

Josip Ruđer Bošković

300. godišnjica rođenja jednog od najvećih hrvatskih umova

Ivan Dražić, Bribir

“U njegovom glavnom djelu – *Teorija prirodne filozofije* – nalazi se mnoštvo ideja koje su tek u posljednjih pedeset godina moderne fizike u potpunosti došle do izražaja i koje pokazuju kako su filozofska gledišta kojima se Bošković rukovodio u svojoj prirodnoj znanosti bila ispravna.”

Werner Heisenberg, 1958.

Prije 300 godina, točnije 18. svibnja 1711. godine, dubrovačka obitelj Pave i Nikole Boškovića dobiva novog člana – malog Ruđera – dječaka koji se od samih početaka svojeg života isticao intelektom, stavovima, znanjem i razmišljanjima koji su kroz godine evoluirali u jasan i zaokružen pogled na svijet poznat pod nazivom “Boškovićeva prirodna filozofija”. Elemente Boškovićeve *prirodne filozofije* danas nalazimo u vodećim teorijama globalne znanosti, počevši od modela atoma, teorije relativnosti pa sve do teorije kaosa.

Svoje školovanje Bošković započinje u dubrovačkom isusovačkom Kolegiju, gdje se u to doba ne izvodi nastava matematike i fizike te je nasreću



Slika 1. Portret Ruđera Boškovića. Rad R. Edge Pinea, London, 1760.

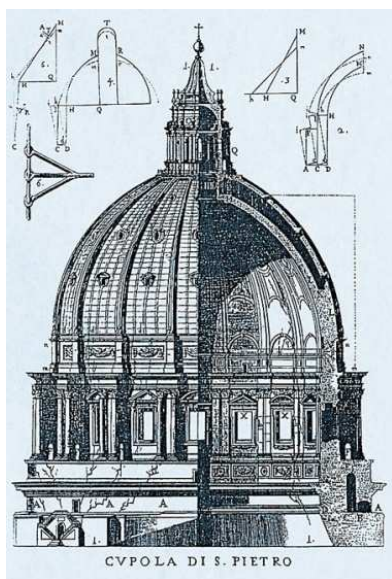
svjetske znanosti mladi Ruđer s 14 godina otišao u Rim gdje se počinje baviti filozofijom, matematikom i fizikom. Po završetku Rimskog kolegija, u skladu s pravilima isusovačkog reda kojem pripada, 1732. godine Bošković postaje učiteljem gramatike, najprije u Rimu, a zatim u Fermu.

1740. godine rektorom Rimskog kolegija postaje Boškovićev profesor Oracije Borgondio koji mu prepušta predavanja iz matematike. U isto vrijeme, uz znanstveno-nastavni rad, Bošković se počinje baviti i tehničkim problemima. Tako je između ostalog 1742. proučavao uzrok pukotina na kupoli bazilike sv. Petra u Rimu, a značajne su i njegove hidrotehničke ekspertize.

1757. godine Boškoviću je povjereno rješavanje spora između republike Lucce i vojvodine Toskane zbog čega je prisiljen godinu dana provesti u Beču gdje objavljuje svoje kapitalno djelo "Philosophiae naturalis theoria" (*Teorija prirodne filozofije*). Nažalost, ovo djelo nije najbolje prihvaćeno od strane njegovih suradnika u Rimskom kolegiju zbog čega 1759. napušta Rim i odlazi u Pariz gdje ostvaruje kontakte s vodećim znanstvenicima svoga vremena, između ostalog Clairautom i D'Alembertom. 1760. godine dolazi u London gdje je 1761. postao članom Kraljevske akademije znanosti. 1762. boravi u Carigradu, Varšavi i Veneciji gdje 1763. godine izdaje dopunjeno izdanje svoje *Teorije prirodne filozofije*.

1764. godine počinje predavati matematiku na Sveučilištu u Paviji, a paralelno radi i na izgradnji zvjezdarnice u Breri.

1770. godine Bošković počinje predavati astronomiju i optiku u Milanu, no dvije godine kasnije zbog nesuglasica s kolegama oko vođenja zvjezdarnice u Breri napušta Milano i odlazi u Pariz. 1773. dobiva francusko državljanstvo, a 1774. godine počinje raditi kao upravitelj Optike za mornaricu. Ovo radno mjesto bilo je izuzetno dobro plaćeno zbog čega je

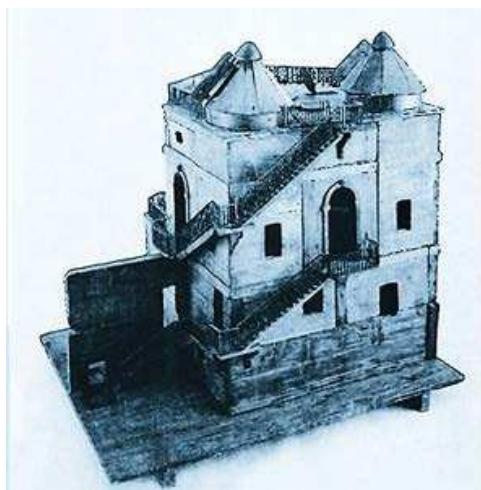


Slika 2. Boškovićovo vještačenje kupole bazilike sv. Petra u Rimu



Slika 3. Ruđer Bošković, 1756., nepoznati autor

Bošković često bio na meti ljubomornih suparnika s kojima ulazi u brojne sporove. Unatoč turbulentnoj poslovnoj situaciji, Bošković u to vrijeme jako puno radi na području optike i astronomije te 1782. odlazi u Bassano kako bi objavio svoje radove. 1785. godine u Bassanu izdaje knjigu "Opera pertinentia ad opticam et astronomiam" (*Djela koja se odnose na optiku i astronomiju*). Iste godine odlazi u Breru gdje se u potpunosti posvećuje znanstvenom radu, no istovremeno počinje i poboljšavati. 13. veljače 1787. godine u Milanu umire od posljedica upale pluća.



Slika 4. Boškovićev model zvjezdarnice u Breri

Boškovićev odnos prema domovini

Iako je Ruđer Boškovićev poslije odlaska na školovanje u Rim, Dubrovnik posjetio samo još jednom 1747. godine, njegova duhovna veza s rodnim krajem ostaje neraskidiva. Za svoju domovinu obavljao je mnoge diplomatske misije, a svoju nacionalnu pripadnost potvrdio je i u jednom reagiranju na D'Alembertovu polemiku gdje ga ovaj naziva Talijanom, na što Bošković reagira da je on "Dalmatinac iz Dubrovnika", a ne Talijan.

Zanimljivi su i stihovi iz njegove poeme "O pomrčinama Sunca i Mjeseca":

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

Da se aktivno služio hrvatskim jezikom dokazuju i njegova brojna pisma rodbini, a posebno je zanimljiva činjenica da je u korespondenciji sa svojom braćom, povjerljive stvari pisao hrvatskim jezikom dok bi nevažne, općenite stvari pisao talijanskim jezikom. Također, u svojem "Dnevniku jednog putovanja", o bugarskom jeziku kaže: "jezik te zemlje narječje je 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".

Izuzetno je važna Boškovićeva diplomatska intervencija iz 1671. godine kada je poljskog kralja Stanislava, štićenika ruske carice Katarine uspio uvjeriti u neutralnost Dubrovnika prema sukobu Rusije i Turske čime je spriječio napad ruskih ratnih brodova na Dubrovnik.

Bošković i matematika

U svojim brojnim predavanjima i radovima Bošković kritički gleda ustaljene matematičke definicije,



Slika 5. Ruđer Bošković pred kraj života, nepoznati autor

dajući mnoga pojašnjenja koja raščišćavaju brojne nedorečenosti postojećih definicija.

Iznimno je značajno Boškovićevo gledanje na matematičke i geometrijske objekte koje se stupnjem apstrakcije slobodno može nositi sa shvaćanjem matematike današnjeg vremena. Tako se Bošković u svojoj raspravi o definiciji pravca pita je li moguće "parabolizirati pravac", tj. zašto parabola ne bi mogla dobiti epitet jednostavnosti koji se veže uz pravac. Ovo njegovo razmišljanje je jasan put k alternativnim geometrijama i identično je razmišljanju Julesa Henrija Poincaréa koji je djelovao stoljeće nakon Boškovića.

O Boškovićevom prihvatanju neeuklidskih geometrija govori i crtica iz njegovog djela "Elementi sveukupne matematike" gdje ističe da se Euklidov peti postulat (o paralelnosti) ne može izvesti iz ostalih aksioma, što ga izdiže iz shvaćanja njegovih brojnih suvremenika koji su ga pokušavali dokazati.

Koliko je Bošković cijenio matematičku preciznost govori i njegovo razmišljanje o problemima logaritma negativnih veličina. Pritom ističe da problem leži u nedostatku preciznosti ideja kojima se bave matematičari.

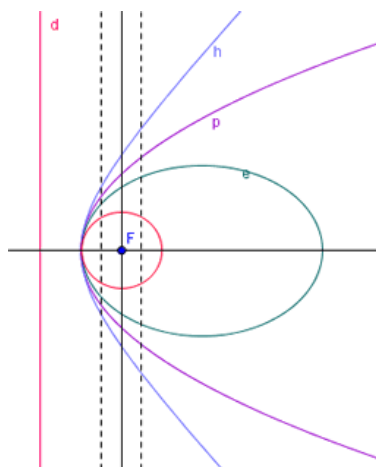
Unatoč svojoj potrebi za raščišćavanjem matematičkih pojmova, Bošković je u načelu matematičar primjene i njegove brojne matematičke ideje pro-

izašle su iz praktičnih problema kojima se bavio. Tako je i njegov prvi matematički rad “Konstrukcija sferne trigonometrije”, objavljen u Rimu 1737. godine, potaknut astronomskim istraživanjima.

Veliku pažnju Bošković posvećuje teoriji pogrešaka, zaključivši da je prilikom svih astronomskih i geodetskih mjerenja važno znati kako se mijenjaju izračunani podaci u ovisnosti o različitim izračunanim podacima.

1754. godine u Rimu izlazi Boškovićeva djelo “Elementi sveukupne matematike” koje, iako je prvenstveno zamišljeno kao sveučilišni udžbenik, sadrži brojne originalne ideje i osobne stavove o pojedinim matematičkim problemima.

Što se znanstvenog doprinosa u matematici tiče, najznačajniji je treći svezak ovog djela gdje se konike ne promatraju kao presjeci stošca, već kao krivulje u ravnini pri čemu se za njihovu definiciju uzima Pappusov poučak, tj. omjer udaljenosti od žarišta i direktrise. Sva svojstva konika Bošković izvodi na temelju generacijske kružnice, tj. kružnice kojoj je polumjer takav da je omjer polumjera i udaljenosti središta kružnice od direktrise jednak odredbenom omjeru pojedine konike. Ova kružnica sve se češće naziva Boškovićevom kružnicom. Bošković je prvi matematičar koji je sustav krivulja drugog reda izgradio na temelju Pappusova poučka.



Slika 6. Boškovićeva definicija konika

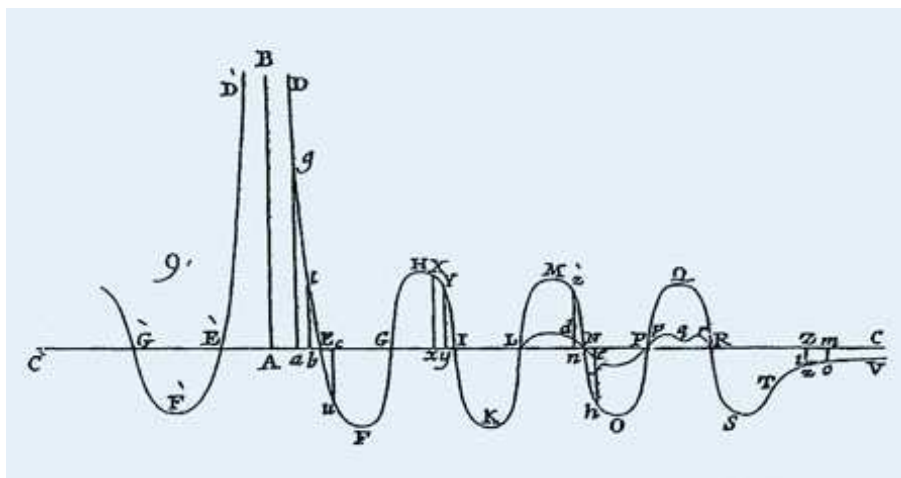
Bošković je promišljao i o infinitezimalnoj metodi, premda se njome nije koristio na način na koji su to radili njegovi suvremenici. U toj domeni značajno je i njegovo djelo “O prirodi i uporabi veličina beskonačno malih i velikih” gdje je geometrijski obradio osnove računa s beskonačno malim i beskonačno velikim veličinama.

Boškovićeva prirodna filozofija

Znanstveni rad koji obilježava Boškovića je njegova “Teorija prirodne filozofije”. Da bismo razumjeli veličinu Boškovića i kapitalnost ovog znanstvenog djela, važno je promotriti prirodnofilozofska gledišta Boškovićeve doba. To je vrijeme svojevrzne prekretnice u znanosti, vrijeme kad peripatetičku Aristotelovu filozofiju zamjenjuju suvremeni Newtonovi i Descartesovi pogledi. No kako se radi o revolucionarnim promjenama koje su imale i brojne teološke implikacije (primjerice odustajanje od geocentričnosti), evolucija u znanosti nije išla brzo. Peripatetički pogled na svijet koji je spekulativan i kvalitativan, bez empirijskih dokaza, zasnovan na dogmama, duboko je ukorijenjen u umove tadašnjih učitelja. Već samo odustajanje od takvog načina razmišljanja i zasnivanje znanosti na kvantitativnom promatranju i matematičkom izražavanju, unatoč neprestanom utjecaju peripatetičkog razmišljanja, predstavlja velik uspjeh, a razvoj čitave



Slika 7. Boškovićeva “Teorija prirodne filozofije”



Slika 8. Boškovićeva krivulja

nove prirodne filozofije, koja odbacuje gotovo sve na čemu se zasnivalo njegovo školovanje, svrstava Boškovića u sam vrh intelektualne elite njegova vremena.

Boškovićeva filozofija zasniva se na Newtonovim razmišljanjima, predstavljajući svojevrsnu generalizaciju Newtonovih načela u jednom zakonu sila koje postoje u prirodi. Temelj Boškoviće teorije je neprekidna promjena sile koja mijenja svoj karakter iz privlačne u odbojnu i obratno, ovisno o udaljenosti čestica. Taj međuodnos sile i udaljenosti Bošković prikazuje krivuljom koju danas nazivamo Boškovićeva krivulja i pomoću nje on objašnjava prirodne zakone, naglašavajući da je sila fundamentalnija od tvari.

Boškovićev rad u primijenjenoj znanosti

Veliki doprinos Bošković je dao u području praktične astronomije gdje raspravlja o mjernim mogućnostima ure njihalice, dalekozora s mikrometrom i kvadranta. Jednakim kritičkim pristupom gleda i na ustaljene principe u astronomiji kao što su ravnina loma svjetlosti, oblik Zemlje ili pak paralaksa stajačica. Bavio se i svim aktualnim astronomskim pitanjima svoga doba, kao što su uvje-

ti iščezavanja Saturnova prstena, teorija Sunčevih pjega te pitanje egzistencije atmosfere Mjeseca. Zanimljiv je podatak da je u svojoj poemi "O pomrčinama Sunca i Mjeseca" u pjesničkom obliku iznio kratki tečaj astronomije, zajedno s velikim brojem vlastitih rezultata.

U području teoretske astronomije osmislio je metodu određivanja putanja kometa i planeta, pri čemu je kombinirao konstruktivnu, trigonometrijsku i al-



Slika 9. Poprsje Rudera Boškovića, Academia Nazionale dei Lincei u Rimu

gebarsku metodu. Njegova istraživanja uspješno su primijenjena u određivanju putanje Urana.

Bavio se i problemima geodezije kako u teoretskom, tako i u praktičnom smislu. Poznata su njegova mjerenja meridijana u Papinskoj Državi, kao i metoda izravnavanja pogrešaka koju je sam Laplace nazivao genijalnom, a vrlo je slična Gaussovom principu minimuma zbroja kvadrata pogrešaka. Bavio se i strukturom Zemlje te plimom i osekom.

U području optike također je zamjetan Boškovićev doprinos, posebice njegove diskusije o gustoći svjetlosti kao i istraživanja leća te poboljšanje optičkih pomagala pri čemu se ističe njegova modifikacija optičkog mikrometra.

Boškovićev utjecaj na znanost

Boškovićev rad relativno je dobro primljen u znanstvenim krugovima njegova vremena, tako da se elementi Boškovičeva rada počinju predavati već 1757. kad isusovačke škole odbacuju peripatetički pogled na svijet. Mađarski fizičar Pal Mako u svojim udžbenicima piše o Boškovićevu radu, a isto čini i hrvatski fizičar Antun Radić koji je predavao u Trnavi i Budimu. Za širenje Boškovićevih spoznaja posebno je bitan udžbenik Leopolda Biwalda sa Sveučilišta u Grazu, koji Boškovićevu teoriju prihvaća kao dopunu Newtonovim gledištima.

Postoje zapisi koji dokazuju da se Boškovičeva teorija predavala i u franjevačkim školama u Italiji, školama južne Njemačke i zapadne Poljske, a zamjetan je njen utjecaj i na radove nekih britanskih znanstvenika kao što su Joseph Priestley, Dugald Stewart i John Robinson.

U 19. stoljeću Boškovićev rad polako izlazi iz udžbenika no sve se više primjenjuje u istraživanjima tako da je zamjetan utjecaj njegova rada na uvođenje pojma polja sila te ideje o strukturi atoma.



Slika 10. Kip Ruđera Boškovića, autor Ivan Meštrović. Kip se nalazi u Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu.

Pravu potvrdu Boškovićev rad doživljava u 20. stoljeću kad Heisenberg navodi da se u Boškovićevu djelu nailazi na mnoštvo ideja koje su tek u modernoj fizici došle do potpunog izražaja. U isto vrijeme, najveći hrvatski znanstveni institut dobiva njegovo ime, što je uz korištenje njegova lika na novčanici, priznanje koje znanstvenik njegove veličine zaslužuje.

LITERATURA

- 1/ Ž. Dadić, *Bošković*, Školska knjiga, Zagreb, 1987.
- 2/ V. Kadum, *O životu Ruđera Boškovića, njegovom znanstvenom i filozofskom radu*, Matematički ogleđi 14(2007), str. 19–36.
- 3/ I. Supek, *Ruđer Bošković: vizionar u prijelomima filozofije, znanosti i društva*, Školska knjiga, Zagreb, 2005.