milijuna Sunaca. Mliječna se staza sastoji od stotinjak milijardi (10^{11}) zvijezda. **Zvijezde su plinske kugle koje imaju vlastito svjetlo**. Jedna od tih zvijezda je i Sunce, središte našeg Sunčeva sustava. Sunce se od središta Mliječne staze nalazi na udaljenosti od 30 000 svjetlosnih godina.

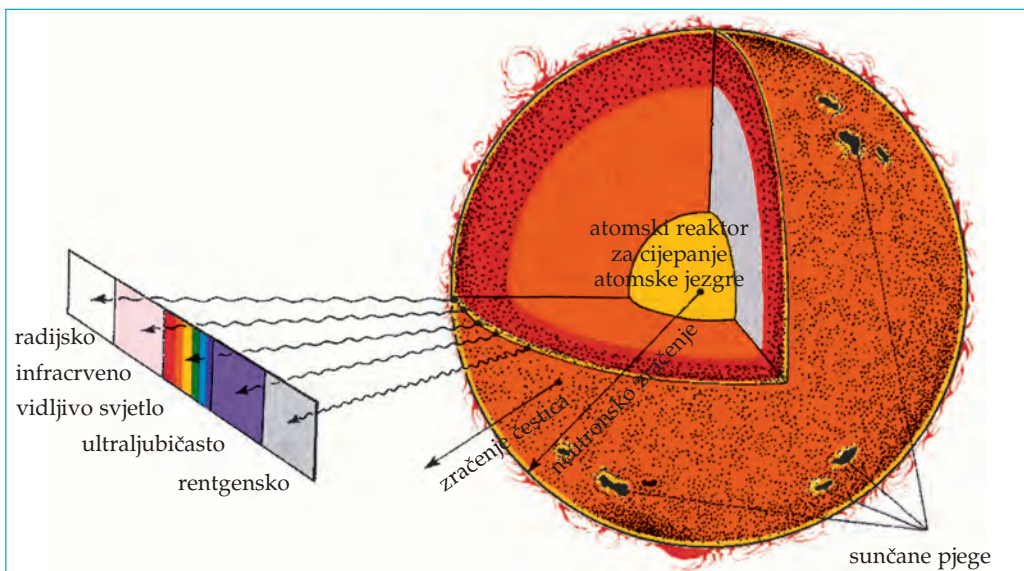


1. MLIJEČNA STAZA IZ PROFILA

Sunčev sustav

Sunčev sustav je ona zona Mliječne staze unutar koje dolazi do izražaja gravitacijski utjecaj Sunca. Radijus toga kuglastog prostora iznosi oko dvije svjetlosne godine.

Sunce je zvijezda plinovitog agregatnog stanja, a nalazi se u središtu Sunčeva sustava. Sunčev je promjer 110 puta veći od Zemljina promjera (1,4 milijuna km), a prema kemijskom sastavu sastoji se od 80% vodika i 20% helija.



2. SUNČEVA SE RADIJACIJA SASTOJI OD ELEKTROMAGNETSKOGA ZRAČENJA I ZRAČENJA ČESTICA

Sunčevu proizvodnju energije osigurava pretvaranje vodika u helij, što se zbiva kao reakcija u atomskoj jezgri. Taj će tijekom osigurati proizvodnju energije još 10-ak milijardi godina. Na Sunčevoj površini temperatura iznosi 6100 K. (Temperaturna skala u Kelvinovim stupnjevima [K] za ishodište smatra dosada postignutu najnižu temperaturu. To je apsolutna nula [-273 °C]. Dakle 0 °C jednako je sa 273 K.)

PODACI O VELIKIM PLANETIMA SUNČEVA SUSTAVA

	Masa	Obujam	Gustoća	Prosječna brzina kruženja	Vrijeme kruženja	Promjer ekvatora	Srednja udaljenost od Sunca	Broj mjeseci
	Zemlja = 1	Zemlja = 1	g/cm ³	km/s	Zemlja = 1 g	km	mill. km	
MERKUR	0,05	0,05	5,62	47,8	0,24	4 840	58	0
VENERA	0,81	0,83	5,09	35,0	0,62	12 228	108	0
ZEMLJA	1,00	1,00	5,51	29,8	1,00	12 756	150	1
MARS	0,10	0,15	3,97	24,1	1,88	6 770	228	2
JUPITER	317,81	1347,0	1,30	13,0	11,86	140 720	778	16
SATURN	95,11	770,5	0,68	9,6	29,46	116 820	1432	18
URAN	14,51	50,6	1,58	6,8	84,02	51 800	2884	17
NEPTUN	17,21	42,8	2,22	5,4	164,79	49 500	4509	8
PLUTON	0,18	0,01	1,10	4,7	248,6	2 400	5966	1

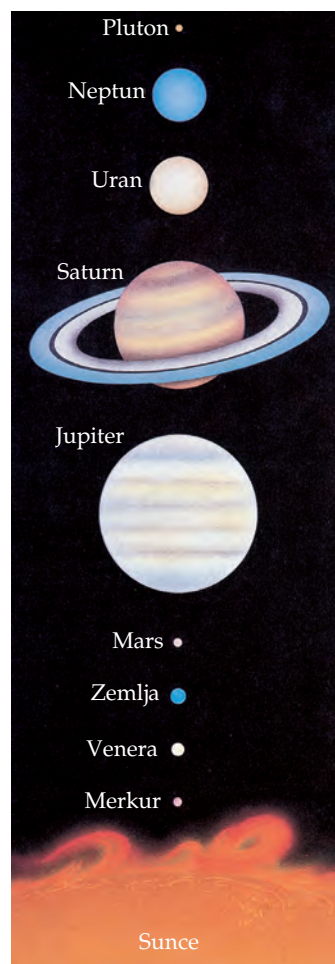
Devet velikih planeta možemo svrstati u dvije karakteristične skupine (1. tablica):

Sunčevom sustavu pripada devet velikih i oko 100 000 malih planeta. **Planeti su nebeska tijela koja kruže oko neke zvijezde** (u našem slučaju oko Sunca). **Nemaju vlastito svjetlo, samo odbijaju svjetlo zvijezde matice.**

a) Unutrašnjim planetima tipa Zemlje pripadaju Merkur, Venera, Zemlja i Mars koji se nalaze razmjerno blizu Sunca. Osim slične mase ti su planeti slični i po razmjerno velikoj gustoći (više od 3 g/cm³), odnosno po tome što imaju čvrstu litosferu.

b) Vanjski planeti tipa Jupitera (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun) znatno su veći od planeta tipa Zemlje. Gustoća planeta pretežito plinovitog agregatnog stanja veoma je mala (0,7 – 2,2 g/cm³). Druga značajka vanjskih planeta jest bogatstvo u mjesecima (ukupno više od 60 mjeseci). Mjesecom nazivamo pratioce planeta koji kruže oko planeta.

U taj sustav od dvije skupine samo se Pluton ne može jednosmisleno uvrstiti. On je najudaljeniji planet Sunčeva sustava. Na temelju dimenzija i svojstava slični unutrašnjim, a na osnovi udaljenosti od Sunca vanjskim planetima.



3. PLANETI SUNČEVA SUSTAVA

IMENIK VELIKIH PLANETA

MERKUR – Taj se veliki planet nalazi najbliže Suncu. Njegovu površinu pokrivaju prstenaste planine slične Mjesečevim kraterima. Ti su krateri vjerojatno ožiljci udara meteorita. Merkur praktično nema atmosferu.

VENERA – Na nebeskome svodu možemo je uočiti uglavnom u zoru, odnosno u sumrak. Zbog toga ju je narod nazvao Večernjačom ili Zornjačom. Dimenzije su joj veoma slične dimenzijama Zemlje. Atmosfera joj se sastoji od debeloga, neprobojnoga sloja oblaka.

MARS – Reljefni oblici slični su onima na Zemlji: reljef planeta ispresijecan je dolinama nekadašnjih rijeka i ledenjačkim dolinama, a mogu se prepoznati i golemi vulkani (među njima i najviša planina cijelog Sunčeva sustava, 27 km visok Mount Olympus). Na polovima se nalazi ledeni pokrivač.

JUPITER – Masa mu je dva i pol puta veća od ukupne mase svih ostalih planeta. U debeloj atmosferi prepoznamo oblake raspoređene u obliku pruga, odnosno goleme atmosferske vrtloge (npr. tzv. Velika crvena mrlja).

SATURN – Po dimenzijama nalazi se na drugome mjestu iza Jupitera. Poznat je prije svega po prstenastom sustavu koji je sastoji od sićušnih kamenčića i komadića leda.

URAN – Ističe se prije svega veoma brzim okretanjem oko osi. Rotacijska os i ekliptika približno su iste. Glavni sastojci atmosfere jesu vodik i helij.

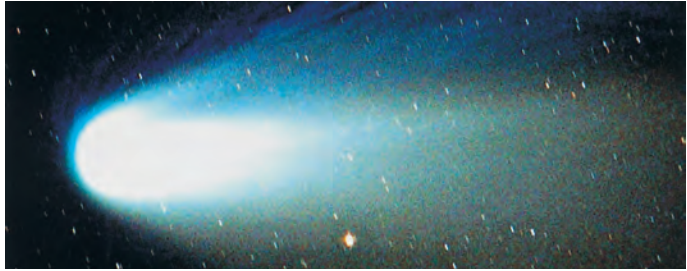
NEPTUN – Po sastavu atmosfere sličan je Uranu, a po veoma brzim vjetrovima i vrtlozima njegove atmosfere Saturnu.

PLUTON – Najudaljeniji planet Sunčeva sustava ne pripada ni sustavu planeta tipa Zemlje ni sustavu planeta tipa Jupitera. Prosječna gustoća mu je slična vanjskim planetima, a dimenzije unutrašnjim planetima.

Astronomi pri ispitivanju Sunčeva sustava za jedinicu udaljenosti upotrebljavaju astronomsku jedinicu (AJ). Vrijednost 1 AJ iznosi 150 milijuna km, što je jednako sa srednjom udaljenošću Sunce – Zemlja. Na temelju toga Pluton kruži oko Sunca na 40 AJ. (Te goleme dimenzije nemoguće je zamisliti. Za predočavanje se koriste raznim usporedbama. Ako npr. Sunce zamišljamo tolikom kuglom kao nogometna lopta, onda oko te nogometne lopte-Sunca Zemlja veličine svega paprova zrna kruži na udaljenosti od 30 m, Jupiter veličine teniske lopte na 150 m, a Pluton veličine svega gorušičina zrna na 1,5 km.)

Daljnji sastavni dijelovi Sunčeva sustava jesu kometi, meteori i međuplanetarna tvar. **Kometi** su nebeska tijela koja se sastoje od stijena i leda. Karakterističan rep kometa je oblak njihova ishlapljenog dijela koji se u blizini Sunca rastopi. **Meteori** su komadi stijena ili metala koji se zažare kada stignu u Zemljinu atmosferu. Dio im u atmosferi izgori, a dijelove koji padnu na Zemlju nazivamo meteoritima. **Međuplanetarna tvar** sastoji se od praha i plinova, a podrijetlom je djelomično od otpadaka kometa i meteora, djelomično pak potječe od Sunca (4. slika).

4. KOMET



Kako je mogao nastati Sunčev sustav?

Postanak Sunčeva sustava već stoljećima pokušavaju pojasniti raznim teorijama. Danas se većina znanstvenika zalaže za sljedeću teoriju koja još nije konačno izrađena i dokazana:

Sunčev je sustav postao od međuplanetarnog oblaka plina i praha koji se vrtložio kao dio Mliječne staze. Taj se oblak brže vrtio zbog stezanja vlastitoga gravitacijskog prostora. Pri vrtnji je duž „sredine“ oblaka krenulo strujanje tvari prema vani. Izdvajanje tvari preinačilo je magnetsko polje oblaka i brzinu vrtnje. Od plinovitog oblaka koji se nalazio u središtu vrtnje, postao je predak Sunca, a od izdvojene tvari postali su planeti. Neprekinut sudar i slijepljenje zrnaca prašine koja su se nalazila u plinu što je strujio prema vani, počeli su se oblikovati u blizini Sunca planeti tipa Zemlje, a od lakših elemenata koji su dospjeli dalje od Sunca postali su planeti tipa Jupitera.

Kao dokaz zajedničkog podrijetla i udaljavanja pri vrtnji možemo smatrati činjenicu da svi veliki i mali planeti kruže oko Sunca u istome smjeru sa Sunčevom vrtnjom, da osim nekih iznimaka i mjeseci u istome smjeru kruže oko planeta i da se – osim Venere i Urana – u tome smjeru vrte planeti oko svoje osi.

Jedan od jedne milijarde zvjezdanih sustava u svemiru jest Mliječna staza (Galaksija). Jedna od prosječnih zvijezda Mliječne staze jest Sunce čiji je gravitacijski prostor Sunčev sustav. Dijelovi Sunčeva sustava: Sunce, devet velikih planeta i njihovi mjeseci (više od 60), oko 100 000 malih planeta, kometi, meteori i međuplanetarna tvar (plin i prah).

Početak astronomije

Hod Sunca na nebu (danas već znamo da je to prividno), smjenjivanje dana i noći, slijed godišnjih doba, zvijezde koje se noću pojavljuju na nebu, prizor ponekoga blistavog kometa – rano su probudili čovjekovo zanimanje za tajne nebeskoga svoda. Znanja iz astronomije, međutim, bila su potrebna i za orijentiranje na moru, i za poljoprivredne radove.

Potrebe zemljoradnika zadovoljavale su i kamene građevine na Britanskom otoku koje su dugo smatrali tajanstvenima. To je stonehenški kameni krug (5. slika). Na ravnici bez drveća podignuti kameni blokovi visoki su 6 – 8 m, a težina im dostiže 30 – 40 tona. U srednjem vijeku smatrali su ih građevinama velikog čarobnjaka Merlina, a u XX. stoljeću velikom maštom nadareni „istraživači“ na kamenju su mislili prepoznati figure u svemirskoj odjeći. Kameni krug u Stonehengeu zapravo je kameni kalendar koji su



5. STONEHENGE

podigli ljudi prije 3600 – 3800 godina. Na osnovi raspoređenosti kamenja mogli su se izmjeriti mnogi važni astronomski smjerovi, npr. najdulji dan u godini, smjer izlazećeg Sunca u zoru ljetne ravnodnevice. Kameni je krug zemljoradnicima služio za utvrđivanje astronomskih podataka koji su za njih bili važni, kao npr. podaci vezani za hod Sunca i Mjeseca. Danas, u vrijeme astronomskih godišnjaka punih brojeva i tablica, doista je čudan kameni kalendar u Stonehengeu, ali je za ondašnjeg čovjeka to moglo biti najprirodnije i ujedno trajno pohranjivanje podataka.

*

Zlatno doba astronomije staroga vijeka bilo je u Grčkoj. Aristark (oko 320. – 250. prije Krista) već prije 1800 godina prije Kopernika na otoku Samosu poučavao je o heliocentričnoj slici svijeta. Naime, na temelju njegovih računanja Sunce je mnogo veće od Zemlje, zbog toga Zemlja mora kružiti oko Sunca. Aristarkovi rezultati trebaju imponirati i onda ako je poslije pobijedio ptolemejski nazor.

Potkraj III. stoljeća prije Krista živio je Eratosten koji je obavljao mjerenja i računanja u svezi s određivanjem opsega i promjera Zemlje koju je smatrao okruglom. U poznavanju različite kulminacijske visine Sunca iznad dva egipatska grada i udaljenosti između ta dva grada izračunao je Zemljin opseg. Eratostenov rezultat, premda je preračunavanje ondašnje jedinice mjere u kilometre donekle nesigurno, jedva odstupa od današnje prihvaćene vrijednosti od oko 40 000 km.

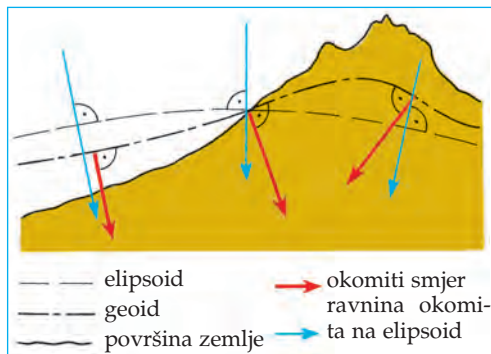
Zemlja kao nebesko tijelo

Oblik Zemlje

Zemlja je kuglastog oblika – naglašavali su već i starovjekovni grčki astronomi. Otkako su američki astronauti potkraj 1960-ih godina načinili snimku o cijeloj Zemlji s prozora svemirskoga broda koji je letio prema Mjesecu, o tome više ni za koga nema dvojbe. Međutim, za točno određivanje Zemljinog oblika nije dosta kazati da je Zemlja okrugla.

Zemlja – kako je to već poznato – vrti se oko svoje osi. Pod utjecajem centrifugalne sile koja nastupa pri vrtnji, naš se planet duž ekvatora izduljio, ispupčio. Zbog toga je Zemljin ekvatorski radijus (6378 km) veći od polarnog radijusa (6357 km). (Radijus kugle s istim oplošjem kao Zemlja bio bi 6371 km.) Taj nešto sploštjeni oblik, dakle, među geometrijskim tijelima ne možemo opisati kao kuglu, već kao **rotacijski elipsoid**.

Na kraju krajeva točan oblik Zemlje određuje raspoređenost mase u unutrašnjosti planeta. O tom ovisi, naime, točan smjer sile teže koji se može odrediti na pojedinim točkama oplošja, a taj je smjer upravo okomit na površinu Zemlje. Budući da je raspoređenost mase našega planeta neujednačena, **stvarni Zemljin oblik ocrta ona nivelirana površina koja je u svakoj točki okomita na smjer sile teže. Tu niveliranu površinu nazivamo geoidom (6. slika).**



6. PRAVI ZEMLJIN OBLIK JE GEOID

Zemljina kretanja

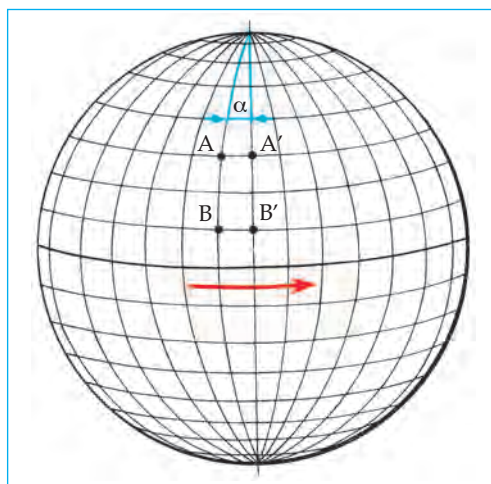
Zemlja se vrti oko svoje osi i kruži oko Sunca.

a) Vrtanja Zemlje oko osi (rotacija Zemlje)

Površinska točka uboda zamišljene Zemljine rotacijske osi jest Sjeverni i Južni pol. Oko te osi Zemlja za 24 sata prijeđe potpuni krug. Gledajući sa Sjevernog pola, Zemlja se vrti od zapada prema istoku, tj. u suprotnome smjeru nego kazaljke na satu.

Brzinu Zemljine vrtnje oko osi možemo karakterizirati vrijednostima **kutne brzine**, odnosno **perifernu brzinu** (7. slika). Pojedine točke oplošja, gledajući iz smjera rotacijske osi, za jedinično se vrijeme okrenu za isti kut, dakle, kutna im je brzina ista. Periferna brzina, međutim, ovisi o udaljenosti od rotacijske osi. Čim se više udaljavamo od rotacijske osi, tj. čim se više približavamo ekvatoru, periferna brzina – pri istoj kutnoj brzini – postaje sve veća. Lako možemo uvidjeti da je periferna brzina najveća kod ekvatora. (Vrijednost perifernu brzinu kod ekvatora iznosi 461 m/s, ali npr. kod 50° širine „već samo“ 300 m/s.)

Posljedica Zemljine vrtnje je smjenjivanje dana i noći.



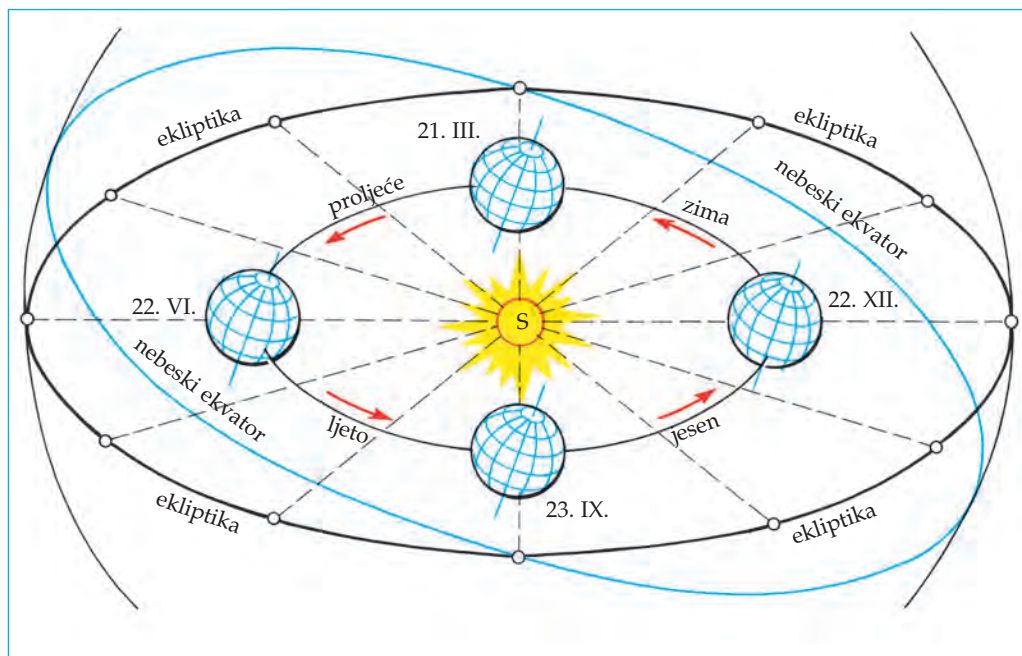
7. TUMAČENJE KUTNE I PERIFERNE BRZINE. DUŽ POJEDINIH USPOREDNICA POMAKU POD ISTIM KUTOM PRIPADAJU RAZLIČITE UDALJENOSTI

Promjena kojeg elementa vremena ovisi o tom procesu?

b) Kruženje Zemlje oko Sunca (Zemljina revolucija)

Zemlja oko Sunca kruži po elipsastoj stazi u čijem se jednom žarištu nalazi Sunce – proučava Keplerov prvi zakon. Vrijeme kruženja – zaokruženo – traje 365 i 1/4 dana.

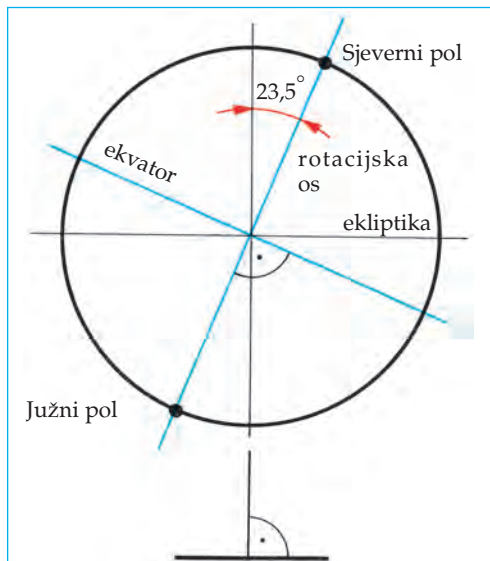
Ekliptika kruženja se ne poklapa s ravninom Zemljina ekvatora (8. slika). Veličina kuta koji zatvaraju dvije ravnine iznosi $23,5^\circ$. To odstupanje ravnina –



8. RAVNINA EKVATORA I EKLIPTIKE. NEBESKI JE EKVATOR EKVATORSKA RAVNINA PROJICIRANA NA NEBESKU KUGLU

uzevši za osnovu ekvator – nazivamo **nagibom ekliptike**. Njegova je vrijednost jednaka s kutom koji zatvaraju na ekliptiku okomita ravnina i Zemljina rotacijska os, tj. s kutom nagiba **rotacijske osi** (9. slika). (Kut koji zatvaraju Zemljina rotacijska os i ekliptika jednak je s dopunskim kutom prijašnjega kuta, tj. sa $66,5^\circ$.)

Zbog kruženja oko Sunca i nagiba rotacijske osi, duž iste usporednice, tijekom jedne godine mijenja se upadni kut sunčanih zraka. Posljedica toga je smjenjivanje godišnjih doba.



Zemlja je raščlanjena na geosfere

Zbog vrtnje oko osi i kruženja oko Sunca, te pod utjecajem sile teže, na Zemlji su se tvari plinovitog, tekućeg i krutog agregatnog stanja prema specifičnoj težini svrstale u geosfere. Te geosfere su atmosfera, hidrosfera i litosfera. Pojedine geosfere putem bezbroj tijekova stoje u složenom međusobnom odnosu jedna s drugom.

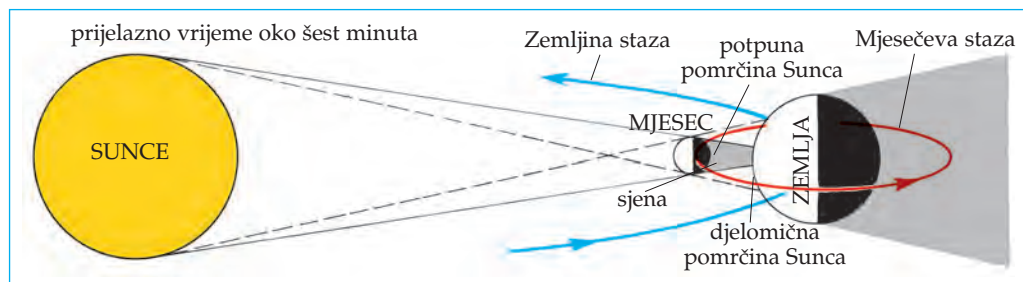
Zemljin Mjesec

Mjesec s promjerom od 3476 km kruži oko Zemlje po elipsastoj stazi, točnije kruži oko zajedničkoga središta mase Zemlje i Mjeseca. To središte mase nalazi se u unutrašnjosti Zemlje, jer je Zemljina masa oko 80 puta veća od Mjesečeve mase. Srednja udaljenost između Zemlje i Mjeseca iznosi 384 000 km. Vrijeme Mjesečeva kruženja jednako je s vremenom njegove vrtnje oko osi (27,3 dana). Zbog toga sa Zemlje vidimo uvijek istu stranu Mjeseca.

Mjesec nema vlastito svjetlo, svijetli samo pomoću odbijenoga svjetla sa Sunca. Njegov se sjaj mijenja prema Mjesečevim mijenama. Mjesečevim mijenama nazivamo svjetlosne promjene koje su vezane uz



kruženje oko Zemlje i koje traju 29 i 1/3 dana. Za vrijeme mladoga Mjeseca možemo računati na tamnu noć, jer se tada Mjesec ne vidi. U prvoj četvrti vidljiv Mjesečev srp sve se više povećava, a za vrijeme punoga Mjeseca vidimo čitav Mjesečev krug. Za vrijeme posljednje četvrti – četvrta Mjesečeva mijena – Mjesec opet „smršavi“ u tanak srp.



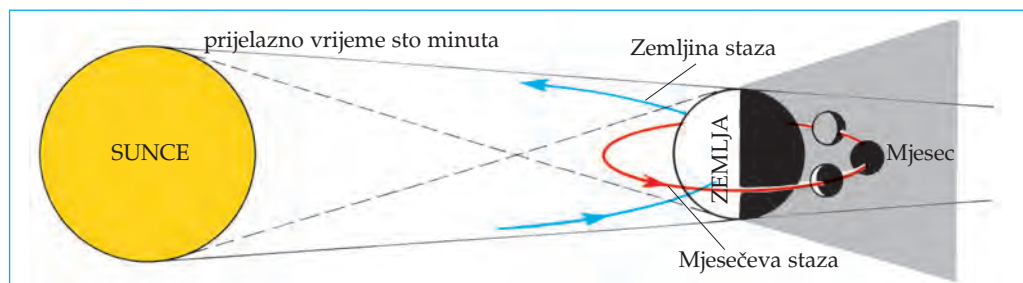
11. POMRČINA SUNCA



11. A) POMRČINA SUNCA



12. A) POMRČINA MJESECA



12. POMRČINA MJESECA

Pomrčina Sunca – pomrčina Mjeseca

Po čemu je poznat 11. kolovoza 1999.? (Vidi 11. sliku!)

Zemlju i Mjesec osvjetljuje Sunce. Ako tri nebeska tijela dospiju u istu crtu, i tako Zemlja ili Mjesec budu u sjeni jednog drugoga, dolazi do pomrčine. Vrijeme pomrčina, koje su nekada uzrokovale praznovjeren strah, točno možemo izračunati.

Pri mladomu Mjesecu može se dogoditi da **Mjesec zakloni Sunce, a sjena mu se projicira na Zemlju. Tada dolazi do pomrčine Sunca.** Na jednom dijelu Zemlje u potpunoj Mjesečevoj sjeni pomrčina Sunca je potpuna, a oko tog područja – u Mjesečevoj polusjeni – pomrčina Sunca je djelomična (11. slika).

Za vrijeme punoga Mjeseca Zemlja može projicirati sjenu na Mjesec. To je pomrčina Mjeseca koja također može biti potpuna ili djelomična (12. slika).

Zemlju kao geometrijsko tijelo možemo opisati kao rotacijski elipsoid, a stvarni oblik kao geoid. Geoid je nivelirana površina koja je u svakoj točki okomita na silu teže. Najvažnija kretanja Zemlje: vrtnja oko zamišljene osi, odnosno kruženje oko Sunca. Posljedica vrtnje oko osi je smjenjivanje dana i noći, a posljedica kruženja je smjenjivanje godišnjih doba. Mjesec kruži oko zajedničkoga središta mase sustava Zemlja – Mjesec koje se nalazi u Zemljinoj unutrašnjosti. Mjesečeve mijene uzrokuju promjene međusobnog položaja Sunca, Zemlje i Mjeseca.

Meteorski krateri – Zemljini ožiljci

Dan 30. lipnja 1908. godine svanuo je kao prosječan ljetni dan u srednjosibirskom području rijeke Kamene Tunguske. Oko podneva, međutim, na nebu je zablistala vatrena kugla, rasprsnula se uz golemu detonaciju, a nakon toga je uza zaglušni prasak udarila o zemlju. Nakon udara podigao se više kilometara visok oblak prašine i dima, a u krugu od 40 km od mjesta udara opustošene su sve šume. Atmosferski impulсни val je još i na 200 km udaljenosti porušio ljude na zemlju. Meteorit je eksplodirao još u zraku, a njegovi dijelovi koji su udarili o zemlju udubili su na površini na tucce kratera. Promjer najvećega kratera bio je veći od 50 m. Prema istraživanjima koja su obavljena od toga vremena, u zraku se rasprsnuo meteor s promjerom od 100-ak m.

Krateri Tunguskog meteora, međutim, mali su u odnosu na dimenzije Barringerova meteoritnoga kratera koji se nalazi u Arizoni u SAD-u. U okolici okrugloga kratera s promjerom od 1200 m izbrojili su 30-ak tona meteoritske tvari. Masu meteorita koji je udario o zemlju procjenjuju na 10 milijuna tona, a vrijeme udara na 20 – 25 000 godina.

Najveći meteoritski krater u Europi nalazi se u jugozapadnom dijelu Njemačke, u blizini gradića Nördlingena. Starost bazena Ries s promjerom od 20 km procjenjuju na 15 milijuna godina. U dubini bazena Ries skrivaju se nakon udara meteora opržene, pregorjele stijene kao što je npr. coezit nastao preobrazbom bjelutka. Budući da te skrivene stijene umnogome sličje Mjesečevim stijenama, potkraj 1960-ih godina u bazenu Ries organizirali su petrološku pripremu američkih astronauta koji su se spremali na Mjesec.

U ranom razdoblju Zemljina razvoja bile su etape kada su na naš planet padale prave meteoritske kiše. U naše vrijeme bilježi se 4-5 manjih udara meteorita godišnje.

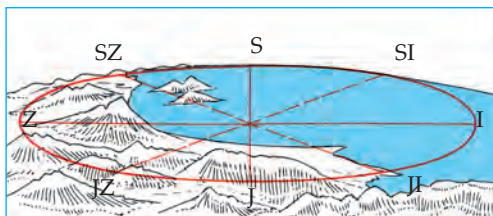
Orijentacija u zemaljskome prostoru i u vremenu

Za orijentaciju na Zemljinoj površini ljudi su se počevši od starog vijeka koristili kretanjem zvijezda, prije svega (djelomično prividnim) kretanjima Sunca i Mjeseca.

Geografsko određivanje mjesta na obzoru

Pogledamo li unaokolo na ravnome prostoru ili moru, vidimo kao da se nebeski svod i površina Zemlje dodiruju duž kružne crte. Ta je crta **obzor (horizont)**. Položimo li na tu crtu ravninu, središte te ravnine obzora jest naše stajalište ili drugim riječima mjesto promatranja (13. slika). Za orijentaciju na ravnini obzora dostatno je poznavanje pojedinih strana svijeta. S polovljenjem smjera četiriju glavnih **strana svijeta** (sjever [S], istok [I], jug [J] i zapad [Z]) dobijemo sporedne strane svijeta (SI, II, SZ, JZ), daljnjim polovljenjem ovih pak drugorazredne sporedne strane svijeta (SSI, ISI itd.). Sjeverni se smjer danju mogao odrediti na osnovi sjene okomitoga štapa koja se ocrtava pri kulminaciji Sunca (najkraća sjena

toga dana), a noću pomoću Sjevernjače. Sjevernjača se na nebeskome svodu nalazi u sjevernome produžetku Zemljine rotacijske osi.



13. NA RAVNINI OBZORA MOŽEMO SE ORIJENTIRATI PREMA STRANAMA SVIJETA

Geografsko određivanje mjesta na globusu

Na Zemlji (približno) loptastog oblika, međutim, već nije dostatna orijentacija samo pomoću strana svijeta. Na umanjenoj slici Zemlje, na globusu (i na zemljovidima) možemo se orijentirati **pomoću zemljopisnoga koordinatnog sustava**. Na oplošju kugle mreža se može konstruirati određivanjem najvećega kruga i dvije točke koje su na istoj udaljenosti od bilo koje točke danoga kruga. Na globusu najvećemu krugu odgovara ekvator, a dvjema točkama Sjeverni i Južni pol.

Zemljopisni koordinatni sustav sastoji se od usporednica ili paralela i od meridijana ili podnevnika. Usporednice koordinatnog sustava su ekvator i s njim usporedni (paralelni) krugovi. Meridijani koordinatnog sustava su krugovi povučeni preko polova. **Meridijane nazivaju i podnevnici** jer na svakome mjestu koje leži na danomu meridijanu Sunce kulminira u isto vrijeme. (Zbog već upoznate sploštenosti Zemlje ekvator je dulji [40 076 km] od meridijana [40 008 km]).

Za osnovnu ravninu pri mjerenju zemljopisne širine, sam od sebe nudi se **ekvator koji Zemlju dijeli na sjevernu i južnu polutku**. Vrijednost kuta usporednica daje onaj kut koji zatvara ekvatorska ravnina i radijus povučen od središta

Zemlje do danoga mjesta. Zbog toga **vrijednosti zemljopisne širine** i na sjevernoj i na južnoj polutki **variraju od 0° do 90° (sjeverne i južne širine)**. Širine bliže ekvatoru nazivamo niskim, a od njega postupno udaljenije **visokim zemljopisnim širinama**. Udaljenost između pojedinih usporednica iznosi 111 km. Među usporednicama – na temelju nagiba ekliptike i nagiba Zemljine osi – **duž $23,5^\circ$ sjeverne i južne širine možemo odrediti obratnice (Sjevernu [Rakovu] i Južnu [Jarčevu]), a duž $66,5^\circ$ sjeverne i južne širine polarnice (Sjevernu i Južnu)**.

Različno od usporednica, među meridijanima ne može se jednosmisleno odrediti početni krug. Za **početni meridijan** – na temelju sporazuma iz 1884. godine – prihvaćen je meridijan koji **prolazi kroza zvjezdarnicu u Greenwichu** (grinič), a koja se nalazi u jednome londonskom predgrađu. (Vidi štivo iza poglavlja!) **Greenwički meridijan dijeli Zemlju na zapadnu i istočnu polutku**. Vrijednost kuta meridijana daje kutna udaljenost izmjerena na ekvatorskome krugu, a računata od početnog meridijana. **Vrijednosti zemljopisne dužine mogu se dakle mijenjati između 0° i 180° i na istočnoj i na zapadnoj polutki (istočna i zapadna dužina)**. (Vrijednosti širine i dužine mjerene u stupnjevima sastoje se od tzv. kutnih minuta [$'$], [$1^\circ = 60'$]. Obratnice i polarnice nalaze se dakle na $23^\circ 30'$, odnosno na $66^\circ 30'$.)

Pomoću stupnjeva širine i dužine možemo odrediti mjesto bilo koje točke na Zemljinoj površini.

Računanje vremena, mjerenje vremena

Među jedinicama mjerenja vremena godina i dan ravnaju se prema prividnim kretanjima Sunca, zapravo se ravnaju prema vrtnji i kruženju Zemlje. Sustav dana i godina koji se ravnaju prema hodu Sunca, međutim, mnogo je složeniji nego što bismo na prvi pogled pomislili.

Dnevno računanje vremena

Dan je proteklo vrijeme između dvije uzastopne kulminacije Sunca. Iz drugoga Keplerova zakona, međutim, znamo da se Zemlja brže vrti kada je bliže Suncu, a sporije kada je dalje od njega. Zbog toga ni prividni hod Sunca nije točan, tj. ne kulminira uvijek nakon 24 sata. Zbog te netočnosti **stvarnog vremena** dana uveli su teoretski, zamišljeni prosječni dan čija je duljina uvijek 24 sata (prosječno vrijeme dana ili kraće prosječno vrijeme). Za godinu dana stvarno vrijeme dana može kasniti ili žuriti 15-ak minuta u odnosu na prosječno vrijeme dana. (Samo jedna vrsta sata pokazuje stvarno vrijeme dana, a to je sunčani sat.)

Međutim, ni prosječno vrijeme dana nije riješilo sve probleme. Kulminacija Sunca, naime, ovisi o zemljopisnoj dužini mjesta promatrača. Znamo da na svakoj točki istog meridijana (podnevnika) Sunce kulminira u isto vrijeme. Tako, međutim, doznamo tzv. **mjesno vrijeme**. Na drugome meridijanu Sunce kulminira u drugo vrijeme, tj. svaki meridijan ima svoje mjesno vrijeme. (Ako bi nam satovi