

RANDA NATRAŠ, DOKTORICA TEHNIČKIH NAUKA



Randa Natraš odbranila je na Njemačkom geodetskom institutu Tehničkog univerziteta u Minhenu (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut - DGFI, Technische Universität München - TUM), doktorsku disertaciju pod nazivom „Mašinsko učenje za modeliranje i predviđanje vertikalnog ukupnog sadržaja elektrona u jonosferi, uključujući uticaje svemirskog vremena i kvantificiranje nesigurnosti“, 08.12.2023. godine. Doktorska disertacija je rađena na engleskom jeziku pod mentorstvom prof. dr. Michaela Schmidta. Doktorski rad odbranjen je pred komisijom u sljedećem sastavu: prof. dr. Roland Pail (predsjednik komisije, TUM), prof. dr. Michael Schmidt (mentor, DGFI-TUM), prof. dr. Urs Hugentobler (TUM) i prof. dr. Benedikt Soja (ETH Zurich). Pored DGFI-TUM u Minhenu, Randa Natraš je dio svog dokorskog istraživanja provela i na Kraljevskoj opservatoriji Belgije u Briselu i

Politehničkom univerzitetu Katalonije u Barceloni.

Randa Natraš rođena je u Travniku, 31.03.1991. godine. Osnovnu školu i Mješovitu srednju školu – Gimnaziju završila je u Travniku kao učenik generacije. Godine 2010. upisala se na Građevinski fakultet u Sarajevu, Odsjek za geodeziju i 2016. stekla zvanje Magistar geodezije – Diplomirani inženjer geodezije. Dana 24.03.2016. odbranila je master rad na temu „Istraživanje jonosfere geodetskim metodama i računanje TEC-a iz GNSS opažanja“, rađen pod mentorstvom doc. dr. Medžide Mulić. U novembru 2016. dobitnica je Povelje Univerziteta u Sarajevu za najboljeg studenta prvog i drugog ciklusa studija na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

Od aprila do juna 2016. radila je u firmi BNpro u Sarajevu. Od oktobra 2016. do oktobra 2017. volontirala je u Odjelu za katastar, Službe za urbanizam, građenje, katastar i imovinsko – pravne poslove Općine Travnik. Od novembra 2017. do jula 2018. bila je gostujući istraživač na Tehničkom univerzitetu u Beču, gdje je razvila regionalni model jonosfere za područje Bosne i Hercegovine koristeći opažanja permanentnih GNSS mreža: BIHPOS i EPN. Dobitnica je istraživačkog granta Ernst Mach Worldwide, Austrijske agencije za međunarodnu saradnju u obrazovanju i istraživanju (OeAD). Od aprila do septembra 2019. proširila je model jonosfere na područje Zapadnog Balkana na DGFI-TUM. U oktobru 2019. započela je doktorski studij na TUM sa istraživačkim grantom od Njemačke služba za akademsku razmjenu (DAAD). U 2019. i 2020. godini radila je kao asistentica na predmetu Numeričko modeliranje na TUM.

U junu 2022. godine, Randa Natraš je dobila nagradu za mlade naučnike Međunarodne unije za radionauku (URSI) za inovativni doprinos i otkrića u multidisciplinarnom istraživanju vezanom za URSI komisiju za jonosferu i propagaciju radio signala za rad na temu: „Ansambl mašinskog učenja za predviđanje jonosfere i svemirskog vremena sa kvantifikacijom nesigurnosti“. Bila je pozvana predavačica na 1. radionici o nauci o podacima za GNSS daljinska istraživanja u Njemačkom geoistraživačkom centru (GFZ) u Potsdamu u junu 2022. Od 2020. do 2023. godine,

Randa Natraš je organizirala i moderirala sesiju „Nauka o podacima i mašinsko učenje u geodeziji“ na godišnjoj Generalnoj skupštini Evropske unije geonauka (EGU) u Beču. Osim toga, bila je uključena u organizaciju i moderiranje Simpozija geodezije i geoinformatike na Međunarodnom simpoziju o inovativnoj i interdisciplinarnoj primjeni naprednih tehnologija (IAT) tokom Dana BHAAAS-a u Sarajevu 2022. godine. Od 2019. do 2023. godine bila je članica studijske grupe „Mašinsko učenje u geodeziji“ Međunarodne asocijacije za geodeziju (IAG), a trenutno je članica studijske grupe „Umjetna inteligencija za GNSS daljinska istraživanja“ novog fokusnog područja Globalnog Geodetskog opažačkog sistema (GGOS) pod nazivom „Umjetna inteligencija za geodeziju (AI4G)“ uspostavljenog u maju 2023.

Njen doktorski rad predstavlja razvoj novih jonosferskih modela s komponentom predviđanja i kvantifikacijom nesigurnosti primjenom inovativnih metoda umjetne inteligencije iz domena mašinskog učenja za pravovremenu korekciju jonosferske grešku kašnjenja GNSS signala, čak i tokom događaja svemirskog vremena kao što su solarne oluje, koje mogu povećati jonosfersku refrakciju i degradirati signal.

Glavne inovacije doktorskog rada ogledaju se u:

- Računarski efikasnijem pristupu mašinskog učenja kroz treniranje ansambla stabala odlučivanja i prilagođavanju metode unakrsne validacije za podatke vremenske serije za robusnu i pouzdanu validaciju modela, objavljeno u Natraš et al. (2022);
- Određivanju nesigurnosti predviđanja razvijenog modela jonosfere sa intervalom pouzdanosti od 95%, objavljeno u Natraš, Soja et al. (2023);
- Uključivanju opažanja Sunca sa PROBA2 satelita Evropske svemirske agencije (ESA) i predviđanju uticaja sunčevih baklji na jonosferu;
- Razvoju regionalnih modela jonosfere za područje Bosne i Hercegovine, kao i za Zapadni Balkan, objavljeno u Natraš, Goss et al. (2023).

Doktorska disertacija podijeljena je na sljedeća poglavlja:

1. Uvodna razmatranja
2. Jonosferska varijabilnost i modeli jonosfere
3. Mašinsko učenje za modeliranje i predviđanje ukupnog broja elektrona u jonosferi
4. Razvoj jonosferskog modela baziranog na mašinskom učenju
5. Rezultati i diskusija
6. Sažetak i zaključak

Prvo poglavlje sadrži motivaciju i istraživačke ciljeve, uvod u mašinsko učenje i uporedbu sa tradicionalnim geodetskim metodama, te daje pregled relevantnih ranijih istraživanja.

Drugo poglavlje bavi se jonosferom, svemirskim vremenom, geodetskim tehnikama opažanja jonosfere, uticajem jonosfere na GNSS, modelima jonosfere i njihovom upotrebom.

Treće poglavlje detaljno opisuje proces mašinskog učenja iz podataka o jonosferi i svemirskom vremenu, algoritme stabla odlučivanja i umjetne neuronske mreže, primijenjene metode za određivanje nesigurnosti pomoću ansambla, kvantilnog pojačavanja gradijenta i Bayesove neuronske mreže, te računanje relativne važnosti ulaznih opažanja za razvijene modele.

Četvrto poglavlje opisuje proces prikupljanja, obrade i pripreme podataka, unakrsnu validaciju modela za podatke vremenske serije, podešavanje hiperparametara modela, odabir arhitekture modela i interpretaciju razvijenih modela.

U petom poglavlju predstavljeni su rezultati razvijenih modela jonosfere i analiza uticaja odabira podataka i algoritama na performanse modela.

Rad završava sažetkom novih doprinosa, odgovorima na doktorska istraživačka pitanja i preporukama za daljnja istraživanja.

Visoku kvalitetu disertacije potvrđuju i radovi iz dokorskog istraživanja objavljeni u časopisima obuhvaćenim bazom Web of Science:

- Natraš, R., Goss, A., Halilović, Dž., Magnet, N., Mulić, M., Schmidt, M., Weber, R. (2023). Regional Ionosphere Delay Models Based on CORS Data and Machine Learning. *NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation*, 70(3). <https://doi.org/10.33012/navi.577>
- Natraš, R., Soja, B., Schmidt, M. (2022). Ensemble Machine Learning of Random Forest, AdaBoost and XGBoost for Vertical Total Electron Content Forecasting. *Remote Sensing*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/rs14153547>
- Natraš, R., Soja, B., Schmidt, M. (2023). Uncertainty Quantification for Machine Learning-Based Ionosphere and Space Weather Forecasting: Ensemble, Bayesian Neural Network and Quantile Gradient Boosting. *Space Weather*, 21, e2023SW003483. <https://doi.org/10.1029/2023SW003483>

Treba istaći da se radi o vrhunskim časopisima koji su uvršteni u WoS-ov citatni indeks Science Citation Index Expanded, a čiji su faktori odjeka prema JCR svrstani u kvartile Q1 i Q2.

Uredništvo Geodetskog glasnika izražava veliko zadovoljstvo jer je Bosna i Hercegovina postala bogatija za još jednu mladu naučnicu, doktoricu tehničkih nauka iz oblasti geodezije. Dr. sc. Randi Natraš upućujemo najiskrenije čestitke sa željama za mnogo uspjeha i vrhunskih postignuća u daljem radu. Nadamo se da će kolegica Natraš nastaviti uspješnu saradnju sa Geodetskim glasnikom i Odsjekom za geodeziju i geoinformatiku Građevinskog fakulteta UNSA, na kojem je stekla visoko obrazovanje i životni poziv.

Nedim Tuno