

Geodezija u Hrvatskoj

Prof. dr. sc. **Miljenko Lapaine**, redoviti član HATZ-a,
Odjel građevinarstva i geodezije, mlapaine@geof.hr

Sažetak: *Geodezija je tehnika i znanost koja se bavi izmjerom i prikazom Zemljine površine, određivanjem Zemljina oblika i njezina polja sile teže. Početke geodetskih aktivnosti na području današnje Republike Hrvatske može pratiti zahvaljujući starogrčkim izvorima o podjeli zemljišta. Posebno mjesto među velikanima hrvatske geodezije zauzima Ruđer Josip Bošković (1711–1787) koji je svojim djelom unapređivao znanost i mijenjao znanstvenu sliku svijeta. U Hrvatskoj se geodetsko obrazovanje može steći u srednjim tehničkim školama. Visoko geodetsko obrazovanje i znanstveno-istraživačka djelatnost povezani su s Geodetskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu. Geodetska služba u Hrvatskoj regulirana je zakonima i pravilnicima koje donosi Državna geodetska uprava, a strukovna udruženja su Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, Hrvatsko geodetsko društvo i Hrvatsko kartografsko društvo. Geodezija ima široku primjenu u mnogim područjima.*

Gljučne riječi: *geodezija, Hrvatska, Ruđer Bošković, geodetsko obrazovanje, geodetska služba, geodetska strukovna društva, geodetski časopisi*

1. Uvod

Geodezija (geo– + grč. $\delta\alpha\eta\omega$, $\delta\alpha\epsilon\acute{\iota}\omega$: učiti, upoznati, saznati) je tehnika i znanost koja se bavi izmjerom i prikazom fizičke Zemljine površine, određivanjem oblika Zemlje i njezina polja sile teže. Glavni predmet istraživanja u geodeziji je geodetska izmjera zemljišta i Zemlje. Osnovne grane geodezije su primijenjena geodezija, satelitska, fizikalna i pomorska geodezija, fotogrametrija i daljinska istraživanja, kartografija i geoinformatika.

Geodetski radovi na području današnje Republike Hrvatske obavljani su od davnina. Tako je primjerice Starogradsko polje na otoku Hvaru zaštićeni kulturni krajolik u kojem je antička grčka podjela zemljišta sačuvana do današnjih dana kao sustav putova i terasiranih parcela. Riječ je o najbolje sačuvanom antičkom grčkom katastru na Sredozemlju zbog čega je od 2008. godine hrvatski lokalitet koji se nalazi na UNESCO-vu Popisu svjetske baštine.

Još jedan dokaz starosti geodezije u Hrvatskoj je lumbardska psefizma, starogrčki povijesni dokument epigrafskog karaktera iz 3. stoljeća. Psefizma je na kamenoj steli čiji je gornji završetak profiliran. Stela je od domaćeg crvenkasto-smeđeg vapnenca. Psefizma se sastoji od dva dijela, a jedan od njih je zaključak kojim je narodna skupština utemeljila koloniju i podijelila zemlju doseljenicima.

Herman Dalmatin (12. st.) preteča je hrvatske znanstvene geodezije. Između ostalog preveo je 1143. godine Ptolemejevo djelo *Planisphaera*. Marin Getaldić (1568–1626) u svom djelu *De resolutione et compositione mathematica* objavljenom u Rimu 1630., pored rješavanja drugih problema iznosi i svoj prijedlog načina, određivanja Zemljine veličine. Taj je način geodetski, bez potrebe astronomskih mjerenja. Newtonov opći zakon gravitacije, kao i mnoga druga otkrića, slijedio je iz raznih ranijih znanstvenih rasprava, osobito tumačenja plime i oseke, čemu su vidni doprinosi pored Keplera (*Astronomia nova*, 1609) dali i hrvatski znanstvenici: Frederik Grisogono (1473–1538) (*De modo collegionali ...*, 1528), Nikola Sagroević (?–1573) (*Regionamenti ...*, 1574) i Franjo Petriš (1529–1597) (*Nova universis philosophia*, 1593). Marko Antun Gospodnetić–Dominis (1560–1624) u djelu *Euripus seu de fluxu et refluxu maris sententia*, Romae 1624, tumači i uspoređuje djelovanje Mjeseca i Sunca na morske vode s magnetskom silom.

2. Ruđer Bošković i geodezija

Među svim hrvatskim znanstvenicima Ruđer Josip Bošković (1711–1787) ističe se neusporedivim djelom koje je ne samo unapređivalo znanost nego je mijenjalo znanstvenu sliku svijeta. Nedovoljno je poznato da je dio života posvetio geodeziji (Lapaine 2008, 2016). U razdoblju 1750–85, u epohi ručne izrade instrumenata, postigao je zapažene uspjehe u konstrukciji i verifikaciji optičkih, astronomskih i geodetskih instrumenata. Izumio je kružni mikrometar, bavio se pogrešakama leća i njihovim uklanjanjem te poboljšanjem optičkih sprava. Za određivanje loma i rasapa svjetlosti konstruirao je spravu nazvanu vitrometar. Predložio je vrstu dalekozora napunjenu vodom i izradio je optičke prizme s promjenljivim kutom.

Prilično se rano počeo baviti problemima oblika i veličine Zemlje (*De veterum argumentis pro telluris sphaericitate* – O dokazima starih za sferni oblik Zemlje, 1739; *Dissertatio de telluris figura* – Rasprava o obliku Zemlje, 1739) te problemima u vezi s Newtonovom teorijom gravitacije (*De inaequalitate gravitatis in diversis terrae locis* – O nejednakosti sile teže na raznim dijelovima Zemlje, 1741). Da bi riješio te probleme, trebao je uz teorijska istraživanja, provesti mjerenja meridijskih stupnjeva na različitim mjestima Zemlje.

S odobrenjem isusovačkoga generala bio se prijavio za odlazak u Brazil kako bi sudjelovao u razgraničenju španjolskog i portugalskog kraljevstva, ali uz uvjet da mu bude dopušteno izmjeriti jedan meridijanski stupanj. Njegovu nakanu preinačio je kardinal Valenti, državni tajnik Svete stolice, ishodivši nalog pape Benedikta XIV. da Bošković obavi “astronomsko i geografsko putovanje” uzduž meridijana Rim-Rimini u Papinskoj državi. Za svog pratioca Bošković je izabrao Christophora Mairea, a na putovanju je proveo dvije akademske godine 1750–52. Rezultati su objavljeni 1755. u znanstvenom izvješću *De litteraria expeditione per Pontificiam ditionem* ... (O znanstvenu istraživanje po Papinskoj Državi ...), uz koje je na posebnom listu bila izdana *Nuova carta geografica dello Stato Ecclesiastico* (Nova geografska karta Papinske Države), prva karta Papinske Države, koju je prema zajedničkim podacima izradio C. Maire. Stoga Boškovića možemo smatrati jednim od preteča hrvatske kartografije. Glavne učinke geodetskih mjerenja Bošković je još tri puta publicirao: 1757. u sažetom izvješću za časopis Bolonjske akademije, 1760. u dopuni uz spjev Benedikta Staya, te 1770. u francuskom prijevodu svoga glavnoga geodetskog djela *Voyage astronomique et géographique, dans l'Etat de l'Eglise* ... (Astronomsko i geografsko putovanje u Crkvenoj Državi ...).

Nadalje, Bošković je prvi zaključio da je Zemljin oblik неправиан. Sumnjao je da meridijani nisu elipse, a to je potvrdio svojim mjerenjima. Tvrdio je da je oblik Zemlje ne samo неправиан nego i promjenljiv u vremenu, što je dokazano tek mnogo kasnije.

Bošković je postavio teoriju izostazije (1742, 1755, 1785). Po toj teoriji, nagomilavanja masa i postojanja praznina u Zemljinoj kori kompenzirani su odgovarajućim rasporedom masa u Zemljinoj unutrašnjosti. Otkriće Mohorovičićeva diskontinuiteta između Zemljine kore i Zemljina plašta 1910. godine u skladu je s Boškovićevim idejama o izostaziji.

Bošković je prvi u povijesti znanosti postavio metodu prilagođavanja rezultata mjerenja postavivši uvjete koje je poslije P. S. Laplace izrazio u analitičkom obliku, pa se po njemu nazivala Laplaceovom metodom. U novije doba to je Bošković-Laplaceova metoda.

Gotovo je nepoznat njegov prijedlog za osnivanjem geodetske škole napisan oko 1770. godine (Lapaine, Kljajić 2012). Boškovićev rukopis pod naslovom *Progetto per una Scuola di Geodesia* čuva se u Državnom arhivu u Milanu. Za Boškovića je geodezija onaj dio elementarne geometrije koji uči mjerenju zemljišta i zemalja te crtanju karata. Ruđer Bošković nije imao formalno geodetsko obrazovanje, jer ga u doba svoje mladosti nije ni mogao imati. Međutim, budući da je bio svestrano obrazovan znanstvenik i praktičar, nije mu bilo teško učiti od drugih i na temelju toga unaprijedivati područja kojima se bavio. Premda je taj prijedlog napisan prije približno 250 godina, vrlo je jasna njegova poruka koja sigurno vrijedi i danas. A to je činjenica da je praktični dio posla kojim se bave geodeti iznimno važan i da samo praktične vježbe uz teorijska predavanja mogu dati dobroga geodetskog stručnjaka.

3. Srednjoškolska nastava geodezije

Matija Petar Katančić bio je franjevac, pjesnik, književni teoretičar, prevoditelj, leksikograf, povjesničar, arheolog, numizmatičar, geograf i kartograf (1750–1825). Radio je kao gimnazijski profesor u Osijeku i Zagrebu. Od 1795. do 1800. kada je umirovljen, predavao je kolegije Arheologija i Numizmatika na Sveučilištu u Budimu. Godine 1778. preveo je na hrvatski jezik djelo *Elementa Geometriae Practicae* kojem je autor Pál Makó de Kerek-Gede. Naslov prijevoda je *Pridhodna Bilixenja od Dillorednog Zemljomirja* (Uvod u praktičnu geometriju / zemljomjerstvo), a prijepis u čistopis nije dovršen. Taj je prijevod *najstariji udžbenik geodezije napisan na hrvatskom jeziku*. (Lapaine, Marjanović 2010)

Godine 1860. predavala se geodezija na *Gospodarsko-šumarskom učilištu* u Križevcima, pisali su se udžbenici, izvodila se praktična nastava, vjerojatno prve geodetske vježbe u hrvatskim školama. *Učilište u Križevcima* daje srednjoškolsku obrazovnu razinu, pa je to uistinu početak institucionalnoga srednjoškolskog predavanja geodezije i geodetskih predmeta u Hrvatskoj.

Na *Srednjoj tehničkoj školi* u Zagrebu otvoren je 1928. godine dvogodišnji Geometarski odjel, ali je zbog materijalnih i drugih razloga rad odjela 1932. prekinut. Međutim, već 1939. *Geometarski odjel* ponovno je otvoren, u istoj školi, ali pod novim nazivom: *Državna srednja tehnička škola* u Zagrebu. Nakon nekoliko promjena, od 1991. djeluje kao samostalna *Geodetska tehnička škola*.

Uočivši da u Slavoniji i Baranji nedostaje geodetskoga kadra uprava *Grđevinsko-ga školskog centra* u Osijeku donijela je odluku da se otvori jedan razred usmjerenja *geometar*. Školske godine 1976/77. upisan je prvi razred geometara kao eksperimentalni. Danas je škola organizirana kao *Graditeljsko-geodetska*. Geodetski tehničari školuju se i na *Graditeljsko-geodetskoj tehničkoj školi* u Splitu, *Graditeljskoj i poljoprivrednoj tehničkoj školi* u Rijeci i *Tehničkoj školi* u Puli.

4. Visokoškolska nastava geodezije

Da se nastava geodezije održavala na zagrebačkom sveučilištu prije gotovo dva i pol stoljeća, svjedoči udžbenik Martina Sabolovića *Exercitationes Gaeodeticae*, izdan na latinskom jeziku 1775. godine (Lapaine 2002).

Poznato je da su 1811. godine uručene prve diplome mladim akademika koji su na zadarskom liceju položili propisane ispite na temelju kojih su dobili akadem-

ski stupanj i ovlaštenje da djeluju u Ilirskim pokrajinama kao geodeti. Drugim riječima, Hrvatska je 1811. imala prva tri diplomirana geodeta.

Godine 1898. osnovana je Šumarska akademija pri Mudroslovnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na njoj se, osim ostalih tehničkih predmeta, predavala i geodezija. Budući da je stalno rasla potreba za odgovarajućim školovanjem stručnjaka za reguliranje posjedovnih odnosa, diobe zemljišnih zajednica, komasacije zemljišta, katastarske izmjere itd., uvodi se 1908. godine poseban Geodetski tečaj pri Šumarskoj akademiji. Geodetski tečaj, kojega je *naukovna osnova* bila potpuno istovjetna planovima i programima geodetskoga studija na visokim školama u Pragu i Beču, djelovao je pri Šumarskoj akademiji do 1920., kada prelazi kao Geodetski odjel na Visoku tehničku školu, osnovanu godinu dana prije. Osim Geodetskog odjela postojao je i Kulturno-inženjerski odjel, pa su nakon mnogih rasprava ta dva odjela spojena 1923. godine.

U geodetskoj nastavi nastale su znatne promjene 1926., kada je Visoka tehnička škola ušla u sastav Sveučilišta u Zagrebu kao Tehnički fakultet s odgovarajućim odjelima. Geodezija se predavala u sklopu Geodetsko-kulturno-inženjerskog odjela, koji je 1929. godine dobio naziv Geodetsko-kulturno-tehnički odjel. Takav se oblik nastave odvijao sve do kraja 1946., kada se uvode dva nova usmjerenja na Tehničkom fakultetu: geodetsko i melioracijsko; prema njihovim se planovima i programima nastava odvijala do 1948. Zbog zastoja u rješavanju agrarno-pravnih odnosa, a time i melioracijskih zahvata, melioracijsko usmjerenje ukinuto je 1951. godine.

U razvoju organizacije geodetske nastave jedan je od važnijih događaja podjela Tehničkog fakulteta 1956. godine, kada od bivših odjela nastaju četiri nova fakulteta. Jedan od njih bio je Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet (AGG), koji je u takvom ustrojstvu ostao do 1962. U tom razdoblju na Geodetskom je odjelu intenzivirana nastava osnivanjem novih nastavno-znanstvenih jedinica, uvođenjem novih kolegija, imenovanjem novih nastavnika, te pribavljanjem nastavnih pomagala i instrumenata. To je dovelo do osnutka samostalnoga Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1962. Najviše podataka O znanstvenom i nastavnom radu na Geodetskom fakultetu navise podataka može se naći u nekoliko spomenica, među kojima ističemo one koje je uredio S. Frangeš (2007, 2017).

5. Znanstveno-istraživački rad

Prve znanstvene projekte financirane od državnih institucija nadležnih za znanost izvodili su nastavnici Geodetskoga fakulteta u Zagrebu nakon osamostaljenja Fakulteta 1962. godine. Suradnici Zavoda za kartografiju Geodetskoga fakulteta na

čelu s predstojnikom Zavoda B. Borčićem radili su od 1962. do 1966. na temi *Odrediti elemente transformacije između projekcija i koordinatnih sistema stare i nove izmjere zemljišta na području SRH*. Zavod za višu geodeziju Geodetskoga fakulteta radio je od 1970. do 1975. na temi *Opažanje umjetnih Zemljinih satelita*. Nositelj teme bio je N. Čubranić. U razdoblju 1971–1975. suradnici Zavoda za kartografiju Geodetskog fakulteta završili su najveći dio posla na izradi *Višejezičnoga kartografskog rječnika*, koji je objavljen 1977. U okviru teme *Izbor sadržaja i izrada uzornih listova za geografski i tematski atlas Hrvatske* izrađena je karta SR Hrvatske u mjerilu 1:300 000. Suradnici Zavoda za višu geodeziju radili su u tom razdoblju na temi *Astronomsko i geodetsko određivanje geografskih koordinata Opservatorija Hvar*. (Frančula i Lapaine 2004).

Važan korak za daljnje financiranje, ali i za cijelu organizaciju znanstvenoistraživačkog rada u Hrvatskoj, donošenje je Zakona o organizaciji znanstvenog rada u 1974. godini. Geodetski fakultet ispunjavao je sve uvjete zakona i registriran je kao znanstvena organizacija.

U razdoblju 1976–1980. nastavnici i suradnici Geodetskoga fakulteta radili su na dvama projektima. Prvi projekt, *Temeljna istraživanja na području geodezije*, uključivao je sedam zadataka (1979. dodana su još dva), a koordinator projekta bio je S. Klak. Koordinator drugoga projekta, *Gospodarenje površinskim vodama*, bio je D. Srebrenović, a projekt je uključivao četiri zadatka.

Prostorno uređenje, unapređenje i zaštita čovjekove okoline naziv je projekta što ga je u razdoblju 1981–1986. financiralo Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike. Projekt je uključivao zadatak *Istraživanja osnovnih geodetskih i astronomskih parametara* sa šest podzadataka.

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike financiralo je u razdoblju 1991–1995. šest projekata iz područja geodezije (u zagradi su navedeni nositelji projekata):

1. Kartografija i geoinformacijski sustavi (N. Frančula)
2. Osnovni geodetski radovi informacijskoga prostornog sustava RH (A. Bilajbegović, M. Solarić)
3. Fotogrametrija i baze podataka ZIS-a (L. Feil)
4. Komasacija zemljišta u novim uvjetima (V. Medić)
5. Istraživanje mjerne tehnike, automatizacije i metoda mjerenja (N. Solarić)
6. Gravitaciono polje u geodeziji, geofizici i geodinamici (K. Čolić)

Na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske financiralo je u razdoblju 1996–2002. četiri projekta iz područja geodezije:

1. Hrvatska kartografija – znanstvene osnove (N. Frančula)
2. Visinski sustavi Republike Hrvatske (L. Feil)
3. Geodetske metode mjerenja i njihove automatizacije (N. Solarić)
4. Fizikalna i satelitska geodezija u Republici Hrvatskoj (K. Čolić)

Od kolovoza 2002. Ministarstvo znanosti i tehnologije financira šest projekata iz područja geodezije:

1. Kartografija i nove tehnologije (M. Lapaine)
2. Geomatica croatica (T. Bašić)
3. Kompatibilnost visina u Republici Hrvatskoj (L. Feil)
4. Katastar, temelj infrastrukture prostornih podataka (M. Roić)
5. Geodetsko-geodinamički GPS-projekti u Republici Hrvatskoj (D. Medak)
6. Automatizirane geodetske metode mjerenja (N. Solarić)

Državna geodetska uprava financirala je tijekom proteklih godina veći broj znanstveno-stručnih projekata, koje su izvodili nastavnici i suradnici Geodetskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Za sve buduće geodetske radove u Hrvatskoj od posebne su važnosti tri projekta koje je DGU financirala u 2000. godini:

1. T. Bašić (voditelj projekta): Prijedlog službenih geodetskih datuma Republike Hrvatske
2. L. Feil, N. Rožić: Prijedlog službenog visinskog datuma Republike Hrvatske
3. M. Lapaine (voditelj projekta): Prijedlog službenih kartografskih projekcija Republike Hrvatske.

Uz projekte u sklopu programa Horizon 2020, Erasmus, te projekte koje financijski podupire Hrvatska zaklada za znanost, u posljednjih godinu dana se Fakultet sve više uključuje u programe Europskih strukturnih fondova. Tako je krajem 2018. godine predana konačna prijava projekta “Multisenzorsko zračno snimanje Republike Hrvatske za potrebe procjene smanjenja rizika od katastrofa”. Krajem ožujka 2019. nadležno tijelo za provedbu natječaja Europskog socijalnog fonda “Provedba HKO-a na razini visokog obrazovanja” odobrilo je Geodetskom fakultetu značajni projekt “Labirint”. Također je predan projektni prijedlog Geodetskog fakulteta na natječaj Europskog socijalnog fonda “Razvoj, unapređenje i provedba stručne prakse u visokom obrazovanju” (Medak i Frangeš 2019).

Realizacijom projekta Hrvatske znanstvene bibliografije omogućen je jednostavan unos svih objavljenih radova hrvatskih znanstvenika u jedinstvenu bazu podataka javno dostupnu na mrežnim stranicama (<http://bib.irb.hr/>). Zaposlenici Geodetskog fakulteta svoje radove najčešće objavljuju u časopisima Geodetski list, Kartografija i geoinformacije te Biltenu Opservatorij Hvar.

Geodetski fakultet organizira i mnogobrojne znanstvene skupove te objavljuje prigodne zbornike radova. Od 2002. godine Geodetski fakultet izdaje i svoj Godišnjak

u kojem se daje pregled svih djelatnosti Fakulteta, pa tako i znanstvene. Fakultet je također aktivni nositelj i sudionik svih znanstveno-stručnih skupova koje organiziraju Hrvatsko geodetsko društvo i Hrvatsko kartografsko društvo. Posebno je značajno objavljivanje radova u renoniranim svjetskim znanstvenim časopisima citiranim u Current Contentsu, u čemu prednjače znanstvenici Opservatorija Hvar.

6. Počasna zvanja

Profesor Stjepan Horvat bio je rektor Sveučilišta u Zagrebu 1945., a profesor Slavko Macarol od 1963. do 1966. i prorektor od 1966. do 1968.

U počasno zvanje profesora emeritusa izabrani su Stjepan Klak 1996. godine, Nikola Solarić 2003, Nedjeljko Frančula 2007, Zdravko Kapović 2014. i Miljenko Lapaine 2018. godine.

Dopisni član Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti (JAZU) postao je Nikolaj Pavlović Abakumov 1948. Jerko Alačević pravi je član JAZU od 1950. Članovi suradnici bili su Leo Randić od 1950., Nikola Čubranić od 1975. i Franjo Braum od 1977. Krešimir Čolić izabran za redovitog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti 1992.

Miodrag Roić izabran je 2010. godine za dopisnog člana Njemačke geodetske komisije Bavarske akademije znanosti (*Deutsche Geodätische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*).

Ovom prilikom treba navesti i hrvatska priznanja inozemnim geodetima. Ugledni njemački geodet sveučilišni profesor Helmut Wolf proglašen je 1981. godine počasnim doktorom Sveučilišta u Zagrebu. Helmut Moritz, redoviti profesor geodezije na Tehničkom sveučilištu u Grazu izabran je 1994. za dopisnog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti.

7. Priznanja i nagrade – izbor

Značajno inozemno priznanje dodijeljeno hrvatskom geodetu je Baeyerova spomen-medalja, koju je Krešimir Čolić primio 1990. u Potsdamu u Centralnom institutu za fiziku Zemlje.

Državnu nagradu za životno djelo na području znanosti dobili su Nikola Čubranić (1975) i Branko Borčić (1976). Državnu godišnju nagradu za znanost dobili su

Mate Janković (1974), Dionis Srebrenović (1974), Franjo Braum (1979), Dušan Benčić (1986), Nikola Solarić (1994) i Tomislav Bašić (2002).

Nagradu Sveučilišta u Zagrebu “Fran Bošnjaković” za 2001. godinu dobio je Miljenko Solarić.

Leo Randić dobio je nagradu Tehničke kulture za životno djelo 1987. i nagradu “Fran Tučan” za popularizaciju znanosti 1993. godine.

Povelju *Josip Juraj Strossmayer* za najuspješniji izdavački pothvat u 1998. godini s područja informacijskih znanosti dobio je Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu za djelo Miljenka Lapainea i skupine autora *Crtež u znanosti*.

Dušan Benčić dobio je 1986. godine državnu nagradu *Nikola Tesla* za svoj znanstveni rad i doprinos u području geodezije i geodetskih instrumenata. Zajedno s Nikolom Solarićem autor je udžbenika *Mjerni instrumenti i sustavi u geodeziji i geoinformatici* na 994 stranica objavljen u 2008. Godine. Za udžbenik su primili nagradu *Josip Juraj Strossmayer* za najbolje znanstveno djelo s područja tehničkih znanosti koju dodjeljuje Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti.

Fotokarta *Grad Velika Gorica* Stanislava Frangeša s Geodetskog fakulteta i Zvonka Biljeckoga iz firme Geofoto d.o.o. dobila je nagradu za izvrsnost u kartografiji (*Excellence in Cartography*) na Međunarodnoj kartografskoj izložbi u sklopu 19. međunarodne kartografske konferencije u Ottawi 1999. godine.

Bojan Vršnak dobio je 2017. godine prestižno međunarodno priznanje *The International Kristian Birkeland medal for Space Weather and Space Climate*. Ta se medalja dodjeljuje za izvanredne znanstvene ili tehnološke rezultate.

Miljenko Lapaine dobio je 2019. godine medalju i izabran je za počasnog člana (*Honorary Fellow*) Međunarodnoga kartografskog društva (*International Cartographic Association – ICA*).

8. Geodetska služba u Hrvatskoj

Geodetska uprava osnovana je pri Vladi Narodne Republike Hrvatske za obavljanje zadataka geodetske službe na području NRH, Uredbom o osnivanju Geodetske uprave iz 1947. godine koja je stupila na snagu 1. siječnja 1948. godine. Tom Uredbom definirana je djelatnost Geodetske uprave: izrada plana geodetske djelatnosti u skladu s općim državnim i republičkim privrednim planom, rukovođenje svim geodetskim radovima na području Hrvatske, katastarska služba, rukovođenje repu-

bličkim geodetskim poduzećima i ustanovama, unapređenje geodetske struke, raspodjela stručnih kadrova, nabava instrumenata te prikupljanje i čuvanje elaborata o izvršenim geodetskim radovima.

Od 1953. godine djeluje samostalno, a u razdoblju od 1965. do 1968. godine priključena je Republičkom sekretarijatu za financije. Zakonom o upravi ustrojena je kao republički organ uprave te od tada djeluje pod nazivom Republička geodetska uprava koja osigurava provođenje zakona i drugih propisa i mjera koje se odnose na izradu, obnovu i održavanje premjera i katastra zemljišta i u tu svrhu prati i analizira poslove premjera i katastra zemljišta i njihova održavanja; prati i druge pojave i procese u ostvarivanju zakona i analizira uvjete njihova ostvarivanja te daje stručna mišljenja u izvršenju poslova izrade i održavanja premjera i katastra zemljišta; rješava u upravnim stvarima koje se odnose na izradu, obnovu i održavanje premjera i katastra zemljišta i obavlja stručne poslove povezane s tim djelatnošću; obavljaju određene stručne poslove u postupku komasacije zemljišta; nadzire provođenje zakona i drugih propisa i mjera u području premjera i katastra zemljišta, kao i u odnosu na evidenciju nekretnina u društvenom vlasništvu; vodi arhiv geodetske dokumentacije i odlučuje o korištenju; prikuplja i obrađuje statističke podatke i vodi određene evidencije u okviru svoje djelatnosti, te obavlja i druge upravne poslove određene zakonom.

Zakonom o ustrojstvu republičke uprave nadležnost odnosno poslove Republičke geodetske uprave preuzela je Uprava za katastar i geodetske poslove Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva. Državna geodetska uprava osnovana je i ustrojena kao samostalna državna upravna organizacija 1994. godine, te je preuzela poslove dotadašnje Uprave za geodetske i katastarske poslove Ministarstva graditeljstva i zaštite okoliša, a 2010. godine preuzela je poslove, zaposlenike, opremu, te prava i obveze, istim zakonom ukinutog Hrvatskog geodetskog instituta. Državna geodetska uprava obilježila je nedavno svoju 70 obljetnicu (Lapaine i Landek 2018).

U Hrvatskoj danas postoji nekoliko stotina fizičkih i pravnih osoba koje imaju suglasnost Državne geodetske uprave za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina.

9. Strukovna društva

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije (HKOIG) osnovana 30. lipnja 2009. samostalna je i neovisna strukovna organizacija ovlaštenih inženjera geodezije te stranih osoba geodetske struke s poslovnim nastanom u Republici Hrvatskoj,

koji obavljaju poslove regulirane profesije geodetske struke u svojstvu odgovorne osobe, u skladu s posebnim propisima koji uređuju obavljanje stručnih geodetskih poslova i djelatnosti i posebnim zakonom kojim se uređuje priznavanje inozemnih stručnih kvalifikacija.

Članovi Komore su ovlašteni inženjeri geodezije koji u skladu s posebnim propisima obavljaju poslove regulirane profesije geodetske struke u geodetskoj djelatnosti. Komora pored javnih ovlaštenja obavlja sljedeće zadaće i poslove:

1. Promiče i unapređuje geodetsku struku i djelatnost u cilju zaštite javnog interesa i trećih osoba.
2. Razvija jedinstveni sustav organiziranosti u obavljanju geodetske djelatnosti u okviru poslova i zadataka utvrđenih Zakonom o obavljanju geodetske djelatnosti i Statutom.
3. Zastupa interese ovlaštenih inženjera geodezije pred tijelima državne vlasti i tijelima državne uprave.
4. Potiče i sudjeluje u pripremi projekata te sudjeluje pri oblikovanju gospodarskih sustava i mjera ekonomske politike u području geodezije.
5. Uspostavlja, organizira i provodi stručno usavršavanje članova Komore i drugih stručnih osoba te vodi evidencije iz područja obrazovanja i stručnog usavršavanja.
6. Potiče izdavačku djelatnost za potrebe geodetske djelatnosti.
7. Osniva u skladu sa Zakonom stegovna tijela Komore i Centar za mirenje pri Komori.
8. Pruža pomoć članovima Komore.
9. Razvija informacijski sustav Komore te radi na uvođenju naprednog elektroničkog poslovanja i razmjene informacija za članove Komore te informiranje članova Komore i zainteresirane stručne javnosti.
10. Surađuje s nadležnim državnim tijelima u provedbi smanjenja pretjeranog opterećenja za pružatelje usluga te radi na razvoju digitalne e-procedure za podnošenje zahtjeva i izdavanje potvrda iz službenih evidencija kroz integrirani sustav e-poslovanja tj. državnu informacijsku strukturu, uvođenjem sustava upravljanja dokumentacijom u skladu sa standardima za upravljanje dokumentima.
11. Rješava pitanja od značaja za geodetsku djelatnost.
12. Obavlja i druge zadaće određene posebnim zakonima i Statutom.
13. Provodi stručne obuke ovlaštenih inženjera geodezije koji su stalni sudski vještaci ili kandidati za stalne sudske vještace.

Hrvatsko geodetsko društvo

Skupina od 35 hrvatskih stručnjaka osnovala je 2. ožujka 1878. godine Klub inženjera i arhitekata, kojega su članovi bili i geodetski stručnjaci. Prvi organizirani zajednički nastup geodetskih stručnjaka na području tadašnje Jugoslavije bio je onaj na osnivačkoj skupštini svih jugoslavenskih geodeta održan 11. veljače 1919.

u Zagrebu, kada je osnovano Udruženje geometara. Nakon Drugoga svjetskog rata, 1946. godine, osnovano je u Zagrebu prvo geodetsko jezgro za društveni rad, kao sekcija geodeta u okviru Društva inženjera i tehničara u Zagrebu. Sekcija geodeta iz 1946. prerasta 1952. godine u Društvo geodeta Hrvatske. Sljedećih 40 godina Društvo je više puta mijenjalo ime da bi konačno 1993. godine bilo osnovano Hrvatsko geodetsko društvo (HGD) (Paar i Pavasović 2017).

Ciljevi HGD-a su: promicanje, razvoj i unaprjeđenje geodetske i geoinformatičke struke, te promicanje etike tehničkog i inženjerskog poziva, poticanje članova na međusobnu razmjenu iskustava i mišljenja, poticanje stvaralačkih inicijativa radi promicanja i razvoja geodetske i geoinformatičke djelatnosti, poticanje i podržavanje inicijativa članova u znanstveno-istraživačkom radu u području geodezije i geoinformatike, promicanje neprekidnog stručnog usavršavanja članova, poticanje i podržavanje inicijativa za zaštitu čovjekove okoline, zdravlja i rada.

Hrvatsko kartografsko društvo

Iako se kartografija načešće povezuje s geografijom, njezino temeljno mjesto je uz geodeziju jer svaki geodetski posao neminovno uključuje izradu karte ili plana. Hrvatsko kartografsko društvo (HKD) – strukovna udruga kartografa i drugih osoba koje pokazuju posebno zanimanje za kartografiju i srodna područja osnovano je 10. listopada 2001. godine. HKD je nastao osamostaljenjem iz Sekcije za kartografiju Hrvatskoga geodetskog društva (Frančula i dr. 2011).

Osnovni cilj HKD-a je promicanje i razvoj kartografije i srodnih područja za opće dobro. Područja djelovanja HKD-a su kultura i umjetnost, obrazovanje, znanost i istraživanje i tehnička kultura.

HKD predstavlja Hrvatsku u Međunarodnom kartografskom društvu. Preuzelo je od Sekcije za kartografiju HGD-a pripremanje sudjelovanja hrvatskih kartografa na međunarodnim kartografskim konferencijama. Hrvatska aktivno sudjeluje na generalnim skupštinama s nacionalnim izvještajima, na konferencijama s referatima i posterima, na međunarodnim kartografskim izložbama i na međunarodnim izložbama dječjih radova.

10. Geodetski časopisi

Prvim stručnim časopisom u Hrvatskoj s gotovo isključivo geodetskom tematikom smatra se *Vijesnik*, glasilo Udruženja civilnih tehnika kraljevina Hrvatske i Slavonije. Njegovih osam brojeva izišlo je 1914. godine u Novoj Gradiški, a uređivao ga je Jaroslav pl. Šugh, civilni geometar. (Frančula, Lapaine 2004).

Geodetski list, glasilo Hrvatskoga geodetskog društva izlazi u Zagrebu četiri puta na godinu bez prekida od 1947. godine. Glavni urednici Geodetskoga lista redovito su profesori Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu izdaje od 1977. znanstveni časopis na engleskom jeziku *Hvar Observatory Bulletin*. U časopisu se pretežno objavljuju članci iz područja astrofizike.

Hrvatsko kartografsko društvo pokrenulo je 2002. godine časopis *Kartografija i geoinformacije*, koji od tada izlazi na hrvatskom i engleskom jeziku dva puta na godinu. Urednici Kartografije i geoinformacija su s Geodetskog fakulteta, gdje je i sjedište Hrvatskoga kartografskog društva.

11. Primijenjena geodezija

Geodezija u građevinarstvu

U procesu projektiranja i građenja objekata na terenu geodezija se primjenjuje gotovo u cjelokupnome njezinu opsegu. U tijeku izgradnje građevine i nakon njezina puštanja u pogon izvode se razna geodetska kontrolna mjerenja, koja trebaju osigurati pravilnost izgradnje objekta prema obliku i dimenzijama iz projekta. Nakon izgradnje, geodetska kontrolna mjerenja prate promjene oblika i dimenzija objekta, koje mogu biti izazvane vanjskim utjecajima u vezi s eksploatacijom. Primjeri su praćenje pomaka brana i mostova, usmjeravanje proboja tunela, određivanje trasa prometnica i prometnih čvorova, mjerenje horizontalnih pomaka na visokim konstrukcijama (televizijski i drugi tornjevi, dalekovodni stupovi, dimnjaci i sl.) ili kontrola njihove vertikalnosti (određivanje nagiba) (Frančula, Lapaine 2004).

Geodezija u rudarstvu

Geodetski radovi u rudarstvu označuju se i kao rudarska mjerenja ili jamomjerstvo. Provode se prilagođenim geodetskim metodama i instrumentima, a služe za izradu grafičkih prikaza (karata) jamskih prostora u pogodnom mjerilu i svrsishodnoj projekciji s potrebnim tehničkim (rudarskim, geološkim) detaljima. Grafičkim prikazima moraju se stalno pratiti sve promjene u jami, bilo da su one nastale namjerno, tijekom rudarskih radova, bilo da su posljedica više sile (prodor vode ili plina, gorski udar, jamski požar). Osim toga, jamskim se mjerenjima prate i promjene što ih jamski radovi uzrokuju na površini, kao što je slijeganje terena nad otkopanim prostorom.

Geodezija u poljoprivredi, šumarstvu i zaštiti okoliša

Uređenje zemljišta i grupiranje čestica nužan je korak prema unapređivanju poljoprivredne proizvodnje. U planiranju takvih zahvata u prostoru treba voditi računa o čovjekovu okolišu i prirodnom krajoliku te ih na vrijeme zaštititi. Poljoprivredne površine (zemljišne čestice) uređuju se kroz agrarne operacije. U agrarne operacije ulaze agrarne reforme, nacionalizacije, izvlaštenja, parcelacije, arondacije i komasacije. Cilj je komasacije zemljišta spajanje većeg broja malih čestica, tj. stvaranje većih i za obradu pravilnijih zemljišnih čestica. Uz komasaciju, gdje je to potrebno, izvode se i hidrotehničke melioracije i asanacije. Testiranje uporabe GPS-a i satelitskih snimaka u poljoprivredi pokazali su da se racionalizacijom gospodarenja mogu ostvariti i znatne zarade. Pritom se osobito misli na uštedu na unosu gnojiva, pesticida i vode pri analizi gospodarskog sustava.

U urednom šumskom gospodarstvu od najveće je važnosti uzgajanje i uređivanje šuma. Dodamo li tomu izgradnju šumskih transportnih sredstava te uređivanje bujica, dobivamo ona područja koja traže niz raznovrsnih mjerenja. To su uglavnom geodetska i dendrometrijska mjerenja. Tijekom posljednjih stotinu godina fotogrametrija i daljinska istraživanja primjenjivali su se u šumarstvu Hrvatske s različitim intenzitetom, u početku samo praćenjem stanja u svijetu do velikog poleta primjene neposredno nakon Drugoga svjetskog rata. Fotogrametrija i daljinska istraživanja mogu primijeniti u svim segmentima šumarstva, a napose u inventuri šuma.

Geodezija u zaštiti spomenika kulture

Zavod za fotogrametriju Geodetskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bavi se primjenom fotogrametrije u izradi dokumentacije zaštite spomenika kulture. Početni radovi izvedeni su s posuđenim instrumentarijem., a od 1955. godine Zavod se iz godine u godinu opremao sve boljim fotogrametrijskim i geodetskim instrumentarijem baš za takve radove. Danas prilikom izmjere pročelja i ostalih dijelova zgrada kulturnog naslijeđa, lasersko skeniranje samostalno ili u kombinaciji s metodama terestričke fotogrametrije, daje veoma dobar odnos uloženoga i dobivenoga.

Geodezija u prostornom planiranju i urbanizmu

Urbana komasacija je moderni instrument uređenja građevinskog zemljišta, kojim se dobivaju parcele koje će svojim oblikom i površinom potpuno zadovoljiti uvjete izgradnje propisane urbanističkim planovima. Uloga geodezije u urbanoj komasaciji je višestruka. Komasacije zemljišta nedvojbeno su jedan od najsloženijih radova koje geodetski stručnjaci izvode u praksi. Obrađuju se mnogobrojni i raznovrsni podaci i informacije iz gotovo svih područja struke.

Geodezija u brodogradnji

Vrlo intenzivan i specifičan razvoj brodogradnje u drugoj polovici 20. st. utjecao je na usvajanje nove tehnologije gradnje brodova u više dijelova, spajanjem na moru, u plutajućem doku, ili u suhom doku. Do tada primjenjivana mjerna tehnika više nije mogla uspješno zadovoljiti sve raznovrsnije i neuobičajenije zahtjeve prakse. Geodetske metode mjerenja tražene zahtjeve potpuno zadovoljavaju. To potvrđuju primjeri gradnje brodova iznimno velikih dimenzija, razne rekonstrukcije brodova, radovi vezani uz razvoj novih tehnologija gradnje brodova i kontrole točnosti gradnje brodskih konstrukcija.

Geodezija u medicini

Jedno je od područja primjene fotogrametrijske izmjere i medicina, gdje se izmjerom kvantificira ponajprije vanjski oblik ljudskog tijela. Osim određivanja odnosa između pojedinih točaka na površini, pokazala se potreba određivanja geometrijskih odnosa unutar ljudskog tijela, a na osnovi izmjere rendgenskih slika – radiograma. Razrađena je analitička fotogrametrijska izmjera radiograma, koja omogućuje točnu numeričku definiciju prostornih odnosa različitih anatomske struktura, npr. dijagnostiku minimalnih pomaka ulomaka ili ugrađenih alenteza, prikaz patoloških pokretljivosti ili promjena u kinematičkim značajkama oštećenih ili ozlijeđenih zglobova.

12. Zaključak

Geodezija je tehnika i znanost koja se bavi izmjerom i prikazom Zemljine površine, određivanjem Zemljina oblika i njezina polja sile teže. Glavni predmet istraživanja u geodeziji je geodetska izmjera zemljišta i Zemlje. Osnovne grane geodezije su satelitska, fizikalna i pomorska geodezija, primijenjena geodezija, fotogrametrija i daljinska istraživanja, kartografija i geoinformatika.

Početke geodetskih aktivnosti na području današnje Republike Hrvatske možemo pratiti zahvaljujući starogrčkim izvorima o podjeli zemljišta (Starogradske polje, lumbardska pšefizma). Tijekom stoljeća mnogi su se hrvatski znanstvenici bavili i geodezijom. Među njima posebno mjesto zauzima Ruđer Josip Bošković (1711–1787) koji je svojim djelom unapređivao znanost i mijenjao znanstvenu sliku svijeta. Nedovoljno je poznato da je dio života posvetio i geodeziji.

U Hrvatskoj se geodetsko obrazovanje može steći u srednjim tehničkim školama, a visoko obrazovanje na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Gotovo cjeloku-

pna znanstveno-istraživačka geodetska djelatnost u Hrvatskoj vezana je uz Geodetski fakultet koji svoje početke ima u Geodetskom tečaju osnovanom 1908. godine.

Geodetsku službu u Hrvatskoj predvodi Državna geodetska uprava, a strukovna udruženja su Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, Hrvatsko geodetsko društvo i Hrvatsko kartografsko društvo. Geodetski fakultet izdaje Hvar Observatory Bulletin, Hrvatsko geodetsko društvo izdaje Geodetski list, a Hrvatsko kartografsko društvo časopis Kartografija i geoinformacije.

Geodezija ima široku primjenu, na primjer u građevinarstvu, rudarstvu, poljoprivredi, šumarstvu, zaštiti okoliša, zaštiti spomenika kulture, prostornom planiranju, urbanizmu, brodogradnji, industriji, medicini i drugdje.

Literatura

- [1] Lapaine, M.: Ruđer Josip Bošković – Toward the 300th Anniversary of his Birth. *Engineering Power*, 2008, Vol. 7, No.1, 1-2. / Ruđer Josip Bošković – u susret 300. godišnjici rođenja, *Tehničke znanosti*, 2008, Vol. 15, No. 1, 1-2.
- [2] Lapaine, M. (urednik): *Ruđer Bošković i geoznanosti / Ruđer Bošković and the Geosciences*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Državna geodetska uprava, Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, ISBN 978-953-6082-14-8 Zagreb, 2016
- [3] Lapaine, M., Kljajić, I.: O Ruđeru Boškoviću i njegovu prijedlogu za osnivanje geodetske škole, *Geodetski list* 2012, 4, 245–258
- [4] Lapaine, M., Marjanović, D. (urednici): *Elementa Geometriae Practicae – Zemljomirje – Uvod u praktičnu geometriju / zemljomjerstvo*, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatsko geodetsko društvo, ISBN 978-953-6082-14-8, Zagreb, 2010
- [5] Lapaine, M. (urednik): *Exercitationes Gaeoeticae – Geodetske vježbe*, Hrvatsko geodetsko društvo, ISBN 953-97081-4-1, Zagreb, 2002
- [6] Frangeš, S.: *Spomenica povodom 45. godišnjice samostalnog djelovanja Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (1962–2007)*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu – Geodetski fakultet, ISBN 978-953-6082-11-7, Zagreb, 2007
- [7] Frangeš, S.: *Spomenica povodom 55. godišnjice samostalnog djelovanja Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (1962–2017)*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu – Geodetski fakultet, ISBN 978-953-6082-22-3, Zagreb, 2017
- [8] Frančula, N., Lapaine, M.: Hrvatska geodezija od 1878. do 2003. godine, 1. dio, *Geodetski list* 2004, 1, 15–34; 2. dio, *Geodetski list* 2004, 2, 99–116, ISSN 0016-710X (Tisak), ISSN 1849-0611 (Online)
- [9] Medak, D., Frangeš, S.: Uz 100 godina Tehničke visoke škole i 350 godina Sveučilišta u Zagrebu, *Godišnjak 2018-2019*, 2019, 14–26, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, ISSN 1334-9643
- [10] Lapaine, M., Landek, I. (urednici): 70 godina Državne geodetske uprave, Državna geodetska uprava, ISBN 978-953-293-803-6, Zagreb, 2018
- [11] Paar, R., Pavasović, M.: *Monografija povodom 65 godina Hrvatskog geodetskog društva 1952-2017*, Hrvatsko geodetsko društvo, ISBN 978-953-59018-1-5, Zagreb, 2017
- [12] Frančula, N., Kljajić, I., Vučetić, N., Lapaine, M.: History of the Croatian Cartographic Society, On the Occasion of the 10th Anniversary / Povijest Hrvatskoga kartografskog društva, U povodu 10. obljetnice, *Kartografija i geoinformacije*, 2011, 16, 174-185, ISSN ISSN 1333-896X (Tisak), ISSN 1848-0713 (Online)