

Karlo Roveli

POREDAK VREMENA

Preveo
Goran Skrobonja

■ Laguna ■

Naslov originala

Za Ernesta, Biloa i Edoarda

Karlo Roveli
THE ORDER OF TIME

Copyright © ???

Copyright © 2019 ovog izdanja, LAGUNA



Kupovinom knjige sa FSC oznakom pomažete razvoj projekta
odgovornog korišćenja šumskih resursa širom sveta.

NC-COC-016937, NC-CW-016937, FSC-C007782

© 1996 Forest Stewardship Council A.C.

Sadržaj

Možda je vreme misterija najveća od svih	9
PRVI DEO: VREME SE KRUNI	15
1. Gubitak jedinstva	17
2. Gubitak smera	25
3. Kraj sadašnjosti	41
4. Gubitak nezavisnosti	57
5. Kvanti vremena	77
DRUGI DEO: SVET BEZ VREMENA	87
6. Svet ne čine stvari, već događaji	89
7. Nedovoljnost gramatike	97
8. Dinamika kao relacija	107
TREĆI DEO: IZVORI VREMENA	117
9. Vreme je neznanje	119
10. Perspektiva	129
11. Šta se pojavljuje iz partikularnosti	141
12. Miris madlene	151
13. Izvori vremena	169
Sestra sna	179
<i>Podaci o slikama</i>	187
<i>Napomene</i>	189

Stihovi pre svakog poglavlja, osim ako nije drugačije naznačeno, potiču iz Horacijevih *Oda* koje je preveo Đulio Galeto i koje su objavljene u šarmantnoj knjižici s naslovom *In questo breve cerchio* (Verona: Edizioni del Paniere, 1980); prevod na engleski delo je Erika Segrea i Sajmona Karnela. Prevod na srpski: G. Skrobonja

Možda je vreme misterija najveća od svih

Čak i reči
koje govorimo sada
odneo je kradljivac vreme,
i ništa se vratiti ne može. (I, 11)

Stanem i ne radim ništa. Ništa se ne dešava. Ni o čemu ne razmišljam. Osluškujem kako prolazi vreme.

To je vreme, poznato i intimno. Ono nas nosi. Bujica sekundi, sati, godina koja nas baca prema životu da bi nas onda odvukla prema ništavilu... Mi nastanjujemo vreme onako kako riba živi u vodi. Naše bivstvo je bivstvo u vremenu. Njegova svečana muzika nas hrani, otvara svet za nas, muči nas, plaši i uljuljuje. Vaseljena se širi u budućnost vučena vremenom, i postoji u skladu s poretком vremena.

U hinduističkoj mitologiji reka kosmosa prikazana je svetom slikom Šive u plesu: njegov ples podržava tok

vaseljene; on je sam po sebi protok vremena. Šta bi moglo biti univerzalnije i očiglednije od tog *toka*?

A opet, stvari su donekle komplikovanije od toga. Stvarnost je često sasvim drugačija od onoga što se čini. Zemlja izgleda ravna, ali je zapravo sferna. Čini se da se Sunce kreće na nebu, iako se, u stvari, mi okrećemo oko njega. Ni struktura vremena nije kao što izgleda: ona se razlikuje od tog jednoobraznog, univerzalnog toka. Otkrio sam to, na sopstveno krajnje zaprepašćenje, u knjigama o fizici koje sam čitao kao student univerziteta: vreme funkcioniše drugačije nego što se čini.

U istim tim knjigama otkrio sam i da mi i dalje ne znamo kako vreme zapravo funkcioniše. Priroda vremena je možda najveća preostala misterija. Neobične niti povezuju ga s onim drugim velikim otvorenim misterijama: s prirodom uma, poreklom vasseljene, sudbinom crnih rupa, samim funkcionisanjem života na Zemlji. Nešto suštastveno nastavlja da nas vuče natrag prirodi vremena.

Čuđenje je izvor naše žudnje za znanjem,¹ a otkriće da vreme nije ono što smo mislili da jeste otvara hiljadu pitanja. Priroda vremena je bila u središtu mog životnog dela u teorijskoj fizici. Na sledećim stranicama izlažem ono što smo razumeli o vremenu i putevima kojim idemo u potrazi za načinom da ga bolje razumemo, kao i to šta tek treba da shvatimo i šta smo, koliko mi se čini, tek počeli da naziremo.

Zašto pamtimo prošlost, a ne budućnost? Da li postoji u vremenu, ili vreme postoji u nama? Šta zaista znači

kada kažemo da vreme „prolazi“? Šta povezuje vreme s našom prirodom kao osoba, sa našom subjektivnošću?

Šta to osluškujem dok osluškujem kako prolazi vreme?

Ova knjiga je podeljena u tri nejednaka dela. U prvom sumiram ono što je moderna fizika razumela o vremenu. To je kao da držite pahulju snega u rukama: postepeno, dok je proučavate, ona vam se topi među prstima i nestaje. Zgodno nam je da mislimo o vremenu kao o nečemu jednostavnom i fundamentalnom, što teče jednoobrazno, nezavisno od svega ostalog, iz prošlosti u budućnost, mereno časovnicima i satovima. Tokom vremena događaji vasseljene slede jedni za drugim na uređen način: kao prošlosti, sadašnjosti, budućnosti. Prošlost je fiksirana, budućnost otvorena... A opet, ispostavilo se da je sve to pogrešno.

Ispostavilo se da su karakteristična svojstva vremena, jedno za drugim, tek aproksimacije, greške određene našom perspektivom, baš poput toga da je Zemlja ravna, ili da se Sunce okreće oko nje. Rast našeg znanja doveo je do sporog dezintegriranja našeg pojma o vremenu. Ono što nazivamo „vremenom“ kompleksni je skup struktura,² slojeva. Pod sve pomnijom proverom, u sve većim dubinama, vreme je gubilo slojeve jedan za drugim, parče po parče. Prvi deo ove knjige pripoveda nam o tome kako se vreme kruni.

Drugi deo opisuje ono što nam je ostalo: prazan, vetrovit pejzaž gotovo lišen svakog traga temporalnosti. Čudan, strani svet koji je svejedno i dalje onaj kojem pripadamo.

To je kao da smo stigli u visoke planine, gde nema ničeg osim snega, stenja i neba. Ili kako su se sigurno Armstrong i Oldrin osećali kada su se zaputili preko nepomičnog peska meseca. Svet lišen sopstvene biti, da svetluca jalo-
vom i zabrinjavajućom lepotom. Fizika na kojoj ja radim – kvantna gravitacija – pokušaj je da se taj ekstremni i divan pejzaž shvati i podari mu se koherentan smisao. Da se spozna svet bez vremena.

Treći deo knjige je najteži, ali ujedno i ključan, onaj koji nas se najviše tiče. U svetu bez vremena mora i dalje postojati nešto što dovodi do vremena na koje smo navikli, s njegovim poretkom, s prošlošću koja se razlikuje od budućnosti, s glatkim tokom. Nekako, naše vreme mora da se pojavi oko nas, makar *za* nas i na našoj skali.³

Ovo je povratno putovanje natrag prema vremenu izgubljenom u prvom delu knjige kada smo pratili elementarnu gramatiku sveta. Kao u kriminalističkom romanu, sada tragamo za krivcem: za vinovnikom koji je stvorio vreme. Jedan po jedan otkrivamo sastavne delove vremena koje nam je poznato – ne, sada, u vidu elementarnih struktura stvarnosti, već pre kao korisne aproksimacije za nespretna i brljiva smrtna stvorenja kakva jesmo: u vidovima naše perspektive i onim vidovima, možda, koji su odlučujući u određivanju onoga što smo. Jer misterija vremena je konačno, možda, misterija nas samih pre nego kosmosa. Možda će se ispostaviti, kao u prvom i najvećem od svih detektivskih romana, Sofokleovom *Kralju Edipu*, da je vinovnik upravo detektiv.

Ovde se knjiga pretvara u plamenu magmu ideja, povremeno prosvetljavajućih, povremeno zbunjujućih. Ako odlučite da me pratite, odvešću vas do mesta koje je, uveren sam, doseglo naše znanje o vremenu: do samog ruba ogromnog noćnog i zvezdama načičkanog okeana svega što i dalje ne znamo.

PRVI DEO

Vreme se kruni

1.

Gubitak jedinstva

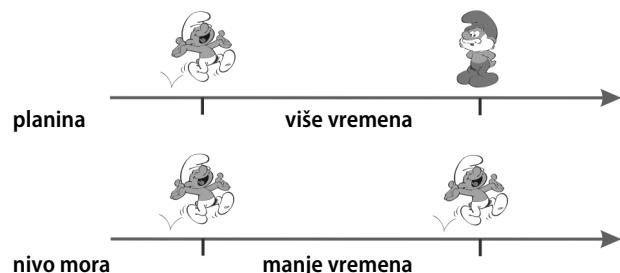
Devojke tako mile
u prepletu igara ljubavi
obasjane mesecom
u ove vedre noći. (I, 4)

Usporavanje vremena

Započnimo jednostavnom činjenicom: vreme prolazi brže u planinama nego na nivou mora.

Razlika je mala, ali može se izmeriti preciznim časovnicima koji se danas mogu kupiti na internetu za nekoliko hiljada funti. Uz malo prakse, svako može primetiti usporavanje vremena. Časovnicima iz specijalizovanih laboratorija to usporavanje vremena može se uočiti između nivoa međusobno udaljenih samo nekoliko centimetara: časovnik postavljen na pod radi malo sporije nego onaj na stolu.

Ne usporavaju samo časovnici: niže su svi procesi sporiji. Dva prijatelja se rastanu, s tim da jedan od njih živi u ravnici, dok drugi odlazi da se nastani u planinama. Sastaju se posle više godina: onaj koji je ostao dole, živio je manje, ostario je manje, mehanizam njegovog sata s kukavicom oscilovao je manje puta. Imao je manje vremena na raspolaganju, biljke su mu manje izrasle, njegove misli imale su manje vremena da se razviju... Niže naprosto ima manje vremena nego na visini.



Da li ovo iznenađuje? Možda. Ali tako svet funkcioniše. Vreme sporije prolazi na nekim mestima, brže na drugim.

Iznenađuje, možda, što je neko razumeo usporavanje vremena čitav vek pre nego što smo imali dovoljno precizne časovnike da to izmerimo. Njegovo ime je, naravno, Albert Ajnštajn.

Sposobnost da razumemo nešto pre nego što to opazimo nalazi se u srcu naučnog mišljenja. U antičko doba Anaksimandar je shvatao da se nebo proteže ispod naših nogu mnogo pre nego što su brodovi obišli oko Zemlje.

Na početku modernog doba Kopernik je shvatio da se Zemlja okreće mnogo pre nego što su astronauti s meseca videli kako ona to radi. Na sličan način, Ajnštajn je shvatio da vreme ne prolazi svugde jednoobrazno *pre* razvoja časovnika dovoljno preciznih da izmere različitu brzinu kojom ono prolazi.

Dok preduzimamo takve korake, učimo da su stvari koje su nam izgledale očigledne zapravo najobičnije predrasude. Činilo nam se očiglednim da je nebo iznad nas, a ne ispod; da nije tako, Zemlja bi pala. Činilo nam se očiglednim da se Zemlja ne pomera; inače bi se sve na njoj srušilo. To da vreme svuda prolazi podjednako brzinom izgledalo nam je podjednako *očigledno*... Deca odrastaju i otkrivaju da svet nije onakav kakav izgleda iz prostora unutar četiri zida njihovih domova. Čovečanstvo kao celina čini to isto.

Ajnštajn je sebi postavio pitanje koje je možda zbunjivalo mnoge među nama kada je proučavao silu gravitacije: kako Sunce i Zemlja mogu da „privlače“ jedno drugo bez dodirivanja i bez primene čega između njih?

On je tragao za uverljivim objašnjenjem i pronašao ga je zamislivši da se Sunce i Zemlja ne privlače neposredno, već i jedno i drugo postepeno deluju na ono što se nalazi između njih. A pošto se između njih nalaze samo prostor i vreme, on je zamislio da i Sunce i Zemlja modifikuju prostor i vreme oko sebe, baš kao što telo uronjeno u vodu izmešta vodu oko sebe. Ta modifikacija strukture vremena

opet utiče na kretanje tela dovodeći do toga da ona „padaju“ jedno prema drugom.¹

Šta znači ta „modifikacija strukture vremena“? Znači upravo goreopisano usporavanje vremena: masa usporava vreme oko sebe. Zemlja je velika masa i usporava vreme u svojoj blizini. Više to čini u ravnicama, a manje u planinama zato što su joj ravnice bliže. Zbog toga prijatelj koji ostane na nivou mora sporije stari.

Ako stvari padnu, to je usled tog usporavanja vremena. Tamo gde vreme prolazi jednoobrazno, u međuplanetarnom prostoru, stvari ne padaju. One lebde bez padanja. S druge strane, ovde, na površini naše planete, kretanje stvari prirodno se usmerava tamo gde vreme prolazi sporije, kao kada potrčimo niz plažu u more i otpor vode na našim nogama natera nas da padnemo naglavačke u talase. Stvari padaju nadole zato što tamo dole Zemlja usporava vreme.²

Stoga, čak i ako ne možemo to zaista da primetimo, usporavanje vremena svejedno ima ključne efekte: stvari padaju zbog njega, i to omogućava da nam stopala budu čvrsto na tlu. Ako nam stopala prijanjaju uz pločnik, to je zato što nam je čitavo telo prirodno okrenuto tamo gde vreme sporije prolazi – a vreme prolazi sporije za vašu stopala nego za vašu glavu.

Da li to izgleda čudno? Kao kada se, dok posmatramo kako sunce veličanstveno zalazi u suton, nestaje polako iza dalekih oblaka, iznenada setimo da se to ne kreće Sunce, već se okreće Zemlja, a mi otkačenim okom uma

sagledavamo čitavu našu planetu – i sebe s njom – u rotaciji unazad, dalje od Sunca. Vidimo to „ludim“ očima, kao Luda na brdu Pola Makartnija*: to je ekscentrično sagledavanje koje ponekad dobacuje dalje od našeg krmljivog, uobičajenog očinjeg vida.

Deset hiljada razigranih Šiva

Gajim trajnu strast prema delu Anaksimandra, grčkog filozofa koji je živio pre dvadeset šest vekova i shvatao da Zemlja lebdi u svemiru ne oslanjajući se ni na šta.³ Za Anaksimandrove misli znamo zahvaljujući drugim piscima. Sačuvan je samo jedan mali originalni fragment njegovih spisa – samo jedan:

Stvari se preobražavaju jedne u druge po nužnosti,
a pravdu iskazuju jedna drugoj po poretku vremena.

„Po poretku vremena“ (κατὰ τὴν τοῦ κρόνου τάξιν). Od jednog od ključnih, inicijalnih momenata u prirodnim naukama preostale su samo te nejasne, tajanstveno rezonantne reči, to pozivanje na „poredak vremena“.

Astronomija i fizika razvile su se sledeći taj putokaz koji nam je dao Anaksimandar: poimanjem toga kako se pojave događaju *po poretku vremena*. U antičko doba

* „The Fool on the Hill“ – pesma Bitlsa sa albuma *Magical Mystery Tour* iz 1967. (Prim. prev.)

astronomija je opisivala kretanje zvezda *vremenom*. Fizičke jednačine opisuju način na koji se stvari menjaju *vremenom*. Od Njutnovih jednačina, koje uspostavljaju temelje mehanike, do Maksvelovih za elektromagnetne fenomene; od Šredingerove jednačine koja opisuje kako evoluiraju kvantne pojave, do onih iz teorije kvantnog polja za dinamiku subatomske čestice: čitava naša fizika, i nauka generalno, bave se time kako se stvari razvijaju „po poretku vremena“.

Odavno je uspostavljena konvencija da se to vreme u jednačinama obeležava slovom t (reč za vreme počinje na t u italijanskom, francuskom i španskom, ali ne i u nemačkom, arapskom, ruskom ili mandarinskom jeziku). Šta to t označava? Ono označava broj koji izmeri sat. Jednačine nam govore kako se stvari menjaju dok prolazi vreme mereno časovnikom.

Ali ako različiti časovnici obeležavaju različito vreme, kao što smo gore videli, na šta t ukazuje? Kad se dva prijatelja ponovo sretnu pošto je jedan živio u planinama a drugi na nultoj nadmorskoj visini, časovnici na njihovim rukama pokazivaće različita vremena. Koje je od ta dva t ? U laboratoriji za fiziku časovnik na stolu i još jedan na podu rade različitom brzinom. Koji od ta dva pokazuje vreme? Kako da opišemo razliku između njih? Treba li da kažemo da je časovnik na podu usporio u odnosu na stvarno vreme zabeleženo na stolu? Ili da časovnik na stolu radi brže od stvarnog vremena koje je izmereno na podu?

To pitanje je besmisleno. Mogli bismo isto tako da pitamo šta je *najstvarnije* – vrednost funte u dolarima ili dolara u funtama. Ne postoji „istinitija“ vrednost; to su dve valute koje imaju vrednost *jedna u odnosu na drugu*. Ne postoji tačnije vreme. Postoje dva vremena koja se menjaju *relativno jedno prema drugom*. Niti jedno nije tačnije od drugog.

Ali ne postoje samo *dva* vremena. Vremena ima na kamare: za svaku tačku u svemiru postoji drugo. Nema jednog jedinog vremena; njih je ogromno mnoštvo.

Vreme koje pokazuje pojedini časovnik koji meri neki konkretan fenomen naziva se u fizici „sopstveno vreme“. Svaki časovnik ima sopstveno vreme. Svaki fenomen koji se dogodi ima sopstveno vreme, sopstveni ritam.

Ajnštajn nam je dao jednačine koje opisuju kako se sopstvena vremena razvijaju *u relativnom odnosu jedno prema drugom*. Pokazao nam je kako da izračunamo razliku između dva vremena.⁴

Jedan kvantitet „vremena“ topi se u paukovu mrežu vremena. Ne opisujemo kako svet evoluira u vremenu: opisujemo kako stvari evoluiraju u lokalnom vremenu, i kako lokalna vremena evoluiraju *u relativnom odnosu jedno prema drugom*. Svet nije kao četa koja stupa korakom jednog komandira. On je mreža događaja koji utiču jedni na druge.

Tako je vreme opisano u Ajnštajnovoj opštoj teoriji relativnosti. Njegove jednačine nemaju jedno „vreme“; one imaju bezbroj vremena. Između dva događaja, baš

kao između dva časovnika koji su razdvojeni i potom ponovo spojeni, trajanje nije jedno.⁵ Fizika ne opisuje kako stvari evoluiraju „u vremenu“, već kako stvari evoluiraju u sopstvenom vremenu, i kako „vremena“ evoluiraju u relativnom odnosu jedna prema drugim.*

Vreme je izgubilo svoj prvi aspekt sloja: svoje jedinstvo. Ono ima različiti ritam na svakom drugom mestu i ovde prolazi drugačije nego tamo. Stvari u ovom svetu prepliću se u plesovima s različitim ritmovima. Ako svet pridržava razigrani Šiva, mora da postoji deset hiljada tako razigranih Šiva, poput figura u plesu koje je naslikao Matis...

* Gramatička napomena. Reč „vreme“ ima nekoliko međupovezanih, ali odvojenih značenja: 1. „Vreme“ je opšta pojava sleda događaja („...i vreme će se / Nečujnom svojom stopom bešumnom / Prikrasti...“); 2. „Vreme“ ukazuje na interval u tom sledu („Sutra, pa sutra, pa i opet sutra, / S dana na dan se puži ovim sitnim, / Korakom prema slovu poslednjem / pisanja našeg“); ili 3. njegovu trajanje („O vitezi, vreme života je kratko“); 4. „Vreme“ može ukazivati i na konkretan momenat („Da će i moju ljubav vreme strti“), često upravo sadašnji („Iz svojega se iščasila globa / vremena ova“); 5. „Vreme“ ukazuje na promenljivu koja meri trajanje („Ubrzanje je derivat brzine u odnosu na vreme“). U ovoj knjizi svako od ovih značenja koristim slobodno, baš kao i u svakodnevnoj upotrebi. U slučaju eventualne zbrke, molim da se vratite na ovu fusnotu. Napomena prevodioca: Za ovde navedene citate iz Šekspirovih komada *Sve je dobro što se dobro svrši*, *Makbet*, *Henri IV* i *Hamlet* korišćeni su prevodi iz izdanja *Vilijem Šekspir: Sabrana dela*, Zavod za udžbenike i Dosije Studio, Beograd 2011.

2.

Gubitak smera

I da nežnije od Orfeja
koji je i drveće pomerao
zasviraš na liri,
životna se krv vratila ne bi
u taštu sen...
Sudba teška,
ali teret joj je lakši,
jer ništa se vratiti ne može. (I, 24)

Odakle dolazi bujica večna?

Časovnici mogu raditi različitim brzinama u planinama i ravnicama, ali tiče li nas se to zaista, na kraju krajeva, kad je vreme posredi? U reci voda teče sporije blizu obala, brže po sredini – ali i dalje teče... Nije li vreme takođe nešto što stalno teče – iz prošlosti u budućnost? Ostavimo po strani precizno merenje toga *koliko* vremena prolazi, s kojim smo se uhvatili ukoštac u prethodnom poglavlju: *brojeve* kojima se vreme meri. Postoji drugi, suštastveniji aspekt

vremena: njegov prolazak, njegov tok, *bujica večna* iz prve od Rilkeovih *Devinskih elegija*:

Bujica večna u oba područja
sve uzrasta zahvata sobom neprestano,
i sve zaglušuje u oba.¹ *

Prošlost i budućnost se međusobno razlikuju. Uzrok pret-
hodi posledici. Bol dolazi posle rane, ne pre nje. Staklo se
lomi u hiljadu komadića, a komadići se ne spajaju u staklo.
Ne možemo promeniti prošlost; možemo se kajati, žaliti,
pamtiti. Budućnost je umesto toga nesigurnost, čežnja,
nespokoj, otvoreni prostor, sudbina, možda. Možemo ži-
veti prema njoj, oblikovati je, pošto još ne postoji. Sve je i
dalje moguće... Vreme nije linija s dva podjednaka smera:
ono je strela s različitim ekstremima.



prošlost



budućnost

I upravo to, a ne brzina kojom ono prolazi, nama je naj-
važnije kad je vreme posredi. To je ono fundamentalno
u vezi s vremenom. Tajna vremena leži u tom klizanju
koje osećamo u svom bilu, visceralno, u enigmi pamće-
nja, u nespokoju zbog budućnosti. To znači razmišljati
o vremenu. Kakav je tačno taj *tok*? Gde je on usađen u

* Prevod: Branimir Živojinović. (Prim. prev.)

gramatici sveta? Šta odlikuje prošlost, to što je nekad bila,
od budućnosti, koja još nije bila, u skrivenim mehani-
zmima sveta? Zašto je za nas prošlost toliko drugačija od
budućnosti? Fizika devetnaestog i dvadesetog veka bavila
se tim pitanjima i nailazila je na nešto neočekivano i za-
brinjavajuće – mnogo više od relativno marginalne činje-
nice da vreme prolazi različitom brzinom na različitim
mestima. Razlika između prošlosti i budućnosti, između
uzroka i posledice, između pamćenja i nadanja, između
kajanja i namere... u elementarnim zakonima koji opisuju
mehaniku sveta, takva razlika ne postoji.

Toplota

Sve je počelo kraljeubistvom. Dana 16. januara 1793. na-
rodna skupština je u Parizu osudila Luja XVI na smrt.
Pobuna je možda među najdubljim korenovima na-
uke: odbijanje da se prihvati postojeći poredak stvari.²
Među onima koji su doneli tu smrtonosnu odluku bio je
i Robespjerov prijatelj po imenu Lazar Karno. Karno je
strasno voleo poeziju velikog persijskog pesnika Sadija
Širazija. Širazi, koga su krstaši zarobili i zasužnjili kod
Akre, autor je onih sjajnih stihova koji se sada nalaze na
ulazu u sedište Ujedinjenih Nacija:

Sinovi Adamovi organizam su jedan
stvoreni od jedne suštine.
Kada nevolja zadesi jedan organ