

## O ŽIVOTU RUĐERA BOŠKOVIĆA, NJEGOVU ZNANSTVENOM I FILOZOFSKOM RADU

Vladimir Kadum

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli,  
Odjel za obrazovanje učitelja i odgojitelja

Primljeno, 6. 5. 2007.

*U radu se govori o jednom od najvećih hrvatskih znanstvenika svih vremena, filozofu, matematičaru, fizičaru, astronomu, geodetu, koji se bavio problemima astronomije, optike, mehanike, zemljomjerstva, graditeljske tehnike...*

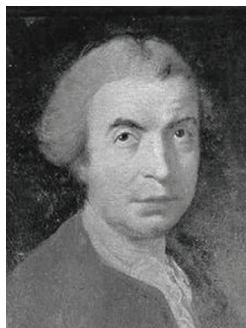
*Boškovićevo životno djelo Teorija prirodne filozofije (1758) daje njegov pogled na strukturu stvari i odnose u prirodi, i to, kako sam ističe, svedeno na jedan jedini zakon silâ koji postoji u prirodi. Na kraju se daje popis njegovih najvažnijih radova.*

**Ključne riječi:** Ruđer Bošković, znanstvenik, filozof, matematičar, fizičar

### 1.

Ove godine, 13. veljače, navršilo se dvjesto dvadeset godina od smrti Ruđera Boškovića, najistaknutijega svjetskog znanstvenika svoga doba, jednog od najvećih umova XVIII. stoljeća, koji je svojim dostignućima na području matematike, fizike, astronomije i filozofije stekao svjetsku slavu.

Ruđer Bošković rođen je u Dubrovniku 18. svibnja 1711. godine kao pretposljednje dijete, osmo po redu i šesti sin, oca Nikole, Hercegovca iz sela Orahov Dô (Popovo Polje), koji se kao trgovac nastanio u Dubrovniku u drugoj polovici XVII. Stoljeća, i majke Pávle (Pavice),



rođene Bettera, podrijetlom Talijanke koja se u potpunosti slavenizirala, tako da je na ondašnjem hrvatskom jeziku i pisala kraće književne uratke.

Bošković je tijekom školovanja u isusovačkoj školi u Dubrovniku dobio solidno osnovno obrazovanje iz matematike, fizike i latinskog jezika. U petnaestoj godini, u pratnji dvojice profesora poslan je u Rim, gdje stupa u red isusovaca (1725. godine) i na *Collegiumu Romanomumu (Rimski kolegij)* studira teologiju, filozofiju, matematiku, astronomiju i fiziku. Tijekom studija pokazivao je istančani osjećaj za starogrčku znanost i temeljito je proučio Euklida, Apolonija i Arhimeda. Proučavao je i Galileja, Descartesa, Newtona i Leibniza. Redovnikom ostaje sve do ukinuća isusovačkog reda (1773. godine).



Slika 1 – Rodna kuća Ruđera Boškovića

Završivši prvi stupanj *Kolegija* prihvatio je posao učitelja u nižim zavodima, gdje se zadržao pet godina. Od 1733. godine učitelj je gramatike, a poslije, 1740. godine, u dvadeset devetoj godini života, postao je »javni profesor matematike« u sklopu studija filozofije na *Rimskom kolegiju*.

Bio je svestran, imao je veliko znanje u matematici, fizici, astronomiji i književnosti, bio je vrstan pedagog sa smislom za jasno i metodično izlaganje znanja iz matematike, fizike i astronomije.

Od 1736. godine nižu se njegove disertacije, rasprave iz matematike, mehanike, astronomije i geodezije, koje su njegovi učenici izlagali na javnim sastancima u *Kolegiju*. Već prva od njih, *O sunčevim pje-gama*, objavljena upravo 1736. godine, pobudila je pažnju stručnjaka. Sljedeće godine objavio je dvije rasprave – i tako iz godine u godinu. Neće proći ni jedna godina njegova života, a da ne objavi makar jedan rad. Pročuo se svojim disertacijskim radovima iz astronomije, matematike i filozofije. Najviše se bavi pitanjima praktične astronomije, stupajući u stvaralački dijalog s postojećim znanjima, dovodeći ih u sumnju ili ih razvijajući.

Kada se počeo progoniti isusovački red, Bošković 1750. godine napušta Rim, putujući Italijom, Francuskom, Njemačkom, Nizozemskom i Engleskom. Godine 1757. nalazi se u Beču, radi rješavanja hidrotehničkog spora između republika (država) Luce i Toscanne. Ondje je, 1758. godine, izradio svoje veliko, najvažnije djelo *Philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in naturae existentium* (*Teorija prirodne filozofije svedena na jedinstven zakon silâ koje djeluju u prirodi*).



Slika 2 – Grb Boškovićevih

U jesen 1759. godine uputio se Bošković u Francusku, a sredinom svibnja 1760. prešao je u Englesku, gdje je na prijedlog engleskih astronoma Bredlyja i Maskelynea izabran za člana *Royal Society* (*Kraljevskog znanstvenog društva*), kojemu je zatim posvetio djelo u stihovima u pet knjiga *O pomračenju Sunca i Mjeseca*. Održao je predavanje – u duhu Newtonove mehanike i astronomije – o prolazu planeta Venere ispred Sunca. Posjetio je tada i *Trinity College* u Cambridgeu kako bi razgledao i Newtonovu radnu sobu i laboratorij.

Od tada će Boškovića cijeniti kao mislioca i čovjeka koji je znatno pridonio širenju i afirmaciji Newtonovih ideja u raznim europskim kulturnim i znanstvenim sredinama. Postao je i članom petrogradske *Akademije znanosti* i dopisnim članom Francuske *Akademije znanosti* i niza drugih europskih akademija i znanstvenih društava i asocijacija.

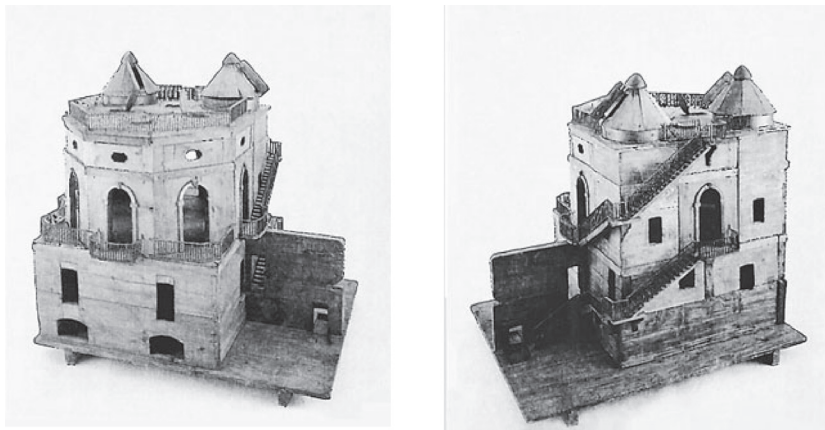
Godine 1761. prešao je u Carigrad s namjerom da odatle promatra pojavu prolaska planeta Venere ispred Sunca. Međutim, u tome nije uspio iz vrlo banalnog razloga – zakasnio je.

Godine 1762. odlazi u Poljsku, a u Rim se vraća 1763. godine. O tom putu objavio je *Dnevnik jednog putovanja*.

Bošković godine 1764. postaje profesor matematike na obnovljenom Sveučilištu u Paviji, pod austrijskom upravom, koja je tom učilištu htjela vratiti negdašnji ugled. U dokumentu kojim ga pozivaju za profesora ovoga sveučilišta stoji da posjeduje »oštar um, čudesnu sposobnost rasuđivanja i poimanja, kao i naročitu sreću u otkrivanju tajni prirode i veliku oštroumnost razlaganja«. Godine 1770. preselio se u Milano,

gdje je za njega austrijski guverner Milana, grof Firmian, osnovao katedru za optiku i astronomiju na Dvorskim školama.

Graditelj je zvjezdarnice u Breri, koja je izgrađena prema njegovoj osnovi, kao nijedna zvjezdarnica do tada. Raspodjela opservatorija provedena je vrlo inteligentno i znalački. Bilo je to moguće jer se dotad nije pojavio pojedinac koji je u jednoj osobi bio toliki astronom i toliki arhitekt kao što je to bio Bošković. Na opservatoriju je razvio veliki teorijski, ali i – posebno – praktični rad iz astronomije. Tu je zamislio eksperiment (pokus) kojim bi riješio pitanje vrijedi li za svjetlost valna ili korpuskularna teorija. Međutim, eksperiment nije uspio izvesti, jer je, zbog sukoba s drugim upraviteljem zvjezdarnice, godine 1772. bečki dvor razriješio Boškovića uprave u njoj. Povrijeđen time, zahvalio se na profesuri u Milanu i 1773. godine otišao u Mletačku Republiku.



Slika 3 – Model zvjezdarnice u Breri

Nakon toga odlazi u Pariz, tu se nastanio i primio francusko državljanstvo. Dobio je mjesto ravnatelja *Optike za mornaricu*, gdje je radio na optici i teorijskoj astronomiji. Upoznao se s nizom istaknutih pariških astronoma i matematičara, s kojima je živo surađivao, i koji su ga cijenili, posebno Lalande, La Condamine, Messier, Clairaut. Međutim, zbog privilegija koje je dobio od ondašnje francuske vlade, osobna osjetljivost, intrige i polemike s astronomom Laplaceom zbog rasprave o određivanju staze kometa, te fizičarom Rochonom zbog prioriteta za konstrukciju objektivskog mikrometra, doveli su do nesklonosti enciklopedista i matematičara D'Alemberta prema Boškoviću.

Kako je Boškovićevo zdravstveno stanje bilo teško, godine 1782. vraća se u Italiju, gdje u Bassanu, radeći intenzivno, objavljuje djelo u pet tomova *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam* (*Rasprave iz optike i astronomije*), koje sadržava opsežna istraživanja astronomskih objekata, rasprave iz praktične i teorijske astronomije i dr.

Iz Bassana je 28. kolovoza 1786. godine uputio posljednje pismo svojoj sestri Anici u Dubrovniku. Na početku pisma piše: »I ja sam zdrav u svemu ostalome, izvan glave, koja je oslabila, da ne mogu s njom ni u dugo ni kako bi se htjelo i kako sam prije činio« i završava riječima: »Moja se svrha približava, imam 76 godina i osjećam slabost. S bogom.«

Godine 1786. nastanio se u Breri, gdje se nadao dovršiti još neke radove. Međutim, zdravlje mu se naglo pogoršalo. Umro je 13. veljače 1787. godine u Milanu, zbog komplikacija s plućima, i skromno je pokopan u jednoj milanskoj crkvi.

Četiri dana nakon Boškovićeve smrti njegov tajnik Tomagnini obavijestio je Dubrovački senat »*da je domovina izgubila najvećeg čovjeka Europe, domovina za koju je uvijek sačuvao neizrecivu odanost, jednaku onoj što ju je domovina sačuvala za njega*«. Njegova smrt oglašena je u Dubrovniku kao nacionalna žalost. U povodu toga je u dubrovačkoj katedrali, na čelu s dubrovačkim knezom Lucijanom Lucićem i u nazočnosti dubrovačkog senata, služena misa za koju je posebno pisana glazba, za vrijeme koje je govorio učenik *Rimskog kolegija*, Dubrovčanin i poznati latinski pjesnik Bernard Zamagna. Nedugo zatim u toj je crkvi postavljena velika spomen-ploča, na kojoj je ukratko opisan Boškovićev život. Ali spomenik velikom hrvatskom geniju podigao je on sam, s više od 75 knjiga kapitalnih radova iz matematike, mehanike, astronomije, optike, filozofije i književnosti.

Bošković je bio vrlo radin i svestran. Uz navedeno, obavljao je i niz drugih poslova kao, na primjer, poslove arhitekta, inženjera voda (plan za isušivanje močvara 1764. godine) i arheologa.

## 2.

Svoje znanstvene rasprave i književne uratke – napisao je mnoštvo stihova i prigodnih pjesama – Bošković je pisao na latinskom, talijanskom i francuskom jeziku. Premda se tek jedanput vratio u Dubrovnik, godine 1747., uvijek se brinuo za svoj rod i rodni grad, za koji je obavljao vrlo važne diplomatske misije. Niti jednog trenutka nije zaboravio

svoj materinski jezik, jezik svoga rodnoga Dubrovnika, koji u pismima sestri Anici, braći i dubrovačkim prijateljima – ali i u mnogim drugim zgodama i prilikama – zove »slovinskim« ili »ilirskim«, a zatim i »naškim« jezikom. Pisma koja je slao bratu Boži u Dubrovnik i bratu Baru u Italiju, pisao je na talijanskom jeziku, ali je povjerljive sadržaje, u obliku umetnutih odlomaka, pisao na našem, ondašnjem hrvatskom jeziku.

U svom *Dnevniku jednog putovanja* navodi razgovor s jednim svećenikom i ističe da je »*jezik te zemlje narječje slavenskog jezika, a kako je taj također moj prirodni jezik dubrovački, mogli su me oni razumjeti, a i ja nešto od onoga što su oni govorili.*

Posebno je vrijedno istaknuti da je Bošković, za vrijeme boravka u Carigradu, preveo s našega na talijanski jezik religiozni spjev *Razgovor pastirski verhu porodjenja Gospodinova*, koji je napisala njegova sestra Anica.

Razmišljajući o pitanjima našeg »slovinskog« jezika, ističe da se njime služi u svojoj kući. Tako za »relikvije« kaže da bi trebalo reći »ostatilište«, a odgovor na pismo »odpismo«; riječ »vojvoda«, koja se rabi u Moldaviji, slavenska je i znači što i latinska riječ »dux belli«. Tijekom puta iz Carigrada u Poljsku na svoj je način objašnjavao imena i nazivlje: »Mokrova« dolazi od »mokra«; »bojari« od slavenskog »boj«; »starosta« od slavenskog »starost«, što u latinskome znači »senator«; poljsko ime »Stanislav« objašnjava da dolazi od »stanovit« i »slava«. Tako je Bošković Europljanin, neprekidno vezan za svoj rodni kraj, mislio o svome jeziku i tako ga osjećao.

Bošković je nedvosmisleno isticao svoju povezanost sa zemljom u kojoj se rodio i s narodom iz kojeg je potekao. Kada ga je jednom prilikom veliki francuski matematičar D'Alembert u jednoj znanstvenoj polemici nazvao »talijanskim geometrom«, Bošković mu je odgovorio da »*nije Talijan, već Dalmatinac iz Dubrovnika.*« Rekao je i to: »*U Italiji me ne smatraju Talijanom i zato me nisu uvrstili ni u jedno djelo.*«

Svojim se Dubrovnikom ponosio. U poemi *O pomračenju Sunca i Mjeseca*, koju je napisao na latinskom jeziku, pjevajući Dubrovniku kaže:

»*Ali zbog neprestane slobode velikih umova  
i drevnog plemstva,  
kao i bogatstva po cijelom svijetu,  
jednako slavljjen moj rođeni Dubrovnik,  
može se hvaliti ponositim djedovima i precima.*«

Tako je Bošković svojom poemom postao »moderni Vergilije«. Na drugom mjestu posebno ističe da se u Dubrovniku svim žarom gaje egzaktne znanosti, a još više lijepa knjiga, »bilo na latinskom, bilo na jeziku ilirskom kojim se kod nas govori«.

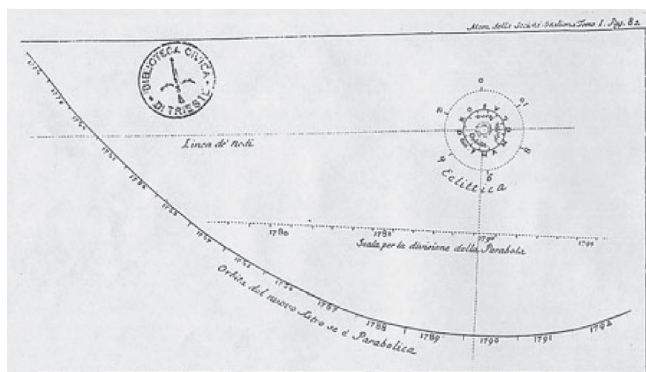
Pjevajući o Sunčevu sustavu, posebno Zemlji koja se nalazi između planeta Venere – *Boginje ljubavi* i Marsa – *Boga rata*, Bošković na jezgrovit način kaže:

*»Priroda je postavila Zemlju  
u položaj zlokoban i strašan,  
da Veneru i Mars u trku susreće,  
kad ljepota jedne i uznemirenost drugog,  
truju ljudima sve izvore sreće«.*

Poemom *O pomračenju Sunca i Mjeseca* te svojim mišljenjem o znanostima u Dubrovniku, uzdigao je svoj rodni grad i njegov udjel u razvitku egzaktnih znanosti i književnosti.

### 3.

U razdoblju od 1736., kada je u Rimu objavio svoju prvu znanstvenu raspravu *O Sunčevim pjegama*, pa do 1785. godine, kada je u Bassanu objavio u pet tomova niz rasprava iz optike, astronomije i trigonometrije pod naslovom *Djela koja se odnose na optiku i astronomiju*, nije prošla ni jedna godina, a da Bošković nije objavio jednu ili više rasprava, odnosno knjiga iz matematike, astronomije, fizike, geodezije, meteorologije, graditeljstva, arheologije, književnosti i filozofije.



**Slika 4** – Određivanje putanje planetâ i kometâ

Posebno je važna Boškovićeve rasprava *O određivanju putanja planeta*, zatim rasprava koja se odnosi na određivanje putanja komete iz tri položaja, koju je kritizirao Laplace, čemu se Bošković energično suprotstavio. Potvrdio je korisnost svoje metode u određivanju putanja kometâ odnosno planeta. Radilo se, naime, o planetu Uranu, koji je Herschel otkrio 1781. godine. S tim u svezi Bošković se može smatrati najistaknutijim pretečom čuvenog astronoma Olbersa. Bošković je postavio osnove novoj praktičnoj astronomiji, koje su bile prihvaćene i razrađene početkom XIX. stoljeća u radovima Gaussa i Bessela.

Disertacije na *Rimskom kolegiju*, *Boškovićeve diferencijalne jednadžbe trigonometrije na sferi*, *Mehanički problem čvrstog tijela maksimalnog privlačenja*, kao i *O znanstvenom putovanju po Papinskoj državi*, u kojoj se Bošković ističe kao stvaralac elementarne i više geodezije, gdje je prvi put u povijesti matematike formulirano načelo minimuma sume apsolutnih vrijednosti pogrešaka mjerenja, potvrđuju Boškovića kao veoma iskusnoga praktičnog matematičara. To isto pokazuju i njegova razmatranja tehničkih problema: kupola Crkve sv. Petra u Rimu, crkva u Milanu, Carska biblioteka u Beču, Crkva sv. Ženevije u Parizu, izgradnja putova i isušivanje močvara u Italiji.

U uskoj sprezi s Boškovićevim radom u astronomiji stoji njegov rad u optici. Brilljantan je teoretičar, konstruktor i eksperimentator kada su u pitanju optički instrumenti i njihova primjena u fizici.

Iako je Bošković kao matematičar uglavnom bio okrenut primjenama matematike, njegov matematički talent blista u teorijskoj matematici, posebno u geometriji. To potvrđuje njegovo djelo *Elementi matematike za uporabu mladima koji studiraju* (1752.–1754.), gdje je dao teoriju konusnih presjeka i transformaciju geometrijskih mjesta, kao i djelo *O prirodi i uporabi veličina beskonačno malih i velikih* (1741), gdje je geometrijski razradio teorijske i praktične osnove računa s beskonačno malim i beskonačno velikim veličinama.

Peti Euklidov aksiom izazvao je pravu revoluciju u geometriji. Vezano uz taj aksiom kod Boškovića ima nagovještaja o mogućnosti neeuklidskih geometrija. Postavlja pitanje geometrije od četiri i više dimenzija. U svojim probabilističkim razmišljanjima o strukturi svijeta implicira Pascalov zakon vjerojatnosti.

Konzervativno odgojen, nije se koristio do tada poznatim rezultatima diferencijalnog i integralnog računa u smislu Newtona i Leibniza. Na njegove ideje beskonačnog i neprekidnog utjecao je Aristotel. U



njegovim shvaćanjima linearnog kontinuuma dominira *kontinuum precedens* i *kontinuum sekvens*. Boškovićeve točka  $B = \frac{C_p}{C_s}$  i Dedekindova točka  $D = \frac{K_1}{K_2}$  su analogni. Analogni su, također, i Boškovićeve točka  $E = \frac{L_a}{L_p}$  i Dedekindov presjek  $p = \frac{P_1}{P_2}$ . Boškovićeve pravac  $HA \infty HB$

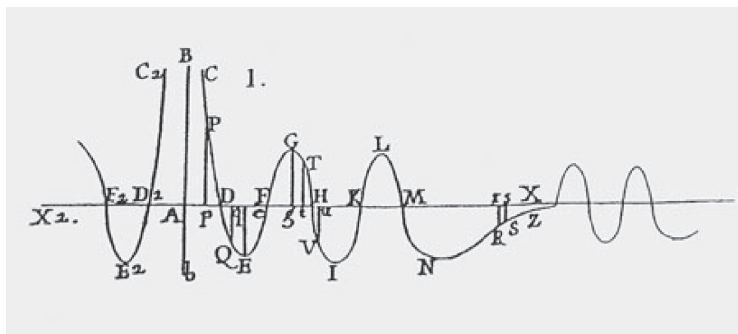
nije Euklidov pravac, već zatvoren pravac. Njegova beskonačno udaljena točka anticipira Ponseleove ideje o beskonačno udaljenoj točki. Ističe da je skup realnih brojeva kontinuum, što je očito anticipacija ideja Dedekinda i Cantora za skup realnih brojeva.

Razmatra, također, i razne pojmove topološke prirode: otvoreno i zatvoreno područje, unutarnje i vanjske točke.

#### 4.

Bošković je na originalan način stvorio svoj sustav prirodne filozofije, što je cjelovito izložio u svojem glavnom i životnom djelu *Teorija prirodne filozofije svedene na jedan jedini zakon sila koje postoje u prirodi* (1758, Beč). Knjiga je podijeljena u tri dijela: *prvi dio* sadržava izlaganje, analitičko izvođenje i dokazivanje teorije prirodne filozofije; *drugi dio* primjenu teorije u mehanici; a *treći dio* njezinu primjenu u ostaloj fizici.

Svoj zakon sila Bošković je prikazao u Descartesovom koordinatnom sustavu specijalnom krivuljom, poznatom kao *Boškovićeve krivulja*. Dolazi do svojega osnovnog otkrića, do postojanja, izmjenjivanja i



Slika 5 – Boškovićeve krivulja

primjenjivanja *limesa cohaesionisa* (granice kohezije) – točke (mjest) u kojoj sila prelazi od odbojne u privlačnu – i *limesa non-cohaesionisa* (granice nekohezije) – točke (mjest) u kojoj sila prelazi od privlačne u odbojnu.

Iako je dobro poznao Newtona i bio jedan od prvih koji je usvojio i širio njegova opća načela o gravitaciji, Bošković nije slijedio njegove teorije. Umjesto među newtonovcima rasprostranjenih mehaničko-korpuskularnih shvaćanja, Boškovićev atomizam, shvaćen kao dinamizam točka-sila koje djeluju na većoj udaljenosti, a nepulzivno na manjoj, otvorio je prevladavajući spor Newtona i Leibniza, na koji se desetljeće kasnije nadovezao i Kant. Ovo je shvaćanje snažno utjecalo na fizičare poput Thomson-Kelvina i Faradaya.

Prema Boškoviću, postoje distance na kojima su njegove zamišljene točke (*primarni elementi materije*) u *stabilnoj* ravnoteži, kao i takve distance na kojima su u *labilnoj* ravnoteži. Na toj ideji kao osnovnoj, sljedeći svoje putokaze, opće i načelne, *jednostavnosti* i *sličnosti* u prirodi i *zakona neprekidnosti*, Bošković temelji i razvija svoja tumačenja mehaničkih, fizičkih i kemijskih svojstava materije i pritom objašnjava sve pojave u mikrosvijetu koje nisu direktno pristupačne našim osjetilima. Došao je do zaključka:

- (1) da fizičko tijelo nije *kontinuum*, nego *diskontinuum*;
- (2) da je materija *dinamička konfiguracija* konačnog broja izvora (*»središta sile«*) međusobnog utjecaja;
- (3) da nijedan argument ne dokazuje da je protezanje materije neprekidno.

Boškovićeva teorija prirodne filozofije imala je velikog odjeka u znanosti i filozofiji u prošlosti, ali i današnjici.

## 5.

Svojim razmatranjima o prostoru, vremenu i gibanju Bošković umnogome podsjeća na Einsteina (1879.–1955.).

Može se istaknuti sljedeće:

- (1) Kontrakcija dužine i dilatacija vremena u Einsteinovoj teoriji relativnosti slijedi iz načela relativnosti i konstantnosti brzine širenja svjetlosti u praznom prostoru, pri čemu se ne uzima gibanje samo po sebi, već gibanje u odnosu prema odabranom tijelu referencije.

- (2) Promjena dužine i vremena u Boškovićevoj teoriji nastaje, na osnovi njegove hipoteze o strukturi materije, samim gibanjem.

Tako se – rekli bismo – oslikava jedna zajednička jezgra u Boškovićevim i Einsteinovim globalnim relativističkim vizijama prostora i vremena. Međutim, valja istaknuti da je Einstein, snagom genija i veoma oštroumnog matematičara, svoje vizije proširio i produbio, da ih je u *specijalnoj i općoj teoriji relativnosti* doveo do preciznih matematičkih formulacija s dalekosežnim primjenama i konkretnim rezultatima u proučavanju mnogih fizičkih fenomena u otkrivanju zakonitosti, dok je Bošković pretežito ostao, ograničen svojim uvjetima i uvjetima svoga doba, u okvirima kritičkih i veoma oštroumnih fizičko-spoznajnih analiza relativnosti prostorno-vremenskih odnosa.

Bošković, sa svojom teorijom jedinstvenog zakona sila i Einstein, sa svojom teorijom jedinstvenoga fizičkog polja, težili su da stvore opće teorije koje bi pružale praktične i teorijske mogućnosti za otkrivanje duboke i skrovite pozadine fizičkih fenomena. U tome se sastoji njihova osnovna zajednička karakteristika kao istraživača i teoretičara fizičkih fenomena i kao mislilaca uopće, koji tragaju za općim zakonima prirode.

Načelo relativnosti u Boškovićevim i Einsteinovim traganjima za zakonitostima prirodnih fenomena ima rang univerzalnog načela prirode, koje je jedno od osnovnih ishodišta u tim traganjima. Kod Einsteina je dobio oblik temeljnog i preciznog fizičko-matematičkog aksioma sa svim posljedicama u izgradnji i primjeni *specijalne i opće teorije relativnosti*, dok je kod Boškovića, u okviru intuitivnih relativističkih razmatranja gibanja, ostao u formi više intuitivnog znanstveno-spoznajnog aksioma, bez matematičko-fizičke učinkovitosti i općenitosti u Einsteinovu smislu. Oni su jednako željeli produbljivati načela i ispitivati pojedinosti u proučavanjima fizičkih fenomena, jer su smatrali da im analiza načela služi da razviju posebna istraživanja, i obratno, da posebna istraživanja mogu samo produbiti i potvrditi, odnosno potvrditi ih ili odbaciti. Njihova uvjerenost u *harmoniju* svemira imala je karakter opće-znanstvenog ili spoznajnog načela, i kao takva se na određeni način odrazila u njihovim traganjima za općim zakonima prirode i u njihovim konstrukcijama, odnosno teorijama. Ideja fizičkog polja i ideja četverodimenzionalnog prostora-vremena, dvije velike i osnovne ideje u Einsteinovoj teoriji relativnosti, mogu se genetički (razvojno) povezati s odgovarajućim osnovnim idejama u Boškovićevoj teoriji prirodne filozofije.

Bošković i Einstein, svaki na svoj način (i u svom vremenu), podvlače nužnost slaganja teorije s iskustvom i nužnost njezine unutarnje hipotetičko-deduktivne konstrukcije, već i kao empirijsko-induktivne.

Jedna od najvećih Boškovićevih intuicija – uz dinamičko-atomiističku teoriju – svakako je njegovo shvaćanje relativnosti prostora, koje je izložio u člancima *O apsolutnom gibanju* i *Sili inercije*, kao dodatku djelu u stihovima *Philosophiae recentoris a Benedicto Stay versibus traditae* iz 1775. godine, gdje pobija Newtona, dokazujući da se apsolutno gibanje ne može odvojiti od relativnog, koje se jedino primjećuje, te da je sila inercije relativna u odnosu prema nekom prostoru, što se sve dodiruje s koncepcijama sile i prostora kako ih razvija moderna fizika.

Boškovićevo oslobođenje teorijskih implikacija Newtonovih nazora o apsolutnom prostoru ili naivnih senzualističkih koncepcija tadašnje fizike, navelo je velikoga njemačkog filozofa Friedricha Nietzschea (1844. – 1900.) da uspoređi Boškovićevo djelo s kopernikanskim obratom, govoreći da Boškovićeva teorija o strukturi materije, uz Kopernikovu teoriju heliocentričnog sustava, predstavlja »najveći trijumf nad osjetilima koji je do sada na zemlji postignut«.

Isto se to sada, ali u još većoj mjeri, može reći za Einsteinovu teoriju relativnosti. U tome se ogleda važna srodnost između Boškovićeva velikog i Einsteinova gorostasnog uma.

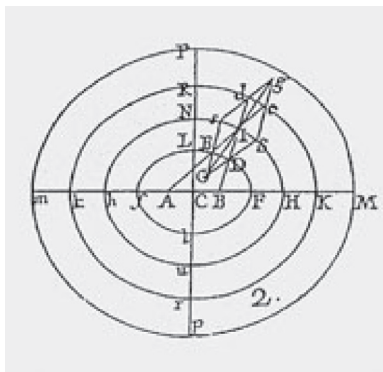
## 6.

Tijekom trinaest godišnjih istraživanja, Bošković je izgradio izvornu teoriju silâ (*Theoria virium*), koja je tumačila i strukturu tvari, i sve do tada poznate prirodne pojave. Polazeći od (1) *analogije i jednostavnosti* prirode kao svoga prirodno-filozofskog polazišta, (2) dokazao je da *načelo neprekidnosti (lex continuitatis)* vrijedi u prirodi i geometriji (*Ništa se u prirodi ne događa skokom*) i (3) oblikovao je vlastitu *neprekinutu krivulju silâ (curva Boscovichiana)* koja je na vrlo velikim distancama opisivala djelovanje Newtonove gravitacije, na malim distancama tumačila pojmove kohezije i fermentacije, a na vrlo malim distancama opisivala djelovanje Boškovićeve beskonačne odbojne sile, (4) da bi pristupio problemu *izgradnje većih čestica od manjih* i (5) zaključio da je *tvar sastavljena od nedjeljivih i neprotežnih točaka koje su obdarene silama i međusobno odijeljene nekim razmakom*.

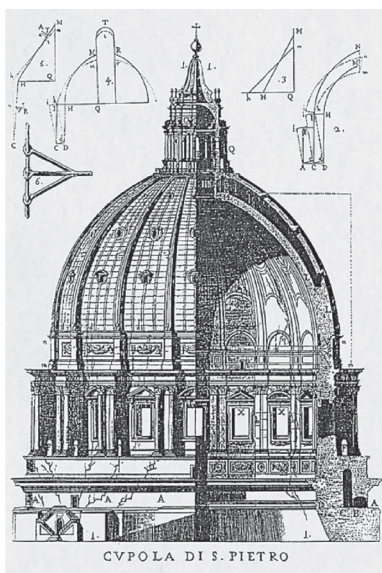
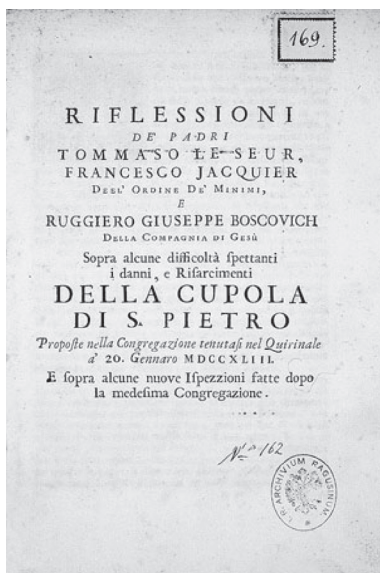
Posebno je elegantna posljedica Boškovićeve teorije silâ *poučak o ravnoteži sustava triju točaka*. Postavivši dvije točke sustava u žarišta elipse, ustanovio je da se treća točka sustava nalazi u ravnoteži ako pripada sustavu konfokalnih elipsoidalnih ploha. Bio je to Boškovićev »model atoma« iz 1748. godine.

U teorijskoj je astronomiji, 1746. godine, razvio metodu za određivanje staza kometa. Kada je Herschel otkrio Uran, među prvima je, 1782. godine, na temelju teorijskog određivanja staza, zaključio da se radi o otkriću novog planeta.

Bošković se, djelujući na trima matematičkim katedrama (Rim, Pavia i Milano), bavio mnogim problemima čiste matematike. Najvažnije dostignuće u matematičkim istraživanjima ostvario je u sintetičkoj i primijenjenoj matematici. U svome radu *Elementa universae matheos* (treći svezak, 1754. godine) izložio je dvije cjelovite geometrijske



Slika 6 – Boškovićev model atoma



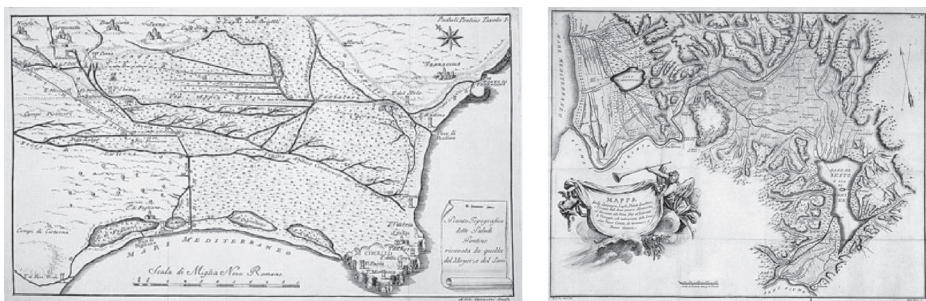
Slika 7 – Ekspertiza o kupoli bazilike Sv. Petra

teorije: prvu, *teoriju čunjosječnica* i drugu, *teoriju transformacija geometrijskih mjesta*. Proučavajući rezultate geodetskih mjerenja, osmislio je statističku metodu za izravnjanje nesuglasnih opažanja. U radu što ga je 1770. godine poslao *Académie des Sciences* u Parizu uveo je četiri glavne diferencijalne jednadžbe sferne trigonometrije.

Godine 1742., kao jedan od trojice rimskih matematičara, potpisao je statičku ekspertizu o pukotinama na kupoli bazilike sv. Petra. Nakon ovog vještačenja uslijedila su i druga. Posebno se ističu izvješća o stabilnosti carske knjižnice u Beču (1763. godine) i o stabilnosti novoga piramidalnoga šiljka na vrhu kupole milanske katedrale (1765. godine).

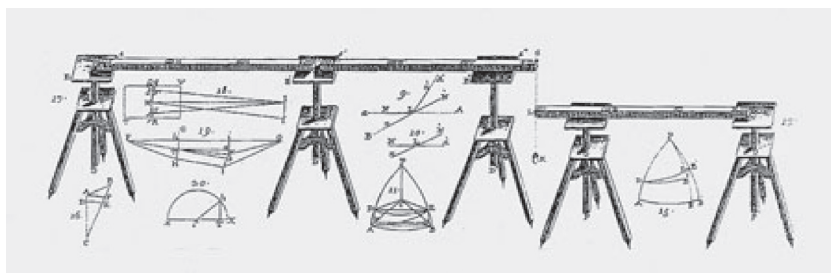
Vještačenju oštećenja na građevini pristupao je s razrađenom metodologijom: opis oštećenja, teorijsko obrazloženje o nastanku štete i prijedlog popravka. Pritom se pri izradi statičkih ekspertiza služio teorijskim razmatranjem uz uporabu načela virtualnih pomaka. Upravo je ekspertizom o pukotinama na kupoli bazilike sv. Petra 1742. godine započela nova era u egzaktnom pristupu stabilnosti građevine.

U vremenu od 1752. do 1781. godine izradio je Bošković nekoliko – više od deset – hidrotehničkih ekspertiza za rijeke, močvare, vodovode i vodoskoke. Prva takva ekspertiza nastala je po papinu nalogu početkom 1752. godine, a bavila se štetama na kolčanim prijevojnica plovnog rukavca rijeke Tibera. Međutim, najučinkovitija je bila ona u kojoj je predložio prokopavanje oteretnog kanala kojim bi se spriječilo da rijeka Arno plavi granično područje Luce i Toscanne. Obavio je jednako tako djelotvorna vještačenja za pet talijanskih luka: Fiumicino, Terracina, Magnavacca, Rimini i Savona.



Slika 8 – Crteži iz hidrotehničkih ekspertiza

Od 1750. do 1785. godine, u eri ručne izrade instrumenata, Bošković je postigao znatne uspjehe u konstrukciji i verifikaciji optičkih, astronomskih i geodetskih instrumenata. Konstruirao je mnogo novih instrumenata, kao na primjer, geodetske stalke (1751), uru njihalicu (1770), konačnu inačicu svoga vitrometra s promjenjivom staklenom prizmom (1773). Usto, 1766. godine, predložio je poznati pokus kojim bi se ustanovila priroda svjetlosti i u tu je svrhu zamislio novu vrstu dalekozora.



Slika 9 – Geodetski stalci

## 7.

Boškovićevo znanstveno djelovanje na području matematike, fizike, astronomije, geodezije, ali i filozofije, uvelike je utjecalo na razvoj znanosti u XVIII. i XIX. stoljeću. Suvremena fizika svojim otkrićima u području mikrosvijeta i ultramikrosvijeta stalno potvrđuje i pokazuje da je Bošković svojom teorijom prirodne filozofije stajao ispred svoga doba, na putu koji vodi od Newtonove *dinamičke* sinteze univerzuma, od Einsteinove teorije relativnosti i od Einsteinovih pokušaja *dinamičke* sinteze mikrosvijeta teorijom jedinstvenoga fizičkog polja.

Na taj se način Bošković uvrstio u malenu skupinu velikih znanstvenika čije koncepcije, i kada se neposredno ne slijede, predstavljaju nezaobilazne stepenice u razvoju ljudskoga duha.

## 8.

Boškoviću su za njegov rad dodijeljena mnoga priznanja i časti. Tako je 1746. godine postao redoviti član *Scientiarum et Artium Institutum atque Academia* u Bologni, dopisni član *Académie des Sciences* u

Parizu (1748), počasni član *Carske akademije znanosti* u St. Petersburgu (1760) i redoviti član *Royal Societyja* u Londonu (1761. godine).

Senat Republike Luce 16. rujna 1757. godine proglasio ga je plemićem zbog zasluga što ih je stekao u rješavanju spora između Luce i Toscanee.

Njegova djela opjevana su u rimskom krugu hrvatskih latinista. Benedikt Stay u desetoj knjizi svoga spjeva *Philosophiae recentioris ... versibus traditae libri X* čak 1600 heksametara posvetio je opisu Boškovićeve teorije silâ; Rajmund Kunić pjevao je elegije i epigrame Boškoviću u čast; Bernard Zamagna upleo je opise Boškovićeve rada u prirodnoj filozofiji i astronomiji kao epizode u svoje epove *Echo* i *Navis aëria*.

## 9.

Sada se, bez pretenzije na cjelovitost, daje popis najvažnijih Boškovićevih radova:

*De eclipsibus carmen* (1735);

*De maculis solaribus* (1736);

*Trigonometriae sphaericae constructio* (1737);

*De circulis oscillatoribus* (1740);

*De viribus vivis dissertatio* (1745);

*De cometis dissertatio* (1746);

*Notae in iridem* (1747);

*Notae in auroram borealem* (1747);

*De maris aestu* (1747);

*Dissertationis de lumine pars secunda* (1748);

*Sopra il turbine che la notte gli xi, e xii giugno del mdccclix daneggiò una gran parte di Roma dissertatione* (1749);

*Elementa universae matheseos (tomus I., II., III.)* (1754);

*De continuitatis lege et ejus consectoriis pertinentibus ad prima materiae elementa eorumque vires dissertatio* (1754);

*De continuitatis lege* (1754);

*Sectionum conicarum elementa* (1754);



*De transformatione locorum geometricorum* (1754);  
*De litteraria expeditione per Pontificiam ditionem* (1755);  
*De lege virium in natura existentium dissertatio* (1755);  
*Philosophiae recentioris ... versibus traditae libri X* (1755);  
*De spatio, ac tempore* (1755);  
*De spatio, et tempore, ut a nobis cognoscuntur* (1755);  
*De inaequalitatibus quas Saturnus et Jupiter sibi mutuo videntur inducere praesertim circa tempus conjunctionis* (1756);  
*De materiae divisibilitate et principiis corporum dissertatio* (1757);  
*Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium* (1758);  
*De Solis ac Lunae defectibus* (1760);  
*Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium* (1763);  
*Opera pertinentia ad opticam et astronomiam* (1785);

#### **Korišteno pri pisanju članka:**

Stipetić, Ernest (1987), *O životu, naučnom i filozofskom radu Rudera Boškovića*, u: *Nastava matematike XIV* (XXXVI, 1–2), nova serija; Beograd: Savez društava matematičara, fizičara i astronoma Jugoslavije, str. 11–18.

Supek, Ivan (2005), *Ruđer Bošković: vizionar u prijelomima filozofije, znanosti i društva*. Zagreb: Školska knjiga.

[www.sl.wikipedia.org](http://www.sl.wikipedia.org)

[www.hr.wikipedia.org](http://www.hr.wikipedia.org)

[www.moljac.hr/biografije/boskovic.htm](http://www.moljac.hr/biografije/boskovic.htm)

[www.croes.net/Mambo/index](http://www.croes.net/Mambo/index)

[www.public.srce.hr/zuh/do1874/nv18\\_1.htm](http://www.public.srce.hr/zuh/do1874/nv18_1.htm)

[www.hic.hr/hrvatski/oHrvatskoj/rudjer\\_boskovic.htm](http://www.hic.hr/hrvatski/oHrvatskoj/rudjer_boskovic.htm)

[www.filozofija.org/index](http://www.filozofija.org/index)

[www.poznati.fizicari.sd.infox.net/hr](http://www.poznati.fizicari.sd.infox.net/hr)

[www.infocroatia.com](http://www.infocroatia.com)

ON THE LIFE OF RUĐER BOŠKOVIĆ,  
HIS SCIENTIFIC AND PHILOSOPHICAL WORK

Vladimir Kadum

*The paper centres on one of the greatest Croatian scientists of all time, a philosopher, mathematician, physicist, astronomer, geodesist... who tackled issues in astronomy, optics, mechanics, geodesy, building techniques, etc.*

*Bošković's work of life Theoria philosophiae naturalis (1758) presents his views on the structure of matter and the relations in nature, all of which is – as he himself underlines – reduced to a single law of forces that exists in nature.*

*Finally, his most significant treatises are listed.*

**Key words:** *Ruđer Bošković, scientist, philosopher, mathematician, physicist*