

www.vulkani.rs
office@vulkani.rs

Naziv originala:
Carl Sagan
COSMOS

Copyright © (1980 by Random House)

Copyright © (1980, 2006, 2013) by Carl Sagan, Druyan-Sagan Associate, Inc.

All rights reserved including the rights of reproduction
in whole or in part in any form.

Translation Copyright © 2019 za srpsko izdanje Vulkan izdavaštvo

ISBN 978-86-10-02913-0



Ova knjiga štampana je na prirodnom recikliranom papiru od drveća koje raste u održivim šumama. Proces proizvodnje u potpunosti je u skladu sa svim važećim propisima Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja Republike Srbije.

Karl Segan

KOSMOS

Preveo Zoran Živković

VULKAN
IZDAVAŠTVO

Beograd, 2019.

Posvećeno En Drajan

„U ogromnosti prostora i neizmerju vremena radost je moja
što delim jednu planetu i jedno razdoblje sa Eni.“

SADRŽAJ

Uvod	7
1. Obale kosmičkog okeana	13
2. Jedan glas u kosmičkoj fugi	26
3. Saglasje svetova	46
4. Raj i pakao	74
5. Bluz za crvenu planetu	101
6. Priče putnika	131
7. Kičma noći	155
8. Putovanja kroz prostor i vreme	184
9. Životi zvezda	204
10. Na rubu večnosti	228
11. Postojanost pamćenja	253
12. „Encyclopaedia galactica“	274
13. Ko govori u ime Zemlje?	297
Prvi dodatak:	
„Reductio ad absurdum“ i kvadratni koren iz dva	323
Drugi dodatak:	
Pet Pitagorinih pravilnih tela	325

UVOD

„Doći će vreme kada će pomna istraživanja, sprovedena tokom dugih razdoblja, izneti na svetlost dana stvari koje sada leže skrivene. Jedan životni vek, čak i kad bi potpuno bio posvećen nebu, ne bi bio dovoljan da se izučí tako ogroman predmet... Stoga će se to znanje steći tek posle dugog niza epoha. Doći će vreme kada će naši potomci biti zapanjeni činjenicom da mi nismo znali stvari koje su njima same po sebi jasne... Mnoga otkrića sačuvana su za potonja razdoblja, kada spomeni na nas već budu izbledeli. Naš svet bio bi turoban i ništavan kada svakoj epohi ne bi nudio nešto novo za istraživanje... Priroda ne otkriva svoje tajne odjednom i svima.“

„*Naturales quaestiones*“, Seneka, VII knjiga, prvi vek

U starim vremenima, u svakodnevnom razgovoru i običajima, sasvim banalni ovozemaljski događaji dovođeni su vezu sa najvećim kosmičkim zbivanjima. Lep primer u ovom smislu jeste jedna bajalica protiv crva, za koje su Asirci pre tri hiljade godina smatrali da izazivaju zubobolju. Ona počinje nastankom Vaseljene, a završava se lekom protiv zubobolje:

Pošto je Anu stvorio nebesa,
a nebesa stvorila zemlju,
a zemlja stvorila reke,
a reke stvorile kanale,
a kanali stvorili močvare,
a močvare stvorile crva,
crv iziđe pred Šamaša, plačući,
a suze mu se slivahu pred Eu:
„Šta ćeš mi dati za jelo,
šta ćeš mi dati za piće?“
„Daću ti suvih smokava
i kajsija.“
„Šta će mi to? Suve smokve
i kajsije!
Podigni me među zube,
da obitavam u desnima!“
Neka te Ea zgromi svojom moćnom rukom,
o crve,
zato što si to poželeo!
(Bajalica protiv zubobolje.)
Lek: Slabo pivo... i ulje izmešaj;
Bajalicu tri puta kaži, a onda stavi lek na zub.

Naši preci silno su želeli da dokuče svet, ali za to im je nedostajao pravi metod. Zamisljali su da je Vaseljena mala, prijatna i uređena, kao i da su sile što upravljaju njome bogovi poput Anua, Ee i Šamaša. U toj Vaseljenu ljudi su igrali važnu, ako ne i središnju ulogu. Bili smo prisno povezani sa svom ostalom prirodom. Lečenje zubobolje slabim pivom počivalo je na najdubljim kosmološkim tajnama.

Danas raspoložemo jednim moćnim i elegantnim sredstvom za dokučivanje Vaseljene, metodom čiji je naziv nauka; ona nam je otkrila jednu tako drevnu i tako ogromnu Vaseljenu da spram nje svi ljudski poslovi na prvi pogled izgledaju beznačajni. Udaljili smo se od Kosmosa. On je postao dalek i bez uticaja na našu svakodnevicu. Ali nauka je ustanovila ne samo da se Vaseljena odlikuje zapanjujućom, ushićujućom veličanstvenošću, ne samo da je dostupna čovekovom razumevanju, već i da smo mi, u jednom krajnje stvarnom i dubokom smislu, deo tog Kosmosa, da nas je on iznedrio, da nam je sudbina neraskidivo povezana sa njim. Najtemeljnija ljudska zbivanja, kao i ona nejbeznačajnija, sežu do Vaseljene i njenog nastanka. Ova knjiga posvećena je razmatranju te kosmičke perspektive.

Tokom leta i jeseni 1976. učestvovao sam sa još stotinu kolega naučnika u istraživanju planete Mars, kao član ekipe koja je analizirala snimke dobijene sa lendera letelica „Viking“. Prvi put u ljudskoj istoriji dva svemirska vozila spustila su se na površinu jednog drugog sveta. Ishodi, o kojima se detaljnije govori u petom poglavlju, bili su spektakularni, a istorijski značaj misije sasvim očigledan. Pa ipak, široka publika gotovo da ništa nije doznala o ovom velikom događaju. Novine su mu posvetile sasvim malo pažnje; televizija je gotovo potpuno prenebregla celu stvar. Kada je postalo izvesno da neće biti dat konačan odgovor na pitanje ima li života na Marsu, zanimanje je još više splasnulo. Nesigurnosti nisu nailazile na razumevanje. Kada smo ustanovili da je nebo Marsa, u stvari, ružičasto-žuto, a ne plavo, kako je u prvi mah pogrešno bilo izvešteno, okupljeni novinari dočekali su ovu ispravku horom zvižduka – oni su želeli da Mars bar u ovom pogledu bude sličan Zemlji. Smatrali su da će zanimanje publike za Mars početi naglo da opada ako se bude ispostavljalo da je on sve manje nalik na Zemlju. Predeli na Marsu su, međutim, očaravajući, a pred vidicima koji se pružaju na njemu zastaje dah. Bio sam ubeđen, na osnovu vlastitog iskustva, da postoji ogromno globalno zanimanje za istraživanje planeta, kao i za mnoge srodne predmete naučnog izučavanja – kao što su nastanak života, Zemlja i Kosmos, traganje za vanzemlajskom inteligencijom, naša povezanost sa Vaseljenom. Takođe sam bio uveren da se ovo zanimanje može veoma podstaći posredstvom najmoćnijeg medija javnog komuniciranja, televizije.

Istog mišljenja bio je i B. Džentri Li, upravnik odeljenja za analizu podataka i planiranje misija „Viking“, čovek izuzetnih organizacionih sposobnosti. Odvažno smo odlučili da ovim povodom nešto sami preduzmemo. Li je predložio da osnujemo proizvodnu kompaniju posvećenu širenju nauke na zanimljiv i dostupan način. Tokom potonjih meseci razmotrili smo izvestan broj projekata. Ubedljivo najzanimljiviji predlog potekao je od televizijske stanice KCET iz Los Anđelesa, koja pripada mreži javne televizije. Konačno je postignut dogovor da se pristupi radu na televizijskoj seriji od trinaest epizoda, koja bi bila usredsređena na astronomiju, ali bi istovremeno sagledavala stvari i iz najšireg ljudskog ugla. Bilo je zamišljeno da se obraća laičkoj publici, da u vizuelnom i muzičkom pogledu bude prvorazredna, kao i da u podjednakoj meri deluje na um i osećanja. Obavili smo razgovore sa finansijerima, angažovali smo izvršnog producenta, i tako smo počeli trogodišnji projekat pod nazivom „Kosmos“. U času kad ovo pišem procenjujemo da će seriju širom sveta videti sto četrdeset miliona ljudi, odnosno tri odsto žitelja planete zemlje. Pošli smo od pretpostavke da je gledalište znatno inteligentnije nego što se obično smatra; da najdublja naučna pitanja o prirodi i nastanku sveta pobuđuju zanimanje i znatiželju ogromnog broja ljudi. Razdoblje u kome živimo veliko je raskršće naše civilizacije, a možda i naše vrste. No, ma kojim putem da krenemo, sudbina nam je neraskidivo povezana sa naukom. Razumevanje nauke za nas je od suštinske važnosti, budući da nam od toga zavisi sam opstanak. Osim toga, nauka pruža zadovoljstvo; evolucija se postarala za to da uživamo u razumevanju – oni koji razumeju, naime, imaju više izgleda za opstanak. Televizijska serija „Kosmos“ i ova knjiga predstavljaju ogled za koji se nadamo da će uspeti da dočara deo zamisli, metoda i radosti nauke.

Knjiga i televizijska serija rađene su zajedno. U izvesnom smislu svaka od njih temelji se na onoj drugoj. Mnoge ilustracije u ovoj knjizi uzete su iz izvrsnog vizuelnog materijala pripremljenog za televizijsku seriju. Ali knjiga i televizijska serija imaju donekle različitu publiku i odlikuju se drugačijim pristupom. Jedna od velikih vrlina knjige jeste to što čitaocu omogućava da se često vraća na nejasne ili teške delove; sa usavršenjem tehnologije video-kaseta i video-ploča, ovo odskora počinje da biva izvodljivo i sa televizijom. Pisac uživa znatno veću slobodu u određenju opsega i dubine razmatranja date teme u jednom poglavlju nego televizijski autor, kome na raspolaganju stoji prokrustovskih pedeset osam minuta i trideset sekundi efektivnog programa, bez reklamnih umetaka. Ova knjiga seže znatno dublje u mnoge teme nego televizijska serija. Postoje teme o kojima se raspravlja u knjizi, ali ne i u televizijskoj seriji – i obrnuto. U trenutku

kad ovo pišem još je neizvesno da li će u televizijsku verziju biti uvršćen niz crteža Alise i njenih prijatelja u uslovima snažne i slabe sile teže, rađen po uzoru na radove ser Džona Tenijela. Drago mi je što su te divne ilustracije jednog izvrsnog umetnika, Brauna, našle mesto ovde, zajedno sa prigodnim tekstom. Sa druge strane, ovde se ne javlja podrobno prikazivanje Kosmičkog kalendara, koje je dato u televizijskoj seriji – delimično i zato što se o ovoj temi već raspravlja u mojoj knjizi „Rajski zmajevi“; isto tako, ovde ne govorim opširno o životu Roberta Gadarda zato što sam njemu posvetio jedno poglavlje u knjizi „Brokin mozak“. Ali svaka epizoda televizijske serije u velikoj meri se poklapa sa odgovarajućim poglavljem iz ove knjige; bio bih srećan kad bi zadovoljstvo u gledanju, odnosno u čitanju, bilo osnaženo potonjim čitanjem, odnosno gledanjem.

Zbog jasnoće, u izviesnom broju slučajeva o nekoj zamisli govori se u više navrata – ona se najpre pominje ovlaš, da bi kasnije bila podrobnije razrađena. Tako, na primer, u prvom poglavlju dat je opširan uvod u prirodu kosmičkih tela, a iscrpnije je reč o njima dalje u knjizi; isto važi i kada su posredi mutacije, encimi i nukleinske kiseline, o kojima se prvi put govori u drugom poglavlju. U nekoliko slučajeva, hotimice je odstupljeno od hronološkog redosleda. Primera radi, zamisli starih grčkih naučnika izložene su u sedmom poglavlju, dok je o Johanu Kepleru reč već u trećem. Ovo sam učinio stoga što smatram da se sud o Grcima najbolje može doneti tek pošto se vidi kakva su oni dostignuća zamalo propustili da ostvare.

S obzirom na to da je nauka nerazdvojivi deo sveukupnog ljudskog pregalaštva, o njoj se ne može raspravljati bez ponekad površnog, a ponekad suštinskog dovođenja u vezu sa izvesnim brojem društvenih, političkih, religijskih i filozofskih nazora. Čak se i pri snimanju jedne televizijske serije o nauci nailazilo na poteškoće uzrokovane globalnom zaokupljenošću vojnim delatnostima. Prilikom simuliranja istraživanja Marsa u Mohavskoj pustinji, uz korišćenje modela lendera letelice „Viking“ u prirodnoj veličini, često su nas prekidali naleti aviona vazduhoplovnih snaga Sjedinjenih Američkih Država, angažovanih u bombarderskim vežbanjima na obližnjem poligonu. U Aleksandriji, u Egiptu, svakog jutra od devet do jedanaest, naš hotel bio je meta na kojoj su pripadnici egipatskih vazduhoplovnih snaga vežbali mitraljiranje u brišućem letu. Na Samosu, u Grčkoj, tek smo u poslednjem trenutku dobili dozvolu za snimanje na bilo kom mestu na ostrvu zbog manevara jedinica NATO pakta, kao i zbog građenja mreže podzemnih i brdskih utvrđenja za artiljeriju i tenkove. U Čehoslovačkoj, korišćenje vokitokija za organizacione potrebe prilikom snimanja na nekom seoskom putu privuklo je pažnju jednog lovačkog aviona čeških vazduhoplovnih

snaga, koji je stao da kruži iznad nas, sve dok mu na češkom nisu pružena uveravanja da nije posređi nikakvo ugrožavanje nacionalne bezbednosti. U Grčkoj, Egiptu i Čehoslovačkoj agenti državnih službi bezbednosti na svakom koraku pratili su našu filmsku ekipu. U Kalugi, u Sovjetskom Savezu, želeli smo da snimimo materijal za predviđeno izlaganje o životu ruskog pionira astronautike Konstantina Ciolkovskog, ali smo u tome osujećeni; kako smo kasnije saznali, uzrok ovome bila su suđenja disidentima koja je trebalo da se održe u tom mestu. Naši snimatelji nailazili su na veliku predusretljivost u svakoj zemlji koju smo posetili; ali takođe se svuda osećala globalna vojna prisutnost, strah u srcima nacija. Ovo iskustvo osnažilo je moju rešenost da kad god je to potrebno razmatram i društvena pitanja, kako u seriji, tako i u knjizi.

Sušтина nauke je u činjenici da ona ispravlja samu sebe. Ishodi novih ogleda i nove zamisli postojano rešavaju stare tajne. Na primer, u devetom poglavlju raspravlja se o okolnosti da Sunce, kako izgleda, stvara premalo neobičnih čestica koje se nazivaju neutriini. Navedena su i neka predložena objašnjenja. U desetom poglavlju raspravlja se o tome da li u Vaseljenu ima dovoljno materije da se obustavi razuđivanje dalekih galaksija, kao i da li je Vaseljena beskrajno stara, što bi značilo da uopšte nije stvorena. Možda su u obe ove nedoumice malo više svetlosti u međuvremenu uneli ogledi Frederika Rajnsa sa Kalifornijskog univerziteta, koji smatra da je otkrio (a) da se neutriini javljaju u tri različita stanja, od kojih su samo u jednom dostupni neutriinskim teleskopima kojima se izučava sunce; (b) za razliku od svetlosti, neutriini poseduju masu, tako da sila teže svih neutriina u svemiru može da doprinese zatvaranju Kosmosa, odnosno sprečavanju da se on zauvek širi. Potonji ogledi pokazaće da li su ove zamisli ispravne. Ali one valjano predočavaju neprekidno i pomno preispitivanje stečenih znanja, što je od temeljne važnosti za naučno pregalaštvo.

Kada je posređi jedan projekat ove veličine, nemoguće je izraziti zahvalnost svima koji su na neki način doprineli njegovom ostvarenju. No, neka imena naprosto se ne mogu zaobići. Tu je pre svih B. Džentri Li; zatim televizijska ekipa serije „Kosmos“, na čelu sa glavnim producentima Džefrijem Hajns-Stajlsom i Dejvidom Kenardom i izvršnim producentom Edrijanom Malunom; pa umetnici Jon Lomberg (koji je odigrao ključnu ulogu u prvobitnim projektima i organizovanju rada na vizuelnom materijalu za „Kosmos“), Džon Elison, Adolf Šaler, Rik Sternbah, Don Dejvis, Braun i En Norsija; konsultanti Donald Goldsmit, Oven Džindžerič, Pol Roks i Dajana Akerman; Kameron Bek; uprava KCET-a, a posebno Greg Andorfer, koji nam je prvi izložio ponudu ove kompanije, Čak Alen, Vilijem Lemb i Džejsms

Loper; tu su i finansijeri i koproducenti televizijske serije „Kosmos“, među kojima su „Atlantic Richfield Company“, „Corporation for Public Broadcasting“, „Artur Vining Davis Foundations“, „Alfred P. Sloan Foundation“, „British Broadcasting Corporation“ i „Polytel International“. Ostali koji su pomagali oko priređivanja činjeničkog materijala ili oko pristupa navedeni su na kraju knjige. Razume se, međutim, da je krajnja odgovornost za sadržinu knjige moja. Dugujem zahvalnost osoblju izdavačke kuće „Random House“, a naročito urednici En Fridgud i dizajneru Robertu Oličinu, na njihovom umešnom radu i strpljenju u trenucima kada su rokovi za televizijsku seriju i knjigu počeli da se sudaraju. Posebno sam zahvalan Širli Arden, koja je, u svojstvu mog izvršnog pomoćnika, prekucavala rane verzije ove knjige, a potom vodila nadzor nad svim stupnjevima njenog objavljivanja na svoj uobičajeno vedar i stručan način. To je samo jedan od mnogo pogleda u kojima projekat „Kosmos“ spada u njenu zaslugu. Zahvalniji sam nego što sam to kadar da izrazim upravi Univerziteta Kornel, koja mi je odobrila dvogodišnje odsustvo zbog rada na ovom projektu, mojim tamošnjim kolegama i studentima, kao i mojim kolegama iz NASA, JPL-a i ekipe za analizu snimaka „Vikinga“.

Najveću zahvalnost za pisanje „Kosmosa“ dugujem En Drajan i Stivenu Soteru, koji su zajedno sa mnom priredili tekst za televizijsku seriju. Oni su ostvarili temeljit i obiman doprinos osnovnim zamislima i onome što stoji u vezi sa njima, kao i opštem intelektualnom ustrojstvu epizoda, odnosno prikladnosti stila. Duboko sam im zahvalan na pomnom i kritičkom čitanju prvobitnih verzija ove knjige, na konstruktivnim i stvaralačkim opaskama koje su dovele do mnogih potonjih revizija, kao i na ogromnoj pomoći u pripremanju televizijskih skripata, koje su višestruko uticale na sadržinu ove knjige. Istinsko uživanje koje sam iskusio u našim čestim raspravama jedna je od mojih najdražih nagrada za rad na projektu „Kosmos“.

Itaka i Los Anđeles, maj 1980.

1.

OBALE KOSMIČKOG OKEANA

„Prvi ljudi koji su stvoreni i sazđani nazvani su Vrač Kobnog Smeħa, Vrač Noći, Raščupanac i Crni Vrač... Bili su obđareni pameću i uspeli su da pojme sve što postoji na svetu. Kada bi se osvrnuli, u trenu bi sagledali sve što ih okružuje, a naizmenice su se upuštali u dokućivanje nebeskog luka i okruglog zemnog šara... (a onda Tvorac reće): „Znaju sve... šta ćemo sada sa njima? Neka im pogled dopire samo do onoga što je blizu; neka vide tek krajićak zemnog šara!... Zar po prirodi nisu ubogi stvorovi koje smo mi sazđali? Moraju li i oni da budu bogovi?“

„Popol Vuh“ naroda Maja-Kviće

„Jesi li pojmiio ogromnost zemlje?“

„Gde je put do obitavališta svetlosti,“

„A gde mesto tmine...?“

„Knjiga o Jovu“

„Dostojanstvo mi valja tražiti ne u svemiru, već u vlastitim mislima. Nimalo neću biti bogatiji ako posedujem svetove. U svemiru, bezmerje me okružuje i tu bivam progutan poput atoma; u mislima, pak, dokućujem svet.“

„PensQes“, Blez Paskal

„Poznato je konačno, nepoznato je beskonačno; u intelektualnom pogledu, nalazimo se na ostrvcu usred bezgraničnog okeana neobjašnjenosti. Dužnost svakog pokolenja je da od mora otrgne još malo kopna.“

T. H. Haksli, 1887.

Kosmos je sve što postoji, što je ikada postojalo i što će ikada postojati. Čak i najbezazlenija pomisao na Kosmos izaziva nespokoj u nama – žmarci nam prođu niz kičmu, glas nam zadrhti, obuzme nas nelagodno osećanje, slično kakvom dalekom spomenu na padanje sa velike visine. Postajemo svesni da pristupamo najvećoj među svim tajnama.

Veličina i starost Kosmosa nadmašuju sposobnosti običnog ljudskog poimanja. Izgubljen negde između bezmernosti i večnosti nalazi se naš sićušni planetni dom. Posmatrano iz kosmičke perspektive, većina ljudskih preduzetništva izgleda beznačajno, čak tričavo. No, naša vrsta je mlada, radoznala i hrabra, a uz to i silno obećava. Tokom poslednjih nekoliko hiljada godina došli smo do najneverovatnijih i najneočekivanijih otkrića o Kosmosu i o našem mestu u njemu, preduzeli smo istraživanja na koja je uzbudljivo i samo pomisliti. Ona nas podsećaju na to da se čovek razvio da bi se čudio, da razumevanje donosi radost, da je znanje preduslov opstanka. Uveren sam da naša budućnost zavisi od togau kojoj ćemo meri upoznati Kosmos u kome plovimo poput zrnca prašine na jutarnjem nebu.

Pomenuta istraživanja temeljila se na skeptičnosti i mašti. Mašta će nas često odvoditi do svetova kojih nikada nije bilo. Ali bez nje nikuda ne bismo stigli. Skeptičnost nam omogućava da razlučimo uobrazilju od činjenica, da proverimo naša razmišljanja. Kosmos je neizmerno bogat – u pogledu elegantnih činjenica, sjajnih međuodnosa, tananih mehanizama koji ulivaju strahopoštovanje.

Površina Zemlje predstavlja obalu kosmičkog okeana. Sa nje smo naučili gotovo sve ono što danas znamo. Odskora smo koraknuli i u more, zapravo samo smo zamočili nožne prste, ili se, u najboljem slučaju, pokvasili do članaka. Voda izgleda vrlo privlačno. Okean nas mami. Jedan deo našeg bića shvata da je to zov sa mesta odakle potičemo. U nama se javlja žudnja da se tamo vratimo. Ovakva htenja ne predstavljaju, kako mi se čini, izraz nepoštovanja, iako bi mogla da uznemire eventualne bogove.

Razmere Kosmosa toliko su velike da bi za potrebe njihovog opisivanja bilo besmisleno posezati za poznatim mernim jedinicama udaljenosti, kao što su metri ili milje, koje su sasvim prikladne u slučaju Zemlje. Umesto toga svemirske razdaljine merimo brzinom svetlosti. Za jednu sekundu svetlosni zrak prevali približno tri stotine hiljada kilometara, što predstavlja sedmostruki obim Zemlje. Za osam minuta on stiže sa Sunca na Zemlju. Stoga se može reći da je Sunce udaljeno od nas osam svetlosnih minuta. Za godinu dana zrak svetlosti pređe približno deset biliona kilometara svemirskog prostora. Ta jedinica dužine, razdaljina koju svetlost prevali za jednu godinu, naziva

se svetlosna godina. Njome se meri ne vreme nego udaljenost – i to ogromna udaljenost.

Zemlja predstavlja mesto. No, ona nipošto nije jedino mesto. Nije čak ni tipično. Nijedna planeta, zvezda ili galaksija ne mogu da budu tipične zato što je Kosmos poglavito prazan. Jedino tipično mesto nalazi se u ogromnom, hladnom, sveopštem vakuumu, u večnoj noći međugalaktičkog prostora – mesto tako neobično i samotno da u poređenju sa njim planete, zvezde i galaksije izgledaju bolno retke i predivne. Ukoliko bismo nasumce bili postavljeni u Kosmos, izgledi da se obremo u blizini neke planete bili bi manji od jedan prema milijardu biliona biliona (10^{33} , odnosno to je jedinica iza koje se pruža niz od trideset tri nule). U svakodnevnom životu takve verovatnoće ravne su nemogućnosti. Svetovi su prave dragocenosti i retkosti.

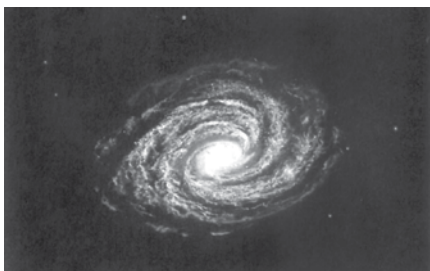
Ukoliko bismo posmatrali sa neke međugalaktičke tačke gledanja, videli bismo, razučene poput morske pene na talasima svemira, nebrojene, slabašne, pramenaste pipke svetlosti. To su galaksije. Neke među njima predstavljaju samotne lualice; većina, međutim, ulazi u sastav jata, u kojima sa, zbijene, neprekidno kreću kroz veliku kosmičku tminu. Pred očima nam se pruža Kosmos u najvećim razmerama za koje znamo. Nalazimo se u carstvu maglina, osam milijardi svetlosnih godina od Zemlje, na pola puta do ruba poznate Vaseljene.

Galaksije se sastoje od gasa, prašine i zvezda – milijardi i milijardi zvezda. Svaka zvezda može biti nečije sunce. Galaksije obiluju zvezdama, svetovima, a možda i živim stvorenjima, inteligentnim bićima i civilizacijama kadrim da premošćuju svemirske razdaljine. Ali, posmatrana izdaleka, jedna galaksija podseća me pre na zbirku divnih predmeta – morskih školjki, možda, ili korala, proizvoda pregalaštva prirode tokom eona u kosmičkom okeanu.

Postoji približno sto milijardi (10^{11}) galaksija, od kojih svaka u proseku sadrži po stotinu milijardi zvezda. U svim galaksijama ima možda isto toliko planeta koliko i zvezda: $10^{11} \times 10^{11} = 10^{22}$, odnosno deset milijardi biliona. S obzirom na ovaj uistinu kolosalan broj, kolika je verovatnoća da samo oko jedne obične zvezde, Sunca, kruži jedna nastanjena planeta? Zašto bismo baš mi, zabačeni u jedan zabiti ugao Kosmosa, bili toliko srećni? Meni izgleda znatno verovatnije da Vaseljena kipti životom. No, mi, ljudi, to još pouzdano ne znamo. Tek smo počeli istraživanja. Sa razdaljine od osam milijardi svetlosnih godina imali bismo ozbiljnih poteškoća da razaberemo čak i jato u čiji sastav ulazi Mlečni put, a da ne pominjemo Sunce ili Zemlju. Jedina planeta za koju pouzdano znamo da je nastanjena predstavlja mrvicu od kamena i metala, koja slabašno sjaji odraženom Sunčevom svetlošću i koja je sa pomenute udaljenost bespogovorno nevidljiva.



Mlečni put viđen iz tačke malo iznad ravnj njegovih spiralnih krakova koje osvetljava više milijardi toplih, mladih, plavih zvezda. U daljini se vidi galaktičko jezgro, koje blešti sjajem starijih, crvenijih zvezda. Slika Jona Lamberga.



Tipična spiralna galaksija. Slika Jona Lamberga.

Ali naredna etapa našeg putovanja vodi nas do ustrojstva koje astronomi na Zemlji obično nazivaju „lokalna grupa galaksija“. Prečnika nekoliko miliona svetlosnih godina, ona se sastoji od približno dvadeset galaksija. Posredi je razređeno, tamno i neupadljivo jato. Jedna od galaksija u njemu je i M 31, koja se, posmatrano sa Zemlje, nalazi u sazvežđu Andromeda. Slično ostalim spiralnim galaksijama, ona takođe predstavlja ogroman vatreni točak zvezda, gasa i prašine. M 31 ima dva mala satelita, patuljaste eliptične galaksije, sa kojima je povezana gravitaciono, odnosno istim onim zakonom fizike koji mene drži prikovanog za stolicu. Zakoni prirode isti su širom Kosmosa. Sada nas od matičnog sveta deli dva miliona svetlosnih godina.

Iza M 31 nalazi se još jedna, veoma slična galaksija; posredi je Mlečni put, čiji se spiralni kraci lagano okreću, praveći puni krug jednom u četvrt milijarde godina. Sada kada smo od doma udaljeni još četrdeset hiljada svetlosnih godina, hitamo ka masivnom središtu matične galaksije. No, ukoliko želimo da pronađemo Zemlju, moramo da promenimo smer kretanja i da se uputimo prema dalekoj periferiji Mlečnog puta, ka jednom tamnom mestu blizu ivice udaljenog spiralnog kraka.

Čak i između spiralnih krakova najupečatljiviji utisak ostavljaju zvezde koje hrle kraj nas – neprekidni niz izuzetno samosjajnih zvezda, od kojih su neke krhke poput mehura od sapunice i toliko velike da

u njih može da stane deset hiljada Sunaca ili bilion Zemalja, dok su druge sitne poput omanje varoši, ali zato stotinama milijardi puta gušće od olova. Neke zvezde su samotne poput Sunca. Većina ih, međutim, im pratioce. Sistemi su poglavito dvočlani – dve zvezde koje orbitiraju jedna oko druge. No, postoji postupna gradacija, počev od tročlanih sistema, preko razvejanih jata sazdanih od nekoliko desetina zvezda, do velikih zbijenih jata, u kojima blista po milion sunaca. Članovi pojedinih binarnih sistema toliko su blizu da se dodiruju, odnosno zvezdana građa neprekidno teče među njima. Ali većina ih je razmaknuta na udaljenost koja odgovara onoj između Jupitera i Sunca. Neke zvezde, takozvane supernove, sjajne su poput čitave galaksije u čiji sastav ulaze; druge, crne rupe, nevidljive su sa udaljenosti od svega nekoliko kilometara. Neke sijaju postojanim sjajem; druge nesigurno trepere ili žmirkaju ravnomernim ritmom. Neke se okreću svečano i elegantno; druge se, pak, tako mahnito vrte da se izobličuju do spljoštenosti. Većina ih sija poglavito vidljivom i infracrvenom svetlošću; ima, međutim, i takvih koje predstavljaju blistave izvore rendgenskih talasa i radio-talasa. Plave zvezde su tople i mlade; žute zvezde, konvencionalne i sredovečne; crvene zvezde, često postarije i na umoru; a male, bele ili crne zvezde već su u samrtnom ropcu. Mlečni put sadrži oko četiri stotine milijardi zvezda svih vrsta, čije se kretanje odlikuje složenom i skladnom gracioznošću. Od svih tih zvezda žitelji Zemlje za sada izbliza poznaju samo jednu.

Svaki zvezdani sistem predstavlja ostrvo u svemiru, karantinski ograđeno od suseda svetlosnim godinama. Mogu da zamislim stvorenja na nebrojenim svetovima, sa iskrama mudrosti, koja sva u prvi mah smatraju da je njihova majušna planeta i možda nekoliko sunaca sve što postoji. Mi rastemo u izolovanosti. Tek postupno i polako postajemo svesni Kosmosa.

Neke zvezde su po svoj prilici okružene milionima beživotnih, kamenih, sićušnih svetova; to su planetni sistemi zamrznuti na nekom ranom stupnju svog razvoja. Možda većina zvezda ima planetne sisteme prilično slične našem: na periferiji im se nalaze velike, gasne planete sa prstenovima i ledenim mesecima, a bliže središtu mali, topli, plavobeli svetovi, prekriveni oblacima. Na nekim među njima možda se razvio inteligentni život, koji je preuzeo globalni neimarski poduhvat prekraranja površine matične planete. To su naša braća i naše sestre u Kosmosu. Da li se oni mnogo razlikuju od nas? Kakav im je oblik, kakva im je biohemija, neurobiologija, istorija, politika, nauka, tehnologija, umetnost, muzika, religija, filozofija? Možda ćemo jednog dana to saznati.

Sada smo stigli do našeg dvorišta, na jednu svetlosnu godinu od Zemlje. Sunce je optočeno loptastim rojem džinovskih pahuljica,

sazdanih od leda, kamena i organskih molekula: kometnim jezgrima. S vremena na vreme, slabašan gravitacioni uticaj neke zvezde u prolazu nagna poneku od njih da zaplovi ka unutrašnjem Sunčevom sistemu. Tu je Sunce zagreva, što uzrokuje isparavanje leda i obrazovanje ljupkog kometnog repa.

Približavamo se planetama našeg sistema, ovećim svetovima, zarobljenicima Sunca, gravitaciono prinuđenim da se kreću gotovo kružnim orbitama, poglavito grejanim Sunčevom svetlošću. Pluton, prekriven metanskim ledom i u pratnji svog samotnog, džinovskog meseca Harona, osvetljen je dalekim Suncem, koje odatle izgleda samo kao sjajna tačka svetlosti na potpuno crnom nebu. Džinovski gasni svetovi, Neptun, Uran, Saturn – biser Sunčevog sistema – i Jupiter, svi imaju porodice ledenih meseca. Iza područja gasnih planeta i orbitirajućih ledenih bregova nalaze se topla, stenovita ostrva unutrašnjeg Sunčevog sistema. Tu je, na primer, crvena planeta Mars, sa visokim vulkanima, velikim raselinskim dolinama, džinovskim, globalnim peščanim olujama i, možda, izvesnim jednostavnim oblicima života. Sve planete kruže oko Sunca, najbliže zvezde, tog pakla vodoničnog i helijumovog gasa koji učestvuje u termonuklearnim reakcijama, plaveći Sunčev sistem svetlošću.

Konačno, na kraju našeg putovanja, vraćamo se našem sićušnom, krhkom, plavobelom svetu, izgubljenom u kosmičkom okeanu, čije razmere daleko nadmašaju dosege i najodvažnije uobrazilje. To je svet među istinski nebrojenim mnoštvom drugih. On može biti od značaja jedino za nas. Zemlja je naš dom, naš roditelj. Naša vrsta života nikla je i razvila se ovde. Tu je ljudska rasa postala punoletna. Na ovom svetu stekli smo strast prema istraživanju Kosmosa i na njemu sami kujemo, uz nešto patnje i bez ikakvih jemstava, vlastitu sudbinu.

Dobro došli na planetu Zemlju, svet plavog, azotnog neba, okeana tečne vode, svežih šuma i mekih livada, svet koji, izvan svake sumnje, buja životom. Posmatrano iz kosmičke perspektive, on je, kao što sam rekao, dirljivo predivan i redak; ali za sada je i jedini. Na celom našem putovanju kroz prostor i vreme samo smo za njega pouzdano ustanovili da je bio poprište prerastanja kosmičke materije u život i svest. Mora da postoji mnoštvo takvih svetova raštrkanih po svemiru, ali naše traganje za njima počinje ovde, na temeljima sakupljene mudrosti muškaraca i žena naše vrste, pabirčene po veliku cenu tokom miliona godina. Mi smo povlašćeni po tome što imamo priliku da živimo među sjajnim i strastveno ljubopitljivim ljudima, kao i u vreme kada traganje za znanjem uživa opšte uvažavanje. Ljudska bića, koja u krajnjoj liniji potiču sa zvezda i samo privremeno i kratkotrajno nastanjuju svet nazvan Zemlja, otisnula su se na dugi povratak u matično stanište.

Do otkrića da je Zemlja mali svet došlo je, kao i u slučaju tolikih drugih važnih čovekovih otkrića, na drevnom Bliskom istoku, u vreme koje neki ljudi nazivaju treće stoleće pre nove ere, u najvećoj metropoli tog doba, egipatskom gradu Aleksandriji. Tu je živio čovek po imenu Eratosten. Jedan njegov zavirljivi savremenik nazvao ga je „Beta“, po drugom slovu grčkog alfabeta, zato što je, prema njegovom mišljenju, Eratosten bio drugi na svetu u svemu čega bi se latio. No, nama danas izgleda izvesno da je Eratosten u svemu bio „Alfa“. Bio je astronom, istoričar, geograf, filozof, pesnik, pozorišni kritičar i matematičar. Naslovi knjiga koje je napisao kreću se u rasponu od „Astronomije“ do „O slobodi od bola“. Takođe je bio upravnik velike Aleksandrijske biblioteke, gde je jednog dana pročitao u nekoj papirusnoj knjizi da u južnoj pograničnoj varoši Sijeni, blizu prve Nilove katarakte, u podne 21. juna štapovi okomito pobodeni u zemlju ne bacaju nikakvu senku. Za letnje dugodnevice, najdužeg dana u godini, dok časovi mile ka podnevu, senke stubova hrama postaju sve kraće. U podne, sasvim iščezavaju. Odraz sunca tada se može videti u vodi na dnu dubokog bunara. Sunce se nalazi tačno povrh glave.

Bilo je to uočavanje koje bi nekom drugom po svoj prilici promaklo. Štapovi, senke, odrazi u bunarima, položaj Sunca, od kakve bi važnosti mogle biti te jednostavne, svakodnevne stvari? Ali Eratosten je bio naučnik, a njegova razmišljanja o pomenutim običnostima promenila su svet; na izvestan način, u stvari, ona su stvorila jedan svet. Ljubopitljivost je nagnala Eratostena da preduzme jedan ogled da proveriti, zapravo, da li i u Aleksandriji okomito pobodeni štapovi ostaju bez ikakve senke 21. juna. Pokazalo se, međutim, da je senke ipak bilo.

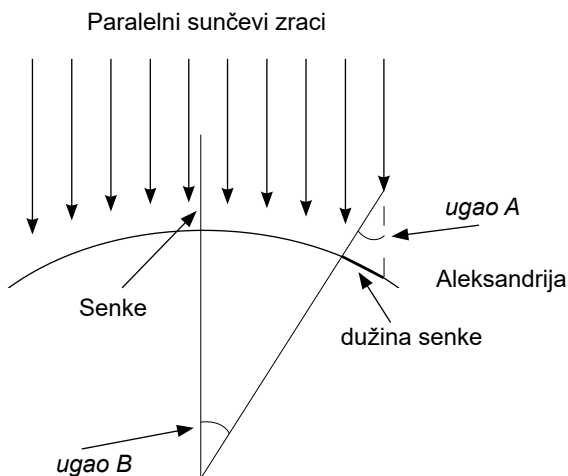
Eratosten se zapitao kako to da, u istom trenutku, štap poboden okomito u Sijeni ne baca nikakvu senku, dok isto tako poboden štap u Aleksandriji, daleko na severu, ima popriličnu senku. Zamislite kartu drevnog Egipta sa dva okomita štapa jednake dužine, od kojih je jedan poboden u Aleksandriji, a drugi u Sijeni. Pretpostavite, zatim, da nekog određenog trenutka nijedan od ova dva štapa ne baca senku. Ovu pojavu bilo bi veoma lako razumeti, pod uslovom da je Zemlja ravna. Sunce bi se tada nalazilo tačno iznad. Ukoliko bi oba štapa bacala senke podjednake dužine, to bi takođe imalo smisla na ravnoj Zemlji: Sunčevi zraci bili bi u tom slučaju iskošeni pod istim uglom u odnosu na dva štapa. Ali kako se može dogoditi da u istom trenutku u Sijeni nema nikakve senke, dok je ona u Aleksandriji izrazita?

Jedini mogući odgovor, shvatio je on, jeste da je površina Zemlje zakrivljena. I ne samo to: što je ova zakrivljenost veća, veća je i razlika u dužinama senki. Sunce se nalazi toliko daleko da su njegovi zraci

uporedni kada stignu do Zemlje. Štapovi pobodeni pod raznim uglovima u odnosu na pravac dolaženja Sunčevih zraka bacaju senke različite dužine. S obzirom na uočenu razliku u dužinama senki, udaljenost između Aleksandrije i Sijene morala je da iznosi oko sedam stepeni duž površine Zemlje; drugim rečima, ukoliko zamislite da se štapovi pružaju sve do središta Zemlje, oni bi se tu preseicali pod uglom od sedam stepeni. Sedam stepeni približno iznosi pedeseti deo od tri stotine šezdeset stepeni, što predstavlja puni obim zemlje. Eratosten je znao da razdaljina između Aleksandrije i Sijene dostiže približno osam stotina kilometara zato što je angažovao jednog čoveka da to prepešači i izmeri. Osam stotina kilometara puta pedeset iznosi četrdeset hiljada kilometara; toliko, dakle, mora biti obim Zemlje.

Ishod je bio tačan. Eratostenova jedina pomagala bila su štapovi, oči, noge i mozak, kao i sklonost ka preduzimanju ogleda. Pomoću njih on je izračunao obim Zemlje, uz grešku od svega nekoliko postotaka, što predstavlja izuzetan poduhvat, ima li se na umu da je ostvaren pre dve hiljade dve stotine godina. On je bio prvi čovek koji je tačno izmerio veličinu jedne planete.

Tadašnji svet Sredozemlja bio je poznat po moreplovstvu. Aleksandrija je bila najveća pomorska luka na celoj planeti. Kad biste



Na osnovu dužine senke u Aleksandriji može se izmeriti ugao A. Potom nam jednostavna geometrija omogućava da zaključimo da je ugao B jednak uglu A – (ako dve uporedne prave preseca treća, neizmjenični unutrašnji uglovi koje ona zaklapa sa njima su jednaki). Tako je Eratosten, umerivši dužinu senke u Aleksandriji, došao do zaključka da je Sijena odatle udaljena $A = B = 7^\circ$ po obimu zemlje.