

[www.vulkani.rs](http://www.vulkani.rs)  
[office@vulkani.rs](mailto:office@vulkani.rs)

Naziv originala:  
Stephen Hawking  
BRIEF ANSWERS TO THE BIG QUESTIONS

Text copyright © 2018 by The Executors of the Estate of Stephen Hawking  
Translation Copyright © 2019 za srpsko izdanje Vulkan izdavaštvo

ISBN 978-86-10-02815-7



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.

# STIVEN HOKING

FASCINANTNA KNJIGA ČUVENOG NAUČNIKA

KRATKI ODGOVORI NA VELIKA PITANJA



Preveo Vladan Stojanović

**VULKAN**  
IZDAVAŠTVO

Beograd, 2019.



## Reč izdavača Džona Marija

Naučnici, vodeći privrednici tehnološkog razvoja, jaki poslovni ljudi, političke vođe i javnost redovno su pitali Stivena Hokinga za mišljenje o brojnim velikim pitanjima. S vremenom je nakupio ogromnu arhivu odgovora u formi govora, intervjua i eseja.

Ova knjiga crpi građu iz pomenute arhive. Smrt ga je omela da je lično uobliči u knjigu, ali u saradnji s njegovim kolegama, porodicom i Zadužbinom Stivena Hokinga izdvojili smo nekoliko zanimljivih tema.

Deo prihoda od autorskih prava biće uplaćen u dobrotvorne svrhe.



# Predgovor

*Edi Redmejn*

Stiven Hoking me je na prvom susretu zapanjio i izuzetnom snagom i izuzetnom ranjivošću. Odlučni pogled sa nepokretnog tela bio mi je dobro poznat iz pripremnih istraživanja jer sam nedugo pre susreta izabran da glumim Stivena u *Teoriji svega*. Nekoliko meseci proučavao sam njegov rad i prirodu njegove invalidnosti, u pokušaju da shvatim kako da koristim telo da bih izrazio postepeno napredovanje bolesti motoričkih neurona.

Ipak sam ostao bez teksta kad sam konačno upoznao Stivena, ikonu, naučnika fenomenalnog talenta, koji je komunicirao s okolinom kompjuterizovanim glasom i izuzetno ekspresivnim obrvama. Imao sam običaj da se u periodima tišine nerviram i da previše pričam, dok je Stiven savršeno razumeo moć tišine i osećanja. Onako smušen, odlučio sam da mu kažem da smo rođeni u razmaku od nekoliko dana, što znači da smo isti horoskopski znak. Stiven je odgovorio posle kratke pauze: „Ja

sam astronom. Ne astrolog.“ Tražio je da ga zovem Stiven i da prestanem da koristim titulu *profesor*. Zapravo, rečeno mi je...

Pružila mi se izuzetna prilika da izradim portret Stivena Hokinga. Uloga me je privukla zbog protivrečnosti između apsolutnog trijumfa ostvarenog na spoljašnjem naučnom polju i unutrašnje bitke protiv bolesti motoričkih neurona, koja se javila početkom dvadesetih. Imao je jedinstvenu, složenu i bogatu životnu priču o snovima, porodičnom životu, velikim naučnim dostignućima i prkosnoj borbi protiv svih prepreka. Želeli smo da portretišemo nadahnuće, ali i čvrstinu i hrabrost i Stivena i onih koji su brinuli o njemu.

Međutim, bilo je jednako važno prikazati i Stivenovu zabavnu stranu. Uspeo sam da u trejler ubacim tri slike koje su me podsećale na njega. Jedna prikazuje Ajnštajna s isplaženim jezikom, svedočanstvo obešenjačkog duha, kakav je imao i Hoking. Na drugoj je Džoker, gospodar lutaka sa špilom karata, zato što sam znao da Stiven uvek gospodari ljudima u svojoj okolini. Na trećoj je bio Džeјms Din. Jer pri prvom susretu s njim, dobio sam blistavost duha i humor.

Kad glumite nekoga ko je živ i može da vidi šta ste od njega napravili, podnošenje računa osobi koju ste portretisali predstavlja najveće opterećenje. U Stivenovom slučaju, morao sam da podnosim račun i njegovoj porodici, koja je bila veoma ljubazna prema meni dok sam se pripremao za ulogu. Stiven mi je, pre no što smo počeli sa snimanjem,



rekao: „Reći ću ti šta mislim. Da li je dobro. Ili drugačije.“ Zamolio sam ga da mi, ako bude drugačije, samo kaže da je drugačije i da me poštedi mučnih detalja. Velikodušno je rekao da je uživao u filmu. Bio je dirnut, ali je rekao i da misli da je u njemu trebalo da bude više fizike, a manje emocija. Nemoguće je raspravljati se sa nekim s takvim stavom.

Ostao sam u kontaktu s porodicom Hoking i posle snimanja *Teorije svega*. Bio sam potresen kad su me zamolili da održim govor na njegovoj sahrani. To je bio izuzetno tužan, ali i sjajan dan, pun ljubavi, veselih uspomena i razmišljanja o možda jednom od najhrabrijih ljudi, koji je bio lider u svetu nauke i ulagao velike napore u unapređenje položaja osoba sa posebnim potrebama i ostvarivanje uslova u kojima mogu da vode produktivne i uspešne živote.

Izgubili smo zaista briljantan um, čudesnog naučnika i najduhovitijeg čoveka kog sam ikada upoznao. Ali kao što je i njegova porodica rekla, njegovo delo i nasleđe nastaviće da žive. Zato s velikom tugom i zadovoljstvom pišem ovaj predgovor zbirci Stivenovih misli o raznovrsnim temama. Nadam se da ćete uživati u njegovom očaravajućem pisanju. Citiraću Baraka Obamu i reći da se nadam da se Stiven sad zabavlja tamo gore među zvezdama.

Voli vas

Edi



# Uvod

*Profesor Kip S. Torn*

Upoznao sam Stivena Hokinga jula 1965. godine u Londonu, na Konferenciji o opštoj teoriji relativiteta i gravitaciji. Bio je usred doktorskih studija na Kembridžu, a ja sam upravo završio svoje na Princetonu. Pričalo se da je pronašao ubedljive dokaze da je vaseljena *moralna* biti rođena u jednom određenom vremenskom trenutku u prošlosti. Da ne može biti beskonačno stara.

Zbog te glasine sam se ugurao među stotine slušalaca u prostoriji predviđenoj za četrdeset. Hteo sam i ja da čujem Stivenovo obraćanje. Hodao je tad uz pomoć štapa, a govor mu je već bio pomalo nerazgovetan. Ipak, u to vreme pokazivao je samo blage simptome svoje bolesti, koju su mu dijagnostikovali dve godine ranije. Iz njegovog izlaganja bilo je jasno da bolest nije zahvatila i njegov um. Zasnovao je svoje lucidne uvide na Ajnštajnovim jednačinama opšte

relativnosti, na astronomskim opservacijama o širenju vaseseljene, kao i na nekoliko jednostavnih pretpostavki, koje su se činile veoma čvrstim. Koristio se matematičkim tehnikama koje je tad tek razvio Rodžer Penrouz. Kombinovao je sve te elemente na mudar, moćan i ubedljiv način, i izveo dokaz da je naša vaseseljena morala nastati u nekoj vrsti singularnog stanja pre otprilike deset milijardi godina. (Stiven i Rodžer će u narednoj deceniji zajedničkim snagama još ubedljivije dokazati da u jezgru svake crne rupe obitava singularnost u kojoj se vreme završava.)

Te 1965. godine napustio sam Stivenovo predavanje veoma impresioniran, i to ne samo njegovim argumentima i zaključcima već i, što je još važnije, njegovom pronicljivošću i stvaralačkim duhom. Potražio sam ga i proveo sat u razgovoru s njim. To je bio početak prijateljstva koje će trajati čitav život, zasnovanog ne samo na zajedničkim naučnim interesovanjima već i na čudesnoj uzajamnoj simpatiji i tajanstvenoj sposobnosti da se razumemo kao ljudska bića. Mnogo puta smo razgovarali o životu, ljubavi, pa čak i smrti, mnogo više nego o nauci, iako je ona bila lepak koji nas je povezivao.

Septembra 1973. godine odveo sam Stivena i njegovu suprugu Džejn u Moskvu. Provodio sam po mesec dana u Moskvi od 1968. godine, uprkos vrelom Hladnom ratu. Učestvovao sam u istraživanjima grupe naučnika pod vođstvom Jakova Borisoviča Zeljdoviča, sjajnog astrofizičara i

oca sovjetske hidrogenske bombe. Zbog nuklearnih tajni bilo mu je zabranjeno da putuje u Zapadnu Evropu i Ameriku. Žudeo je za razgovorima sa Stivenom i pošto nije mogao da otputuje k njemu, mi smo došli kod njega.

Stiven je u Moskvi podelio svoje uvide sa Zeljdovičem i stotinama drugih naučnika. Zauzvrat je ponešto saznao od Zeljdoviča. Sećam se popodneva koje smo Stiven i ja proveli sa Zeljdovičem i njegovim doktorandom Aleksejom Starobinskim u Stivenovoj sobu u Hotelu *Rusija*. Zeljdovič je na intuitivni način objasnio naše čudesno otkriće, a Starobinski ga je predstavio matematičkim putem.

Potrebna je ogromna energija da bi se crna rupa zavrtela, ali to smo već znali. Međutim, objasnili su nam da crna rupa može da koristi rotacionu energiju da bi stvarala čestice, koje se razleću odnoseći tu energiju sa sobom. To je za nas bilo nešto novo – ali ne i preterano iznenađujuće. Priroda uvek pronade način da izdvoji energiju iz objekta u pokretu. Već smo znali i za druge načine kako se izdvaja rotaciona energija crnih rupa, ovo je bio samo još jedan, iako za nas neočekivani.

Najveća korist od ovakvih razgovora je što pokreću nove pravce razmišljanja. Stivenu se upravo to desilo. Nekoliko meseci razmišljao je o otkriću Zeljdoviča i Starobinskog, sagledavao ga je sa svih strana, sve dok se jednog dana nije pokrenuo zaista radikalni uvid u njegovom umu: crna rupa

može da emituje čestice i nakon prestanka rotacije. Može da isijava – i isijava, kao da je vrela, poput zvezde, iako nikad nije toliko vrela, samo umereno topla, jer što je rupa veća, temperatura joj je niža. Crna rupa težine Sunca ima temperaturu od  $0,00000006^\circ$  Kelvina, to jest 0.06 milionitih delova stepena iznad apsolutne nule. Formula za izračunavanje ove temperature nalazi se na Stivenovom spomeniku u londonskoj Vestminsterskoj opatiji, između spomenika Isaka Njutna i Čarlsa Darvina.

Hokingova temperatura crne rupe i Hokingova radijacija (kako je nazvana) bile su zaista radikalna otkrića – možda i najradikalnija na polju teorijske fizike u drugoj polovini XX veka. To nam je otvorilo oči za duboke veze između opšte relativnosti (crnih rupa), termodinamike (fizike toplote) i kvantne fizike (stvaranja čestica tamo gde ih prethodno nije bilo). Na primer, dovele su Stivena do otkrića da crna rupa ima entropiju, što znači da negde unutar ili oko crne rupe postoji ogroman nered. Zaključio je da je količina entropije (logaritam količine nereda) proporcionalan površini rupe. Ta formula za entropiju krasi Stivenovu počasnu ploču na Koledžu Gonvila i Kiza na Kembridžu, gde je radio.

Stiven i stotine drugih fizičara su se u poslednjih četrdeset pet godina upinjali da shvate pravu prirodu nereda crne rupe. To pitanje iznova stvara nove uvide u venčanje kvantne

teorije s opštom relativnošću – što će reći, s nedovoljno shvaćenim zakonima kvantne gravitacije.

Stiven je 1974. godine doveo doktorande i svoju porodicu (suprugu Džejn i decu Roberta i Lusi) u Pasadenu u Kaliforniji na godinu dana, da bi učestvovali u intelektualnom životu Kalteha i da bi se privremeno pridružili mojoj istraživačkoj grupi. To je bila velika godina, vrhunac onog što će biti nazvano zlatnim dobom istraživanja crnih rupa.

Stiven, njegovi i moji doktorandi su te godine nastojali da shvate crne rupe. Njegovo prisustvo i vođstvo u istraživanju objedinjene grupe su me rasteretili i pružili priliku da se posvetim novoj oblasti o kojoj sam godinama razmišljao: gravitacionim talasima.

Samo dve vrste talasa mogu putovati vaseljenom i doneti nam podatke o dalekim pojavama: elektromagnetni (koji uključuju svetlost, iks zrake, gama zrake, mikrotalase, radio-talase...) i gravitacioni.

Elektromagnetni talasi sastoje se od oscilatornih elektromagnetnih sila koje putuju brzinom svetlosti. Kad se sudare s naelektrisanim česticama, kao što su elektroni u radio-televizijskim antenama, zaljuljaju se napred-nazad, deponujući u tim česticama informacije iz talasa. Te informacije mogu biti pojačane i ubačene u zvučnike ili televizijske ekrane, u oblik razumljiv ljudima.

Gravitacioni talasi, prema Ajnštajnu, sastoje se od oscilatorne vasseljske izvitoperenosti: oscilatornog rastezanja i skupljanja prostora. Rajner Raj Vajs je 1972. godine na Masačusetskom institutu za tehnologiju izumeo detektor gravitacionih talasa, u kome se ogledala u uglovima i na krajevima vakuumske cevi u obliku slova L razdvajaju duž jednog kraka slova L i rastežu prostor, a sabijaju duž drugog kraka i sažimaju prostor. Raj je predložio korišćenje laserskih zraka da bi se merio obrazac osciliranja rastezanja i skupljanja. Laserski zrak je mogao da izdvoji informacije gravitacionih talasa, a taj signal se mogao pojačati, uneti u kompjuter i prebaciti u ljudima razumljiv oblik.

Proučavanje vasseljene elektromagnetnim teleskopima (elektromagnetna astronomija) započeo je još Galilej kad je napravio mali optički teleskop, uperio ga u Jupiter i otkrio četiri najveća Jupiterova meseca. Elektromagnetna astronomija je u naredne četiri stotine godina u potpunosti preobrazila naše poimanje vasseljene.

Moji studenti i ja smo 1972. godine počeli da razmišljamo o tome što bi se sve moglo naučiti o vasseljeni preko gravitacionih talasa. Započeli smo s razvojem gravitacione astronomije. Pošto su gravitacioni talasi oblik izvitoperenog prostora, najjače talase proizvode predmeti koji se u potpunosti ili delimično sastoje od izvitoperenog prostor-vremena. To pogotovo važi za crne rupe. Zaključili smo da su gravitacioni



talasi idealna alatka za istraživanje i proveru Stivenovih teorija o crnim rupama.

Činilo nam se da su gravitacioni talasi radikalno različiti od elektromagnetnih, da im je suđeno da podstaknu novu revoluciju u razumevanju vaseljene, možda uporedivu s probojem koji je usledio posle Galileja – pod uslovom da te neuhvatljive talase uspemo da opazimo i pratimo. Ali to je bilo veliko *ako*. Procenili smo da su gravitacioni talasi koji dopiru do Zemlje toliko slabi da se ogledala na krajevima Vajsovog L-detektora neće pomeriti napred-nazad više od 1/100 prečnika protona (što znači 1/10.000.000 veličine atoma), čak i da je razdaljina među njima i nekoliko kilometara. Merenje tako sićušnih pokreta bilo je ogroman izazov.

Te velike godine sam sa Stivenom i svojim istraživačkim timom proučavao izgleda za uspeh detektovanja gravitacionih talasa. Stiven mi je bio od velike pomoći na ovom polju, pošto je pre nekoliko godina s Garijem Gibonsom osmislio vlastiti generator gravitacionih talasa (mada ga nikad nisu napravili).

Moje istraživanje je, nedugo po Stivenovom povratku na Kembridž, sazrelo u celovečernji sadržajni razgovor s Rajem Vajsom u njegovoj hotelskoj sobi u Vašingtonu. Bio sam ubeđen da su izgledi za uspeh dovoljno veliki da najveći deo svoje karijere posvetim pomaganju Raju i drugim

eksperimentatorima da uhvate gravitacione talase. Ostatak priče je, kao što znate, istorija.

LIGO detektor gravitacionih talasa (rezultat projekta na kom je radilo hiljadu ljudi, a koji smo pokrenuli Raj, Ronald Drever i ja, Bari Bariš ga je organizovao, sastavio i vodio) registrovao je prve gravitacione talase 14. septembra 2015. godine. Naš tim ih je uporedio s predviđanjima iz kompjuterskih simulacija i zaključio da su nastali u sudaru dve crne rupe 1,3 milijarde svetlosnih godina od Zemlje. Ovo je bio početak gravitacione astronomije. Naš tim je za gravitacionu astronomiju učinio isto što i Galilej za elektromagnetnu.

Siguran sam da će nova generacija astronoma gravitacionih talasa u narednim decenijama koristiti te talase ne samo da bi proverila Stivenove zakone crnih rupa, već i da bi presrela i proučila gravitacione talase singularnog rođenja naše vasseljene, što će omogućiti proveru i drugih Stivenovih ideja o postanku univerzuma.

Stiven je u velikoj akademskoj godini 1974/1975. – dok sam se ja bavio gravitacionim talasima, a on vodio naše objedinjene grupe u istraživanju crnih rupa – došao do otkrića radikalnijeg i od Hokingove radijacije. Ponudio je ubedljiv i *gotovo* neoboriv dokaz da informacija koja je ušla u crnu rupu dok se ova obrazovala, ispari u potpunosti emitujući radijaciju, i ne može da izađe iz nje ni kad crna rupa nestane, to jest nepovratno je izgubljena.

Ovo je bila vrlo radikalna ideja pošto osnovni zakoni kvantne fizike nedvosmisleno tvrde da informacija nikad ne može biti izgubljena. A ako je Stiven u pravu, crne rupe onda krše najosnovniji zakon kvantne mehanike.

Kako je to moguće? Isparavanje crne rupe pokorava se kombinaciji zakona kvantne mehanike, opšteg relativiteta i još nepoznatih zakona kvantne gravitacije. Zbog toga je Stiven mislio da ognjeni brak relativiteta i kvantne fizike sigurno dovodi i do uništenja informacije.

Najveći broj teoretskih fizičara užasnua je ovaj zaključak. Bili su veoma skeptični. Otad se već četrdeset četiri godine bore s takozvanim paradoksom gubitka informacije. Ipak, ta borba je i te kako vredna strasti i napora uložениh u nju, zato što je taj paradoks moćan ključ za konačno razumevanje zakona kvantne gravitacije. Stiven je 2003. godine pronašao način na koji bi informacije ipak *mogle* umaći dok crna rupa isparava. Ali to nije ublažilo žestinu borbe teoretičara, jer Stiven nije *dokazao* da informacije *beže*, već samo da *bi mogle*. Borba se nastavlja.

U govoru na sahrani njegovog pepela u Vestminsterskoj opatiji, osvrnuo sam se na ovu borbu sledećim rečima: „Njutn nam je davao odgovore. Hoking nam je davao pitanja. I ona, i decenijama kasnije, nastavljaju da iniciraju nove proboje u nauci. Kad konačno ovladamo zakonima kvantne gravitacije

i kad u potpunosti shvatimo rađanje vasseljene, učinićemo to stojeći sa obe noge na Hokingovim ramenima.“

Naša velika 1974/1975. godina bila je samo početak mog traganja za gravitacionim talasima, baš kao što je bila i samo početak Stivenovog traganja za razumevanjem zakona kvantne gravitacije i onog što ti zakoni govore o pravoj prirodi podataka u crnoj rupi i njenoj nasumičnosti, kao i o pravoj prirodi singularnog rođenja vasseljene i singularnosti unutar crnih rupa – što je i prava priroda rođenja i smrti vremena.

A to su velika pitanja. Veoma velika.

Lično sam izbegavao tako velika pitanja. Nisam imao dovoljno veštine i mudrosti, a ni samopouzdanja, da se uhvatim u koštac s njima. Stiven se, za razliku od mene, oduvek zanimao upravo za njih, bez obzira na stepen njihove ukorenjenosti u nauci. Imao je i neophodne veštine i mudrost i samopouzdanje.

Ova knjiga je zbirka odgovora na ta velika pitanja, odgovora na kojima i dalje radimo i posle njegove smrti.

Stiven je dao odgovore na šest važnih pitanja koja su duboko ukorenjena u njegovoj nauci (Ima li Boga? Kako je sve počelo? Da li možemo da predvidimo budućnost? Šta je unutar crne rupe? Da li je putovanje kroz vreme moguće?