

MEDŽIDA MULIĆ, DOKTOR TEHNIČKIH NAUKA



Medžida Mulić je 27. 02. 2012. godine na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu odbranila doktorsku disertaciju pod naslovom „Istraživanje uticaja ITRF realizacija na koordinate, njihovu tačnost i određivanje vektora brzina GPS tačaka na području BiH“. Doktorski rad odbranjen je pred Komisijom za ocjenu i odbranu u sljedećem sastavu:

- Predsjednik: Prof. emeritus dr. sc. Nihad Kapetanović, dipl.ing.geod., Građevinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu (naučna oblast „Geodezija“).
- Mentor: dr. sc. Asim Bilajbegović, dipl.ing.geod., redovni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu i Fakultät Geoinformation Dresden (naučna oblast: „Viša geodezija“).
- Član: Doc. dr. sc. Miran Kuhar, dipl.ing.geod., docent

Fakulteta za građevinarstvo i geodeziju Univerziteta u Ljubljani, (Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (naučna oblast Matematička i Satelitska geodezija“ što je ekvivalent oblasti „Viša geodezija“).

Medžida Mulić rođena je 1.12.1956. godine u Hadžićima, gdje je završila osnovnu školu. Maturirala je u Građevinsko-geodetskom školskom centru u Sarajevu 1975. godine i tako stekla zvanje građevinskog tehničara. Obrazovanje je nastavila na Građevinskom fakultetu u Sarajevu. Diplomirala je na Odsjeku za geodeziju 1981. godine s prosječnom ocjenom 8,41 i stekla zvanje diplomiranog inženjera geodezije. Radni odnos je zasnovala na Građevinskom fakultetu u maju 1982. godine, kao asistent na predmetima Viša geodezija I i II, a bila joj je povjerena nastava na predmetu Geodetska astronomija, te Geodezija za studente građevinarstva.

Postdiplomski studij upisala je na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1984. godine, smjer Viša geodezija. Ispite na postdiplomskom studiju položila je, te prijavila temu magistarskog rada pod mentorstvom prof. dr.sc. Asima Bilajbegovića u 1991. godini. Nažalost, ratna dešavanja u Hrvatskoj spriječila su je da uradi prijavljeni magistarski rad.

Tokom rata u Bosni i Hercegovini 1992-1995, radila je kao koordinator Građevinsko-geodetskog školskog centra u Dobrinji, gdje je organizirala nastavu, ali i predavala više geodetskih predmeta, dajući svoj doprinos pomažući da učenici ove škole ne izgube važne godine života bez obrazovanja.

Postdiplomski studij na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu završila je odbranom magistarskog rada na temu: “Obrada i analiza GPS mjerenja na teritoriju Bosne i Hercegovine” pod mentorstvom prof. dr.sc. Tomislava Bašića, u decembru 2003. godine. Tako je stekla naučno zvanje magistra tehničkih nauka, polje Geodezija, grana “Satelitska, fizikalna i pomorska geodezija”. U zvanje višeg asistenta za naučnu oblast viša geodezija izabrana je 14.02.2005. godine i reizabrana u isto zvanje 7.04.2010. godine.

Kao autor ili koautor objavila je više od 20 radova u međunarodnim časopisima ili izlaganja na međunarodnim simpozijumima, od kojih su 5 publikacije u ko-autorstvu objavljeni u svjetskim časopisima koje prate relevantne baze podataka. Koautor je dijela tri monografije.

Predstavnik je Bosne i Hercegovine u Međunarodnoj uniji za geodeziju i geofiziku-IUGG i Međunarodnoj asocijaciji za geodeziju-IAG. Urednik je "Geodetskog glasnika", stručnog glasila Udruženja geodetskih stručnjaka Bosne i Hercegovine. Bila je član konzorcija tri međunarodna projekta, te organizator tri međunarodna skupa geodetskih znanstvenika iz

Centralne i Jugoistočne Evrope na Građevinskom fakultetu u Sarajevu. Aktivno se služi engleskim i pasivno francuskim jezikom. Udata je i majka dvoje djece.

Njena doktorska disertacija napisana je na 191 strani A4 formata, ne računajući Popis literature i priloge. Rad je podijeljen na 7 osnovnih poglavlja s brojnim potpoglavljima, a u poglavlju 8 navedena je korištena literatura, koja obuhvaća 550 bibliografskih jedinica i preko 330 URL adresa s datumima pristupa istim. Rad sadrži 106 slika i 48 tablica, kratku biografiju autorice, sažetak i ključne riječi na bosanskom i engleskom jeziku. Doktorska disertacija sadrži kratku biografiju autorice te CD s digitalnom verzijom rada i priložima A i B, od kojih je samo Prilog A javno dostupan. Naime, Prilog B nije sadržan u javnom dijelu disertacije, zbog politike Geodetskih uprava u BiH, po kojima koordinate geodetskih tačaka ne smiju biti javno dostupne. U prvom, uvodnom poglavlju kandidatkinja opisuje motivaciju za izradu disertacije te opisuje dostignuća, metode i potencijale satelitskog pozicioniranja korištenjem satelitskih sistema kao što je GNSS (Global Navigation Satellite System) kao i ulogu GNSS-a u realizaciji globalnih geodetskih koordinatnih referentnih sistema, neophodnih za geodetska i geofizička istraživanja kako na globalnoj tako i na regionalnoj i lokalnoj razini, te praktičnu primjenu u brojnim inženjerskim projektima i zadacima. Polazna hipoteza je ove disertacije iznesena je u ovom poglavlju, a koja glasi: Tačnost koordinata i računatih vektora brzina opažanih GPS (Global Positioning System) stanica ovisi o primjeni i tačnosti različitih globalnih geodetskih referentnih okvira kao što je ITRF (International Terrestrial Reference Frame) ili pak realizacija IGS (International GNSS Service), te da će ponovna numerička obrada podataka opažanja GPS kampanja provedenih u 2000. i 2005. godini, uz korištenje novih, tačnijih orbita satelita, dati bolju tačnost koordinata i brzina stanica.

U istom poglavlju opisana je problematika dinamičkih procesa u Sistemu Zemlja, multidisciplinarnost geodezije kao i moderni izazovi i uloga geodetske struke u istraživanju i praćenju klimatskih promjena kroz GGOS (Global Geodetic Observing System).

Kandidatkinja je u prvom poglavlju opisala i historijski pregled geodezije kao okosnice razvoja civilnog društva od svojih početaka u drevnim razvijenim civilizacijama, preko srednjovjekovnih dostignuća u ovoj oblasti, pa sve do pregleda savremene geodetske prakse u Evropi i regiji. Pregled i historijski razvoj osnovnih geodetskih radova u Bosni i Hercegovini su također navedeni, što je poseban doprinos autorice. Poglavlje završava općim pregledom rada.

U drugom poglavlju (Geodetski referentni sistemi) date su osnovne definicije pojmova referentnog sistema, referentnog okvira i geodetskog datuma, kao i teorijske osnove istih. Istaknuta je tvrdnja da je referentne okvire neophodno stalno popravljati u skladu s novim dostignućima i spoznajama. Date su teorijske osnove o deformacijama Zemljine kore i tektonskim pločama i modelima koji se primjenjuju kod definiranja globalnih referentnih okvira. Vrlo kratko je opisana geodinamika Mediterana i Jadranske ploče i Dinarida. Detaljno su opisane različite ITRF i IGS realizacije.

Treće poglavlje (Regionalne referentne mreže) opisuje jedinstvenu evropsku referentnu mrežu EUREF (European Reference Frame), definiciju evropskog terestričkog referentnog sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System), njene veze s ITRF-om, te Evropsku permanentnu mrežu-EPN (European Permanent Network) koja služi kao kontrola EUREF-a, te Evropsku jedinstvenu nivelmansku mrežu-EULN (European Unifield Leveling Network) i Evropski vertikalni referentni sistem-EVRS (European Vertical Reference System). Kandidatkinja je opisala status BiH mreža kao sastavnica EUREF mreža, te opisala historijski pregled EUREF aktivnosti u Bosni i Hercegovini.

U četvrtom je poglavlju (Sistematizacija GNSS pogrešaka mjerenja) autorica kompilirala sistematizaciju GNSS pogrešaka koje utječu na tačnost koordinata stanica. Detaljno je opisala savremena dostignuća o pogreškama koje najozbiljnije ugrožavaju tačnost pozicioniranja: troposfersku i jonosfersku refrakciju, odstupanje i varijacije faznog centa antena satelita i

prijemnika, kao i multipath efekte. Opisani su načini za eliminiranje ili reduciranje ovih sistematskih utjecaja.

Peto poglavlje razrađuje različite parametre strategije procesiranja GNSS kampanja, (koje je autorica koristila pri obradi sa znanstvenim Bernese-softverom), a završava s osvrtom na savremena dostignuća u ovoj oblasti.

Šesto poglavlje opisuje postupke ponovljenih numeričkih istraživanja dviju GPS kampanja provedenih u Bosni i Hercegovini: BIHREF2000 i CEGRN05, kao i postignute rezultate. Podaci GPS mjerenja su obrađivani u sofisticiranom znanstvenom softveru BERNESE, verzijom 5.0.

Rezultati potvrđuju polaznu hipotezu da računanje GPS podataka BiH mreža uz primjenu ponovo izračunatih tačnijih orbita satelita u IGS05 referentnom okviru daju popravljenu tačnost 3D koordinata GPS stanica u Bosni i Hercegovini. Kandidatkinja je podatke mjerenja GPS kampanje BIHREF2000 numerički obradila i objavila znanstvene radove na tu temu 2006 godine, a koordinate predala Federalnoj upravi za pravno-imovinske i geodetske poslove Federacije Bosne i Hercegovine i isti su korišteni kao osnova za sva dosadašnja nova GPS mjerenja na području Bosne i Hercegovine. Rezultati ponovne obrade kampanje BIHREF2000 kao i kampanje koja je provedena 5 godina kasnije, u okviru geodinamičkog projekta CEGRN05 (Central European Geodynamical Reference Network) koji je financiran od strane Evropske komisije u okvirnom programu FP4, pokazuju bolju tačnost koordinata. Kandidatkinja navodi da je postigla 3D tačnost položaja GPS stanica u okviru 1 cm, što je bolja tačnost od rezultata računanja u 2005. godini. Poseban doprinos disertacije postignut je tako što su dvije spomenute BiH kampanje kombinirane u zajedničkoj srednjoj epohi. Najznačajniji rezultat zajedničke kombinirane kampanje su brzine stanica koje su opažane u obje kampanje. Za stanice koje su opažane samo u jednoj kampanji brzine su interpolirane polinomima. U radu je naglašeno da su interpolirane brzine zbog nehomogenog rasporeda identičnih stanica slabije tačnosti, kao i da se iste ne trebaju koristiti za geofizičko interpretiranje pomaka neidentičnih stanica.

Poglavlje šest, osim istraživanja utjecaja primjene različitih koordinatnih referentnih okvira, sadrži i rezultate istraživanja multipath efekata na GPS stanicama u CEGRN05 mreži, uz korištenje softvera WaSoft. Rezultati pokazuju da se multipath efekti pokazuju na svim stanicama koje se nalaze u blizini objekata. Istraživanje multipath efekata na permanentnoj stanici SRJV lociranoj na krovu zgrade Odsjeka za Geodeziju Građevinskog fakulteta u Sarajevu, koja je od 1999. godine članica evropske EPN mreže pokazuje slabe multipath efekte u pravcu zapada gdje je locirana kupola, te ističe da bi kupolu trebalo prekriti nereflektirajućim pokrivačem ili premazom u cilju smanjivanje refleksije signala.

Osim navedenog, kandidatkinja je u poglavlju šest obavila istraživanje tačnosti visina u staroj trigonometrijskoj mreži Bosne i Hercegovine. Istraživanje je uradila korištenjem rezultirajućih GPS visina stanica i globalnog gravitacijskog modela EGM2008 (Earth Gravitational Model) koji su rezultat sinergije podataka specijalnih gravitacijskih satelitskih misija kao što je GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) i terestričkih gravitacijskih mjerenja. Usporedba ortometrijskih visina GPS/EGM2008 s normalnim ortometrijskim visinama stare trigonometrijske bosanskohercegovačke mreže pokazala je da u trigonometrijskoj mreži postoje grube pogreške (cca 2m), te da taj problem treba detaljno ispitati. Navodi se da bi nova istraživanja trebala koristiti najnoviji model globalnog gravitacijskog modela koji rezultira iz primjene najnovijih mjerenja gravitacijske misije GOCE (Gravity field and steady-state and Ocean Circulation Explorer) koji je postavo dostupan na web strani Evropske svemirske agencije ESA (European Space Agency). Nesumljivo, brojna istraživanja i rezultati iz 6. poglavlja čine gro disertacije.

U zaključku disertacije navode se razlozi poboljšane tačnosti koordinata (1cm za 3D položaj) i vektora brzina (1mm/god) za identične stanice u obje GPS kampanje. Navedene se smjernice za daljna istraživanja. Kandidatkinja daje prijedlog, da Federalna uprava za imovinsko-pravne i geodetske poslove kao i Geodetska uprava Republike Srpske usvoje koodinate GPS mreža koje su rezultat ove disertacije. One su bolje tačnosti i pouzdanosti od izračunatih koordinata 2005. godine. Tako bi mreža koja definira geodetski datum Bosne i Hercegovine bila homogenija, pouzdanija i imala bi globalnu trodimenzionalnu tačnost bolju od 1 cm.

Na kraju autorica daje pogled u budućnost i ističe potrebu implementiranja, u što skorijem vremenu, „Jedinstvenog prostornog koordinatnog sistema“, koji se treba realizirati uspostavom jedinstvenog homogenog polja stalnih geodetskih tačaka na području Bosne i Hercegovine. Spomenuto Jedinstveno polje stalnih geodetskih tačaka sastojalo bi se od:

- Geodetskih osnovnih tačaka (GOT),
- Visinskih stalnih tačaka I reda (VST),
- Stalnih osnovnih gravimetrijskih tačaka i tačaka gravimetrijske mreže I reda (SOGT) i
- Stalnih GNSS referentnih stanica (SRS).

Ovakva moderna geodetska infrastruktura, koja bi uz adekvatnu stabilizaciju stalnih geodetskih tačaka trebala bi predstavljati osnovu za buduća istraživanja geodinamičkih pomaka na području Bosne i Hercegovine, što bi budućim generacijama bosanskohercegovačkih geodeta omogućilo dobru podlogu za daljnja stručna i znanstvena istraživanja.

Rad nema samo teorijsko značenje već i ogromnu praktičnu vrijednost. On pruža mogućnost redefiniranja Osnovnog geodetskog sistema BiH, te pruža uvid u brzine gibanja tla na području BiH, koje iznose oko 2,5 cm/godini u smjeru sjeveroistoka. Osim toga, daje objašnjenje pomaka užeg dijela Adria-ploče koja je u zoni sučeljavanja Afričke i Evroazijske ploče.

U cilju objektivnog pristupa utvrđivanju kvalitete obavljenih računanja autorica koristi pri računanju brojne kombinacije okolnih IGS GNSS stanica. Dobivene rezultate komparira s koordinatama i brzinama IGS-servisa te potvrđuje nepouzdanost nekih okolnih EUREF-stanica. Nije na odmet pomenuti da je autorica pri izradi doktorskog rada koristila brojnu stručnu literaturu, što je iziskivalo dosta vremena te koncentriranog rada na znanstvenom vrednovanju najnovijih istraživanja te njihovo implementiranje u svom radu. Isto tako, tokom izrade disertacije, autorica je imala najveće nastavno opterećenje na Građevinskom fakultetu u Sarajevu.

Asim Bilajbegović