



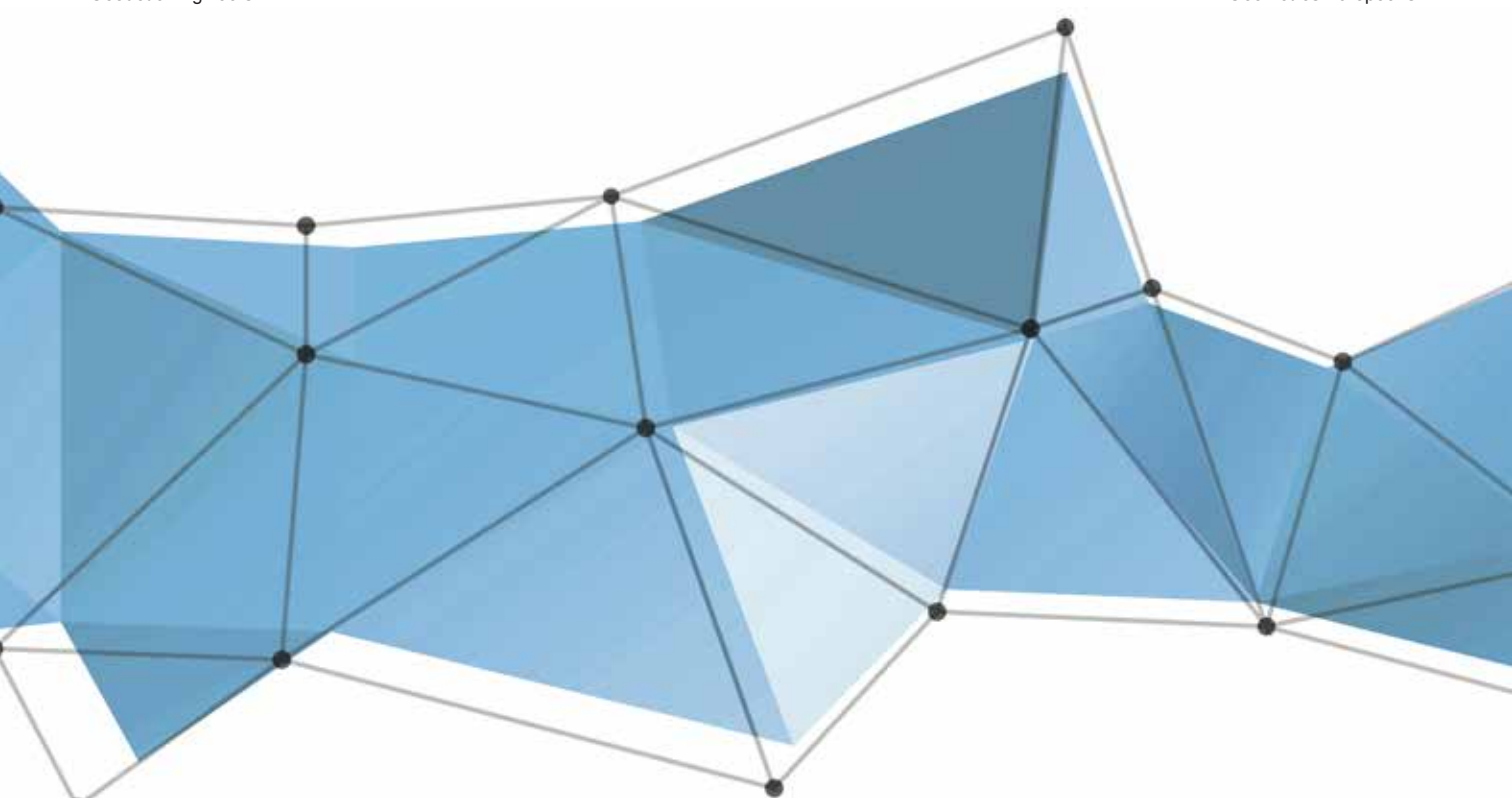
Hrvatska komora ovlaštenih
inženjera geodezije

Croatian Chamber of Chartered
Geodetic Engineers



The Council of European
Geodetic Surveyors

Comité de Liaison des
Géomètres Européens



Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije

ŽENE U GEODEZIJI

WOMEN IN SURVEYING

14. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije

OPATIJA, 4. - 7. studenog 2021.

ZBORNIK RADOVA

U suradnji s Council of European Geodetic Surveyors

IMPRESUM

Naslov

Žene u geodeziji, Zbornik radova 14. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije

Izdavač

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije

Za izdavača

Adrijan Jadro, dipl. ing. geod.
predsjednik Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije

Glavna urednica

prof. dr. sc. Ivana Racetin, dipl. ing. geod.

Urednici

prof. dr. sc. Mladen Zrinjski, dipl. ing. geod.
izv. prof. dr. sc. Robert Župan, dipl. ing. geod.

Tehnička urednica

Klaudija Barić, bacc. admin. publ.

Oblikovanje i priprema

Grafomark, Zagreb, listopad 2021.

ISBN 978-953-49258-1-2

e-pub

Copyright © Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, 2021.

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Predsjednica:

dr. sc. **Blaženka Mičević**, dipl. ing. geod.

Članovi:

Adrijan Jadro, dipl. ing. geod.

Adam Agotić, dipl. ing. geod.

Marko Mlinarić, dipl. ing. geod.

Marko Pilić, dipl. ing. geod.

Nataša Kapov Kostovski, dipl. ing. geod.

ZNANSTVENO-STRUČNI ODBOR

Predsjednica:

prof. dr. sc. **Ivana Racetin**

Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Hrvatska

Članovi:

prof. dr. sc. **Željko Bačić**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

prof. dr. sc. **Mladen Zrinjski**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

izv. prof. dr. sc. **Robert Župan**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

dr. sc. **Olga Bjelotomić Oršulić**

IGEA d.o.o., Varaždin, Hrvatska

Vlado Ceti Ph. D

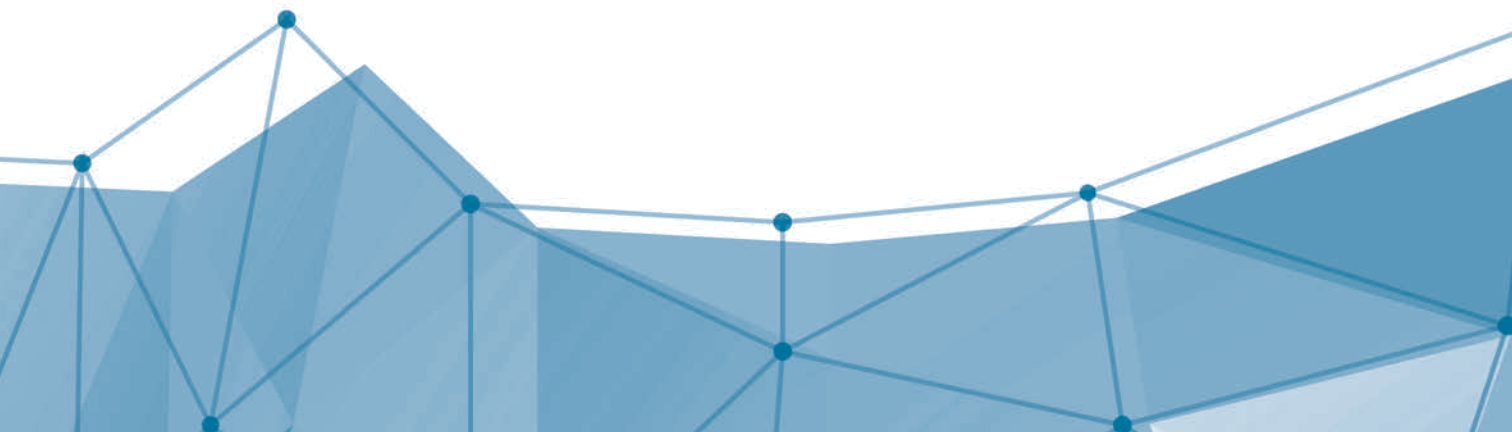
European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Italija

izr. prof. dr. sc. **Anka Lisec**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

prof. dr.-ing. **Liqiu Meng**

Technische Universität München, Fakultät für Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie,
Njemačka



UVODNIK

predsjednika Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije



Poštovane kolegice i kolege,

Pred nama je 14. po redu Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije pod nazivom „Žene u geodeziji“.

Nakon prošlogodišnjeg virtualnog Simpozija ove godine ponovno smo u Opatiji a novost je da ovogodišnji Simpozij organiziramo po hibridnom modelu, uživo i online. Predavanja, prezentacije, panel diskusije i druženja trajat će tri dana a završit će panel diskusijom o aktualnoj stručnoj temi u nedjelju prijepodne.

Projekt „Žene u geodeziji“ pokrenula je naša kolegica Blaženka Mičević i on je prezentiran na 13. simpoziju ovlaštenih inženjera geodezije 2020. godine. Europsko vijeće geodeta - CLGE je prepoznalo tu inicijativu i 2021. godinu proglasilo godinom žena u geodeziji – „Women in Surveying“. Veliko nam je zadovoljstvo da je takva inicijativa prepoznata na europskoj razini što ima za cilj doprinijeti ravnopravnosti u našoj nekoć „muškoj“ profesiji.

I ove godine pozvali smo goste iz inozemstva koji će nam prenijeti svoja iskustva i prezentirati svoje projekte, a gosti drugih struka iz Hrvatske će nam prezentirati njihovo viđenje naše struke.

Sponzori će i ove godine održati nekoliko prezentacija kojima će, kako i putem izlagačkog prostora, sudionicima Simpozija predstaviti novosti na području mjernih geodetskih sustava i programskih rješenja.

Kao i uvijek, uz glavnu temu Simpozija bit će predstavljen i niz drugih aktualnih tema, a Simpozij ćemo zaključiti panel diskusijom o tezama za izmjene Zakona o obavljanju geodetske djelatnosti, temeljnog zakona kojim je regulirana naša geodetska profesija, koji će prema najavama iduće godine ići u temeljite izmjene.

Posebno se zahvaljujem Organizacijskom i Znanstveno-stručnom odboru Simpozija, pozvanim predavačima, gostima iz Hrvatske i inozemstva, autorima radova, sudionicima i moderatorima panela, recenzentima članaka, voditeljima sesija, sponzorima i izlagačima kao i svima onima koji su doprinijeli organizaciji ovog Simpozija.

Na kraju zahvaljujem i svima Vama, sudionicima, koji ste svojim dolaskom podržali Simpozij, te u svoje ime i u ime svih koji su učestvovali u organizaciji, želim dobrodošlicu na 14. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije i ugodan boravak u Opatiji.

*Predsjednik Hrvatske komore
ovlaštenih inženjera geodezije
Adrijan Jadro, dipl. ing. geod.*



Poštovane kolegice, cijenjeni kolege,

14. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije ima za glavnu temu *Žene u geodeziji*. Zašto je tome tako? U 2021. godini, u velikom dijelu svijeta i na značajnom broju područja, kako znanosti tako i umjetnosti, fokus je stavljen na pitanje - koja je to vrijednost više koju su žene, kao integralni dio društva, davale u prošlosti, daju u ovom trenutku i što je to što mogu ponuditi društvu u svojem budućem djelovanju?

Nastavno na navedeno, bilo je logično postaviti to isto pitanje i unutar naše struke, budući da se sve više i više žena aktivira i daje svoj doprinos u geodetsko geoinformatičkoj struci. Kako ćete vidjeti iz radova u *Zborniku 14. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije* u *Sesiji 5* pod nazivom *Žene u geodeziji*, žene su u Republici Hrvatskoj danas, uspješne znanstvenice, poduzetnice, voditeljice, pročelnice i općenito uspješan i važan dio privatnog i javnog sektora struke.

S druge strane, sumirajući 2021. godinu u *Republici Hrvatskoj*, uporaba digitalnih oblika komunikacije i suvremenih tehnoloških metoda, pri djelovanju u situacijama nepogoda, bila je brza i efikasna. Možemo s ponosom istaknuti da je u domeni naše struke promptno organizirana pomoć potrebitim skupinama.

Logičnim slijedom kao podtemu simpozija odabrali smo *Suvremene tehnologije*. Na podtemu je dospjelo 16 radova za koje vjerujem da će vam biti korisne i zanimljive. Zahvaljujući suvremenim tehnologijama ove godine po prvi puta *Simpozij* će se održati u mješovitom obliku, uživo i putem digitalnih komunikacijskih sredstava.

Zahvaljujem se ovim putem, prvenstveno čelništvu *Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije* i *Organizacijskom odboru Simpozija* na izvrsnoj suradnji. Hvala i svim suradnicima, članovima Znanstveno stručnog odbora i recenzentima, koji su svojim znanjem i aktivitetom pripomogli u organiziranju skupa. Veliko hvala ide pozvanim predavačima i autorima radova, te Vama, sudionicima skupa, bez kojih ne bismo mogli uspješno organizirati ovogodišnji *Simpozij*.

Vjerujem da ćemo unutar nekoliko dana trajanja *14. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije* dobiti odgovore na mnoga otvorena pitanja na temu *Žene u geodeziji*. Cilj je, također, otvoriti prostor za nove načine uporabe suvremenih tehnologija, a koje će, nadam se, u bližoj budućnosti donijeti vrijednost više u struku.

Želim vam atraktivne teme, diskusije i uspješan rad *Simpozija*.

*Predsjednica Znanstveno-stručnog odbora
14. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije
prof. dr. sc. Ivana Racetin, dipl. ing. geod.*

SADRŽAJ

SESIJA 1: Geoinformatički razvoj

| | |
|--|----|
| Adam Vinković, Robert Župan, Stanislav Frangeš Izrada sjenčanog reljefa u Blenderu na primjeru nacionalnih parkova..... | 11 |
| Robert Župan, Stanislav Frangeš i Adam Vinković Boje na kartama i web-kartama..... | 17 |
| Iva Cibilić, Vesna Poslončec-Petrić Primjena proširene stvarnosti u turističkim i navigacijskim aplikacijama | 23 |
| Ljerka Vrdoljak, Jelena Kilić Pamuković Satelitska batimetrija na primjeru Medulinskog zaljeva | 29 |
| Aleksandra Tonković Upravljanje radnom uspješnošću | 37 |
| Vlado Ceti, Danko Markovinović, Sanja Šamanović Trebaju li službeni geoprostorni podaci biti otvoreni i besplatni? | 43 |

SESIJA 2: Uređenje zemljišta i održivi razvoj

| | |
|---|----|
| Katarina Rogulj Ekspertni sustav baziran na fuzzy logici za procjenu stanja povijesnih cestovnih mostova | 51 |
| Jelena Kilić Pamuković, Ljerka Vrdoljak, Ivana Racetin, Katarina Rogulj Utjecaj fragmentacije zemljišta u prostornom planiranju..... | 59 |
| Samanta Bačić, Tea Duplančić Leder Računanje indeksa intenziteta zelenila na odabranim područjima grada Splita i usporedba s urbanim toplinskim otocima | 67 |
| Tea Duplančić Leder, Samanta Bačić Utjecaj lokalnih klimatskih zona (LKZ) na termalna obilježja područja grada Splita | 73 |
| Jelena Kilić Pamuković Postupci nadjeljivanja u urbanoj komasaciji | 81 |

SESIJA 3: Nove tehnologije u službi današnjice

| | |
|---|-----|
| Željko Bačić, Vesna Poslončec-Petrić, Dušan Jovanović, Almir Karabegović, Mirza Ponjavić Modernizacija kurikuluma geoinformatike zasnovana na problemskom učenju kroz suradnju gospodarstva i akademije | 91 |
| Dijana Uljarević Koliko propelera trebamo za vrhunski proizvod?..... | 97 |
| Željko Bačić, Zvonimir Nevistić Primjena bespilotnih letjelica u geodetsko-geoinformatičkoj struci u Hrvatskoj..... | 103 |
| Hrvoje Sertić, Rinaldo Paar, Fabijan Ravlić Analiza ostvarive točnosti određivanja koordinata točaka primjenom bespilotnih zrakoplova za potrebe geodetske izmjere | 111 |
| Josip Peroš, Rinaldo Paar, Željko Bačić, Marina Tavra Primjena low-cost GNSS senzora u geodetskoj struci | 119 |

SESIJA 4: Državna geodetska uprava

| | |
|---|-----|
| Davor Kršulović, Tomislav Ciceli, Ljerka Marić, Damir Šantek, Zvonko Štefan Standardizacija geografskih imena i razvoj Registra geografskih imena | 127 |
| Davorka Brkić, Olga Petričević E-aplikacija za izdavanje odobrenja za snimanje iz zraka i odobrenja za uporabu zračnih snimaka | 128 |
| Pandža Mladen, Nikola Vučić, Marinko Bosiljevac, Damir Šantek Uloga katastra u zaštiti prirode | 129 |
| Maja Čorak, Josip Zubak, Branka Vorel Jurčević Usklađenje granica katastarskih općina | 130 |
| Katarina Babić, Mario Mađer, Irena Magdić Registar prostornih jedinica | 131 |

SESIJA 5: Žene u geodeziji

| | |
|---|-----|
| Miljenko Lapaine Hrvatske kartografinje doktorice znanosti: | 135 |
| Marina Pešun, Katarina Fidermuc Rončević, Ksenija Pešun, Josip Mikšik Žene u područnim uredima za katastar | 141 |
| Stjepan Miletić, Marija Selak Raspudić Usporedba stanja ravnopravnosti žena privatnog i javnog sektora u geodetskoj struci | 149 |

SESIJA 1

Geoinformatički razvoj

Izrada sjenčanog reljefa u Blenderu na primjeru nacionalnih parkova

Adam Vinković¹, Robert Župan¹, Stanislav Frangeš¹

¹ Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, avinkovic@geof.hr, rzupan@geof.hr, sfranges@geof.hr

Sažetak

Sjenčanje reljefa učinkovita je metoda za vizualizaciju trodimenzionalnog oblika Zemljine površine na dvodimenzionalnoj podlozi. Kod sjenčanog reljefa površina objekta se osvjetljuje pomoću jednog ili više izvora svjetlosti pri čemu se stvara efekt sjene. Sjena ima ulogu vizualnog povećanja, tj. isticanja različitih topografskih oblika Zemljine površine. Teoretska podloga za stvaranje učinkovitog sjenčanog reljefa datira još iz vremena kada se sjenčani reljef ručno crtao. Računalni postupak izrade sjenčanog reljefa iz digitalnog modela reljefa naziva se analitičko sjenčanje reljefa, a danas se gotovo isključivo izrađuje pomoću geoinformacijskih sustava. U posljednje vrijeme unutar kartografske zajednice postoji sklonost prema uporabi alata za 3D modeliranje pri izradi sjenčanog reljefa. Blender je besplatan alat otvorenog koda za 3D računalnu grafiku koji je korišten u ovom radu za izradu sjenčanog reljefa na primjeru nacionalnih parkova u Hrvatskoj. U radu je prikazan postupak izrade sjenčanog reljefa od samog prikupljanja potrebnih podataka, obrade podataka za unos u Blender, te modeliranja pri izradi sjenčanog reljefa u Blenderu. Usporedbom sa sjenčanim reljefom dobivenim u QGIS-u, prikazano je da se modeliranjem u Blenderu dobiva prirodniiji, mekši i atraktivniji sjenčani reljef s jasnijim strukturama zahvaljujući poboljšanom podešavanju osvjetljenja u trodimenzionalnom radnom prostoru.

Ključne riječi: *Blender, digitalni model reljefa, kartografija, sjenčani reljef*

1. Uvod

Računalni postupak izrade sjenčanog reljefa iz digitalnog modela reljefa naziva se analitičko sjenčanje reljefa (URL 1). Većina teoretske osnove za izradu učinkovitog i vizualno privlačnog sjenčanog reljefa potječe još iz vremena kada su se prikazi reljefa ručno crtali (Imhof, 1982). U današnje vrijeme sjenčanje reljefa jest gotovo isključivo računalno generiran proces. U tom procesu najčešće se koriste GIS softveri kao što su ArcGIS, QGIS ili GRASS GIS, ali i grafički alati i 3D uređivači poput Adobe Photoshopa ili Blendera. Upotreba Blendera (URL 2), besplatnog alata otvorenog koda za 3D računalnu grafiku, posljednjih godina sve je popularnija unutar kartografske zajednice. Tako je nekoliko poznatih kartografskih blogera dokumentiralo postupak izrade sjenčanog reljefa u Blenderu. Najpoznatiji primjeri su blog Daniela Huffmana pod imenom 'somethingaboutmaps' (URL 3) i blog 'The Wandering Cartographer' (URL 4), čiji je autor Morgana Hite. Oni su u svojim radovima prikazali kako se upotrebom Blendera dobiva prirodniiji, mekši i atraktivniji sjenčani reljef s jasnijim strukturama terena. Stoga smo se odlučili u ovom radu na primjeru nacionalnih parkova (NP) u Republici Hrvatskoj opisati i prikazati postupak modeliranja i izrade sjenčanog reljefa u Blenderu te usporediti dobiveni rezultat sa sjenčanim reljefom izrađenim u QGIS-u.

2. Podaci

Kao područje prikaza za potrebe ovog rada izabrani su nacionalni parkovi u Republici Hrvatskoj (RH).

Razlog tome je raznolikost terena i geografskih značajki unutar samih nacionalnih parkova, kao i geografska raznolikost između pojedinih nacionalnih parkova. Od njih 8 čak su 3 smještena na otocima (Slika 1). Nacionalni park (NP) Mljet (1) nalazi se na zapadnom dijelu istoimenog otoka. NP Brijuni (7) smješten je na 14 otoka jugozapadno od Istarskog poluotoka, a NP Kornati (2) dio je arhipelaga od 89 otoka smještenih u srednjoj Dalmaciji zapadno od Šibenika. NP Risnjak (8) nalazi se u planinskom i gusto pošumljenom području Gorskog kotara te se sastoji



Slika 1: Lokacije područja istraživanja (nacionalni parkovi RH)

od planinskog masiva planine Risnjak i dijela koji je obuhvaćen dolinom i izvorom rijeke Kupe. Paklenica (4) je strmi riječni kanjon koji se proteže od mora do južnih obronaka planine Velebit, dok Sjeverni Velebit (6) pokriva sjeverni dio istoimene planine. Plitvice (5) su najveći i najpoznatiji nacionalni park i poput Krke (3) se protežu u brdskom i krškom području s nekoliko velikih kaskadnih slapova.

2.1. Izvor podataka

Glavni izvor podataka u ovom istraživanju je digitalni model reljefa (DMR). DMR je skup položajno i visinski određenih točaka na površini Zemlje čije su koordinate pohranjene za računalnu obradu (Frančula, 2004). Za naše područje istraživanja koristili smo se europskim digitalni modelom reljefa (EU-DEM) koji predstavlja javno dostupan (otvoren) izvor podataka programa Copernicus kojim upravlja Europska agencija za okoliš (URL 5). EU-DEM je zapravo digitalni model površina (eng. Digital Surface Model, DSM) koji je nastao povezivanjem DMR-a nastalog NASA-inom globalnom radarskom topografskom misijom (eng. Space Shuttle Radar Topography Mission, SRTM) i ASTER globalnim DMR-om (ASTER GDEM). Ima prostornu rezoluciju od 25 x 25 m te visinsku točnost od ± 7 m. Podaci EU-DEM-a pokrivaju uglavnom europsko područje, a prilikom preuzimanja nalaze se u ETRS89 referentnom koordinatnom sustavu u Lambertovoj azimutalnoj ekvivalentnoj projekciji (EPSG: 3035). Za naše područje istraživanja morali smo preuzeti samo jednu EU-DEM datoteku (odnosno pločicu) - E40N20.

2.2. Priprema podataka za unos u Blender

Prvi korak u obradi podataka bio je preuzeti DMR te izdvojiti područje istraživanja. Kako bi preuzeti DMR izdvojili na ispravno područje nacionalnih parkova bilo je potrebno prvo preuzeti službene granice nacionalnih parkova. To je izvedeno putem web servisa Bioportala, točnije uporabom servisa pod nazivom Web Feature Service (WFS) zaštićenih područja RH (URL 6). Povezivanjem na WFS servis putem QGIS-a moguće je pristupiti bazi podataka koja sadrži različite slojeve od kojih su jedan sloj granice zaštićenih područja RH prema nacionalnim kategorijama zaštite sukladno Zakonu o zaštiti prirode. Iz sloja 'Zaštićena područja RH poligoni' preuzete su granice nacionalnih parkova koji se nalaze na kopnu jer granice na moru nisu definirane obalnom granicom, već je područje nacionalnog parka samo zaokruženo poligonom (Slika 2). Iz tog razloga smo za nacionalne parkove na otocima koristili WFS sloj 'morska obala'. Da bi se ekstrahirao samo onaj dio morske obale koji pripada pojedinom nacionalnom parku preklapljeni su slojevi 'Zaštićena područja RH poligoni' i 'morska obala' te je topološkom funkcijom 'Contains' izrađena granica nacionalnih parkova koji se sastoje od više otoka i grebena (Kornati i Brijuni), odnosno nacionalnog parka koji se sastoji od dijela većeg otoka (Mljet) i manjih otoka i grebena. Dobivene granice su bile linijski objekti, a kako bismo izdvojili DMR bilo je potrebno od linija napraviti poligonske objekte. Poligoni za Brijuni i Kornati stvoreni su pretvaranjem linija

u poligone i njihovim izvozom u pojedinačne datoteke, dok je za područje nacionalnog parka Mljet bilo potrebno provjeriti granicu NP-a koja prolazi kroz unutrašnjost otoka, a nakon što smo se uvjerali da je linijski objekt zatvoren, pretvorili smo ga u poligon i izvezli.

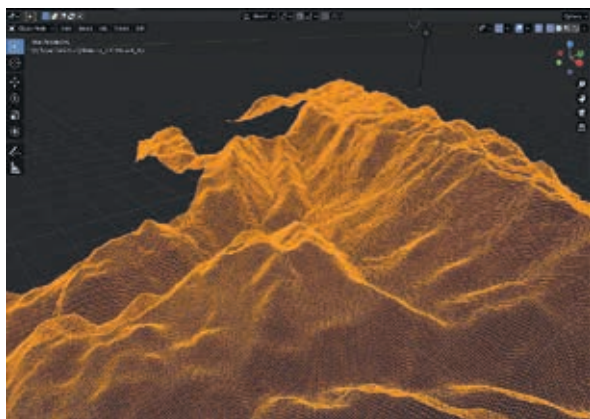


Slika 2: Granica NP Kornati zaokružena poligonom na moru

Kada smo izradili ispravnu granicu u obliku poligona za sve nacionalne parkove mogli smo u QGIS-u funkcijom 'Clip raster by mask layer' izdvojiti područje DMR-a na područje svakog pojedinog nacionalnog parka. S obzirom da Blender isključivo prima raster-ski podatak s cjelobrojnim vrijednostima, morali smo DMR skalirati tako da nadmorske visine budu cjelobrojne. Da ne bismo izgubili detaljnost ulaznih podataka skalirali smo svaki pojedini DMR na vrijednosti između 0 i 65 535 te spremili u obliku '16-bit unsigned integer' TIFF datoteke. Tako spremljenu datoteku bilo je moguće uvesti u Blender.

3. Modeliranje sjenčanog reljefa

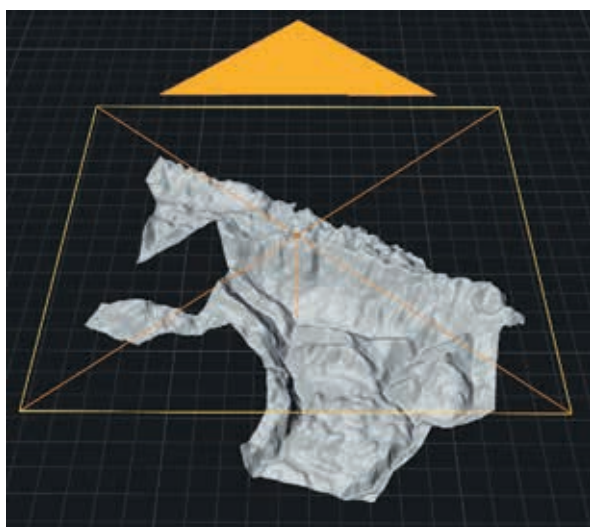
Proces izrade sjenčanog reljefa u Blenderu započinje uvozom prethodno obrađenog DMR-a. Postoji nekoliko različitih načina kako unijeti raster (jer naš DMR je rasterska datoteka) u Blender. Najjednostavniji postupak je uporabom BlenderGIS dodatka (URL 7) koji je prethodno potrebno instalirati unutar Blender okruženja (URL 8) nakon čega se pojavljuje novi meni (kartica) pod nazivom 'GIS'. Zahvaljujući BlenderGIS dodatku moguće je, između ostalog, importirati prostorne podatke različitih GIS formata ili dohvatiti različite prostorne podatke direktno s web-a. Jedna od mogućnosti BlenderGIS dodatka, koja nam je važna u postupku izrade sjenčanog reljefa, jest dodavanje nove georeferencirane kamere. To je objekt koji lebdi u 3D prostoru te prilagođava snimanje scene dimenzijama uvezenog rastera. Uporabom BlenderGIS dodatka odabrali smo opciju 'DEM raw data build (slow)' te na taj način uvezli obrađeni DMR u trodimenzionalni koordinatni prostor radnog sučelja Blendera. Uvezeni DMR vidljiv je u obliku 3D modela kojeg čini mreža četverokuta sastavljena od čvorova, bridova i ploha (Slika 3).



Slika 3: 3D model unesenog DMR-a unutar Blendera

Idućih nekoliko koraka, u kojima smo prilagodili određene parametre unutar Blendera, izvedeni su prilikom modeliranja prvog sjenčanog reljefa, a naknadno su preuzeti kod izrade svih ostalih sjenčanih reljefa nacionalnih parkova. Kao prvo smo podesili vertikalno izdizanje (pretjerivanje, od eng. riječi 'exaggeration') terena koje se naziva 'Scale Z' na 0,5. To je izvedeno jer je uvezeni DMR imao rastegnute visine zbog čega smo 3D modelu morali smanjiti vertikalno izdizanje. Nakon toga smo promijenili 'rendering engine', odnosno tzv. mehanizam renderiranja, s 'Eevee' na 'Cycles' s obzirom da većina izvora koje smo rabili u ovom radu preporuča upravo taj za izradu sjenčanog reljefa.

Pri pokretanju Blendera automatski je u radnom prostoru dodana kamera. No tu kameru bilo bi potrebno prilagoditi dimenzijama svakog pojedinačno uvezenog rastera, tj. veličini DMR-a svakog nacionalnog parka. Da bismo to pojednostavili upotrijebili smo BlenderGIS dodatak koji omogućuje stvaranja nove, tzv. 'Georef' kamere koja je pozicionirana ortografski iznad modela (Slika 4) te automatski preuzima dimenzije modela. Na taj način nova kamera snima cjelokupno područje u ortografskoj projekciji s ispravnim dimenzijama uvezenog DMR-a.



Slika 4: Georeferencirana i ortografski pozicionirana kamera iznad modela (NP Paklenica)

U idućem koraku smo našem modelu dodali materijal. Prilikom 3D modeliranja materijali se koriste za simuliranje različitih površinskih tekstura, boja ili tipova hrapavosti. U Blenderu se zahvaljujući reflektiranjem, apsorpcijom i raspršivanjem svjetla uspijeva dobiti realniji izgled površine 3D modela, a samim time i sjenčanog reljefa, u usporedbi s uobičajenim GIS alatima. Nakon što smo istražili mogućnosti različitih površinskih svojstava materijala (URL 9), kao i kombinacije različitih materijala koje su omogućene dodavanjem dodatnih materijala i podešavanjem intenziteta pojedinih materijala, odlučili smo se za zadani 'Principled BSDF' (skrćano od eng. 'bidirectional scattering distribution function'). Unutar svojstava materijala podesili smo novu izvornu boju površine promjenom RGB vrijednosti na 0,615 za sve tri boje kako bismo model malo učinili tamnijim. Dodatno smo metodom pokušaja i pogrešaka za nacionalne parkove Krku i Plitvice promijenili RGB vrijednosti na 0,532 kako bismo još jače potamnili površinu modela. Na taj način dobili smo površinski materijal koji još više apsorbira svjetlo i daje veće razlike između osjenčanih i osvijetljenih površina.

Kao i kod uobičajenog postupka izrade sjenčanog reljefa u GIS-u, Blender nudi mogućnost podešavanja najvažnijih parametara: vertikalnog izdizanja terena, visine izvora svjetlosti i smjera (azimuta) izvora svjetlosti. Uz to mogu se i odabrati različiti tipovi izvora svjetlosti kao što su točka, sunce, mjesto izvora i površina izvora. S obzirom da se radi o modeliranju terena mi smo nastojali odabrati što prirodniju opciju, koristeći sunce kao jedini izvor svjetlosti. Za svaki pojedini sjenčani reljef nacionalnog parka podesili smo zasebno snagu sunca (jačinu svjetlosti) ovisno o nagibu i visinskim razlikama terena. Pri tome veća vrijednost znači svjetlije sunčane zrake, a to opet znači da će reljef poprimiti svjetliji izgled. Vertikalni kut položaja sunca (kut sunca u odnosu na horizont) u Blenderu smo promijenili podešavanjem rotacije izvora svjetlosti po Y osi. Pri tome treba paziti da je taj kut zapravo komplementaran elevacijskom kutu, tj. ako želimo da sunce bude na 30° iznad horizonta tada moramo postaviti rotaciju po Y osi na 60°. Da bismo promijenili azimut sunca prilagodili smo rotaciju izvora svjetlosti po Z osi. Rotacija po Z osi započinje na istoku i povećava se u smjeru suprotnom od kazaljke na satu, što znači da ako želimo da sunce dolazi sa sjeverozapada (uobičajeni standard kod sjenčanja reljefa) moramo rotaciju po Z osi postaviti na 135°. Odabir prethodno navedenih parametara značajno ovisi o smjeru pružanja terena, nagibu terena, visinskim razlikama i konfiguraciji terena. Stoga smo morali za svaki pojedini nacionalni park istražiti pojedine parametre i njihove varijacije. To dolazi posebno kod izražaja na primjerima Kornata, Krke i Sjevernog Velebita. Kod Kornata smjer pružanja terena od sjeverozapada prema jugoistoku ne dopušta uobičajeni ulaz izvora svjetlosti sa sjeverozapada. Stoga smo upotrijebili dva izvora svjetlosti (dva sunca), jedan jači sa zapada i jedan slabiji sa sjeveroistoka, kako bismo naglasili konfiguraciju terena. Kod Krke problem predstavljaju strme padine s obje strane korita rijeke i smjer pružanja od sjevera prema jugu. Zbog toga smo i tu koristili dva sunca, jedno jače sa sjevera položeno izrazito visoko iznad horizonta i drugo slabije

Tablica 1: Prikaz parametara izvora svjetlosti za pojedini sjenčani reljef

| NP | 1. izvor svjetlosti | | | 2. izvor svjetlosti | | |
|------------------|---------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|
| | Jačina | Y rotacija | Z rotacija | Jačina | Y rotacija | Z rotacija |
| Risnjak | 3 | 45 | 135 | | | |
| Krka | 2 | 10 | 95 | 0.5 | 15 | 75 |
| Kornati | 3 | 45 | 170 | 0.5 | 15 | 45 |
| Sjeverni Velebit | 3 | 45 | 105 | 0.5 | 15 | 60 |
| Brijuni | 3 | 45 | 135 | 0.5 | 15 | 0 |
| Mljet | 3 | 45 | 135 | 0.5 | 15 | 0 |
| Plitvice | 3 | 45 | 135 | | | |
| Paklenica | 3 | 45 | 135 | | | |

sa sjevera-sjeveroistoka. Sjeverni Velebit ima značajne razlike u visinama i nagibu terena prema morskoj strani i dugačku visoravan sa mnogobrojnim manjim promjenama nagiba terena u unutrašnjosti. Prilikom sjenčanja reljefa to je predstavljalo izazov jer je teško bilo naglasiti te manje promjene u konfiguraciji terena. Tu smo također upotrijebili dva sunca, jedno jače sa sjevera-sjeverozapada na 45° iznad horizonta te jedno slabije sa sjeveroistoka. Navedeni parametri za svaki pojedini nacionalni park vidljivi su u tablici 1.

Na samom kraju bilo je potrebno odrediti X i Y rezoluciju modela za svaki pojedini nacionalnog parka kako bi se poklopala s ulaznim dimenzijama DMR-a. To smo učinili kako bi mogli georeferencirati svaki sjenčani reljef korištenjem 'World' datoteke od pripadajućeg DMR-a. Izvoz završnog sjenčanog reljefa iz Blendera (Slika 5) izveden je za svaki pojedini nacionalni park u obliku TIFF datoteke s 300 uzoraka po pikselu.

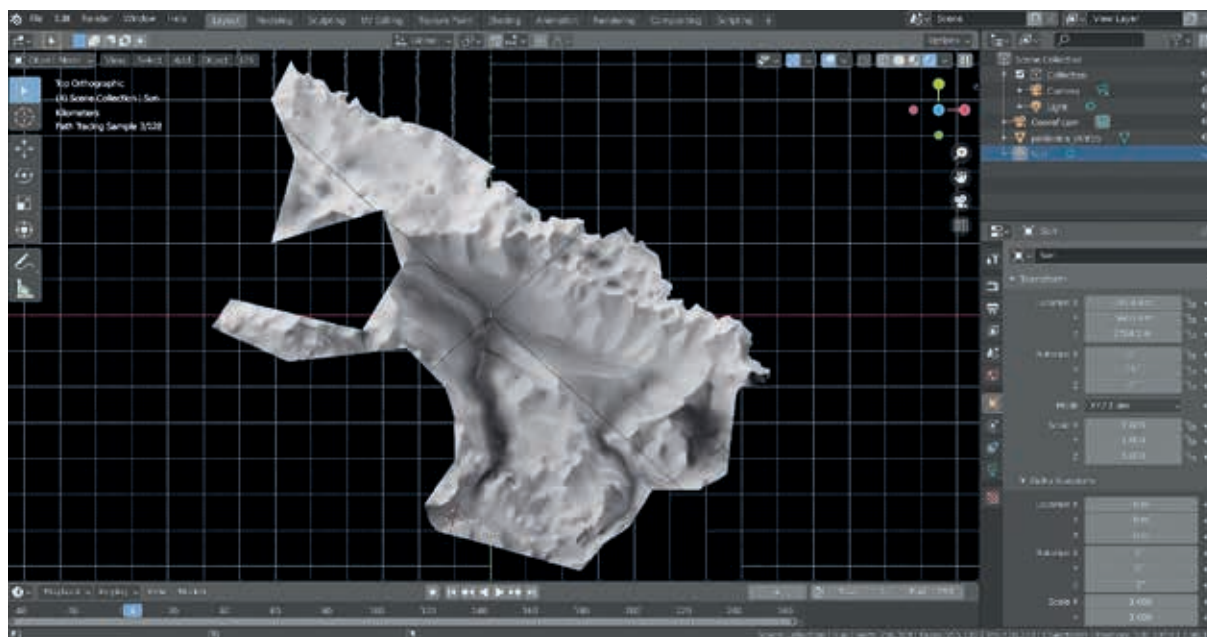
4. Usporedba s QGIS-om

QGIS je najpoznatiji i najviše upotrebljavani slobodni GIS softver u svijetu. Iz tog razloga smo odlučili u-

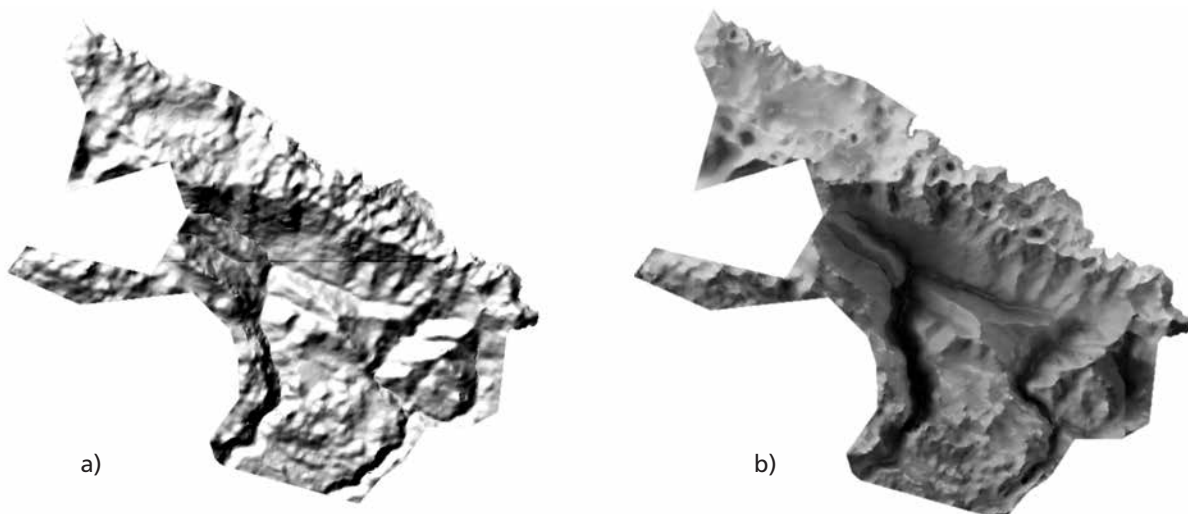
bičajeni postupak izrade sjenčanog reljefa u QGIS-u usporediti s rezultatima dobivenim u Blenderu. Bitno je naglasiti da rezultat dobiven u QGIS-u zadovoljava većinu zahtjeva koje geodetski stručnjak ima po pitanju sjenčanog reljefa. Razlog tome jest taj što se sjenčani reljef u većini slučajeva koristi kao dodatni sloj u karti, a ne kao zaseban završni proizvod. Velika prednost QGIS-a je jednostavan i veoma brz proces izrade sjenčanog reljefa. QGIS ima ugrađen algoritam kojim je automatiziran proces izrade sjenčanog reljefa iz različitih izvora podataka. Zahvaljujući toj funkcionalnosti moguće je jednostavno podesiti najvažnija tri parametra kod sjenčanja reljefa:

1. azimut izvora svjetlosti, odnosno horizontalni smjer (kut) ulaska sunčevih zraka,
2. visina izvora svjetlosti, odnosno vertikalni smjer (kut) upada sunčevih zraka,
3. vertikalno izdizanje terena.

Izradeni sjenčani reljef u QGIS-u ima svjetlucavu površinu terena i ostavlja dojam kao da blista, odnosno kao da je izrazito osvijetljen od izvora svjetlosti. Strme planinske padine i brdski reljefi izgledaju pomalo umjetno i plastično (Slika 6a). Sjenčani reljef izraden u QGIS-u najviše podsjeća na terenski sloj Google



Slika 5: Završni prikaz sjenčanog reljefa NP Paklenica unutar radnog sučelja Blendera



Slika 6: Sjenčani reljef NP Paklenica izrađen upotrebom: a) QGIS-a, b) Blendera

Maps preglednika i može se reći da ne ostavlja dojam stvarnog terena. Blender također nudi mogućnost podešavanja najvažnija tri parametra kao i QGIS, no najveća razlika u obradi sjenčanog reljefa dobiva se zahvaljujući parametrima kao što su materijali, višestruki izvori svjetlosti, različite boje i izvori svjetlosti, količina (od terena) odbijene svjetlosti, te podešavanje (uklanjanje) šuma 3D modela. Slika 6b prikazuje rezultat izrade sjenčanog reljefa NP Paklenica u Blenderu. Ostale sjenčane reljefe nacionalnih parkova moguće je pregledati i preuzeti u TIFF formatu zajedno s pripadajućom TFW (tzv. 'World') datotekom na sljedećoj lokaciji: <http://www2.geof.unizg.hr/~avin-kovic/blender/>.

5. Zaključak

Izraditi vizualno privlačni prikaz reljefa predstavlja izazov. Zahvaljujući dostupnosti besplatnih softvera i softvera otvorenog koda, moguće je danas u kratkom vremenu izraditi kvalitetan i vizualno atraktivan sjenčani reljef. Blender je moćan računalni grafički softver koji nudi različite postavke koje nisu dostupne unutar uobičajenih algoritama za sjenčanje reljefa ugrađenih u standardne GIS alate poput QGIS-a. Uz materijal kao površinsku teksturu, uporaba višestrukih izvora svjetlosti i različitih boja osvjetljenja jesu funkcionalnosti koje razlikuju sjenčanje reljefa u Blenderu od uobičajenih GIS alata. Na osvjetljenje scene moguće je utjecati različitom intenzitetom, bojom i pozicijom svjetlosti, a samim time utječe se i na završni model. Unatoč tome što sjenčani reljef najčešće isključivo upotrebljavamo kao dodatni sloj u izradi različitih digitalnih kartografskih vizualizacija i na papiru otisnutih karata, dodatno uloženi trud pri izradi sjenčanog reljefa upotrebom Blendera uvelike se isplati jer su dobiveni rezultati vizualno privlačniji i bliži stvarnom izgledu terena u odnosu na uobičajene GIS softvere. Postupak izrade u Blenderu traži od autora ponešto predznanja o sjenčanju reljefa i mogućnostima modeliranja 3D prikaza, no softver je besplatan, a na web-u je moguće pronaći velik broj izvora koji olakšavaju i ubrzavaju proces učenja i izrade sjenčanog reljefa.

Literatura

Frančula, N. (2004): Digitalna kartografija (skripta), 3. prošireno izdanje, Geodetski fakultet u Zagrebu.

Imhof, E. (1982): Cartographic relief presentation, De Gruyter, izdanje 2015.

URL 1: Relief shading, <http://www.reliefshading.com/analytical/>

URL 2: blender.org, <https://www.blender.org/>

URL 3: Creating Shaded Relief in Blender, <https://somethingaboutmaps.wordpress.com/2017/11/16/creating-shaded-relief-in-blender/>

URL 4: Shaded relief with BlenderGIS (2020), part 1 - The Wandering Cartographer, <https://wanderingcartographer.wordpress.com/2019/11/08/making-shaded-relief-with-blendergis-2019/>

URL 5: Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM) – European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem>

URL 6: Bioportal WFS servis, <http://services.bioportal.hr/wfs>

URL 7: BlenderGIS Github, <https://github.com/domlysz/BlenderGIS>

URL 8: BlenderGIS Install and usage, <https://github.com/domlysz/BlenderGIS/wiki/Install-and-usage>

URL 9: Shader – Blender Manual, https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/shader_nodes/shader/index.html

Abstract

Making a Shaded Relief in Blender on the Example of National Parks

Relief shading is an effective method for visualizing the three-dimensional shape of the Earth's surface on a two-dimensional background. In the case of shaded relief, the surface of the object is illuminated by one or more light sources, creating a shadow effect. The shadow has the role of visual enhancement i.e., highlighting the different topographic shapes of the Earth's surface. The theoretical basis for creating an effective shaded relief dates back to the time when the shaded reliefs were drawn by hand. The computer process of creating a shaded relief from a digital relief model is called analytical relief shading, and today it is almost exclusively created using geoinformation systems. Lately, there has been a tendency within the cartographic community to use 3D modelling tools when creating shaded reliefs. Blender is a free open-source tool for 3D computer graphics that was used in this paper to create a shaded relief on the example of national parks in Croatia. The paper presents the process of creating a shaded relief starting with data collection, data processing for input in Blender, and data modelling in Blender. By comparing our result with the shaded relief obtained in QGIS, we have shown that using Blender a more natural, softer and attractive shaded relief with clearer structures is obtained thanks to the improved lighting adjustment in the three-dimensional workspace.

Keywords: *Blender, cartography, digital elevation model, shaded relief*



Boje na kartama i web-kartama

Robert Župan¹, Stanislav Frangeš² i Adam Vinković³

¹ Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10 000 Zagreb, Hrvatska, rzupan@geof.hr

² Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10 000 Zagreb, Hrvatska, sfranges@geof.hr

³ Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10 000 Zagreb, Hrvatska, avinkovic@geof.hr

Sažetak

Boja zauzima posebno mjesto u kartografici, jer je sadržana ili povezana sa svim sastavnim elementima kartografike. Boje privlače i izazivaju pozornost korisnika, pomažu povezivanju ili odvajanju pojedinih sadržaja karte, naglašavaju ili potiskuju određene vijesti te olakšavaju pamćenje informacija dobivenih pomoću njih. Od obilja znanja o bojama biti će izneseno samo ono najvažnije za primjenu u kartografiji. Elektromagnetsko zračenje koje prodire u naše oko smatramo uzrokom čije su posljedice osjet boje. Na monitorima na kojima uglavnom i promatramo karte, boje se prikazuju na drugačiji način od analognih medija nositelja karte koji su se koristili u prošlosti.

Ključne riječi: boje, karte, percepcija, web

1. Uvod

Bojanje karte čin je dodjeljivanja različitih boja različitim značajkama na karti. Postoje dvije vrlo različite upotrebe ovog izraza. Prvi je u kartografiji, odabirom boja kao varijable signatura koje će se prikazivati na karti. Druga je u matematici, gdje je problem odrediti minimalni broj boja potrebnih za bojanje karte tako da niti jedna susjedna obilježja nemaju istu boju.

Boja je vrlo koristan atribut za prikaz različitih obilježja na karti (Rosenberg 2019). Tipična uporaba boja uključuje prikazivanje različitih političkih podjela, različitih uzvišenja ili različitih vrsta cesta. Koropletna karta (površinski kartodijagram) je tematska karta u kojoj su područja obojena različito kako bi se prikazale statističke varijable, odnosno njihove vrijednosti na karti. Koropletna karta pruža jednostavan način vizualizacije prema varijacijama u određenom zemljopisnom području ili pokazuje razinu varijabilnosti unutar neke regije. Izrada koropletna karte uvijek je dobar početak stjecanja iskustva za kartografe i savladavanje znanja za učinkoviti prikaz boja. A poslije i na bilo kojoj drugoj vrsti karte mogu se primijeniti ta znanja.

Prikazivanje podataka u različitim nijansama može uvelike utjecati na razumijevanje ili *osjećaj* karte (Robinson 1967). U mnogim kulturama određene boje imaju određene konotacije, a ponekad i asocijacije. Te konotacije leže u području proučavanja koje se naziva simbolika boja. Na primjer, bojanje određene nacije bojom koja ima negativnu konotaciju u njihovoj kulturi moglo bi biti kontraproduktivno. Isto tako, korištenje pretpostavljenih boja kože za pokazivanje rasnih ili etničkih obrazaca vjerojatno će izazvati uvredu. Nije moguće uvijek predvidjeti konotacije boja svakog korisnika karte ili izbjeći negativne konotacije, ali korisno je biti svjestan uobičajenih konotacija boja kako bi karta bila što privlačnija i razumljivija (Tyner 2010).

Kartografi također mogu odabrati niz nijansi koje su povezane s onim što se prikazuje na karti. Na primjer, prilikom prikazivanja oborina mogu odabrati plave nijanse ili za kartu šumskih požara mogu koristiti žutu, crvenu i narančastu boju. Pažljivim odabirom boja osigurava se da karta bude intuitivna i čitljivija (Lin 2014). Ovaj se postupak naziva udruživanjem značajki. Također, kartograf mora uzeti u obzir da mnogi ljudi imaju oštećen vid i ne prepoznaju sve boje, pa se trebaju koristiti boje koje takvi korisnici lako mogu prepoznati (Brewer 1996).

Opće je pravilo da većina ljudi može razlikovati samo između 5-8 različitih nijansi jedne boje. Umjesto više od 8 nijansi boje, bolje je koristiti više boja. Većina GIS programa pruža korisnicima pažljivo posložene sheme boja na izbor, što olakšava postupak odabira boja.

2. Boje kao dio kartografike

Boje se mogu jedino na kartama promatrati kao sastavni dio kartografike, a sastavni dijelovi kartografike su:

- osnovni geometrijsko-grafički elementi,
- kartografski znakovi,
- **boje i**
- pismo

Boja ima posebno mjesto u kartografici, a definira se kao elektromagnetsko zračenje koje prodire oko promatrača ili u ovom slučaju korisnika karte i takvo elektromagnetsko zračenje smatramo uzrokom čije su posljedice osjet boje. Osjet boje obilježavaju tri veličine:

- ton boje - kvaliteta šarene boje određena duljinom svjetlosnih zraka koje u našem oku izazivaju osjet te boje (stupnjevanje boje = nijansa)

- jarkost ili svjetloća - mjera za intenzivnost osjeta boje (intenzivna jarkost → žarka boja; neznatna jarkost → zagasita ili mutna boja)
- zasićenost boje - izraz za čistoću boje s obzirom na primjesu bijele boje (boje koje ne sadrže bijelu → zasićene)

Za upotrebu boja na karti postoje pravila koja su sustavnom primjenom postala ustaljena i tradicionalna. Tradicija upotrebe određenih boja na kartama unutar određenog kulturnog i nacionalnog identiteta (npr. kod Aboridina, URL 1) ponekad je važnija od uspostavljanja standarda koji bi bio nametnut za izradu karata i izbora boja potpuno drugačijih od tradicionalnih.

3. Čemu služe boje na kartama

Kartografi koriste boju na kartama kako bi prikazali određene značajke. Upotreba boja uvijek je dosljedna na jednoj karti i često je dosljedna na različitim vrstama karata različitih kartografa i izdavača. Mnoge boje koje se koriste na kartama imaju veze s objektom ili značajkom na tlu. Na primjer, plava je gotovo uvijek boja odabrana za vodu. Nadalje, boje na kartama bile su ključan čimbenik pri prijelazu iz analogne u digitalnu kartografiju i potrebe za automatskom digitalizacijom karata, pri čemu je prvi korak uvijek bilo odvajanje boja, pa tek potom su se (različitim manje ili više uspješnim metodama i softverima) provodili postupci automatske ili poluautomatske digitalizacije, a odvajanje na boje bilo je važno i kod izrade reprodukcijских originala za tisak.

Boje se također mogu koristiti za stvaranje trodimenzionalnih efekata s dvodimenzionalnih karata, bilo eksplicitnim kodiranjem u boji dviju slika namijenjenih različitim očima, bilo korištenjem karakteristika ljudskog vizualnog sustava kako bi karta izgledala trodimenzionalno (Eyton 1990). U matematici postoji vrlo jaka veza između bojanja karte i bojanja grafikonu, jer svaka karta koja prikazuje različita područja ima odgovarajući graf. Najpoznatiji problem na ovom području s kojim su se bavili mnogi matematičari je teorem o četiri boje, koji kaže da bilo koja planarna karta ili graf (Gregurić i Klobučar 2010) može biti obojena s najviše četiri boje.

3.1. Upotreba boje na različitim kartama

Političke karte

Političke karte ili one koje pokazuju granice država obično koriste više boja od fizičkih karata, koje predstavljaju krajolik često bez obzira na ljudske preinake, poput granica država.

Političke karte često koriste četiri ili više boja za prikaz različitih zemalja ili unutarnjih podjela država, poput država ili pokrajina. Plava često predstavlja vodu, a crna i/ili crvena često se koristi za gradove, ceste i željeznice. Crna boja također prikazuje granice, s različitim vrstama crtica i/ili točaka koje se koriste za prikaz vrste granica: međunarodna, državna, županijska ili slična politička podjela.

Fizičke karte

Fizičke karte koriste boju za prikaz promjena u nadmorskoj visini. Paleta zelenila često prikazuje visine. Tamno zelena obično predstavlja niže nadmorske visine nekog područja, a svjetlijim nijansama zelene boje se koriste za viša područja (tzv. hipsometrijska ljestvica boja). Na višim uzvišenjima fizičke karte često koriste paletu svijetlosmeđe do tamno smeđe. Takve karte obično koriste crvene, bijele ili ljubičaste boje kako bi predstavljale najviše kote prikazane na karti.

Važno je zapamtiti da na kartama koje koriste nijanse zelene, smeđe boje i slično, boja ne predstavlja pokrivač tla. Na primjer, prikaz pustinje Mojave zelenom bojom zbog niske nadmorske visine ne znači da je pustinja bogata zelenim usjevima. Isto tako, pokazivanje planinskih vrhova u bijeloj boji ne znači da su planine prekrivene ledom i snijegom tijekom cijele godine.

Na fizičkim kartama plava se koristi za vodu, a tamnija plava nijansa predstavlja najdublju vodu. Zeleno-siva, crvena, plavo-siva ili neka druga boja koristi se za uzvišenja ispod morske razine.

Generalne ili opće karte

Autokarte i ostale karte opće uporabe često su mješavina boja, uz upotrebu neke od sljedećih kombinacija boja:

Plava: jezera, rijeke, potoci, oceani, rezervoari, autoceste i lokalne granice

Crvena: glavne autoceste, ceste, urbana područja, zračne luke, mjesta s posebnim interesom, vojna mjesta, nazivi mjesta, zgrade i granice

Žuta: izgrađena ili urbana područja

Zelena: parkovi, golf tereni, rezervacije, šuma, voćnjaci i autoceste

Smeđa: pustinje, povijesna nalazišta, nacionalni parkovi, vojni rezervati ili baze i izohipse (kote)

Crna: ceste, željezničke pruge, autoceste, mostovi, oikonomi, zgrade i granice

Ljubičasta: autoceste i industrijske zone

Koropletna karte

Posebne karte koje se nazivaju koropletna koriste boju za predstavljanje statističkih podataka za određeno područje. Koropletna karte obično predstavljaju svaku županiju, državu ili državu bojom koja se temelji na podacima za to područje. Primjerice, može prikazivati statističke podatke po županijama prema rezultatima glasovanja za neku stranku (crveno) i drugu stranku (plavo).

Koropletna karte također se mogu koristiti za prikaz stanovništva, obrazovnih postignuća, etničke pripadnosti, gustoće, očekivanog trajanja života, prevalencije određene bolesti i bilo koje druge statističke podatke. Pri prikazivanju određenih postotaka kartografi koji oblikuju koropletnu kartu često koriste različite nijanse iste boje, što daje lijep vizualni efekt. Primjerice, karta dohotka po glavi stanovnika mogla bi koristiti raspon zelene boje od svijetlo zelene

(RGB-model)



R = crvena

G = zelena

B = modra

boja (CMY-model)



C = plava

M = purpurna

Y = žuta

+ K (crna) = CMYK

Slika 1: Lijevo – aditivno miješanje boja (RGB model), a desno – suptraktivno miješanje boja (CMY-model) (prezentacija ppt na Festivalu znanosti-Župan 2021).

za najniži dohodak po stanovniku do tamnozeleno za najveći dohodak po glavi stanovnika (Rosenberg 2019).

4. Modeli za definiranje boja na ekranima i otisnutim kartama

Modeli za definiranje boja uglavnom se dijele na dva osnovna modela: Aditivno miješanje boja (RGB model), slika 1-lijevo i suptraktivno miješanje boja (CMY-model), slika 1-desno.

Važno je znati razliku između načina miješanja boja prema najčešće upotrebljanim modelima RGB i CMYK boja kako bi se mogla planirati i optimizirati svaka faza postupka oblikovanja karte. Ovisno o tome gdje se i kako prikazuje konačni rezultat, jedan je model bolji izbor od drugog.

RGB (crvena, zelena i plava) model je miješanja boja za digitalne slike. Upotrebljava se kada se karte prikazuju na bilo kojoj vrsti zaslona. RGB model miješanja boja naziva se i aditivno miješanje boja. Izvor svjetlosti u uređaju stvara bilo koju boju koja vam treba miješajući 3 osnovne boje a to su crvena, zelena i plava i mijenjajući njihov intenzitet. To je poznato kao miješanje aditiva: sve boje počinju kao crna tama, a zatim se crvena, zelena i plava svjetlost dodaju jedna na drugu kako bi je posvijetlile i stvorile traženu nijansu ili pigment. Kada se crvena, zelena i plava svjetlost pomiješaju jednakim intenzitetom, stvaraju čisto bijelu. Dizajneri mogu kontrolirati aspekte poput zasićenosti i intenziteta modificiranjem bilo koje od tri izvorne boje. Budući da se radi digitalno, kartograf može manipulirati načinom na koji se svjetlost na zaslonu manifestira kako bi stvorio željenu boju. Kada koristiti RGB? Ako je krajnje cilj nekog projekta prikaz na digitalnom zaslonu, upotrebljava se RGB boje. To bi vrijedilo za sve što uključuje računala, mo-

bitele, tablete, televizore, kamere itd. Najbolji formati datoteka za RGB su JPEG, PSD, PNG, GIF, a najbolje je izbjegavati TIFF, EPS, PDF i BMP u RGB svrhe. Ti formati nisu kompatibilni s većinom softvera, a da ne spominjemo da mogu biti nepotrebno veliki u smislu podataka.

CMYK (cijan, magenta, žuta, tipka / crna) model je miješanja boja namijenjen za tiskane materijale. Stroj za tisak stvara prikaz kombinirajući CMYK boje u različitim stupnjevima s fizičkom tintom. To je poznato kao suptraktivno miješanje. Sve boje počinju kao prazno bijele, a svaki sloj tinte smanjuje početnu svjetlinu da bi se stvorila željena boja. Kada se sve boje pomiješaju, one stvaraju čisto crnu (iako se u praksi obično vidi tamna ili prljavo smeđa, pa se zbog toga uvodi KEY-crna boja). Koristi se za bilo koji prikaz koji će se fizički otisnuti, a ne gledati na ekranu. Ako se treba tisak ponoviti i nakon nekog vremena ponovno otisnuti tiskanjem, CMYK način rada dat će bolje i točnije rezultate (URL 3). Osim toga često se u digitalnoj grafici upotrebljava i HSL model miješanja boja (H-ton, S-zasićenost, L-svjetlina). Skale nijansi također se upotrebljavaju pri izboru prikladnih boja na kartama.

Analogne karte koje su najčešće otisnute ofsetnim tiskom na papiru dobivene su miješanjem boja CMYK modelom, a danas kad se karte češće prikazuju na ekranima raznih veličina i razlučivosti dobivene su miješanjem boja RGB modelom.

5. Upotreba boje na web-kartama

Razvojem digitalne tehnologije kartografija je dobila novu dimenziju pa se zbog niza čimbenika karte više ne izrađuju ručno, već kompjuterskom tehnologijom pomoću raznih računalnih programa. Pri izradi karte, najvažnije je omogućiti što lakše snalaženje krajnjem

korisniku, kojem je karta i namijenjena. To se postiže korištenjem različitih tehnika kako bi se na karti ono što je važno istaknulo i naglasilo, npr. različitim bojama. Zadatak kartografa je takav da navedene elemente ukomponira na način da karta bude estetski privlačna, zanimljivo dizajnirana ali uz to jasna, čitljiva i pregledna. Odabir boja je donekle ograničen i ovisi o formatu i veličini datoteke kojom se karta stavlja na Web. Bez obzira što su danas računala takva da mogu razlikovati 16-bitne ili 24-bitne boje, što omogućava široku paletu od 65 tisuća pa i do 16 milijuna pa čak i više različitih nijansi boja. Za razliku od odabira boja za dnevnu sobu, uporaba boja na kartama daleko je manje subjektivna nego što većina ljudi misli i pri tome ne biramo boje na kartama samo zato što *izgledaju lijepo*. Umjesto toga, postoje važna pravila koja određuju kako sheme boja funkcioniraju i kako se te boje odnose na podatke i na percepciju korisnika. Nadalje, postoje važna opažajna ograničenja koja su dobro poznata, poput crveno-zelenog daltonizma (koja pogađa oko 8% muškaraca), koja zahtijevaju da se i to uzima u obzir, a ne samo da odaberemo ono što nama osobno izgleda lijepo. Takva su pravila koja reguliraju upotrebu boje na kartama, kao i rješenja problema poput neprepoznavanja crvene i zelene boje, dobro razumljiva kartografima i prilično jednostavna i treba ih uzeti u obzir. Ako postoji mogućnost upotrebe boje koja se opaža na velikom području spektra boja, poput plave ili zelene, to može pomoći i može se upotrijebiti. Korištenje nezasićenih boja: crno-bijele još je učinkovitije – pa bi te boje trebale biti dostupne na svim zaslonima. U takvim slučajevima postoji pet pravila koja pomažu pri definiranju boja na kartama za prikaz na ekranu.

1. Odaberite boje iz sredine područja boje na spektru boja ili
2. U posebnim slučajevima: odaberite boju koja je dalje od efekta boja koje želite izbjeći. (Npr. zelenkasto-žučkasto-smečkasto područje između zelene i žute boje)
3. Pregledajte boje u blizini i primijenite moguće efekte kalibracije boja te prema tome pročistite

svoj odabir boja.

4. Boje bi trebale biti na mjestu koje je manje izobličeno prilagodba boja. Da biste pronašli takva područja, najlakše je koristiti zaslon ili monitor sa spektrom boja i podesiti sve postavke monitora u cijelom rasponu, a nakon toga potražite mjesta na kojima se boje ne mijenjaju.

Boje trebaju biti što je moguće čišće (trebaju sadržavati što manje boja u RGB-u) (URL 3)

Višak informacija može odvući pažnju, slika 2, zato je važno pravilno uravnotežiti količinu informacija koja se prikazuje.

Savjete o tome na koji se način trebaju upotrebljavati boje na kartama nalazimo u mnogim izvorima na internetu i literaturi o kartama i kartografiji. Jedan od boljih je izvora URL 5 gdje se mogu naći savjeti o upotrebi boja na kartama uz cijeli niz popratnih tema o oblikovanju i prikazivanju sadržaja karata. Na koji način uskladiti vrstu podataka s bojama može se naći na URL 6 s primjerima na kartama. Vrlo je koristan i internetski servis za istraživanje i oblikovanje raznih kombinacija izbora boja i podataka na karti pod nazivom „ColorBrewer 2.0 Color Advice for Cartography “ na URL 7 . Na sličan način može se istraživati i isprobati već izabrane boje na karti (URL 8). Razvoj i promjene boja na Google kartama mogu se provjeriti na animaciji i opisu na URL 9. Povijesna priča o upotrebi boja na kartama kao vizualnoj varijabli s primjerima karata može se naći na URL 10. Na koliko načina se mogu boje upotrijebiti na karti izračunao je Birkhoff 1912, prema polinomnoj formuli (URL 11).

6. Zaključak

Boja na kartama ima posebnu važnost u kartografiji. Čitljivost i jasnoća karte te njezino slaganje sa realnim objektima i prirodom ispunjava se uz pomoć boja. Primjena različitih boja na karti provodi se prema prirodnim uvjetima i značajkama zemljišta te cilju



Slika 2: GIS sustavi na webu često prikazuju geoinformacije na neprikladan način, pogotovo s bojama koje se prelijevaju i teško je korisniku razaznati različite dijelove sadržaja koji se treba prikazati (URL 4).

i mjerilu karata temeljenih na kartografskim načelima. Odabir boja na kartama trebao bi biti s estetskog gledišta i popraćen umjetničkim kvalitetama koje mogu pomoći subjektivnom dojmu korisnika i povećati upotrebljivost karte. Treba uzeti u obzir neka osnovna razmatranja kao što su izbor boje i način provedbe tiska kod analognih karata kako bi optimalan izbor boja na kartama povećao praktičnu vrijednost karte. Kod ekranskih karata, broj boja se treba reducirati (iako imamo na raspolaganju milijune različitih boja i nijansi) i pri izradi karata imati na umu da je razlučivost ekrana puno manja od razlučivosti ofsetnog tiska. Pojednostavljenje u izboru boja i redukcija broja boja ima veće prednosti i veći efekt u percepciji geoinformacija koje se s karte prenose korisnicima.

Karte s optimalno izabranim bojama zahtijevaju složen proces, jer zahtijeva mnogo znanja o teoriji i percepciji boja, uključuje rješavanje kontradiktornih ciljeva i proces je najčešće potpomognut tzv. umjetničkim i dizajnerskim predispozicijama stručnjaka-kartografa. Odabir optimalnih boja vremenski je zahtjevan proces čak i za stručnjake iako su nam sve više dostupne gotove palete i kombinacije boja. Različitih kartografskih prikaza je nebrojeno mnogo i prema tome tema je dosta opsežna, pa nije moguće odjednom analizirati i obuhvatiti sve kombinacije karata i njihovih optimalnih boja. Kako ne postoji savršena karta, tako ne postoji niti savršena kombinacija boja za sve instance, već jedino možemo razmatrati više mogućnosti i opcija i pri tome osnovno pravilo je reducirati broj opcija s bojama radi jednostavnosti prikaza.

Literatura

Birkoff, G. (1912). A determinant formula for the number of ways of colouring a map, *chromatic polynomials*, *Ann. of Math*, 14, 42-46.

Brewer, C. (1996): Guidelines for selecting colors for diverging schemes on maps, *The Cartographic Journal*, Maney Publishing, 33 (2): 79-86. doi:10.1179/caj.1996.33.2.79.

Eyton, J.R. (1990): Color stereoscopic effect cartography, *Cartographica*, UT Press, 27 (1): 20-29, doi:10.3138/K213-2288-7672-U72T.

Gregurić, I., i Klobučar, A. (2010). Four colors problem. *Osječki matematički list*, 10(1), 21-29.

Lin, S. (2014): The right colors makes data easier to read, *Harvard Business Review*.

Robinson, A.H. (1967): Psychological aspects of color in cartography, *International Yearbook of Cartography*, 7: 50-61.

Rosenberg, M. (2019): Map Colors - The Role of Colors on Maps, ThoughtCo, New York, 2019 (<https://www.thoughtco.com/colors-on-maps-1435690>).

Tyner, J. (2010): *Principles of Map Design*, Guilford Press, 64-65.

URL 1: <https://www.aboriginalartuk.com/post/2017/11/21/aboriginal-culture-scared-colours>

URL 2: <https://99designs.com/blog/tips/correct-file-formats-rgb-and-cmyk/>

URL 3: <https://www.maformdesign.com/blog/2019/1/22/how-to-use-yellow-in-your-designs-ps5fx>

URL 4: <https://surreycc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3d9bbb5e659b4078bb1cae0112ccbead>

URL 5: <https://tilemill-project.github.io/tilemill/docs/guides/tips-for-color/>

URL 6: https://www.e-education.psu.edu/maps/I5_p5.html

URL 7: <https://colorbrewer2.org/#type=diverging&scheme=RdYlGn&n=11>

URL 8: <http://tristen.ca/hcl-picker/#/hcl/6/1/D0A18D/85BB3D>

URL 9: <https://design.google/library/exploring-color-google-maps/>

URL 10: <https://morphocode.com/the-use-of-color-in-maps/>

URL 11: https://www.jstor.org/stable/1967597?seq=1#metadata_info_tab_contents

Abstract

Colors on Maps and Web Maps

Colors has a special place in cartography, because it is contained or associated with all the constituent elements of cartography. Colors attract attention and provoke users, help connecting or separation of certain content maps, highlight or suppress specific news and make it easier to remember information received by them. Of the abundance of knowledge about colors, only the most important for application in cartography will be presented. We consider the electromagnetic radiation that penetrates our eye to be the cause, the consequences and by which we sense the colors. On monitors on which we mainly view maps, colors are displayed differently from analog media used in the past.

Keywords: *colors, maps, perception, web*



Primjena proširene stvarnosti u turističkim i navigacijskim aplikacijama

Iva Cibilić¹, Vesna Poslončec-Petric¹

¹ Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, iva.cibilic@geof.unizg.hr, vesna.posloncec-petric@geof.unizg.hr

Sažetak

Proširena stvarnost je tehnologija koja je do nedavno bila najpoznatija po svojoj primjeni u računalnim igrama i oglašavanju a danas se sve više koristi za mnogo važnije svrhe od puke zabave. Prisutna je u gotovo svim područjima, počevši od industrije, građevine, medicine, marketinga, edukacije, navigacije i turizma, a njene mogućnosti se i dalje istražuju. Aplikacije za prikaz proširene stvarnosti dizajniraju se na razne načine, međutim još uvijek ih se vrlo malo koristi za navigaciju. Dostupnost i pristupačnost pametnih uređaja s ugrađenim senzorima omogućuju sve češće korištenje lokacije u proširenoj stvarnosti. U radu je opisana primjena tehnologije proširene stvarnosti u snalaženju i orijentaciji u zatvorenim i otvorenim prostorima. Prikazan je razvoj dviju aplikacija za primjenu spomenute tehnologije pomoću platforme Unity. GeofAR je aplikacija koja omogućava navigaciju unutar zgrade Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uz pomoć slikovnih i objektnih markera smještenih unutar zgrade, dok aplikacija PazinAR opisuje turističku primjenu proširene stvarnosti te posjetiteljima omogućuje vizualizaciju starih fotografija na određenim lokacijama u gradu Pazinu.

Ključne riječi: GeofAR, mobilna aplikacija, navigacija, PazinAR, proširena stvarnost, turizam, Unity

1. Uvod

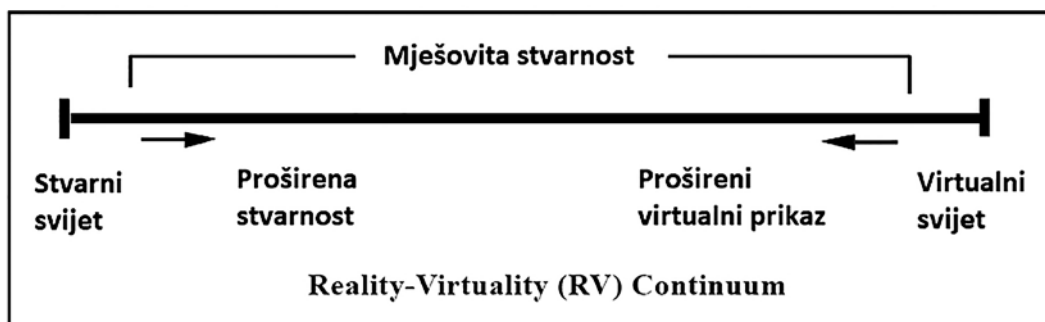
Proširena stvarnost je tehnologija u tranzicijskom razdoblju s tendencijom da u bliskoj budućnosti postane glavni čimbenik na tržištu mobilnih komunikacija. Do nedavno poprilično nepoznata grana svoj je veliki uspon doživjela razvojem pametnih mobilnih uređaja koji s mnoštvom ugrađenih senzora i jeftinom proizvodnjom omogućuju pristup proširenoj stvarnosti u gotovo svim aspektima ljudskog života, od industrije, građevinarstva, medicine, edukacije, računalnih igara i turizma.

Proširena stvarnost uklapa virtualne elemente u stvarno, fizičko okruženje kako bi se razvila mješovita stvarnost u realnom vremenu. Prikazani sadržaji između ostalog mogu sadržavati 2D i 3D objekte i modele. Virtualni objekti mogu se koristiti za prikaz dodatnih podataka o stvarnom svijetu, povećavaju angažman korisnika i njegovo razumijevanje okoline koja ga okružuje. U ovom se radu prikazuje primjena

proširene stvarnosti u nadopunjavanju osjetila vida, međutim tehnologija omogućava proširivanje i ostalih osjetila zvukovima, mirisima, vibracijama itd.

Principi bilo kojeg virtualnog proširenja objašnjeni su tzv. Milgramovim kontinuumom (Slika 1). Prema Milgramu (1994), postoje dva suprotna kraja kontinuum: na jednom kraju nalazi se stvarni svijet kojim upravljaju zakoni fizike, dok je na suprotnom kraju virtualno okruženje - sintetički stvoren svijet u kojem se okoliš stvarnog svijeta može ili ne mora oponašati, ali koji može stvoriti svijet u kojem fizički zakoni koji upravljaju gravitacijom, vremenom i materijalnim svojstvima više ne vrijede.

U radu je prikazan razvoj dviju mobilnih aplikacija koje omogućavaju vizualizaciju prostornih podataka primjenom tehnologije proširene stvarnosti. Aplikacija GeofAR omogućava navigaciju unutar zgrade Geodetskog fakulteta, dok aplikacija PazinAR pred-



Slika 1: Pojednostavljeni prikaz kontinuumu stvarnost-virtualnost (prilagođeno prema Milgram i dr., 1994)

stavlja turističku primjenu proširene stvarnosti te posjetiteljima grada Pazina omogućava vizualizaciju virtualnih fotografija na određenim lokacijama u gradu Pazinu.

2. Korištena tehnologija

2.1. Tehnike prepoznavanja

Zbog raznolikosti tehnologija korištenih za postizanje učinka proširene stvarnosti, postoje dvije primarne tehnike za generiranje slike kako bi se dobio efekt proširene stvarnosti (Lechner, 2015):

1. Geoprostorni AR (eng. *Augmented reality - AR*) i
2. AR zasnovan na računalnom vidu.

U geoprostornom AR-u nužno je poznavanje lokacije i orijentacije korisnika u geografskom koordinatnom prostoru. Određivanje lokacije oslanja se na tehnike pozicioniranja kao što su GNSS (engl. *Global Navigation Satellite System*), WiFi ili druge (npr. Bluetooth). Korisnik pronalazi lokaciju uređaja skeniranjem posebno pripremljene oznake. Orijentacija uređaja približno je određena pomoću senzora unutar samog uređaja kao što su digitalni kompas, akcelerometar i žiroskop. Željeni virtualni sadržaj predstavljen je na zaslonu uređaja slikom, animacijom ili nekim drugim digitalnim objektom. Proširena stvarnost se aktivira kada korisnik usmjeri kameru uređaja u oznaku, dok softver automatski određuje mjesto i orijentaciju uređaja te na zaslonu prikazuje generiranu sliku (virtualni objekt).

Sustav proširene stvarnosti može biti i temeljen na računalnom vidu, odnosno, algoritmu koji se koristi za obradu slike koju pregledava kamera i uspoređuje je s referentnom slikom. Proširenost se pojavljuje u trenutku kada aplikacija identificira fragmente slike (tzv. markere) te na njihovom mjestu prikaže virtualne objekte. Ova tehnika primijenjena je pri izradi opisanih aplikacija.

Da bi proširenu stvarnost uspjeli prikazati u stvarnom svijetu potrebni su markeri pomoću kojih se pokreće proces prepoznavanja. Markeri su unaprijed pripremljene oznake koje govore sustavu gdje smjestiti proširenu stvarnost. Oni mogu biti slike ili objekti koji se ističu u okolini kako bi se mogli lakše prepoznati. Pri odabiru slika koje će biti markeri treba obratiti pozornost na kvalitetu same snimke. Preporučeno je da slike imaju između 500 i 1000 piksela u svakom smjeru, jer manji broj piksela ne sadrži dovoljan broj informacija za detekciju tzv. točaka obilježja (eng. *Feature points*). Veći broj piksela ne znači i bolju detekciju. Slike velikog kontrasta i bogato teksturiranih područja najpogodnije su za pouzdano prepoznavanje i praćenje (URL 5).

2.2. Softveri

Najpoznatiji alati koji se koriste za izradu sadržaja u proširenoj stvarnosti su Wikitude i Vuforia, koji u kombinaciji sa Unity-om čine moćne alate (Slika 2).

Wikitude je vodeći svjetski pružatelj tehnologije pro-

širene stvarnosti za mobilne uređaje, tablete i pametne naočale (URL 1) kojom proizvođači kreiraju vlastite aplikacije. Temeljni proizvod tvrtke je Wikitude SDK (eng. *SDK – Software development kit*), skup razvojnih alata koji koristi prepoznavanje i praćenje slike kao i lokacijske tehnologije. Zanimljiv je podatak da je prva javno dostupna mobilna aplikacija koja koristi lokacijske usluge u proširenoj stvarnosti kreirana sa Wikitude SDK alatima.

Vuforia je skup razvojnih alata za proširenu stvarnost za mobilne uređaje koji omogućava stvaranje aplikacija za proširenu stvarnost. Vuforia SDK podržava razne 2D i 3D vrste proširenja stvarnosti, uključujući tzv. markere bez oznaka, 3D konfiguracije i objektivne markere (URL 2).

Wikitude SDK i Vuforia SDK omogućavaju programiranje aplikacija na C++, Java i Objective-C++ jezicima kroz proširenje za Unity.

Unity je najpoznatija platforma za izradu računalnih igrica koju je razvio Unity Technologies. Podržava rad na više od 25 platformi kao što su iOS, Android, Windows, Vuforia, PS4 itd. Služi za stvaranje 2D i 3D, VR (eng. *Virtual reality*) i AR računalnih igrica, kao i različite stimulacije (URL 3). Na njoj je izrađena popularna video igra Pokemon Go. Također može naći primjenu u filmskoj industriji, auto industriji, arhitekturi i građevini.

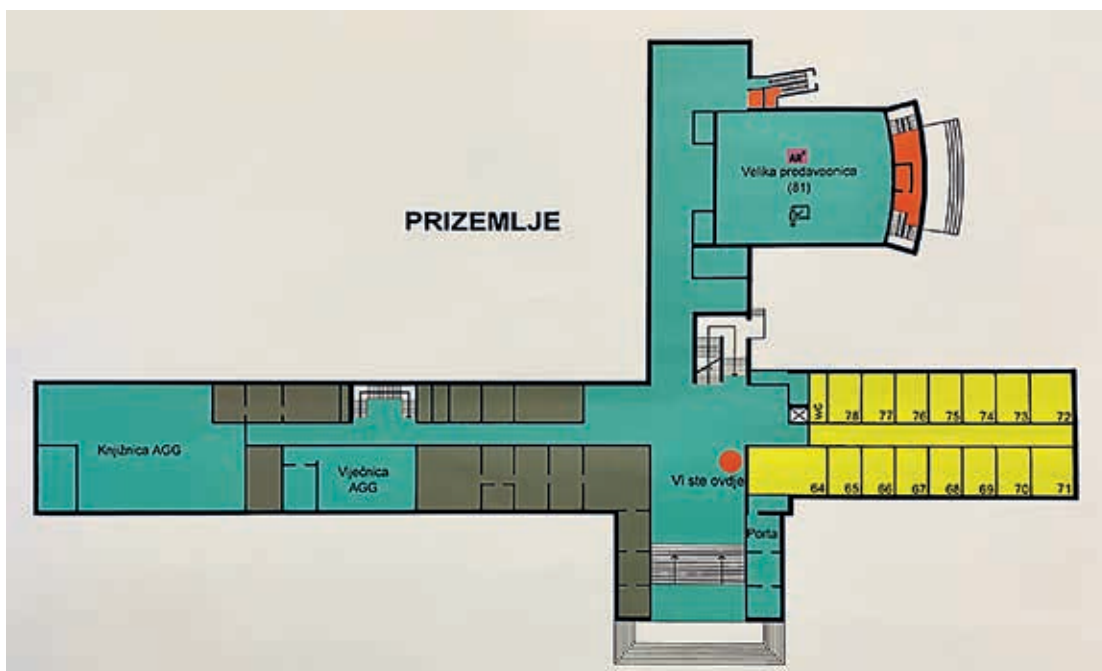


Slika 2: Razvojna arhitektura AR aplikacija (prilagođeno prema Wüest & Nebiker, 2018)

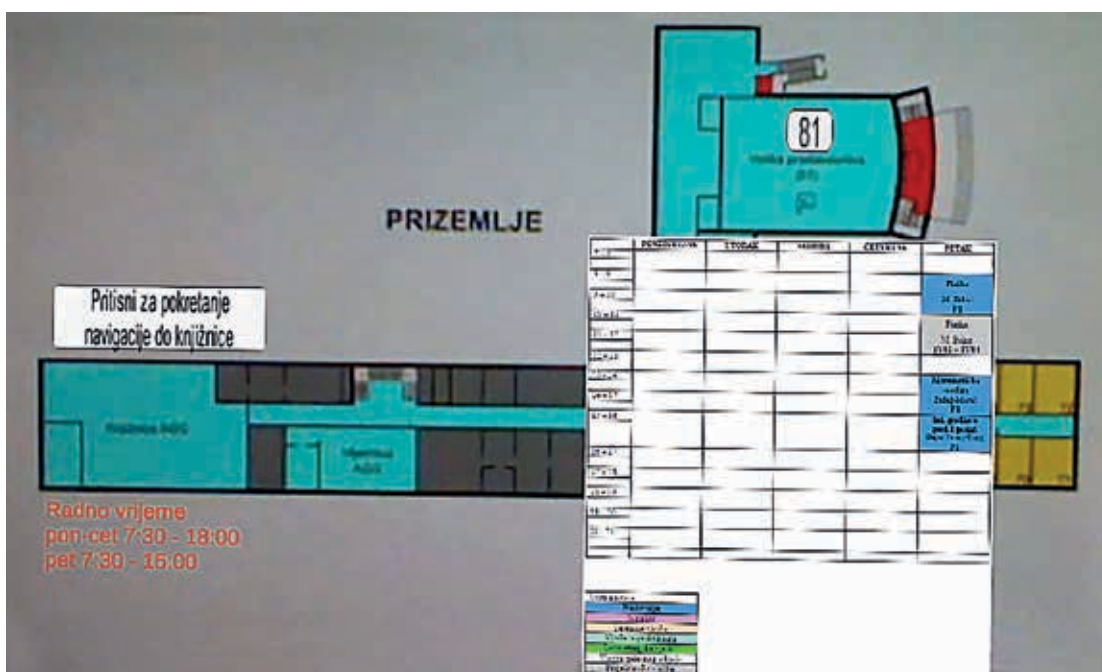
3. Postupak izrade aplikacija

Prilikom odabira metode prikazivanja virtualnog sadržaja u stvarnosti bilo je potrebno uzeti u obzir nekoliko uvjeta, među kojima je najvažnija točnost lokacije koju mobilni uređaji ne mogu uvijek zadovoljiti (Coelho et al., 2011). Zbog toga je odlučeno da se istraživanje temelji na računalnom vidu, uz integraciju sa prostornim komponentama u slučaju PazinAR aplikacije.

Korišteni razvojni alati pružaju mogućnost stvaranja baza podataka na njihovim portalima. Baza podataka služi za pohranu markera koji se koriste u aplikacijama. Sa aplikacijom je povezana putem posebnog ključa, a na taj način je omogućeno korištenje baze svim korisnicima aplikacije. Za potrebe aplikacija GeofAR i PazinAR izrađene su dvije baze podataka s



Slika 3: Prikaz slikovnog markera na tlocrtu zgrade – prizemlje zgrade Geodetskog fakulteta (Cibilić, 2020)



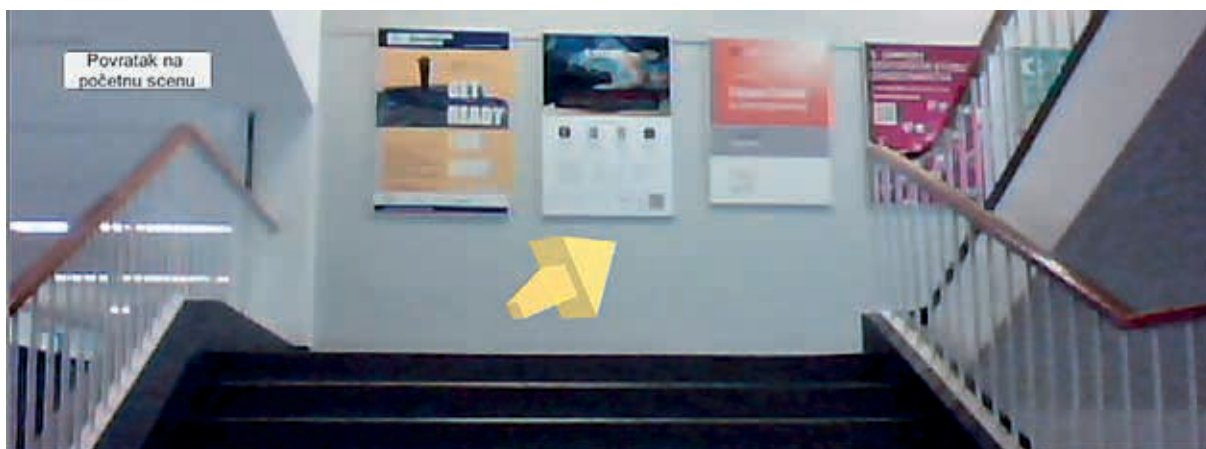
Slika 4: Prikaz proširene stvarnosti na tlocrtu zgrade – prizemlje zgrade Geodetskog fakulteta (Cibilić, 2020)

unaprijed prikupljenim markerima. Pri izradi aplikacija korišteni su slikovni i objektni markeri a kako bi se omogućila upotreba prostorne komponente sa slikovnom, markerima su pridružene koordinate.

3.1. GeofAR

Upotreba sustava proširene stvarnosti u zatvorenom prostoru trebala bi omogućiti korisnicima lakši pristup relevantnim podacima o zgradi u kojoj se nalaze.

Cilj projekta GeofAR bio je razviti mobilni interaktivni vodič za studente Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kako bi informacije o fakultetu bile dostupne i sadržaj se prilagodio njihovim zahtjevima. Aplikacija je organizirana u dva modula: (1) tlocrt zgrade i (2) navigacija do odabranih prostorija. Prvi modul je prikaz odabranih lokacija (eng. *POI – Point of interest*) kroz pogled na plan zgrade. Za potrebe projekta izrađen je poster sa planom zgrade fakulteta u formatu B1 koji prikazuje učionice, studentski



Slika 5: Prikaz proširene stvarnosti u zgradi Geodetskog fakulteta (Cibilić, 2020)

administrativni ured, studentski restoran, knjižnicu itd. Koristi se kao slikovni marker (Slika 3) za prikaz dodatnih informacija putem aplikacije. Na primjer, skenirajući plakat po prostoru učionice, u aplikaciji će se pojaviti virtualno dugme i pritiskom na njega prikazat će se raspored učionice (Slika 4) (Cibilić, 2020; Cibilić i dr., 2020).

Uz to, pritiskom na tipku za navigaciju pokreće se algoritam koji prikazuje objektivne markere i unutar zgrade pojavljuju se strelice koje vode u odabranu prostoriju, kao što je prikazano na slici 5.

Postupak prikazivanja sadržaja proširene stvarnosti uključuje sljedeće korake: prvo kamera prikazuje stvarno okruženje, zatim algoritam sustava snima video i stvara uzorak, uzorak se uspoređuje s markerom iz baze podataka i ako sustav pronade sličnost, prikazuje i postavlja sadržaj ovisno o prepoznatom uzorku. Pametni uređaj, da bi mogao upotrijebiti sustav, mora imati instaliranu GeofAR aplikaciju. Program u kojem je aplikacija izrađena je Unity, a za značajke proširene stvarnosti dodan joj je Wikitude SDK. Inkscape je upotrijebljen za dizajn i uređivanje tlocrta.

GeofAR aplikacija je instalirana na tabletu Samsung Galaxy Tab A te su na njemu obavljena testiranja. Oznake na planu zgrade teže je učitati; pretpostavka je da program razdvaja učitavanje komponente *ImageTracker* koja se može pratiti (obrada scene i prepoznavanje markera) i komponente *Drawable* (prikaz proširene stvarnosti), pa je potrebno dulje vremena za učitavanje virtualnog sadržaja. Strelice unutar zgrade fakulteta točno pokazuju smjer kretanja.

3.2. PazinAR

PazinAR aplikacija izrađena je kako bi obogatila turističku ponudu grada Pazina. Primjenjuje se na određenim lokacijama u gradu Pazinu na način da pomoću kamere pametnog uređaja prepoznaje postojeću arhitekturu (stvarni svijet) te na njezinom mjestu prikazuje virtualni sadržaj – fotografiju istog lokaliteta iz prošlosti.

Pri izradi aplikacije prikupljene su stare fotografije grada Pazina u digitalnom obliku. Tijekom odabira

fotografija bilo je poželjno da nisu oštećene, da je okoliš na njima jasno prikazan i da je kvaliteta zadovoljavajuća. Rezolucija fotografija nije bila ograničavajući faktor. Nadalje, puno pažnje usmjereno je na položaj u kojem su fotografije snimljene. Brojne su fotografije snimljene na mjestima koja ne postoje ili se do njih ne može doći zbog promjena u prirodnom i kulturnom krajoliku tijekom vremena. Budući da se fotografija mora uklopiti i (donekle) preklapati sa stvarnim okruženjem, bitni su kut i položaj snimanja. Slika 6 prikazuje fotografiju korištenu u provedbi aplikacije PazinAR. Fotografije su pronađene u Facebook grupi pod nazivom „Domaće beside s Pazina i okoli“.



Slika 6: Pazinsko sveučilište, 1905. godina (izvor: URL 4)

Program u kojem je izrađena aplikacija je Unity, a za značajke proširene stvarnosti dodan je Vuforia SDK. Aplikacija je instalirana na pametnom telefonu ASUS ZenBook 14. Prepoznavanje markera testirano je s pozitivnim rezultatom (Tominić, 2021).

Postupak prikazivanja proširene stvarnosti sličan je kao kod prethodnog primjera: algoritam sustava



Slika 7: Slika zaslona sa prikazom rada aplikacije PazinAR (Tominić, 2021)

stvara uzorak stvarnog okruženja i uspoređuje ga sa bazom podataka. Kada algoritam prepozna marker, određuje orijentaciju uređaja i na zaslonu uređaja prikazuje virtualnu fotografiju. U ovom slučaju prikaz proširene stvarnosti potaknut je lokacijom uređaja i slikovnim markerima kojima su dodijeljene koordinate. Marker je fotografija stvarnosti, a virtualni sadržaj kojim se proširuje prikaz jesu stare fotografije, postavljene tako da se preklapaju sa objektom koji prikazuju. Slika 7 prikazuje zaslon aplikacije sa starom fotografijom usklađenom sa stvarnim okolišem. Algoritmi temeljeni na očitavanjima senzora mogu pomoći u održavanju potrebnog položaja za pravilno prikazivanje vizualnog sloja. To pruža vrlo bogato iskustvo u kojem se virtualni sadržaji mogu neprijetno integrirati u stvarno okruženje.

4. Zaključak

Izrada AR aplikacije izuzetno je složen i radno intenzivan proces. Proširena stvarnost ima bogatu primjenu i može biti zanimljiva mnogim korisnicima. Izazovi stvaranja proširene stvarnosti nisu samo u prikupljanju podataka, modeliranju, dizajnu i vizualizaciji, već i u stvaranju funkcionalne aplikacije koja ljudima pomaže u obavljanju svakodnevnih aktivnosti. Navigacija u zatvorenom prostoru izazov je koji još uvijek nema standardizirano rješenje. Primjena proširene stvarnosti u svrhu snalaženja nudi perspektivna rješenja u skladu s dosegom tehnologije i ljudskih zahtjeva. Slikovni markeri pokazali su se uspješnim rješenjem u oba primjera. Izrađene aplikacije prikazuju široku primjenu tehnologije proširene stvarnosti pri upotrebi prostornih podataka.

Literatura

- Cibilić, I. (2020): Navigacija u proširenoj stvarnosti, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, diplomski rad.
- Cibilić, I, Vuković, V., Poslončec- Petrić, V. (2020): Augmented Reality app – exploring and wayfinding

around Faculty // INGEO&SIG 2020 Proceedings of the 8th International Conference on Engineering Surveying 4th Symposium on Engineering Geodesy / Kopačik, Alojz ; Kyrinovič, Peter ; Erdelyi, Jan ; Paar, Rinaldo ; Marendić, Ante (ur.). Zagreb: Croatian Geodetic Society, 67-74.

Coelho, P. & Aguiar, Ana & Lopes, João. (2011). OLBS: Offline Location Based Services. 70-75. 10.1109/NGMAST.2011.22.

Lechner, M. (2015): OGC Augmented Reality Markup Language 2.0 (ARML 2.0). Open Geospatial Consortium.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994): Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum, SPIE Vol. 2351, *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 282-292.

Tominić, K. (2021). Izrada aplikacije "Pazin AP", Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, seminarski rad iz kolegija Praktična kartografija.

Wüest, Robert & Nebiker, Stephan. (2018): Geospatial Augmented Reality for the interactive exploitation of large-scale walkable orthoimage maps in museums, Proceedings of the ICA. 1. 1-6. 10.5194/ica-proc-1-124-2018.

URL 1: Wikitude, <https://www.wikitude.com/>

URL 2: Vuforia, <https://www.ptc.com/en/products/vuforia>

URL 3: Unity, https://unity3d.com/publicrelations?_ga=2.2007473.1222637891.1579100837-1677390392.1576018024

URL 4: Pazinsko sveučilište, <https://www.facebook.com/photo?fbid=3561665357181360&set=g.1171557652948858>

URL 5: Upute za slikovne markere, https://www.wikitude.com/external/doc/documentation/latest/android/targetguide.html?_ga=2.145436593.44611119.1576486670-547769038.1576486670#best-practice-for-target-images

Abstract

Augmented Reality Applications in Tourism and Navigation Applications

Augmented reality, a technology that until recently was best known for its application in computer games and advertising, is used today for much more important purposes than mere entertainment. It is present in almost all areas from industry, construction, medicine, marketing, education, navigation and tourism, and its possibilities are still being explored. Augmented reality applications are designed in a variety of ways, however very few are used for navigation. Today, affordable and accessible smart devices with built-in sensors allow you to use the location in augmented reality. The paper describes the application of augmented reality technology in navigation and orientation indoors and outdoors. The development of two applications using the Unity platform is presented. GeofAR application allows navigation within the building of the Faculty of Geodesy with the help of image and object markers located inside the building, while PazinAR describes the tourist application of augmented reality that allows visitors to visualize old photos in certain locations in the city.

Keywords: *augmented reality, GeofAR, mobile application, navigation, PazinAR, tourism, Unity*

Satelitska batimetrija na primjeru Medulinskog zaljeva

Ljerka Vrdoljak¹, Jelena Kilić Pamuković²

¹ Hrvatski hidrografski institut, Zrinsko – Frankopanska 161, Split, Hrvatska, ljerka.vrdoljak@hhi.hr

² Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu, Matice hrvatske 15, Split, Hrvatska, jelena.kilic@gradst.hr

Sažetak

Batimetrijski podaci izračunati na temelju multispektralnih satelitskih snimaka su alternativa klasičnim akustičnim i LiDAR batimetrijskim tehnikama u plitkom morskom području do 30 metara dubine. Empirijske metode satelitske batimetrije su zbog jednostavnosti široko prihvaćene iako je za kalibraciju modela potrebno imati unaprijed poznate podatke o dubinama. Sateliti Copernicus Sentinel-2 satelitske misije u odnosu na druge satelitske misije čiji su podaci javno dostupni, prikupljaju podatke s većom prostornom, spektralnom i vremenskom rezolucijom. Europska svemirska agencija (ESA) razvila je program otvorenog koda SNAP (SeNtinel's Application Platform) za korištenje, obradu i manipulaciju podataka satelitskih misija (ERS-ENVISAT, Sentinel 1/2/3 i dr.) koji se mogu besplatno preuzeti sa STEP platforme (Science Toolbox Exploitation Platform). U radu je prikazan osnovni koncept satelitske batimetrije na temelju multispektralnih satelitskih snimaka s naglaskom na empirijske metode određivanja dubine. Obradom Sentinel 2 multispektralnih satelitskih snimaka u programu SNAP izračunat je digitalni batimetrijski model Medulinskog zaljeva u sjevernom Jadranu.

Ključne riječi: Copernicus, Daljinska istraživanja, Digitalni batimetrijski model, Multispektralne snimke, Satelitska batimetrija, Sentinel 2

1. Uvod

Satelitska batimetrija SDB (eng. **S**atellite **D**erived **B**athymetry) obuhvaća metode i algoritme određivanja dubine na temelju multispektralnih satelitskih snimaka. Koncept modeliranja topografije morskog dna na temelju multispektralnih snimaka počeo se razvijati 1970. godine (Lyzenga, 1978). Neprekinutim napretkom satelitskih senzora, računala te razvojem metoda i algoritama za obradu satelitskih podataka, batimetrijski podaci predviđeni na temelju satelitskih multispektralnih snimaka postali su alternativna klasičnim batimetrijskim metodama u plitkom moru. SDB metode matematički modeliraju fizikalnu zakonitost između opažanih vrijednosti elektromagnetskih zračenja i dubine stupca mora. Metode se dijele na fizikalne i empirijske. Razlika između fizikalnih i empirijskih metoda je u tome što fizikalne metode ne trebaju unaprijed poznate dubine za kalibraciju modela, ali trebaju više poznatih parametara koji definiraju fizikalna svojstva morskog područja (Albert i Mobley, 2003). Prednost empirijskih metoda je što imaju jednostavnije algoritme (Stumpf i dr., 2003).

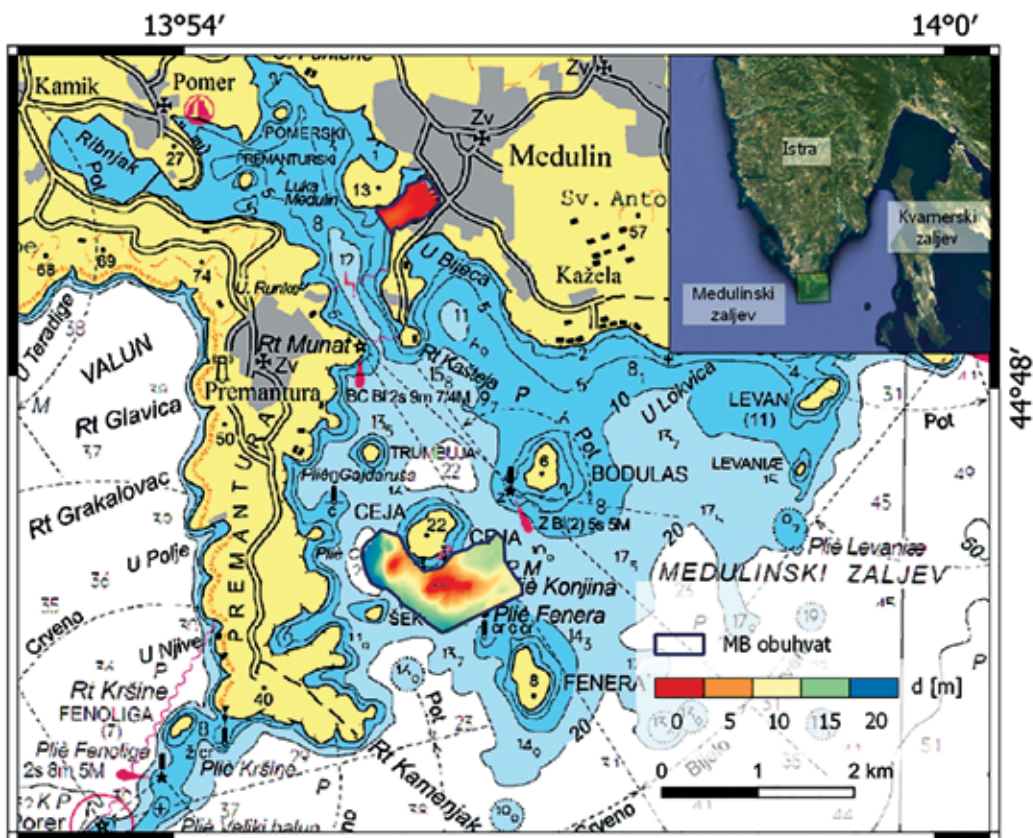
U sklopu svemirskog programa Copernicus, Europske svemirske agencije (ESA), lansirani su Sentinel-2 sateliti koji imaju ugrađen multispektralni senzor MSI (**M**ulti**S**pectral **I**mager) koji prikuplja podatke u 13 spektralnih kanala. Multispektralne snimke su bez naknade dostupne korisnicima preko Copernicus Open Access Hub platforme (URL 1). Kao podršku korisnicima ESA razvija i programe otvorenog koda

SNAP (SeNtinel's Application Platform) za korištenje, obradu i manipulaciju podataka satelitskih misija (ERS-ENVISAT, Sentinel 1/2/3 i dr.) koji se mogu preuzeti sa STEP platforme (Science Toolbox Exploitation Platform) (URL 2).

U ovom radu izračunat je batimetrijski model Medulinskog zaljeva na temelju Sentinel-2 multispektralnih (MS) satelitskih snimaka. Obrada MS snimaka i validacija modela u odnosu na podatke EMODnet (**E**uropean **M**arine **O**bservation and **D**ata **N**etwork) batimetrijskog modela odrađena je pomoću Sen2Coral modula u SNAP programu.

2. Područje istraživanja i podaci

Medulinski zaljev nalazi se u sjevernom Jadranu, najplićem dijelu Jadranskog mora sa srednjom dubinom manjom od 50 metara (Vrdoljak i dr., 2021). Smješten je između najjužnijeg rta Istre Kamenjaka i Marlera odmah na ulazu u Kvarner. Poluotok Kašteja dijeli ga na unutrašnji (do 12 m dubine) i vanjski (do 20 m dubine) dio. Na ulazu se nalaze otočići Finera, Šekovac ili Mišnjak, Trumbuja, Ceja, Bodulaš, Levan i Levanić, a u unutrašnjem su dijelu zaljeva Premanturski i Pomerski školjić. Medulinski zaljev bogato je lovište rakovica i uzgajalište školjaka, u Medulinu se nalazi luka, a u uvali Pomer marina (Slika 1).

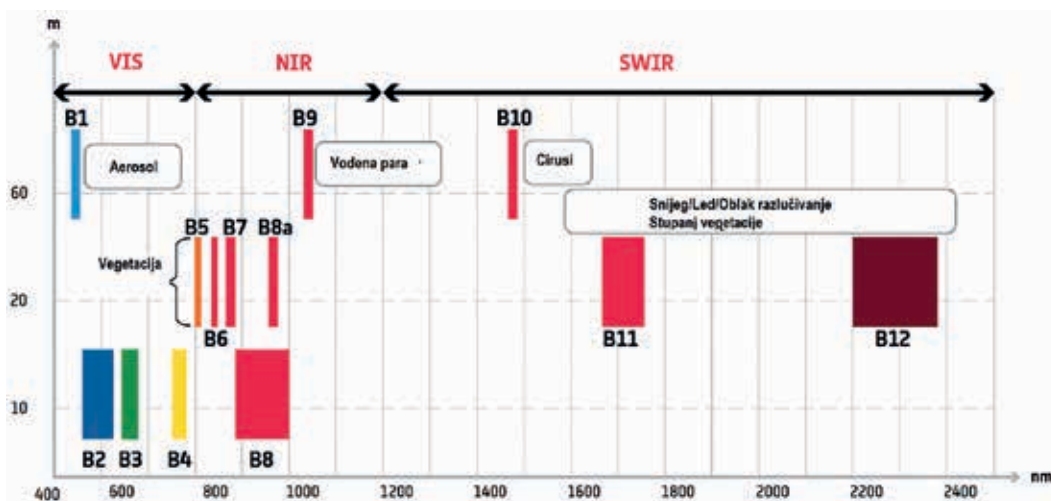


Slika 1: Medulinski zaljev je smješten u sjevernom Jadranu na najjužnijoj točki istarskog poluotoka. Na pomorskoj karti označeno je područje izmjere višesnopnim dubinomjerom (MB) (Hrvatski hidrografski institut, 2018; URL3).

3. Podaci

Sentinel-2 satelitska misija je dio svemirskog programa Copernicus, razvijenog od strane Europske svemirske agencije (ESA). Sastoji se od dva satelita koji se nalaze u istoj orbiti sinkroniziranoj sa Suncem, od-

maknuti 180 °jedan od drugog na visini od 786 km i vremenom ponovnog prolaska preko Ekvatora od 5 dana. Oba satelita imaju ugrađeni multispektralni senzor (MSI), pasivni senzor koji registrira reflektivno sunčevo zračenje u 13 pojaseva elektromagnetskog zračenja (EM) sa širinom snopa od 290 km i prostornom rezolucijom do 10 metara (Slika 2).



Slika 2: Multispektralni senzor Sentinel-2 satelita registrira zračenje u 13 pojaseva elektromagnetskog (EM) zračenja sa prostornom rezolucijom od 10 m (tri vidljiva (VIS) i blisko infracrveni pojas (NIR)), 20 m (šest rubnih crvenih i infracrvenih pojaseva (SWIR) i 60 m (tri pojasa za atmosfersku korekciju) (URL 4).

Tablica 1. Sentinel-2 vrste podataka koje se mogu preuzeti s Copernicus Open Access Hub servisa

| Nivo | Opis | Kreiranje i distribucija | Projekcija | Veličina otiska | Količina podataka |
|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| Level-1C | Refleksija s vrha atmosfere (TOA) | Automatski | WGS84/UTM | 100 x 100 km | ~ 600 MB |
| Level-2A | Refleksija s dna atmosfere (BOA) | Automatski ili korisnički (kroz SNAP) | WGS84/UTM | 100 x 100 km | ~ 800 MB |

Sentinel 2 multispektralne snimke mogu se preuzeti s Copernicus Open Access Hub servisa u dva nivoa obrade 1C i 2A (Tablica 1).

U radu su obrađene multispektralne snimke Sentinel 2A satelita nastale 01. ožujka 2021., nivo 2A (S2A_MSIL2A_20210301T100031) preuzete s Copernicus Open Access Hub servisa. Za potrebe ovog istraživanja korišteni su spektralni kanali 2 (plavi), 3 (zeleni) i 8 (blisko infracrveni) prostorne rezolucije od 10 metara. Za kalibraciju modela korišteni su postojeći podaci izmjere višesnopnim dubinomjerom na predmetnom području (Slika 1).

EMODnet 2020 je regionalni batimetrijski model rezolucije 1/16 minuta (~100 m) koji prekriva područje europskih mora. Položajni sustav je WGS84, a dubine se odnose na LAT (Lowest Astronomical Tide). Područje Medulinskog zaljeva interpolirano je u EMODnet model na temelju digitalnog batimetrijskog modela rezolucije 10 metara izračunatog na temelju Sentinel - 2 multispektralnih snimaka fizikalnim metodama od strane EOMAP-a (URL 5). Podaci EMODnet-a korišteni su za validaciju modela.

4. Metode

U odnosu na druge batimetrijske metode, satelitska batimetrija na temelju multispektralnih snimaka satelita omogućava modeliranje topografije plitkog obalnog dijela mora s prednostima metoda daljinskog istraživanja: brzinom i ekonomskom isplativošću. Multispektralni senzori postavljeni na satelitima kao platformama su pasivni senzori koji prikupljaju reflektirano sunčevo zračenje s površine Zemlje odnosno površine morskog dna. Zračenje koje dolazi do satelita prolazi kroz slojeve atmosfere i različite medije pa dolazi do apsorpcije i raspršivanja signala. Satelitske snimke potrebno je prethodno obraditi (pre-processing) kako bi se izdvojilo zračenje s površine morskog dna. Postoje različiti algoritmi za ovaj postupak, a Sen2Coral modulom u SNAP programu su obuhvaćeni: eliminacija odbijeska sunca (sun glint) i filter maska za područje kopna, oblaka i bijelih vrhova valova. Zrcalna refleksija sunčevog zračenja od površine mora pod istim kutom pod kojim satelit promatra Zemlju (sun glint) očituje se na satelitskoj snimci kao zrcalno područje ili pikseli neobično svijetle vrijednosti. Sen2Coral koristi Hedley et al. (2005) algoritam za uklanjanje zrcalne refleksije sunca (De-glint modul). Land, cloud and white cap je Sen2Coral modul za kreiranje filter maske za područje kopna,

oblaka i bijelih vrhova valova. Obe metode koriste blisko infracrveni spektar (NIR) koji se u tekućem mediju puno brže apsorbira od vidljive svjetlosti.

Sen2Coral modul koristi empirijsku metodu satelitske batimetrije za računanje dubine. Svjetlosna jakost (intezitet) koju propušta stupac morske vode eksponencijalno je povezana s dubinom na temelju Beerovog zakona:

$$I(d) = I(0) \exp(-Kd) \quad (1)$$

pri čemu je $I(d)$ intezitet propuštenog svjetla, $I(0)$ početni svjetlosni intezitet, K je apsorpcijski koeficijent i d je dubina. Pojasevi elektromagnetskog (EM) zračenja s obzirom na valnu duljinu imaju različite apsorpcijske koeficijente što znači da će s promjenom dubine intezitet jednog spektra u odnosu na drugi imati manje vrijednosti, odnosno njihov omjer će se mijenjati s promjenom dubine.

Koristeći ovo svojstvo EM zračenja Stumpf (2003) je razvio algoritam za određivanje dubine :

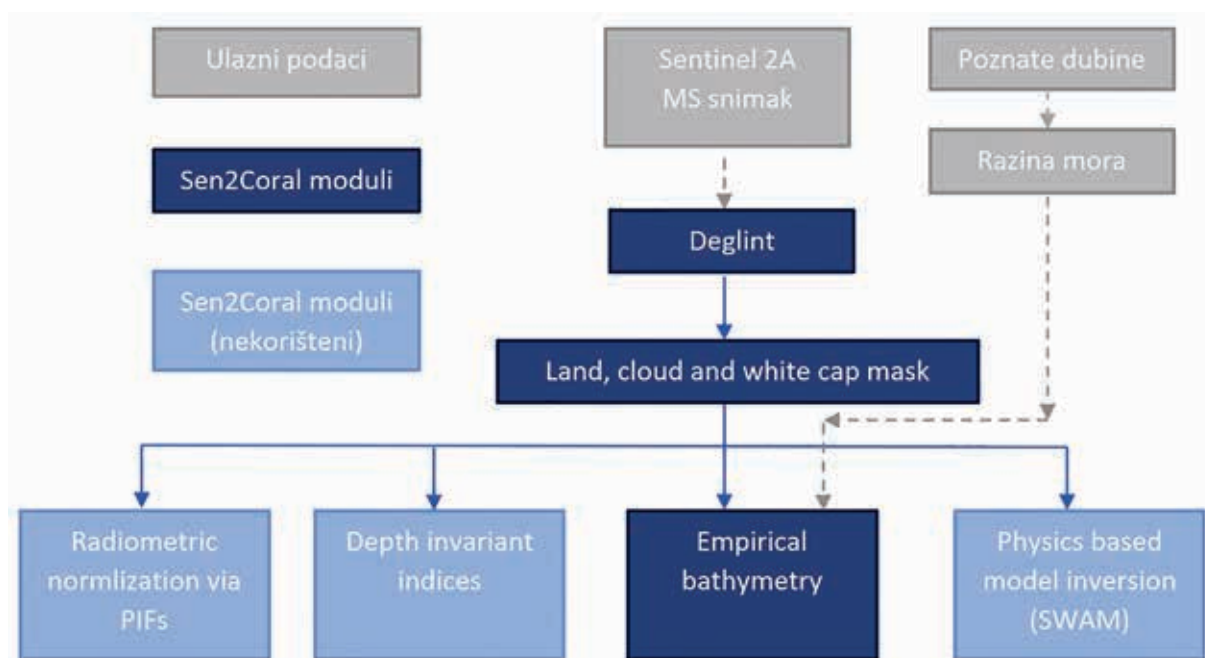
$$d = m_1 \frac{\ln(nR_w(\lambda_i))}{\ln(nR_w(\lambda_j))} - m_0 \quad (2)$$

pri čemu je R_w zračenje s površine morskog dna, λ_i i λ_j su pojasevi EM zračenja. Koeficijenti m_1 i m_0 se empirijski određuju u odnosu na skup poznatih dubina (npr. linearnom regresijom), a n je proizvoljno izabran koeficijent kako bi se zadovoljio uvjet $R_w > 0$. U radu su korišteni zeleni i plavi kanal Sentinel 2A MS snimaka.

4.1. Sen2Coral

SNAP (SeNtinel's Application Platform) program služi kao platforma za sve Sentinel module sa svrhom obrade i manipulacije podacima satelitskih misija. Program kao i postojeći moduli se mogu putem interneta preuzeti bez naknade. Uz to Europska svemirska agencija je 2017. godine otvorila korisnicima s područja Europske Unije RUS servis (Research and User Support for Sentinel Core products) koji podupire aktivnosti vezane uz istraživanje i razvoj (R&D) kroz različite oblike online seminara (URL 6).

Sen2Coral modul razvijen je za potrebe ESA projekta Sen2Coral s ciljem istraživanja i praćenja promjena na području koraljnih grebena (staništa, batimetrija i kvaliteta mora). Sen2Coral sastoji se od šest modula koji prate četiri glavne faze obrade podataka definiranih Sen2Coral projektom. SNAP program prilagođen je korisniku i između ostalog radu s ra-



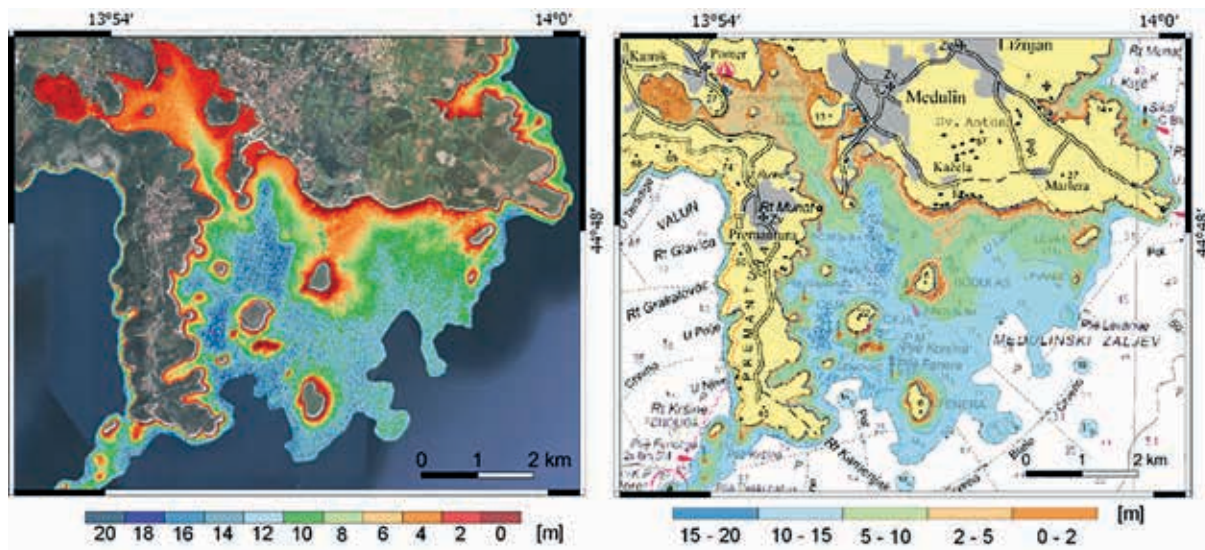
Slika 3: Dijagram rada Sen2Coral modula. Prethodna obrada snimaka pomoću Deglint modula za eliminaciju zrcalnog sunčevog odsjaja i stvaranje filter maske modulom Land, cloud and white cap mask. Primjena Stumpf (2003) log-ratio algoritma koristeći zeleni i plavi spektar kroz Empirical bathymetry modul (modificirano prema Serco, 2019).

sterima te se jednostavno njima manipulira koristeći proizvoljne matematičke izraze, a omogućava izvoz podataka u standardnim formatima (GeoTIFF, csv, i sl.). Prednost dostupnih modula za obradu satelitskih opažanja poput Sen2Coral modula doprinosi brzini i automatizaciji rada.

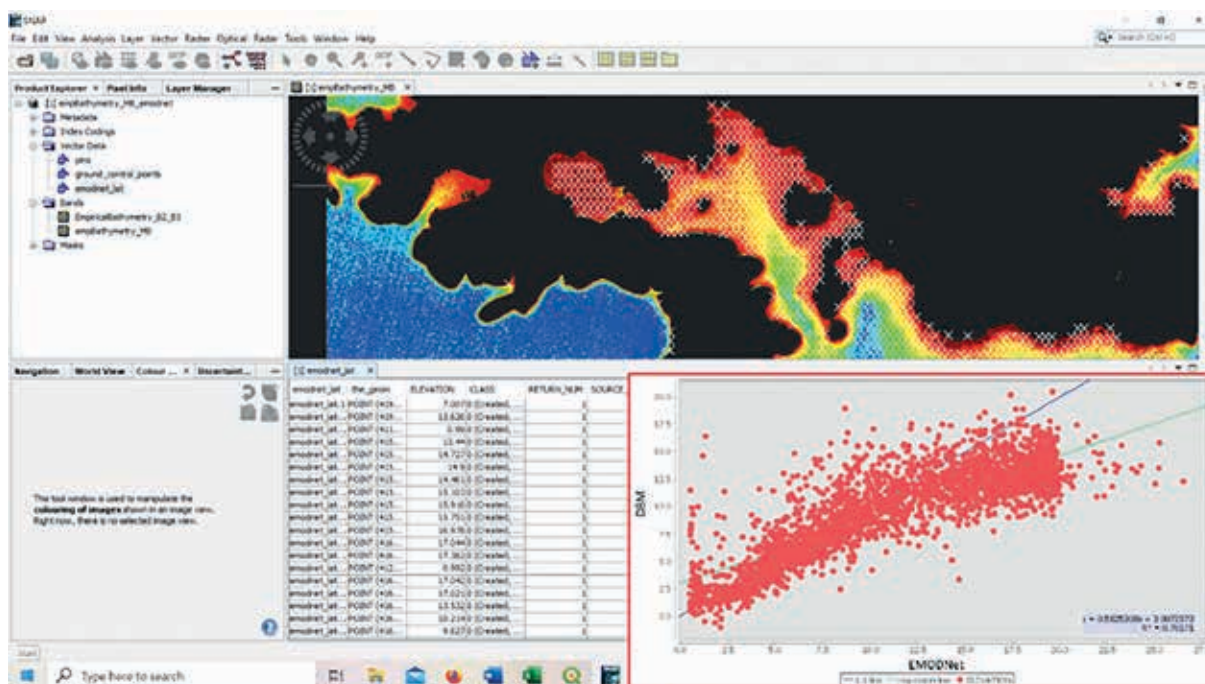
Postupak određivanja dubine u SNAP programu se sastoji od sljedećih koraka:

1. Odabir i preuzimanje multispektralnih satelitskih snimaka Sentinel 2 misije s Copernicus Open Access Hub portala.

2. Svodenje skupa poznatih dubina na trenutnu razinu mora u vremenu kada su satelitski podaci opažani.
3. Unos podataka u SNAP program i primjena Sen2Coral modula: Deglint, Land, cloud and white cap mask, Empirical bathymetry (Slika 3).
4. Redukcija dubina s trenutne razine mora na određenu visinsku nulu.
5. Validacija u odnosu na kontrolni skup podataka.



Slika 4: a) Batimetrijski model Medulinskog zaljeva izračunat na temelju metoda satelitske batimetrije. b) Batimetrijski model na pomorskoj karti 100-16 Pula-Kvarner. Intervali dubina prate izobate na karti i pokazuju visok stupanj podudaranja (dubine se odnose na hidrografsku nulu (HN) s pozitivnim smjerom osi z prema dolje).



Slika 5: Validacija modela u odnosu na podatke mreže EMODnet-a regresijskom analizom

5. Rezultati

Na temelju multispektralnih satelitskih snimki Sentinel-2 misije, koristeći alate SNAP programa i modula Sen2Coral izračunat je digitalni batimetrijski model Medulinskog zaljeva s rezolucijom od 10 metara s dubinama koje se položajno odnose na WGS84 elipsoid, a visinski na hidrografsku nulu. Model obuhvaća morsko područje do dubine od 20 metara (Slika 4a i 4b).

Model je uspoređen s podacima batimetrijskog modela EMODnet-a rezolucije 1/16 minute (~ 100 m) na području Medulinskog zaljeva. U SNAP programu izračunat je graf raspšenosti i regresijski pravac između podataka digitalnog batimetrijskog modela izračunatog iz Sentinel-2 multispektralnih snimaka i modela EMODnet (Slika 5). Koeficijent determinacije između podataka modela EMODnet i modela Medulinskog zaljeva iznosi 0.70.

6. Zaključak

U ovom radu izračunat je batimetrijski model Medulinskog zaljeva s rezolucijom od 10 metara koristeći multispektralne satelitske snimke Sentinel-2 misije na temelju empirijske log-ratio metode satelitske batimetrije. Model je uspoređen s batimetrijskim podacima mreže EMODnet-a (European Marine Observation and Data Network) pri čemu je regresijskom analizom utvrđen visok stupanj zavisnosti i podudaranja podataka s koeficijentom determinacije od 0.70. Istraživanje je povedeno koristeći alate programa otvorenog koda SNAP (SeNtinel's Application Platform) dostupnog bez naknade te prilagođenog obradi satelitskih opažanja i korisnicima. Program SNAP se može nadograditi različitim modulima za obradu

i manipulaciju satelitskih opažanja među kojima je i Sen2Coral modul. Alati Sen2Coral modula omogućavaju brzu, gotovo automatiziranu obradu satelitskih snimki i modeliranje topografije morskog dna na temelju Stumpf empirijskog algoritma. Dodatno, preko RUS (Research and User Support for Sentinel Core products) platforme dostupni su različiti seminari zamišljeni kao podrška korisnicima kroz različite primjere primjene Sentinel podataka. Satelitska batimetrija, odnosno metode modeliranja topografije morskog dna na temelju optičkih snimaka satelita postale su alternativa klasičnim akustičnim i LiDAR metodama u plitkom morskom području zahvaljujući lansiranju satelitskih misija sa snimkama visoke rezolucije i razvoju algoritama za obradu. Batimetrijski modeli nastali na osnovi metoda satelitske batimetrije imaju prednost u brzini prikupljanja i obrade podataka i ekonomski su isplativi, a kvalitetom podataka mogu poduprijeti gotovo sve segmente tzv. plave ekonomije: planiranje i zaštitu obalnog područja, morski turizam, kartiranje staništa i očuvanje bioraznolikosti, sigurnost plovidbe i mnoge druge.

Literatura

Albert, A., Mobley, C.D. (2003): An analytical model for subsurface irradiance and remote sensing reflectance in deep and shallow case-2 waters, *Opt. Express* 11, OSA

Hedley, J., Harborne, A., Mumby, P. (2005): Technical note: Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow-water benthos, *International Journal of Remote Sensing* 26, Taylor and Francis.

Hrvatski hidrografski institut (2018): Pomorska karta 100-16 Pula Kvarner, HHI

Lyzenga, D. (1978): Passive Remote-Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features, Applied optics, OSA.

Serco (2019): Sen2Coral Toolbox for Coral Reef Monitoring, Great Barrier Reef (version 1.1) dostupno na: <https://rus-copernicus.eu/portal/the-rus-library/learn-by-yourself>.

Stumpf, R.P., Holderied, C., Sinclair, M. (2003): Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types, Limnology and Oceanology 48, ASLO.

Vrdoljak, Lj., Režić, M., Petričević, I. (2021): Bathyme-

tric and Geological Properties of the Adriatic Sea, Rudarsko-geološko-naftni Zbornik 36(2), RGN.

URL 1 <https://scihub.copernicus.eu/>

URL 2 <https://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>

URL 3 <https://geoadriatic.hhi.hr/>

URL 4 <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>

URL 5 <https://portal.emodnet-bathymetry.eu/>

URL 6 <https://rus-copernicus.eu/portal/>

Abstract

Satellite Bathymetry on the Example of Medulin Bay

As an alternative to classical acoustic bathymetric methods and LiDAR, depth can be estimated from multispectral satellite images (SDB) in sea areas up to 30 meters deep. Empirical methods are widely accepted because of the simplicity of the algorithm, although a set of control soundings is needed in order to calibrate the model. In contrast to other non-commercial satellite missions, Copernicus Sentinel 2 has a better spatial, spectral and temporal resolution. European space agency developed SNAP toolbox for the exploitation of Earth Observation data (ERS-ENVISAT, Sentinel 1/2/3 i dr.) which can be downloaded from STEP platform (Science Toolbox Exploitation Platform). This paper briefly presents basis of the satellite derived bathymetry SDB with emphasis on the empirical methods. Digital bathymetric model of the Medulin Bay in the Northern Adriatic was estimated from Sentinel-2 multispectral images using modules within STEP program.

Keywords: *Copernicus, Remote sensing, Digital bathymetric model, Multispectral images, Satellite derived bathymetry, Sentinel 2*



Upravljanje radnom uspješnošću

Aleksandra Tonković¹

¹Ericsson Nikola Tesla Servisi d.o.o., Krapinska 45, Zagreb, ehr.company@ericsson.com

Sažetak

U mnogim tvrtkama rezultati procjene uspješnosti koriste se za odlučivanje o dodjeli bonusa, povišice, promaknuća ili pak otkaza i promjene radnog mjesta. Procjena uspješnosti je samo dio cijelog sustava upravljanja uspješnošću koji je od velike važnosti za svaku organizaciju, jer pomoću njega se rad svakog zaposlenika ili člana organizacije usklađuju sa ciljevima organizacije. Upravljanje radnom uspješnošću definiramo kao proces kojim voditelji osiguravaju da su aktivnosti i rezultati zaposlenika u skladu sa ciljevima organizacije (Noe i dr., 2006). Sustav upravljanja radnom uspješnošću sastoji se od definiranja radne uspješnosti, njenog mjerenja i davanja povratne informacije o uspješnosti. Postoje i različiti kriteriji mjerenja radne uspješnosti kao i različiti pristupi mjerenja. Također, razlikujemo i izvore informacija na temelju kojih ćemo izvršiti procjenu radne uspješnosti i pogreške koje su česte pri samoj procjeni. Rezultat svakog sustava upravljanja uspješnošću je dobra i kvalitetna povratna informacija koju će zaposlenik dobiti kako bi se njegove aktivnosti i rezultati uskladili s ciljevima organizacije. To može imati uspješan učinak na razvoj karijere zaposlenika u vidu njihovog osposobljavanja za brže ostvarivanje vlastitih potencijala. Organizacije, koje žele postići konkurentsku prednost putem svojih zaposlenika, moraju biti sposobne upravljati ponašanjima i rezultatima svojih zaposlenika.

Ključne riječi: povratna informacija, procjena radne učinkovitosti, radna uspješnost, upravljanje, upravljanje rezultatima

1. Uvod

Zaposlenik može posjedovati znanje i vještine, no ne mora nužno pokazati potrebna ponašanja. Ponekad organizacijska kultura ne potiče pokazivanje potrebnog ponašanja, a ponekad zaposlenici nisu ni motivirani za pokazivanje određene vrste ponašanja, jer ne vjeruju da će za iste biti nagrađeni i pohvaljeni. U nekim slučajevima i uz pokazivanje potrebnog ponašanja, ne dolazi do rezultata, jer to ne dopušta vanjska okolina, npr. prodavač ima loše rezultate, jer je pandemija i ljudi jednostavno ne kupuju, jer ne izlaze van domova.

Rangiranje je jednostavna metoda gdje se zaposlenici poredaju od najboljeg prema najgorem ili obrnuto.

Prisilna distribucija (slika 1) je metoda rangiranja zaposlenika u grupe. Npr. samo 10% je ocijenjeno s lošim učinkom ili samo 5% s odličnim učinkom. Iz toga proizlazi da ta metoda prisiljava rangiranje zaposlenika u grupe po pravilu distribucije, a ne na osnovi njihove uspješnosti.

2. Pristup mjerenju radne uspješnosti

Mjerenju uspješnosti može se pristupiti na različite načine, ovisno na čemu se mjerenje temelji, te tako razlikujemo:

1. Usporedni pristup
2. Pristup temeljen na osobinama
3. Pristup temeljen na ponašanju
4. Pristup temeljen na rezultatima
5. Kvalitativni pristup

2.1. Usporedni pristup

Usporedni pristup koristi se tehnikom uspoređivanja radne uspješnosti pojedinaca s uspješnošću drugih. Možemo se koristiti tehnikom rangiranja, prisilne distribucije i uspoređivanje u parovima.



Slika 1: Primjer metode prisilne distribucije

Uspoređivanje u parovima (slika 2) temelji se na uspoređivanju svakog pojedinog zaposlenika s ostalim zaposlenicima u radnoj grupi. Nakon što su uspoređeni svi parovi, zbrajaju se bodovi i to predstavlja rezultat

| | Zaposlenik A | Zaposlenik B | Zaposlenik C | Zaposlenik D | Zaposlenik E |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Zaposlenik A | | x | x | x | |
| Zaposlenik B | | | x | x | |
| Zaposlenik C | | | | x | |
| Zaposlenik D | x | x | x | | |
| Zaposlenik E | x | x | x | x | |

| | |
|--------------|---|
| Zaposlenik A | 3 |
| Zaposlenik B | 2 |
| Zaposlenik C | 1 |
| Zaposlenik D | 3 |
| Zaposlenik E | 4 |

Slika 2: Primjer metode uspoređivanja u parovima (Quible, 2010)

radne uspješnost zaposlenika. Metoda je neučinkovita ako se radi o velikom broju zaposlenika, jer oduzima puno vremena.

2.2. Pristup temeljen na osobinama

Organizacije definiraju niz osobina, npr. inicijativa, vodstvo, te prema njima procjenjuju radnu uspješnost zaposlenika. Upravljanje radnom uspješnošću se pristupa temeljem osobina zaposlenika. Kod ovog pristupa razlikujemo grafičke ljestvice procjene i ljestvice mješovitih standarda.

Grafičke ljestvice procjene (slika 3) sastoje se od niza nabrojanih osobina kojima su pridružene ocjene ili bodovi, te kod svake osobine procjenitelj pridružuje broj koji odgovara zaposleniku čija radna uspješnost se procjenjuje. Nedostatak ove tehnike je subjektivnost u procjeni.

Ljestvica mješovitih standarda (slika 4) koristi prethodno definirane izjave koje predstavljaju dobre, prosječne i loše uspješnosti za pojedine ranije definirane relevantne dimenzije. Ista tehnika može se primijeniti i upotrebom izjava koje su orijentirane na ponašanje, a ne na osobine, kako bi se smanjile pogreške u ocjenjivanju radne uspješnosti.

2.3. Pristup temeljen na ponašanju

Pristup upravljanja radnom uspješnošću temeljen na ponašanju definira ponašanja koja zaposlenik mora

pokazati da bi bio uspješan u poslu. Kritični slučajevi, ljestvice primjera ponašanja, ljestvice opažanja ponašanja, modifikacija organizacijskog ponašanja i centri procjene individualnih potencijala su tehnike koje koriste pristup upravljanja radnom uspješnošću temeljen na ponašanju.

Tehnika *kritičnih slučajeva* zahtjeva od procjenitelja (voditelja tima) da bilježi primjere učinkovitog i neučinkovitog ponašanja zaposlenika. Na taj način zaposlenicima se može dati povratna informacija što rade dobro, a što rade loše. Voditelji mogu istaknuti slučajeve koji podupiru strategiju tvrtke. Tehnika kritičnih slučajeva zahtjeva voditeljevo svakodnevno praćenje i često bilježenje ponašanja zaposlenika. Također, teško je uspoređivati zaposlenike, jer svaki slučaj je specifičan za određenu osobu.

Ljestvice primjera ponašanja (slika 5) temelje se na pristupu kritičnih slučajeva (Noe i dr., 2006). Metoda često koristi veći broj dimenzija posla tako da svaka dimenzija ima svoju ljestvicu. Među dimenzijama posla koje mogu biti korištene su: poznavanje posla, kvaliteta posla, količina posla, inicijativa, pouzdanost itd. (Dobrich Belančić, 2015). Sakupi se veći broj kritičnih slučajeva koji se svrstaju u dimenzije uspješnosti.

Ljestvice opažanja ponašanja je varijacija BARS-a [, str. 290]. Ova metoda se također temelji na kritičnim slučajevima, no za razliku od prethodne metode, koristi puno veći broj ponašanja koja su učinkovita pri ostvarivanju radne uspješnosti (ili ponašanja koja se smatraju neučinkovitim), te broji njihovu učestalost kod zaposlenika.

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-----------|----------------|---------|---|---|---|---|----------------|
| 1) Potreba za nadzorom | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | I |
| Minimalna | | | | | | | | | iznimno velika |
| 2) Kvaliteta rada | | | | | | | | | |
| Loša | Ispodprosječna | Prosječna | Iznadprosječna | Iznimna | | | | | |
| I | | | | | | | | | I |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3) Inicijativa | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| Minimalna | mala | prosječna | visoka | iznimna | | | | | |

Slika 3: Primjer grafičke ljestvice procjene (Dobrich Belančić, 2015)

| Tri osobine koje se procjenjuju: | | | Razine uspješnosti u obliku izjave: | |
|----------------------------------|---|---|-------------------------------------|--|
| Inicijativa (INTV) | | | Visoka (H) | |
| Inteligencija (INTG) | | | Srednja (M) | |
| Odnosi s drugima (RWO) | | | Niska (L) | |
| + | | Uspješnost zaposlenika je iznad | | |
| - | | Uspješnost zaposlenika je jednaka izjavi | | |
| 0 | | Uspješnost zaposlenika je ispod izjave | | |
| INTV | H | 1 Zaposlenik je pravi samo-pokretač. Uvijek preuzima inicijativu. | + | |
| INTG | M | 2 Iako ovaj zaposlenik nije genije, ona/on je puno inteligentnija osoba od mnogih koje poznajem. | + | |
| RWO | L | 3 Zaposlenik je sklon nepotrebnom sukobljavanju s drugima. | 0 | |
| INTV | M | 4 Zaposlenik općenito pokazuje inicijativu, povremeno ga/ju nadređeni mora potaknuti da završi posao. | + | |
| INTG | L | 5 Zaposlenik razumije stvari sporije i potrebno mu je više vremena za učenje. | + | |
| RWO | H | 6 Zaposlenik je u dobrim odnosima sa svima. | - | |
| INTV | L | 7 Zaposlenik je sklon besposleno sjediti dok ne dobije upute. | + | |
| INTG | H | 8 Zaposlenik je iznimno inteligentan i vrlo brzo uči. | - | |
| RWO | M | 9 Zaposlenik se slaže s većinom ljudi. | - | |

Slika 4: Primjer ljestvice mješovitih standarda (Noe i dr., 2006)

| Pripreme za teren | |
|-------------------|---|
| 5 | Uvijek dan ranije se pripremi za odlazak na teren, prikupi svu dokumentaciju, isprinta materijale, napuni baterije na instrumentima, pregleda ostatak alata. Informira se o vremenskoj prognozi, pregleda vozilo, kontaktira vlasnike. |
| 4 | Dan ranije prikupi svu opremu, napuni baterije, nosi alat sa sobom, informira se o vremenskoj prognozi. |
| 3 | Ponese svu opremu na teren, instrumenti imaju uvijek dovoljno baterije za obaviti teren, informira se o vremenskoj prognozi. |
| 2 | Ponese svu opremu i alate na teren. Ne informira se o vremenu, ne provjerava stanje baterije na instrumentima. |
| 1 | Zaboravi opremu i alate na teren, ne pripremi materijale i potrebne kontakte za teren. |

Slika 5: Primjer ljestvice primjera ponašanja (Noe i dr., 2006)

Modifikacija organizacijskog ponašanja prati upravljanje ponašanjem zaposlenika putem službenog sustava povratnih informacija o ponašanju i potkrepljenja (Noe i dr., 2006). Definira se potreban broj poželjnih ponašanja za uspješno obavljanje posla, te se mjeri učestalost pokazivanja poželjnih ponašanja.

Procjenitelj informira zaposlenike o njihovim ponašanjima, učestalostima istih.

Centri procjene individualnih potencijala najčešće se koriste za odluke o selekciji zaposlenika i njihovom unapređivanju. Pojedinci obično izvode simulirane zadatke na temelju kojih se procjenjuje njihovo ponašanje i vještine.

2.4. Pristup temeljen na rezultatima

Pristup temeljen na rezultatima, kako mu i naziv kaže, temelji se na upravljanju mjerljivim, objektivnim rezultatima zaposlenika. Razlikuje se sustav koji se koristi upravljanju pomoću ciljeva i sustav mjerenja i procjene produktivnosti.

Upravljanje pomoću ciljeva je tehnika spuštanja ciljeva gdje tim vrhovnog menadžmenta prvo definira strategijske ciljeve tvrtke za sljedeću godinu, te se ti ciljevi prosljeđuju sljedećoj razini menadžmenta. Proces se nastavlja skroz dok svi menadžeri ne postavie ciljeve koji pomažu da organizacija dostigne svoje ciljeve. Definirani ciljevi se koriste kao standardi prema kojima se procjenjuje individualna uspješnost (Caroll i Tosi, 1973).

Sustav mjerenja i procjene produktivnosti mjeri i procjenjuje produktivnost zaposlenika, te im pruža povratnu informaciju i motivira ih kako bi povećali svoju produktivnost. Kako bi taj sustav funkcionirao, potrebno je da zaposlenici prepoznaju proizvod ili uslugu koju proizvode, količinu proizvedenog, kvalitetu proizvoda ili usluge i dobiju povratnu informaciju o količinama i kvaliteti proizvedenog. Često razvijanje ovakvog sustava oduzima dosta vremena, no do sad istraživanja upućuju na to da je ova tehnika uspješna u povećanju produktivnosti (Bartolić i Prelas Kovačević, 2011).

2.5. Kvalitativni pristup

U fokusu kvalitativnog pristupa je zadovoljstvo klijenata te preventivni pristup greškama. Većina procjenitelja za procjenu uspješnosti koristi kvantitativne rezultate (prodaja, dobit) i procjenu ponašanja pod pretpostavkom da zaposlenik ima potpunu kontrolu nad njima što je nerealno. Npr. kvalitativni pristup koristi faktore sustava i uvjete koji nisu pod kontrolom zaposlenika kako bi procijenio radnu uspješnost. Vjeruje se da smatranje zaposlenika odgovornim za rezultate na koji utječu faktori sustava uzrokuju disfunkcionalno ponašanje, kao što je krivotvorenje izvješća, budžeta, troškovnika i drugih mjera uspješnosti, kao i smanjenje motivacije zaposlenika za stalno usavršavanje (Noe i dr., 2006). Kvalitativni pristup daje veliku važnost davanju povratne informacije zaposlenicima o područjima koje bi mogli poboljšati.

2.5.1. Izvori informacija o radnoj uspješnosti

Najčešći izvori informacija su voditelji, kolege, podređeni, samoocjenjivanje i klijenti.

Voditelji su najčešći izvori informacija o radnoj uspješnosti, jer imaju sposobnost procjene svojih zaposlenika kako su upućeni u posao koji zaposlenik obavlja.

Kolege su dobar izvor informacija pri procjeni radne uspješnosti kada se ona koristi u razvojne svrhe. Kada se procjena koristi radi administrativnih odluka, ta situacija je nepovoljna i za procjenitelja i procijenjenog. Informacije koje kolege daju su realne, jer oni imaju mogućnost svakodnevno promatrati zaposlenika u njegovim aktivnostima.

U slučajevima kada informacije koje *podređeni* daju svojim voditeljima nisu anonimne, često znaju biti nerealne i napuhane. Također, radi dobivanja dobre ocjene, voditelji znaju staviti zadovoljstvo zaposlenika ispred produktivnosti kada se informacije koriste u administrativne odluke.

Najbolja upotreba *samoocjenjivanja* je kao uvod u sastanak za povrat informacija o uspješnosti, da bi zaposlenici razmislili o svojoj radnoj uspješnosti te kako bi se sastanak usredotočio na područja neslaganja (Noe i dr., 2006).

Procjene radne uspješnosti od *klijenata* najzastupljenije su u uslužnim djelatnostima.

2.5.2. Pogreške procjenitelja pri mjerenju uspješnosti

Sličnost je pogreška pri procjenjivanju kada voditelj daje veću ocjenu ljudima koji su mu sličniji. Većina ljudi uzima sebe kao učinkovitu osobu, te ako je netko sličan voditelju, iz toga proizlazi da je i on učinkovit zaposlenik.

Kontrast je pogreška koja se pojavljuje, jer radnike uspoređujemo jedne s drugima, a ne s nekim objektivnim standardom. Primjer toga je potpuno kompe-

tentni radnik koji radi sa izvanrednim kolegama, te radi njih dobiva nižu ocjenu nego što je zaslužuje.

Distribucijske pogreške nastaju radi sklonosti voditelja da svim zaposlenicima da visoke ocjene ili niske ocjene ili prosječne ocjene. To otežava razlikovanje među zaposlenicima koje je procijenio isti procjenitelj, a kod dva ili više procjenitelja koji imaju različite sklonosti, blagost ili strogost, doći će do oprečnih ocjena.

Halo pogreška, (engl. Halo Error), je pogreška koja navodi procjenitelja da radi jednog pozitivnog aspekta uspješnosti sve ostale aspekte uspješnosti ocijeni pozitivno.

Sirena pogreška, (engl. Horns Error), je pogreška kada procjenitelj radi jednog negativnog aspekta uspješnosti, sve druge aspekte uspješnosti ocijeni negativno.

2.5.3. Povratna informacija o uspješnosti

Bitno je zaposlenicima dati povratnu informaciju koja će ih potaknuti na pozitivna ponašanja. Ako se zaposleniku ne ukaže da njihov rad ne ispunjava očekivanja, njihova uspješnost se sigurno neće poboljšati. Preporuča se razgovor o postignutoj radnoj uspješnosti voditi van ureda voditelja i nasamo između voditelja i zaposlenika kako bi se zaposleniku omogućio fokus na razgovor i aktivno slušanje i sudjelovanje u razgovoru. Ne treba zaboraviti da povratna informacija nije vezana samo za kritiku već za pružanje pomoći i kvalitetnih uputa na temelju kojih će zaposlenik moći poboljšati vlastitu uspješnost. Zaposlenik osim dobivanja povratne informacije o svojim performansama dobiva i mogućnost iznošenja vlastitog mišljenja i ideja vezanih uz daljnji napredak i ostvarivanje ciljeva (Zekanović, 2017).

3. Zaključak

Upravljanje radnom uspješnošću je izazovan, no važan posao za postizanje konkurentske prednosti u poslu. Često je upravljanje radnom uspješnošću podcijenjeno, te mu se ne pridodaje na važnosti. Upravljanje radnom uspješnosti je sustav koji mora biti utemeljen tako da bude jasan i shvatljiv voditeljima i zaposlenicima te od istih prihvaćen. Taj sustav se sastoji od prikupljanja informacija iz različitih izvora o aktivnostima i ponašanjima zaposlenika, temeljen na različitim pristupima.

Kako bi se unaprijedila radna uspješnost potrebno je zaposleniku dati povratnu informaciju i to češće nego jedanput godišnje. Ovisno o rezultatima procjene radne uspješnosti, voditelj bi trebao znati koje daljnje korake je potrebno da preuzme kako bi nagradio ili poboljšao radnu uspješnost svojih zaposlenika. Procjenitelj mora utvrditi nedostaju li zaposleniku sposobnost ili motivacija ili pak oboje. Zaposlenik mora imati znanje, vještine i sposobnosti potrebne za postizanje odgovarajućih rezultata. Također, da

bi motivacija zaposlenika bila na razini, zaposlenik mora raditi posao koji želi raditi i biti odgovarajuće plaćen ili nagrađen.

Upravljanje radnom uspješnošću pomaže u uspostavljanju bolje komunikacije između voditelja i zaposlenika. Uspostavom pravednog sustava upravljanja radnom uspješnošću zaposlenik može brže i bolje napredovati u svojoj karijeri i ostvariti svoje vlastite potencijale.

Literatura:

Bartolić, Z., Prelas Kovačević, A. (2011): Sustav praćenja kompetencija, radne uspješnosti i nagrađivanja radnika, *Praktični menadžment: stručni časopis za teoriju i praksu menadžmenta*, Vol. 2 No. 1, str. 81-91.

Caroll, S.J., Tosi, H. L. (1973): *Management by Objectives*, Collier Macmillan Ltd., New York.

Dobrich Belančić, S. (2015): *Mjere uspješnosti*, Sveučilište Jurja Dobrile, završni rad.

Noe, R.A., Hollenbeck, J.R., Gerhart, B., Wright, P.M. (2006): *Menadžment ljudskih potencijala*, Mate d.o.o. ZŠEM, Zagreb.

Quible, Z. K. (2010): *Menadžment uredskog poslovanja*, Mate d.o.o. ZŠEM, Zagreb.

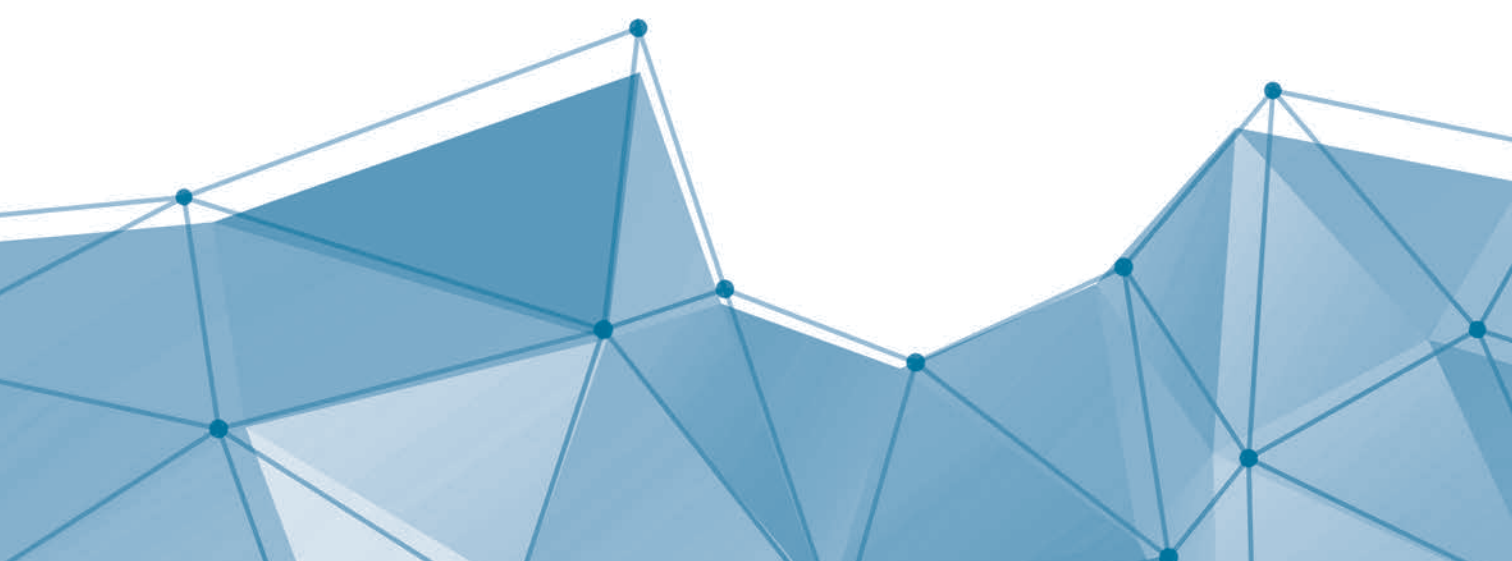
Zekanović, A. (2017): *Sustav za praćenje performansi zaposlenika u FINA-i*.

Abstract

Performance Management

In many companies, results of work efficiency assessment are used to decide on bonus allocations, promotions or dismissals and job changes. Work efficiency assessment is only a part of the whole performance management system. It is of great importance for every organization because it helps to align the work of each employee or member of the organization with the goals of the organization. We define work efficiency assessment as a process by which managers ensure that employees' activities and results are in line with the goals of the organization (Noe i dr., 2006). A work efficiency assessment consists of defining performance, measuring it and giving feedback on performance. There are also different performance measurement criteria as well as different measurement approaches. We also distinguish the sources of information on the basis of which we will perform work efficiency assessments and errors that are common in the assessment itself. The result of any work efficiency assessment is a good and quality piece of feedback that the employee will receive in order to align his activities and results with the goals of the organization. This can have a successful effect on the development of employees' careers in the faster realization of their own potentials. Organizations, that want to capture competitive advantages through their employees, must be able to manage behaviors and results of their employees.

Keywords: *feedback, performance appraisal, job performance, management, results management*



Trebaju li službeni geoprostorni podatci biti otvoreni i besplatni?

Vlado Cetl¹, Danko Markovinović¹, Sanja Šamanović¹

¹Sveučilište Sjever, Jurja Križanića 31b, 42000 Varaždin, Hrvatska, vlado.cetl@unin.hr, danko.markovinovic@unin.hr, sanja.samanovic@unin.hr

Sažetak

Potražnja za službenim geoprostornim podacima je oduvijek bila velika i to za različite potrebe javnog i privatnog sektora te građana. Na području Europske unije (EU) pristup tim podacima se razlikovao od države do države, što je obično ovisilo o poslovnom modelu krovne geodetske administracije (Geodetic Administration), odnosno nacionalne kartografske i katastarske organizacije (NMCAs - National Mapping and Cadastral Authorities). U pravilu, korištenje tih podataka je bilo moguće uz naplatu troškova i odgovarajuću licencu (registraciju). Donošenjem INSPIRE direktive, učinjen je značajan napredak u dostupnosti službenih geoprostornih podataka. INSPIRE je kroz 34 teme geoprostornih podataka obuhvatio sve službene podatke. Ipak, INSPIRE direktiva je ostavila na državama članicama pitanje reguliranja naplate i licenciranja podataka. U međuvremenu različite inicijative za otvorenost podataka kao i Direktiva o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora iz 2019. godine, vode ka otvorenim i besplatnim podacima javnog sektora, što uključuje i službene geoprostorne podatke. U ovom radu daje se pregled prijašnjih inicijativa s posebnim fokusom na INSPIRE i Direktivu o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora te predviđenu novu regulativu o visokovrijednim skupovima podataka.

Ključne riječi: INSPIRE, otvoreni podatci, službeni geoprostorni podatci, visokovrijedni skupovi podataka

1. Uvod

Pod službenim geoprostornim podacima podrazumijevaju se podatci proizvedeni i/ili u nadležnosti tijela javnog sektora odgovornih za njihovu izradu, održavanje, objavljivanje i distribuciju. U većini država Europske unije radi se o nacionalnim kartografskim i katastarskim organizacijama (National Mapping and Cadastral Authorities - NMCAs). U nekim slučajevima radi se o tijelima javne vlasti koji su financirani iz državnog proračuna pojedine države, a ponekad se radi o agencijama koje rade na tržišnim osnovama. Ovisno o modelu poslovanja potrebno je i razlikovati pristup ka politici korištenja i naplate geoprostornih podataka koji su u njihovoj nadležnosti. Na primjeru Hrvatske to su: Državna geodetska uprava, Hrvatski hidrografski institut, Hrvatske ceste, Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju i dr. Svi navedeni raspolažu sa službenim geoprostornim podacima koji su u pravilu proizvedeni za jednostruko ili višestruko korištenje. Pristup podacima kao i politika cijena za njihovo korištenje regulirani su najčešće odgovarajućim pravilnicima ili drugim dokumentima. S druge pak strane, potražnja za geoprostornim podacima se svakodnevno povećava. To se odnosi ne samo na službene podatke već i na podatke koje stvara privatni sektor te na dobrovoljno prikupljene podatke poput npr. OpenStreetMap-a i dr. Ipak, službeni podaci kao autoritativni bi trebali biti prioritet sa korisničke strane u pogledu ažurnosti i kvalitete. Stupanjem na snagu INSPIRE direktive 2007. godine potaknuto je poboljšanje dostupnosti i iskoristivosti geoprostornih podataka. Također, pret-

hodna Direktiva ponovnoj uporabi informacija javnog sektora iz 2003. godine potaknula je dostupnost svih javnih informacija što uključuje i geoprostorne podatke. U međuvremenu donesena je nova Direktiva o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora 2019. godine, a INSPIRE direktiva je trenutno u postupku revizije. U nastavku je dan pregled navedenih direktiva s posebnim osvrtom na politiku pristupa i naknada za korištenje geoprostornih podataka. U završnom poglavlju uz diskusiju dan je i zaključak.

2. INSPIRE direktiva

INSPIRE direktiva usvojena je 2007. godine (2007/2/EZ) s ciljem uspostave Europske infrastrukture prostornih podataka koja se temelji na nacionalnim infrastrukturnim podacima (NIPP) država članica EU. Hrvatska je transponirala INSPIRE direktivu kroz Zakon o NIPP-u 2013. godine (ZNIPP) (NN 56/13).

INSPIRE pokriva vrlo široki obuhvat geoprostornih podataka kroz 34 teme (Slika 1). Tako široka, međusektorska podatkovna infrastruktura nije namijenjena samo podršci europskim politikama već i nacionalnim politikama i zahtjevima na svim razinama vlasti. Koristi od uspostave nesumnjivo imaju i akteri izvan neposrednog opsega, uključujući tvrtke i građane.

| | |
|--|--|
| <p>Prilog I</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Referentni koordinatni sustavi 2. Sustavi geografske mreže 3. Geografski nazivi 4. Upravne jedinice 5. Adrese 6. Katastarske čestice 7. Prometne mreže 8. Hidrografija 9. Zaštićene lokacije | <p>Prilog III</p> <ol style="list-style-type: none"> 14. Statističke jedinice 15. Zgrade 16. Tlo 17. Korištenje zemljišta 18. Ljudsko zdravlje i sigurnost 19. Komunalne i državne usluge 20. Sustavi za nadzor okoliša 21. Postrojenja za proizvodnju i industriju 22. Objekti i strojevi za poljoprivredu i akvakulturu 23. Raširenost stanovništva - demografija 24. Područja upravljanja/zaštićena područja/uređena područja i jedinice za izvještavanje 25. Područja rizika od prirodnih opasnosti 26. Atmosferski uvjeti 27. Meteorološko-geografske značajke 28. Oceanografsko-geografske značajke 29. Morske regije 30. Biogeografske regije 31. Staništa i biotopi 32. Raširenost vrsta 33. Izvori energije 34. Izvori minerala |
| <p>Prilog II</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Visine 11. Prekrivenost tla 12. Ortofotografija 13. Geologija | |

Slika 1: INSPIRE teme prostornih podataka (2007/2/EZ)

Obzirom na tematsku širinu, jasno je da pristup navedenim podacima mora osigurati više nadležnih institucija. Za to se u svakoj zemlji članica brine INSPIRE Nacionalna kontaktna točka zadužena za koordinaciju na nacionalnoj razini i redovito praćenje i izvješćivanje prema Europskoj komisiji. U Hrvatskoj je to Državna geodetska uprava (URL 1).

INSPIRE direktiva određuje niz prava i obveza vezanih za razmjenu skupova i usluga prostornih podataka između svih razina vlasti (tijela javne vlasti). Načela za razmjenu podataka i usluga prostornih podataka između javnih tijela unutar država članica sadržana su izravno u Direktivi u članku 17.:

1. Svaka država članica donosi mjere za dijeljenje skupova i usluga prostornih podataka između svojih tijela javne vlasti iz članka 3. točke 9. pod točaka (a) i (b). Takve mjere omogućavaju spomenutim državnim tijelima dobivanje pristupa skupovima i uslugama prostornih podataka, te razmjenu i korištenje tih skupova i usluga za potrebe javnih zadaća koje mogu imati utjecaj na okoliš.
2. Mjere koje su predviđene u stavku 1. isključuju bilo kakva ograničenja koja bi mogla stvoriti praktične prepreke u pogledu dijeljenja skupova i usluga prostornih podataka, koje se javljaju u trenutku korištenja.
3. Države članice mogu dopustiti tijelima javne vlasti koja pružaju skupove i usluge prostornih podataka, da izdaju dozvole, i/ili zahtijevaju uplatu od tijela javne vlasti ili institucija i tijela Zajednice koja koriste te skupove i usluge prostornih podataka. Sve takve naknade i do-

zvole moraju biti potpuno usklađene s općim ciljem koji predstavlja omogućavanje dijeljenja skupova i usluga prostornih podataka između tijela javne vlasti. Pri zaračunavanju naknada one se svode na minimum koji je potreban da se osigura nužna kakvoća i pružanje skupova i usluga prostornih podataka, zajedno s opravdanom dobiti od ulaganja, dok se istodobno poštuju zahtjevi za samofinanciranje tijela javne vlasti koja pružaju skupove i usluge prostornih podataka, ako je to primjenjivo. Na skupove i usluge prostornih podataka koje države članice pružaju institucijama i tijelima Zajednice kako bi ispunile obveze izvještavanja u skladu sa zakonodavstvom Zajednice vezano uz okoliš ne zaračunavaju se naknade.

4. Rješenja za dijeljenje skupova i usluga prostornih podataka, koja su predviđena u stavcima 1. 2. i 3., dostupna su državnim tijelima iz članka 3. točke 9. Pod točaka (a) i (b) drugih država članica i institucijama i tijelima Zajednice, za potrebe javnih zadaća koje mogu imati utjecaj na okoliš.
5. Rješenja za dijeljenje skupova i usluga prostornih podataka, koja su predviđena u stavcima 1. 2. i 3., su na temelju uzajamnosti i istovrijednosti dostupna tijelima koja su ustanovljena međunarodnim sporazumima u kojima su Zajednica i države članice stranke, za potrebe zadaća koje mogu imati utjecaj na okoliš.
6. Kad su rješenja za dijeljenje skupova i usluga prostornih podataka, koja su predviđena u stavcima 1. 2. i 3., dostupna u skladu sa stav-

cima 4. i 5., ta rješenja mogu biti popraćena uvjetima u skladu s nacionalnim pravom koje uvjetuje njihovo korištenje.

7. Odstupajući od odredaba ovog članka države članice mogu ograničiti dijeljenje kada bi ono moglo dovesti u pitanje tijek pravde, državnu sigurnost, nacionalnu obranu ili međunarodne odnose.
8. Države članice omogućavaju institucijama i tijelima Zajednice pristup skupovima i uslugama prostornih podataka u skladu s usklađenim uvjetima. Provedbena pravila koja uređuju te uvjete, namijenjena izmjeni elemenata ove Direktive koji nisu ključni dopunjujući je, usvajaju se u skladu s regulatornim postupkom s kontrolom iz članka 22. stavka 3. Ta provedbena pravila u potpunosti poštuju načela predviđena u stavcima 1. do 3.

INSPIRE direktiva regulira i ponovno korištenje INSPIRE resursa od strane javnosti. U tom smislu, točnije u članku 14., Direktiva kaže da su usluge za otkrivanje i pregled "dostupne javnosti besplatno", osim ako to ne sprečavaju neki posebni uvjeti. Također se navodi kako usluge pregleda "mogu biti u obliku koji one-mogućava njihovu ponovnu upotrebu u komercijalne svrhe". Osim toga, ako "tijela javne vlasti naplaćuju usluge pregleda, preuzimanja i pozivanja usluga", zemlje članice moraju osigurati dostupnost usluga e-trgovine. Takve usluge mogu sadržavati iskaz odricanja od odgovornosti, klik licence ili, ako je potrebno, druge odgovarajuće licence".

INSPIRE direktiva također ne dovodi u pitanje i nadopunjuje Direktivu o pristupu javnosti informacijama o okolišu (2003/4/EZ) i Direktivu o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora (PSI direktiva) (2019/1024/EU). U skladu s člankom 11. INSPIRE direktive, države članice moraju imati dostupne internetske usluge koje omogućuju javnim vlastima kao i trećim stranama pristup skupovima prostornih podataka za koje su stvoreni metapodaci. Te internetske usluge moraju biti dostupne putem INSPIRE Geoportala na razini EU. Članci 12 do 16 dodatno propisuju uvjete primjenjive na takav pristup. S obzirom na klauzulu bez predrasuda, ponovnu uporabu prostornih podataka od strane trećih strana uređuje PSI direktiva.

Trenutni status dostupnosti geoprostornih podataka i usluga na EU razini vidljiv je na INSPIRE Geoportalu (URL 2), a detaljniji za Hrvatsku na Geoportalu NIPP-a (URL 3).

3. Direktiva o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora

Donošenjem Direktive o ponovnoj uporabi informacija javnog sektora (PSI direktive) 2003. (2003/98/EZ), Europska unija, među prvima u svijetu, uredila je proces otvaranja podataka koje institucije javnog sektora prikupljaju u sklopu izvršavanja svojih nad-

ležnosti. Tijekom vremena otvorenost podataka dodatno je potaknuta donošenjem smjernica kojima se razrađuju obveze iz PSI direktive i pokretanjem Europskog portala podataka. Direktiva je zamijenjena 2019. godine novom Direktivom o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi podataka (2019/1024/EU). Države članice imaju rok usklađivanja s ovom Direktivom do 17. srpnja 2021.

PSI direktiva uređuje općenito pitanje ponovne uporabe bilo kakvih podataka koje imaju tijela javnog sektora. Dakle, INSPIRE direktiva se naslanja na PSI direktivu i uređuje specifično područje uporabe geoprostornih podataka. PSI direktiva se odnosi na sve podatke javnog sektora. Stoga je PSI direktiva kao opći propis implementirana u Zakon o pravu na pristup informacijama (NN 25/13) (ZPPI) koji je u Hrvatskoj opći propis o pravu na pristup informacijama. Dok je polazište INSPIRE direktive vezano uz specifična pitanja i ciljeve vezane uz okoliš i geoprostorne podatke, PSI direktiva općenito uređuje cilj da se dokumenti koje stvaraju tijela javnog sektora država članica Europske unije, a koji predstavljaju vrijedan, opsežan i raznolik izvor informacija upotrijebi za unaprjeđivanje ekonomije znanja. Zbog ovakvog njihova odnosa INSPIRE direktiva se primjenjuje kao posebno pravilo naspram PSI direktive, drugim riječima PSI direktiva se primjenjuje ako nije u suprotnosti s INSPIRE direktivom, koja ima prednost u primjeni. Takav isti odnos imaju i nacionalni zakoni u koje su navedene dvije direktive prenesene. ZNIPP je poseban propis koji ima prednost u primjeni pred ZPPI. ZPPI će se primijeniti samo u onim slučajevima kad njegova primjena odnosno njegov sadržaj nije u suprotnosti sa sadržajem ZNIPP.

PSI direktiva promovira politiku otvorenih podataka koja potiče široku dostupnost i ponovnu uporabu informacija javnog sektora za privatnu ili komercijalnu uporabu uz minimalna ograničenja ili bez ograničenja, u korist gospodarskih subjekata i svekolike javnosti, s ciljem da se postojeće informacije uporabe u razvoju novih usluga koje se temelje na novim načinima objedinjavanja postojećih informacija u korist gospodarskog rasta. Zato se trebaju unutar država članica te na razini Europske unije harmonizirati načini postupanja i pravila o postupanju prigodom ponovne uporabe informacija javnog sektora. Ako ne postoje neki posebni razlozi za onemogućavanje ponovne uporabe informacija javnog sektora, te bi informacije u načelu trebale biti slobodne za ponovnu uporabu, na svaki način. Uvjeti za ponovnu uporabu moraju biti nediskriminirajući, a naknade, ako se uvedu za ponovnu uporabu pojedinih informacija, trebaju pokrivati samo tzv. granične troškove. Međutim, prema preambuli PSI direktive trebalo bi uzeti u obzir potrebu da se ne ometa normalan rad tijela javnog sektora od kojih se zahtijeva da ostvare prihod kako bi pokrile značajan dio svojih troškova koji se odnose na obavljanje njihovih javnih zadaća ili troškova vezanih uz prikupljanje, proizvodnju, reprodukciju i širenje određenih dokumenata stavljenih na raspolaganje za ponovnu uporabu. U takvim slučajevima, tijela javnog sektora trebala bi imati mogućnost naplate koja je viša od graničnih troškova. Te bi pristojbe trebalo odrediti u skladu s objektivnim,

Tablica 1: Prijedlog visokovrijednih skupova podataka

| Kategorija | Primjeri skupova podataka |
|-----------------------------|---|
| Geoprostorni podatci | Upravne jedinice, Geografska imena, Adrese, Zgrade, Katastarske čestice, Poljoprivredne parcele |
| Promatranje Zemlje i okoliš | Hidrografija, Visine, Pokrov zemljišta, Uporaba zemljišta, Ortofoto |
| Mobilnost | Prometne mreže |

transparentnim i provjerljivim kriterijima, a ukupan prihod od isporuke dokumenata i omogućivanja njihove ponovne uporabe ne bi trebao premašivati trošak sakupljanja, proizvodnje, reprodukcije i širenja, uključujući razuman povrat uloženog. Prema PSI direktivi, države članice trebale bi utvrditi kriterije naplate koja je viša od graničnih troškova. U tom pogledu države članice mogu, na primjer, utvrditi kriterije u nacionalnim pravilima ili odrediti odgovarajuće tijelo ili tijela nadležna za utvrđivanje takvih kriterija, osim samog tijela javnog sektora. Takvo tijelo trebalo bi biti organizirano u skladu s ustavnim i pravnim sustavom država članica. To bi moglo biti postojeće tijelo s proračunskim izvršnim ovlastima i pod političkom odgovornošću.

Jedna od najznačajnijih promjena u novoj PSI direktivi je uključivanje članka 14. o visokovrijednim skupovima podataka koji Europskoj komisiji daje ovlast da donese provedbeni akt, „utvrđuje popis specifičnih skupova podataka visoke vrijednosti“, koje će države članice biti obvezne objaviti pod otvorenim licencama, a u nekim slučajevima koristeći određene API-e i standarde. Provedbeni akti moći će postavljati te standarde. To predstavlja veliku priliku za oblikovanje europskog ekosustava s otvorenim podacima u narednim godinama.

Visokovrijedni skupovi podataka su podatci čija je ponovna uporaba povezana s važnim koristima za društvo, okoliš i gospodarstvo, osobito zbog njihove prikladnosti za stvaranje usluga s dodanom vrijednošću, aplikacija i novih, kvalitetnih te pristojnih radnih mjesta, te zbog brojnih mogućih korisnika usluga s dodanom vrijednošću i aplikacija koje se temelje na tim skupovima podataka.

Popis tematskih kategorija visokovrijednih skupova podataka dan je u prilogu I Direktive:

1. Geoprostorni podatci
2. Promatranje Zemlje i okoliš
3. Meteorološki podatci
4. Statistički podatci
5. Trgovačka društva i vlasništvo nad trgovačkim društvima
6. Mobilnost

Iz perspektive službenih geoprostornih podataka su značajni visokovrijedni skupovi podataka pod 1, 2 i 6 te na koji način će se oni detaljno definirati u budućem razdoblju. Tablica 1 prikazuje prijedlog skupova geoprostornih podataka u pojedinoj kategoriji.

Provedbeni akt je trenutno u pripremi i trebao bi stupiti na snagu do kraja 2021. godine.

4. Diskusija i zaključak

Podatci općenito, a posebno geoprostorni podatci su ključni za digitalno gospodarstvo, a velik dio njih generira javni sektor. Kako bi se u potpunosti iskoristio njihov potencijal za inovativnost, bitno je da javni i javno financirani podatci budu lako dostupni građanima i privatnom sektoru na nacionalnoj i EU razini. To se prije svega odnosi na sveprisutnu umjetnu inteligenciju, čiji razvoj ovisi o pristupu velikim količinama podataka. Izrada službenih geoprostornih podataka u pravilu je, prvobitno, plaćena iz državnog proračuna, odnosno novcem poreznih obveznika. Kao takvi, geoprostorni podaci bi trebali biti otvoreni i besplatno dostupni za ponovnu upotrebu. Naravno to ovisi prije svega o poslovnom modelu nadležne institucije, ali i općem suglasju i razumijevanju na razini neke države.

INSPIRE direktiva nesumnjivo je u proteklih 14 godina doprinijela većoj dostupnosti geoprostornih podataka i usluga u državama članicama Europske unije, ali nije riješila pitanje naknada i politika cijena već je dala samo preporuke na koji način države članice mogu regulirati to pitanje. Detaljnije upute dane su komplementarnom PSI direktivom koja je obuhvatila sve podatke koje imaju tijela javnog sektora. Međutim niti PSI direktiva nije u potpunosti uredila pitanje naknada i licenci za pristup i korištenje podataka.

Različite inicijative u državama članicama, kao i na EU razini, te potreba za podacima, pokrenule su sve više otvaranje podataka. Danska je npr. još 2013. godine učinila službene geoprostorne podatke otvorenima i besplatnima što znači da ih svatko može slobodno koristiti i ponovno upotrijebiti. U Sloveniji podatci Geodetske uprave Republike Slovenije imaju status informacija tijela javne vlasti i distribuiraju se besplatno pod licencom Creative Commons 2.5. Europska komisija je 2019. uvela CC BY dozvolu za ponovnu upotrebu dokumenata u institucijama komisije koja olakšava pristup i ponovno korištenje podataka svim zainteresiranima.

Nesumnjivo, nadolazeći provedbeni akt o visokovrijednim skupovima podataka će dodatno potaknuti otvaranje geoprostornih podataka na način da će ih učiniti besplatnima i s otvorenim licencama za korištenje i ponovnu upotrebu. Jedna od prvotnih studija koja se bavi perspektivom pružatelja visokovrijednih skupova podataka objavljena je u siječnju 2020. godine. Nalaz studije je kako će kratkoročno, tijela javnog sektora koja su se oslanjala na prihode od prodaje podataka, morati pronaći novi model financiranja i možda se pokazati otpornim na gubitak mogućno-

sti izravnog financiranja. To će sigurno za posljedicu imati promjene u poslovnim modelima nacionalnih kartografskih i katastarskih organizacija koje će se morati prilagoditi novim uvjetima. Geoprostorni podatci koje proizvodi privatni sektor kao i dobrovoljni geoprostorni podatci već neko predstavljaju alternativu službenim podacima. Uz sve navedeno to je svakako još jedan razlog zašto službeni geoprostorni podatci trebaju biti otvoreni i besplatni, a što će ih u konačnici učiniti transparentnima i konkurentnima spram ostalih dostupnih podataka.

Literatura

Direktiva 2003/4/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 28. siječnja 2003. o javnom pristupu informacijama o okolišu i stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 90/313/EEZ.

Direktiva 2003/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 17. studenoga 2003. o ponovnoj uporabi informacija javnog sektora.

Direktiva 2007/2/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 14. ožujka 2007. o uspostavljanju infrastrukture za prostorne informacije u Europskoj zajednici (INSPIRE).

Direktiva (EU) 2019/1024 Europskog parlamenta i Vijeća od 20. lipnja 2019. o otvorenim podacima i ponovnoj uporabi informacija javnog sektora.

Narodne novine (2013): Zakon o Nacionalnoj infrastrukturi prostornih podataka, br. 56, Zagreb.

Narodne novine (2013): Zakon o pravu na pristup informacijama, br. 25, Zagreb.

URL 1: <https://dgu.gov.hr/>

URL 2: <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

URL 2: <https://geoportal.nipp.hr/>

Abstract

Should Official Geospatial Data Be Open and Free of Charge?

The demand for official geospatial data has always been high, for various needs of the public and private sectors and citizens. In the EU, access to this data varied from country to country, which usually depended on the business model of the Geodetic Administration, i.e. the National Mapping and Cadastral Authorities (NMCAs). As a rule, the use of this data was possible with the payment of costs and the appropriate license (registration). With the adoption of the INSPIRE Directive, significant progress has been made in the availability of official geospatial data. INSPIRE covered all official geospatial data through 34 geospatial data topics. However, the INSPIRE directive left the issue of data charging and licensing to Member States. Meanwhile, various data openness initiatives as well as the Open Data and Public Information Reuse Directive 2019 lead to open and free public sector data, which includes official geospatial data. This paper provides an overview of previous initiatives with a special focus on INSPIRE and the Directive on Open Data and Reuse of Public Sector Information and envisages new act on high-value data sets.

Keywords: *INSPIRE, open data, official geospatial data, high value datasets*



SESIJA 2

Uređenje zemljišta i održivi razvoj

Ekspertni sustav baziran na fuzzy logici za procjenu stanja povijesnih cestovnih mostova

Katarina Rogulj¹

¹Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu, Matice hrvatske 15, 21000 Split, Hrvatska, katarina.rogulj@gradst.hr

Sažetak

Mostovi, kao ključne komponente cesta, s vremenom degradiraju zbog prometnog preopterećenja, utjecaja okoliša, zamora itd. Povijesni cestovni mostovi na području Splitsko-dalmatinske županije "trpe" opterećenja koja im nisu predviđena u postupku projektiranja te iz toga razloga potrebno je pristupiti temeljenom pregledu i analizi njihova stanja. Potrebno je odrađivati periodične terenske inspekcije koje uključuju vizualnu procjenu, nedestruktivna ili djelomično destruktivna testiranja, da bi se osigurala stalna sigurnost i stabilnost mostova, Terenskim inspekcijama bi se odlučilo o izboru potrebnih aktivnosti kao što su popravci, obnove, ojačavanja ili ako je potrebno, uklanjanje mosta, a sve s obzirom na njihovo stanje u trenutku pregleda. Procjena stanja mosta je vrlo važna za bilo koji sustav upravljanja mostovima. Temelji se na podacima koji često predstavljaju subjektivnu prosudbu i mišljenje eksperta. Stoga bi primjena metode umjetne inteligencije, poput fuzzy logike, definirane kao teorija nejasnih skupova kojima se kalibrira neodređenost, bila korisna za rješavanje problematike nepreciznosti i subjektivnosti u postupku procjene stanja. Cilj ovog rada je razvoj modela za procjenu stanja povijesnih cestovnih mostova koji je baziran na ekspertnoj prosudbi i metodologiji fuzzy logike. Rezultat modela je indeks procjene stanja povijesnog cestovnog mosta (IPSPCM). Sama procjena započinje s ocjenom elemenata mosta kojima se zadaju izrazite (engl. *crisp*) vrijednosti, nadalje se izračunavaju ocjene komponenti te konačno, ocjena mosta. Analitički hijerarhijski proces (eng. *Analytical Hierarchy Process*) koristi se za međusobnu usporedbu ocjena komponenti mosta, čime se dobiva relativna važnost pojedine komponente. Rezultati predloženog modela su u konačnici uspoređeni s dosadašnjim (konvencionalnim) načinom procjene stanja mosta vizualnom inspekcijom.

Ključne riječi: AHP, ekspertni sustav, fuzzy logika, IPSPCM, povijesni cestovni mostovi

1. Uvod

Upravljanje mostovima uključuje sve aktivnosti tijekom vijeka trajanja mosta, od izgradnje do zamjene, s ciljem osiguranja njegove sigurnosti i funkcionalnosti. Također, trebalo bi uključiti i identifikaciju (izradu i ažuriranje registra) i procese zaštite vrijednih mostova, planiranje sustava njihova održavanja te osiguranja funkcioniranja cestovnog sustava i povezanih troškova, što gotovo u pravilu nije slučaj. Planiranje obnove povijesnih cestovnih mostova, kao ključnih elemenata cestovne infrastrukture, od velike je važnosti zbog povećane količine prometa, lošeg stanja odnosno oštećenosti mostova, ali i zbog njihovog povijesnog značaja koji se reflektira u brojnim sferama društveno-gospodarskog života nekog područja. Neki od navedenih mostova dio su materijalne kulturne baštine, dok su neki nepravedno zapostavljeni u tom pogledu, stoga bi ih se trebalo valorizirati i u istu uključiti ukoliko se taj proces za pojedini most zaključiti opravdanim. Kompleksnost postaje tim izraženija jer je u slučaju povijesnih cestovnih mostova potrebno izvršiti snimanje stanja i identificirati oštećenja mostova kako pojedinačno tako i svih mostova, koji su pod ingerencijom nekog upravljačkog tijela,

u cjelini. Potom je potrebno donijeti odluke vezane uz izbor pristupa aktivnostima unaprjeđenja njihove funkcionalnosti i odabira metode obnove, ako za to postoji potreba. Osim toga, treba se i preciznije definirati što su to povijesni mostovi. Stoga se ovo istraživanje usmjerilo na planiranje obnove mostova izgrađenih za vrijeme ili prije vladavine Austro-Ugarske Monarhije, na kojima se odvija cestovni promet različitog intenziteta. Kao područje istraživanja definirano je područje Splitsko-dalmatinske županije (SDŽ). Ovim je definiran vremenski i prostorni obuhvat istraživanja.

Procjena stanja povijesnih cestovnih mostova služi za rješavanje slabo strukturiranih zadataka na strateškoj razini. Rezultat modela je indeks procjene stanja povijesnog cestovnog mosta (IPSPCM) baziran na metodi umjetne inteligencije kao što je fuzzy logika i višekriterijalne analize. Navedeni indeks se temelji na indeksu stanja mostova (ISM) (engl. *Bridge Condition Index- BCI*) kojeg je definirao Dabous (2008). Indeks ISM korišten je za procjenu stanja betonskih mostova.

Realizacija modela započinje s formiranjem eksperne skupine koju čini ekspert za mostove te pet eksperata iz ostalih područja konstrukcija. Isključivo vizualna procjena se koristiti za procjenjivanje stanja navedenih mostova. Procjenjivanje kreće od elemenata mostova (lukovi, čeonci zidovi, upornjaci, stupovi, ograda, zastor...) kojima se zadaju izrazite (engl. *crisp*) vrijednosti ocjena. Prije dodjeljivanja ocjena elementima, definiraju se neizraziti setovi ocjena i strukturalnih važnosti kao i njihove funkcije pripadnosti. Preciznije rečeno, ocjene mostova i strukturalne važnosti se fazificiraju. Ocjene elementima dodjeljuje ekspert za mostove te na temelju njegove ocjene ostalih pet eksperata iz ostalih konstruktorskih područja definiraju strukturalne važnosti pomoću definiranih neizrazitih setova. Nakon dodijeljenih fazificiranih ocjena i strukturalnih važnosti, izračunava se fazificirana ocjena komponente (gornji ustroj, donji ustroj i oprema) koju se onda defazificira centroid metodom. Zatim se defazificirane ocjene komponente međusobno uspoređuju koristeći pravila AHP metode i Saatyjeve skale usporedbe (Saaty, 1980). Rezultati usporedbe su relativne važnosti. Množenjem relativne važnosti i ocjene pojedine komponente te zbrajanjem umnožaka dobiva se ocjena stanja mosta odnosno vrijednost IPSPCM-a.

Strukturalna važnost određuje koliko element ima negativan utjecaj na stanje mosta s obzirom na njegovu ocjenu u odnosu na ocjenu drugih elemenata. S obzirom na to da se elementima zadaju neizrazite vrijednosti ocjena, potrebno je pronaći kojim definiranim neizrazitim setovima ta ocjena pripada, pa se tako dobiva više mogućnosti odnosno stanja u kojima se element može nalaziti. Na taj način stvaraju se kombinacije svih elemenata u svim stanjima i svaka od navedenih kombinacija dobiva prosječnu strukturalnu važnost. Prosječna strukturalna važnost dobivena je zbrajanjem važnosti eksperata za konstrukcije i dijeljenju s ukupnim brojem eksperata. Nakon što su se definirale ocjene i važnosti elemenata pristupa se njihovoj agregaciji čime se dalje pomoću pristupa neizrazite težinske geometrijske sredine (engl. *fuzzy weighted geometric mean*- FWGM) dobiva neizrazita ocjena komponente mosta za sve kombinacije. S obzirom na njezinu neizrazitu vrijednost definiraju se α -presjeci kojima se određuje gornja i donja vrijednost neizrazitih setova ocjene komponente svih kombinacija. Potom se izračuna prosječna vrijed-

nost navedenih granica i procesom defazifikacije za koji se koristi centroid metoda određuje se izrazita ocjena komponente mosta. Postupak se ponavlja dok sve komponente ne dobiju svoju ocjenu. Nakon toga, komponentama se definiraju težine pomoću višekriterijalne metode AHP. Koristeći Saatyevu skalu komponente se međusobno uspoređuju, nakon čega slijedi normalizacija dodijeljenih težina i provjera konzistentnosti matrice usporedbe. Ukoliko je matrica konzistentna, definirane težine se usvajaju i kreće se na izračunavanje ocjene stanja mosta. Ocjena stanja mosta definira se kao indeks procjene stanja povijesnog cestovnog mosta (IPSPCM), a izračunava se na način da se dobivene ocjene komponenta množe s dodijeljenim im težinama i međusobno zbroje.

Svrha ocjenjivanja stanja mosta jest procjeniti mehaničku otpornost i stabilnost te sigurnost u trenutku vizualne inspekcije mosta. Teorija neizrazite logike često je korištena u području građevinarstva pa tako i u procjeni stanja mostova. Za ovaj doktorski rad koristit će se neizrazita logika u kombinaciji s AHP metodom. Upotrijebit će se modificirani oblik neizrazite logike jer će u metodologiji biti analizirane i strukturalne važnosti elemenata. Dosadašnji način procjene stanja mostova (i to isključivo betonskih) vizualnim pregledom, odrađen je korištenjem ili klasične neizrazite logike ili pristupom neizrazitog težinskog prosjeka (engl. *fuzzy weighted average*-FWA). U ovom radu prikazat će se korištenje pristupa FWGM-a koji do sada nije korišten u ocjenjivanju stanja mostova.

Neizrazitu logiku definirao je Zadeh (1965), a za nju je važno definiranje *if-then* pravila, kojih može biti na tisuće (ovisno o količini ulaznih i izlaznih podataka) te je za ispravnu njihovu definiciju važno što bogatije znanje i iskustvo eksperata, mnogo vremena i troškova. Što je veći broj pravila, to više prosudba moraju eksperti donijeti. Redukcija *if-then* pravila može dovesti do smanjenja potrebnog znanja, a samim tim onda i do netočnih i nepotpunih zaključaka. Za izbjegavanje definiranja velikog broja pravila, a i njihove redukcije preporučuje se korištenje pristupa FWGM-a (Wang i ostali, 2009). Stoga je jasna potreba za razvojem novog pristupa neizrazite logike u kojem neće biti potrebe za dugotrajnim ispitivanjem eksperata. U sljedećem poglavlju dan je detaljan opis cijelog postupka dobivanja ocjene mosta pomoću FWGM-a.

2. Materijali i metodologija

Fuzzy set je skup elemenata u univerzalnom skupu gdje su granice seta dvosmislene, nejasne i neizrazite. Svakom elementu skupa dodjeljuje se funkcija pripadnosti $\mu_{\tilde{A}}(x)$, u vrijednosti unutar intervala [0,1]. Dodijeljena vrijednost se zove stupanj pripadnosti te specificira mjeru do koje element pripada određenom fuzzy setu. Ako je vrijednost 0, tada element ne pripada setu, a ako je 1, tada element u potpunosti pripada navedenom setu. Ukoliko je vrijednost unutar intervala (0,1), element djelomično pripada fuzzy setu (Sasmal i Ramanjaneyulu, 2008). Stoga se svaki fuzzy set može odrediti jedinstvenom funkcijom pripadnosti. Također se mogu iskazati i intervalima, koji se zovu α -presjeci. Neka je \tilde{A} neizraziti set unutar univerzalnog skupa X. Tada su α -presjeci od \tilde{A} definirani kao (Wang i ostali, 2009):

$$A_{\alpha} = \{x \in X | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} = [\min\{x \in X | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}, \max\{x \in X | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}] \quad (1)$$

Fuzzy brojevi su posebni dijelovi fuzzy setova. Neizraziti broj je konveksan fuzzy set opisan danim intervalom realnih brojeva, svaki sa stupnjem pripadnosti između 0 i 1. Funkcije pripadnosti fuzzy brojeva su djelomično kontinuirane i zadovoljavaju sljedeće uvjete:

- 1) $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ za svaki $x \notin [a, d]$;
- 2) $\mu_{\tilde{A}}(x)$ je nepadajući (monotono rastući) na intervalu $[a, b]$ i nerastući (monotono padajući) na intervalu $[c, d]$;
- 3) $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ za svaki $x \in [b, c]$;

gdje su $a \leq b \leq c \leq d$ realni brojevi $R = (-\infty, +\infty)$

Najčešće korišteni neizraziti brojevi su triangularni i trapezoidalni, čije su funkcije pripadnosti definirane kao: Fuzzy brojevi se često moraju preoblikovati u izrazitu vrijednost u svrhu usporedbe ili rangiranja. Takav proces preoblikovanja zove se defazifikacija, koja se može provesti na više načina. Najčešće korišten proces defazifikacije je metoda centroidne defazifikacije ili centroid metoda koja je još poznata kao centar gravitacije ili centar površine defazifikacije. Centroid metoda definira centroid neizrazitog broja \tilde{A} kao njegovu defazificiranu vrijednost, kako je prikazano (Yehia, 2008);

$$\bar{x}_0(\tilde{A}) = \frac{\int_a^d x \mu_{\tilde{A}}(x) dx}{\int_a^d \mu_{\tilde{A}}(x) dx} \quad (2)$$

gdje je $\bar{x}_0(\tilde{A})$ je defazificirana vrijednost. Za triangularni fuzzy broj $\tilde{A} = (a, b, d)$ defazificirani centroid glasi:

$$\bar{x}_0(\tilde{A}) = \frac{a+b+d}{3} \quad (3)$$

Kada je neizraziti broj \tilde{A} prikazan pomoću α -presjeka, tj., $\tilde{A} = \bigcup_{\alpha} \alpha \cdot A_{\alpha} = \bigcup_{\alpha} \alpha \cdot [(x)_{\alpha}^D, (x)_{\alpha}^G]$, ($0 < \alpha \leq 1$), ($0 < \alpha \leq$ njegov defazificirani centroid se može iskazati sljedećom jednačinom (Wang i ostali, 2009):

$$\bar{x}_0(\tilde{A}) = \frac{1}{3} \cdot \frac{((x)_{\alpha_0}^{2D} - (x)_{\alpha_0}^{2D}) + ((x)_{\alpha_0}^G \cdot (x)_{\alpha_n}^G - (x)_{\alpha_0}^D \cdot (x)_{\alpha_n}^D)}{(x)_{\alpha_0}^G - (x)_{\alpha_0}^D} = \frac{1}{3} ((x)_{\alpha_0}^G + (x)_{\alpha_n}^G + (x)_{\alpha_0}^D) \quad (4)$$

Jednačina (7) predstavlja defazifikaciju centroid metodom za triangularan neizraziti broj.

Prosječna težina n neizrazitih brojeva se do sada dobivala pomoću neizrazite prosječne težine (engl. *fuzzy weighted average-FWA*) prilikom procjene stanja betonskih mostova (Khorasani i ostali, 2012; Sasmal i ostali, 2006; Tee, Bowman i Sinha 1988). Za procjenu stanja povijesnih cestovnih mostova koristiti će se pristup FWGM-a za n fuzzy brojeva, izraženo na sljedeći način:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_G &= f_G(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n; \tilde{w}_1, \dots, \tilde{w}_n) \\ &= \frac{\tilde{w}_1}{\tilde{w}_1 + \tilde{w}_2 + \dots + \tilde{w}_n} (\tilde{x}_1) + \frac{\tilde{w}_2}{\tilde{w}_1 + \tilde{w}_2 + \dots + \tilde{w}_n} (\tilde{x}_2) + \dots + \frac{\tilde{w}_n}{\tilde{w}_1 + \tilde{w}_2 + \dots + \tilde{w}_n} (\tilde{x}_n) \\ &= \prod_{i=1}^n (\tilde{x}_i)^{\frac{\tilde{w}_i}{\sum_{j=1}^n \tilde{w}_j}} \end{aligned} \quad (5)$$

gdje su $\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n$ pozitivni fuzzy brojevi, a $\tilde{w}_1, \dots, \tilde{w}_n$ su njihove dodijeljene fuzzy težine. Očigledno, \tilde{y}_G je također fuzzy broj i može se izračunati pomoću α -presjeka i Zadehova dodatnog principa.

Neka je $(y_G)_{\alpha} = [(y_G)_{\alpha}^D, (y_G)_{\alpha}^G]$, gdje je α -presjek set od \tilde{y}_G . Tada se donja i gornja granica mogu odrediti prema sljedećim matematičkim modelima:

$$\begin{aligned} \text{Min } z_1 &= \sum_{i=1}^n u_i \ln(x_i)_{\alpha}^D \\ u_1 + u_2 + \dots + u_n &= 1 \\ (w_i)_{\alpha}^D \cdot z &\leq u_i \leq (w_i)_{\alpha}^G \cdot z, \quad i = 1, \dots, n \\ z &\geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z_2 &= \sum_{i=1}^n u_i \ln(x_i)_\alpha^G & (7) \\
 u_1 + u_2 + \dots + u_n &= 1 \\
 (w_i)_\alpha^D \cdot z &\leq u_i \leq (w_i)_\alpha^G \cdot z, \quad i = 1, \dots, n \\
 z &\geq 0
 \end{aligned}$$

Navedeni modeli (6) i (7) su modeli linearnog programiranja.

Pretpostavimo da komponenta mosta ima n elemenata, EL_i ($i=1, \dots, n$), za vizualnu procjenu od strane eksperta. Neka je $\bar{R}_{ELi} = (R_{ELi}^D, R_{ELi}^S, R_{ELi}^G)$ neizrazita ocjena i -tog elementa, a $\bar{W}_{ELij} = (W_{ELij}^D, W_{ELij}^S, W_{ELij}^G)$ $j=1, \dots, n$, neizrazita težina i -tog elementa po j -tom ekspertu s obzirom na definiranu neizrazitu ocjenu elementa. D predstavlja donju vrijednost granice, S srednju vrijednost, a G gornju vrijednost granice seta. Na temelju postavljenih pretpostavki, ocjene komponenti mosta (gornji ustroj, donji ustroj i oprema) se mogu odrediti uz pomoć sljedećih koraka:

Korak 1. Zadavanje izrazite vrijednosti ocjene elementima u vrijednosti od 0 do 100.

Korak 2. Zadavanje strukturalnih važnosti elementima s obzirom na sva moguća stanja u kojima se nalaze na temelju zadane izrazite vrijednosti ocjene.

Korak 3. Određivanje ukupnog broja kombinacija svih elemenata u svim izdvojenim stanjima, s obzirom na zadanu izrazitu vrijednost ocjene.

Korak 4. Određivanje neizrazite ocjene komponente po svim kombinacijama kao:

Korak 5. Određivanje α -presjeka za neizrazite vrijednosti ocjena komponenata po svim kombinacijama pomoću modela linearnog programiranja objašnjenih u (6) i (7).

Korak 6. Određivanje fuzzy ocjene komponente po svim kombinacijama.

Korak 7. Određivanje prosječne vrijednosti svih kombinacija neizrazite ocjene komponente mosta za izračunate α -presjeke.

Korak 8. Defazifikacija neizrazite vrijednosti ocjene komponente R_{KOMP} pomoću centroid metode.

Korak 9. Izračun relativnih važnosti komponenata mosta pomoću AHP metode.

Korak 10. Određivanje IPSPCM-a.

3. Numerički prikaz

U ovom poglavlju numerički je prikazan postupak dobivanja ocjene povijesnog cestovnog mosta. Procjena mostova krenula je najprije od elemenata na temelju kojih se dobila ocjena komponenti mosta, a nakon toga izračunala se ukupna ocjena mosta što je ujedno i rezultat modela procjene stanja povijesnih cestovnih mostova, prikazan u obliku indeksa procjene stanja povijesnog cestovnog mosta (IPSPCM). Svaki most sadrži tri komponente: gornji ustroj, donji ustroj i oprema. Koliko svaka komponenta ima elemenata ovisi o mostu. Međutim, kako je riječ o povijesnim mostovima i to masivnim zidanim ili kamenim u većini slučajeva, za njih je karakteristična lučna gradnja, pa su tako za gornji ustroj promatrani elementi: lukovi i čeonii zidovi, za donji ustroj: stupovi i upornjaci, a za opremu: zastor, ograda, odvodnja i rasvjeta. U tablici 1 dan je ukupan broj elemenata svake komponente pojedinog mosta. Čeonii zidovi su za sve mostove lučne konstrukcije u istom broju jer su se promatrali kao skupina.

U tablicama 2 i 3 prikazani su setovi s lingvističkim vrijednostima ocjena odnosno strukturalnih važnosti.

Tablica 1: Povijesni cestovni mostovi s ukupnim brojem elemenata po komponentama

| Oznaka | Naziv mosta | Komponenta | | | | |
|--------|------------------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|--------|
| | | Gornji ustroj | | Donji ustroj | | Oprema |
| | | Lukovi | Čeonii zidovi | Stupovi | Upornjaci | |
| A1 | Jovića most | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| A2 | Most preko rječice Matice | 6 | 2 | 5 | 2 | 2 |
| A3 | Most u Rastokama | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| A4 | Most Brvina na rijeci Vrljici | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| A5 | Most na Bubljinu na rijeci Vrljici | 6 | 2 | 5 | 2 | 3 |

| | | | | | | |
|-----|---|----|---|----|---|---|
| A6 | Zmijavački most na rijeci Vrljici | 6 | 2 | 5 | 2 | 3 |
| A7 | Most na Suvaji/Karalipeov most | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| A8 | Most Šumet nad kanalom Jaruga | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| A9 | Most Jasenovac na Jarugi/Siji | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| A10 | Most na Jarugi/Siji kod Mračaja u Imotskom polju. | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| A11 | Most kod kamenoloma "Lavčević | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| A12 | Žrnovački most | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| A13 | Most preko rijeke Jadro | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| A14 | Most na ulazu u tvornicu "Majdan" | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| A15 | Rera/Vetmin most | 6 | 2 | 5 | 2 | 3 |
| A16 | Most na Grabu | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| A17 | Most na Kosincu | 12 | 2 | 11 | 2 | 3 |
| A18 | Most Blato na Cetini | 0 | 0 | 4 | 2 | 4 |
| A19 | Pavića most | 7 | 2 | 6 | 2 | 4 |
| A20 | Most na Panju | 8 | 2 | 6 | 2 | 4 |
| A21 | Balečki most | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 |

Most Blato na Cetini nema lukova i čeonih zidova već mu je gornja nosiva konstrukcija sastavljena od uzdužnih i poprečnih nosača te ploče. Slično je i kod Mosta u Grabu koji osim lukova i čeonih zidova sadrži i ploču, a most kod ulaza u tvornicu "Majdan", poprečne nosače i ploču. Navedeni elementi su procijenjeni i uvršteni u daljnji proračun.

Tablica 2: Neizraziti setovi ocjena elemenata s lingvističkim vrijednostima i opisom

| Neizraziti set | Lingvistička vrijednost | Opis |
|----------------|-------------------------|--|
| (0, 0, 10) | Ekstremno loše | Most je u izuzetno lošem stanju. Dijelovi elementa su odronjeni ili otpali, nadziru se pukotine maksimalne širine duž cijelog elementa, obilna vegetacija i procjeđivanje. |
| (0, 10, 20) | Vrlo loše | Na elementima mosta mogu se uočiti pukotine maksimalne širine, dijelovi elemenata (blokovi) su oštećeni ili dijelom otpali. Gusta vegetacija i procjeđivanje. |
| (10, 20, 30) | Prilično loše | Elementi mosta sadrže pukotine maksimalne do srednje širine, kao i dijelovi elemenata (blokovi). Vegetacija i procjeđivanje su u popriličnom intenzitetu. |
| (20, 30, 40) | Loše | Most je u lošem stanju, nadzire se više pukotina srednje širine duž elemenata, vegetacija i procjeđivanje su vrlo dobro uočljivi. |
| (30, 40, 50) | Srednje loše | Na elementu se nadzire više pukotina srednje do minimalne širine, vegetacija i procjeđivanje u srednjem intenzitetu. |
| (40, 50, 60) | Blago loše | Dijelovi elemenata (blokovi) sadrže više pukotina srednje do minimalne širine. Nadzire se blaga vegetacija i procjeđivanje. |
| (50, 60, 70) | Srednje dobro | Blokovi elemenata sadrže više pukotina minimalne širine. Neznatna vegetacija i procjeđivanje je prisutno. |
| (60, 70, 80) | Dobro | Blokovi elemenata sadrže nekoliko mikropukotina, vegetacija i procjeđivanje je u malom intenzitetu. |
| (70, 80, 90) | Prilično dobro | Most je u prilično dobrom stanju, pukotina skoro pa i nema, vegetacija i procjeđivanje je u vrlo malom intenzitetu. |
| (80, 90, 100) | Vrlo dobro | Na mostu se ne uočavaju pukotine, vegetacije i procjeđivanja skoro pa i nema, boja materijala malo tamnija. |
| (90, 100, 100) | Odlično | Most je u izvrsnom stanju. Nema nikakvih oštećenja, svi elementi su u izvrsnom stanju, nema raslinja i procjeđivanja. Boja materijala je u odličnom stanju. |

Tablica 3: Neizraziti setovi strukturalnih važnosti elemenata s lingvističkim vrijednostima

| Neizraziti set | Lingvistička vrijednost |
|-------------------|-------------------------|
| (0, 0, 0,25) | Ekstremno loše |
| (0, 0,25, 0,5) | Vrlo loše |
| (0,25, 0,5, 0,75) | Loše |
| (0,5, 0,75, 1) | Srednje dobro |
| (0,75, 1, 1) | Dobro |

Vrijednosti IPSPCM-a za sve mostove dane su u tablici 4. Prema priloženom u tablici, najmanju vrijednost ima most preko rječice Matice u Kokorićima, 38.59, a najveću Balački most u Vinalićima, 98.18. S obzirom na vizualnu inspekciju mostova dobivene vrijednosti su opravdane što je i potvrđeno ekspertnim mišljenjem o stanju mostova. U tablici je dana i usporedba ocjena mostova dobivenih modelom s procjenama koje je dao ekspert s višegodišnjim iskustvom u području mostova.

Tablica 4: Usporedba vrijednosti IPSPCM-a dobivenih modelom s vrijednostima danim ekspertnom procjenom

| Oznaka | Naziv mosta | IPSPCM | Ekspert |
|--------|-----------------------------------|----------|---------|
| A1 | Jovića most | 73,60171 | 75 |
| A2 | Most preko rječice Matice | 38,59362 | 40 |
| A3 | Most u Rastokama | 60,53167 | 60 |
| A4 | Most Brvina na rijeci Vrljici | 91,24867 | 95 |
| A5 | Most na Bublinu na rijeci Vrljici | 77,64051 | 80 |
| A6 | Zmijavački most na rijeci Vrljici | 80,13062 | 80 |
| A7 | Most na Suvaji/Karalipeov most | 80,31042 | 80 |
| A8 | Most Šumet nad kanalom Jaruga | 71,19911 | 70 |
| A9 | Most Jasenovac na Jarugi/Siji | 86,62116 | 90 |
| A10 | Most na Jarugi/Siji kod Mračaja | 72,24052 | 75 |
| A11 | Most kod kamenoloma "Lavčević | 80,91733 | 80 |
| A12 | Žrnovački most | 89,25399 | 90 |
| A13 | Most preko rijeke Jadro | 88,03461 | 90 |
| A14 | Most na ulazu u tvornicu "Majdan" | 79,17611 | 80 |
| A15 | Rera/Vetmin most | 73,87135 | 75 |
| A16 | Most na Grabu | 78,81673 | 80 |
| A17 | Most na Kosincu | 87,83348 | 90 |
| A18 | Most Blato na Cetini | 59,64867 | 60 |
| A19 | Pavića most | 98,1667 | 100 |
| A20 | Most na Panju | 98,16578 | 100 |
| A21 | Balački most | 98,18438 | 100 |

4. Zaključak

S obzirom na složenost problema procjene stanja povijesnih cestovnih mostova izvršena je sustavna analiza koja je rezultirala razvojem ekspertnog sustava. Predloženi model je alat za poboljšanje procjene stanja povijesnih cestovnih mostova. Provedba ekspertnog sustava, koristeći se predloženom metodologijom, omogućava uključivanje svih relevantnih stručnjaka u postupak ocjenjivanja te pruža preciznu i objektivnu procjenu stanja povijesnih cestovnih mostova. Za navedeni model koristio se postupak fuzzy logike, točnije FWGM pristup zasnovan na dobivanju ocjene mosta pomoću fuzzy geometrijske sredine i centroid metode. Svaki most procijenjen je vizualnom inspekcijom. Tako su dobivene ocjene komponenata (gornji ustroj, donji ustroj i oprema), kojima je tada dodijeljena relativna važnost metodom AHP te je zbroj ponderiranih ocjena komponenata dao konačnu ocjenu mosta iskazanu kao vrijednost indeksa HRBCAI. Rezultati dobiveni modelom uspoređeni su ocjenama mostova koje je dao stručnjak s višegodišnjim iskustvom u području mostova. Novoformirani ekspertni sustav prikupio je odgovarajuće podatke i znanja te pružio adekvatne rezultate. Dakle, predložena metodologija može biti korisna inženjerima i donositeljima odluka koji se bave upravljanjem raznih inženjerskih problema radi postizanja sustavne i prikladne prosudbe i dizajniranja. Predloženi sustav je funkcionalan, lako se može prilagoditi i primijeniti na druge probleme u inženjerstvu te se može nadograđivati po potrebi, pružajući objektivnost procjene, a time i osiguravajući i njezinu kvalitetu.

Literatura

- Dabous, S.A. (2008): "A decision support methodology for rehabilitation management of concrete bridges", Doktorska disertacija, Sveučilište Concordia, Montreal, Quebec, Kanada.
- Khorasani, E.S., Rahimi, S., Patel, P., Houle, D. (2011): CWJes: Implementation of an Expert System Shell for Computing with Words, Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, 33–39.
- Sasmal, S., Ramanjaneyulu, K. (2008): Condition evaluation of existing reinforced concrete bridges using fuzzy based analytic hierarchy approach, Expert Systems with Applications, 35(3), 1430-1443.
- Sasmal, S., Ramanjaneyulu, K., Gopalakrishnan, S., Lakshmanan, N. (2006): Fuzzy Logic Based Condition Rating of Existing Reinforced Concrete Bridges, Journal of Performance of Constructed Facilities, 20(3), 261-273, 2006.
- Saaty, T.L. (1980): "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, New York.
- Tee, A., Bowman, M., Sinha, K., (1988): "A Fuzzy Mathematical Approach for Bridge Condition Evaluation", Civil Engineering Systems, 5(1), 17-24.
- Wang, Y-M., Chin, K-S., Poon, G.K.K., Yang, J-B. (2009): Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean, Expert Systems with Applications, 36, 1195–1207.
- Yehia, S., Abudayyeh, O., Fazal, I., Randolph, D. (2008): "A decision support system for concrete bridge deck maintenance", Advances in Engineering Software, 39(3), 202-210.
- Zadeh, L.A. (1965): Fuzzy sets, Information and Control, 8, 338–353.

Abstract

An Expert System Based on Fuzzy Logic for Assessing the Condition of Historic Road Bridges

Bridges degrade over time due to traffic congestion, environmental impact, fatigue, etc. Historic road bridges in the Split-Dalmatia County suffer loads that were not foreseen in the design process and therefore it is necessary to approach a thorough review and analysis of their condition. Periodic field inspections involving visual assessment, non-destructive or partially destructive testing should be carried out to ensure continued safety and stability of bridges. Field inspections should decide on the selection of necessary activities such as repair, renovation, reinforcement or, if necessary, removal of a bridge, all with respect to their condition at the time of inspection. Condition assessment of a bridge is very important for bridge management system. It is based on data that often represents the subjective judgment and opinion of an expert. Therefore, the application of an artificial intelligence method, such as fuzzy logic, would be useful to address the issue of uncertainty and subjectivity in the condition assessment process. The aim of this paper is to develop a model for assessing the condition of historic road bridges based on expert judgment and fuzzy logic methodology. The result of the model is the Historic Road Bridge Condition Assessment Index (HRBCAI). The assessment begins with the evaluation of the bridge elements, giving their grades the crisp values. After that, the component ratings are calculated, and then ratings of bridges are defined. Analytical Hierarchy Process is used to compare the ratings of bridge components. The results of the proposed model are compared with the current (conventional) way of assessing the condition of the bridge by visual inspection.

Keywords: *AHP, expert system, fuzzy logic, HRBCAI, historic road bridges*

Utjecaj fragmentacije zemljišta u prostornom planiranju

Jelena Kilić Pamuković¹, Ljerka Vrdoljak², Ivana Racetin¹,
Katarina Rogulj¹

¹ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, Split, Republika Hrvatska, jkilić@gradst.hr; iracetin@gradst.hr; katarina.rogulj@gradst.hr

² Hrvatski hidrografski institut, Ul. Zrinsko Frankopanska 161, Split, Republika Hrvatska, ljerka.vrdoljak@hhi.hr

Sažetak

Iako je fragmentacija zemljišta globalni problem, uzroci njezinog nastanka su vezani uz različite zakonodavne, ekonomske i društvene procese. Uzimajući u obzir specifičnost njezinog nastanka, ona se ne može promatrati na globalnoj razini, već je za njeno razumijevanje kao i definiranje tehnika rješavanja potrebno provesti detaljne društvene i prostorne analize koje daju uvid o njenom povoljnom ili nepovoljnom utjecaju na djelatnost u pojedinom području. S obzirom na postojanje više različitih vrsta fragmentacije kao i činjenicu da su njene karakteristike često vezane za pojedino područje/državu, jako je teško definirati postupak procjene fragmentacije koji bi bio globalno primjenjiv. Različiti parametri utječu na različite vrste fragmentacije, a definicija tih parametara kao i princip određivanja je usko vezan uz prostornu i zakonodavnu specifičnost pojedinog područja. Proučavajući dostupnu znanstvenu i stručnu literaturu uočeno je da su se dosadašnji naponi u svrhu definiranja uzroka fragmentacije kao i njene procjene uglavnom odnosili na poljoprivredna područja. Problematika fragmentacije u urbanim sredinama zbog kompleksnosti kako na razini planiranja, tako i na razini njenog provođenja, još je uvijek manje zastupljena u literaturi. Uočena je također i višeznačnost definicije fragmentacije, kako urbanog tako i ruralnog područja, pri čemu se ona u radovima odnosi na različite prostorne fragmentacije. U radu će se definirati utjecaji fragmentacije na održiv prostorni razvoj kao i načini procjene fragmentacije u ovisnosti o zadaći za koju se određuje. Također će se dati pregled povijesnog razvoja definicije i načina određivanja fragmentacije zemljišta te smjernice budućeg razvoja.

Ključne riječi: *fragmentacija ruralnog zemljišta, fragmentacija urbanog zemljišta, prostorno planiranje*

1. Uvod

Fragmentacija zemljišta jedna je od glavnih problema kako u ruralnom, tako i u urbanom području koja predstavlja značajnu zapreku održivom razvoju prostora. Najučestalija definicija fragmentacije poljoprivrednog zemljišta u znanstvenim literaturama je opisana situacijom u kojoj je jedna farma sastavljena od većeg broja čestica koje su premale za njihovo racionalno iskorištavanje (Demetriou, 2014; Wan i Cheng, 2001; Blarel i drugi, 1992; Schultz, 1953). King i Burton (1982) i McPherson (1982) uz ovu definiciju, fragmentaciju opisuju i kao situaciju kada je poljoprivredna imovina jednog vlasnika podijeljena u više prostorno odvojenih čestica zemljišta. Ova problematika je dodatno zakomplicirana činjenicom da se obje situacije fragmentacije zemljišta često pojavljuju istodobno i na istom prostoru što postavlja i veće zahtjeve na tehnikama za njihovo rješavanje. Iako se ove dvije definicije uvelike razlikuju, u smislu imena, stručna i znanstvena literatura nije postavila razliku između njih stoga ih autori često koriste ne detaljizirajući problem na koji se odnose. Van Dijk (2004) se u svome radu upravo bavio višeznačnošću definicije fragmentacija zemljišta. Fragmentaciju zemljišta je definirao kroz četiri problema: fragmentacija vlasništva, korištenja zemljišta, unutarnja fragmentacija

i fragmentacija koja se događa radi nepodudarnosti između vlasništva i korištenja pojedinih čestica.

Ovim definicije fragmentacije nisu obuhvatile problematike fragmentacije imovine pojedinog vlasnika, kao i fragmentacije korištenja zemljišta (čestice na istom području se međusobno razlikuju po njihovoj namjeni). Aasmäe i Maasikamäe (2014) u svom radu su proširili pojam unutarnje fragmentacije zemljišta koji je definirao van Dijk (2004) te su uz područje koje je podijeljeno u zasebne čestice definirali i problematiku područja koje je sastavljeno od različitih vrsta čestica zemljišta.

Demetriou (2014) navodi da se Zapadna Europa bavila drugim i trećim tipom fragmentacije, dok su ostala dva karakteristična za Središnju Europu. Upravo se van Dijk (2003) u svome radu bavio problematikom fragmentacije u Središnjoj Europi te je definirao glavni uzrok usitnjenosti zemljišta kroz procese privatizacije nakon tranzicije iz komunističkog u demokratski politički sustav.

Foški (2017) u svojoj disertaciji pojam fragmentacija zemljišta je koristila za problematiku usitnjenosti veće cjeline na dva ili više manja dijela, dok je pojam

disperzija čestica koristila za raspršenost parcela po prostoru. Izuzetno važna za poljoprivredu i u znanstvenim radovima najviše zastupljena raspršenost u prostoru je vlasnička raspršenost čestica, odnosno prostorna raspršenost čestica koje pripadaju istom vlasniku.

Fragmentaciju zemljišta karakteriziraju male, vrlo često nepravilne čestice koje djeluju nepogodno na poljoprivrednu proizvodnju, ograničenja poljoprivrednika da moderniziraju i racionaliziraju proizvodnju uvođenjem novih poljoprivrednih tehnika kao što su strojevi i sustavi navodnjavanja te nepovoljni ekonomski učinci koji utječu na realizaciju projekata u prostoru. Nedostatak pristupnih cesta, prostorno udaljeni poljoprivredni usjevi (disperzija čestica) te neekonomičan rad poljoprivrednih strojeva na malim česticama posebno negativan utjecaj imaju na rast troškova transporta i proizvodnje što rezultira manjih prihodima (Demetriou, 2014). Osim ekonomskih utjecaja, fragmentacija ima negativan učinak i u društvenom aspektu jer ne stvara jednake uvjete poljoprivredne proizvodnje za sve poljoprivrednike. Jednako tako, problemi socijalne napetosti uzrokuju sporove oko vlasništva koji često rezultiraju još većom usitnjenosti zemljišta.

Iako je fragmentacija zemljišta globalni problem, uzroci njezinog nastanka su vezani uz različite zakonodavne, ekonomske i društvene procese. S obzirom na specifičnost njezinog nastanka, ona se ne može promatrati na globalnoj razini, već je za njeno razumijevanje kao i definiranje tehnika rješavanja potrebno provesti detaljne društvene i prostorne analize kao i SWOT analize koje daju uvid o njenom povoljnom ili nepovoljnom utjecaju na pojedinu poljoprivrednu djelatnost u pojedinom području.

Vlasnička raspršenost čestica (disperzija parcela) uglavnom ima negativan učinak u poljoprivredi (Kiplimo i Ngeno, 2016; Demetriou, 2014; Wong i Geronimo, 1983; Kopeva i drugi, 2002; Niroula i Thapa, 2005) što je navedeno u dosadašnjem dijelu teksta, no neki autori u svojim radovima nisu pronašli njezin negativan utjecaj (Wu i drugi, 2005; Corral i drugi, 2011). Corral i drugi u svom radu navode prednosti disperzije čestica kod usjeva koji su raspoređeni između različitih mjesta na različitim visinama radi vremenske razlike u njihovom sazrijevanju. Osim što raspršenost čestica u ovom slučaju daje mogućnost produžene berbe čime se osobito kod obiteljske proizvodnje smanjuje potreba za dodatnom radnom snagom, prednost se također može očitovati i u raznolikosti proizvodnje zbog različitih tipova tla, a sve navedeno smanjuje rizik od klimatskih i prirodnih katastrofa uslijed oluja, mraza, poplava, požara, kao i uslijed raznih bolesti usjeva (Demetriou, 2014; Tan i drugi, 2006; Van Hung i drugi, 2007). Na kraju se može zaključiti da nije moguće donijeti generalni pozitivni ili negativni stav oko utjecaja disperzije čestice na poljoprivrednu proizvodnju te da planove okrupnjavanja zemljišta treba donositi u odnosu na pojedinu područje te stavove samim poljoprivrednika kao korisnika tog zemljišta.

Fragmentacija urbanog područja, jednako kao i fragmentacija ruralnog područja, predstavlja veliku pre-

preku održivom razvoju prostora. Osim velikog broja često nepravilnih čestica na području na kojem se planira prostorni zahvat, osnovnu prepreku predstavlja velik broj različitih vlasnika kako na cijelom prostoru, tako i na pojedinačnim katastarskim česticama. Proučavajući dostupnu znanstvenu i stručnu literaturu uočeno je da su se dosadašnji naponi u svrhu definiranja uzroka fragmentacije kao i njene procjene uglavnom odnosili na poljoprivredna područja. Komasaciju kao alat suzbijanja fragmentacije zemljišta je prilično jednostavno provesti u ruralnim sredinama jer je njena svrha homogeniziran prostorni ustroj čestica zemljišta istog vlasnika u cilju postizanja produktivnije poljoprivredne proizvodnje. S druge strane, problematika fragmentacije u urbanim sredinama zbog kompleksnosti kako na razini planiranja, tako i na razini njenog provođenja, još je uvijek manje zastupljena kao predmet znanstvenog i stručnog istraživanja. Uočena je također i višeznačnost definicije fragmentacije urbanog područja pri čemu se ona u radovima odnosi na različite prostorne fragmentacije.

2. Indeksi fragmentacije

U nastavku je dan pregled znanstvene i stručne literature iz područja definicije indeksa fragmentacije poljoprivrednog i urbanog zemljišta.

2.1. Indeks fragmentacije poljoprivrednog zemljišta

S obzirom na postojanje više različitih vrsta fragmentacije kao i činjenicu da su njene karakteristike često vezane za pojedinu područje/državu, jako je teško definirati postupak procjene fragmentacije koji bi bio globalno primjenjiv. Različiti parametri utječu na različite vrste fragmentacije, a definicija tih parametara kao i princip određivanja je usko vezan uz prostornu i zakonodavnu specifičnost pojedinog područja. King i Burton (1982) su u svom radu definirali nekoliko relevantnih parametara koji definiraju fragmentaciju: ukupna površina pojedinog vlasnika, broj čestica pojedinog vlasnika, veličina svake pojedine čestice, oblik svake čestice, prostorna raspodjela čestica te površina distribucijskog područja čestica. Demetriou i drugi (2012) su definirali i dodatne parametre s obzirom na područje na kojem su vršili istraživanje. Zaključili su da bi se na Cipru trebali uzeti u obzir i nedostatak pristupnih cesta za pojedine čestice te problematiku vlasničkih prava na česticama. Sukladno problematici vlasničkih odnosa na česticama na Cipru, autori su razlikovali zajedničko vlasništvo, engl. *shared ownership* (više vlasnika polaže pravo na nekretninu u nedjeljivim postocima) i suvlasništvo, engl. *dual* ili *multiple ownership* (više vlasnika posjeduje nekretninu u točno definiranim udjelima, odnosno zemljište je u vlasništvu jednog, stabla u vlasništvu drugog i/ili voda u vlasništvu trećeg zemljoposjednika) (Demetriou, 2013).

Shuhao (2005) je u svojoj disertaciji odredio razliku između određivanja fragmentacije iz pojedinačnih varijabli (čime je moguće definirati pojedinu vrstu

fragmentacije koja može biti prostorna, vlasnička, namjenska, ...) te određivanja fragmentacije iz više varijabli. Naveo je kako je Rembold (2004) računao fragmentaciju pomoću jedne varijable (jednodimenzionalna fragmentacija zemljišta). Definirao je broj vlasnika zemljišta u području promatranja, broj korisnika zemljišta u području promatranja te broj koji je dobio preklapanjem ta dva parametra (broj vlasnika koji su ujedno i korisnici zemljišta). Očigledno je da manji broj vlasnika koji su i korisnici zemljišta označava veću fragmentaciju, odnosno veći broj označava manju fragmentaciju.

Dovring i Dovring (1960) s druge strane su definirali fragmentaciju brojem čestica od kojih je sastavljena neka veća cjelina te su odredili kako fragmentacija postoji ukoliko je prosječna veličina parcele na nekom području manja od 1 hektra zemlje.

Procjena fragmentacija zemljišta pomoću jedne varijable pokazuje značajne nedostatke. Navedene procjene daju uvid samo u jedan segment fragmentacije na osnovu kojeg se ne može donijeti sveobuhvatna ocjena od fragmentaciji zemljišnih čestica. Iz tog razloga, mnogi autori su istraživali mogućnost određivanja indeksa fragmentacije uzimajući u obzir više različitih parametara. Jedan od najpoznatijih indeksa, koji se još i danas često koristi, je razvio Simmons te ga je predstavio u svom radu 1964. godine. Nazvan je upravo po njemu Simmons-ov indeks (SI), a uzima u obzir dva parametra čiji je odnos iskazan formulom (preko Foški, 2017):

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n A_i^2}{(\sum_{i=1}^n A_i)^2} \quad (1)$$

gdje je n broj čestica koje pripadaju određenom posjedu, A je površina svake čestice koja pripada odre-

denom posjedu, a $\sum_{i=1}^n A_i$ ukupna površina svih čestica koje pripadaju određenom posjedu. Indeks fragmentacije (SI) može poprimiti vrijednost 0-1, gdje 1 označava gospodarstvo koje se sastoji od samo jedne čestice, a vrijednosti blizu 0 označavaju visoki stupanj fragmentacije. Ovaj indeks međutim ne uzima u obzir disperziju čestica, oblik čestica, namjenu čestica, ukupnu površinu područja kojem pripada pojedino gospodarstvo te pristupne ceste za svaku pojedinu česticu.

Drugi jednako poznat i korišten indeks fragmentacije je definirao Januszewski koji je nazvan po njemu Januszewski indeks te je određen formulom (Januszewski, 1968):

$$JI = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{A_i}} \quad (2)$$

gdje je n broj čestica koje pripadaju određenom posjedu, a A je površina svake čestice. Indeks fragmentacije (JI) također poprima vrijednost 0-1, gdje 1 označava gospodarstvo koje se sastoji od samo jedne čestice, a vrijednosti blizu 0 označavaju visoki stupanj fragmentacije. Januszewski indeks ima jednake nedostatke kao i indeks koji je definirao Simmons, a njima je iskazan samo odnos površina pojedinih čestica u odnosu na ukupnu površinu gospodarstva.

Foški (2017) je u svojoj disertaciji navela treći indeks, Gosar indeks (GI), koji je nastao kao poboljšanje Januszewski indeksa uzimajući u obzir udaljenost od središta farme do svake čestice (Gosar, 1978):

$$GI = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \sqrt{A_i}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{A_i}} \quad (3)$$

gdje je n broj čestica koje pripadaju određenom gospodarstvu, A je površina svake čestice, a R_i je zbroj udaljenosti pojedinačnih čestica od središta gospodarstva. Ovaj indeks uzima u obzir disperziju parcela, no s njim također nisu zadovoljeni svi nedostaci koji su ustanovljeni kod definiranja Simmons-onovog i Januszewski indeksa.

Igbozurike (1974) je u svom radu predložio indeks fragmentacije koji se određuje iz dvije varijable, odnosno iz prosječne veličine čestice i udaljenosti između čestica. Indeks je nazvao Relativni indeks fragmentacije zemljišta, a iskazao ga je formulom:

$$P_i = \frac{(1/s) \times D_i}{100} \quad (4)$$

gdje je s srednja vrijednost izračunata iz svih čestica zemljišta koje pripadaju jednom zemljoposjedniku, D_i stvarna udaljenost koju zemljoposjednik prijeđe u jednom krugu da bi obišao sve čestice, a P_i indeks fragmentacije ($P_i=0$ označava posjed koji se sastoji od samo jedne čestice). Glavni nedostaci ovog indeksa su neprecizno definirana udaljenost (u opisu indeksa je definirana kao udaljenost koju zemljoposjednik prelazi u kružnom obilasku svih čestica, dok je u dijagramima prikazana kao zbroj individualnih povratnih putova između svih čestica), neuzimanje u obzir broja čestica te neujednačene mjerne jedinice (King i Burton, 1982).

Schmook (1976) je definirao indeks fragmentacije P_o kao omjer površine poligona koji opisuje sve čestice zemljišta pojedinog poljoprivrednoga gospodarstva i površine toga gospodarstva. Indeks je definiran formulom:

$$P_o = \frac{A_{pol}}{A} \quad (5)$$

gdje je A_o površina poligona koja opisuje poljoprivredno gospodarstvo, A ukupna površina tog gospodarstva, a P_o predstavlja indeks fragmentacije čija je vrijednost uvijek veća od 1, a njeno povećavanje označava i veću fragmentaciju zemljišta. Da bi se ovaj indeks mogao uspoređivati s prije navedenim indek-

sima fragmentacije, potrebno je provesti standardizaciju, odnosno normiranje njegovih vrijednosti na jediničnu duljinu.

Najveći iskorak u definiranju indeksa fragmentacije zemljišta je napravio Demetriou (2014) koji je jedan od najvažnijih doprinosa njegove disertacije. Iako se u početku razmatralo i uključivanje varijabli kao što su veličina gospodarstva i broj čestica po gospodarstvu, zbog uvjeta njihove neovisnosti i izbjegavanja dupliciranja, procjena fragmentacije zemljišta predloženim modelom LandFragmentS (Land Fragmentation System) je definirana pomoću 6 neovisnih varijabli: disperzija čestica, površina čestica, oblik čestice, pristup cesti, suvlasništvo i zajedničko vlasništvo.

Nakon definiranja metodologije evaluiranja varijabli, korištena je metoda jednostavnog zbrajanja težina (Simple Additive Weighting Method – SAW) za određivanje fragmentacije pojedinog vlasništva te fragmentacije zemljišta za cijelo područje istraživanja.

Indeks fragmentacije zemljišta pojedinog vlasništva se računa kao zbroj umnožaka pojedine varijable (kriterija) i težine definirane za nju:

gdje je f_{ij} vrijednost j -te varijable (kriterija) po i -toj varijanti (pojedinom vlasništvu), w_j težina pojedine

$$FI_i = \sum_{j=1}^m f_{ij} w_j \quad (6)$$

varijable, m je broj pojedinih varijabli, a LFI_i je indeks fragmentacije pojedinog vlasništva.

S obzirom na princip definiranja vrijednosti varijabli u rasponu od 0 do 1, indeks fragmentacije pojedinog vlasništva je također definiran u jednakom rasponu, gdje vrijednost 1 predstavlja vlasništvo koje nije fragmentirano ili najbolje varijantno rješenje, a vrijednost 0 predstavlja jako visoki stupanj fragmentacije vlasništva ili najgore varijantno rješenje. Težine su dodijeljene jednostavnom metodom koju je autor nazvao kvalitativno ocjenjivanje (eng. qualitative rating).

Globalni indeks fragmentacije za cijelo područje istraživanja (global land fragmentation index - GLFI), temeljem izračunatih indeksa fragmentacije pojedinog vlasništva, je tada izračunat prema formuli:

$$GLFI_i = \frac{\sum_{i=1}^n LFI_i}{n} \quad (7)$$

gdje je LFI_i indeks fragmentacije zemljišta po pojedinoj varijanti/vlasništvu, a n je broj varijantnih rješenja.

Donositelj odluka može na temelju rezultata usporediti indekse fragmentacija zemljišta i procijeniti osjetljivost svakog kriterija na temelju promjene težina.

2.2. Indeksi fragmentacije urbanog zemljišta

Dosadašnja istraživanja su se uglavnom odnosila na proučavanje utjecaja urbanizacije u svrhu zaštite

ekosustava i gradskih krajobraza. Ovom vrstom fragmentacije su se bavili: McGarigal i Marks (1995), Romano (2002), Hidding i Teunissen (2002), Li i drugi (2010), Angel i drugi (2012), York i drugi (2011), Wu i drugi (2011), Garcia i drugi (2013), Assar Khaniki i drugi (2015), Barau (2015) i Sapena i Ruiz (2015).

Wei i Zhang (2012) u svom radu su definirali fragmentaciju urbanog zemljišta kao proces kojim su čestice zemljišta prema njihovoj namjeni prostorno disperzirane u toj mjeri da stvaraju ozbiljnu prepreku optimalnoj funkcionalnosti prostora. Kao glavne uzročnike fragmentacije zemljišta navode rascjepkanost građevinskog zemljišta zbog decentraliziranog urbanog razvoja, prostornu heterogenost čestica prema njihovoj namjeni i jako razvijenu prometnu infrastrukturu.

Irwin i Bockstael (2007) su analizirali fragmentaciju korištenja zemljišta tokom vremena na temelju 6 identificiranih elemenata kojima su odvojeno definirane različite dimenzije fragmentacije: gustoća fragmenata zemljišta, srednja veličina fragmenata, srednji omjer opsega i površine fragmenata, omjer ukupne duljine između razvijenih i nerazvijenih fragmenata zemljišta i ukupne duljine između fragmenata iste namjene, normiranje na jediničnu duljinu omjera ukupne duljine između razvijenih i nerazvijenih fragmenata zemljišta i ukupne duljine između fragmenata iste namjene i srednja vrijednost disperzije razvijenih i nerazvijenih fragmenata na pojedinom području.

Guastella i Pareglio (2016) u svom radu su provodili empirijsku analizu je li morfološki karakter kompaktnog grada povezan sa stupnjem urbane fragmentacije korištenja zemljišta, oslanjajući se također na raspravu o ekološkim i sociološkim posljedicama morfoloških segmenata.

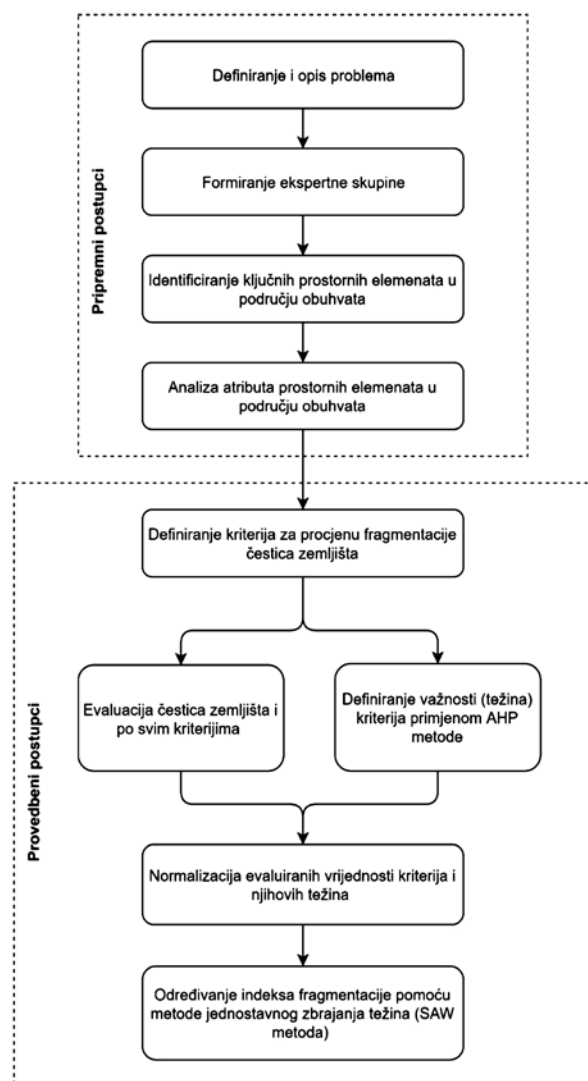
Donnelly i Evans (2008) su razvili metodu za kvantitativno opisivanje vlasničke fragmentacije zemljišta primjenom površinske mjere roditeljske i dječje parcele te su proučavali promjenu parcelacije zemljišta u vremenskom razdoblju od 70 godina u Monroe County, Indiana.

Angel i drugi (2012) analizirali su satelitske snimke u periodu od 1990. do 2000. u cilju procjene fragmentacije urbanog područja na temelju površina otvorenog prostora i urbanog krajolika naspram površine izgrađenog područja. Huang i drugi (2007) su također analizirali satelitske snimke u cilju definiranja parametara koji utječu na oblik neke urbane sredine kao što su kompaktnost, složenost, gustoća, pravilnost te su radili usporedbu svjetskih metropola prema navedenim elementima. You (2016) je u svom radu analizirao satelitske snimke u periodu od 1994. do 2013. u cilju definiranja korelacije fragmentacije zemljišta s ekonomskom tranzicijom u Šangaju, Kina.

Može se zaključiti da se većina dosadašnjih istraživanja urbane fragmentacije zemljišta odnosila na fragmentaciju namjene zemljišta, odnosno na odnos izgrađenih područja grada naspram otvorenog prostora u svrhu definiranja ekonomskih, socioloških i/ili ekoloških učinaka na ustroj prostora.

Iz svega navedenog proizašla je potreba definiranja

indeksa fragmentacije koji će dati sveukupnu sliku fragmentacije urbanog prostora kao bitnog faktora prilikom urbanog razvoja i obnove prostora. Kilić i drugi (2019) su predložili jedinstvenu metodologiju za procjenu indeksa fragmentacije u održivom planiranju urbanog razvoja i obnove. Na slici jedan je prikazan dijagram toka modela procjene fragmentacije čestica zemljišta. Cijeli proces je podijeljen na pripremne i provedbene postupke. Osnovni cilj je odabir kriterija indeksa fragmentacije te metoda za evaluaciju čestica zemljišta po njima. Po prvi puta je predstavljen više parametarski indeks fragmentacije urbanog prostora s detaljnom definicijom za planiranje razvoja i obnove urbanog prostora. Metodologija se temelji na uporabi metoda višekriterijalne analize i ekspertnog sustava fuzzy logike kojima je omogućena praktičnost izračuna te uključenost eksperata iz područja istraživanja u proces donošenja odluka. Indeks fragmentacije je definiran na temelju četiri kriterija: površinski udio čestice zemljišta u ukupnoj površini privatnog zemljišta, broj susjednih privatnih čestica zemljišta, vlasnička fragmentacije čestice zemljišta i nagib čestice zemljišta.



Slika 1: Dijagram toka modela procjene fragmentacije čestica zemljišta

3. Zaključak

Fragmentacija zemljišta ima podjednako negativan učinak na razvoj kako ruralnog, tako i urbanog prostora. Definicija fragmentacije za ruralni prostor kao i izbor metodologije za njenu procjenu razvijali su se kroz povijest, a smjer razvoja se kretao od jedno parametarske procjene do sučeljavanja više parametara koji su naočigled neusporedivi i često konfliktni. Osim izbora više parametara/kriterija u cilju što detaljnijeg opisa i izračuna fragmentacije, vrlo važno je izabrati i adekvatnu metodologiju kojom će se zadovoljiti svi postavljeni zahtjevi. S druge strane, razvoj definicije fragmentacije urbanog područja ne kreće se prema istom cilju kao što je to slučaj za ruralno područje (optimizacija poljoprivredne proizvodnje). Iako su se mnogi autori bavili njegovom definicijom, zbog različitih aspekata problematike, još uvijek su očigledni nedostaci u primjeni postojećih modela, ili eventualno njihovoj modifikaciji u cilju prilagodbe specifičnoj zadaći. Prostora za buduća istraživanja ima, a cilj autora je prijedlog modela koji će omogućiti jednostavnu modifikaciju postojećih parametara uz istovremeno uključivanje više skupina dionika (eksperti iz područja istraživanja, predstavnici lokalne samouprave, građani, ...) sa specifičnim zahtjevima u proces donošenja odluka, a poradi povećanja transparentnosti i jednostavnosti cijelog postupka.

Literatura

Aasmäe, K., Maasikamäe, S. (2014): Internal fragmentation of agricultural parcels. *Research for rural development 2*: 278–282.

Angel, S., Parent, J., Civco, D. L. (2012): The fragmentation of urban landscapes: global evidence of a key attribute of the spatial structure of cities, 1990-2000. *Environment and Urbanization 24*, 249-283.

Assar Khaniki, Z., Darabi, H., Irani-Behbahani, H. (2015): Integrated Analysis of Urban Landscape Fragmentation (Case Study: Historical - Religious City of Ray). *International Journal of Environmental Research*, 9 (2), 511-522.

Barau, A. S. (2015): Measurement of rapid landscape fragmentation in Iskandar Malaysia. PhD thesis, Universiti Teknologi Malaysia, Faculty of Built Environment.

Blarel, B., Hazell, P., Place, F., Quiggin, J. (1992): The economics of farm fragmentation: Evidence from Ghana and Rwanda. *World Bank Econ. Rev.*, 6, 233–254.

del Corral, J., Perez, J. A., Roibas, D. (2011): The impact of land fragmentation on milk production. *Journal of Dairy Science 94* (1), 517-525.

Demetriou, D. (2014): The Development of an Integrated Planning and Decision Support System (IPDSS) for Land Consolidation. Doctoral Thesis. University of Leeds, UK.

Demetriou, D., Stillwell, J., See, L. (2012): Land consolidation in Cyprus: Why is an integrated planning and

- decision support system required?. *Land Use Policy*, 29 (1), 131–142.
- Demetriou, D., Stillwell, J., See, L. (2013): A new methodology for measuring land fragmentation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, 71–80.
- Donnelly, S., Evans, T. P. (2008): Characterizing spatial patterns of land ownership at the parcel level in south-central Indiana, 1928–1997. *Landscape and Urban Planning*, 84, 230–240.
- Dovring, F., Dovring, K. (1960): *Land and Labor in Europe in 1900–1950*. The Hague: Martinus Nyhoff.
- Foški, M. (2017): Določanje parcelnih vzorcev in analiza njihovega spreminjanja v slovenskem podeželskem prostoru (engl. Determination of Plot Patterns and Their Changes in Slovenian Rural Areas): Doctoral dissertation. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Garcia, D. A., Bruschia, D., Cinquepalmib, F., Cumoa, F. (2013): An Estimation of Urban Fragmentation of Natural Habitats: Case Studies of the 24 Italian National Parks. *Chemical Engineering Transactions*, 32, 49–54.
- Gosar, L. (1978): Prispevek k preučevanju razdrobljenosti posesti. *Geografski vestnik*, Ljubljana, 95–112.
- Guastella, G., Pareglio, S. (2016): Urban spatial structure and land use fragmentation: the case of Milan FUA. *Aestimum* 69, 153–164.
- Hidding, M. C., and A. T. J. Teunissen (2002): Beyond fragmentation: New concepts for urban–rural development. *Landscape and Urban Planning* 58 (2–4):297–308.
- Igbozurike, M. (1974): Vegetation burning and forest reservation in a segment of the forest–savanna Mosaic of Nigeria: A preliminary investigation. *Landscape Planning*, 1, 81–103.
- Irwin, E. G., Bockstael, N. E. (2007): The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (52), 20672–20677.
- Januszewski, J. (1968): Index of land consolidation as a criterion of the degree of concentration. *Geographia Polonica*, 14, 291–296.
- King, R. L., Burton, S. P. (1982): Land fragmentation: notes on a fundamental rural spatial problem. *Progress in Human Geography*, 6, 475–94.
- Kilić, J.; Jajac, N.; Rogulj, K.; Mastelić-Ivić, S. (2019): Assessing Land Fragmentation in Planning Sustainable Urban Renewal. *Sustainability*, 11, 2576
- Kiplimo L. B., Ngeno V. (2016): Understanding the Effect of Land Fragmentation on Farm Level Efficiency: An Application of Quantile Regression-Based Thick Frontier Approach to Maize Production in Kenya. 5th International Conference of AAAE. 23–26 September – United Nations Conference Center, Addis Ababa, Ethiopia.
- Kopeva, D., Noev, N., Evtimov, V. (2002): Land fragmentation and land consolidation in the agricultural sector: A case study from Bulgaria. *International symposium on "Land fragmentation and land consolidation in ceec: a gate towards sustainable rural development in the new millenium"*. FAO, GTZ, FIG, Arge Landentwicklung and Technische, Universität München, 25–28 February 2002.
- Li, T., Shilling, F., Thorne, J., Li, F., Schott, H., Boynton, R., Berry, A. M. (2010): Fragmentation of China's landscape by roads and urban areas. *Landscape Ecology*, 25 (6), 839–853.
- McGarigal, K., Marks, B. J. (1995): FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- McPherson, M. F. (1982): Land fragmentation: a selected literature review. *Development Discussion Paper*, 141. Harvard Institute for International Development, Harvard University.
- Niroula, G. S., Thapa, G. B. (2005): Impacts and causes of land fragmentation, and lessons learned from land consolidation in South Asia. *Land Use Policy*, 22, 358–372.
- Rembold, F. (2004): Land fragmentation and its impact in Central and Eastern European countries and the Commonwealth of independent states. *Land Reform, Land Settlement and Cooperatives*, 83–88.
- Romano, B. (2002): Evaluation of urban fragmentation in the ecosystems. *Proceedings of International Conference on Mountain Environment and Development (ICMED)*, Oct 15 - 19, Chengdu, China.
- Sapena, M., Ruiz, L. A. (2015): Descripción y cálculo de índices de fragmentación urbana: Herramienta IndiFrag. *Revista de teledetección: Revista de la Asociación Española de Teledetección*, 43, 77–90.
- Schultz, T. W. (1953): *The Economic Organization of Agriculture*. New York: McGraw Hill.
- Schmook, G. Jr. (1976): The spontaneous evolution from farming on scattered strips to farming in severalty in Flanders between the sixteenth and twentieth centuries: A quantitative approach to the study of farm fragmentation, In R. H. Buchanan, R. A. Butlin, & D. McCourt (Eds.), *Fields, farms and settlement in Europe*, Ulster Folk and Transport Museum, Belfast, 107–117.
- Shuhao, T. (2005): Land fragmentation and rice production: a case study of small farms in Jiangxi Province, P.R. China. PhD thesis, Wageningen University.
- Simmons, A. J. (1964): An index of farm structure, with a Nottinghamshire example. *East Midlands Geographer*, 3, 255–261.
- Tan, S., Heerink, N., Qu, F. (2006): Land fragmentation and its driving forces in China. *Land Use Policy*, 23 (3), 272–285.
- van Dijk, T. (2003): Dealing with Central European land fragmentation. Delft: Eburon.
- van Dijk, T. (2004): Land consolidation as Central Europe's Panacea reassessed. In: *Proceedings of Symposium on Modern Land Consolidation*, September 10–11, Volvic (Clermont-Ferrand), France.

- Van Hung, P., MacAulay, G., Marsh, S. (2007): The economics of land fragmentation in the North Vietnam. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 51, 195–211.
- Wan, G. H., Cheng, E. (2001): Effects of land fragmentation and returns to scale in the Chinese farming sector. *Appl. Econ.*, 33, 183–194.
- Wei, Y., Zhang, Z. (2012): Assessing the fragmentation of construction land in urban areas: An index method and case study in Shunde, China. *Land Use Policy*, 29, 417–428.
- Wong, S. T., Geronimo, E. D. R. (1983): Determinants and impact of Rice farm fragmentation in Ilocos region. Philippines HSD monograph No. 4. Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Wu, Z., Liu, M., Davis, J. (2005): Land consolidation and productivity in Chinese household crop production. *China Econ. Rev.*, 16, 28–49.
- York, A. M., Shrestha, M., Boone, C. G., Zhang, S., Harrington, J. A., Prebyl, T. J., Swann, A., Agar, M., Antolin, M. F., Nolen, B., Wright, J. B., Skaggs, R. (2011): Land fragmentation under rapid urbanization: a cross-site analysis of Southwestern cities. *Urban Ecosystems*, 14, 429–455.
- You, H. (2016): Quantifying Urban Fragmentation under Economic Transition in Shanghai City, China. *Sustainability*, 8 (1), 1-12.

Abstract

The Impact of Land Fragmentation in Spatial Planning

Although land fragmentation is a global problem, the causes of its emergence are related to various legislative, economic and social processes. Taking into account the specificity of its origin, it cannot be observed on a global level, but for its understanding and definition of solving techniques it is necessary to conduct detailed social and spatial analyzes that provide insight into its favorable or unfavorable impact on activities in each area. Given the existence of several different types of fragmentation as well as the fact that its characteristics are often area-/country-specific, it is very difficult to define a fragmentation assessment procedure that would be globally applicable. Different parameters affect different types of fragmentation, and the definition of these parameters as well as the principle of determination is closely related to the spatial and legislative specificity of each area. Studying the available scientific and professional literature, it was noticed that the efforts made so far to define the cause of fragmentation as well as its assessment were mainly related to agricultural areas. The issue of fragmentation in urban areas due to the complexity both at the level of planning and at the level of its implementation, is still less represented in the literature. The ambiguity of the definition of fragmentation, both urban and rural, was also noticed, and it refers to different spatial fragmentations. The paper will define the effects of fragmentation on sustainable spatial development as well as methods for its assessment depending on the task for which it is determined. An overview of the historical development of the definition and method of determining land fragmentation and guidelines for future development will also be provided.

Keywords: *fragmentation of urban land, fragmentation of rural land, spatial planning*

Računanje indeksa intenziteta zelenila na odabranim područjima grada Splita i usporedba s urbanim toplinskim otocima

Samanta Bačić¹, Tea Duplančić Leder¹

¹Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, Matice hrvatske 15, Split, Hrvatska, sbacic@gradst.hr, tleder@gradst.hr

Sažetak

Danas više od polovice svjetske populacije živi u urbanim područjima te se taj postotak svakodnevno povećava. Posljedično, gradovi postaju prenaseljeni i preizgrađeni, a broj zelenih površina u njima sve manji. Urbano zelenilo poboljšava različite aspekte života u gradovima, neophodno je za zdrav razvoj čovjeka i društva u cjelini. Zbog svojih višebrojnih funkcija i doprinosa, urbano zelenilo je jedno od značajnih rješenja ublažavanja klimatskih promjena. Tema ovog istraživanja je detekcija urbanog zelenila na području grada Splita. Odabrana su tri karakteristična područja, centar grada te gradsko i prigradsko naselje. Na osnovu terenskih opažanja i satelitskih snimaka na tim područjima izračunat je indeks intenziteta urbanog zelenila na temelju različitih faktora koji utječu na urbano zelenilo (klima, bioraznolikost, kvaliteta života i zraka te hidrologija). Količina zelenila na određenom području usko je povezana s klimatskim karakteristikama tog područja. Zbog nedostatka zelenila dolazi i do značajnog povećanja površinske temperature tla te nastaju urbani toplinski otoci. Stoga je u radu određen indeks intenziteta urbanog zelenila na odabranim područjima grada Splita i uspoređen je s površinskom temperaturom tla određenom na osnovu Landsat snimaka. Cilj je dokazati tvrdnju da urbano zelenilo može ublažiti globalne i klimatske promjene te tako poboljšati kvalitetu života u gradovima. Odnosno, dokazati da urbano zelenilo ima značajnu ulogu u smanjivanju površinske temperature tla te posljedično stvaranju urbanih toplinskih otoka.

Ključne riječi: indeks intenziteta urbanog zelenila, površinska temperatura tla, urbani toplinski otoci

1. Uvod

Danas 55% svjetske populacije živi u gradovima, a procjenjuje se da će se do 2050. godine ovaj broj povećati na 68% (UN, 2018). Svake godine sve više stanovništva seli iz ruralnih sredina u urbane te gradovi postaju prenaseljeni i preizgrađeni, a samim time broj zelenih površina u gradovima se smanjuje (Kemarau i Eboy, 2021). Ubrzana urbanizacija rezultira zagađenjem zraka i okoliša, potrošnjom resursa i energije te

različitim vrstama odlagališta otpada. Dolazi do gubitka urbanih zelenih područja i biološke raznolikosti unutar gradova (Haaland i van den Bosch, 2015). Zbog ozbiljnih prijetnji za okoliš, zagađenje zraka i klimatske promjene, poput povećanja temperature, potrebno je početi planski razvijati zelenu infrastrukturu u gradovima (Russo i Cirella, 2018). To predstavlja veliki izazov, ali je iznimno važno, zato što zelene



Slika 1: Temperature u gradu sa i bez zelenila (URL 1)

površine podržavaju prirodne i ekološke procese koji donese određene dobrobiti i ruralnoj i urbanoj sredini te kao takve su neophodne za zdrav razvoj čovjeka i društva u cjelini (Kondo i dr., 2018). Koliko je zelenilo u gradovima bitno može se zaključiti i na osnovu slike 1 gdje je prikazano kako zelenilo utječe na temperaturu, odnosno vidljivo je da je na područjima s manje zelenila temperatura viša, a na područjima

gdje ima više zelenila temperatura je niža.

Cilj ovog istraživanja je odrediti indeks intenziteta zelenila na tri odabrana područja u gradu Splitu te dokazati da urbano zelenilo ima značajnu ulogu u smanjivanju površinske temperature tla te poboljšavanju kvalitete života u gradovima.

2. Indeks intenziteta urbanog zelenila

Zelenilo u gradovima poboljšava život u gradu te je vrlo značajno i za sam grad i za ljude koji u njemu žive. Količina zelenila i značaj zelenila u gradovima može se odrediti na više različitih načina. Jedan od načina je pomoću računanja indeksa intenziteta urbanog zelenila kao što su to napravili na području Pariza Seidl i Saifane (2021). Indeks intenziteta urbanog zelenila na određenom području moguće je izračunati na osnovu različitih faktora koji utječu na zelenilo i njegovu količinu u urbanim područjima. U ovom slučaju indeks intenziteta izračunat je na osnovu pet faktora, a to su: klima, bioraznolikost, kvaliteta života, kvaliteta zraka i hidrologija. Ukupni indeks intenziteta urbanog zelenila izračuna se kao aritmetička sredina pet navedenih faktora, i to prema sljedećoj formuli (Seidl i Saifane, 2021):

$$I_{urb.zelenila} = \frac{I_{klima} + I_{bioraznolikost} + I_{kv.zivota} + I_{kv.zraka} + I_{hidrologija}}{5} \quad (1)$$

2.1. Klima

Vegetacija u gradovima ima puno veći značaj od estetike grada, ona uvelike utječe i na klimatske promjene u gradu (Seidl i Saifane, 2021). Stabla u gradovima stvaraju sjenu te tako ograničavaju zagrijavanje tla. Osim toga apsorbiraju i dio sunčeve radijacije te evapotranspiracijom povećavaju vlažnost zraka i tako snižavaju temperaturu u gradu (Bowler i dr., 2010). Nedostatak zelenila u gradovima uvelike utječe na klimatske promjene i povećanje temperature te je to jedan od razloga nastanka urbanih toplinskih otoka. Urbani toplinski otoci su dijelovi urbanih područja na kojima je temperatura zraka i tla znatno veća od okolnih područja (Duplančić Leder i dr., 2016). Zbog svega navedenog klima se smatra kao jedan od značajnijih faktora pri računanju indeksa zelenila te je potrebno izračunati indeks klime prema sljedećoj formuli koja je preuzeta od Seidla i Saifanea (2021) te je prilagođena za promatrano područje u ovom radu:

$$I_{klima} = \frac{A_{veg}}{A_{uk}} \quad (2)$$

Gdje je A_{veg} površina tla prekrivenog vegetacijom, u ovom slučaju su u obzir uzeta stabla i grmlje, a A_{uk} je površina ukupnog promatranog područja.

2.2. Bioraznolikost

Bioraznolikost opisuje raznolikost biljnog i životinjskog svijeta na planeti, a posebno značajna postaje nakon usvajanja konvencije o biološkoj raznolikosti u Rio de Janeiru 1992. godine. Jedan od glavnih ciljeva konvencije je očuvanje bioraznolikosti, definiranoj kao „sveukupnost svih živućih organizama koji su sastavni dijelovi kopnenih, morskih i drugih vodenih ekosustava i ekoloških kompleksa; te uključuje raznolikost unutar vrsta, između vrsta, te raznolikost iz-

među ekosustava“ (UN, 1992). Prema definiciji, možemo zaključiti da što je bioraznolikost veća i vrijednost ekosustava je veća. Stoga se doprinos urbanih zelenih područja bioraznolikosti može definirati kao broj biljnih vrsta na promatranom području podijeljen s ukupnim brojem biljaka, što je definirano formulom (Seidl i Saifane, 2021):

$$I_{bioraznolikost} = \frac{(n-1)}{\ln(N)} \quad (3)$$

Gdje n označava broj biljnih vrsta, a N ukupan broj biljaka na promatranom području.

2.3. Kvaliteta života

Osim što reguliraju klimu u gradovima, urbana zelenila područja imaju izravne zdravstvene beneficije te poboljšavaju kvalitetu života u gradovima. Ta područja za stanovnike gradova predstavljaju kontakt s prirodom, koji ima pozitivne učinke na mentalno zdravlje i dobrobit (Kondo i dr., 2018). Također, to su područja na kojima ljudi nerijetko obavljaju i tjelesnu aktivnost te tako potpomažu svom fizičkom zdravlju. Zelenilo u gradovima uvelike utječe na ublažavanje stresa i tjeskobe te poboljšava raspoloženje i samim time znatno utječe na kvalitetu života u gradu (Lee i dr., 2015). Urbano zelenilo potiče društveni razvoj na način da poboljšava samodisciplinu i samopouzdanje te smanjuje nasilje i tjelesne poremećaje i poremećaje u ponašanju (Diener, 1984). Utjecaj zelenila na kvalitetu života ovisi o svakom pojedincu, a to je subjektivan faktor kojeg nije lako procijeniti. Seidl i Saifane (2021) procijenili su taj utjecaj prema količini vidljivog zelenila, tj. na osnovu površine koju prekrivaju stabla, grmlje i travnjaci, a pri tome se smatra da stabla doprinose zelenoj površini dva puta više nego grmlje, a grmlje dva puta više nego travnjaci. Sve to je objedinjeno u sljedećoj formuli koja je prilagođena za promatrano područje u ovom radu:

$$I_{kv.života} = \frac{4*A_s+2*A_g+1*A_t}{A_{uk}} \quad (4)$$

Gdje A_{uk} predstavlja ukupnu površinu promatranog područja, A_s površinu prekrivenu stablima, A_g površinu prekrivenu grmljem i A_t površinu prekrivenu travnjacima.

2.4. Kvaliteta zraka

Urbano zelenilo može pozitivno utjecati na kvalitetu zraka u gradu. Vegetacija ima sposobnost filtriranja plinova i čestica u zraku te ulice s drvoredima imaju znatno manje čestica prašine nego ulice bez drvoreda (Klingberg i dr., 2017). Primjerice grane i lišće mogu zadržati čestice i apsorbirati zagađujuće plinove, a korijenje može eliminirati onečišćene tvari dovedene infiltracijom (Seidl i Saifane, 2021). Vegetacija ima pozitivnu ulogu na kvalitetu zraka, posebno lišće, te prema Seidlu i Saifaneu (2021) indeks kvalitete zraka računamo prema sljedećoj formuli:

$$I_{kv.zraka} = \frac{c_i*A_s}{A_{uk}} \quad (5)$$

Gdje je A_{uk} ukupna površina promatranog područja, A_s površina stabala, tj. krošnje drveća, a c_i predstavlja koeficijent onečišćenja koji je u ovom slučaju definiran kao 1.

2.5. Hidrologija

Urbanizacija negativno utječe na kružni tok vode između oceana, kontinenta i atmosfere. Jedna od

glavnih posljedica ubrzane urbanizacije je usporavanje otjecanja vode i posljedično nastanak poplava tijekom velikih kiša (Fletcher i dr., 2013). Prema Agenci za održivi razvoj do 2030. godine, najbolji način za upravljanje oborinskim vodama u gradovima je urbano zelenilo (UN, 2015). Zelena područja infiltriraju određenu količinu vode, a lišće može djelomično zadržati padaline i procesom evapotranspiracije dovesti vodu do atmosfere te na taj način pomažu pri smanjivanju mogućih poplava (Nowak i Dwyer, 2007). Prema Seidlu i Saifaneu (2021) potrebno je za urbano zelenilo identificirati sposobnost zadržavanja vode, infiltracije i evapotranspiracije te pomoću sljedeće formule izračunati indeks hidrologije:

$$I_{hidrologija} = \frac{(ET+S)*A_j+K*A_s}{A_{uk}} \quad (6)$$

Gdje je A_{uk} ukupna površina promatranog područja, A_s površina stabala, tj. krošnje drveća, A_j površina preostale vegetacije, ET je oznaka za evapotranspiraciju koja u prosjeku za Split iznosi 2,03 mm/d, S je zaliha vode u tlu, u prosjeku iznosi 1,02 mm/d, a K je hidraulička vodljivost koja za područje Splita (dominantno lapor ili fliš) prosječno iznosi 0,01 mm/d.

3. Područje istraživanja

Grad Split smješten je na jadranskoj obali u srednjoj Dalmaciji te je najveći grad u Dalmaciji i drugi po veličini u Hrvatskoj. Okružen je morem i otocima te okolnim planinama, a karakterizira ga mediteranska klima sa suhim i toplim ljetima te blagim i vlažnim zimama (Penzar i dr., 2001).



Slika 2: Područje istraživanja (URL 2)

Tablica 1: Subindeksi i indeks urbanog zelenila po odabranim područjima

| Područje | Iklima | Ibioraznolikost | Ikv.života | Ikv.zraka | Ihidrologija | Iurb.zelenila |
|----------|--------|-----------------|------------|-----------|--------------|---------------|
| Centar | 0,07 | 0,32 | 0,21 | 0,04 | 0,07 | 0,14 |
| Blatine | 0,29 | 0,28 | 1,02 | 0,24 | 0,18 | 0,40 |
| Stobreč | 0,29 | 0,35 | 0,89 | 0,19 | 0,32 | 0,41 |

U svrhu istraživanja u ovom radu odabrana su tri karakteristična područja na području grada Splita: centar grada te gradsko i prigradsko naselje (Slika 2). U centru grada odabrano je šire područje Dioklecijanove palače površine 197 375 m², za gradsko naselje odabrano je kotar Blatine površine 230 723 m², a za prigradsko naselje na poluotoku u Stobreču s površinom 54 553 m².

4. Rezultati

Na osnovu prethodno definiranih faktora koji utječu na zelenilo, izračunat je indeks intenziteta urbanog zelenila na tri odabrana područja grada Splita (Slika 2). Rezultati su prikazani u tablici 1, a iz dobivenih je rezultata vidljivo da je najmanji indeks intenziteta urbanog zelenila u centru Splita, gdje i ima najmanje zelenila, oko 7%. Indeks intenziteta zelenila na Blatinama i u Stobreču je otprilike jednak. Takav rezultat je očekivan, s obzirom da su Blatine jedan od kotara Splita u kojem ima nešto više zelenila, otprilike 30%, dok na odabranom prigradskom naselju Stobreča ima otprilike 29% zelenila. No, treba uzeti u obzir da je odabrano područje u Stobreču samo dio naselja Stobreč, koji su gušće naseljeni i više izgrađeni od okolnog područja.

5. Usporedba s urbanim toplinskim otocima i temperaturom tla

Kao što je spomenuto u prethodnim poglavljima zelenilo utječe na površinsku temperaturu tla te posljedično na stvaranje urbanih toplinskih otoka, di-

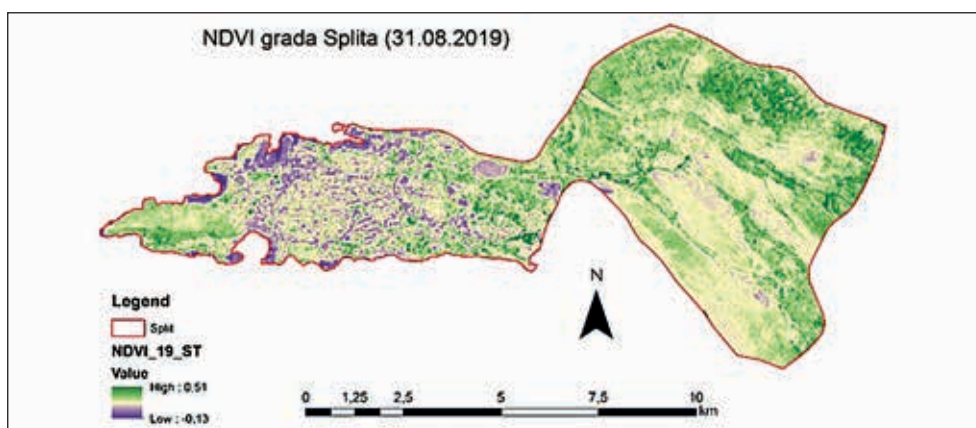
jelova urbanih područja na kojima je temperatura znatno veća od okolnih područja (Duplančić Leder i dr., 2016). Na slici 3 prikazan je vegetacijski indeks normalizirane razlike (NDVI) koji prikazuje količinu i zdravlje vegetacije na području Splita na dan 31. kolovoza 2019. godine. Na slici 4 prikazana je površinska temperatura tla za isto područje i isti dan, koji je bio jedan od najtoplijih dana. Vidljivo je da je temperatura znatno niža na zelenim površinama, a da u urbanim područjima doseže velike vrijednosti. Slike dokazuju da vegetacija, odnosno zelenilo smanjuju površinsku temperaturu tla u gradovima te da ublažavaju efekte urbanih toplinskih otoka.

6. Zaključak

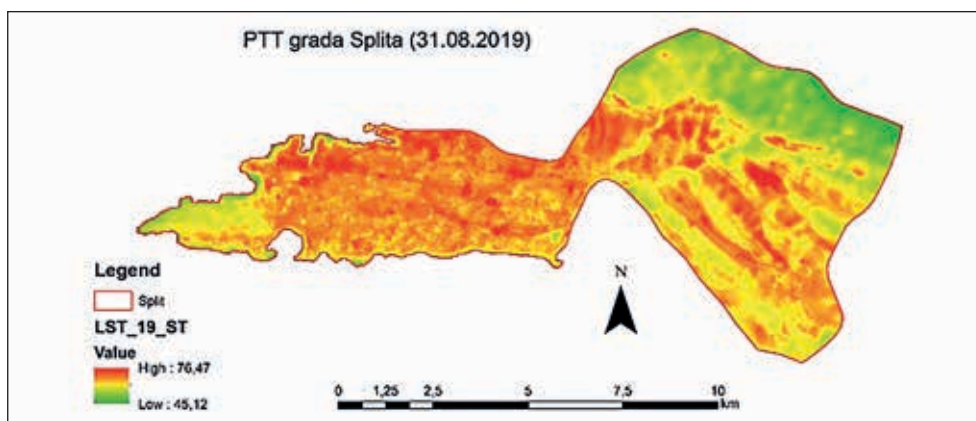
Urbanizacija i razvoj industrije negativno utječu na okoliš, svake godine se atmosfera sve više i više zagrijava, a klima se mijenja te se stvaraju nepovoljni uvjeti za život. Sve to zahtijeva da se urbano zelenilo u gradovima počne planski razvijati i postane važan faktor i sastavni dio strukture grada (Russo i Cirella, 2018).

Usporedbom različitih područja grada Splita dokazano je kako je na područjima s više zelenila i blizinom vodenih površina, površinska temperatura tla manja, te su uvjeti pogodniji za kvalitetniji i zdraviji život. Dok se na područjima s manje zelenila površinska temperatura tla povećava, te posljedično nastaju urbani toplinski otoci. Na osnovu provedenog istraživanja može se zaključiti da je pri urbanizaciji iznimno važno planirati i zelenu infrastrukturu, odnosno povećati broj zelenih i vodenih površina.

Zelenilo u gradovima uvelike utječe i na kvalitetu života i zraka te na klimatske promjene područja, te se



Slika 3: Vegetacijski indeks normalizirane razlike (NDVI) na području grada Splita 31.08.2019.



Slika 4: Površinska temperatura tla (PTT) na području grada Splita 31.08.2019.

danas sve više budi svijest o njegovoj važnosti. Ujedinjeni narodi u svojoj Agendi o održivom razvoju navode zelenilo kao jedan od bitnih faktora održivog razvoja (UN, 2015). Također, po uzoru na agendu Ujedinjenih naroda o održivom razvoju, te zbog posljedica koje donosi pandemija koronavirusa, Europska unija 2020. godine započinje s europskim planom oporavka (NextGenerationEU). Glavni ciljevi plana su doprinijeti zelenom digitalnom i stabilnom oporavku gospodarstva Europske unije (URL 3). Sve zemlje članice pa tako i Hrvatska trebale bi kvalitetno iskoristiti resurse ovog plana, unaprijediti razvoj gradova i poboljšati zelenu infrastrukturu, koja bi trebala biti jedna od okosnica života u gradu.

Literatura

- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., Pullin, A. S. (2010): Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence, *Landscape and Urban Planning*, 97, 147-155.
- Diener, E. (1984): Subjective well-being, *Psychological Bulletin*.
- Duplančić Leder, T., Leder, N., Hećimović, Ž. (2016): Određivanje površinske temperature tla područja Splita metodom daljinske detekcije, *Građevinar*, 11, 895-905.
- Fletcher, T. D., Andrieu, H., Hamel, P. (2013): Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art, *Advances in Water Resources*, 51, 261-279.
- Haaland, C., van den Bosch, C. K. (2015): Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review, *Urban Forestry & Urban Greening*, 14, 4, 760-771.
- Kemarau, R. A., Ebov, O. V. (2021): Spatial-Temporal of Urban Green Spaces in the Tropical City of Kuching, Sarawak, Malaysia, *Journal of Applied Science & Process Engineering*, Vol. 8, No. 1, 660-670.
- Klingberg, J., Broberg, M., Strandberg, B., Thorsson, P., Pleijel, H. (2017): Influence of urban vegetation on air pollution and noise exposure – A case study in Gothenburg, Sweden, *Science of the Total Environment*, 599-600, 1728-1739.
- Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., Branas, C. C. (2018): Urban Green Space and Its Impact on Human Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 445.
- Lee, A. C. K., Jordan, H. C., Horsley, J. (2015): Value of urban green spaces in promoting healthy, living and wellbeing: prospects for planning, *Risk Management and Healthcare Policy*, 8, 131-137.
- Nowak, D. J., Dwyer, J. F. (2007): Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems, *Urban and Community Forestry in the Northeast*, 2. izdanje, 25-46.
- Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M. (2001): Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana, Dr. Feletar & Hrvatski hidrografski institut, Zagreb, pp. 258.
- Russo, A., Cirella, G. T. (2018): Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need?, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 2180.
- Seidl, M., Saifane, M. (2021): A green intensity index to better assess the multiple functions of urban vegetation with an application to Paris metropolitan area, *Environment, Development and Sustainability*, Springer.
- UN (1992): Convention on biological diversity, United Nations.
- UN General Assembly (2015): Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1.
- UN (2018): Revision of World Urbanization Prospects.
- URL 1: <https://krakow.wyborcza.pl/krakow/7,44425,25147571,aktywiscis-z-think-tanku-gibaly-zmierzyli-temperature-piorometrem.html?disableRedirects=true>
- URL 2: <https://www.google.com/maps/@44.0250392,15.6996063,166236m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4>
- URL 3: https://europa.eu/next-generation-eu/index_en

Abstract

Calculation of the Green Intensity Index in Selected Areas of the City of Split and Comparison With Urban Heat Islands

Today, more than a half of the world's population lives in the urban areas, and this percentage is increasing every day. As a result cities are becoming overcrowded and rebuilt, and the number of green areas in them is decreasing. Urban greenery improves various aspects of life in cities, it is necessary for the healthy development of man and society as a whole. Due to its many functions and contributions, urban greenery is one of the significant solutions to climate change mitigation. The topic of this research is the detection of urban greenery in the city of Split. Three characteristic area were selected, the city center, the urban and the suburban settlements. Based on field observations and satellite images in these areas, the urban green intensity index was calculated based on various factors affecting urban greenery (climate, biodiversity, well-being, air quality, and hydrology). The amount of greenery in a given area is closely related to the climatic characteristics of that area. Due to the lack of greenery, there is a significant increase in the land surface temperature and urban heat islands are formed, areas that are significantly warmer than the surrounding areas. Therefore, the paper determined the urban green intensity index in selected areas of the city of Split and compared it with the land surface temperature determined on the basis of Landsat images. The aim is to prove the claim that urban greenery can mitigate global and climate change and thus improve the quality of life in cities. That is, to prove that urban greenery has a significant role in reducing the land surface temperature and consequently the creation of urban heat islands.

Keywords: *land surface temperature, urban green intensity index, urban heat islands*

Utjecaj lokalnih klimatskih zona na termička obilježja grada Splita

Tea Duplančić Leder¹, Samanta Bačić²

¹ Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, Split, tleder@gradst.hr

² Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, Split, samanta.bacic@gradst.hr

Sažetak

Na metropolitanskom području grada Splita zračne udaljenosti 70 km je prošireno istraživanje površinske temperature tla (PTT) i urbanih toplinskih otoka (UTO) iz 2016. godine za narednih 5 godina, koje su gotovo sve proglašavane za najtoplije u povijesti mjerenja. Jednako tako je prikazano kako lokalna geomorfologija, naročito gustoća izgrađenosti urbanog područja i količina zelenila, utječu na UTO-e promatranog područja. U radu je primijenjena poznata metoda klasifikacije lokalnog klimatskog zoniranja (LKZ) te njezino poklapanje sa zonama najvećih urbanih temperatura. U radu se nadalje ukazuje na kritične točke i predlažu moguća rješenja za smanjivanje UTO-a.

Ključne riječi: lokalne klimatske zone, površinska temperatura tla, urbani toplinski otoci

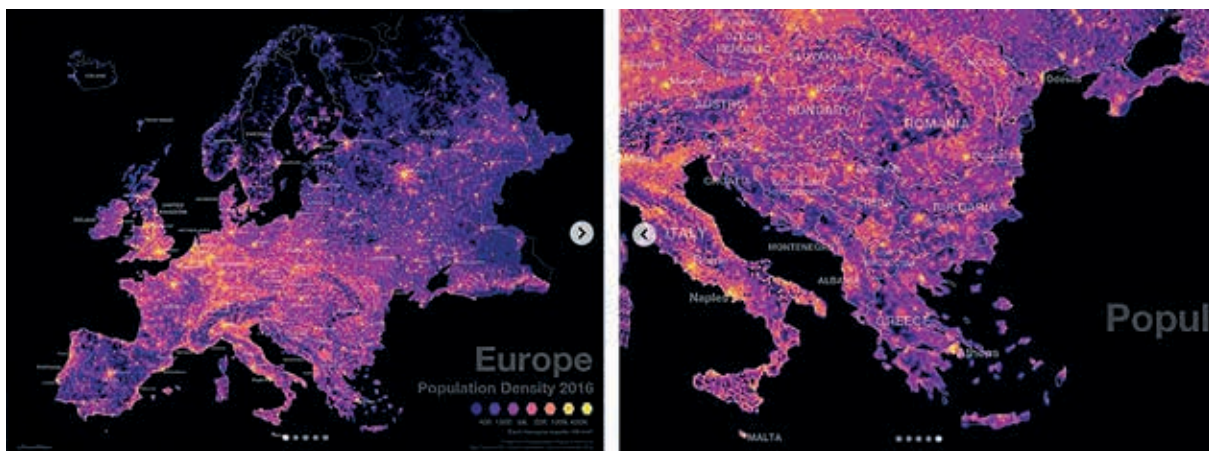
1. Uvod

Prema podacima projekata „Socioeconomic Data and Applications Center Gridded Population of the World” i „Global Rural-Urban Mapping Project” (GRUMP) sveučilišta Columbia, ukupna površina gradova zauzimala je 3,5 milijuna km², odnosno na 2,7% kopnene površine Zemlje, a na tom prostoru živi oko 51,45% svjetskog stanovništva (URL 1). U Europi, koja ima deset regija velikih gradova s preko 5 tisuća stanovnika po kilometru kvadratnom (URL 1), situacija je još drašćivija (Slika 1).

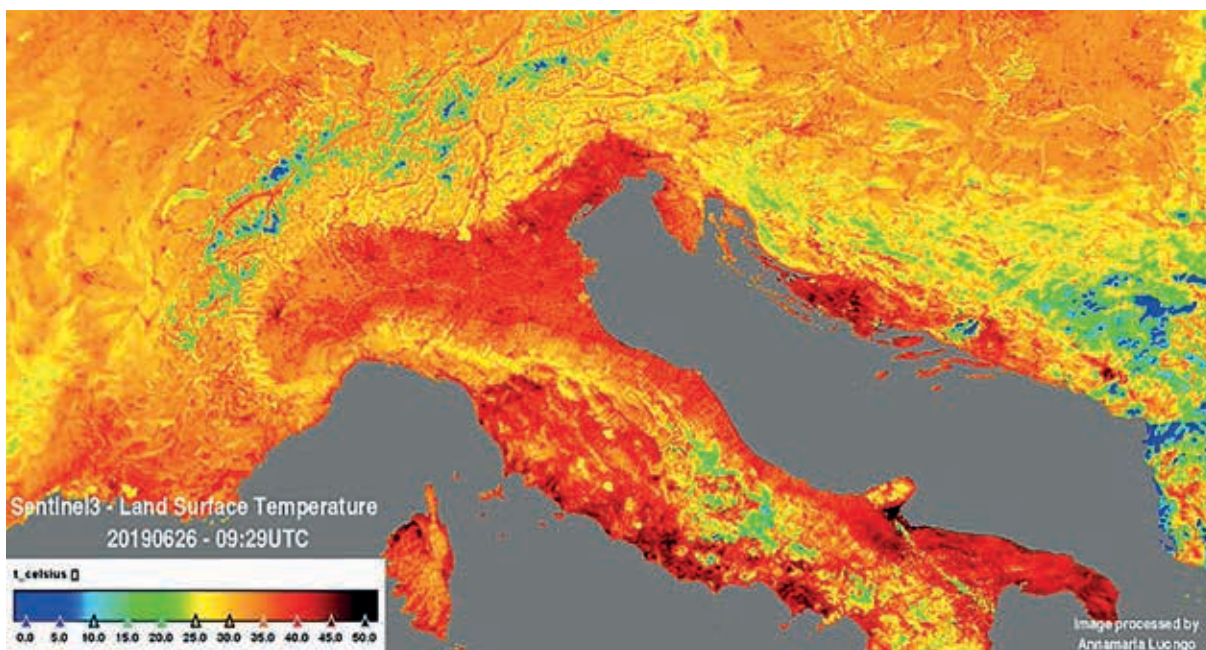
Prostori gradova postaju vrlo napučeni, a prevladavajući materijali u njima su beton, asfalt ili opeka, koji se zagrijevaju drugačije od prirodnih materijala tla, vode ili vegetacije te mogu povećati temperaturu urbanih područja za nekoliko stupnjeva u odnosu na okolno ruralno područje (Slika 2), pa nastaju urbani toplinski otoci (UTO). UTO-i su područja na kojima površinska temperatura tla (PTT) biva povećana za

oko 10 °C od okolnih područja, a u posljednje vrijeme izraženih klimatskih promjena, znatno utječu na zdravlje ljudi, potrošnju energije i općenito na gospodarstvo. Visoke temperature zraka i tla, a posebno one iznad 36 °C negativno utječu na ljudsko zdravlje, jer je pri takvim temperaturama tijelu onemogućeno hlađenje.

Uzročnici pojave UTO-a općenito mogu biti: (1) gubitak prirodne vegetacije i njihova zamjena paronepropusnim materijalima koji uzrokuju smanjenje evapotranspiracije, smanjenje vlažnosti i suhoću gradskih područja; (2) dominantni urbani građevni materijali (asfalt, beton) imaju veliki albedo (omjer dolazne i reflektirane energije) koji povećava pohranu termalne energije; (3) dijelovi urbane geometrije, npr. urbani kanjoni nastaju zbog guste gradnje te sprječavaju prirodan protok zraka, upijaju i pohranjuju velike količine sunčeve energije i ne dopuštaju



Slika 1: Prikaz napučivosti Europe i jugoistočnog dijela Europe iz 2016. godine (URL 2)



Slika 2: Sentinel 3 površinska temperatura tla 26. 6. 2019.

hlađenje tijekom noći, stoga na tim mjestima nastaju džepovi vrućeg zraka; (4) ispušni plinovi automobila, industrija i rashladni uređaji, također pridonose povećanju temperature, naročito PTT kojima se stvaraju UTO-i. UTO-e smanjuju vegetacija i vodene površine.

Jako je malo studija toplinskih otoka za gradove Republike Hrvatske. Duplančić Leder i dr. (2016) analiziraju Landsat termalne satelitske snimke šireg metropolitanskog područja grada Splita (od Trogira do Omiša). Iz rezultata je vidljivo povećanje PTT-a za promatrano područje početka ovog tisućljeća i pet godina kasnije. Istraživanja su, također, pokazala UTO-e oko prometnica, a zone niže temperature su područja pod vegetacijom (Marjan) te vodene površine (rijeka Jadro i Cetina). Babić i dr. (2012) u svojim istraživanjima mjere temperature kolničkih površina tijekom ljeta u Rijeci, a rezultati upućuju na značajan utjecaj zagrijavanja kolničkih površina na okolni prostor te nepovoljnija toplinska svojstva asfalta.

U ovom je radu prošireno istraživanje PTT-a i UTO-a iz 2016. za narednih 5 najtoplijih godina. Prikazano je kako lokalna geomorfologija utječe na UTO-e promatranog područja, a za to je primijenjeno lokalno klimatsko zoniranje (LKZ). Određene se LKZ poklapaju sa zonama najvećih odnosno najmanjih urbanih temperatura te se nadalje ukazuje na kritične točke i predlažu moguća rješenja za smanjivanje UTO-a.

2. Područje istraživanja

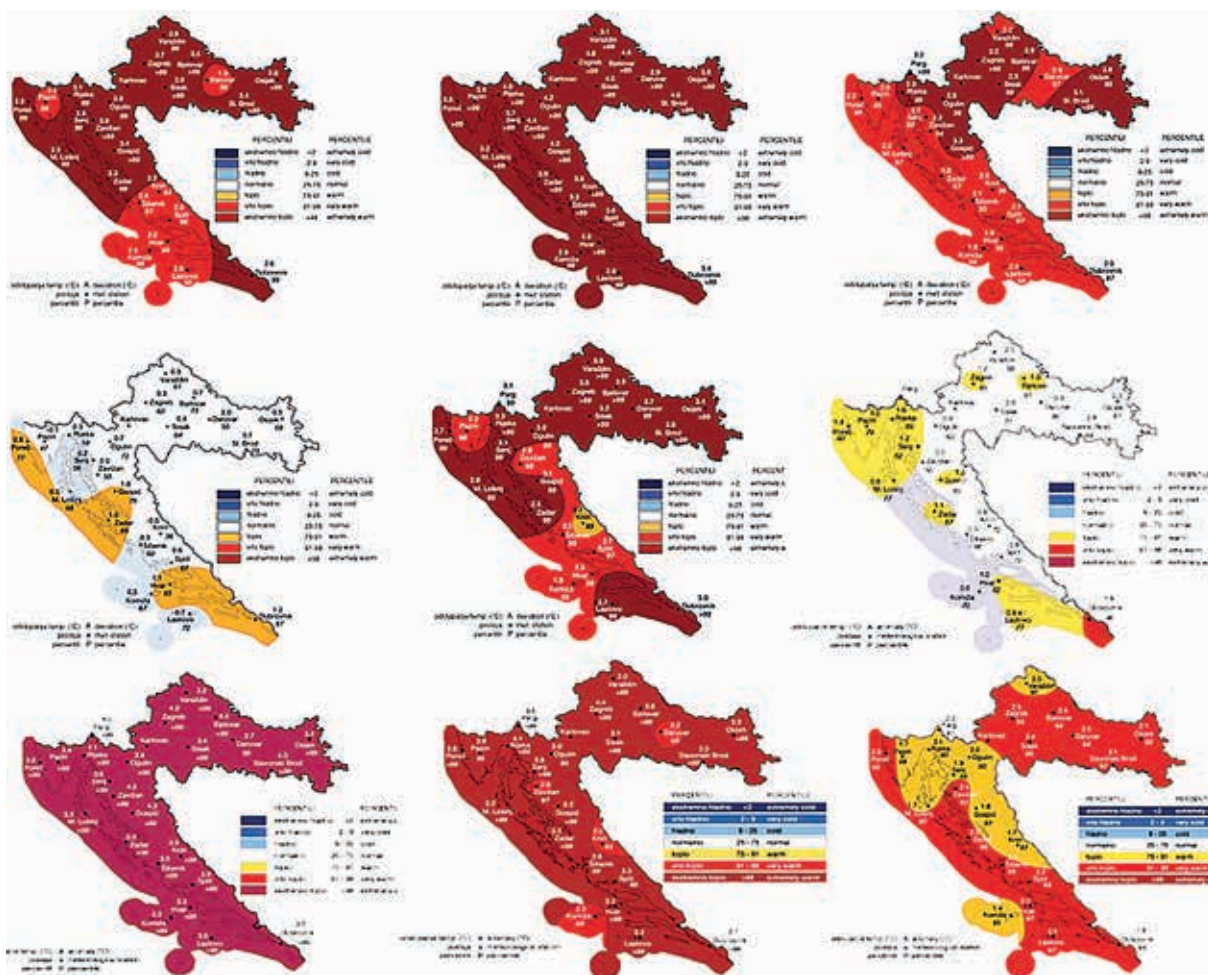
Grad Split je drugi po veličini grad u Republici Hrvatskoj s mediteranskom klimom koju karakteriziraju topla i suha ljeta te vlažne i blage zime, s Jadranskim morem kao regulatorom klime (Penzar i dr., 2001). Metropolitansko ili šire gradsko područje obuhvaća urbani prostor, predgrađa i prigradska naselja te

okolne gradove i manja mjesta, obično formirano oko grada s velikom koncentracijom stanovništva (populacije najmanje 100 000 stanovnika) (UNICEF, 2012). Kod metropolitanskog područja grada Splita zračna udaljenost krajnjih točaka (Trogir – Omiš) je gotovo 70 km uzduž obale. Prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine, grad Split imao je 178 102 stanovnika (2255,59 stanovnika po km²), a njih oko 349 314 živi u metropolitanskom području grada. Gustoća stanovništva je 2244/km² (u samom gradu gustoća je 7499/km²) (URL 3). Područje grada Splita proteže se na površini oko 25 km² te je gospodarsko i kulturno središte južne Hrvatske.

Split je druga po veličini trgovačka i najveća putnička luka u Hrvatskoj te treća luka na Sredozemlju po broju putnika. On je među-regionalno transportno središte te iza Dubrovnika najposjećenija turistička destinacija na istočnoj obali Jadrana. Splitsko gospodarstvo u porastu je približno za 6%, pa grad postaje najbrža rastuća ekonomija u Republici Hrvatskoj. Nagla gospodarska aktivnost također se odražava na klimatskim prilikama grada.

3. Određivanje površinske temperature tla metodama daljinskih istraživanja

Prvo opažanje površinskih termalnih otoka (satelitskim sensorima) publicirano je 1972. godine i otada se različiti satelitski senzori koriste za opažanje temperature urbanih površina. Danas autori najčešće koriste Landsat termalne podatke za računanje površinske temperature zbog dobre prostorne razlučivosti i besplatne dostupnosti. Satelit Landsat nalazi se iznad područja istraživanja svakih osam dana u 9:42 sati (UTC), dok temperatura dnevni maksimum površinske temperature doseže između 14 i 18 sati.



Slika 3: Srednje temperature zraka za najtopliji mjesec kolovoz, s lijeva na desno, gornji red 2011., 2012. i 2013.; srednji red 2014., 2015. i 2016.; donji red 2017., 2018. i 2019. (URL 4)

Za potrebe ovog istraživanja najprije su odabrane najpovoljnije snimke Landsat 8 i prikupljeni su meteorološki podaci (temperatura, vlaga i tlak zraka) za predobradu, odnosno računanje parametara atmosferske korekcije pomoću modela National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Barsi i dr., 2003). Metodom je moguće konvertirati prostorno dolaznu u prostorno odlaznu radijancu, koja se nakon toga pretvara u temperaturu pomoću Planckove jednadžbe, a zanemarivanje atmosferske korekcije može rezultirati sustavnim pogreškama u predviđanju površinske temperature tla, a temperatura bi bila 5–10 °C niža.

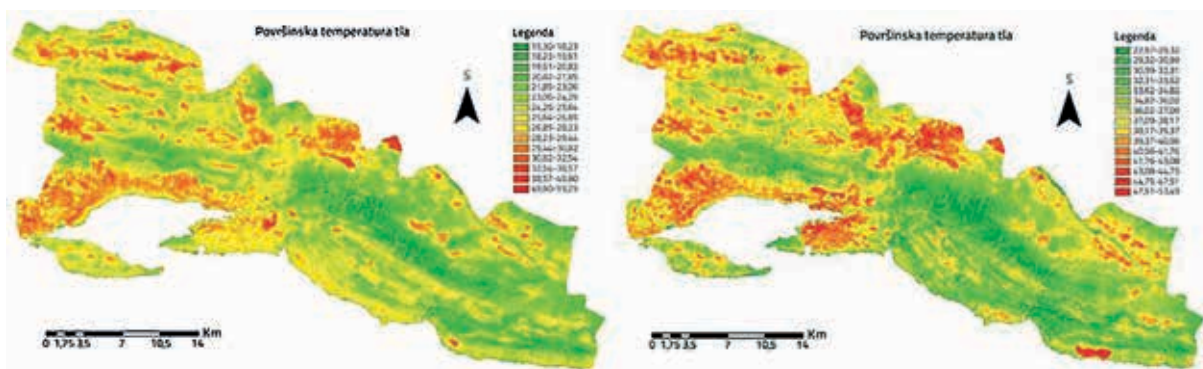
Sljedeća faza računanja je pretvaranje digitalnih brojeva u temperature, odnosno konverzija digitalnog broja u radijancu vrha atmosfere. Podaci Landsat OLI i TIRS kanala mogu se pretvoriti u spektralnu radijancu vrha atmosfere pomoću faktora skaliranja radijance navedenog u datoteci metapodataka (Parham i Fariborz, 2010). Nakon toga podaci OLI kanala mogu biti konvertirani u planetarnu refleksiju vrha atmosfere pomoću koeficijenta refleksije koji se nalazi u datoteci metapodataka (MTL file).

Za točnije računanje refleksije vrha atmosfere potrebno je poznavanje solarnog kuta za svaki piksel,

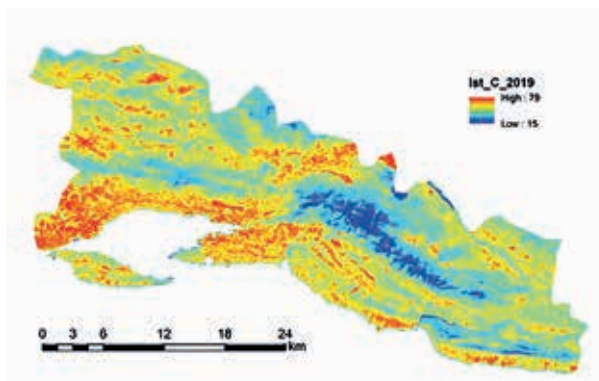
koji se može zamijeniti sa solarnim zenitnim kutom piksela sredine scene, a koji se može dobiti u metapodacima snimke Landsat. Sljedeća je faza konverzija satelitskog odsjaja temperature koja se obavlja uz pomoć Planckove jednadžbe (Duplančić Leder i dr., 2016; Duplančić Leder i Leder, 2018). Podaci TIRS kanala mogu biti konvertirani od spektralnog odsjaja (radijancu) na odsjaj temperature pomoću termalne konstante iz datoteke metapodataka: K1 i K2 su specifične termalne konstante konverzije kanala i iznose $K1=666,09$ i $K2=1282,71$ za podatke Landsat 7, dok za kanal 10 Landsat 8 one iznose $K1=774,88$ i $K2=1321,08$. Za prikazivanje temperaturnog raspona primijenjena je nenadzirana klasifikacija, koja se pokazala čitljivijom za različite temperaturne raspone.

Na Slici 3 prikazane su srednje površinske temperature tla za mjesec kolovoz u Republici Hrvatskoj od 2011. do 2019. na kojima se vidi da su posljednjih 9 godina u najtoplijem mjesecu zabilježene maksimalne temperature, što je posljedica klimatskih promjena.

Rezultati prethodne studije, koja prikazuje promjene površinske temperature tla (Duplančić Leder i dr., 2016), koji se odnose na razdoblje od 2000. do 2015., prikazani su na Slici 4. U ovoj je studiji razdoblje istra-



Slika 4: PTT metropolitanskog područja grada Splita iz kolovoza 2000. (lijevo) i srpnja 2015. godine (desno)



Slika 5: PTT metropolitanskog područja grada Splita iz kolovoza 2019. godine

živanja produljeno do 2020. i prikazano je na Slici 5. Na Slici 4 na lijevoj strani prikazane su površinske temperature tla (PTT) dobivene obradom satelitske scene Landsat 7 snimljena 2. kolovoza 2000. na kojoj je PTT metropolitanskog područja grada Splita bila u rasponu od 15,3 °C do 59,3 °C, desno je prikazana obradena satelitska scena Landsat 8 snimljena 12. srpnja 2015. istog područja, na kojoj je PTT bila u rasponu od 23,0 °C do 53,5 °C. Na Slici 5 je prikazana obradena satelitska scena Landsat 8 snimljena 31. kolovoza 2019. istog područja, za koju je PTT bila u rasponu od 15 °C do 79 °C. Iz prikazanih obradenih scena vidljivo je povećanje PTT-a što je posljedica povećanja srednje temperature (Slika 3) i klimatskih promjena.

4. Lokalne klimatske zone

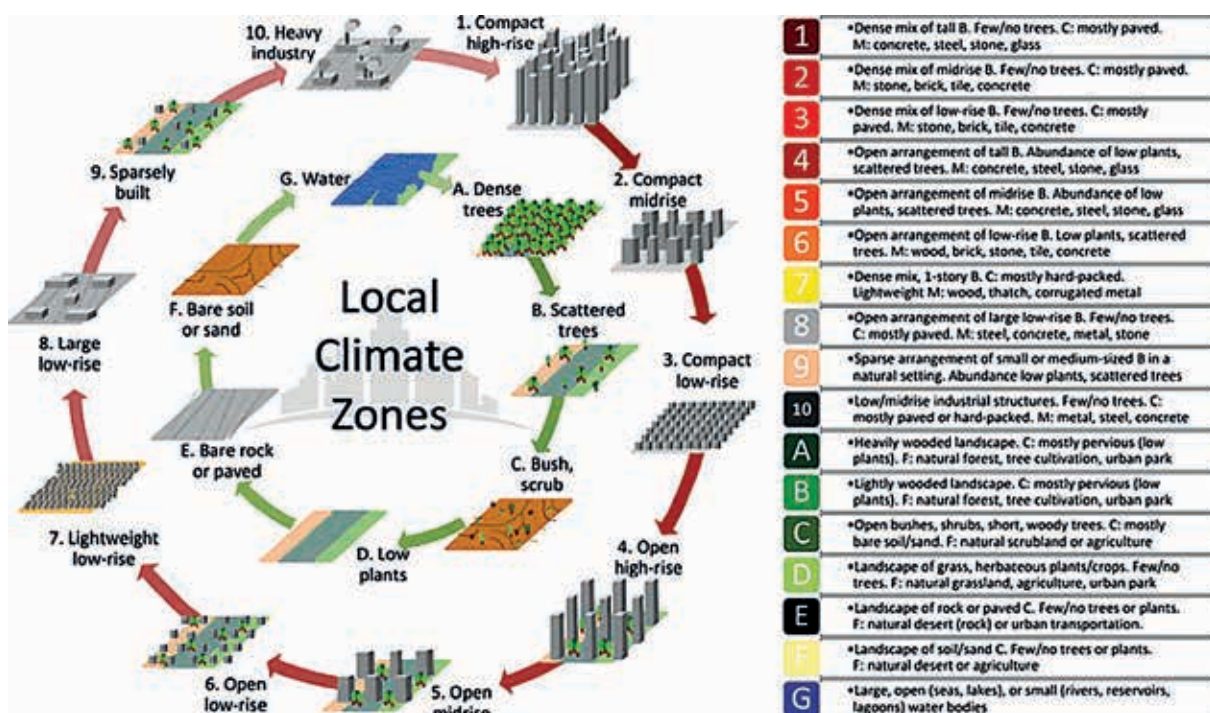
Jedna od metoda koja zorno prikazuje kako urbana geomorfologija utječe na toplinska obilježja područja je klasifikacijski sustav lokalnih klimatskih zona (LKZ). Metodu su predložili Stewart i Oke (2012), dali smjernice za primjenu i opisali pojedine tipove lokalnih klimatskih zona, odnosno kako različitosti u izgrađenosti pojedinih dijelova (zona) grada utječu na PTT (Stewart i dr., 2014; Žgela, 2018). Prednost je te klasifikacije jednostavnost i univerzalnost primjene na bilo kojoj urbanoj površini. Ovom je metodom klasifikacije određeno sedam tipova prirodnog pokrova (od A do G, raspoređeni su: gusta šuma, rijetka šuma, grmlje, nisko raslinje, golo kamenito i zemljano tlo te voda) te deset tipova izgrađenog zemljišta (od 1 do 10, raspoređeni su: gusto izgrađene visoke, srednje

visoke i niske zgrade, srednje gusto izgrađene visoke, srednje visoke i niske zgrade s umjerenom količinom zelenila, gusto i rijetko izgrađene niske zgrade, ekstremno rijetka izgradnja, industrijsko područje; Slika 6) (Johnson i Jozdani, 2019). Granice pojedinih lokalnih klimatskih zona najčešće se definiraju pomoću satelitskih ili zračnih snimaka pojedinog područja na kojima se one mogu jasno razgraničiti.

U ovom su radu LKZ metropolitanskog područja grada Splita klasificirane u programu Google Earth (Demuzere i dr., 2021), a dobiveni vektorski kml podaci klasifikacije prebačeni u ArcGIS. Na Slici 7 prikazane su modelirane lokalne klimatske zone (LCZ) za metropolitansko područje grada Splita procijenjene prema studiji Stewart i Oke (2012). PTT podaci dobiveni su obradom satelitskih snimaka Landsat 8 i prikazani na Slici 5, dok je na Slici 8 radi usporedbe prikazano PTT metropolitanskog područja grada Splita s Remote sensing Laba (Parastatidis i dr., 2017) on line preglednik Landsat Land Surface Temperature (URL 5).

5. Rezultati

Na Slikama 4, 5 i 8 vidljivo je kako određene klase LKZ-a utječu na karakteristike PTT-a pojedinog područja te posljedično na stvaranje UTO-a. U gradu Splitu dva su značajna čimbenika koji utječu na toplinske karakteristike, a to su morsko područje (zona G) i područje park šume Marjan (zona A). More se sporije zagrijava od kopna, a radi razlike temperature u popodnevnim satima često se javlja maestral, vjetar koji dodatno hladi kopneno područje. Ovo je



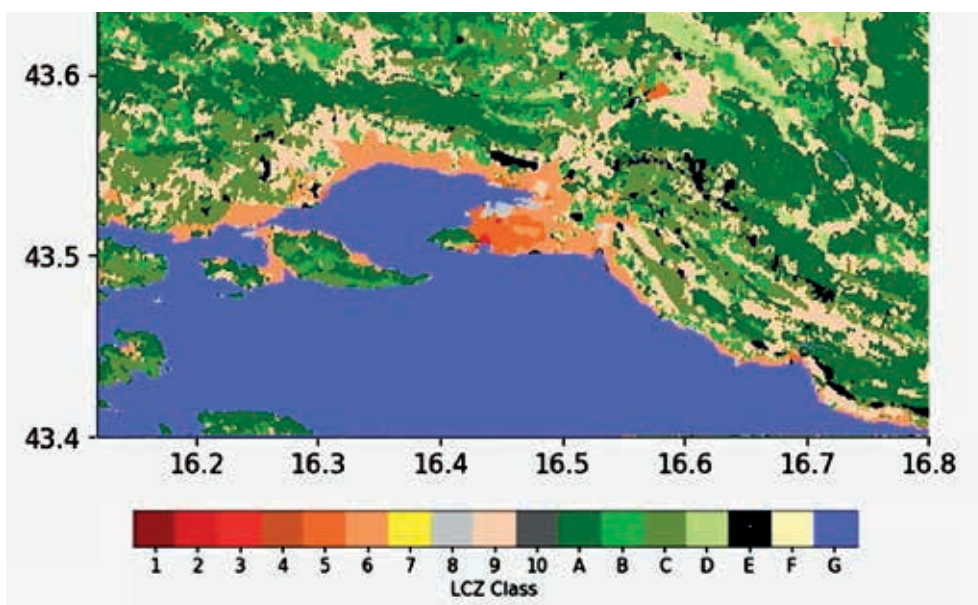
Slika 6: Lokalne klimatske zone (prema Stewart i Oke, 2012)

naročito vidljivo na PTT priobalnog područja, koje je hladnije od ostalih područja. Jednako tako park šuma je veliko zeleno područje čija je temperatura manja od okolnog područja, što također utječe na ukupnu temperaturu urbanog područja grada Splita, koje ima veću temperaturu od okolnog ruralnog i periurbanog područja.

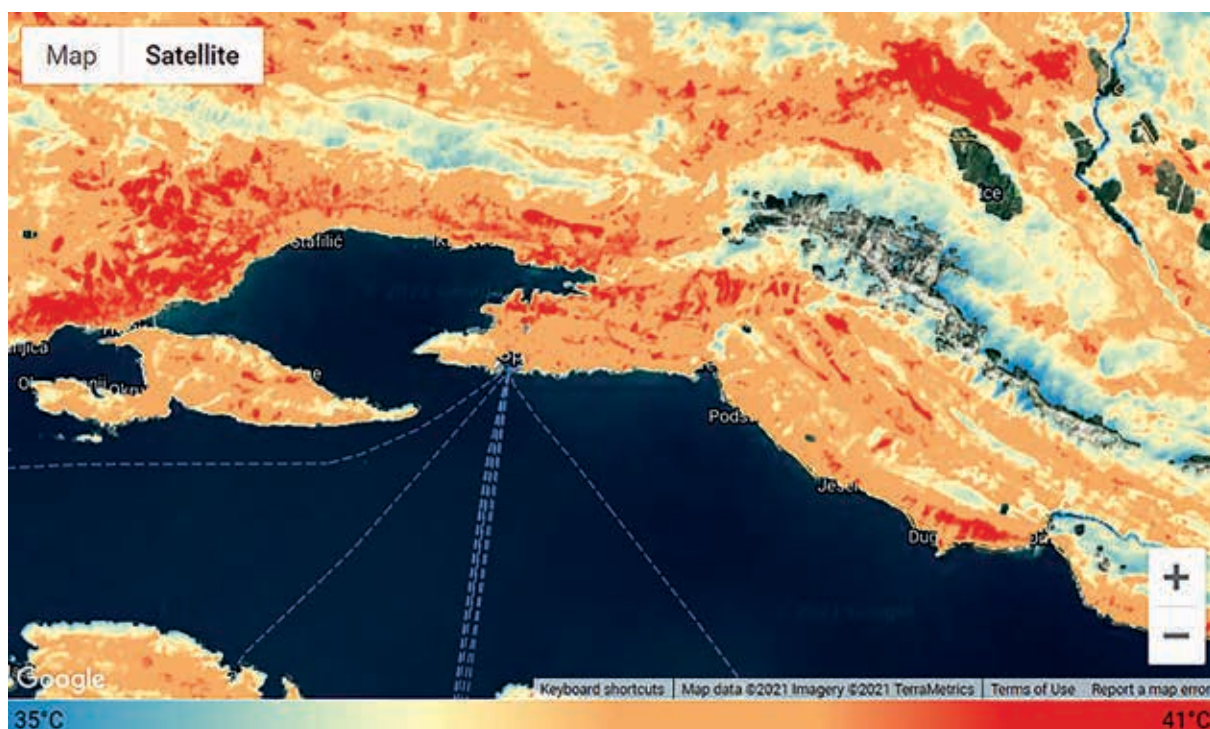
Jednako tako vidljivo je da se područja UTO-a povezuju s područjima golog tla (zona E; primjer kamenoloma i opožarenih područja), industrijskih područja (zona 10; područje Sjeverne luke, aerodrom) te područja guste izgradnje bez zelenila (zona 2; primjer stare gradske jezgre Splita).

6. Zaključak

Usporedbom klasificiranih LKZ na području grada Splita s PTT zonama određenim iz satelitskih snimaka Landsat 8 u radu smo dokazali početne pretpostavke da vodene površine i zelenilo smanjuju intenzitet UTO-a. Naime, priobalna područja (osim sjevernih industrijskih zona) kao i područje park šume Marjan imaju znatno manju površinsku temperaturu od ostalih područja. Jednako tako su najveće temperature, odnosno UTO područja zapažena u gusto izgrađenoj gradskoj jezgri te u sjevernom dijelu koji je brodogradilište, industrijska zona i područje trgovačke luke.



Slika 7: Lokalne klimatske zone metropolitanskog područja grada Splita



Slika 8: PTT zone istog metropolitanskog područja grada Splita od 31. kolovoza 2019. godine (prema Parastatidis i dr., 2017)

Kao najmanja postotna vrijednost zelenih površina u Europskoj je uniji predviđena površina od 20%. Neki dobro planirani gradovi, imaju u postotku znatno veće zelene površine (npr. Beč s 53% zelenih površina), stoga se takvi prostori lakše prilagođavaju klimatskim promjenama i toplinskim ekstremima kojih je sve više. Jednako tako nas klimatolozi uvjeravaju da će u budućnosti situacija biti još gora.

Prijedlog urbanistima i ljudima koji odlučuju o prostornom planiranju u gradu Splitu, ali i za ostale priobalne gradove u novije doba klimatskih promjena, je da planiranju više vodenih i zelenih površina te da izbjegavaju gustu i visoku gradnju.

Literatura

Babić, S., Deluka-Tibljaš, A., Cuculić, M., Šurdonja, S. (2012): Analysis of pavement surface heating in urban areas / Analiza zagrijavanja kolničkih površina urbanih područja, *Građevinar*, 64, 2, 125–132.

Barsi, J. A., Schott, J. R., Palluconi, F. D., Helder, D. L., Hook, S. J., Markham, B. L., Chander, G., O'Donnell, E. M. (2003): Landsat TM and ETM+ Thermal Band Calibration, *Canadian Journal of Remote Sensing*, 28, 2, 141–153.

Demuzere, M., Kittner, J., Bechtel, B. (2021): LCZ Generator: A Web Application to Create Local Climate Zone Maps, *Front. Environ. Sci.*, 9, 637455.

Duplančić Leder, T., Leder, N. (2018): Land Surface Temperature Determination in the Town of Mostar Area, *Technical Gazette*, 25, 2, 1219–1226.

Duplančić Leder, T., Leder, N., Hećimović, Ž. (2016): Split Metropolitan area surface temperature assessment with remote sensing method / Određivanje površinske temperature tla područja Splita metodom daljinske detekcije, *Građevinar*, 68, 11, 895–905.

Johnson, B. A., Jozdani, S. E. (2019): Local Climate Zone (LCZ) Map Accuracy Assessments Should Account for Land Cover Physical Characteristics that Affect the Local Thermal Environment, *Remote Sensing*, 11, 2420.

Parastatidis, D., Mitraka, Z., Chrysoulakis, N., Abrams, M. (2017): Online Global Land Surface Temperature Estimation from Landsat, *Remote Sensing*, 9, 12, 1208.

Parham, A. M., Fariborz, H. (2010): Approaches to study Urban Heat Island e Abilities and limitations, *Building and Environment*, 45, 2192–2201.

Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M. (2001): Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana, Dr. Feletar & Hrvatski hidrografski institut, Zagreb.

Stewart, I. D., Oke, T. R. (2012): Local Climate Zones for Urban Temperature Studies, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, 1, 1879–1900.

Stewart, I. D., Oke, T. R., Krayenhoff, E. S. (2014): Evaluation of the 'local climate zone' scheme using temperature observations and model simulations, *International Journal of Climatology*, 34, 1062–1080.

UNICEF (2012): The State of the World's Children – Children in an increasingly urban world, <http://www.unicef.org/sowc2012/pdfs/SOWC-2012-DEFINITI-ONS.pdf>.

Žgela, M. (2018): Urbana klimatologija – primjer toplinskog otoka grada Zagreba, *Geografski horizont*, 64, 2, 31–40.

URL 1: How much of the world is covered by cities, <https://www.newgeography.com/content/001689-how-much-world-covered-cities>

URL 2: Population density heatmap of Europe [OC], https://www.reddit.com/r/europe/comments/56mxfy/population_density_heatmap_of_europe_oc/

URL 3: DZS: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine, Državni zavod za statistiku, <https://www.dzs.hr/>

URL 4: Državni hidrometeorološki Zavod, Klima – Ocjena mjeseca, sezone, godine, https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje%20¶m=ocjena

URL 5: Remote sensing Lab, http://rslab.gr/downloads_LandsatLST.html

Abstract

Local Climate Zone (LCZ) Influence on City of Split Area Thermal Features

On the metropolitan Split city area, an air distance of 70 km, the survey of land surface temperature (LST) and urban heat islands (UHI) from 2016 has been extended for the next 5 years, which are almost all declared the warmest in the history of measurements. It is also shown how local geomorphology, especially the density of urban areas and the amount of greenery, affect the UHI of the observed area. The paper uses a known method of classification of local climatic zoning (LCZ) and its coincidence with the zones of the highest urban temperatures. The paper further points out the critical areas and suggests possible solutions to reduce the UHI.

Keywords: *land surface temperature, local climate zone, urban heat islands*



Postupci nadjeljivanja u urbanoj komasaciji

Jelena Kilić Pamuković¹

¹Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, Split, Republika Hrvatska, jkilić@gradst.hr

Sažetak

Postupak nadjeljivanja privatnih vlasnika katastarskih čestica zemljišta zasigurno je najkompleksniji dio urbane komasacije kojem je potrebno posvetiti posebnu pažnju. Posebno se misli na transparentnost prilikom njegovog definiranja, kao i objektivnost i pravednost prilikom njegove provedbe. Način na koji će se provesti nadjeljivanje prije svega ovisi o definiciji postupka urbane komasacije te o načinu sudjelovanja privatnih vlasnika u njenoj provedbi. U radu će se definirati ključne odrednice urbane komasacije s posebnim naglaskom na njenu zadnju fazu provedbe, a koja obuhvaća definiciju modela nadjeljivanja te njegovim osnovnim elementima. Usporediti će se tradicionalni pristupi nadjeljivanja te će se iskazati prednosti predloženog modela kojemu je krajnji cilj povećati razinu automatizacije cijelog postupka. S obzirom da je uključenost eksperata u modeliranje sustava jedna od glavnih zahtjeva, u cilju automatiziranja postupka potrebno je kreirati ekspertni sustav i bazu ekspertnog znanja. U radu će se iskazati prednosti primjene ekspertnih sustava u rješavanju kompleksnih prostornih zadataka kao i buduće smjernice u razvoju modela. Definirati će se način uklapanja ekspertnog sustava u cijeli model te način obrade podataka svih elemenata u cilju kreiranja plana nadjeljivanja privatnih vlasnika.

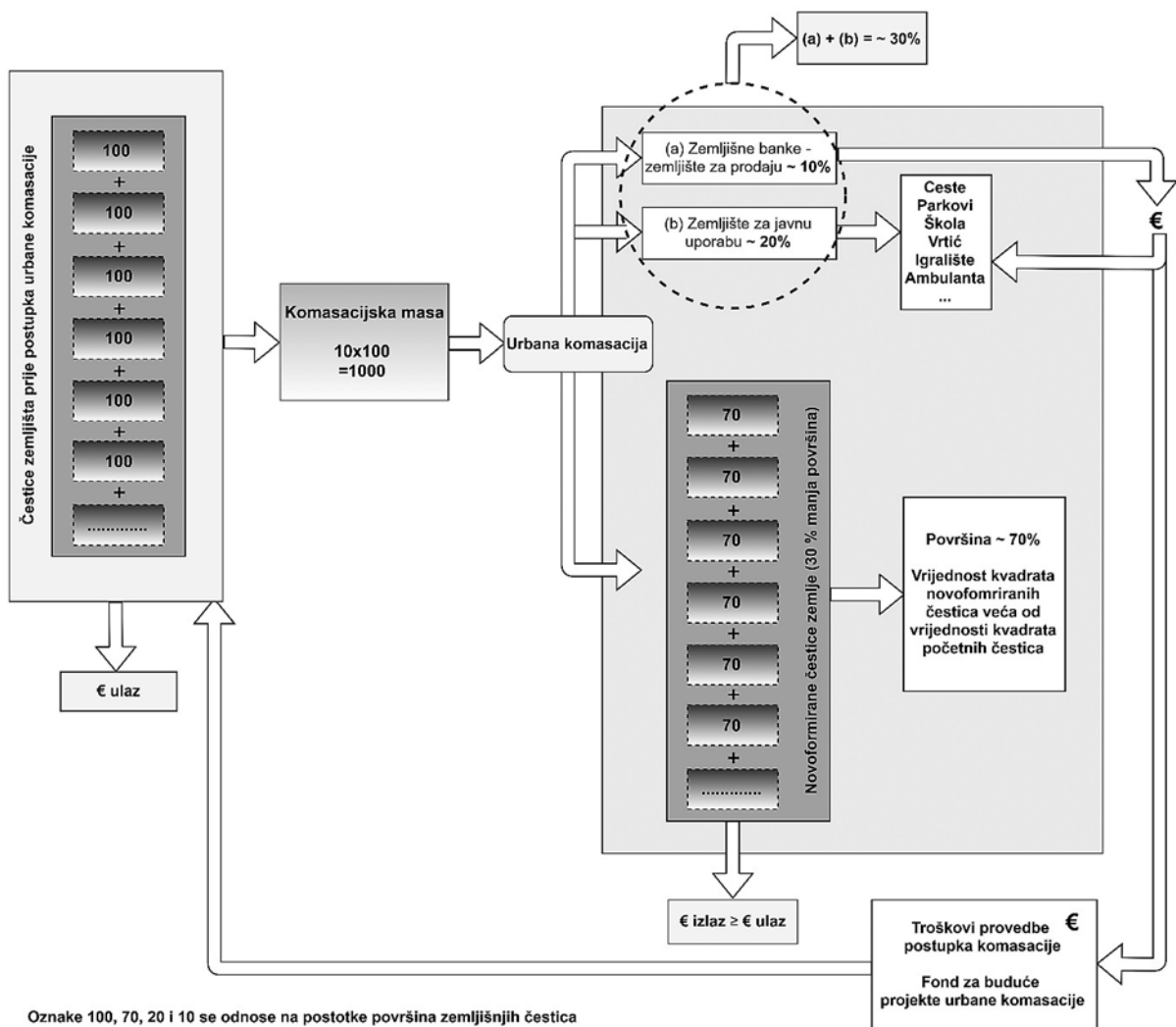
Ključne riječi: ekspertni sustavi, fuzzy logika, nadjeljivanje privatnih vlasnika, urbana komasacija

1. Uvod

Urbana komasacije kao tehnika uređenja urbanog prostora je proizašla iz komasacije poljoprivrednog zemljišta, no definicijom postupaka provedbe se uvelike razlikuju od nje. Osim razlika u postupcima poljoprivredne i urbane komasacije, uočene su i različitosti u njenoj definiciji između različitih država. Osnovni razlozi proizlaze iz specifičnosti urbanih područja na državnoj, a vrlo često i na regionalnoj pa čak i lokalnoj razini, čime se uvelike otežava utvrđivanje odrednica koje bi bile globalno primjenjive. S obzirom na različitost problematika prostornog uređenja koje se pojavljuju u gradskim i prigradskim sredinama, urbana komasacija kao tehnika uređenja urbanog prostora obuhvaća širok raspon postupaka uz uvjet da svi funkcionalni, sociološki, ekološki i ekonomski zahtjevi budu ispunjeni. Prema tome, njena definicija se razlikuje od države do države, odnosno od autora od autora u ovisnosti o problemu koji se želi riješiti uz poštovanje njenih ključnih odrednica koje se prvenstveno odnose na preoblikovanje urbanog prostora u skladu s planom uređenja te zaštitu vlasništva i vrijednosti.

Urbana komasacija se može definirati kao alat upravljanja zemljištem koji pomaže prilikom razvoja urbanog prostora uz sudjelovanje vlasnika čestica. Glavni cilj je pretvaranje nepravilno razvijenih zemljišnih čestica u čestice definirane prema pravilima urbanog planiranja. Iako metoda urbane komasacije ima velikih prednosti u rješavanju problema korištenja zemljišta u urbanim sredinama, s druge strane se su-

sreće s tehničkim ograničenjima prilikom upravljanja velikom količinom raznovrsnih podataka, ekonomskim ograničenjima u definiranju načina preraspodjele zemljišta i/ili novčanih naknada nakon procesa komasacije te društvenim ograničenjima zbog nedovoljne transparentnosti procesa kao i neuključivanja dionika u sve razine planiranja prilikom provođenja cjelokupnog postupka (Yomralioglu i Parker, 1993). Urbana komasacija se koristi u svrhu razvoja urbanog područja bez uključivanja procesa otkupa zemljišta (Yanase, 2013) objedinjavanjem svih čestica zemljišta koje su dio područja provedbe urbane komasacije u jedinstvenu komasacijsku masu te ponovnom raspodjelom zemljišta (uključujući i mogućnost naknade u novcu) svim prvotnim vlasnicima čestica uz izdvajanje površina za javnu uporabu kao i površina za prodaju kojom bi se pokrili troškovi provedbe urbane komasacije (slika 1). Pri tome u ovisnosti o površini zemljišta namijenjenog javnoj uporabi te površini svake pojedine čestice u postupku komasacije utvrđuje se postotak zemljišta kojim vlasnici sudjeluju u razvoju urbanog prostora (Sorensen, 2000). Koeficijent umanjena zemljišnih čestica je do 30%, što je više nego kod komasacije poljoprivrednog zemljišta, zbog osiguranja zemljišta za javne površine i objekte. Iako ovakvom preraspodjelom vlasnici zemljišta nakon postupka urbane komasacije dobiju čestice manje površine, zbog porasta cijena zemljišta uvjetovanog urbanim razvojem prostora zadovoljen je uvjet očuvanja financijske pravednosti postupka (Mihajlović, 2010).



Slika 1: Raspodjela čestica zemljišta nakon postupka urbane komasacije (autorica prilagodila prema Byahut i Mittal, 2016)

Ovi principi su vezani uz urbanu preparcelaciju koji je najkласičniji postupak urbane komasacije. No, često se javlja slučaj kada je potrebno provesti urbanu komasaciju u cilju postupne urbane obnove pojedinog područja. Urbana obnova se provodi najčešće za područja realizacije projekata od državnog interesa te za područja čije zemljište nije učinkovito iskorišteno. Realizacijom projekata od državnog interesa provodi se tranzicija namjene, sa stambene ili stambeno-poslovne u društvenu namjenu. Najčešće je veći dio područja iskorišten za društvenu svrhu, dok se manji dio ostavlja za realizaciju stambenih objekata koji omogućavaju smještanje stanovnika na razmjerno manjem području (zgrada ili kompleksi zgrada). U slučaju urbane preparcelacije privatni vlasnici u provedbi urbane komasacije sudjeluju s udjelom vlastitog zemljišta, jer se razvojem direktno utječe na unapređenje područja njihovog stanovanja, a posljedično s tim se početna cijena zemljišta povećava. Vrijednosni segment zemljišta svakog vlasnika nakon urbane komasacije je uvećan ili ostaje isti.

U slučaju realizacije projekta od državnog interesa koji je od koristi svih građana, sudjelovanje privatnih vlasnika u urbanoj komasaciji ne može se tretirati na

jednak način kao i u prvom slučaju. Tri su moguće opcije nadjeljivanja; urbanom obnovom prostora privatni vlasnici ostaju na istom području na način da se omogući smještanje istog broja stanovnika na manjoj površini (najčešći slučaj je zamjena kuća sa zgradom/zgradama), vlasnicima se ponudi zamjensko zemljište iste vrijednosti na nekom drugom području ili najnepovoljnija opcija, u slučaju kada nije moguće pronaći kompromisno rješenje s prve dvije opcije, je izvlaštenje zemljišta privatnih vlasnika čestica. U nastavku će se definirati postupak nadjeljivanja u urbanoj komasaciji koja se provodi u cilju realizacije velikog javnog projekta (urbana obnova pojedinog područja).

2. Postupak nadjeljivanja u urbanoj komasaciji

Postupak nadjeljivanja privatnih vlasnika čestica u procesu urbane komasacije zasigurno je najkompleksniji postupak kojem je potrebno posvetiti posebnu pažnju. Posebno se misli na transparentnost prilikom njegovog definiranja, kao i objektivnost i pravednost prilikom njegove provedbe. Način na koji će se prove-

sti nadjeljivanje prije svega ovisi o definiciji postupka urbane komasacije te o načinu sudjelovanja privatnih vlasnika u njenoj provedbi. S obzirom da je fokus ovog rada vezan uz urbanu obnovu, odnosno uz planiranje realizacije projekta od javnog interesa, pristanak privatnih vlasnika za njeno pokretanje nije neophodan, no postizanje sporazuma oko nadjeljivanja je u interesu svih dionika uključenih u njenu provedbu. Nadjeljivanje privatnih vlasnika čestica se provodi na temelju plana nadjeljivanja privatnih vlasnika u čije donošenje prije svega trebaju biti uključeni prostorni planeri, stoga će se ovo istraživanje bazirati na definiciji podloga (podataka) potrebnih za njegovu provedbu.

Temelj modela nadjeljivanja privatnih vlasnika čestica leži u podacima koji su produkt tri ključna elementa (Kilić, 2019):

1. Prikupljene preferencije privatnih vlasnika putem javno dostupne aplikacije te individualnih i grupnih razgovora s privatnim vlasnicima čestica zemljišta.
2. Procjenjene vrijednosti nekretnina – procjena ovisi o samom postupku urbane komasacije, odnosno o činjenici provodi li se ona u svrhu urbanističke preparcelacije ili u svrhu potpune urbane obnove pojedinog područja. Pri tome modelom je obuhvaćena:
 - a) Procjena vrijednosti nekretnina prije postupka urbane komasacije
 - b) Procjena vrijednosti nekretnina nakon postupka urbane komasacije
3. Procjene boniteta čestica zemljišta – obuhvaća vrednovanje postojećeg stanja čestica zemljišta za ocjenu preferencija njihovih vlasnika.

Zemljište za dodjeljivanje na području realizacije projekta je vrlo ograničeno, no formiranjem zemljišnog fonda investitora otvorene su mogućnosti dodjele zemljišta i izvan područja provedbe zadržavajući načelo očuvanja prava vlasništva kao i pravne sigurnosti. Prema tome, u odnosu na preferencije vlasnika čestica zemljišta, procjenu vrijednosti i boniteta čestica kao i postojeće resurse investitora za njihovo nadjeljivanje, čestice se uspoređuju te se načelno definira pravo prioriteta kao i mogućnosti izbora pojedinih budućih čestica bez obzira u kojoj fazi planiranja urbane komasacije budu uključene. Jednako tako, dogovor sa svim privatnim vlasnicima oko načina nadjeljivanja je moguće postići odmah u startu, prije definiranja faza provedbe urbane komasacije, pa se umjesto okvirnog plana može donijeti konačan plan o nadjeljivanju. No, s obzirom na iskustva iz prakse, često je za ovakve dogovore nužan duži vremenski period, stoga je potrebno predvidjeti i mogućnost pregovora u više iteracija (Kilić, 2019).

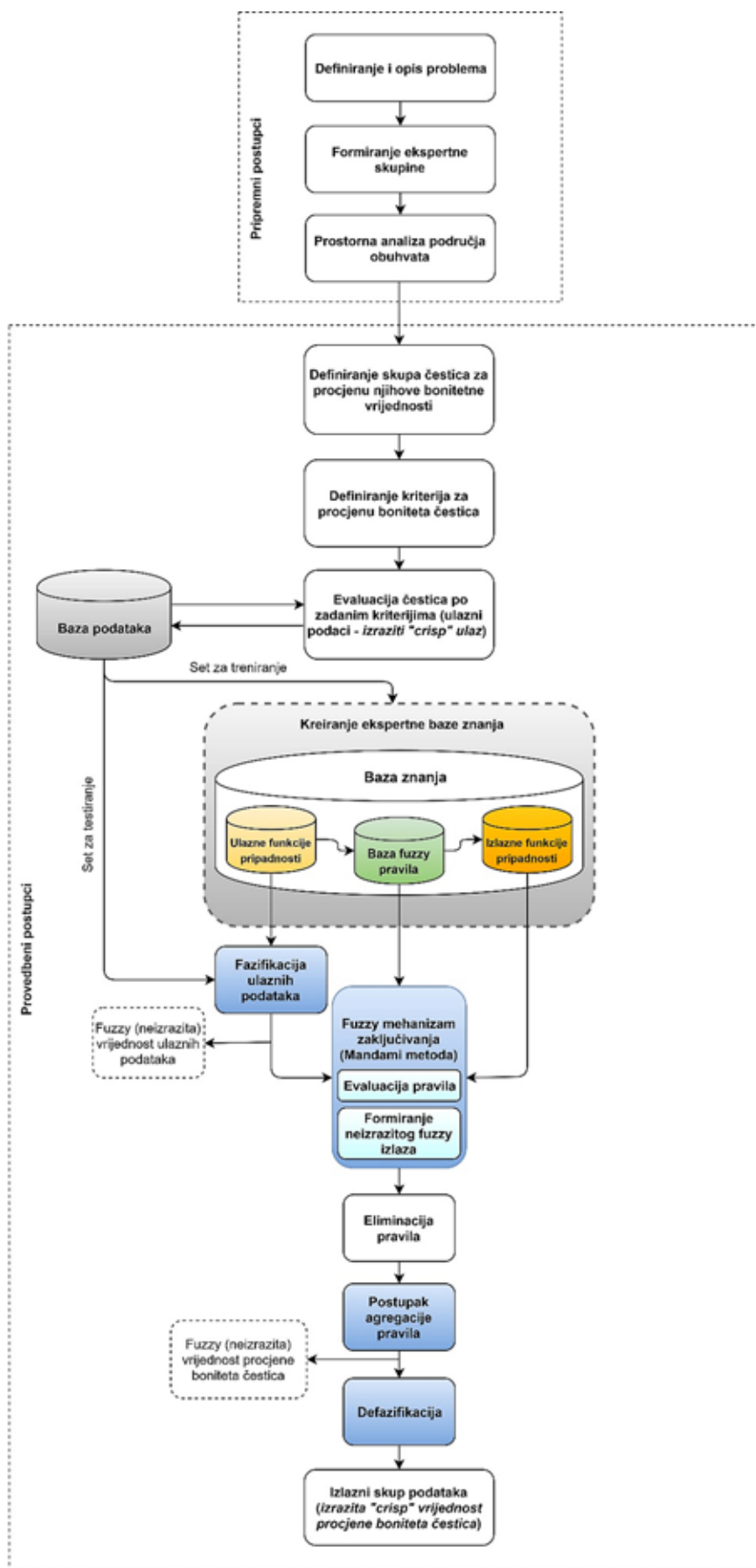
Za procjenu boniteta čestica primijenjena je neizravna logika, odnosno fuzzy logika kojom je definiran ES s ciljem donošenja odluka na inteligentan i transparentan način. ES omogućava implementaciju ekspertnog, inženjerskog iskustva o pojedinom procesu u sam algoritam zaključivanja. Pri tome se objektivnost zaključivanja postiže uključivanjem većeg broja eksperata u postupak njegovog definiranja čime

upravo one, najčešće, male razlike u ekspertnom razmišljanju definiraju neizrazite, fuzzy skupove podataka.

2.1. Procjena boniteta čestica zemljišta

Procjena boniteta čestica zemljišta vrlo je važan segment prilikom definiranja prioriteta izbora novotvorenih nekretnina u postupku nadjeljivanja. Pri tome, definira se lista bonitetnih vrijednosti čestica zemljišta, a presjekom s njihovom procjenom te preferencijama vlasnika čestica daje se prijedlog budućeg prostornog rasporeda čestica zemljišta. Prvotno je potrebno definirati što znači bonitetna vrijednost građevinske čestice zemljišta. Bonitet je pojam kojim se definira sposobnost pojedinog subjekta da zadovolji unaprijed definirane uvjete. Procjenom bonitetne vrijednosti se može pobliže opisati kvaliteta nekog poslovnog subjekta, kreditna sposobnost neke tvrtke ili nekog klijenta, kvaliteta robe u tehnološkom i ekonomskom smislu, no također se može procijeniti i samo zemljište, bilo da se radi o poljoprivrednom zemljištu čime se određuju pedološke, klimatske, reljefne i druge karakteristike zemljišnih površina, ili o građevinskom zemljištu čime se određuje njegova kvaliteta uzimajući u obzir karakteristike vezane uz njegovu građevinsku iskoristivost. Identificiranje atributa odnosno kriterija na osnovu kojih se dobije njegova procjena ovisi o pojedinoj zadaći kao i o dostupnosti podataka za sva varijantna rješenja (čestice zemljišta). Procjenom boniteta građevinskih čestica zemljišta određuje se njihov odnos koji definira koliko je pojedina čestica bolja ili lošija u odnosu na druge čestice zemljišta (Kilić i drugi, 2020).

Na samom početku je potrebno detaljno analizirati problematiku te na osnovu toga odabrati metodu koja će omogućiti što objektivniji pristup njenom rješavanju. Izbor atributa čestica zemljišta, utvrđivanje njihovog međusobnog odnosa te na kraju i sam način određivanja bonitetnih vrijednosti je stvar procjene eksperata koji imaju višegodišnje stručno iskustvo na osnovu kojeg posjeduju sposobnost snalaženja i u rješavanju novih problemskih zadataka. Uključivanjem eksperata u proces odlučivanja se potpomaže donošenju odluka na stručan i kvalitetan način, a izborom metode koja će omogućiti modeliranje ekspertnog znanja u formi određenih pravila se nastoji pružiti objektivan pristup rješavanju zadanog problema. Odgovor na postavljene zahtjeve je ES kao područje umjetne inteligencije koji se bavi modeliranjem ljudskog razmišljanja najčešće u formi niza specifičnih pravila koji omogućuju matematičko analiziranje problema te pružanje povratnih informacija potrebnih za njegovu rješavanje. Cilj metoda umjetne inteligencije je da ljudski način razmišljanja odnosno zaključivanja pretvori u algoritam primjenom odgovarajućih matematičkih metoda (Von Altrock, 1995). ES-i su se prvenstveno razvili iz potrebe pružanja pomoći pri rješavanju problema i donošenju odluka korisnicima koji nisu stručnjaci u određenom području, a za koje je potrebna ekspertna podrška. Pri tome je posebno važno naglasiti da je pojedini sustav najčešće ograničen za usku primjenu te njegovo korištenje za zadatke koji prelaze domenu njegove definicije



Slika 2: Dijagram toka modela procjene boniteta čestica (Kilić i drugi, 2020)

može rezultirati nepreciznim i nekvalitetnim podacima neprimjerenima za kasniju upotrebu.

Jedna od najpoznatijih matematičkih metoda umjetne inteligencije je metoda neizrazite logike, poznatija i kao fuzzy logika. Fuzzy logika se temelji na ugrađeni strukturiranog ljudskog znanja kroz formu niza pravila u algoritme koji simuliraju ljudsko znanje. Razlika između klasične teorije skupova i fuzzy teorije skupova je u načinu pripadnosti elementa pojedinom skupu (Bonato i Skenderović, 2016). Dok kod klasične teorije element ili pripada ili ne pripada skupu, kod fuzzy teorije skupova se definira stupanj pripadnosti elementa pojedinom skupu, koji se naziva fuzzy, odnosno neizraziti skup.

Neizrazita logika pruža mogućnost praćenja promjena i međusobnog djelovanja ulaznih parametara na osnovu ekspertne definicije funkcija pripadnosti i pravila zaključivanja kojima su logički povezani ulazni i izlazni podaci. Izlazna izrazita vrijednost je jedan od podataka na osnovu kojeg se predlaže i donosi plan nadjeljivanja privatnih vlasnika čestica. Radi optimiziranja procesa vrednovanja čestica zemljišta u svrhu nadjeljivanja, kako kod komasacije poljoprivrednog zemljišta tako i kod urbane komasacije, čestice zemljišta se svrstavaju u razrede prema sličnim svojstvima koji se koriste za procjenu njihove (bonitetne) vrijednosti. Odjeljkom 1. člankom 2. stavkom 9. Zakona o komasaciji poljoprivrednog zemljišta (Narodne novine 51/15) vrijednosti čestica zemljišta u komasacijskom procjeni se prikazuju jedinicama za procjenu, odnosno relativnim odnosima između uzor čestica i čestica koja se procjenjuje, uzimajući u obzir položaj zemljišta, njegovu udaljenost od gospodarskoga dvorišta i druge okolnosti (mikrodepresija, izloženost suncu, izgrađeni put i slično) koje mogu utjecati na vrijednost zemljišta. Procjenu zemljišta obavljaju ovlaštene procjenitelji poljoprivredne struke. Cijeli postupak se temelji na ekspertnoj procjeni, dok su granice pojedinih razreda iskazane jednoznačno oštrom, binarnom pripadnošću skupovima (pojedina čestica zemljišta ili pripada ili ne pripada pojedinom skupu). Urbana komasacija, s druge strane, je puno specifičniji i kompliciraniji postupak od poljoprivredne komasacije te je samim time i za proces nadjeljivanja prilično teško definirati pristup kojim bi se objektivizirao cijeli postupak. Svrstavanjem čestica u razrede s jedne strane se postupak ubrzava, no s druge strane prilično je teško odrediti optimalan broj razreda s obzirom na velik broj različitih karakteristika čestica zemljišta. Postupak svrstavanja čestica, a i sama definicija razreda je stvar ekspertne procjene, no s obzirom da mišljenja i iskustva eksperata prilikom rješavanja istih zadataka nikad nisu jednoznačna, takva se problematika ne može definirati jednostavnim matematičkim iskazom. Oštrom pripadnošću čestica samo jednom razredu (posebno uzimajući u obzir usporedbe atributa čestica koje se nalaze na donjim i gornjim granicama razreda) gubi se preciznost prilikom njihove relativne usporedbe, a preporučenom metodom procjene njihove bonitetne vrijednosti ponekad male promjene u vrijednostima atributa čestica rezultiraju svrstavanjem u dva razreda, dok čestice s puno većim atributnim razlikama znaju pripadati istom razredu. Jednako tako, praće-

nje promjena atributa čestica zemljišta te njihovog međusobnog djelovanja prelazi mogućnosti koje nude jednostavni sustavi matematičkog ocjenjivanja njihovih vrijednosti. Velik broj utjecajnih elemenata rezultira složenim i nepotpunim znanjem eksperata te nemogućnosti sustavnog razmatranja problema, a uvjeti koji se mijenjaju u ovisnosti o promjenama atributnih vrijednosti čestica onemogućuju njegovo stohastičko opisivanje. Čest je slučaj i nedovoljan broj evidentiranih ulaznih podataka koji su potrebni za provedbu kvalitetne kvantitativne analize čiji rezultati ovise samo o modeliranju odnosa podataka dostupnog ulaznog skupa. Upravo iz navedenih razloga, javila se potreba primjene novog pristupa upravljanja sustavima temeljenim na iskustvenim procjenama koje karakteriziraju složeni opisi nejasnih međudjelovanja ulaznih i izlaznih podataka. Neizrazitom logikom tradicionalna definicija razreda se zamjenjuje neizrazitim skupovima, binarna pripadnost pojedinom skupu udjelima pripadnosti, a iskustvenim spoznajama u formi pravila se iskazuju različita međudjelovanja atributa čestica zemljišta u svrhu pružanja preciznijeg, objektivnijeg i dosljednijeg pristupa njihovoj procjeni (Kilić i drugi, 2020; Kilić i drugi, 2019). Na slici 2 je prikazan dijagram toka modela procjene boniteta čestica zemljišta. Cijeli postupak je podijeljen u pripremne i provedbene korake.

Cilj je omogućiti modeliranje ekspertnog znanja kreiranjem baze znanja u obliku niza „AKO-ONDA“ pravila kojima se omogućuje automatizacija postupka procjene boniteta čestica zemljišta. Rezultati modela pružaju podršku u donošenju plana nadjeljivanja privatnih vlasnika na transparentan i objektivan način čime se povećava razina povjerenja i stvaraju povoljni uvjeti za provođenje istih postupaka i u budućnosti.

3. Zaključak

Nadjeljivanje privatnih vlasnika čestica zemljišta najkompleksniji je dio urbane komasacije. Njegova definicija, uključenost privatnih vlasnika, odnos prema privatnom zemljištu kao i dugotrajnost provedbe prvenstveno ovisi o postupku urbane komasacije. Specifičnost postupka urbane komasacije rezultira i načinom na koji će privatni vlasnici biti uključeni u cijeli proces, ali i načinom validiranja njihovih preferencija. Uz prikupljanje preferencije privatnih vlasnika, procjenu vrijednosti nekretnina privatnih vlasnika, posebni fokus je stavljen na modeliranju toka procjene boniteta čestica zemljišta koji je razvijen kao ekspertni sustav. Predloženi model nudi mogućnost modifikacije kako na razini definicije kriterija usporedbe čestica zemljišta tako i u načinu na koji će se modelirati ekspertno znanje u cilju automatizacije cijelog postupka. U ovom istraživanju ekspertni sustav je temeljen na fuzzy (neizrazitoj) logici koja je zadovoljila sve potrebne postojeće problematike. Kao što sam naziv kaže, u kreaciju i validaciju modela direktno su uključeni eksperti, a modeliranje njihovog znanja u obliku niza logičkih jednadžbi omogućuje transparentnost, objektivnost, kao i opetovanost u ponavljanju procedure u zadaća u kojima se iskaže potreba za tim. Buduća istraživanja će obuhvatiti kreiranje

jedinstvenog modela nadjeljivanja privatnih vlasnika temeljenog na njegova tri ključna elementa. Posebni izazov je postavljen u identificiranju načina međusobne komunikacije podataka, a u cilju definiranja konačnog plana nadjeljivanja privatnih vlasnika.

Literatura

von Altrock, C. (1995). *Fuzzy Logic and Neurofuzzy Applications Explained*. Prentice-Hall Inc.

Bonato, J., Skendorović, J. (2016). Regulacija rada dizalice pomoću fuzzy logike. *Pomorski zbornik - Posebno izdanje*, 273-281.

Byahut, S., Mittal, J. (2016): Using Land Readjustment in Rebuilding the Earthquake-Damaged City of Bhuj, India. *Journal of Urban Planning and Development* 143 (1), 1-11.

Kilić, J. (2019): Modeliranje prostornog sustava za podršku odlučivanju u planiranju urbane komasacije. Doktorski rad. Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Kilić, J., Rogulj, K., Jajac, N. (2019). Fuzzy Expert System for land valuation in land consolidation processes. *Croat. Oper. Res. Rev.* 10, 89–103.

Kilić Pamuković, J., Rogulj, K., Jajac, N. (2020): Assessing the Bonitet of Cadastral Parcels for Land Reallocation in Urban Consolidation. *Land*, 10, 9.

Mihajlović, R. (2010): Uređenje zemljišne teritorije komasacijom. Skripta sa predavanja, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd.

Narodne novine broj 51/15: Zakona o komasaciji poljoprivrednog zemljišta

Sorensen, A. (2000): Land readjustment and metropolitan growth: An examination of suburban land development and urban sprawl in the Tokyo metropolitan area. *Progress in Planning*, 53, (4), 217-330.

Yanase, N. (2013): Understanding Kukaku-Seiri (land readjustment). Conference Paper on JICA's Urban Development Course, Jaan.

Yomralioglu, T., Parker, D. (1993): A GIS-Based Land Readjustment System for Urban Development, Fourth European Conference on Geographical Information Systems in Genoa, EGIS'93 Conference Proceedings, 372-379, Utrecht/Amsterdam, The Netherlands.

Abstract

Allocation Procedures in Urban Consolidation

The process of allocating private owners of cadastral parcels is certainly the most complex part of urban land consolidation to which special attention needs to be paid. Special attention is paid to transparency in its definition, as well as objectivity and fairness in its implementation. The manner in which the allocation will be carried out primarily depends on the definition of the urban consolidation procedure and on the manner in which private owners participate in its implementation. The paper will define the key determinants of urban consolidation with special emphasis on its last phase of implementation, which includes the definition of the allocation model and its basic elements. The traditional approaches to allocation will be compared and the advantages of the proposed model will be demonstrated, the ultimate goal of which is to increase the level of automation of the whole process. Since the involvement of experts in system modeling is one of the main requirements, in order to automate the process it is necessary to create an expert system and expert knowledge base. The paper will present the advantages of using expert systems in solving complex spatial tasks as well as future guidelines in model development. The method of fitting the expert system into the entire model and the method of data processing of all elements will be defined in order to create a plan for allocating private owners.

Keywords: *urban consolidation, allotment of private owners, expert systems, fuzzy logic*



SESIJA 3

Nove tehnologije u službi
današnjice

Modernizacija kurikuluma geoinformatike zasnovana na problemskom učenju kroz suradnju gospodarstva i akademije

Željko Bačić¹, Vesna Poslončec-Petric¹, Dušan Jovanović²,
Almir Karabegović³, Mirza Ponjavić³

¹ Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, zbacic@geof.hr, vesna.posloncec-petric@geof.unizg.hr

² Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, dusanbuk@uns.ac.rs

³ Gauss d.o.o., Tuzla, Bosna i Hercegovina, almir.karabegovic@gis.ba, mirza.ponjavic@gis.ba

Sažetak

Geoinformatički ekosustav temelji se na geo-prostornim podacima koji su jedan od glavnih pokretača današnje digitalne revolucije. Geoinformatika je prisutna u brojnim disciplinama i stoga je obrazovanje geoinformatičkih stručnjaka od izuzetne važnosti. Nove, napredne tehnologije koje se primjenjuju u geoinformatici i podržavaju razvoj aplikacija za specifične namjene su bit geoinformatike. Izazovi s kojima se geoinformatički ekosustav susreće su eksterni i interni pri čemu se posebno ističe zaostajanje akademskog sektora u uvođenju novih tehnologija u nastavni proces, što ima za posljedicu da novi stručnjaci ne raspolažu znanjem i vještinama potrebnim poslovnom sektoru. Taj problem ima globalni karakter te su u tijeku brojni projekti u potrazi za rješenjima koja će omogućiti modernizaciju kurikuluma geoinformatike, a koji će pratiti brze promjene tehnologije i potrebe korisnika. Erasmus+ program, kroz natječaje *Sektorskih alijansi vještina (SSA)* i *Izgradnje kapaciteta u visokom obrazovanju (CBHE)* pruža akademskim institucijama alat za realizaciju projekata modernizacije kurikuluma i iznalaženju novih pristupa u akademskom obrazovanju. Na CBHE pozivu 2019. godine odobreno je financiranje projekta „Business driven problem-based learning for academic excellence in geoinformatics“ (GEOBIZ) čiji je nositelj *Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*. Cilj projekta je unaprijediti geoinformatički ekosustav kroz razvoj novog i inovativnog modela suradnje poslovnog i akademskog sektora. To će podržati akademski sektor u modernizaciji studijskih programa kroz problemsko učenje na tragu tehnoloških i konceptualnih promjena u geoinformatici, modernizirati dijelove geoinformatičkih studija kako bi profil budućih stručnjaka odgovarao potrebama privrede i razviti model suradnje koji će biti na korist svim subjektima geoinformatičkog ekosustava. GEOBIZ pristup i dosadašnji rezultati predstavljeni su u ovom radu.

Ključne riječi: B-A suradnja, ekosustav, geoinformatika, kurikulum, modernizacija

1. Uvod

Modernizacija studijskih programa oduvijek je bila izazov za akademske institucije, kako u osmišljavanju novih sadržaja, tako i u njihovoj provedbi. Danas je izazov modernizacije studijskih programa još izraženiji, jer se brzina promjene na tehnološkoj ili sociološkoj razini ubrzala do te mjere da sadržaj pojedinačnih predmeta treba stalno modernizirati, a cjelokupne studijske programe osuvremeniti u kraćim vremenskim razdobljima. Ovaj problem je posebno izražen u STEM području, uključujući geodeziju, geoinformatiku, građevinarstvo i geografiju, na koje snažno utječu promjene uzrokovane četvrtom tehnološkom (digitalnom) revolucijom. Osim problema izazvanih brzinom i količinom promjena, značajan dio akademskih institucija nema vlastite kapacitete dovoljne za provedbu tih promjena, tako da se jaz u uvođenju novih tehnologija i vještina između gos-

podarstva i akademske zajednice zapravo povećava. Zato akademska i šira zajednica posebnu pozornost posvećuju tom problemu, jer je neupitna činjenica da je primjereno obrazovanje, koje će zadovoljiti potrebe gospodarstva, preduvjet za napredak i prosperitet određene zajednice, tj. države. Osim ulaganja u znanost i visoko obrazovanje, važnu ulogu u obrazovanju studenata, odnosno njihovom stjecanju znanja i vještina, igra i poslovno-akademska (B-A) suradnja. Uspjeh obrazovnog sustava stoga se mjeri danas kroz ulaganja gospodarstva u znanstvena istraživanja akademskih institucija, odnosno kroz razinu sudjelovanja poduzeća u samom obrazovnom procesu.

To je izazov s kojim se suočavaju sve zemlje bez obzira na razinu razvoja. U Finskoj je objavljeno izvješće koje je naručila Finnish Research Impact Foundation

o trenutačnom stanju suradnje poslovne akademske zajednice u Finskoj (Koski i dr., 2021) u kojem se ističe kontinuirani pad financiranja poslovnih i industrijskih aktivnosti za istraživanje, razvoj i inovacije u sveučilišnom sektoru od 2010. godine. Posljedicu usporavanja suradnje između akademske zajednice i gospodarstva jasno je istaknula Riikka Heikinheimo, direktorica *Konfederacije finskih industrija*, koja je istaknula da "ako ne možemo naći vremena za izgradnju interakcije i povjerenja, onda također nećemo naći vremena uskladiti stvarne potrebe razvoja poslovanja s programom akademskih istraživanja. To će frustrirati obje strane i uzrokovati njihovo udaljšavanje" (URL1). U manje razvijenim zemljama takva razina svijesti o važnosti poslovno-akademske suradnje nije toliko razvijena tako da su izazovi modernizacije studijskih programa i uspostave poslovno-akademske suradnje još izraženiji.

2. ERASMUS+ CBHE projekti

Erasmus+ program je Europske unije (EU) za potporu obrazovanju, osposobljavanju, mladima i sportu. Program se sastoji od tri takozvane "ključne mjere" (mobilnost, suradnja i politika) i dviju dodatnih mjera (Jean Monnet i Sport). Njima za decentralizirane programe na nacionalnoj razini upravljaju nacionalne agencije, a centraliziranim programima na europskoj razini *Izvršna agencija za obrazovanje i kulturu* (EACEA). Značaj koji EU pridaje Erasmus+ programu najbolje se vidi u broju sudionika i financijskim sredstvima namijenjenima programu. Tako je EU u financijskom razdoblju 2014. – 2021. planirala sudjelovanje 4 milijuna sudionika u svim oblicima aktivnosti programa, dodijelivši u tu svrhu 14,7 mlrd. € (URL2), dok je za financijsko razdoblje 2021. – 2027. planirano sudjelovanje 12 milijuna sudionika, za što je osigurano 24,7 mlrd. € (URL3). U okviru tzv. Ključne mjere 2: Suradnja za inovacije i razmjenu dobrih praksi projekti su usmjereni na rješavanje problema izgradnje kapaciteta, modernizacije obrazovanja i suradnje akademskih i poslovnih zajednica kroz programe *Alijansi za sektorske vještine* (SSA) i *Izgradnje kapaciteta u visokom obrazovanju* (CBHE). Dok je cilj projekta SSA riješiti unutar EU-a nedostatke u vještinama u okviru jednog ili više profila zanimanja u određenom sektoru, CBHE projektima nastoji se potaknuti suradnja između EU-a i partnerskih zemalja (skoro cijeli svijet) te pružiti potpora prihvatljivim partnerskim zemljama u rješavanju izazova u upravljanju njihovim sveučilištima. To uključuje poboljšanje kvalitete visokog obrazovanja, razvoj novih i inovativnih obrazovnih programa, modernizaciju sustava visokog obrazovanja putem reformskih politika te poticanje suradnje u različitim regijama svijeta putem zajedničkih inicijativa (URL4). Projekti CBHE-a u početku su osmišljeni kao platforma za prijenos znanja i modernizaciju studijskih programa u partnerskim zemljama između akademskih institucija EU-a i partnerskih zemalja. Međutim, prepoznajući da nema uspješne provedbe moderniziranih studijskih programa bez uspostavljanja suradnje s poslovnim sektorom, projekti CBHE-a dodatno su naglasili potrebu poslovno-akademske suradnje te je od 2020. godine omogućeno da par-

tneri na tim projektima, uz akademske institucije, budu i tvrtke, dajući tim projektima novu dimenziju.

2.1. Suradnja poslovnog i akademskog sektora

Suradnja poslovnog i akademskog sektora generalno, a pogotovo u segmentu modernizacije sadržaja studijskih programa slijedi određene obrasce koje vrijede za sve dionike i studijske programe, ali je za svako pojedino područje obrazovne/poslovne djelatnosti donekle specifično u ovisnosti o izloženosti tehnološkim promjenama, organizaciji struke i strukturi dionika. Stoga su nastavna razmatranja ograničena na akademske institucije koje izvode studijske programe geodezije i geoinformatike i srodne studije s naglašenom geoprostornom komponentom, kao što su geografija, građevinarstvo, arhitektura, ali i informatika. Iz perspektive navedenih struka, kao i mnogih drugih, postoje tri glavne skupine dionika koje doprinose razvoju struke, a time i visokog obrazovanja: poslovni, državno/javni i akademski sektor.

Za akademsku zajednicu, u širem smislu, obje skupine dionika, poslovni, odnosno državni i javni sektor predstavljaju poslovne dionike. Ilustracije radi, u okviru projekta BESTSDI, čiji je cilj bio uvesti infrastrukturu prostornih podataka (IPP) u partnerske sveučilišne studijske programe, u početku je provedena sveobuhvatna analiza potreba dionika, koja je pokazala da su u procesima uspostave IPP-a dominantni partneri predstavnici državnog i javnog sektora, koji su ujedno i nositelji uspostave, dok su akademska i poslovna zajednica u partnerskim zemljama relativno pasivni sudionici (Crompvoets, 2017). Slična analiza provedena u okviru GEOBIZ projekta, pokazala je da su nositelji tehnološkog razvoja u geoprostornom okruženju (daljinska istraživanja, satelitsko pozicioniranje i navigacija, GIS, multi-spektralne kamere, laseri i inercijalni sustavi, integracija senzora, razvoj aplikacija i inteligentne primjene prostornih informacija) prvenstveno poslovni subjekti i time primarni partneri za uspostavu suradnje poslovnog i akademskog sektora (Vandenbroucke, 2020).

Suradnja poslovnog i akademskog sektora u procesima visokoškolskog obrazovanja nije novina. Prethodna iskustva su pokazala da navedena suradnja ima uspjeha pod pretpostavkom da su poslovne i obrazovne aktivnosti obiju strana komplementarne, znanja i vještine kojima raspolažu nadopunjavajuća te, kroz uspostavljenu suradnju, interesi obiju strana zadovoljeni.

Dodatni izazov modernizaciji sadržaja studijskih programa i s tim povezanom suradnjom dionika, je brzina tehnoloških promjena. Ciklusi od pojave neke nove tehnologije, preko njene primjene u nekoj gospodarskoj grani do pune implementacije su kraći i danas svjedočimo tehnologijama kao što su minijaturni senzori za snimanje u širokom frekventijskom rasponu, bespilotne letjelice koje su postale standardna oprema navedenih struka u samo nekoliko godina. S druge strane jedan ciklus modernizacije i implementacije novih studijskih programa i danas zahtijeva 10-ak godina. Tome treba dodati da je tehnologija izmijenila i način obavljanja mnogih poslova, pri čemu se

uhodani obrasci zamjenjuju rješenjima koja se zasnivaju na problemskom pristupu, što u obrazovanju također ima za posljedicu da se u procesu obrazovanja sve više uvodi učenje zasnovano na problemskom pristupu (problem-based learning).

Navedeni izazovi nameću potrebu da se u zadanom okviru iznađu novi modeli suradnje poslovnog i akademskog sektora koji će akademskom sektoru omogućiti da kontinuirano modernizira studijske sadržaje, ima pristup najmodernijim tehnologijama i može koristiti resurse (opremu, vještine, znanja) poslovnih dionika u obrazovnom procesu. S druge strane, poslovni dionici kroz takvu suradnju moraju biti u mogućnosti zadovoljiti svoje interese, prije svega u smislu zapošljavanja stručnjaka koji izlaze iz visokoškolskih ustanova, opremljeni potrebnim znanjima i vještinama te podrškom akademske zajednice u razvoju novih proizvoda i usluga.

3. GEOBIZ projekt

Prepoznajući navedene probleme i izazove u području geodezije, geoinformatike, geografije i srodnih područja obrazovanja, pogotovo u praktičnom dijelu tehnološki naprednih sadržaja (predmeta) na sveučilišnim studijima konzorcij akademskih institucija i tvrtki prijavio je na CBHE natječaju za 2019. godinu projekt pod nazivom „Business driven problem-based learning for academic excellence in geoinformatics„ (GEOBIZ) (URL5), koji je EACEA-a prihvatila financirati. Projekt je, na određeni način, nastavak prethodno realiziranih projekata CBHE

„Modernising geodesy education in Western Balkan with focus on competences and learning outcomes“ – GEOWEB 2015.-2018. g. (URL6), „Western Balkans academic education evolution and professional’s sustainable training for spatial data infrastructures“ – BESTSDI 2016.-2019. g. (URL7) i SSA projekta „Innovative solutions for Earth Observation/Geoinformation training“ – EO4GEO 2017.-2022. g. (URL8) u kojem je sudjelovao veći broj institucija članica GEOBIZ konzorcija, iako predstavlja zasebnu cjelinu.

GEOBIZ projekt, kojeg je nositelj *Sveučilište u Zagrebu*, a koordinator *Geodetski fakultet*, okupio je konzorcij od 15 sveučilišta i 3 tvrtke, iz Albanije, Belgije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Hrvatske, Kosova, Moldavije, Njemačke i Srbije. Svrha projekta je iznaći načine modernizacije praktičnih dijelova studijskih sadržaja (predmeta) studija geodezije, geoinformatike, građevinarstva, geografije, poljoprivrede i drugih koji su izloženi brzim tehnološkim promjenama i suočeni s potrebom njihovog uvođenja i stalne modernizacije. Brojna sveučilišta nisu u stanju modernizirati nastavu primjerenim sadržajima, opremom i potrebnom brzinom, što ima za posljedicu da profil znanja i vještina novih stručnjaka ne odgovara potrebama poslovnog sektora. Nastavljajući se na prethodna istraživanja, kao što je studija o potrebama za suradnjom akademske i poslovne zajednice u području infrastrukture prostornih podataka (Crompvoets i dr., 2020), koja je nedvojbeno ukazala na potrebu jačanja suradnje poslovnog i akademskog sektora, logično se nametnula potreba da se taj problem sagleda i da se pokuša iznaći model za suradnju koji će ponuditi načine kako je uspostaviti i razvijati s primarnim ciljem modernizacije kurikuluma, ali također i razvoju njenih oblika

Tablica 1: Problemski zadaci oblikovani u vježbe za tehnološki napredne predmete

| Broj | Naziv zadatka | Broj | Naziv zadatka |
|------|--|------|---|
| 1. | Vlažnost tla za mikrolokaciju | 13. | Geopodaci za urbanizam i prostorno planiranje |
| 2. | Statistička istraživanja I | 14. | Geomarketing analiza za bankarske usluge |
| 3. | Komunalne i državne usluge | 15. | Kartiranje i praćenje vodenih okoliša pomoću geoprostorne inteligencije |
| 4. | Registar prostornih jedinica i adresa | 16. | Kartiranje pokrova zemljišta i korištenja zemljišta |
| 5. | Geovizualizacija u prostornoj epidemiologiji | 17. | Praćenje usjeva s daljinskim istraživanjem |
| 6. | Modeliranje cijena kuća pomoću strojnog učenja | 18. | Primjena podataka daljinskog istraživanja u kartiranju i praćenju šuma |
| 7. | GNSS za topografske karte | 19. | 3D mjerenje zemaljskim laserskim skenerom i vizualizacijom objekata |
| 8. | Izrada zahtjeva za primjenu GNSS-a u poljoprivredi | 20. | Geopodaci za projektiranje građevinarstva i arhitekture |
| 9. | Kartiranje buke pomoću mobilnih uređaja | 21. | Bespilotne letjelice u urbanističkom planiranju i upravljanju |
| 10. | Kartiranje kvalitete zraka | 22. | Vektorizacija 3D modela objekata na temelju točkastih oblaka |
| 11. | Digitalizacija papirnatih urbanističkih karata | 23. | 3D urbani informacijski modeli za procjenu solarnog potencijala zgrada |
| 12. | Geološka procjena stabilnosti tla | 24. | Statistička istraživanja II |

koji će stvoriti pretpostavke za zadovoljenje potreba i očekivanja obje skupine dionika.

Slijedeći uhodanu shemu provedbe CBHE projekata, koja se sastoji iz četiri koraka: sagledavanje stanja, razvoj kurikuluma i modela, testiranje i implementacija te na kraju ocjena kvalitete (evaluacija), prvi korak u razradi i uspostavi suradnje dionika bio je identifikacija i definiranje inovativnih problemskih zadataka. Oni su, na osnovu rezultata prehodne analize potreba (Vandenbroucke, 2020), iskazani od strane poslovnih subjekata (Obrenović i Popović, 2020), što je u konačnici rezultiralo skupom od 24 problemske jedinice koje pokrivaju sve identificirane problemske zadatke. Drugi korak je bio detaljna razrada definiranih slučajeva i pretvorba u praktične vježbe koje će se implementirati u modernizirane predmete na partnerskim sveučilištima (Karabegović i dr., 2021), kako je navedeno u tablici 1.

Kako je, pored modernizacije sadržaja studijskih programa, glavni cilj projekta razviti model poslovno-akademske suradnje i uključiti na partnerskim sveučilištima što više poslovnih dionika u nastavne procese, to je na osnovu prikupljenih oblika i primjera suradnje iz programskih zemalja, Belgije, Hrvatske, Njemačke i Srbije (Wytzisk-Arens i dr., 2021) predložen novi model (Gjata, 2021) koji obuhvaća:

- iskazivanje potreba/problema poslovnih dionika koje bi se moglo/trebalo razraditi u praktičnim dijelovima moderniziranih predmeta,
- sudjelovanje poslovnih dionika u procesu nastave kroz korištenje opreme, materijala i drugih resursa tvrtki,
- izvođenje dijela vježbi u tvrtkama (blended mobility),
- sudjelovanje u izvođenju nastave (vježbi) djelatnika tvrtki,
- kontinuirano nadograđivanje razrađenih vježbi kroz rad studenata i projekte tvrtki te

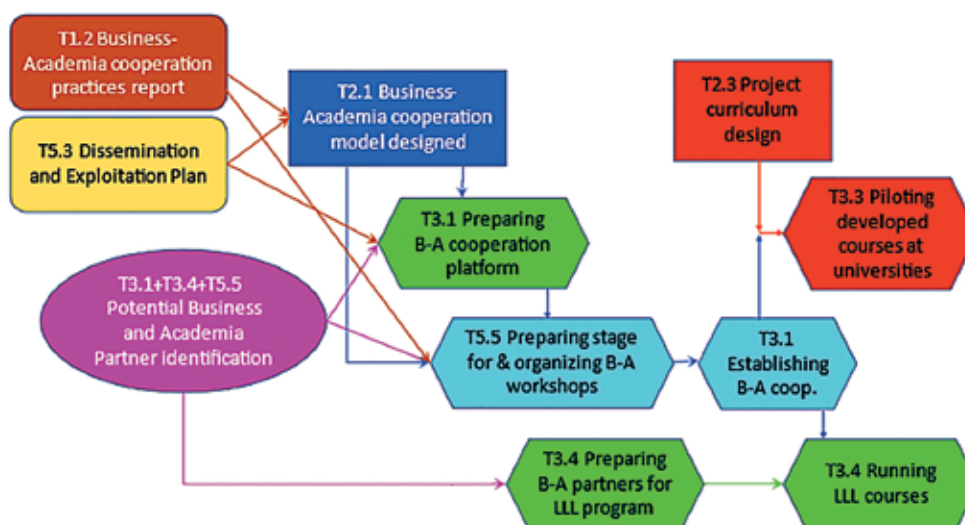
– povratno informiranje i savjetovanje tvrtki o rješenjima razvijenim kroz izvođenje moderniziranih predmeta (vježbi).

Na osnovi razvijenog modela te definiranih i pripremljenih zadataka pristupilo se operacionalizaciji suradnje poslovnih i akademskih dionika provedbom nekoliko povezanih aktivnosti. Snažna interakcija i tijek rada navedenih aktivnosti zajedno s provedbom razvijenih slučajeva u studijskim programima partnerskih sveučilišta i njihovo izvršenje u trećoj godini trajanja projekta prikazano je na slici 1.

U okviru projekta GEOBIZ završen je ciklus identifikacije potencijalnih partnera i pripremljeno je šest radionica o suradnji poslovnog i akademskog sektora. U cilju njihovog uspješnog organiziranja i ostvarivanja postavljenih ciljeva provedena je kampanja informiranja poslovnih subjekata u partnerskim zemljama kroz publiciranje elektronskih novina, diseminaciju letaka i neposredne kontakte predstavnika projektnih timova partnera. U razdoblju od ožujka do rujna 2021. godine održane su radionice u Prištini (18.03.), Podgorici (25.05.), Chisinau (03.06.), Sarajevu (11.06.), Tirani (30.06.) i Banja Luci (10.09.), koje su, bez obzira na otežane okolnosti Covid-19 epidemije okupile između 25 i 60 sudionika.

Kao rezultat navedenih radionica započeti su neposredni kontakti između poslovnih i akademskih dionika koji su rezultirali uključivanjem tvrtki u pripremu i oblikovanje (lokalizaciju) praktičnih zadataka u vježbe koje će partnerske akademske institucije izvoditi testno tijekom akademske godine 2021./2022., odnosno potpisivanjima *Sporazuma o suradnji* između tvrtki i akademskih institucija. Primjera radi, *University for Business and Technology* iz Prištine je tijekom rujna 2021. potpisalo sporazume o suradnji s četiri tvrtke.

Provedene radionice o suradnji poslovnog i akademskog sektora pokazale su se vrlo korisnim i izazvale



Slika 1: Dijagram aktivnosti izgradnje modela suradnje poslovnog i akademskog sektora (Gjata, 2021)

široko zanimanje poslovne zajednice te će se tijekom 2022. godine u istoj ili nekoj drugoj primjerenj formi (npr. kao samostalna ili dio nacionalnih konferencija) iste ponoviti kako bi se suradnja još više potaknula. Paralelno s izvođenjem nastave na akademskim institucijama, svaki partner iz partnerskih zemalja organizirati će niz treninga cjeloživotnog obrazovanja za stručnjake iz poslovnog, odnosno državnog i javnog sektora, što će biti dodatni poticaj za jačanje predmetne suradnje.

4. Zaključak

U radu je predstavljen značaj suradnje poslovnog i akademskog sektora pri modernizaciji tehnološki naprednih sadržaja studijskih programa u STEM području te je pokazano kako se CBHE projekti Erasmus+ programa mogu koristiti za uspostavljanje ili jačanje te suradnje. U tu svrhu razrađen je novi inovativni model suradnje poslovnih i akademskih dionika te je u svrhu njegove implementacije provedena kampanja informiranja poslovnih dionika koja je kulminirala organizacijom radionica o suradnji. Provedene aktivnosti dale su rezultata i u tijeku je formalizacija (potpisivanje Sporazuma o suradnji) i operacionalizacija (sudjelovanje tvrtki u oblikovanju vježbi) suradnje što bi trebalo rezultirati novim sadržajima i oblicima izvođenja praktičnih dijelova nastave tehnološki naprednih predmeta studija geodezije, geoinformatike i srodnih studija.

Literatura

Crompvoets, J.: BESTSDI Task Report – T1.3 Requirement Analysis, BESTSDI project, 2017. 1-28.

Crompvoets, J., Poslončec-Petrić, V., Bačić, Ž.: Academia-Business survey on needs and cooperation in field of Spatial Data Infrastructure. EuroSDR & BESTSDI project, 2020. 1-34.

Gjata, G.: Establishing a Business-Academia cooperation platform -T3.1 Report, GEOBIZ project 2021. 1-26.

Karabegović, A., Ponjavić, M., Čosić, A., Nevistić, Z., Ristić, A., Amović, M.: Geoinformatic courses (practical part) design. GEOBIZ 2021. 1-160.

Koski, I., Suominen, A., Hyytinen, K.: Tutkimus– yritys-yhteistyö. Finnish Research Impact Foundation, 2021.

Obrenović, B., Popović, S.: GEOBIZ Task Report T2.2 Developing Innovative Business – Problem Based Cases. GEOBIZ 2020. 1-66.

Vandenbroucke, D.: GEOBIZ Task Report – T1.1 Business and User Needs Survey, GEOBIZ project, 2020. 1-103.

Wytzisk-Arens, A., Crompvoets, J., Jovanović, D., Laci, S., Meha, M., Nevistić, Z., Papathimiu, S.: GEOBIZ Task Report T2.1 Business-Academia Cooperation Model design. GEOBIZ project 2021. 1-34.

URL1: <https://www.vaikuttavuussaatio.fi/en/report-on-business-academia-cooperation-attracts-widely-attention-publication-event-online/>

URL 2: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190222STO28402/the-future-of-erasmus-more-opportunities>

URL3: https://eacea.ec.europa.eu/erasmus-plus/actions/key-action-2-cooperation-for-innovation-and-exchange-good-practices/capacity-building-projects-in-field-higher-education_en

URL4: https://eacea.ec.europa.eu/erasmus-plus/actions/key-action-2-cooperation-for-innovation-and-exchange-good-practices/capacity-building-projects-in-field-higher-education_en

URL5: <https://geobiz.eu> – GEOBIZ project. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – koordinator projekta.

URL6: <https://gidec.abe.kth.se/GEOWEB/> – GEOWEB project. Royal Institute of Technology (KTH) – koordinator projekta.

URL7: <https://www.beststi.eu> – BESTSDI project. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – koordinator projekta.

URL8: <https://www.eo4geo.eu> – EO4GEO project. GISIG asocijacija – koordinator projekta.

Abstract

Geoinformatics Curricula Modernisation Based on Problem-Based Learning Through the Cooperation of the Businesses and the Academy

The geoinformation ecosystem is based on geo-spatial data, which is one of the main drivers of today's digital revolution. Geoinformatics is present in numerous disciplines and therefore the education of geoinformatics experts is of paramount importance today. New, advanced technologies that are applied in geoinformatics and support the development of applications for specific purposes are the essence of geoinformatics. The challenges faced by the geoinformation ecosystem are external and internal, highlighting in particular the lagging behind of the academic sector in introducing new technologies into the teaching process, which results in new professionals not having the knowledge and skills needed by the business sector. This problem has a global character and numerous projects are under way in search of solutions that will enable the modernization of geoinformatics curricula that will accompany rapid changes in technology and user needs. The Erasmus+ programme, through sectoral skills alliances and Capacity Building in Higher Education (CBHE) competitions, provides academic institutions with a tool for the realisation of curriculum modernisation projects and new approaches in academic education. At the CBHE call in 2019, the financing of the project "Business driven problem-based learning for academic excellence in geoinformatics" (GEOBIZ) coordinated by the Faculty of Geodesy, University of Zagreb was approved. The aim of the project is to improve the geoinformation ecosystem through the development of a new and innovative model of cooperation between the business and academic sectors. This will support the academic sector in the modernization of study programs through problem learning in the wake of technological and conceptual changes in geoinformatics, modernize parts of geoinformatics studies so that the profile of future experts corresponds to the needs of the economy, and develop a model of cooperation that will benefit all subjects of the geoinformation ecosystem. GEOBIZ approach and results so far are presented in this paper.

Keywords: *B-A cooperation, Curriculum, Ecosystem, Geoinformatics, Modernization*

Koliko propelera trebamo za vrhunski proizvod?

Dijana Uljarević¹, Saša Hublin², Tomislav Korenika³

¹ M SAN NEKRETNINE d.o.o., Buzinski prilaz 10, Zagreb, Hrvatska, dijana.uljarevic@msan.hr

² M SAN NEKRETNINE d.o.o., Buzinski prilaz 10, Zagreb, Hrvatska, sasa.hublin@msan.hr

³ PLANET IX d.o.o., Buzinski prilaz 10, Zagreb, Hrvatska, tomislav.korenika@planetix.hr

Sažetak

U današnje vrijeme kad smo preplavljeni raznim bespilotnim letjelicama i njima pripadajućim sensorima, veliki je izazov odabrati optimalno rješenje koje će pružiti podatke pogodne za potrebe geodetskog mjerenja tzv. „survey grade“ točnosti. Geodetima kao vještim upraviteljima bespilotnih letjelica otvaraju se nove niše za djelovanje uporabom UAV tehnologije. Cilj rada je sažeti iskustva snimanja, obrade podataka, te vizualizacije proizvoda dobivenih prikupljanjem podataka bespilotnim letjelicama, te uz pomoć RGB i LIDAR senzora. Između ostalog, testirati, te predstaviti geodetskim stručnjacima proizvod dobiven novim LIDAR sensorom Zenmuse L1, koji je tržište uzdrmao nevjerojatno niskom cijenom za tu vrstu senzora. Osim navedenog, testirana je i Zenmuse P1 kamera, te kamera integrirana u Phantom 4RTK bespilotnu letjelicu. Intenzivan rad s ovom tehnologijom i konstantno kontroliranje podataka klasičnim geodetskim metodama izmjere, pokazalo je da metodu snimanja bespilotnim letjelicama možemo ravnopravno, klasičnim metodama koristiti u određenim zadaćama za potrebe topografske izmjere.

Ključne riječi: *3Dsurvey, bespilotne letjelice, bespilotni sustavi, DJI, DJI Terra, oblique, smart oblique, prostorni podaci*

1. Uvod

Kako je poznato da specifikacije uređaja i sustava ne odgovaraju uvijek točnostima koje je moguće postići na terenu, u svakodnevnom radu stalno obavljamo kontrolu dobivenih podataka iz bespilotnih sustava tradicionalnom metodom izmjere za potrebe projektiranja, evidentiranja međa i objekata u katastarskom operatu, kod izračuna količina iskopa ili nasipa, izračuna nagiba pojedinih poljoprivrednih površina. Iznimno zadovoljavajući podaci dobiveni bespilotnim sustavima naveli su nas na razmišljanje koliko novca je optimalno uložiti u bespilotni sustav kako bi omogućili kvalitetne podatke na nemjerljivo brži i jednostavniji način, koji ne samo da šteti vrijeme, već i štiti stručnjaka od mogućih ozljeda pri terenskoj izmjeri. Pitanje koje si postavljamo je sljedeće: Da li je potrebno kupiti najskuplju opremu za mjerenje ili za većinu geodetskih zadaća možemo koristiti i cijenom pristupačniji mjerni sustav. Osim toga, testiran je i LIDAR sustav Zenmuse L1 (slika 2), koji je tek pristigao na tržište, a niskom cijenom, jako odskaače od na tržištu do sad prisutnih LIDAR senzora. Njegova niska cijena ulijevala je malu skepsu prema podacima dobivenim toliko jeftinijim sensorom, no testiranje je pokazalo da sustav zadovoljava specifikacije i da prostor za njegovu uporabu u određenim geodetskim zadaćama itetako postoji.

Za testna područja izabrane su specifične lokacije. Dvorac Veliki tabor (slika 4), zbog detalja koji se nalaze na samoj građevini. Centralni park u Petrinji (slika 5), jer ima visoko raslinje i crkvu u sklopu parka

koji onemogućavaju prolazak GPS signala, a snimanje totalnom stanicom bi iziskivalo puno stajališta, pa je pravi primjer na kojem LIDAR sustav pokazuje svoju „snagu“. Most Martinska Ves (slika 6), jer ima puno elemenata od kojih su mnogi uski, dugi, zaobljeni, pa je to izazov koji su bespilotni sustavi morali svladati. Dalekovod Greda (slika 7), jer su stupovi visoki, a žice tanke, pa smo bespilotnim sustavima dali još jednu tešku zadaću koju su uspješno savladali.

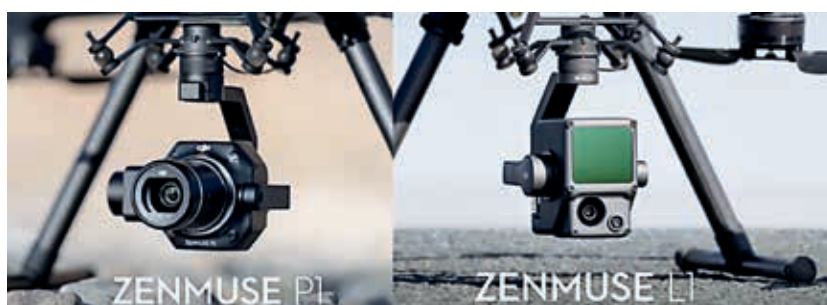
2. Testirani sustavi



Slika 1: MATRICE 300 (URL 1)

Tablica 1

| USPOREDBA SUSTAVA BESPILOTNE LETJELICE I SENZORA | | |
|--|---|---|
| SUSTAV | PREDNOSTI | MANE |
| MATRICE 300 sa Zenmuse L1 (slika 1) | <ul style="list-style-type: none"> • bilježi podatke o terenu i kroz raslinje te time omogućuje dobivanje digitalnog modela terena • brzo procesiranje podataka i dobivanje oblaka točaka • na kvalitetu podataka ne utječe promjena intenziteta svjetlosti kao ni vrsta okoliša • može se koristiti i kao fotogrametrijska kamera • 30-40 min snimanja ovisno o modu snimanja i vremenskim utjecajima | <ul style="list-style-type: none"> • zahtjeva kalibraciju tijekom leta |
| MATRICE 300 sa Zenmuse P1 | <ul style="list-style-type: none"> • podaci visoke rezolucije koji omogućavaju visoku točnost • snimanja i vremenskim utjecajima • mogućnost smart oblique snimanja koja smanjuje broj fotografija snimljenih oblique tehnikom • mogućnost mijenjanja leća • 30-40 min leta ovisno o modu | <ul style="list-style-type: none"> • potrebno snažno računalo za obradu podataka • vrijeme procesiranja podataka • nepotrebno visoka rezolucija na max. visini leta od 120m • težina fotografije od 14-21MB |
| Phantom 4RTK | <ul style="list-style-type: none"> • jeftin sustav • jednostavan za rukovanje • dovoljan za većinu zadataka inženjerske geodezije • postizanje optimalne rezolucije u području dozvoljene visine leta od max.120 m | <ul style="list-style-type: none"> • do 30 min snimanja ovisno o modu i vremenskim uvjetima • za veće zadatke zahtjeva puno baterija kako bi se snimalo bez prestanka |



Slika 2: Testirani senzori P1 i L1 uz dron MATRICE 300 (URL 1)



Slika 3: Phantom 4RTK (URL 1)

3. Testirano područje

Prikazane lokacije obrađene su dron snimke u 3D survey softveru (URL 2), te je dobiven 3D model terena.



Slika 4: Dvorac Veliki Tabor 3D model (URL 2)



Slika 5: Centralni park u Petrinji 3D model (URL 2)



Slika 6: Most Martinska Ves 3D model (URL 2)



Slika 7: Dalekovod u mjestu Greda 3D model obojen visinski (URL 2)

4. Metoda testiranja

Podaci dobiveni mjerenjem bespilotnim sustavima, obrađeni u programu za obradu snimaka, te analizu i vektorizaciju podataka 3Dsurvey, uspoređeni su s podacima snimljenim klasičnim metodama izmjere totalnom stanicom Leica TCRA 1105, te GNSS Stonex S10, koji se učitavaju u 3Dsurvey CAD modul te time omogućuju paralelni rad na obje vrste podataka te međusobnu usporedbu.

Na izrađenim oblacima točaka i digitalnim modelima terena izvučeni su poprečni i uzdužni profili i uspoređivane visine u odnosu na one snimljene totalnom stanicom i GNSS. Na pozicijama kontrolnih točaka snimljenim klasičnim sustavom preuzete su y,x,z koordinate s modela terena dobivenih bespilotnim sustavima mjerenja i izvršena je provjera odgovaraju li specifikacijama danim od strane proizvođača.

5. Rezultati

Sva tri testirana sustava zadovoljila su pruženom točnošću podataka točnost koju jamči proizvođač specifikacijama. Za potrebe topografskog snimanja podataka u svrhu projektiranja, sustav sa Zenmuse P1 kamerom, te Phantom 4RTK (slika 3), za povećanu točnost ispod 5 cm i u horizontalnom i u visinskom smislu, preporuka je koristiti orijentacijske točke koje se koriste u fazi obrade podataka, te dodatno kontrolne točke kojima provjeravamo obrađene podatke, te ukoliko je potrebno dodatnom obradom može se poboljšati točnost dobivenih proizvoda na kojima se u sljedećem koraku radi vektorizacija detalja. LIDAR sustav u trenutnoj fazi razvoja s točnošću od 10 cm u horizontalnom smislu i 5 cm u vertikalnom, ali s mogućnošću prodora signala kroz raslinje, definitivno je ozbiljan instrument za snimanje cijelog jednog dijapazona zadaća, od snimanja zelenih površina, parkova, prometnica sa zelenim površinama uz koridor, te mnogih drugih kojima postignuta točnost zadovoljava zadatak. P1 kamera omogućava snimanje od čak 1.2 cm/pix na maksimalno dozvoljenoj visini leta od 120 m, pa je za većinu zadaća za koje je potrebno 3-5 cm/pix pretjerano koristiti je kao izbor. Posao će sasvim solidno odraditi i Phantom 4RTK. No, P1 kamera omogućava ne samo oblique, već i smart oblique način snimanja, a koji će nam omogućiti snimanje ne samo krovova, već i fasada objekata, pa je u tom smislu vrijedan senzor za 3D prikaz intravilana, bez obzira na veliku količinu vremena koje će biti potrebno za obradu podataka, proizvod će nas oduševiti 3D modelom objekata. Svi modeli testirani su u najjednostavnijem modu letenja poznatom kao „misija“, jer je cilj bio približiti sustave i ovu tehniku mjerenja i korisnicima koji prezaju od uporabe bespilotnih letjelica zbog straha od manualnog rukovanja njima. Misija omogućava najjednostavnije korištenje bespilotnog sustava, samo zadavanjem područja snimanja, te nekoliko parametara, a ostatak posla od polijetanja preko snimanja do slijetanja na zadanu točku sustav obavlja automatizirano i samostalno.

6. Zaključak

Kao u geodetskim zadaćama koje snimamo klasičnim metodama, tako i pri snimanju korištenjem bespilotnih sustava, s obzirom na područje snimanja, pokrivenost vegetacijom, zadanu rezoluciju i točnost podataka biramo letjelicu i senzor kojima ćemo snimati predmetno područje ili detalj, s obzirom na specifičnosti svakog sustava mjerenja. Nema univerzalnog odgovora je li bolja opcija „fixed wing“ letjelica ili tzv. kopter za sve zadaće. Nema ni univerzalnog odgovora koja kamera je bolja za sve zadaće stavljene pred geodetske stručnjake. Sva tri testirana sustava zadovoljavaju tzv. „survey grade“ točnost podataka, te su samim time dobra opcija topografske izmjere kojom se bave geodetski stručnjaci. Hoće li koristiti cijenom prihvatljivije rješenje s kojim će vrijeme snimanja trajati duže, no podaci će biti dovoljno točni za zadatak koji trebaju izvršiti ili će uložiti više novaca u sustav, te time štediti vrijeme provedeno na terenu, na stručnjaku je da procijeni. Hoće li izabrati skuplji LIDAR sustav, pa time smanjiti količinu podataka koju je potrebno prikupiti jednom od klasičnih metoda izmjere, na stručnjaku je odlučiti. Ono što je cilj ovog i sličnih radova, je da pruži uvid u količinu i kakvoću podataka koju stručnjaci mogu očekivati korištenjem ovakvih sustava, te na temelju pruženih informacija izračunati koliko im uporaba bespilotnog sustava može uštedjeti vremena za prikupljanje nemjerljivo više podataka u usporedbi s prikupljenim podacima klasičnim metodama topografske izmjere. Zaključak nakon testiranja tri bespilotna sustava je:

- vrijeme prikupljanja terenskih podataka s obzirom na klasičnu metodu snimanja je kraće,
- količina prikupljenih podataka je nemjerljivo veća,
- bespilotni sustav pruža zadovoljavajuću točnost podataka za geodetske poslove,
- kao i kod klasičnih metoda izmjere, biranje bespilotnog sustava za izmjeru radi se na osnovi postavljenog zadatka i
- bespilotnim sustavima omogućenom nam je snimanje prostornih podataka do kojih terestičkim putem ne bismo mogli doći.

Literatura

URL 1: <https://www.msan.hr>

URL 2: <https://www.3dsurvey.si>

Abstract

How Many Propellers Do We Need for a Premium Product?

Nowadays, when we are flooded with various unmanned aerial vehicles and their related sensors, it is a great challenge to choose the optimal solution that will provide data of "survey grade" accuracy suitable for geodetic measurements. Geodesists, as skilled drone operators, are constantly finding new niches for the use of UAV technology. The aim of this paper is to overview the experiences of measuring, data processing, and visualization of products obtained by collecting data using unmanned aerial vehicles, and RGB and LIDAR sensors. Among other things, this paper will focus on testing and presenting to geodetic experts a product obtained using the LIDAR sensor Zenmuse L1, the new sensor that shook the market with its incredible price to value ratio. Furthermore, a Zenmuse P1 camera and a camera integrated into a Phantom 4RTK drone were also tested. Intensive work with this technology and constant control of data with classical geodetic surveying methods, showed us that recording by unmanned aerial vehicles can be as reliable as classical methods in specific tasks of topographic surveying.

Keywords: *3Dsurvey, unmanned aerial vehicles, unmanned systems, DJI, DJI Terra, oblique, smart oblique, spatial data*



Primjena bespilotnih letjelica u geodetsko-geoinformatičkoj struci u Hrvatskoj

Željko Bačić¹, Zvonimir Nevistić²

¹ Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, zbacic@geof.hr

² Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, zvonimir.nevistic@geof.unizg.hr

Sažetak

Nove i tehnologije u nastanku suočavaju se s dva osnovna problema na putu do njihovog prihvaćanja u kategoriju tehnologija koje se standardno primjenjuju za određene radove i profesije. Da bi tehnologija stekla široku ili standardiziranu primjenu u nekom području ili struci potrebno je riješiti tehnička ograničenja koja su prisutna kod svih novih tehnologija na početku njihove primjene i moguća administrativno/pravna ograničenja koja se mogu pojaviti primjenom neke nove tehnologije. Bespilotne letjelice, kao i digitalni senzori za snimanje površina razvili su se u proteklih desetak godina izuzetno brzo te su danas takvi sustavi sve prisutniji u geodeziji i geoinformatici, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj. Efikasnost uporabe novih tehnologija u nekom području ili struci, konkretno bespilotnih letjelica u geodeziji i geoinformatici određena je sposobnošću savladavanja tehnologije, pravnog okvira koji uređuje njeno korištenje i sposobnosti određene struke da sagleda sve potencijale konkretne tehnologije i aktivira ih u praksi. S ciljem sagledavanja do koje su mjere geodetsko-geoinformatički sustav i struka ovladali primjenom bespilotnih letjelica provedeno je istraživanje na području Hrvatske koje je obuhvatilo sve ovlaštene fizičke i pravne osobe za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina. Tijekom studenog 2020. godine provedena je online anketa sa strukturiranim pitanjima kako za ovlaštene osobe koje koriste bespilotne letjelice tako i za one koji ih ne koriste. Anketom je obuhvaćena 971 ovlaštena osoba. Zaprimito je 142 odgovora koji su obrađeni, analizirani i predstavljeni u ovom radu koji nam daje reprezentativni uvid trenutnog korištenja te tehnologije od strane geodetsko-geoinformatičke struke i perspektivu korištenja u budućnosti.

Ključne riječi: anketa, bespilotne letjelice, geodetsko-geoinformatička struka, primjena

1. Uvod

U proteklih desetak godina svjedočimo iznimnom razvoju tehnologije bespilotnih letjelica – dronova. Dok je globalno tržište komercijalnih dronova 2013. godine iznosilo kojih 600 miliona US\$ (URL1), ono je za 2022. procijenjeno na 10.738 miliona US\$ (URL2) odnosno na 18.200 miliona US\$ (URL3) za 2027. godinu. Razvoj mikro- i nano-elektromehaničkih sklopova te tehnologije izrade baterija omogućili su razvoj različitih tipova i veličina dronova opremljenih senzorima visokih performansi koji omogućuju prikupljanje informacija sa Zemljine površine visoke kakvoće. U budućnosti će na razvoj primjene dronova bitno utjecati i razvoj Interneta stvari i 5G tehnologije.

Velika potreba za geo-referenciranim podacima o stanju Zemljine površine, objekata i pojava na njoj kao i karakteristike dronova rezultirali su u njihovoj primjeni u različitim područjima ljudskih aktivnosti, odnosno primjeni u širokom rasponu djelatnosti (slika 1). Može se reći da je primjena dronova danas gotovo neograničena. Pri tome treba uočiti da cjelokupni sektor nekretnina i građevinarstva predstavlja manje od četvrtine ukupnog tržišta, što ukazuje da geodetsko-geoinformatički sektor u cjelokupnom komercijalnom tržištu dronova i usluga

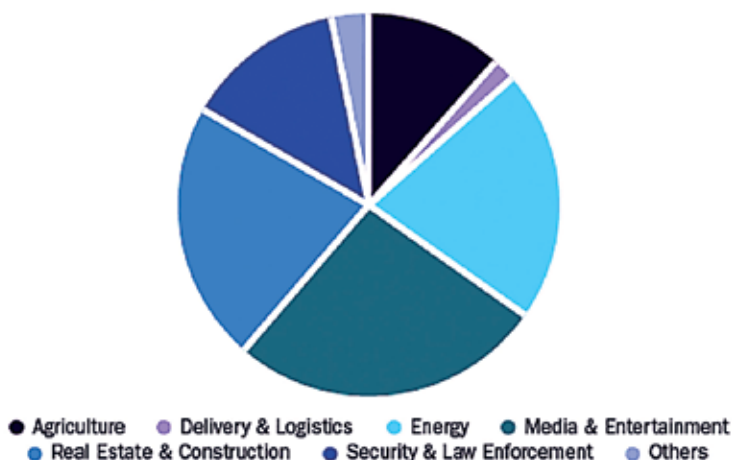
koje se pružaju pomoću dronova predstavlja tek mali dio ukupnog tržišta.

Veliko povećanje broja proizvedenih dronova u proteklih desetak godina učinilo ih je i široko dostupnim, a automatizacija procesa upravljanja letjelicama, odnosno obrade prikupljenih podataka, omogućilo je brzo širenje broja i profila korisnika. Pri tome treba istaknuti, kao i u drugim područjima u kojima digitalna revolucija uvodi pojednostavljenje i automatizaciju procesa dobivanja krajnjih rezultata, da mogućnost dobivanja krajnjeg rezultata nikako ne znači i dobivanje točnog rezultata, što je posljedica prvenstveno nedostatka potrebnih znanja iz područja geodezije i geoinformatike.

Istraživanje tržišta komercijalnih dronova u Hrvatskoj ne postoji tako da nije moguće procijeniti tko su krajnji korisnici kao niti koji je udio geodetsko-geoinformatičkog sektora u cijelom tržištu, odnosno da li postoji prostor za širenje djelatnosti i na koja područja. Upravo su navedene nedoumice bile razlog za provedbu istraživanja o stanju primjene dronova u geodetsko-geoinformatičkom sektoru i sagledavanja kako i gdje struka vidi perspektivu uporabe dronova u budućnosti.

Global Commercial Drone Market

share, by end-use, 2020 (%)



Slika 1: Udjeli globalnog tržišta komercijalnih dronova prema krajnjim korisnicima (URL2)

2. Anketa

Kako bi se sagledao poslovni potencijal primjene dronova za geodetsko-geoinformatičku struku u Hrvatskoj, osim praćenja globalnih trendova i prikupljanja primjera primjene dronova potrebno je i sagledati trenutno stanje uporabe dronova u geodetsko-geoinformatičkoj struci, njihovu zastupljenost u inventaru opreme fizičkih i pravnih osoba ovlaštenih za poslove državne izmjere i katastra nekretnina (u daljem tekstu ovlaštene osobe), kao i načine primjene. U tu svrhu su studenti u okviru kolegija *Integrirani sustavi u geomatiki*, koji se izvodi u III semestru diplomskog studija Geodezija i geoinformatika, usmjerenje Geoinformatika, priredili i proveli anketu kojom su obuhvaćene sve ovlaštene osobe. Cjelokupan zadatak podijeljen je na četiri tima koji su zajednički, u suradnji s nastavnicima prof. dr. sc. Željkom Bačićem i asistentom Zvonimirom Nevistićem, mag. ing, geod. et. geoinf. pripremili i proveli anketu te nastavno obradili teritorij Hrvatske koji pokriva po četvrtinu ovlaštenih osoba. Timovi i područja koja su obradili su:

- Leonarda Rusan i Matea Šourek – središnja Hrvatska (Rusan i Šourek, 2021)
- Juraj Jurišić i Marko Krolo – središnja i južna Dalmacija (Jurišić i Krolo, 2020)
- Antonio Diminić – sjeverno-zapadna Hrvatska (Diminić, 2021)
- Matej Petrinović i Ivana Pančić – Slavonija (Petrinović, Pančić, 2021)

Anketa je izrađena uz pomoć Google obrasca koji omogućuje brzo i jednostavno kreiranje anketa različitih tematika. Pitanja su podijeljena u tri vrste:

- Pitanja otvorenog tipa u kojima se od ispitanika traži da na odgovarajuće mjesto upiše odgovor u cijelosti.
- Pitanja zatvorenog tipa u kojima se od ispitanika traži da odabere neki od ponuđenih odgovora.
- Pitanja kombiniranog tipa.

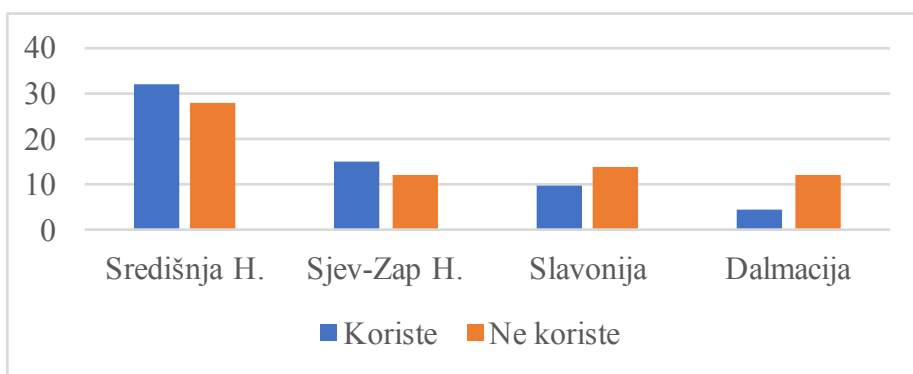
Nakon općih uvodnih pitanja anketa je organizirana u dvije skupine pitanja u ovisnosti od odgovora ispitanika na pitanje „Koristite li bespilotnu letjelicu/ce?“ U ovisnosti da li je odgovor bio pozitivan ili negativan, jedna skupina pitanja je namijenjena ovlaštenim osobama koje posjeduju i koriste dronove u svom poslu, a druga skupina pitanja ovlaštenim osobama koje ne koriste dronove u svome poslu. Anketa se sastoji od tri uvodna pitanja te 14 pitanja za ovlaštene osobe koje koriste dronove i 12 pitanja za ovlaštene osobe koje ih ne koriste, a dostupna je na poveznici https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc77bupENYHAYRtvpbjXeGJHtWzWbme_w3fJfrF3aO2_1KFhw/viewform.

Anketa je putem elektroničke pošte prosljeđena na 971 adresu sadržanu u ispisu iz upisnika ovlaštenih osoba koji nam je dostavila *Državna geodetska uprava*, nadležna za vođenje upisnika. Ukupno je zaprimljeno 140 odgovora, što iznosi zadovoljavajućih 14,4%, obzirom da dio adresa elektroničke pošte nije bio valjan. Od 140 odgovora 74 ovlaštene osobe navele su da koriste dronove, a njih 66 da ih ne koriste (slika 2).

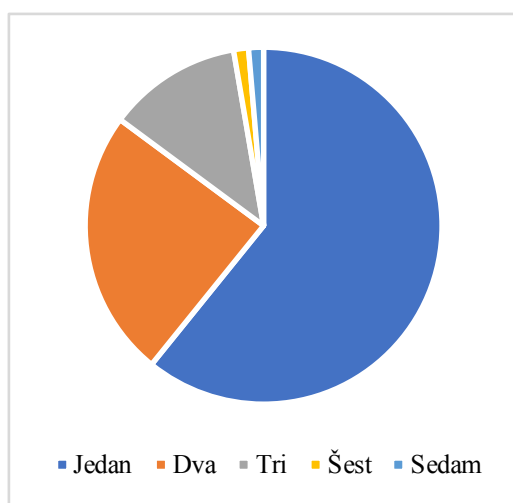
Preostali ulazni podaci relevantni za istraživanje su:

- broj dronova kojim geodetsko-geoinformatička operativa raspolaže (slika 3),
- senzor kojima su dronovi opremljeni (slika 4),
- vremensko razdoblje korištenja dronova (slika 5) i
- glavno područje djelovanja ovlaštene osobe (slika 6).

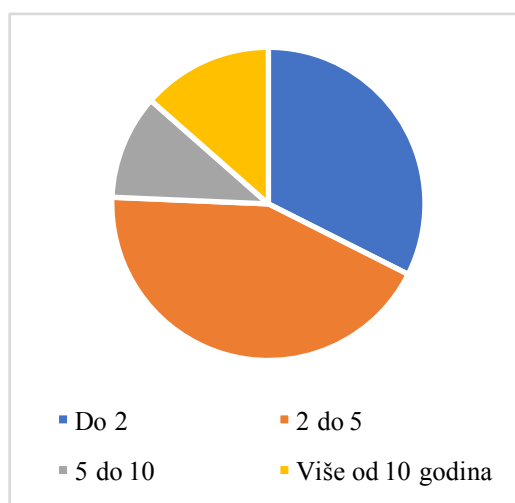
Iz podataka prikupljenih anketom, ovlaštene osobe raspolažu sa 131 dronom, najčešće s jednim ili dva, dok samo dvije ovlaštene osobe raspolažu s više od tri drona (6 i 7). Velika većina dronova u uporabi su kopteri nižeg cjenovnog razreda (2/3 različiti modeli kineske tvrtke DJI), a manje od 5% su letjelice s čvrstim krilom. Svi dronovi raspolažu s RGB kamerama, samo manji dio multispektralnim kamerama (7) i Lidarom (2), a nitko ne raspolaže kamerom za snimanje u infracrvenom spektru (slika 4).



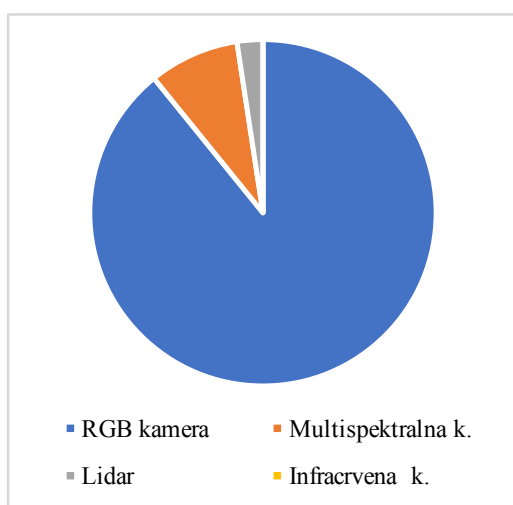
Slika 2: Količina odgovora i razina korištenja dronova po područjima obrade



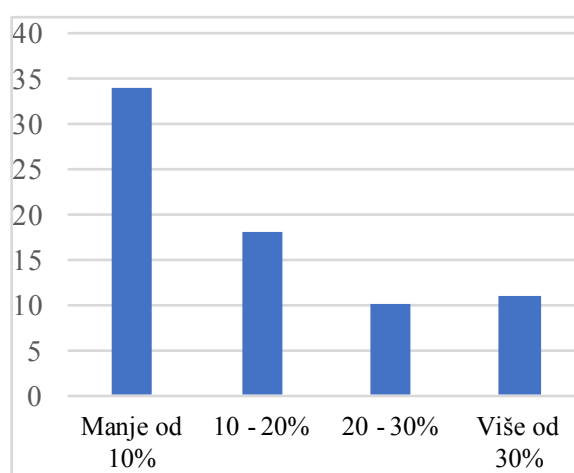
Slika 3: Broj dronova kojim tvrtka raspolaže



Slika 5: Vrijeme korištenja dronova



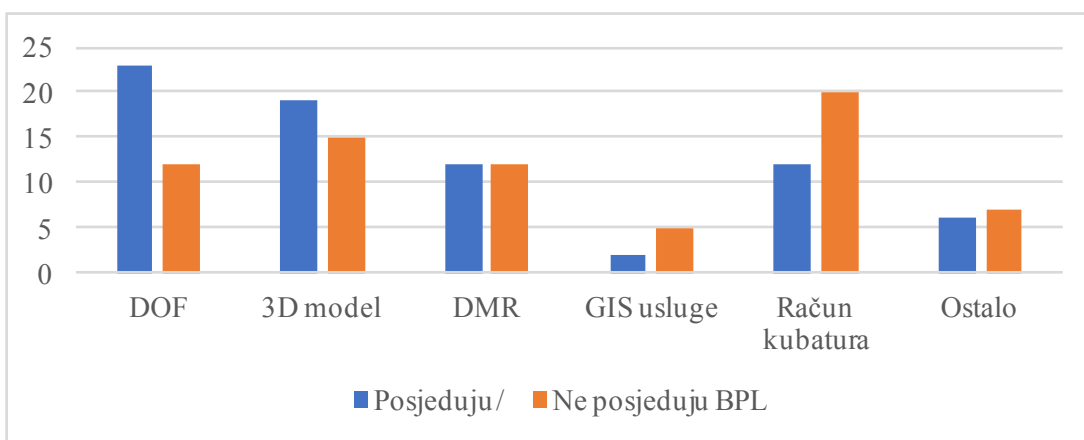
Slika 4: Senzori kojima su dronovi opremljeni



Slika 6: Udio snimanja dronom u izmjerama ovlaštene osobe

Najveći broj ovlaštenih osoba koristi dronove dvije do pet godina (slika 5) što samo potvrđuje da je riječ o novoj tehnologiji, ali je povezano i s činjenicom da je *Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova* usvojen 2015. godine čime je omogućeno brže širenje primjene dronova.

U razdvojenom dijelu ankete, ovlaštene osobe koje posjeduju dronove odgovarale su na pitanje koliki je udio snimanja s dronom/vima u ukupnom opsegu izmjera koje pojedina ovlaštena osoba godišnje realizira. Iz dobivenih odgovora razvidno je da je za veliku većinu ovlaštenih osoba, kod 52 od 74 ovlaštene osobe je udio snimanja dronom manji od



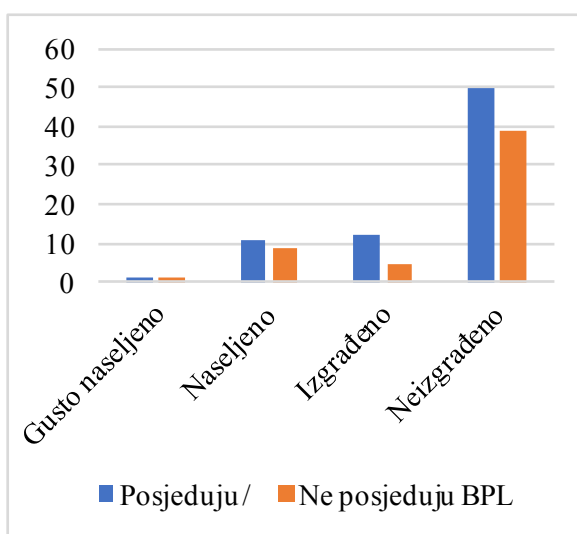
Slika 7: Glavni razlog nabave, odnosno za nabavu drona

20%, što ukazuje da je snimanje s dronom još uvijek dopunska metoda izmjere (Slika 6).

3. Analiza rezultata

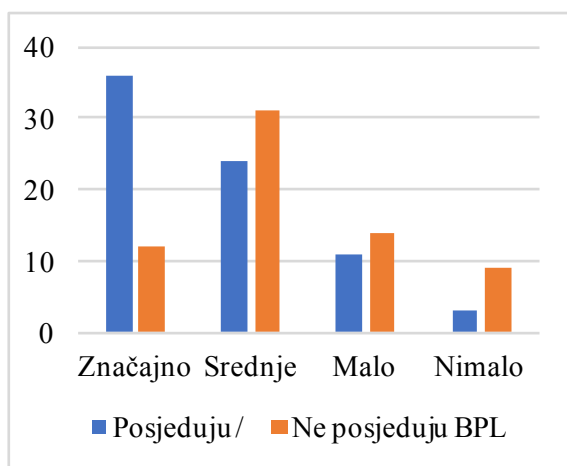
U nastavnom dijelu ankete, iako su pitanja bila različito stipulirana, ona su veći dijelom bila sadržajno jednaka. Na pitanje koje je bio ili bi bio razlog nabave drona dvije skupine ispitanika je slično odgovorili, pri čemu dominiraju standardni proizvodi koje tehnologija dronova pruža: DOF, 3D modeli, DMR i izračun kubatura, dok su geoinformatički proizvodi više razine – izrada GIS usluga slabije zastupljeni (vidi sliku 7).

Slaba zastupljenost ostalih razloga za uporabom dronova ukazuje na nedostatnu otvorenost struke prema drugim granama gospodarstva i na veliki potencijal poslova, referiramo li se na sliku 1, koje struka slabo pokriva. Sličan rezultat dali su odgovori na pitanja koliko je pomoću dronova ubrzano vaše poslovanje, odnosno koliko ubrzanje očekujete (slika 8) i na kojim područjima primjenjujete dronove, odnosno očekujete da će te primjenjivati dronove (slika 9).



Slika 9: Područje primjene dronova obavljanja poslova

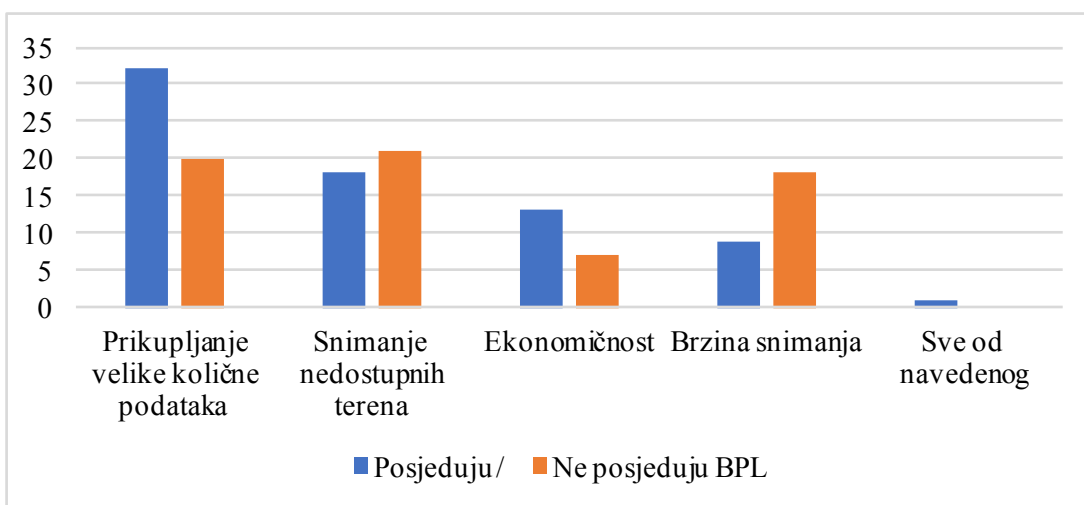
U kontekstu dosadašnjih odgovora mogu se sagledati i odgovori na pitanje što nalazite da je, odnosno da će biti najveća prednosti snimanja s dronom (slika 10), pri čemu donekle iznenađuje činjenica da je ekonomičnost kao razlog nisko rangirana (najmanje važna).



Slika 8: Ostvareno/očekivano ubrzanje

U cijeloj anketi posljednja tri pitanja su okrenuta budućnosti i ovlaštene osobe su upitane za što misle koristiti dron u budućnost (nešto drugo?), koje dodatne koristi vide od primjene integriranih senzora i koje dodatne usluge mislite da bi ste mogli pružiti korisnicima. Svrha navedenih pitanja je bila saznati do koje mjere ovlaštene osobe, bilo da posjeduju ili ne posjeduju dron vide budućnost primjene dronova i svoje mjesto u pružanju usluga koristeći dronove. Na prvo od tri navedena pitanja polovica ispitanika je odgovorila negativno, dok većina pozitivnih odgovora ide u smjeru daljnje integracije senzora, npr. LIDAR-a s terestričkim laserskim mjerenjima, primjena u poljoprivredi, snimanju kulturne baštine, projektiranje i drugo, bez područja primjene koje bi bilo dominantan pravac razvoja.

Pod dodatnim koristima ovlaštene osobe su pored brzine i ekonomičnosti (ipak) proširile očekivanja



Slika 10: Što je ili što očekujete da će biti najveća prednost snimanja s dronom?

na snimanje s novim vrstama senzora, LIDAR, multispektralne i termalne kamere (i njihovoj zajedničkoj primjeni) te pretvaranje geodetskog posla u „postsurvey“ gdje se obavlja kratak i efikasan let, a tek onda slijedi naknadna interpretacija modela u uredu. Iako većina ovlaštenih osoba vidi mnoge dodatne koristi od primjene integriranih senzora na dronovima, postoje i one koje ih ne vide ili smatraju da su zanemarive.

Treće pitanje se u principu nadovezuje na prethodno te su odgovori bili konkretni primjeri dodatnih koristi identificiranim u prethodnom pitanju. Tako je navedeno da podaci dronova mogu poslužiti kao podlogu za izradu registra prometnica, video vizualizaciju, klasifikacije zemljišta za potrebe kontrole (krčenje šuma, podatke za NP i PP), za analizu osunčanosti i kubaturu šuma, za snimanje dalekovoda, vegetacije i speleoloških objekata, za lokalnu homogenizaciju katastarskog plana, za 3D model nekog naselja, korištenje snimljenih i obrađenih podataka u marketinške svrhe, za različite usluge monitoringa i u poljoprivredi. Iz navedenog je razvidno da ovlaštene osobe imaju različite ideje gdje bi se sve proizvodi dobiveni dronovima mogli upotrijebiti. Ipak, za napomenuti je da je samo jedan ispitanik naveo BIM, dok se primjene povezane s Internetom stvari, pametnim gradovima i digitalnim dvojnicima, što su globalni koncepti primjene novih tehnologija, a time i dronova, u odgovorima ne spominju. Za pretpostaviti je da je fokus ovlaštenih osoba na konkretnim primjenama koje imaju naručitelja, kao i da Hrvatska u cjelini s određenom vremenskom zadržkom slijedi implementaciju globalnih tehnoloških trendova.

4. Zaključak

Anketa koju su studenti kolegija *Integrirani sustavi u geomatici* na diplomskom studiju *Geodezije i Geoinformatike Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu* proveli u studenom 2020. godine pružila je po prvi put sliku o uporabi dronova u

geodetsko-geoinformatičkoj struci u Hrvatskoj. Dobiveni rezultati predstavljaju korisnu informaciju svim dionicima sustava odnosno dobru podlogu donošenju odluka i za daljnja istraživanja.

Zastupljenost dronova je manja od 10% i njihov broj je relativno malen, ali u stalnom porastu. Dronovi se najvećim dijelom koriste za standardne proizvode (DOF, DMR, 3D modeli, izračuni kubatura) namijenjene poznatim korisnicima. Ostale primjene su slabo zastupljene što otvara brojne mogućnosti, ali i pitanja, kako (izgleda i zašto) proširiti djelatnost na nova područja i nove proizvode. Razumijevajući da širenje i disperzija poslovnih aktivnosti osigurava napredak i veću sigurnost u razvoju.

Cjelovito izvješće o provedenoj anketi s detaljnom analizom je u pripremi.

Literatura

Diminić, A. (2021): Dodatna vrijednost od integriranih senzora na dronovima – Sjeverozapadna Hrvatska, Seminarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 34 str.

Jurišić, J.; Korlo, M. (2020): Dodatna korist od integriranih senzora na dronovima u izmjeri – Dalmacija, Seminarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 40 str.

Petrinović, M.; Pančić, I. (2021): (Dodatna) korist od integriranih senzora na dronovima u izmjeri – Slavonija i Sisačko-Moslavačka županija, Seminarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 22 str.

Rusan, L.; Šourek, M. (2021): (Dodatna) korist od integriranih senzora na dronovima u izmjeri – Središnja Hrvatska, Seminarski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 31 str.

URL1: <https://www.slideshare.net/terrai/global-commercialandciviluavmarketguide20142015>
Global Commercial And Civil UAV Market Guide 2014-2015, ppt 1-24. Inea Consulting Ltd (2014)

URL2: <https://www.alliedmarketresearch.com/commercial-drone-market-2021> Commercial Drones Market- Report overview, Allied Market Research (2021)

URL3: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-commercial-drones-markets-report-2021-2027---internet-of-things-iot-to-fuel-commercial-use-of-drones-301369069.html>

Global Commercial Drones Markets Report 2021-2027 – Report overview. ResearchandMarkets.com (2021)

Abstract

Application of Drones in Geodetic-Geoinformatics Profession in Croatia

New and emerging technologies face two basic problems on the way to their acceptance into the category of technologies that are applied by default for certain works and professions. In order for the technology to acquire wide or standardised application in an area or profession, it is necessary to address the technical limitations present in all new technologies at the beginning of their application and possible administrative/legal constraints that may arise implementing some new technology. Drones, as well as digital surface imaging sensors have developed extremely quickly over the past ten years and today such systems are increasingly present in geodesy and geoinformatics, both in the world and in Croatia. The efficiency of the use of new technologies in an area or profession, specifically drones in geodesy and geoinformatics, is determined by the ability to master technology, the legal framework governing its use and the ability of a particular profession to look at all the potentials of concrete technology and activate them in practice. With the aim of looking at the extent to which the geodetic-geoinformatic system and the profession have mastered the use of drones, a survey was carried out on the territory of Croatia involving all natural and legal persons authorized for the performance of state survey and real estate cadastre. In November 2020, an online survey was conducted with structured questions for both groups of authorised persons, those using drones and those who do not use them. The survey included 971 authorised persons. We have received 142 responses that have been processed, analysed, and presented in this paper that gives us a representative insight into the current use of this technology by the geodetic-geoinformatics profession and the perspective of use in the future.

Keywords: *Application, Drones, Geodetic-geoinformatic profession, Survey*



Analiza ostvarive točnosti određivanja koordinata točaka primjenom bespilotnih zrakoplova za potrebe geodetske izmjere

Hrvoje Sertić¹, Rinaldo Paar², Fabijan Ravlić³

¹ Geo-land d.o.o., Antuna Mihanovića 14, Jastrebarsko, sertic.hrvoje12@gmail.com

² Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, rinaldo.paar@geof.unizg.hr

³ Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, fravlic@geof.hr

Sažetak

Bespilotni zrakoplov (UA) je svaki zrakoplov koji samostalno izvodi operacije ili je projektiran da samostalno izvodi operacije ili da se njime upravlja na daljinu bez pilota u zrakoplovu. Danas bespilotni zrakoplovi imaju široku primjenu u mnogim granama kao što su šumarstvo, agronomija, geodezija, civilna zaštita i mnoge druge te su nadišli svoju izvorno vojnu svrhu. Glavna prednost primjene bespilotnog zrakoplova za potrebe geodetske izmjere je mogućnost prikupljanja velikog broja podataka u kratkom vremenu u odnosu na klasične metode izmjere. Iako se danas u Hrvatskoj bespilotni zrakoplovi malo upotrebljavaju pri geodetskoj izmjeri terena u svrhu dobivanja geodetskih situacija, koje su prikaz stvarnog stanja terena u položajnom i visinskom smislu, ipak je sve više vidljiv trend rasta primjene bespilotnih zrakoplova u tu svrhu. U ovom radu istražena je mogućnost primjene bespilotnih zrakoplova za potrebe geodetske izmjere na način da je uspostavljeno testno polje koje čini 30-ak kontrolnih i orijentacijskih točaka. Testno je polje prvo izmjereno klasičnom metodom geodetske izmjere, polarnom metodom primjenom mjerne (totalne) stanice. Nakon toga sve su točke ponovno izmjerene metodom GNSS RTK. Metoda GNSS RTK primijenjena je za određivanje koordinata točaka u službenom državnom koordinatnom sustavu HTRS96/TM, a polarna metoda za povećanje položajne „jakosti“ točaka u svim smjerovima, odnosno u svrhu povećanja relativne točnosti između svih točaka. Konačno, primjenom bespilotnih zrakoplova s različitim karakteristikama slikovnih senzora testno je polje izmjereno aerofotogrametrijskom metodom na različitim visinama leta u svrhu dobivanja DOF-a. Analiza točnosti aerofotogrametrijske izmjere provedena je smatranjem podataka izmjere klasičnim metodama točnima te njihovom usporedbom s koordinatama dobivenim aerofotogrametrijskom metodom iz DOF-a.

Ključne riječi: *bespilotni zrakoplov, DOF, geodetska izmjera, koordinate točaka, preciznost, točnost*

1. Uvod

Tehnološki razvoj mijenja sve domene društva u kojem živimo, a njegov je utjecaj na geodetsku struku posljednjih trideset godina ogroman i u velikoj mjeri promijenio način i brzinu rada geodeta i geodetkinja te omogućio puno veću fleksibilnost i efikasnost, uz rješavanje novih zadataka koje su do prije trideset godina bile nesavladive. Devedesetih godina 20. st. svjedočili smo trećoj geodetskoj revoluciji u vidu razvoja GPS tehnologije i primjene računala i korisničkih programa i alata. Paralelno su se razvijale i mjerne stanice koje danas imaju u sebi integrirano niz senzora pa smo sve bliže jednom univerzalnom „all in one“ geodetskom instrumentu.

Posljednjih desetak godina streloviti razvoj događa se s bespilotnim zrakoplovima, računalima i programima za obradu podataka koji su postali dostupni i cjenovno prihvatljivi čak i manjim

geodetskim tvrtkama što prije nije bio slučaj. Prema Delegiranoj uredbi Komisije (EU) 2019/945 bespilotni zrakoplov (UA) je svaki zrakoplov koji samostalno izvodi operacije ili je projektiran da samostalno izvodi operacije ili da se njime upravlja na daljinu bez pilota u zrakoplovu. Danas bespilotni zrakoplovi imaju široku primjenu u mnogim granama kao što su šumarstvo, agronomija, geodezija, civilna zaštita i mnoge druge te su nadišli svoju izvorno vojnu svrhu. Glavna je prednost primjene bespilotnog zrakoplova za potrebe geodetske izmjere mogućnost prikupljanja velikog broja podataka u kratkom vremenu u odnosu na klasične metode izmjere. Iako se danas u Hrvatskoj bespilotni zrakoplovi malo upotrebljavaju pri geodetskoj izmjeri terena u svrhu dobivanja geodetskih situacija, koje su prikaz stvarnog stanja terena u položajnom i visinskom

smislu, ipak je sve više vidljiv trend rasta primjene bespilotnih zrakoplova u tu svrhu.

2. Regulatorni okvir i uspostava testnog polja

Prvog srpnja 2019. godine stupile su na snagu Delegirana uredba Komisije (EU) 2019/945 koja se otada i primjenjuje te Provedbena uredba Komisije (EU) 2019/947 koja se primjenjuje od 31. prosinca 2020. godine, a koje uređuju područje bespilotnih zrakoplova. Te uredbe izravno zamjenjuju nacionalne propise, pa je tako Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova (Narodne novine, 2018c) stavljen izvan snage. Delegirana uredba Komisije (EU) 2019/945 odnosi se na tehničke zahtjeve, zahtjeve operatora te zahtjeve za operatore iz trećih zemalja dok se Provedbena uredba Komisije (EU) 2019/947 osvrće na operativne zahtjeve i registraciju. Sukladno Provedbenoj uredbi Komisije (EU) 2019/947 UAS operator odnosno udaljeni pilot završio je internetski tečaj na stranicama Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo (URL 1) i ishodio potvrdu osposobljenosti te se registrirao. Na temelju članka 98. stavka 3. Zakona o obrani (NN 73/13, 75/15, 27/16, 110/17, 30/18, 70/19) i članka 9. Uredbe o snimanju iz zraka (NN 77/20), DGU je temeljem zahtjeva Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

izdala Rješenje kojim se odobrava snimanje iz zraka područja dijela javne površine i k.č.br. 2690/16, k.o. Samobor koje je korišteno kao testno polje za potrebe ovoga istraživanja (Slika 1). Grad Samobor kao vlasnik k.č.br. 2690/16 k.o. Samobor izdao je suglasnost za snimanje iz zraka na temelju članka 6. stavka 1. Uredbe o snimanju iz zraka (NN 77/20). Letačke operacije obavljene su u otvorenoj potkategoriji A2 unutar vidnog polja udaljenog pilota, najveće dozvoljene visine leta od 120 m, uz prethodno upoznavanje s uputama proizvođača prije leta. Prijava leta, odnosno uspostava "ad hoc" strukture izvršena je korištenjem mobilne aplikacije AMC portala sukladno Pravilniku o upravljanju zračnim prostorom (Narodne novine, 2018a).

Za istraživanje mogućnosti korištenja bespilotnih zrakoplova za potrebe geodetske izmjere u gradu Samoboru uspostavljeno je testno polje koje čini sedam orijentacijskih i 19 kontrolnih točaka na dijelu k.č.br. 2690/16 k.o. Samobor. Orijentacijske i kontrolne točke iscrtane su pomoću prethodno izrađenog modela točke i obojane bijelim sprejom na asfaltnoj podlozi kao kružnice promjera 20 cm, a orijentacijskim se točkama dodao i crni obrub (Slika 2 i 3). Testno je polje prvo izmjereno klasičnom metodom geodetske izmjere, polarnom metodom primjenom mjerne (totalne) stanice. Korištena je robotska mjerna stanica Leica TPS1201, koja ima standardno odstupanje točnosti određivanja pravaca 1" prema normi ISO 17123-3 i duljina 2 mm + 2



Slika 1: Testno polje u Samoboru

Tablica 1: Karakteristike korištenih slikovnih senzora

| | DJI Phantom 4 | DJI Phantom 4 Pro V2.0 |
|---------------------|-------------------------|---|
| Vrsta senzora | CMOS | CMOS |
| Rezolucija | 12,4 MP | 20 MP |
| Veličina senzora | 1/2,3" | 1" |
| Žarišna duljina | 3,61 mm | 8,8 mm |
| Vidni kut objektiva | 94° | 84° |
| Otvor zaslona | f/2,8 | f/2,8-f/11 |
| Brzina zatvarača | Elektronički 8-1/8000 s | Elektronički 8-1/8000 s Mehanički 8-1/2000 s |

ppm prema normi ISO 17123-4 (Leica, 2004). Nakon toga sve su točke izmjerene metodom GNSS RTK primjenom prijamnika Topcon HiPer SR, koji u RTK modu mjerenja ima horizontalnu točnost 10 mm + 1,0 ppm, a vertikalnu točnost 15 mm + 1,0 ppm (URL 2). Orijentacijske točke izmjerene su u dvama neovisnim ponavljanjima pri čemu svako ponavljanje ima tri uzastopna mjerenja, a svako mjerenje traje 30 sekundi (epoha). Sukladno Pravilniku o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova (Narodne novine, 2020) sve orijentacijske točke su ponovno izmjerene na isti način nakon dva sata. Kontrolne točke su mjerene jedanput tako da je svako mjerenje trajalo šest sekundi. Metoda GNSS RTK je primijenjena za određivanje koordinata točaka u službenom državnom koordinatnom sustavu HTRS96/TM, a polarna metoda za povećanje položajne „jakosti“

točaka u svim smjerovima, odnosno u svrhu povećanja relativne točnosti između svih točaka. Izjednačenjem svih mjerenja dobivene su koordinate točaka izmjere klasičnim metodama koje su u kasnijoj analizi uzete kao bespogrešne zbog relativno niskih teorijskih odstupanja u odnosu na teorijska odstupanja dobivena aerofotogrametrijskom metodom.

3. Aerofotogrametrijska izmjera testnog polja

Aerofotogrametrijska izmjera testnog polja provedena je primjenom dvaju bespilotnih zrakoplova s različitim karakteristikama slikovnih senzora navedenim u Tablici 1. Izmjera je provedena



Slika 2: Orijentacijska točka



Slika 3 i 4: Kontrolna točka br. 7 fotografirana na terenu i s DOF-a (visina leta 30 m, DJI Phantom 4 Pro V2.0)

na trima različitim visinama leta: 30 m, 60 m i 120 m uz poprečni i uzdužni preklop od 80% s kutom kamere od 90° (potpuno vertikalni nagib). Prikupljene aerofotogrametrijske snimke obrađene su u programu 3DSurvey u šest različitih projekata. Rezultat obrade svakog projekta je 3D oblak točaka iz kojeg je nakon klasifikacije izrađen digitalni model terena te konačno digitalni ortofoto model (DOF).

Svaki od dobivenih DOF-ova učitani su u program ZWCAD. Koordinate kontrolnih točaka za daljnju analizu očitane su kao centar vektoriziranih kružnica promjera 20 cm (Slika 4).

S obzirom da kvaliteta snimke ne ovisi samo o broju megapiksela, već kvaliteta ovisi i o drugim karakteristikama kao što je pretpostavka da će kvaliteta biti veća što je veći senzor te ovisnosti kvalitete o otvoru zaslona te brzini i vrsti zatvarača (otvor i brzina zatvarača su međusobno u recipročnom odnosu), za pretpostaviti je da će snimke snimljene senzorom koji nosi DJI Phantom 4 Pro V2.0 biti kvalitetnije od snimaka snimljenih senzorom koji nosi DJI Phantom 4 te da će posljedično i koordinate dobivene iz DOF-a dobivenog iz kvalitetnijih snimaka biti točnije i preciznije.

4. Analiza ostvarenih rezultata

Prostorna veličina slikovnog elementa na terenu GSD (engl. Ground Sampling Distance) osnovni je faktor kojim je definirana točnost snimanja iz zraka digitalnom kamerom. Ta vrijednost predstavlja udaljenost centara dvaju susjednih piksela opaženih na tlu. Općenito, ako se snimanje obavilo na ispravan način te su svi senzori kalibrirani, onda je pretpostavka da je model ispravno konstruiran. U tom slučaju može se očekivati manja relativna točnost iznosa od 1 do 3 puta vrijednosti prostorne veličine slikovnog elementa na terenu (GSD). Očekivana apsolutna točnost modela je manja i to za iznos od 1 do 2 puta vrijednosti GSD-a u horizontalnom smislu E i N te za iznos od 1 do 3 puta vrijednosti GSD-a u vertikalnom smislu (H). Očekivana relativna i apsolutna točnost navedene su prema istraživanju koje su proveli Barry i Coakley (2015). Kako se u ovom radu uspoređivala točnost koordinata u ravnini projekcije s apsolutnim koordinatama, očekivala se točnost ispod dvostruke vrijednosti GSD-a. Vrijednost GSD-a primarno ovisi o specifikacijama kamere i visini leta, a tablično su prikazana očekivana standardna odstupanja za korištene dvije letjelice u ovisnosti o visinama leta

Tablica 2: Očekivana točnost DOF-a u ovisnosti o visini leta letjelice

| Visina leta | DJI Phantom 4 | | DJI Phantom 4 Pro V2.0 | |
|-------------|---------------|--|------------------------|--|
| | GSD (cm) | Očekivana apsolutna točnost (2xGSD) (cm) | GSD (cm) | Očekivana apsolutna točnost (2xGSD) (cm) |
| 30 m | 1,3 | 2,6 | 0,8 | 1,6 |
| 60 m | 2,6 | 5,2 | 1,6 | 3,2 |
| 120 m | 5,0 | 10,0 | 3,3 | 6,6 |

(Tablica 2). Vrijednosti GSD-a navedene u Tablici 2 dobivene su nakon obrade modela u programu 3DSurvey.

Analiza točnosti aerofotogrametrijske izmjere provedena je smatranjem podataka izmjere klasičnim metodama točnima te njihovom usporedbom s koordinatama dobivenim aerofotogrametrijskom metodom iz DOF-a kako bi se ustanovila položajna preciznost i točnost dobivenih rezultata te ovisnost točnosti i preciznosti o karakteristikama slikovnih senzora.

Kako bi se dobili statistički pokazatelji pogrešaka koordinata po koordinatnim osima koji su dani u tablicama u nastavku, za svaku točku su od koordinata dobivenih na temelju DOF-a oduzete koordinate dobivene izjednačenjem mjerenja GNSS RTK i polarnom metodom te su na temelju tih koordinatnih razlika određeni minimum, maksimum, raspon, prosječna pogreška, srednja pogreška i srednja kvadratna pogreška. Također, određeni

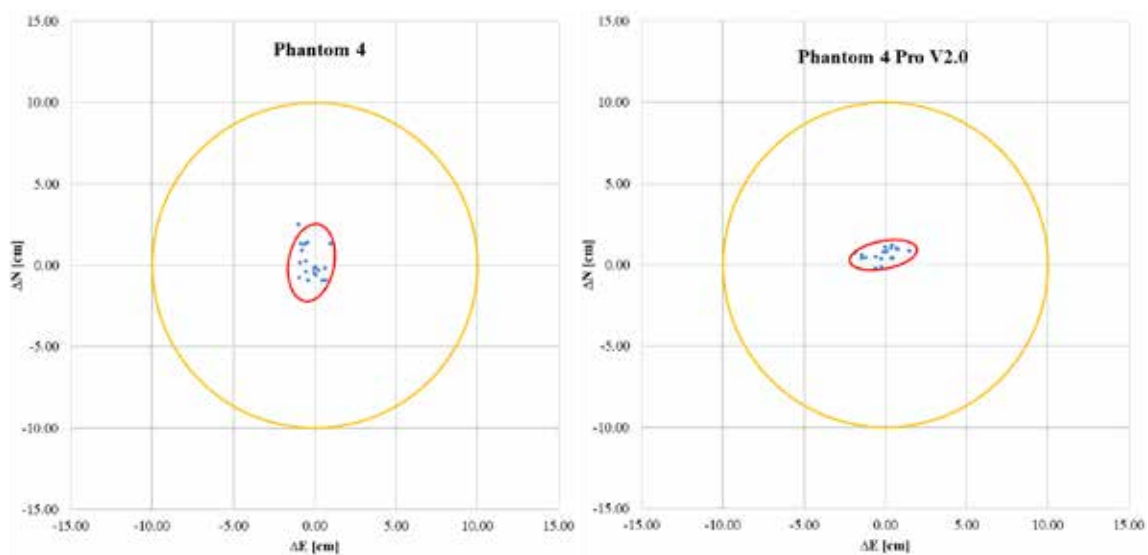
su i elementi elipse povjerenja te su iscrtane elipse povjerenja (označene crveno na Slikama 5, 6 i 7) za svaki let. Prema članku 52. Pravilnika o geodetskim elaboratima (Narodne novine, 2018b) „Kvaliteta podataka terenskih mjerenja lomnih točaka međa i drugih granica katastarskih čestica te zgrada i drugih građevina za potrebe izrade geodetskog elaborata, čiji podatci se evidentiraju u katastarskom operatu, određuje se područjem povjerenja za horizontalne koordinate uz 95% vjerojatnosti standardom položajne točnosti do 0,10 m“ (označeno žuto na Slikama 5, 6 i 7). S obzirom na tu odredbu, uz elipse povjerenja iscrtana je i kružnica radijusa 10 cm. Statistički pokazatelji izračunati su u programu Excel korištenjem formule i praćenjem definicije navedene u literaturi (Feil, 1989; Feil, 1990 i Rožić, 2007) te su prikazani u Tablicama 3 i 4. Sukladno Pravilniku o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova (Narodne novine, 2020) elementi standardne elipse pogrešaka pomnoženi su faktorom 2,45 za dobivanje 95% elipse povjerenja.

Tablica 3: Statistički podatci koordinatnih pogrešaka leta bespilotnog zrakoplova DJI Phantom4

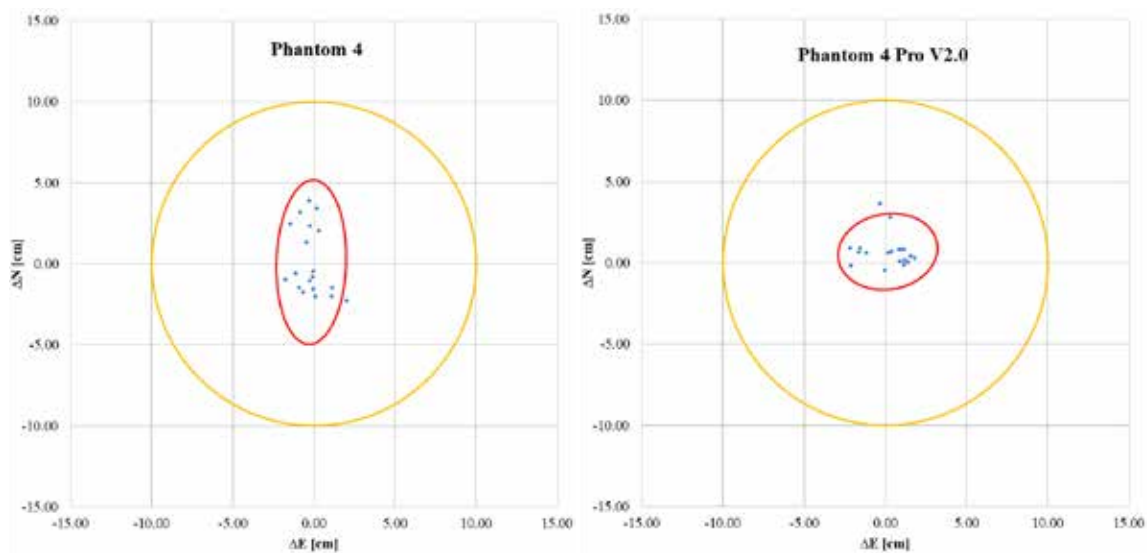
| Visina leta | 30 m | | 60 m | | 120 m | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | εE [cm] | εN [cm] | εE [cm] | εN [cm] | εE [cm] | εN [cm] |
| Minimum | -1,0 | -1,0 | -1,7 | -2,3 | -2,6 | -5,6 |
| Maksimum | 1,0 | 2,5 | 2,0 | 3,9 | 2,9 | 7,9 |
| Raspon | 1,9 | 3,5 | 3,8 | 6,2 | 5,6 | 13,5 |
| Prosječna pogreška | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 1,9 | 1,0 | 3,8 |
| Srednja pogreška | 0,6 | 1,0 | 0,9 | 2,1 | 1,4 | 4,1 |
| Srednja kvadratna pogreška | 0,4 | 1,0 | 0,8 | 4,3 | 1,8 | 17,1 |
| Elementi elipse povjerenja (cm) | | | | | | |
| Velika poluos A | 2,4 | | 5,1 | | 9,7 | |
| Mala poluos B | 1,4 | | 2,2 | | 3,3 | |
| Smjer velike poluosi θ | 10,01° | | 1,78° | | 0,44° | |

Tablica 4: Statistički podatci koordinatnih pogrešaka leta bespilotnog zrakoplova DJI Phantom 4 Pro V2.0

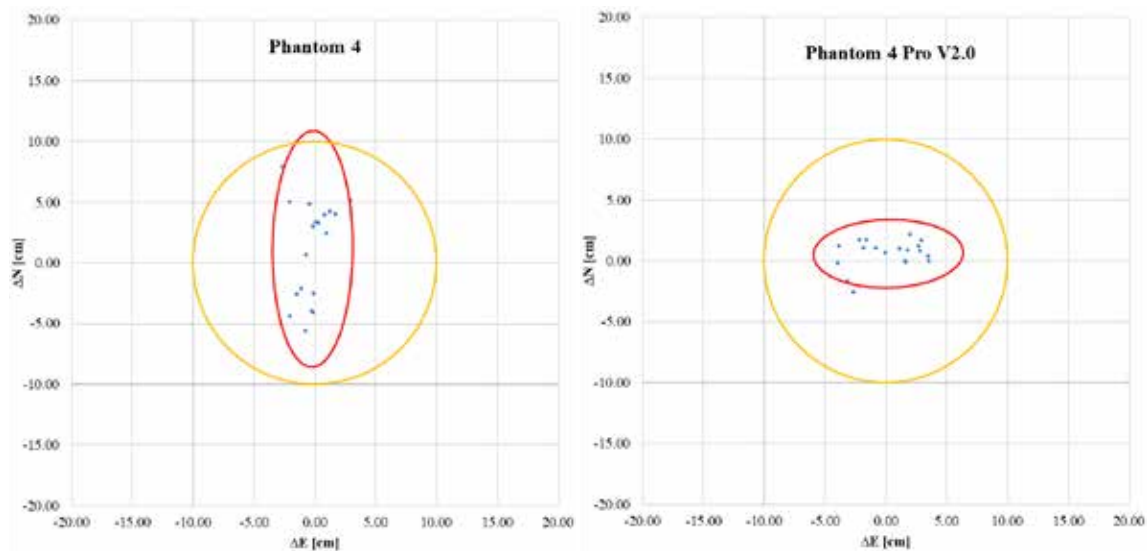
| Visina leta | 30 m | | 60 m | | 120 m | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | εE [cm] | εN [cm] | εE [cm] | εN [cm] | εE [cm] | εN [cm] |
| Minimum | -1,8 | -0,2 | -2,2 | -0,5 | -3,9 | -2,6 |
| Maksimum | 1,5 | 1,2 | 1,8 | 3,6 | 3,6 | 2,2 |
| Raspon | 3,3 | 1,4 | 4,0 | 4,1 | 7,5 | 4,8 |
| Prosječna pogreška | 0,7 | 0,6 | 1,1 | 0,8 | 2,3 | 1,1 |
| Srednja pogreška | 0,9 | 0,7 | 1,3 | 1,2 | 2,5 | 1,3 |
| Srednja kvadratna pogreška | 0,7 | 0,5 | 1,6 | 1,4 | 6,4 | 1,6 |
| Elementi elipse povjerenja (cm) | | | | | | |
| Velika poluos A | 2,1 | | 3,1 | | 6,2 | |
| Mala poluos B | 0,8 | | 2,3 | | 2,8 | |
| Smjer velike poluosi θ | 79,71° | | 80,75° | | 88,76° | |



Slika 5: Elipse povjerenja – let 30 m



Slika 6: Elipse povjerenja – let 60 m



Slika 7: Elipse povjerenja – let 120 m

Iz vrijednosti mjera ocjena točnosti navedenih u Tablicama 3 i 4 vidljivo je da je viša točnost izmjere dobivena prilikom manjih visina leta. Također, iz istih je mjera vidljivo da je na istim visinama leta viša točnost izmjere dobivena iz DOF-a generiranog iz snimaka kvalitetnijim senzorom. Elementi i oblici izračunatih i iscrtanih elipsa povjerenja ukazuju na višu preciznost mjerenja pri nižim visinama i kvalitetnijim senzorom.

5. Zaključak

U ovome radu ispitana je mogućnost primjene bespilotnih zrakoplova za potrebe geodetske izmjere na način da je uspostavljeno testno polje koje čini 30-ak kontrolnih i orijentacijskih točaka čije su izjednačene vrijednosti dobivene nakon izmjere klasičnim metodama geodetske izmjere; polarnom metodom primjenom mjerne (totalne) stanice i metodom GNSS RTK. Primjenom bespilotnih zrakoplova s različitim karakteristikama slikovnih senzora testno je polje izmjereno aerofotogrametrijskom metodom na različitim visinama leta od 30 m, 60 m i 120 m u svrhu dobivanja DOF-a. Analiza točnosti aerofotogrametrijske izmjere provedena je uzimanjem koordinata točaka određenih iz podataka izmjere klasičnim metodama točnima te njihovom usporedbom s koordinatama dobivenim aerofotogrametrijskom metodom iz DOF-a. Na kraju su iskazani statistički pokazatelji pogrešaka koordinata točaka po koordinatnim osima.

Analiza točnosti pokazuje da je točnost aerofotogrametrijske izmjere za potrebe geodetske izmjere u izravnoj korelaciji s visinom leta i kvalitetom slikovnog senzora kamere. Viša točnost izmjere dobivena je na nižim visinama leta. Također, viša točnost i preciznost izmjere postignute su korištenjem kvalitetnijeg slikovnog senzora (veći broj megapiksela, veći senzor, otvor zaslona, brzina i vrsta zatvarača) na istoj visini leta. Ostvareni konačni rezultati mogu se smatrati odličnima za sve letove osim za let koji je ostvaren „slabijim“ senzorom na visini od 120 m. Ne samo da su rezultati u domeni očekivanih (manja apsolutna točnost od GSD-a, u domeni od 1 do 2 puta vrijednost GSD-a), već su ispod same vrijednosti GSD-a. Drugim riječima, točnost DOF-a je veća od same rezolucije modela. Svi letovi osim leta sa „slabijim“ senzorom na 120 m zadovoljavaju kriterij iz čl. 52. Pravilnika o geodetskim elaboratima (Narodne novine, 2018b). Rezultati ovog rada pokazali su da se podatci izmjere bespilotnim zrakoplovima mogu uz visoku točnost izmjere koristiti za izradu geodetskih situacija.

Literatura

Barry, P., Coakley, R. (2015): Accuracy of UAV Photogrammetry Compared with Network RTK GPS, Baseline Surveys Ltd, Cork, Ireland.

Delegirana uredba Komisije (EU) 2019/945 o sustavima bespilotnih zrakoplova i o operatorima sustava bespilotnih zrakoplova iz trećih zemalja.

Feil, L. (1989): Teorija pogrešaka i račun izjednačenja – prvi dio. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Feil, L. (1990): Teorija pogrešaka i račun izjednačenja – drugi dio. Geodetski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Leica (2004): Leica TPS1200, User manual.

Narodne novine (2018a): Pravilnik o upravljanju zračnim prostorom, Narodne novine, br. 32/2018, Zagreb.

Narodne novine (2018b): Pravilnik o geodetskim elaboratima, Narodne novine, br. 59/2018, Zagreb.

Narodne novine (2018c): Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova, Narodne novine, br. 104/2018, Zagreb.

Narodne novine (2020): Pravilnik o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, Narodne novine, br. 15/2020, Zagreb.

Provedbena uredba Komisije (EU) 2019/947 o pravilima i postupcima za rad bespilotnih zrakoplova.

Rožić, N. (2007): Računska obrada geodetskih mjerenja. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

URL 1: <http://www.ccaa.hr/letenje-dronom-98073>

URL 2: <https://geocentar.com/proizvod/gnss-topcon-hiper-sr/>

Abstract

Achievable Accuracy Analysis of Determining Points Coordinates Using Unmanned Aircraft for the Needs of Geodetic Surveying

Unmanned aircraft (UA) means any aircraft operating or designed to operate autonomously or to be piloted remotely without a pilot on board. Today, unmanned aircraft have wide application in many branches such as forestry, agronomy, geodesy, civil protection and many others and have surpassed their original military purpose. The main advantage of using an unmanned aircraft for geodetic surveying is the ability to collect a large amount of data in a short time compared to classical surveying methods. Although unmanned aircraft are rarely used in geodetic surveying of terrain in Croatia today in order to obtain geodetic site plans that are a representation of the actual state of the terrain in terms of position and altitude, the growing trend of using unmanned aircraft for this purpose is increasingly visible. In this paper, the possibility of using unmanned aircraft for the need of geodetic surveying was investigated in such a way that a test field was established, which consists of about 30 control and orientation points. The test field was first measured by the classical method of geodetic surveying, the polar method using a measuring (total) station. After that, all points were again measured by GNSS RTK method. The GNSS RTK method was used to determine the coordinates of points in the official national coordinate system HTRS96/TM, and the polar method to increase the positional "strength" of points in all directions, i.e. to increase the relative accuracy between all points. Finally, using unmanned aircraft with different image sensor characteristics, the test field was measured by an aerial photogrammetric method at different flight altitudes for the purpose of obtaining DOF. The analysis of the accuracy of the aerial photogrammetric measurement was performed by taking the measurement data by classical methods accurate and comparing them with the coordinates obtained by the aerial photogrammetric method from DOF.

Keywords: *accuracy, DOF, geodetic survey, point coordinates, precision, unmanned aircraft*

Primjena low-cost GNSS senzora u geodetskoj struci

Josip Peroš¹, Rinaldo Paar², Željko Bačić³, Marina Tavra⁴

¹ Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice Hrvatske 15, Split, jperos@gradst.hr

² Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, rinaldo.paar@geof.unizg.hr

³ Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, zeljko.bacic@geof.unizg.hr

⁴ Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice Hrvatske 15, Split, mtavra@gradst.hr

Sažetak

Istraživanje i korištenje mjerenja različitih vrsta mjernih senzora na samostalnim uređajima (npr. GNSS prijammnici) ili senzora integriranih na mikro-elektro mehaničkim (MEMS) platformama postalo je osnova za velik broj znanstvenika iz područja tehničkih znanosti. Prepreka takvoj vrsti istraživanja bile su visoke cijene i komercijalna dostupnost pojedinih vrsta senzora. Posljednjih godina tržište je preplavljeno generičkim verzijama senzora s nižim cijenama (engl. low-cost). Pojavom takvih senzora dolazi do novog trenda u istraživanjima – primjena low-cost rješenja za postojeće probleme istraživanja. Low-cost GNSS senzori imali su ograničenu primjenu u geodetskoj struci i istraživanjima zbog nedostatnih performansi. Nove generacije low-cost GNSS senzora, poput korištenog ZED – F9P čipa tvrtke u-blox, nadograđene su te uz povećan broj kanala mogu primiti dvije frekvencije GNSS signala. S obzirom na nadogradnje, postavlja se pitanje primjene nove generacije senzora i pripadajućih antena za potrebe geodetske struke i istraživanja. Kroz rad je ispitana ostvariva preciznost određivanja 3D koordinata točaka s u-blox ZED – F9P u usporedbi s geodetskim GNSS uređajima, čije cijene mogu biti 10 ili više puta veće. Za obradu podataka korišten je besplatni softver otvorenog izvora (engl. open source) RTKLib i njegov modul za PPK obradu podataka mjerenja. Ispitivanja su provedena u skladu s normom ISO 17123-8 i specifikacijama Državne geodetske uprave za mjerenje dopunske mreže GNSS točaka. Na temelju rezultata istraživanja mogu se definirati geodetski zadatci u kojima nove generacije low-cost GNSS uređaja mogu imati primjenu u praksi.

Ključne riječi: *low-cost GNSS, PPK, preciznost GNSS mjerenja, RTKLib, u-blox ZED – F9P*

1. Uvod

Razvoj tehnologije utječe na dostupnost različitih senzora za mjerenja u svim područjima geodezije i geoinformatike, senzori se najčešće koriste u praćenju promjena u okolišu (Divić i dr., 2020; Hamraz i dr., 2014; Mahato i dr., 2020; Templin i dr., 2018). Korištenje uređaja za mjerenje i različitih senzora prihvatljivih cijenom objedinjujemo pod nazivom low-cost (engl.) uređaji (Sioulis i dr., 2015). U literaturi se mogu pronaći razni primjeri korištenja takvih uređaja u geodetskim mjerenjima i usporedbes profesionalnim uređajima, pogotovo u domeni GNSS (engl. Global Navigation Satellite Systems) mjerenja (Atunggal i dr., 2018; Hamza i dr., 2021; Wielgocka i dr., 2021), te u integraciji GNSS senzora s low-cost MEMS (engl. Microelectromechanical Systems) senzorima u navigacijskim primjenama (Piras i dr., 2008). Pod pojmom GNSS podrazumijevamo sve satelitske navigacijske sustave za određivanje zemaljskih koordinata točaka uz potporu satelita po cijeloj površini Zemlje. To mogu biti uređaji koje koristimo u svakodnevnom životu (pametni telefoni, automobilske navigacije itd.) ili profesionalni uređaji koji služe u vojne svrhe te u svrhe pomorskog ili zračnog prometa.

Napredak u korištenju low-cost GNSS prijammnika prema preciznosti, točnosti i pouzdanosti ostvario se kada su se u kategoriji jeftinih uređaja našli dvofrekvencijski GNSS uređaji (Atunggal i dr., 2018). Za primjenu i korištenje tih uređaja pri obavljanju svakodnevnih geodetskih poslova potrebno je ispitati preciznost i točnost mjerne opreme i obrade podataka u kontroliranim uvjetima. U radu je korišten pojednostavljen postupak ispitivanja prema normi 17123 – dio 8: GNSS terenski kinematički mjerni sustavi u realnom vremenu (RTK), Međunarodne organizacije za normizaciju (engl. International Organization for Standardization – ISO) (ISO, 2015). Norma uključuje metode ispitivanja potrebne za postizanje prihvatljivog geodetskog nadzora uz određenu klasifikaciju točnosti prikazanu u ovom radu (Garrido-Carretero i dr., 2019).

Prikazano je ispitivanje low-cost GNSS prijammnika nove generacije ZED – F9P (u daljnjem tekstu F9P) tvrtke u-blox, a za kontrolu mjerenja korišten je profesionalni GNSS uređaj Trimble R4. Prvi dio rada prikazuje osnovne karakteristike uređaja pomoću kojih je provedeno ispitivanje, dok je u drugom dijelu prikazan postupak ispitivanja i ostvareni rezultati.

2. GNSS uređaji

GNSS uređaji su dugo vremena zastupljeni u geodetskoj struci. U svakodnevnoj geodetskoj praksi GNSS prijamnik postao je praktično nezamjenjiv instrument. GNSS uređaji omogućavaju jednostavna i brza mjerenja sa zadovoljavajućom točnošću mjerenja za veliki broj standardnih geodetskih zadataka.

2.1. Trimble R4

Kao referentni uređaj pri ispitivanju točnosti low-cost GNSS uređaja korišten je Trimble R4, dvofrekvencijski GNSS prijamnik, koji osigurava točnost pozicije faznog centra na milimetarskoj razini (Slika 1). Uređaj je kompaktan i lako prenosiv te se može koristiti kao baza za statička mjerenja ili za RTK (engl. Real-Time Kinematic) mjerenja (URL 1). Trimble R4 prilagodljiv je i kompatibilan za naknadne obrade podataka s post-processing kinematikom (PPK) ili statikom uz korištenje virtualnih referentnih stanica (VRS).



Slika 1: Trimble R4

2.2. Low-cost GNSS prijamnik u-blox ZED – F9P

Predstavnik nove generacije low-cost GNSS prijamnika je modul visoke preciznosti ZED – F9P postavljen na evaluacijskoj razvojnoj pločici (Slika 2, lijevo). Modul pruža multi-band RTK s brzim vremenima konvergencije, pouzdanim performansama i lakom integracijom RTK. Razvojna pločica sadrži USB konektor i konektore za većinu standardnih komunikacijskih protokola za potrebe prikupljanja podataka i podešavanja uređaja.

ZED – F9P lansirala je početkom 2018. godine tvrtka u-blox. F9P čip može primiti satelitske signale u donjem i gornjem L opsegu (L1C/A, L1OF, E1, B1I, L2C, L2OF, E5b, B2I) od svih dostupnih navigacijskih sustava (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) (Hamza i dr., 2021). Najveća prednost F9P, u odnosu na starije generacije low-cost GNSS uređaja, je mogućnost primanja dvije frekvencije GNSS signala i veći broj kanala, ukupno 184. Proizvođač deklarira točnost pozicioniranja 1 cm + 1 ppm u RTK načinu rada, s osnovnim ograničenjem udaljenosti do 20 km od bazne stanice. Uređaj je moguće konfigurirati pomoću besplatnog softvera dostupnog od proizvođača, što cijenu kompleta, koja se sastoji od uređaja i pripadajuće antene, čini pristupačnom (oko 200–300 €) (Slika 2, desno).

Prednost ovog uređaja, osim cijene, je u njegovoj kompaktnosti koja otvara put novim primjenama, pogotovo u low-cost senzornim sustavima za praćenje zagađenja okoliša, kao i za precizno praćenje pokretnih objekata u stvarnom vremenu. Iako još nije ispitano kako se ovaj uređaj ponaša u dugotrajnim mjerenjima, testiranjem s propisanim postupkom u kontroliranim uvjetima dokazana je mala razina šuma prijamnika na milimetarskoj razini (Hamza i dr., 2021).

3. RTKLib i PPK

Besplatni programski paket otvorenog koda (engl. open source) za GNSS procesiranje RTKLib (URL 2) korišten je za obradu podataka mjerenja F9P prijamnika. Sadrži nekoliko vrsta sučelja za korisnike u kojima se mogu pozivati moduli s različitim



Slika 2: u-blox ZED – F9P (lijevo) i ANN-MB1 L1/L5 GNSS antena (desno)

funkcijama. RTKLib podržava: standardne i precizne algoritme određivanja pozicije na temelju GNSS signala (GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou i SBAS), kao i različite načine određivanja pozicije s obradom u stvarnom i naknadnom vremenu. Nadalje, podržava većinu najpoznatijih standarda i protokola za GNSS podatke (RINEX, RCTM, NMEA i dr.) te omogućava komunikaciju s vanjskim uređajima pomoću serijskog porta, TCP / IP, NTRIP, lokalnih datoteka i FTP/HTTP protokola (URL 2). RTKLib modul PPK (engl. Post-Processing Kinematic) korišten je za obradu „sirovih“ podataka mjerenja prikupljenih s F9P. Naknadna obrada podataka ovom metodom omogućuje stabilnije okruženje za testiranje uređaja. Za PPK obradu potrebni su podaci mjerenja referentne stanice u istom vremenskom razdoblju. Zbog manjeg obujma rada, detaljne postavke i koraci postupka obrade podataka neće biti navedeni. Korištenje programskog paketa otvorenog koda dodatno smanjuje troškove, potrebe za geodetskim mjerenjima s low-cost uređajima.

4. Metodologija

Testni poligon za ispitivanje GNSS uređaja postavljen je prema specifikacijama norme ISO za terensko ispitivanje preciznosti mjerenja GNSS uređaja u RTK načinu rada 17123-8 (ISO, 2015). Stabilizirane su dvije geodetske točke, čija horizontalna udaljenost ne prelazi 20 m. Točke su stabilizirane na livadi, gdje se u blizini ne nalaze visoke zgrade i druge prepreke koje mogu ometati prijam GNSS signala. Referentna horizontalna udaljenost i visinska razlika između točaka izračunata je iz podataka mjerenja precizne mjerne stanice Trimble S9, koja ima preciznost mjerenja duljina 1 mm + 2 ppm i preciznost mjerenja kutova 0,5" (Trimble Geospatial, 2015). Na točkama su horizontirani i centrirani setovi za prisilno centriranje s optičkim viskom (Slika 3). Svrha korištenja stativa i setova za prisilno centriranje je smanjenje utjecaja nesigurnosti centriranja i horizontiranja, naspram korištenju geodetskih štapova za prizmu i GNSS.



Slika 3: Testna konfiguracija za ispitivanje GNSS uređaja

Za testna mjerenja korišteni su uređaji low-cost GNSS u-blox F9P s antenom i Trimble R4 GNSS uređaj. Sirovi podaci mjerenja F9P pohranjeni su na laptop računalo za naknadnu obradu podataka. Uređaj Trimble R4 mjerio je u RTK načinu rada. Koristio se visokoprecizni servis pozicioniranja u stvarnom vremenu (VPPS). Korišteni servis VPPS HRTS96 omogućuje umreženo rješenje faznih mjerenja u realnom vremenu s primjenom transformacijskih parametara T7D i modelom geoida HRG2009. Točnost određivanja koordinata korištenjem VPPS-a je 2 cm (2D) (DGU, 2020).

Prvi set mjerenja odraden je prema specifikaciji za pojednostavljeni testni postupak prema normi ISO 17123-8 (ISO, 2015). Svaki od pet setova sastoji se od mjerenja u trajanju od 5 sekundi na prvoj i zatim na drugoj točki, nakon čega slijedi pauza od 5 min. Mjerenja su odradena naizmjenice s oba uređaja kako ne bi došlo do značajnije promjene konstelacije satelita. Nakon što su protekla više od 2 sata od kraja mjerenja, mjerenja su ponovljena za kontrolu podataka.

Drugi set mjerenja odraden je prema specifikacijama u Prilogu 3. Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, CROPOS – Hrvatski pozicijski sustav (DGU, 2020). Korištene su specifikacije za mjerenje dopunske mreže GNSS točaka. Prema specifikacijama mjerena su tri uzastopna seta u trajanju od 30 sekundi s ponovnom inicijalizacijom između setova mjerenja. Mjerenja su odradena naizmjenice s oba uređaja, kako ne bi došlo do značajnije promjene konstelacije satelita. Mjerenja su ponovljena nakon što je proteklo više od 2 sata od kraja mjerenja, prema specifikacijama. Pomoću preuzetih podataka mjerenja iz Trimble R4 izračunate su koordinate točaka u projekciji HTRS96/TM. Konačne koordinate točaka iz drugog seta mjerenja dobivene su kao aritmetička sredina koordinata iz 6 mjerenja.

„Sirovi“ podaci mjerenja od F9P obrađeni su korištenjem programskog paketa RTKLib. Zbog manjeg obujma rada, detaljne postavke i postupak obrade podataka neće biti ovdje navedeni. Za potrebe obrade podataka korišteni su preuzeti podaci virtualne referentne stanice (VRS) u formatu RINEX 3.03. (IGS, 2012) preko geodetskog preciznog servisa pozicioniranja (GPPS) CROPOS-a. Točnost određivanja koordinata korištenjem GPPS-a je 1–4 cm (3D) (DGU, 2020). Kao metoda obrade podataka korištena je PPK. Izlazni podaci obrade podataka jesu koordinate točaka u WGS84, koje su naknadno transformirane u HTRS96. Konačne koordinate točaka iz drugog seta mjerenja dobivene su kao aritmetička sredina koordinata iz 6 mjerenja.

Kao mjera preciznosti određivanja koordinata koristi se vrijednost odstupanja. Odstupanje je razlika horizontalne duljine i visinske razlike izračunate iz određenih koordinata točaka GNSS uređaja i referentne duljine i visinske razlike određene mjernom stanicom.

Tablica 2: Usporedba referentnih vrijednosti i vrijednosti izračunatih iz koordinata određenih prema normi ISO 17123-8

| Broj mjerenja | Set Točka | | Trimble R4 | | | | u-blox F9P | | | |
|---------------|--------------|----|-------------------------|------------------|------------|------------|-------------------------|------------------|------------|------------|
| | | | Horizontalna udaljenost | Visinska razlika | Odstupanje | | Horizontalna udaljenost | Visinska razlika | Odstupanje | |
| | j | k | Dj [m] | ΔH_j [m] | eDi,j [mm] | eHi,j [mm] | Dj [m] | ΔH_j [m] | eDi,j [mm] | eHi,j [mm] |
| 1 | 1 | 3P | 17,309 | 1,355 | 7 | 3 | 17,303 | 1,362 | 1 | 10 |
| 2 | 1 | 4P | | | | | | | | |
| 3 | 2 | 3P | 17,307 | 1,348 | 5 | -4 | 17,308 | 1,365 | 5 | 13 |
| 4 | 2 | 4P | | | | | | | | |
| 5 | 3 | 3P | 17,301 | 1,358 | -1 | 6 | 17,302 | 1,364 | 0 | 12 |
| 6 | 3 | 4P | | | | | | | | |
| 7 | 4 | 3P | 17,308 | 1,363 | 6 | 11 | 17,293 | 1,358 | -9 | 6 |
| 8 | 4 | 4P | | | | | | | | |
| 9 | 5 | 3P | 17,301 | 1,347 | -1 | -5 | 17,307 | 1,351 | 5 | -1 |
| 10 | 5 | 4P | | | | | | | | |

5. Rezultati

Referentne vrijednosti horizontalne udaljenosti i visinske razlike između testnih točaka određene su mjerenjima mjernom stanicom Trimble S9 i prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1: Referentne vrijednosti

| Horizontalna udaljenost D [m] | Visinska razlika ΔH [m] |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 17,302 | 1,352 |

Rezultati određivanja nesigurnosti mjerenja testiranih GNSS uređaja, prema pojednostavljenom postupku norme ISO 17123-8, prikazani su u Tablici 2. U Tablici 2 prikazani su rezultati samo jednog (prvog) seta mjerenja, iz razloga što su razlike između ponovljenih setova mjerenja zanemarive. Vrijednost odstupanja je razlika između referentne i, iz mjerenja određene, horizontalne duljine i visinske razlike između testnih točaka. Odstupanja su izražena u milimetrima i odvojeno su prikazana za oba GNSS uređaja.

Rezultati određivanja nesigurnosti mjerenja testiranih GNSS uređaja, prema postupku za određivanje koordinata točaka prema specifikacijama u Prilogu

Tablica 3: Usporedba referentnih vrijednosti i vrijednosti izračunatih iz koordinata određenih prema Prilogu 3. Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova

| Instrument | Točka | Horizontalna udaljenost D [m] | Visinska razlika ΔH [m] | Odstupanje | |
|------------|-------|----------------------------------|------------------------------------|------------|---------|
| | | | | eD [mm] | eH [mm] |
| Trimble R4 | 3P | 17,306 | 1,359 | 4 | 7 |
| | 4P | | | | |
| u-blox F9P | 3P | 17,294 | 1,342 | -8 | -10 |
| | 4P | | | | |

3. Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, prikazani su u Tablici 3. Vrijednost odstupanja je razlika između referentne i, iz mjerenja određene, horizontalne duljine i visinske razlike između testnih točaka. Odstupanja su izražena u milimetrima i odvojeno su prikazana za oba GNSS uređaja.

6. Zaključak

Prema prikazanim rezultatima provedenih testova u Tablicama 2 i 3, može se zaključiti da su mjerenja F9P obrađena metodom PPK centimetarske točnosti i da se mogu koristiti za osnovne geodetske zadatke, poput određivanja detaljnih točaka, zatim za potrebe katastarskih izmjera kao i stabilizacije dopunske mreže GNSS točaka. Ostvareni rezultati usporedivi su s onima dobivenim korištenjem profesionalnih GNSS uređaja, CROPOS-a i RTK metode mjerenja. Potrebno je naglasiti da na podatke uvelike utječu korištene metode obrade podataka, RTK ili PPK. Cilj je ispitivanja bio testirati ostvarive točnosti u kinematičkom načinu rada uređaja F9P i zbog toga je korištena PPK metoda obrade podataka. U daljnjim istraživanjima planirana je usporedba ostvarivih rezultata low-cost i profesionalnih GNSS uređaja, kada oba rade u RTK načinu rada. Korištenje F9P i obrada podataka zahtijevaju veći angažman i znanje o procesima mjerenja i obrade u odnosu na dostupna profesionalna i komercijalna rješenja. Sučelje i korištenje RTKLib-a nisu prilagođeni korisnicima koji nemaju iskustva s programiranjem. Na tržištu već sada postoje razvojni kompleti, koji omogućuju rad na principu baza-rover, što otvara nove mogućnosti za jednostavnija istraživanja njihove primjene u područjima pozicioniranja i geodetskih mjerenja.

ZAHVALA – ACKNOWLEDGEMENT. This research is partially supported through project KK.01.1.1.02.0027, a project co-financed by the Croatian Government and the European Union through the European Regional Development Fund – the Competitiveness and Cohesion Operational Programme.

Literatura

Atunggal, D., Ma'ruf, B., Aris Sunantyo, T., Rokhmana, C. A. (2018): Evaluation on the performance of single and dual frequency low cost GPS module observation using geodetic antenna, *Communications in Science and Technology*, 3, 1, 9–14.

DGU (2020): Prilozi Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, Državna geodetska uprava, Zagreb.

Divić, V., Galešić, M., Di Dato, M., Tavra, M., Andričević, R. (2020): Application of open source electronics for measurements of surface water properties in an Estuary: A case study of River Jadro, Croatia, *Water*, 12, 1.

Garrido-Carretero, M. S., de Lacy-Pérez de los Cobos, M. C., Borque-Arancón, M. J., Ruiz-Armenteros, A. M., Moreno-Guerrero, R., Gil-Cruz, A. J. (2019): Low-cost

GNSS receiver in RTK positioning under the standard ISO-17123-8: A feasible option in geomatics, *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 137, 168–178.

Hamraz, H., Sadeghi-Niaraki, A., Omati, M., Noori, N. (2014): GIS-Based Air Pollution Monitoring using Static Stations and Mobile Sensor in Tehran/Iran, *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 2, 12, 435–448.

Hamza, V., Stopar, B., Sterle, O. (2021): Testing the performance of multi-frequency low-cost GNSS receivers and antennas, *Sensors*, 21, 6, 1–16.

IGS (2012): RINEX: The Receiver Independent Exchange Format Version 3.03 International, IGS Workshop 2012, 104, 1–74.

ISO (2015): Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK), International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Mahato, S., Shaw, G., Santra, A., Dan, S., Kundu, S., Bose, A. (2020): Low Cost GNSS Receiver RTK Performance in Forest Environment, 2020 URSI Regional Conference on Radio Science, URSI-RCRS 2020, Proceedings.

Piras, M., Cina, A., Lingua, A. (2008): Low cost mobile mapping systems: An Italian experience, *Record – IEEE PLANS, Position Location and Navigation Symposium*, 1033–1045.

Sioulis, A., Tsakiri, M., Stathas, D. (2015): Evaluation of low cost, high sensitivity GNSS receivers based on the ISO RTK standards, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 6, 2, 1597–1606.

Templin, T., Popielarczyk, D., Kosecki, R. (2018): Application of Low-Cost Fixed-Wing UAV for Inland Lakes Shoreline Investigation, *Pure and Applied Geophysics*, 175, 9, 3263–3283.

Trimble Geospatial (2015): Trimble S9/S9 HP Datasheet, Trimble, p. 4.

Wielgocka, N., Hadas, T., Kaczmarek, A., Marut, G. (2021): Feasibility of using low-cost dual-frequency GNSS receivers for land surveying, *Sensors*, 21, 6, 1–14.

URL 1: Trimble R4 GNSS System, <http://wds-us.com/PDF/R4.pdf>

URL 2: RTKLib, <http://www.rtklib.com/>

Abstract

Application of Low-cost GNSS Sensors for Surveying

Research of and use of different types of measurement sensors on standalone devices (such as GNSS receivers) or sensors integrated on microelectromechanical (MEMS) platforms have become a staple for scientists in technical sciences. The drawback for that kind of research was the high cost and limited availability of certain sensors. In recent years the market was flooded with generic versions of the existing sensors at much lower prices (low-cost), which started a new trend of using low-cost sensor solutions for existing research problems. Because of the insufficient measurement performance, low-cost GNSS sensors had a limited application in surveying. The new generations of low-cost GNSS sensors, such as the used u-blox ZED –F9P, are upgraded with a higher number of channels and can receive signals from two frequency GNSS bands. Based on the upgraded performance, use of the new generations of low-cost GNSS and compatible antennas for surveying and geodetic research have become a possibility. Research for this paper was based on testing and comparing the achievable precision of 3D points measurements with the ZED – F9P and professional surveying GNSS devices, which can cost up to ten times more. Measurement data was processed using an open-source software RTKLib and its module for processing PPK data. Testing protocols are based on the ISO 17123-8 norm and State geodetic authority specifications for measuring GNSS surveying points in supplementary networks. Based on the results, surveying tasks in which the new generation of low-cost GNSS sensors can be used are proposed.

Keywords: *GNSS measurement precision, low-cost GNSS, PPK, RTKLib, u-blox ZED – F9P*



SESIJA 4

Državna geodetska uprava

Standardizacija geografskih imena i razvoj Registra geografskih imena

Davor Kršulović¹, Tomislav Ciceli², Ljerka Marić³, Damir Šantek⁴, Zvonko Štefan⁵

¹ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, davor.krsulovic@dgu.hr

² Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, tomlslav.ciceli@dgu.hr

³ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, ljerka.maric@dgu.hr

⁴ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, damir.santek@dgu.hr

⁵ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, zvonko.stefan@dgu.hr

Sažetak

Geografsko ime, prema Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 112/2018), je ime kojim se imenuju pojave i objekti na planetu Zemlji. Uspostava evidencije geografskih imena u Republici Hrvatskoj počela je 2004. g. i od tada se kontinuirano razvija. Državna geodetska uprava je 2013. g. unaprijedila informacijski sustav evidencije geografskih imena te kao središnje tijelo državne uprave nadležno za vođenje i održavanje Registra geografskih imena (RGI-ja) u Republici Hrvatskoj doprinosi rješavanju problema vezanih za geografska imena i njihovoj standardizaciji. Vlada Republike Hrvatske je 2019. g. imenovala Povjerenstvo za standardizaciju geografskih imena, koje je donijelo dvije preporuke za standardizaciju geografskih imena (imenovanje naselja, ulica i trgova te pisanje i uporaba geografskih imena iz stranih jezika). Koordinacija za gospodarstvo Vlade Republike Hrvatske je 2020. g. donijela Zaključak kojim podržava provedbu navedenih preporuka. U protekle dvije godine objavljen je Pravilnik o registru geografskih imena, izrađene su Specifikacije RGI-ja i Tehničke specifikacije za osiguranje kvalitete RGI-ja, poboljšana je funkcionalnost mrežne aplikacije RGI-ja te nadograđena mrežna stranica RGI-ja, a sve u cilju transparentnosti, dostupnosti i pravilne upotrebe geografskih imena u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: *geografska imena, Povjerenstvo, Preporuke Registar geografskih imena, standardizacija*

E-aplikacija za izdavanje odobrenja za snimanje iz zraka i odobrenja za uporabu zračnih snimaka

Davorka Brkić¹, Olga Petričević²

¹ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, davorka.brkic@dgu.hr

² Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, olga.petricevic@dgu.hr

Sažetak

U svrhu daljnjeg uvođenja digitalnog poslovanja, Državna geodetska uprava pustila je u rad početkom godine e-aplikaciju za izdavanje odobrenja za snimanje iz zraka i odobrenja za uporabu zračnih snimaka kojom je omogućeno podnošenje zahtjeva za izdavanje odobrenja za snimanje iz zraka i zahtjeva za izdavanje odobrenja za uporabu zračnih snimaka. E-aplikacija omogućava podnositeljima zahtjeva popunjavanje obrasca zahtjeva uz prilaganje potrebnih dokumenata koji su navedeni u prilogu zahtjeva. Prije prvog korištenja e-aplikacije korisnik se treba registrirati, pri čemu treba verificirati svoju e-mail adresu, nakon čega se korisniku dodjeljuje zaporka. E-aplikacija za izdavanje odobrenja za snimanje iz zraka i odobrenja za uporabu zračnih snimaka je dostupna na poveznici: <https://snimanje-iz-zraka.dgu.hr>. Od 20. siječnja 2021. godine kada je e-aplikacija puštena u upotrebu, od ukupnog broja zaprimljenih 424 zahtjeva, 396 zahtjeva je dostavljeno putem e-aplikacije. Ishodjenje odobrenja za snimanje iz zraka i odobrenja za uporabu zračnih snimaka propisano je Zakonom o obrani („Narodne novine“, br. 70/19), a sam postupak ureden je Uredbom o snimanju iz zraka („Narodne novine“, br. 77/20).

Ključne riječi: *snimanje iz zraka, uporaba zračnih snimaka, izdavanje odobrenja*

Uloga katastra u zaštiti prirode

Mladen Pandža¹, Nikola Vučić², Marinko Bosiljevac³, Damir Šantek⁴

¹ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, mladen.pandza@dgu.hr

² Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, nikola.vucic@dgu.hr

³ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, marinko.bosiljevac@dgu.hr

⁴ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, damir.santek@dgu.hr

Sažetak

Posebni pravni režimi do danas nisu upisani u službene registre na većem dijelu površine zaštićenih područja, a koji čine oko 8% kopnenog državnog teritorija Republike Hrvatske zbog čega tijela koja su nadležna za zaštitu prirode često nailaze na poteškoće tijekom sprječavanja radnji koje su u suprotnosti sa Zakonom o zaštiti prirode.

Izazov učinkovitom i transparentnom upravljanju zaštićenim područjima RH predstavljaju činjenice da njihove granice nisu prenesene na katastarske planove, što onemogućava evidentiranje zakonom predviđenih statusa i prava u službenim registrima (katastar i zemljišne knjige) kao ni predstavljanje transparentnih podataka o zaštićenim područjima široj javnosti.

Provedbom projektnih aktivnosti u okviru EU projekta „Evidentiranje posebnog pravnog režima kao doprinos učinkovitijem upravljanju zaštićenim područjima“ izradit će se geodetsko-tehnička dokumentacija koja je neophodna za evidentiranje posebnog pravnog režima i preduvjeta za upis prava prvokupa u službene registre unutar granica zaštićenih područja iz kategorije strogi rezervat (2), nacionalni park (8) i park prirode (10) osim PP Papuk, koja su ujedno i područja ekološke mreže Natura 2000, a obuhvaća površinu od 435.000 ha. U radu su prikazane sve aktivnosti koje će omogućiti upis zakonom predviđenih statusa i prava na česticama i nekretninama unutar navedenih zaštićenih područja u službenim registrima. Te aktivnosti će povećati dostupnost informacija o granicama zaštićenih područja i pravnim režimima u cilju jačanja svijesti javnosti o područjima od osobitog značenja za RH.

Ključne riječi: ekološka mreža Natura 2000, posebni pravni režim, zaštićena područja

Usklađenje granica katastarskih općina

Maja Čorak¹, Josip Zubak², Branka Vorel Jurčević³

¹ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, maja.corak@dgu.hr

² Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, josip.zubak@dgu.hr

³ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, branka.vorel.jurcevic@dgu.hr

Sažetak

Živimo u vremenu kada je potreba za korištenjem, analizom i pretragom prostornih podataka veća nego ikada. Katastar, kao jedan od temeljnih registara ima obavezu što bolje odgovoriti na zahtjeve koje postavlja zainteresirana javnost, geodetska stručna zajednica te svi drugi poslovni korisnici i institucije koji koriste katastarske podatke u svom radu.

Državna geodetska uprava dugi niz godina provodi aktivnosti na podizanju kvalitete katastarske evidencije s posebnim naglaskom na unapređenje kvalitete digitalnih katastarskih planova, a jedna od aktivnosti je i pilot projekt „Usklađenje granica katastarskih općina“ koji se provodi za općine u nadležnosti PUK-a Sisak i PUK-a Bjelovar.

Svrha usklađenja granica katastarskih općina je definiranje jedinstvene granične crte između susjednih katastarskih općina kako bi digitalni katastarski plan (DKP) bio kontinuirani prikaz na cijelom području Republike Hrvatske. Usklađenje granica katastarskih općina provodit će se po segmentima između dvije katastarske općine, a polazna osnova za usklađenje je prepoznavanje izvorne kvalitete nastanka katastarskih podataka, te načina održavanja tih podataka kroz vrijeme.

Rezultat tog pilot projekta bit će definirana jedinstvena metodologija usklađenja granica katastarskih općina za sve prepoznate slučajeve neusklađenosti, izrađena tehnička rješenja za potrebe standardizacije, automatizacije i obrade podataka, te nadograđen Zajednički informacijski sustav zemljišne knjige i katastra kako bi podržao ove aktivnosti.

Ključne riječi: *digitalni katastarski plan, kvaliteta katastarskih podataka, segment, usklađenje granica katastarskih općina*

Registar prostornih jedinica

Katarina Babić¹, Mario Mađer², Irena Magdić³

¹ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, katarina.babic@dgu.hr

² Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, mario.mader@dgu.hr

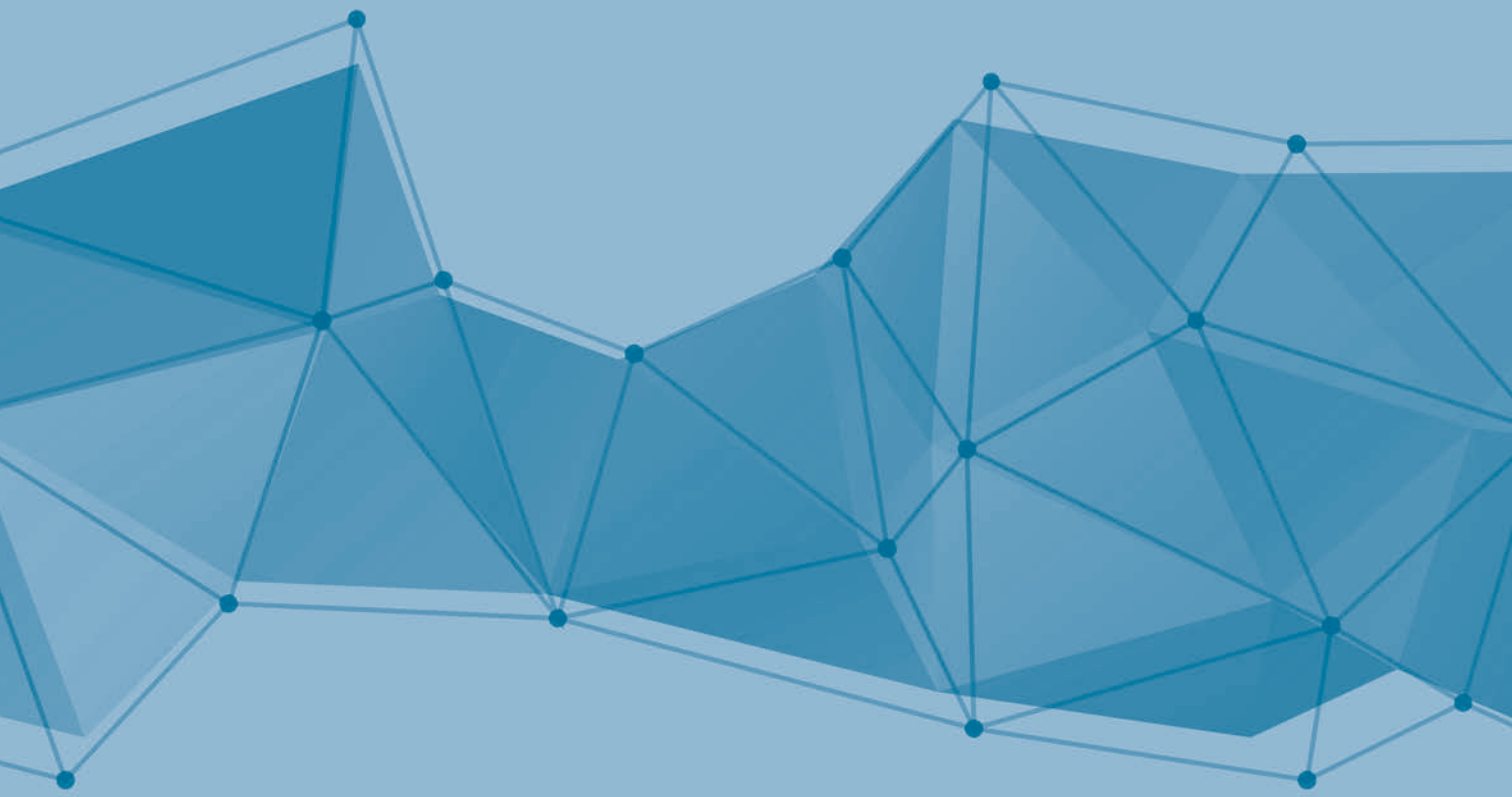
³ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, irena.magdic@dgu.hr

Sažetak

Registar prostornih jedinica (RPJ) je evidencija u kojoj se vode i održavaju podaci o prostornim jedinicama i predstavlja jedan od temeljnih registara o prostoru u Republici Hrvatskoj. Državna geodetska uprava je nadležna za njegovo vođenje i održavanje. Informacijski sustav RPJ uspostavljen je 2015. godine u obliku web GIS rješenja koje omogućuje zajedničko vođenje i održavanje geometrijskih i opisnih podataka RPJ, od razine države do razine kućnog broja. Podaci registra prostornih jedinica su najtraženijih i najčešće korišteni podaci od strane tijela državne i javne vlasti, jedinica lokalne samouprave te gospodarstva koji sve više prepoznaju i uvažavaju RPJ kao izvorni registar za prostorne podatke koji se u njemu vode sukladno propisima. Pritom raste interes za servisnim preuzimanjem podataka u odnosu na dosadašnju praksu dostave ukupnih podataka periodično izvezenih iz RPJ sustava.

Iz tog razloga sustav Registra prostornih jedinica je tijekom 2020. i 2021. godine dodatno unaprijeđen. Integracijom Registra prostornih jedinica Državne geodetske uprave i Grada Zagreba krajem 2020. godine obuhvaćeni su podaci čitave Republike Hrvatske u jedan jedinstveni geoinformacijski sustav kojim su nad podacima uspostavljeni jedinstveni poslovni procesi. U istom razdoblju Državna geodetska uprava omogućila je građanima izdavanje Potvrde o kućnom broju i Rješenja o određivanju kućnog broja, elektroničkim putem, bez dolaska u katastarski ured, temeljem zahtjeva iz sustava One-Stop-Shop (OSS). Sustav OSS je integriran sa sustavom e-Građani kojeg je uspostavila Vlada Republike Hrvatske s ciljem modernizacije, pojednostavljenja i ubrzanja komunikacije građana i javnog sektora, a o čijoj koristi svjedoči i svakodnevni porast OSS zahtjeva za navedene javne isprave RPJ-a.

Ključne riječi: *GIS, One-Stop-Shop, registar prostornih jedinica, servisi*



SESIJA 5

Žene u geodeziji

Hrvatske kartografkinje doktorice znanosti

Miljenko Lapaine¹

¹Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, mlapaine@geof.hr

Sažetak

U Hrvatskoj postoji samo jedna leksikografska publikacija koja se bavi samo kartografima. To je biografski leksikon o hrvatskim kartografima, objavljen 2009. godine u kojem je obrađeno 1940 osoba. Ravnopravno su obrađene muške i ženske osobe. U tom je leksikonu zastupljeno 219 žena, odnosno 11% od ukupnog broja osoba. U ovom radu dajemo kratke životopise za 13 hrvatskih kartografkinja koje su postigle doktorate znanosti.

Ključne riječi: kartografija, kartograf, kartografkinja, Hrvatska

1. Uvod

Ako pogledamo na wikipediju na engleskom jeziku i potražimo popis kartografa (*List of Cartographers*) naći ćemo na njemu 266 osoba. Prva žena na tom popisu je Emma Willard, koja je živjela u 18. stoljeću. Nakon toga pojavljuje se još 19 kartografkinja. Prema tome, prema tom izvoru kartografkinje čine oko 7,5% od ukupnog broja kartografa.

Ako pogledamo wikipediju na hrvatskom jeziku naći ćemo 36 osoba koje se ubrajaju u hrvatske kartografe, a među njima je samo jedna žena, nedavno preminula prof. dr. sc. Petrica Novosel Žic.

Tooley's Dictionary of Mapmakers objavljen 1979. godine sadrži više od 20 000 osoba, a novo revidirano izdanje iz 1999–2004. u četiri knjige, još više. Poznato je da u naše vrijeme popularna wikipedija općenito ne daje točne podatke, a tema kartografije i kartografa to samo potvrđuje.

U Hrvatskoj postoji samo jedna leksikografska publikacija koja se bavi samo kartografima. To je biografski leksikon o hrvatskim kartografima, objavljen 2009. godine u izdanju Golden marketinga – Tehničke knjige. Taj leksikon sadrži podatke o 1940 hrvatskih kartografa. Prema usvojenoj definiciji, hrvatski kartografi su Hrvati ili osobe hrvatskog podrijetla koje su živjele diljem svijeta i djelovale na području kartografije, zatim pripadnici drugih naroda i narodnosti koji su rođeni na tlu Hrvatske, bez obzira gdje su boravili te stranci koji su živjeli i djelovali na području Hrvatske dajući svoj doprinos kartografiji. Ravnopravno su obrađene muške i ženske osobe. U tom je leksikonu zastupljeno 219 žena, odnosno 11% od ukupnog broja osoba. Pri izradi tog leksikona imali smo mnogo suradnika i suradnica. Ovom prigodom posebno ističemo Žanu Prišč koja je 2004. dobila Nagradu dekana za studentski rad Hrvatske kartografkinje i Kristinu Špajdl za istoimeni seminarski rad izrađen 2007. godine.

S obzirom na to da je opseg ovog rada ograničen, ukratko ćemo prikazati samo one hrvatske kartografkinje koje su stekle znanstveno zvanje doktorica znanosti.

2. Kratki životopisi hrvatskih kartografkinja doktorica znanosti

U ovom poglavlju dajemo kratke životopise hrvatskih kartografkinja poredanih kronološki prema godini doktoriranja. Podatci su dobrim dijelom preuzeti iz biografskog leksikona o hrvatskim kartografima (Lapaine, Kljajić 2009) i zatim osuvremenjeni izravnim kontaktima s pojedinim osobama.

Petrica Novosel Žic (Draga Baščanska, 1931–Zagreb, 2021) osnovnu je školu pohađala u Rabu i Puntu, nižu gimnaziju u Krku i Novom Vinodolskom, a Učiteljsku školu završila je u Rijeci 1951. godine. Nakon toga službuje kao učiteljica u Gorskom kotaru do 1954. godine. Diplomirala je 1959. godine na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a zatim magistrirala (1970) i doktorirala (1978). Profesorica Novosel-Žic bila je prva žena u Hrvatskoj koja je doktorirala u području geografije. Njezina disertacija *Otok Krk – od trajekta do mosta (socijalno-geografska transformacija)* objavljena je 1987. u posebnom izdanju Krčkoga zbornika. Bila je dugogodišnja profesorica Geografskog odsjeka PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Obavljala je niz istaknutih funkcija u Hrvatskom geografskom društvu, bila je pročelnica Geografskog odsjeka PMF-a i predstojnica Zavoda za regionalnu geografiju i metodiku te voditeljica Kartografske zbirke na istome odsjeku. Bila je dugogodišnja članica *Hrvatskoga kartografskog društva*. Njezina se bogata znanstvena i stručna djelatnost zrcali u

mnogobrojnim znanstvenim i stručnim radovima te sudjelovanjima na domaćim i međunarodnim konferencijama i znanstvenim skupovima. (Toskić 2021).

Mirjanka Lechthaler, rođ. Zdenković (Zagreb, 1947 – Beč, 2016) gimnaziju je završila 1966. u Zagrebu. Diplomirala je 1972. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Poslijediplomski studij informatike na Sveučilištu u Zagrebu završila je 1976. s temom *Kartografska komunikacija i sadržaj informacije 1 cm² topografske karte 1:1 000 000*. Državni stručni ispit iz područja geodezije položila je 1984. Doktorirala je 1985. na istom fakultetu disertacijom *Entropija prikaza reljefa izohipsama na nizu naših topografskih karata*. U Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu zaposlila se 1972, a 1976. postala je znanstvena asistentica. Od 1985. živi i radi u Beču gdje joj je na Tehničkom sveučilištu nostrificirana doktorska disertacija. Od 1990. asistentica je i zamjenica predstojnika u Institutu für Kartographie und Geo-Medientechnik pri bečkom Tehničkom sveučilištu, a od 1999. docentica. Radove iz područja primjene teorije informacija u kartografiji i digitalne kartografije objavljivala je u časopisima *Informatologia Jugoslavica*, *Geodetski list*, *Zeitschrift für Geomorphologie*, *Kartographische Nachrichten*, *Kartografija i geoinformacije* i dr. Aktivno je sudjelovala na mnogim znanstvenim skupovima (Fračula, Lapaine 2016).

Brankica Malić osnovnu i srednju geodetsku školu pohađala je u Osijeku. Na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirala je 1988. i magistrirala 1994. obranom magistarskog rada *Računalom podržana izrada kartografskih prikaza katastra vodovoda i kanalizacije*. Uz potporu austrijske stipendije Österreichischer Akademischer Austauschdienst boravila je 1995. na Institutu za kartografiju i reprodukciju tehniku Tehničkog sveučilišta u Beču. Zatim je uz njemačku stipendiju Deutscher Akademischer Austauschdienst od 1995. do 1998. bila na studijskom boravku na Institutu za kartografiju i topografiju Sveučilišta u Bonnu, gdje je doktorirala 1998. s disertacijom *Physiologische und technische Aspekte kartographischer Bildschirmvisualisierung*, koja je objavljena u Schriftenreihe der Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn, Heft 25. Krajem 1988. zaposlila se u Geodetskom zavodu u Osijeku, gdje je radila do sredine 1991, kada je prešla na Građevinski fakultet u Osijeku. Ondje je izabrana za asistenticu iz kolegija Geodezija, no zbog potreba fakulteta obavljala je do odlaska u Bonn poslove asistentice iz kolegija Nacrtna geometrija. Godine 2002. godine izabrana je na istom fakultetu za docenticu, a 2006. za izvanrednu profesoricu. Članica je *Hrvatskoga kartografskog društva* (Frančula 1999, Malić 2021).

Nada Vučetić osnovnu školu i gimnaziju pohađala je u Hvaru. Na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirala je 1987. Poslijediplomski magistarski studij, smjer Kartografija na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu završila je 1996. obranom magistarskog rada *Generalizacija linijskih*

elemenata karte. Poslijediplomski doktorski studij, usmjerenje Fotogrametrija i kartografija na istom fakultetu završila je 2001. godine obranom disertacije pod nazivom *Generalizacija linijskih elemenata karte po kriteriju maksimalne sličnosti*. Na istom fakultetu izabrana je 1987. za asistenticu, a potom za docenticu, izvanrednu i redovitu profesoricu. Sudjelovala je na znanstvenim projektima: Kartografsko istraživanje prostora, Kartografija i geoinformacijski sustavi, Regionalno istraživanje oblika i plimnih valova Zemlje, Gravitacijsko polje u geodeziji, geofizici i geodinamici, Hrvatska kartografija – znanstvene osnove te na znanstveno-stručnim projektima Hrvatski geodetski rječnik, Hrvatski kartografi, Prijedlog službenih kartografskih projekcija Republike Hrvatske i Kartografska generalizacija sa standardizacijom za državne zemljovide. Članica je *Hrvatskog geodetskog društva* i *Hrvatskog kartografskog društva* (Lapaine, Kljajić 2009). Dok god je ophođenje prema ženama takvo kakvo jest, ona ne želi da itko piše o njoj kao ženi (Vučetić, 2021).

Dubravka Mlinarić osnovnu i srednju školu pohađala je u Zagrebu. Studij povijesti i geografije završila je na Filozofskom i Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirala je 1997. na Odsjeku za povijest Filozofskog fakulteta u Zagrebu. Poslijediplomski studij povijesti završila je na Odsjeku za povijest Srednjoeuropskog Sveučilišta (*Department of History of the Central European University – CEU*) u Budimpešti, gdje je magistrirala 1997. radnjom *The 17th Century Cartographic Representation of the Territories of the Kingdom(s) of Dalmatia, Croatia and Slavonia in Central European and Mediterranean Context*. Doktorirala je 2004. godine na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu s temom *"Mala aria" i socio-demografska kretanja u sjevernoj Dalmaciji u 18. stoljeću*. Znanstvena je savjetnica u području interdisciplinarnih znanosti, područje humanističkih znanosti (polje povijesti) te društvenih znanosti (polje društvene geografije). Od 2000. godine zaposlena je u Institutu za migracije i narodnosti u Zagrebu, sada u statusu znanstvene suradnice na Znanstvenom odsjeku za migracijska i demografska istraživanja. Od 2008. vodi seminar za kolegij Kartografski izvori hrvatskih zemalja: ekohistorijski pristup, a nakon 2014. kolegij Kartografski izvori za predmodernu povijest u okviru Poslijediplomskog dokorskog studija predmoderne povijesti na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Sudjelovala je u realizaciji mnogih nacionalnih i empirijskih istraživanja iz područja povijesne kartografije, demografije i migracija. Objavila je dvije knjige i četrdesetak znanstvenih članaka. Sudjelovala je na šezdesetak konferencija iz područja kartografije, povijesne geografije, medicinske geografije i ekohistorije. Članica je *Hrvatskog kartografskog društva* od njegova osnivanja 2001. godine. Od 1999. predstavnica je Hrvatske u *International Map Collectors' Society (IMCoS)*, utemeljiteljica je i članica *Društva za hrvatsku ekonomsku povijest i ekohistoriju* te članica *Hrvatskoga nacionalnog odbora za povijesne znanosti (HNOPZ)* i društva *Mediterranean Studies Association* (Lapaine, Kljajić 2009, Mlinarić 2021).

Tea Duplančić Leder osnovnu i srednju školu pohađala je u Splitu. Diplomirala je 1986. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na istom fakultetu obranila je 2000. godine magistarski rad *Elektroničke karte u pomorskoj kartografiji* i doktorirala 2006. s temom *Novi pristup izradi elektroničkih navigacijskih karata u Hrvatskoj*. Pripravnički staž odradila je 1986. godine u Elektrodalmaciji Split, a zatim je pola godine radila u srednjoj građevinskoj školi Ćiro Gamulin. U Hidrografskom institutu u Splitu zaposlila se 1988. godine. Tijekom rada polazila je različite tečajeve usavršavanja, pa je tako 2002. pohađala tromjesečni tečaj *Nautical cartography* na International Maritime Academy u Trstu, a 2005. godine tečaj *ENC data quality control and validation* u Carrari u C-map Italy. Od 2007. godine zaposlena je na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu (danas Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu), gdje je redovita profesorica. Članica je *Hrvatskoga kartografskog društva*, *Hrvatskoga geodetskog društva*, *Hrvatskog povjerenstva za geodeziju* i geofiziku pri Hrvatskoj akademiji znanosti i umjetnosti, Američke udruge za znanost i tehnologiju (*American Association for Science and Technology*) te *International Association for Urban Climate*. Bila je članica Povjerenstva za pomorsku kartografiju Međunarodnoga kartografskog društva (*Commission on Marine Cartography of the International Cartographic Association – ICA*) (Lapaine, Kljajić 2009, Duplančić Leder 2021).

Ivka Kljajić rođ. Tunjić maturirala je 1989. u Građevinskom školskom centru, geodetski smjer u Tuzli. Diplomirala je 1992. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na studiju za stjecanje više stručne naobrazbe, a školovanje nastavila na studiju za stjecanje visoke stručne naobrazbe na istom fakultetu i diplomirala 1996. Poslijediplomski magistarski studij, usmjerenje Fotogrametrija i kartografija na Geodetskom fakultetu završila je 2001. godine obranom magistarskoga rada *Hrvatski kartografi*. Poslijediplomski doktorski studij, usmjerenje Fotogrametrija i kartografija na istom fakultetu završila je 2006. godine obranom doktorske disertacije *Kartografski prikazi hrvatskih gradova iz 16. stoljeća*. Na Geodetskom fakultetu zaposlena je od 1997. a od 2007. je docentica. Mentorica je 25 obranjenih diplomskih radova. Kao suradnica sudjelovala je na znanstvenim projektima Hrvatska kartografija – znanstvene osnove, Kartografija i nove tehnologije, Kartografija Jadrana, Kartografija i geoinformacije, Istraživanja u kartografiji, fotogrametriji i daljinskom pronicanju i Servisno-orijentirana kartografija i GIS te na znanstveno-stručnim projektima Hrvatski kartografi, Geodetski rječnik, Državna granica Republike Hrvatske na moru i Prijedlog službenih kartografskih projekcija Republike Hrvatske. U koautorstvu objavila je veći broj znanstvenih radova. Sudjelovala je na tridesetak znanstveno-stručnih skupova. S prof. dr. sc. M. Lapaineom priredila je leksikon *Hrvatski kartografi* objavljen u izdanju Golden marketinga – Tehničke knjige 2009. Za taj su leksikon dobili Nagradu Matice hrvatske za znanost "Oton Kučera" za 2009. i 2010. Članica je *Hrvatskoga geodetskog društva* i

Hrvatskoga kartografskog društva (Lapaine, Kljajić 2009, Kljajić 2021).

Ivana Racetin osnovnu i srednju školu pohađala je u Splitu. Diplomirala je 1994. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na poslijediplomskom studiju na istom fakultetu magistrirala je 2002. godine s temom *Terminologija suvremene pomorske kartografije*, a doktorirala 2007. s temom *Dinamizacija STOKIS-a*. Od 1994. do 2003. radila je Hrvatskom hidrografskom institutu u Splitu, od 2003. do 2010. u Geodetskom zavodu d. d. Split, a nakon toga radi na Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu. Od 2021. na tom je fakultetu redovita profesorica. Sudjelovala je ili sudjeluje kao suradnica na nizu znanstvenih projekata: Kartografija Jadrana, Prostorni razvoj Kaštela od prapovijesti do 21. stoljeća, *COST Action TD1202 Mapping and the Citizen Sensor*, Zelena i održiva gradnja, Implementacijom suvremene znanstveno-istraživačke infrastrukture na FGAG do pametne specijalizacije u zelenoj i energetski učinkovitoj gradnji, *Western Balkans Academic Education Evolution and Professional's Sustainable Training for Spatial Data Infrastructures*, *COST Action 18126 Writing Urban Places. New Narratives of the European City*, Razvoj i unaprjeđenje studijskih programa utemeljenih na standardima zanimanja i standardima kvalifikacija u domeni geodezije i geoinformatike, *Business driven problem-based learning for academic excellence in geoinformatics*. Članica je Hrvatskog geodetskog društva i predsjednica Udruge geodeta Dalmacije te članica Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije. Od 2012. godine članica je Skupštine Zajednice udruga inženjera Split. Od 2014. godine članica je uredničkog odbora Geodetskog lista. (Lapaine, Kljajić 2009, Racetin 2021).

Vesna Poslončec-Petrić maturirala je u Centru usmjerenog obrazovanja, matematičko-informatički smjer u Vinkovcima. Na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirala je 1993. Stručni ispit položila je 1994. Poslijediplomski studij, usmjerenje Fotogrametrija i kartografija na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu završila je 2002. godine obranom magistarskog rada *Uspoređivanje programskih paketa za automatsko sjenčanje reljefa*, a doktorski studij 2010. obranom teme *Distribucija prostornih podataka za potrebe službene kartografije u Republici Hrvatskoj*. Nakon diplomiranja zaposlila se u Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta. Od 2015. docentica je na tom fakultetu. Kao suradnica sudjelovala je na znanstvenim projektima *Hrvatska kartografija – znanstvene osnove*, Kartografija i nove tehnologije. Zamjenica je voditelja projekata *Western Balkans Academic Education Evolution and Professional's Sustainable Training for Spatial Data Infrastructures* i *Business driven problem-based learning for academic excellence in geoinformatics*. Voditeljica je projektnog tima Geodetskog fakulteta na projektu *Spatial Data Infrastructures and Earth Observation Education and Training for North-Africa*. Suradnica je na projektima *Towards an innovative strategy for skills development and capacity building in the space geo-information sector*, *Open SPatial data Infrastructure eDucation nETwoRK*, *Twinning Open*

Data Operational i University Network for Disaster Risk Reduction and Management in Indian Ocean Rim. Voditeljica je internog projekta uz potpore znanstvenim istraživanjima *Servisno-orijentirana kartografija i GIS.* Objavila je nekoliko monografija, te više znanstvenih i stručnih radova i raznih tematskih i turističkih karata. U razdoblju 2009-2021 bila je voditeljica Radne skupine za izgradnju kapaciteta Nacionalne infrastrukture prostornih podataka (NIPP) i članica Odbora NIPP-a RH. Od 2019. zamjenica je predstavnika Republike Hrvatske u Copernicus Committee Europske komisije u Briselu. Članica je *Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije, Hrvatskoga kartografskog društva, Hrvatskoga geodetskog društva i Komisije za planinsku kartografiju Međunarodnoga kartografskog društva (International Cartographic Association - Commission on Mountain Cartography)* (Lapaine, Kljajić 2009, Poslončec Petrić 2021).

Mira Miletić Drder diplomirala je geografiju i povijest na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Odsjeku za informacijske znanosti diplomirala je knjižničarstvo. Magistrirala je i zatim doktorirala na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2012. na temu *Kartografske zbirke u Hrvatskoj : model virtualnog povezivanja* te stekla akademski stupanj doktorice znanosti iz znanstvenog područja društvenih znanosti, a znanstvenog polja informacijskih i komunikacijskih znanosti. Godine 1991. započinje raditi u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, a od 1994. voditeljica je Zbirke zemljovida i atlasa. Kao knjižničarska savjetnica sudjeluje u stručnom i edukativnom radu svih aspekata knjižnično-kartografske djelatnosti te uspostavi zajedničke strategije rada baštinskih ustanova u Hrvatskoj. Njezini znanstveni interesi povezani su uz kartografsko knjižničarstvo, povijest kartografije i kartografsku kulturnu baštinu. U njezinu središtu zanimanja je kartografska građa u knjižnicama i ostalim ustanovama znanosti i kulture, proces njezine nabave, formalne i sadržajne obrade i standardizacije, digitalizacije, dostupnosti i organizacije kartografskih zbirki i fondova. Suradnica je međunarodnih udruženja kartografskih stručnjaka koji se bave kartografskom građom, poviješću kartografije i digitalnim kartografskim kulturnim nasljeđem. Objavljuje stručne i znanstvene radove o kartografskoj građi i zbirkama kartografske građe. Sudjelovala je kao istraživač u znanstvenim projektima Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta i Geodetskog fakulteta Kartografija i nove tehnologije i Kartografija Jadrana. Članica je *Hrvatskoga knjižničarskog društva i Hrvatskoga kartografskog društva* (Lapaine, Kljajić 2009, Miletić Drder 2021).

Ana Kuveždić Divjak osnovnu školu i gimnaziju pohađala je u Osijeku. Na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirala je 2006. Doktorski rad *Kartografska komunikacija u kriznim situacijama* obranila je 2013. godine na istom fakultetu. Od 2007. zaposlena je na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Godine 2020. izabrana je u znanstveno-nastavno zvanje docentice. Njezino područje

interesa je suvremena kartografija, a u najvećoj mjeri uključuje istraživanja o metodama vizualizacije i komunikacije prostornih informacija te istraživanja o novim sadržajima i uslugama u kartografiji i GIS-u temeljem slobodno dostupnih podataka i tehnologija. Sudjelovala je, odnosno sudjeluje na projektima Kartografija Jadrana, Istraživanje recentnih regionalnih i lokalnih geodinamičkih procesa na području Republike Hrvatske primjenom suvremenih satelitskih geodetskih metoda – GEOMSAT, *Towards an innovative strategy for skills development and capacity building in the space geo-information sector – EO4GEO, Improving Spatial Data Services in the Republic of Moldova following EU standards*, HIDROLAB – Integrirani hidrografski sustav za održivi razvoj morskog ekosustava. Koordinatorica je projekta *Twinning Open Data Operational – TODO*. Bila je glavna urednica časopisa *Kartografija i geoinformacije / Cartography and Geoinformation*. Članica je *Hrvatskoga kartografskog društva*. Članica je Povjerenstva za kartografske projekcije Međunarodnoga kartografskog društva (*International Cartographic Association*), Copernicusovog ureda Hrvatska (*Copernicus Relay i Academy Office Croatia*) i Laboratorija OSGL (*Open Source Geospatial Lab*) Geodetskog fakulteta (Lapaine, Kljajić 2009, Kuveždić Divjak 2021).

Martina Triplat Horvat osnovnu školu pohađala je u Zagrebu i Velikoj Gorici, maturirala je na Geodetskoj tehničkoj školi u Zagrebu. Na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirala je 2006., a doktorirala 2014. s temom *Kartografska analiza karata Papinske državne J. R. Boškovića i Ch. Mairea*. Na Geodetskom fakultetu u Zagrebu radila je od 2008. do 2019. godine, gdje je osim u nastavi sudjelovala u znanstvenom i stručnom radu u sklopu kojeg je objavila nekoliko znanstvenih i stručnih radova te sudjelovala na konferencijama. Aktivno je sudjelovala na znanstvenim projektima Najstariji udžbenik geodezije, Kartografija Jadrana, Kartografija i geoinformacije, na međunarodnom hrvatsko-crnogorskom znanstveno-istraživačkom bilateralnom projektu GIS baza podataka zaštićenih područja na primjeru objekata geonasljeđa te internim znanstvenim projektima Geodetskog fakulteta Istraživanja u kartografiji, fotogrametriji i daljinskom pronicanju, Automatizacija mjernog postupka te Servisno orijentirana kartografija i GIS. Od travnja 2019. godine zaposlena je u Državnoj geodetskoj upravi u Sektoru za državnu izmjeru u Službi državne granice na radnom mjestu više stručne savjetnice. Aktivno je sudjelovala u izradi, testiranju i instalaciji projekta Geoinformacijskog sustava državne granice Republike Hrvatske (GiSDG). Članica je Mješovite hrvatsko-mađarske stručne radne skupine, Mješovite stručne skupine Republike Hrvatske i Republike Srbije te Mješovite hrvatsko-mađarske komisije. Obnaša funkciju voditeljice Službe za EU fondove i međunarodnu suradnju u Sektoru za EU fondove, međunarodnu suradnju i posebne registre u Državnoj geodetskoj upravi. Članica je *Hrvatskoga kartografskoga društva* (Lapaine, Kljajić 2009, Triplat Horvat 2021).

Marina Viličić rođ. Rajaković osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje stekla je u Zagrebu. Diplomirala je 2009. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Za rad *Konusne projekcije za Hrvatsku* nagrađena je 2007. Nagradom dekana, a 2008. dobila je drugu Nagradu dekana za rad *Najbolja konformna konusna projekcija za Hrvatsku*. Na posljednjoj godini studiranja, 2009., dobila je Nagradu fakulteta kao najbolja studentica V. godine. Na istom fakultetu doktorirala je 2019. godine obranivši doktorski rad *Kartografska analiza karte Stjepana Glavača iz 1673. godine*. Od 2009. do 2011. radila je u privatnoj tvrtci GEODIST d.o.o. gdje je izrađivala geodetske-katastarske elaborate i bila zadužena za vođenje izmjera poljoprivrednih zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske. Nakon toga zaposlila se na Geodetskom fakultetu u Zagrebu kao asistentica-znanstvena novakinja na znanstvenom projektu *Kartografija Jadrana*, a nakon doktoriranja postaje poslijedoktorandica. Aktivna je suradnica na projektu *Twinning Open Data Operational*. U dosadašnjem znanstveno-istraživačkom radu objavila je nekoliko znanstvenih radova u časopisima, odnosno zbornicima skupova. Godine 2013. položila je stručni ispit za obavljanje stručnih geodetskih poslova u svojstvu stručne suradnice ovlaštenog inženjera geodezije. Članica je *Hrvatskoga kartografskog društva*, gdje je zamjenica dopredsjednika i tehnička urednica časopisa *Kartografija i geoinformacije* (Lapaine, Kljajić 2009, Viličić 2021).

3. Zaključak

Koliko je autoru poznato, ne postoji fakultet na kojem se studira isključivo kartografija. U Hrvatskoj je prema službenoj klasifikaciji znanosti kartografija grana u polju geodezije. Stoga se može očekivati da je većina akademski obrazovanih kartografa u Hrvatskoj diplomirala i stekla zvanje doktora znanosti na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

O hrvatskim kartografkinjama dosad nitko nije pisao. Ovaj je članak pokušaj da se na tu temu kaže nekoliko riječi. Kao osnovni izvor podataka poslužio je biografski leksikon o hrvatskim kartografima autora M. Lapainea i I. Kljajić, objavljen 2009. godine. Taj leksikon sadrži podatke o 1940 hrvatskih kartografa od čega su 219 ili 11% žene. S obzirom na ograničeni opseg ovog rada, prikazani su kratki životopisi onih hrvatskih kartografkinja koje su stekle znanstveno zvanje doktorica znanosti. Takvih je ukupno 13. Jedna je doktorirala na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, jedna na Institutu za kartografiju i topografiju Sveučilišta u Bonnu, dvije na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Sve ostale, njih devet, doktorirale su na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od tih devet autor ovog prikaza bio je mentor na šest disertacija, prof. emer. N. Frančula na dvije, a prof. dr. sc. S. Frangeš na jednoj.

Bilo bi zanimljivo istražiti odnos broja kartografa i kartografkinja u Hrvatskoj i u svijetu. Očito je da se

taj odnos mijenjao u vremenu te da u novije doba sve više ide u korist ženama.

Zahvala

Autor zahvaljuje na suradnji svim hrvatskim kartografkinjama doktoricama znanosti koje su mu pomogle u prikupljanju i ažuriranju potrebnih podataka.

Literatura

- Duplančić Leder, T. (2021): Osobna komunikacija.
- Frančula, N., Lapaine, M. (2016): Mirjanka Lechthaler, In memoriam, *Kartografija i geoinformacije*, Vol. 15, Br. 26, 130-131.
- Frančula, N. (1999): Brankica Malić, doktor tehničkih znanosti. *Geodetski list* 1999, 1, 61–62.
- Kljajić, I. (2021): Osobna komunikacija.
- Kuveždić Divjak, A. (2021): Osobna komunikacija.
- Lapaine, M., Kljajić, I. (2009) *Hrvatski kartografi, Biografski leksikon, Golden marketing –Tehnička knjiga*, Zagreb, ISBN 978-953-212-344-9, 694 str.
- Malić, B. (2021): Osobna komunikacija.
- Miletić Drder, M. (2021): Osobna komunikacija.
- Mlinarić, D. (2021): Osobna komunikacija.
- Poslončec Petrić, V. (2021): Osobna komunikacija.
- Prišč, Ž. (2004) *Hrvatske kartografkinje*. Studentski rad nagrađen Nagradom dekana Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Racetin, I. (2021): Osobna komunikacija.
- Špajdl, K. (2007) *Hrvatske kartografkinje*. Seminarski rad. Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Toskić, A. (2021): Prof. dr. sc. Petrica Novosel-Žic, In memoriam, *Kartografija i geoinformacije*, Vol. 20, Br. 35, 116-117.
- Triplat Horvat, M. (2001) Osobna komunikacija.
- Viličić, M. (2021) Osobna komunikacija.
- Vučetić, N. (2021) Osobna komunikacija.

Abstract

Croatian Female Cartographers, Doctor of Science

Only one lexicographic publication in Croatia deals only with cartographers. It is a biographical lexicon of Croatian cartographers, published in 2009, which encompasses 1940 persons. Both males and females were included. The lexicon represents 219 women, or 11% of the total number of people. In this paper, we provide short biographies of 13 female Croatian cartographers who received doctorates in science.

Keywords: *cartography, cartographer, female cartographer, Croatia*



Žene u područnim uredima za katastar

Marina Pešun¹, Katarina Fidermuc Rončević², Ksenija Pešun³, Josip Mikšik⁴

¹ Državna geodetska uprava, Područni ured za katastar, S.S. Kranjčevića 11, Sisak, Hrvatska, marina.pesun@dgu.hr

² Državna geodetska uprava, Gruška ulica 20, Zagreb, Hrvatska, katarina.fidermucroncevic@dgu.hr

³ Državna geodetska uprava, Područni ured za katastar, S.S. Kranjčevića 11, Sisak, Hrvatska, ksenija.pesun2@dgu.hr

⁴ Državna geodetska uprava, Područni ured za katastar, Županijska 11/1, Požega, Hrvatska, josip.miksik@dgu.hr

Sažetak

Najvažniji službeni upisnik zemljišta je katastar. Osnovan je za područje na kopnu, postoji i razvija se već nekoliko stoljeća. U svakodnevnom govoru i tijelo javne vlasti koji ima nadležnost vođenja upisnika u Republici Hrvatskoj nazivamo Katastar. Žene su u povijesti nastanka i održavanja katastra imale važnu ulogu. Možda je najpoznatija među njima Marija Terezija koja je u 18. stoljeću započela izradu katastra, kao temelja za oporezivanje prihoda od zemljišta. Žena u katastru od njenog osnutka do danas pratila je razvoj društva, potreba i tehnologija. U ovom radu pokušat ćemo prikazati ulogu žene u područnim uredima za katastar u Državnoj geodetskoj upravi danas. Koliki je broj žena u područnim uredima za katastar u odnosu na ukupan broj zaposlenih, njihovu stručnu spremu, na kojim radnim mjestima rade, izazove kojima se susreću u svakodnevnom obavljanju poslova:

Ključne riječi: *katastar, radna mjesta, stručna sprema, žena*

1. Uvod

Sukladno različitim pogledima na zemljište pojavljuju se i različiti podaci koje o njemu želimo upisati. Oporezivanje zemljišta je prvi, a opis pravnih odnosa drugi najvažniji razlog prikupljanja potrebnih podataka i njihova upisa u katastar. Položaj, oblik, površina, vrijednost, uporaba, korištenje i namjena osnovni su podaci o svakom pojedinom zemljištu koji su potrebni za oporezivanje. Za pravne odnose važno je tko i kako upravlja zemljištem. Održivi razvoj zahtjeva gospodarenje zemljištem uz uvažavanje društvenog, gospodarskog i okolišnog gledišta. Prilog tomu daju katastri oduvijek, i to pohranom, ustrojem i davanjem informacija o zemljištu i interesima. To se ponajprije odnosi na opis zemljišta i interesa na njemu, prikaze podataka o zemljištu zemljovidima i popisima te vrednovanje. Višenamjensko korištenje katastra i različitost društvenih odnosa prema zemljištu najbolje je obuhvaćeno definicijom katastra (FIG 1995): „Katastar je na česticama utemeljen, zemljišni informacijski sustav koji sadrži zapise o interesima na zemljištu (npr. prava, obveze i ograničenja). U pravilu sadrži položaj zemljišnih čestica povezan s drugim zapisima koji opisuju prirodu interesa, vlasništva ili upravljanje, i često vrijednost čestice te poboljšanja na njoj. Može biti uspostavljen za porezne potrebe (vrednovanje i pravno oporezivanje), pravne potrebe (kupoprodaja i zalog), kao podrška upravljanju korištenja zemljišta (prostorno planiranje i druge upravne svrhe), omogućava održivi razvoj i zaštitu okoliša“.

Za potrebe upravljanja zemljištem i interesima na njemu osnivaju se upisnici (eng. Register), u koje se

upisuju potrebne informacije. Upisnici su službeni zapisi podataka koji se uspostavljaju i vode na temelju propisa, a osobe ostvaruju prava ili imaju obveze na temelju zapisa u njima. Osnivaju se za upis osoba (matice, knjige rođenih...), prava te pokretni i nepokretni stvari. Za njihovo su vođenje nadležna tijela javne vlasti ili institucije na koje su javne ovlasti prenesene propisom.

Najvažniji upisnik zemljišta je katastar, iako postoje i druge vrste, jer on podržava sve zadaće učinkovitog upravljanja zemljištem. Podaci upisani u upisnike službeni su i najčešće javni. U svakodnevnom životu oni omogućavaju građanima ostvarivanje prava, a iz upisa mogu proizlaziti određene obveze građana. U svim službenim poslovima i radnjama obvezno je korištenje oznaka i drugih upisanih činjenica kako su one navedene u upisnicima. Zbog toga se upisnici čine dostupnima omogućavanjem uvida u njih te izdavanjem izvadaka, kopija i drugih dokumenata. Dokumenti izdani na temelju podataka upisnika imaju snagu javnih isprava.

Na temelju katastarskih podataka o zemljištu, osnovane su zemljišne knjige. Katastar odgovara na pitanja gdje i koliko ima zemljišta, a zemljišna knjiga tko i kako njime upravlja. Ta dva upisnika najčešće su u nadležnosti posebnih tijela javne vlasti, i to zemljišna knjiga sudske, a katastar izvršne vlasti (Ročić, 2012).

2. Državna geodetska uprava

Vlada Republike Hrvatske je na sjednici održanoj 27. kolovoza 2020. godine na temelju članka 54. stavka 1. Zakona o sustavu državne uprave (NN 66/19) i članka 37. stavka 1. Zakona o ustrojstvu i djelokrugu tijela državne uprave (NN 85/20) donijela Uredbu o unutarnjem ustrojstvu državne geodetske uprave. Uredbom je uređeno unutarnje ustrojstvo Državne geodetske uprave, nazivi unutarnjih ustrojstvenih jedinica i njihov djelokrug, način upravljanja i okvirni broj državnih službenika i namještenika. Uredbom je uređeno da poslove iz svoga djelokruga Državna geodetska uprava obavlja u Središnjem uredu u Zagrebu i područnim uredima za katastar. U Središnjem uredu u Zagrebu ustrojjeni su:

1. Kabinet glavnog ravnatelja
2. Sektor za državnu izmjeru
3. Sektor za katastarski sustav
4. Sektor za katastarske izmjere i infrastrukturu
5. Sektor za infrastrukturu prostornih podataka
6. Sektor za financijske poslove, strateško planiranje, nabavu i opće poslove
7. Sektor za pravne poslove i vođenje ljudskih potencijala
8. Sektor za informacijsko komunikacijski i geoinformacijski sustav
9. Sektor za EU fondove, međunarodnu suradnju i posebne registre
10. Samostalna služba za unutarnju reviziju
11. Samostalna služba za drugostupanjski postupak.

Izvan Središnjeg ureda u sastavu Državne geodetske uprave ustrojjeni su:

12. Područni ured za katastar Zagreb za područje Zagrebačke županije
13. Područni ured za katastar Krapina za područje Krapinsko-zagorske županije
14. Područni ured za katastar Sisak za područje Sisačko-moslavačke županije
15. Područni ured za katastar Karlovac za područje Karlovačke županije
16. Područni ured za katastar Varaždin za područje Varaždinske županije
17. Područni ured za katastar Koprivnica za područje Koprivničko-križevačke županije
18. Područni ured za katastar Bjelovar za područje Bjelovarsko-bilogorske županije
19. Područni ured za katastar Rijeka za područje Primorsko-goranske županije
20. Područni ured za katastar Gospić za područje Ličko-senjske županije
21. Područni ured za katastar Virovitica za područje Virovitičko-podravske županije
22. Područni ured za katastar Požega za područje Požeško-slavonske županije
23. Područni ured za katastar Slavonski Brod za područje Brodsko-posavske županije

24. Područni ured za katastar Zadar za područje Zadarske županije
25. Područni ured za katastar Osijek za područje Osječko-baranjske županije
26. Područni ured za katastar Šibenik za područje Šibensko-kninske županije
27. Područni ured za katastar Vukovar za područje Vukovarsko--srijemske županije
28. Područni ured za katastar Split za područje Splitsko-dalmatinske županije
29. Područni ured za katastar Pula za područje Istarske županije
30. Područni ured za katastar Dubrovnik za područje Dubrovačko-neretvanske županije
31. Područni ured za katastar Čakovec za područje Međimurske županije.

U područnim uredima za katastar obavljaju se poslovi koji se odnose na osnivanje, vođenje i održavanje katastra nekretnina, provođenje nadzora nad obilježavanjem granica zemljišta u okviru katastarskih izmjera i tehničkih reambulacija, vođenje i održavanje katastra zemljišta, osnivanje, vođenje i održavanje područnih registara prostornih jedinica, poslove koordiniranja osnivanja, vođenja i održavanja gradskih i općinskih registara prostornih jedinica, održavanje katastra infrastrukture, vođenje registra zgrada, određivanje kućnih brojeva, pregled i potvrđivanje parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata, pregled i potvrđivanje geodetskih podloga, reviziju i održavanje stalnih geodetskih točaka i izdavanje podataka o njima, izdavanje podataka iz katastra nekretnina i katastra zemljišta (izvodi, prijepisi i potvrde i uvjerenja) i područnih registara prostornih jedinica, izdavanje podataka iz katastra infrastrukture, izdavanje podataka iz registra zgrada, izdavanje podataka (potvrda) o određenim kućnim brojevima, pružanje geodetskih usluga koje se odnose na obavljanje geodetskih poslova vezanih za promjenu načina uporabe zemljišta, identifikaciju u postupcima rješavanja imovinsko-pravnih odnosa za tijela državne uprave i obradu službenih podataka za tijela državne uprave, lokalne i područne (regionalne) samouprave, rješavanje upravnih stvari u prvostupanjskome postupku, praćenje i koordiniranje rada unutarnjim ustrojstvenim jedinicama područnih ureda za katastar, osiguravanje jedinstvenoga postupanja u poslovima iz djelokruga rada područnih ureda za katastar, planiranje obavljanja poslova i izvještavanje o obavljenim poslovima, prikupljanje i obradu podataka za područje nadležnosti područnog ureda za katastar te izvještavanje Središnjeg ureda, te obavljanje drugih poslova koje odredi Središnji ured (URL 1).

U ovom radu baviti ćemo se samo katastrima koji su ustrojjeni u Državnoj geodetskoj upravi. U Istraživanje nije uključen Gradski ured za katastar grada Zagreba.

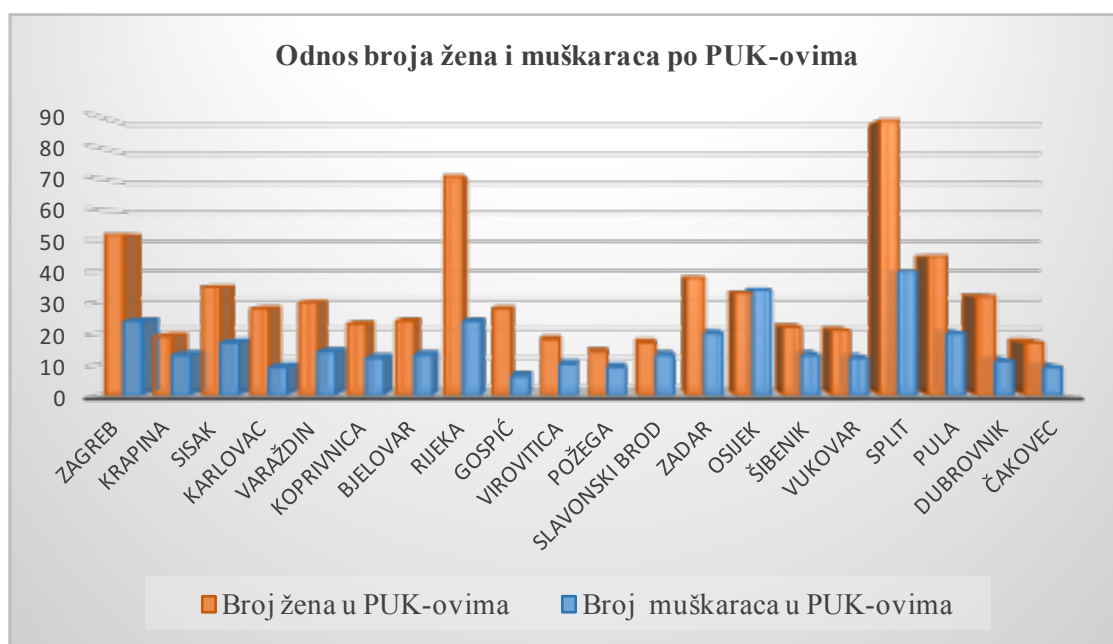
Nećemo se baviti ravnopravnošću spolova, a tko je „jači spol“ u područnim uredima za katastar zaključit ćete sami.

Tablica 1: Broj žena u PUK-ovima

| PUK-ovi | Sistematizirana radna mjesta | Stvarno zaposleni | Broj žena u PUK-ovima | % žena u PUK-ovima |
|----------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| Zagreb | 89 | 76 | 52 | 68% |
| Krapina | 44 | 32 | 19 | 59% |
| Sisak | 60 | 52 | 35 | 67% |
| Karlovac | 42 | 37 | 28 | 76% |
| Varaždin | 49 | 44 | 30 | 68% |
| Koprivnica | 37 | 35 | 23 | 66% |
| Bjelovar | 42 | 37 | 24 | 65% |
| Rijeka | 98 | 95 | 71 | 75% |
| Gospić | 36 | 34 | 28 | 82% |
| Virovitica | 32 | 28 | 18 | 64% |
| Požega | 28 | 23 | 14 | 61% |
| Slavonski Brod | 35 | 30 | 17 | 57% |
| Zadar | 66 | 58 | 38 | 66% |
| Osijek | 77 | 67 | 33 | 49% |
| Šibenik | 33 | 35 | 22 | 63% |
| Vukovar | 43 | 33 | 21 | 64% |
| Split | 125 | 129 | 89 | 69% |
| Pula | 67 | 65 | 45 | 69% |
| Dubrovnik | 47 | 43 | 32 | 74% |
| Čakovec | 31 | 26 | 17 | 65% |
| UKUPNO: | 1081 | 979 | 656 | 67% |

Možda je najpoznatija žena, a koja je imala važnu ulogu u stvaranju katastra Marija Terezija koja je u 18. stoljeću započela izradu katastra. Možda je neka druga žena imala veći utjecaj u izradi i održavanju

katastra, ali to nama nije poznato. Da bismo vidjeli koja je uloga žena u područnim uredima za katastar danas morat ćemo se pozabaviti prvo brojkama.



Slika 1: Odnos broja žena i muškaraca po područnim uredima za katastar

Uredbom o unutarnjem ustrojstvu državne geodetske uprave određen je okvirni broj državnih službenika i namještenika i on iznosi 1277 službenika i namještenika. Od toga broja ukupan broj sistematiziranih radnih mjesta službenika i namještenika u 20 područnih ureda za katastar i njihovim ispostavama je 1081. Stvarno zaposlenih je manje, 979. Kako to izgleda po područnim uredima za katastar vidljivo je iz tablice 1.

Odnos broja žena u odnosu na broj muškaraca u svim područnim uredima za katastar je u korist žena. U nekim područnim uredima za katastar taj odnos je i preko 50% (PUK Gospić, Karlovac, Rijeka...). Područni ured za katastar Osijek je jedini ured u kojemu je žena manje od muškaraca. Grafički prikazano to izgleda ovako:

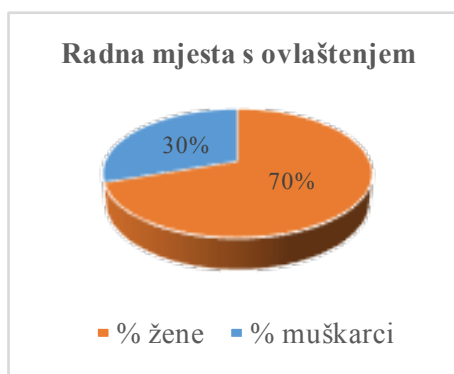
Slika govori više od tisuću riječi.



Slika 2: Odnos broja žena i muškaraca u područnim uredima za katastar ukupno



Slika 3: Rukovodeća radna mjesta

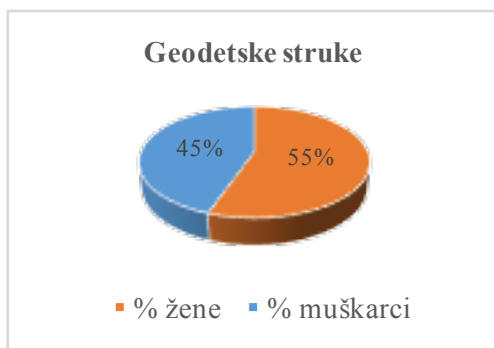


Slika 4: Radna mjesta s ovlaštenjem

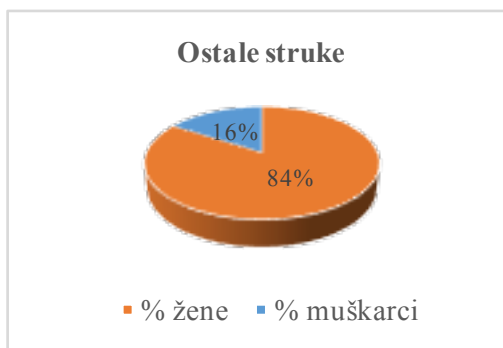
Pitanje : Što mislite tko pregledava geodetske elaborate? Prema podjeli na struke to izgleda ovako:

Tablica 4: Odnos žena i muškaraca po struci unutar PUK-ova

| Po struci | Žene | Muškarci | Ukupno | % žene | % muškarci |
|------------------|------|----------|--------|--------|------------|
| Geodetske struke | 324 | 260 | 584 | 55% | 45% |
| Ostale struke | 325 | 62 | 387 | 84% | 16% |



Slika 5. Geodetske struke



Slika 6: Ostale struke

Tablica 2: Odnos žena i muškaraca po radnim mjestima unutar područnih ureda za katastar

| Radna mjesta u PUK-u | Žene | Muškarci | Ukupno | % žena |
|---|------|----------|--------|--------|
| Pročelnik | 8 | 12 | 20 | 40% |
| Viši savjetnik-specijalist | 7 | 6 | 13 | 54% |
| Voditelj odjela | 45 | 37 | 82 | 55% |
| Viši stručni savjetnik za geodetske poslove | 29 | 16 | 45 | 64% |
| Stručni savjetnik za geodetske poslove | 12 | 7 | 19 | 63% |
| Stručni suradnik za geodetske poslove | 7 | 6 | 13 | 54% |
| Ovlašteni geodetski referent VŠS | 26 | 20 | 46 | 57% |
| Ovlašteni geodetski referent SSS | 127 | 96 | 223 | 57% |
| Viši stručni referent za geodetske poslove | 2 | 2 | 4 | 50% |
| Stručni referent za geodetske poslove | 43 | 44 | 87 | 49% |
| Ovlašteni katastarski referent VŠS | 26 | 3 | 29 | 90% |
| Ovlašteni katastarski referent SSS | 140 | 18 | 158 | 89% |
| Viši stručni referent za katastarske poslove | 14 | 4 | 18 | 78% |
| Stručni referent za katastarske poslove | 109 | 23 | 132 | 83% |
| Viši upravni savjetnik | 11 | 0 | 11 | 100% |
| Upravni savjetnik | 4 | 2 | 6 | 67% |
| Viši informatički savjetnik | 1 | 1 | 2 | 50% |
| Informatički savjetnik | 2 | 0 | 2 | 100% |
| Viši informatički referent | 1 | 3 | 4 | 25% |
| Informatički referent | 0 | 1 | 1 | 0% |
| Stručni referent | 7 | 4 | 11 | 64% |
| Administrativni referent | 3 | 0 | 3 | 100% |
| Namještenik IV. vrste | 3 | 1 | 4 | 75% |
| Voditelj ispostave za katastar nekretnina VSS | 6 | 5 | 11 | 55% |
| Voditelj ispostave za katastar nekretnina VŠS | 9 | 5 | 14 | 64% |
| Voditelj ispostave | 3 | 4 | 7 | 43% |
| Informatički suradnik | 0 | 1 | 1 | 0% |
| Namještenik III. vrste | 2 | 1 | 3 | 67% |
| Samostalni upravni referent | 2 | 0 | 2 | 100% |

Tablica 3: Odnos žena i muškaraca po rukovodećim radnim mjestima unutar PUK-ova

| Radna mjesta u PUK-u | Žene | Muškarci | Ukupno | % žene | % muškarci |
|----------------------------|------|----------|--------|--------|------------|
| Rukovodeća radna mjesta | 71 | 63 | 134 | 53% | 47% |
| Radna mjesta s ovlaštenjem | 372 | 161 | 533 | 70% | 30% |
| Ostala radna mjesta | 206 | 98 | 304 | 68% | 32% |

3. Umjesto zaključka

Danas se nije šaliti s ženama. Dozvoljeno je reći sljedeće: Žena u područnim uredima za katastar: bilo da je na rukovodećem radnom mjestu, na radnom mjestu s ovlaštenjem, na službeničkom radnom mjestu, u uredu, na terenu, u timu, na sastanku, u svemu je jednaka muškarcu. Žena u katastru prati razvoj društva, potreba i tehnologija i svojim

odnosom prema struci, poslu, timu, doprinosi razvoju struke i katastra.

Iako smo rekli da se u ovom radu nećemo baviti ravnopravnošću spolova, naš kolega, koautor ovog rada, koji je u prosjeku odnosa muško-ženskih u područnim uredima za katastar (od 4 koautora, 3 žene i 1 muškarac), ravnopravnost spolova u Državnoj geodetskoj upravi vidi ovako:

Primjeri ravnopravnosti:

U glavnom povjerenstvu za pravilnike od 9 članova povjerenstva 7 je žena i 2 muškarca, u projektnom timu za registar zgrada 8 je žena i 3 muškarca. Po njemu, ovdje su žene ravnopravne.

Primjer neravnopravnosti:

U Državnoj geodetskoj upravi ima 67% žena. Na rukovodećim radnim mjestima 53%, ali na mjestu pročelnika samo 40%. Po njemu, ovdje još ima prostora za postizanje ravnopravnosti.

Literatura

Roić, Miodrag (2012): Upravljanje zemljišnim informacijama, Katastar, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, 2012.

URL 1: <http://www.dgu.gov.hr>

Abstract

Women in Local Cadastre Offices

The most important official land register is the cadastre. It was established for an area on land, it has existed and developed for several centuries. In everyday speech and also the public officials that have the authority to keep the register in the Republic of Croatia, it is called the Cadastre. Women have played a significant role in the history of the creation and maintenance of the cadastre. Perhaps the most famous among them is Maria Theresa, who in the 18th century began compiling a cadastre, as a basis for taxing land income. The woman in the cadastre from its inception until today has followed the development of society, demands, and technologies. In this paper, we will try to show the role of women in the cadastre today. What is the number of women in the cadastres in relation to the total number of employees, their education, what jobs they work in, the challenges they face in their daily work.

Keywords: *cadastre, working jobs, expert qualifications, woman*



Usporedba stanja ravnopravnosti žena privatnog i javnog sektora u geodetskoj struci

Stjepan Miletić¹, Marija Selak Raspudić²

¹ Zavod za fotogrametriju d.d., Borongajska cesta 71, Zagreb, Hrvatska, smiletic@geof.hr

² Hrvatski sabor, Trg svetog Marka 6, Zagreb, Hrvatska, izv. prof. dr. sc. Marija Selak Raspudić, marija.selak@gmail.com

Sažetak

Činjenica je kako je broj žena u geodeziji posljednjih desetljeća značajno porastao, kako u privatnom tako i u javnom sektoru. Stanje njihove ravnopravnosti u odnosu na muškarce te prepreke s kojima se susreću u svojoj profesiji istraženo je i analizirano u radu "Kako poboljšati ravnopravnost žena u geodeziji?" (Miletić, 2020; dalje: prethodno istraživanje). Međutim, tim radom obuhvaćene su samo žene članice Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije (dalje: HKOIG), od kojih je velika većina zaposlena u privatnom sektoru. Kako bi se još bolje ocijenilo stanje ravnopravnosti žena u geodeziji i obuhvatilo gotovo sve njih potrebno je proširiti uzorak ispitanica. U ovom radu provedeno je istraživanje i u javnom sektoru, tj. Državnoj geodetskoj upravi i Gradskom uredu za katastar i geodetske poslove grada Zagreba (dalje: institucije). Uspoređeni su rezultati odgovora na pitanja koja obuhvaćaju isto područje u oba sektora. Nadalje, izdvojene su specifičnosti koje nisu zastupljene u privatnom sektoru, kao što su stakleni strop i upućenost djelatnica u sustave namijenjene njihovoj zaštiti.

Ključne riječi: *diskriminacija, geodezija, javni sektor, ravnopravnost žena, stakleni strop*

1. Uvod

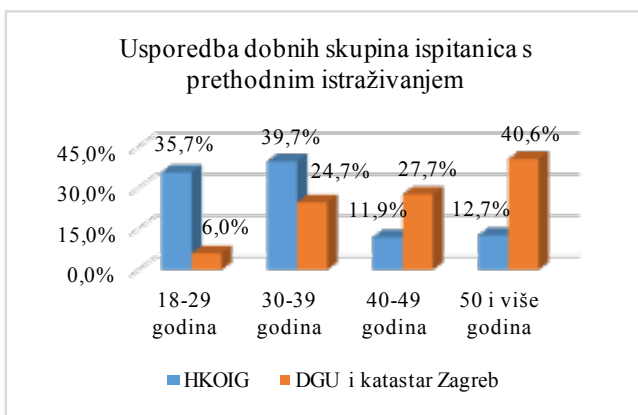
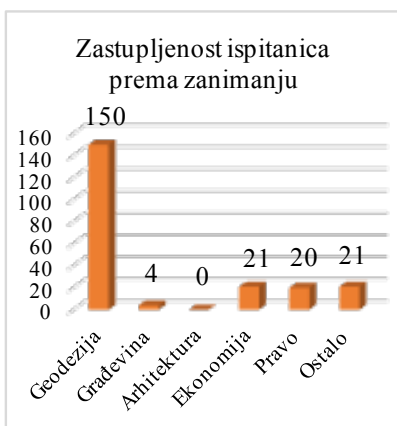
Kroz povijest je žena uglavnom bila zadužena za brigu o obitelji dok je muškarac bio aktivan u javnom životu. Njemu su pripadala neka prava koja žena nije imala, kao što su: pravo na privatno vlasništvo, pravo na glas, pravo na društvenu karijeru, pravo na obrazovanje. Prve zemlje koje su omogućile ženama pravo glasa bile su Finska 1906. godine i Norveška 1913. godine. Uključivanje žena na tržište rada počinje šezdesetih godina 20. stoljeća te tako tipična obitelj postaje ona s radnom karijerom koju ostvaruju oboje, muškarac i žena (Volarević, 2012). S vremenom njihova zastupljenost u tehničkim profesijama postaje sve veća. Jedna od njih je i geodetska struka u kojoj je pojavljivanje žena izazvalo različite reakcije muškog dijela tog kolektiva. U ovom radu usporedit će se rezultati istraživanja provedenog u javnom sektoru, tj. Državnoj geodetskoj upravi i Gradskom uredu za katastar i geodetske poslove grada Zagreba sa rezultatima prethodnog istraživanja provedenog na razini HKOIG.

2. Zakonska regulativa i indeks ravnopravnosti

Europski institut za ravnopravnost spolova (engl. European Institute for Gender Equality, EIGE), osnovan 2010. godine, zadužen je za poboljšanje

ravnopravnosti žena i muškaraca u Europskoj uniji i izvan nje. Za izražavanje trenutnog stanja ravnopravnosti spolova, EIGE koristi indeks spolne ravnopravnosti koji može poprimiti vrijednosti od 1 do 100 (1 označava apsolutnu neravnopravnost, 100 označava apsolutnu ravnopravnost). Njime se ukazuje na područja u kojima su potrebna poboljšanja kako bi se postigla ravnopravnost spolova. Izračun indeksa temelji se na šest područja: rad, moć, znanje, zdravlje, vrijeme i novac. Prema rezultatima za 2020. godinu, prosječna vrijednost indeksa ravnopravnosti za cijelu Europsku uniju bila je 67,9 dok je zemlja s najvećom vrijednosti indeksa Švedska (83,8). Republika Hrvatska nalazi se na 20. mjestu s indeksom 57,9. Najveća ravnopravnost postignuta je u području zdravlja (83,7), a najmanja u području moći (41,4) (URL 1).

U Republici Hrvatskoj opće osnove za zaštitu i promicanje ravnopravnosti spolova, zaštita od diskriminacije na temelju spola i stvaranje jednakih mogućnosti za žene i muškarce definirani su Zakonom o ravnopravnosti spolova iz 2017. godine (NN 69/17). Ostvarivanje jednakih mogućnosti i zaštita od diskriminacije uređeni su Zakonom o suzbijanju diskriminacije s posljednjim izmjenama 2012. godine (NN 112/12). Provođenje zakona i drugih propisa koji se tiču ravnopravnosti spolova prati Pravobraniteljica za ravnopravnost spolova (dalje: Pravobraniteljica), a njezino djelovanje trebalo



Slika 1: Zastupljenost ispitanica prema zanimanju (lijevo) i usporedba dobnih skupina ispitanica s prethodnim istraživanjem (desno)

bi biti samostalno i neovisno. Prema posljednjem izvješću Pravobraniteljice njezin ured radio je na ukupno 1993 predmeta od kojih se 515 odnosilo na pritužbe građana/ki radi zaštite od diskriminacije. Najviše pritužbi zaprimljeno je u području rada, zapošljavanja i socijalne sigurnosti – 48,3%. U odnosu na 2019. godinu, to je 2,2% pritužbi više. Nadalje, anonimnost prijava spolnog uznemiravanja iz izvješća Pravobraniteljice također bilježi uzlazni trend dok se kao najveći problem kod prijavljivanja ističe nepovjerenje žrtava u sustave zaštite (PRS, 2021). Iako je posljednje izvješće Pravobraniteljice većinski prihvatio Odbor za ravnopravnost spolova uočljiva je njegova usmjerenost na problematiku ravnopravnosti žena na što je upozorila predsjednica Odbora. U tom smislu opravdano je pitanje hoće li nedovoljno upozoravanje na područja u kojima su muškarci u nepovoljnijem položaju povećati neravnopravnost spolova na štetu muškaraca (Odbor za ravnopravnost spolova, 2021).

3. Usporedba rezultata s prethodnim istraživanjem

Cilj je rada napraviti usporedbu s prethodnim istraživanjem koje je proveo Miletić (2020) te donijeti zaključke o temama koje se odnose na ista područja. Radi jednostavnije predodžbe vizualizacija je napravljena stupičastim grafovima s vrijednostima iskazanim u postocima. Plavi stupci predstavljaju rezultate istraživanja provedenog u HKOIG-u dok crveni stupci predstavljaju rezultate istraživanja provedenog u institucijama (DGU i katastar Zagreb).

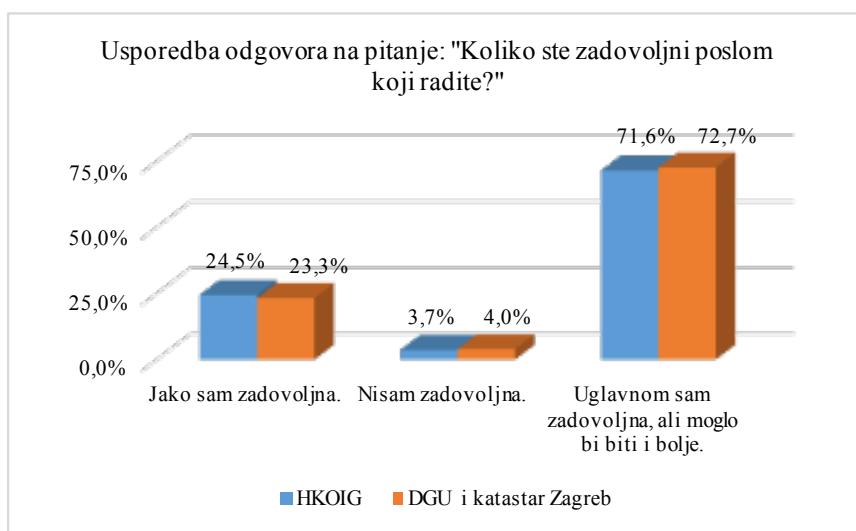
3.1. Usporedba općih podataka o ispitanicama

Kao i u prethodnom istraživanju, anketa je provedena elektroničkim putem pomoću Google Forms alata. Anketni upitnik sadržavao je ukupno 24 pitanja, a pristup je bio dobrovoljan i anoniman. Period u kojem je bilo omogućeno ispunjavanje ankete od 18. do 28. lipnja vrijeme je kad je većina ispitanica koristila godišnji odmor. To se očituje i u malo nižoj stopi povrata – 27,3%. Mogućnost ispunjavanja ankete imalo je ukupno 792 ispitanice.

S obzirom da je ovo istraživanje provedeno na razini javnih institucija, nisu sve ispitanice isključivo geodetske struke. To je jedna od specifičnosti u odnosu na prethodno istraživanje. Iz tog razloga bilo je postavljeno pitanje u koje područje spada zanimanje za koje su se obrazovale. Prema očekivanjima, pretežito je zastupljeno geodetsko zanimanje, nakon čega slijede ekonomija i pravo (Slika 1). Iako su neka pitanja usmjerena na geodeziju, nisu postavljena ograničenja glede izjašnjavanja ispitanica koje nisu geodetske struke. Međutim, u obradi rezultata i usporedbi s prethodnim istraživanjem izdvojeni su odgovori ispitanica koje su geodetske struke. U dijelu analize koji se odnosi na pitanja vezana uz seksizam i spolno uznemiravanje, iznijet će se dodatno rezultati svih ispitanica, jer je to područje koje se tiče svih žena bez obzira na zanimanje. Rezultat će biti napisan u zagradi kao postotak udjela u odnosu na sve ispitanice.

Usporedbom zastupljenosti dobnih skupina s prethodnim istraživanjem, uočljiva je zastupljenost različitih dobnih skupina. Kako je vidljivo na slici 1, najviše ispitanica koje su članice HKOIG-a su u dobi do 40 godina, a u institucijama je 68,3% ispitanica životne dobi preko 40 godina. Pretpostavka je da dobne skupine od 18 do 40 godina mogu imati više problema s ravnopravnošću spolova. To je period kada žena ulazi na tržište rada, koristi porodiljni dopust i vraća se na posao, a nerijetko i ostvaruje, ili se očekuje da ostvari, najveći karijerni napredak. Međutim, pretežita zastupljenost starijih dobnih skupina ima određene prednosti za ovo istraživanje. Jedna od njih svakako je radno iskustvo koje su ispitanice stjecale godinama, na osnovi čega mogu dati jasniji uvid u stanje ravnopravnosti žena i muškaraca.

Odgovor na pitanje o zadovoljstvu poslom koji rade ukazuje na zanimljivu činjenicu. U prethodnom istraživanju velika je većina ispitanica zaposlena u privatnom sektoru. Ovo istraživanje usmjereno je na javni sektor. Česte predrasude o tome da je osoba zaposlena u javnom sektoru zadovoljnija moguće je oboriti analizom odgovora (Slika 2). Velika sličnost u rezultatima, kada je riječ o zadovoljstvu, očekivano ukazuje da sve ispitanice, kao uostalom i većina ljudi, teže boljem. Naime ispitanice iz oba istraživanja



Slika 2: Usporedba rezultata o zadovoljstvu ispitanica poslom koji obavljaju

primjećuju mogućnosti poboljšanja pozicije u kojoj se nalaze. Koje to stvari mogu biti bolje, mogli bi se istražiti kroz provođenje upitnika specificiranih za to područje. Za neke to može biti isključivo plaća, dok za druge bolje može predstavljati radnu okolinu, poboljšanje poslovnih procedura, uvođenje inovativnih rješenja ili neke druge uvjete na poslu.

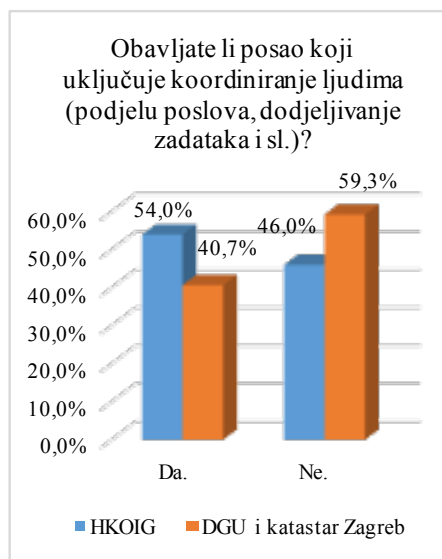
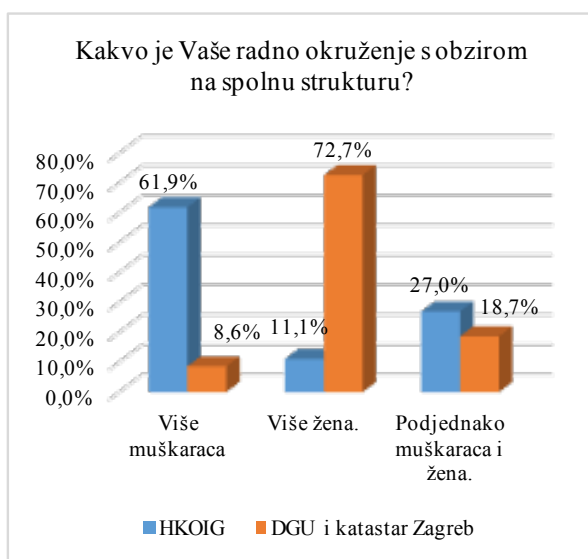
3.2. Usporedba s obzirom na poziciju, okruženje i vlastite zahtjeve ispitanica

Prema prethodnom istraživanju, radno okruženje u privatnom sektoru zastupljeno je pretežito muškarcima. U institucijama 72,7% ispitanica radi u okruženju u kojem prevladavaju žene. Ovaj podatak bitno je uzeti u obzir prilikom analize ostalih pitanja. Hoće li u takvom okruženju neravnopravnost žena u odnosu na muškarce biti znatno manje izražena?

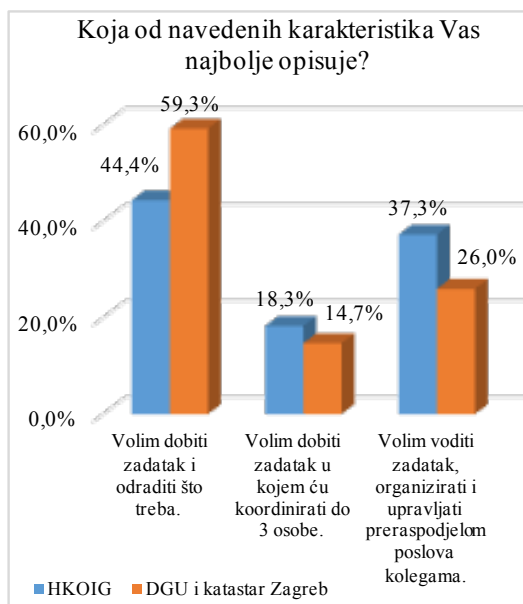
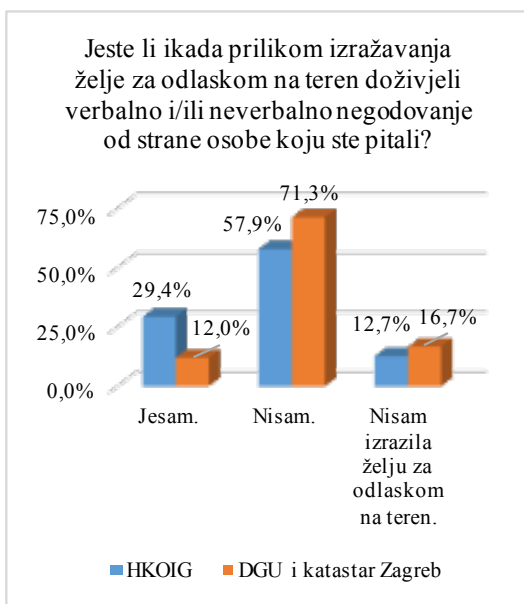
Vrstu posla koji uključuje koordiniranje ljudima obavlja 40,7% ispitanica (Slika 3). Iako se izravnom usporedbom s prethodnim istraživanjem čini kako je manji broj žena zastupljen na upravljačkim funkcijama, potrebno je uzeti u obzir hijerarhijski model institucija i broj rukovodećih pozicija.

Kada se uspoređuju odgovori na pitanje kako bi sebe najbolje opisale, vidljivo je kako je želja za vodstvom izraženija u prethodnom istraživanju gdje većina ispitanica radi u privatnom sektoru. Prema podacima iz slike 4, 59,3% ispitanica u institucijama opisuje sebe kao osobu koja voli dobiti zadatak i odraditi što treba.

Kao i u prethodnom istraživanju, ovaj podatak otvara pitanje žele li uopće sve žene poziciju vodstva što im se nerijetko nameće kao najvažniji cilj u poslovnom svijetu i procesu „ostvarivanja sebe“. Današnja tehnološka rješenja omogućila su da rukovanje



Slika 3: Usporedba rezultata s obzirom na radno okruženje (lijevo) i obavljanje poslova koji uključuju koordiniranje (desno)



Slika 4: Usporedba rezultata reakcija na teren (lijevo) te opisivanja sebe kroz jednu od tvrdnji (desno)

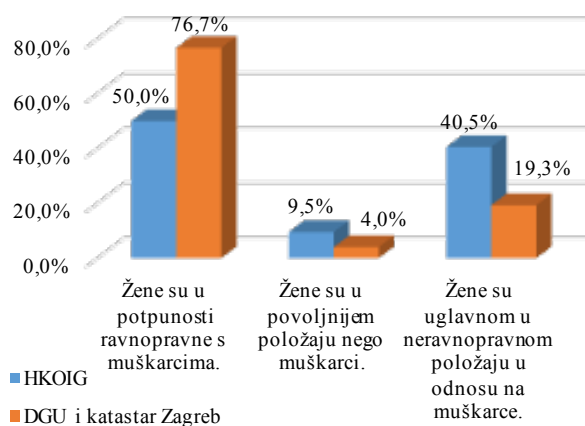
geodetskim instrumentima postane znatno jednostavnije. Žena u geodeziji svoje „mjesto pod suncem“ traži u uredskim poslovima, jer dio okoline smatra da je za teren prijeko potrebna fizička snaga – biološka značajka muškarca (Miletić, 2020). Gotovo sve ispitanice (99,3%) smatraju da određene vrste geodetskih poslova žene mogu obavljati jednako dobro kao muškarci. Iskustva prilikom izražavanja želje za terenskim poslovima su uglavnom pozitivna. Nešto je veći postotak ispitanica koje nisu izrazile želju za terenskim radom (16,7%) dok je podatak o neugodnim iskustvima znatno manji (12%) što je vidljivo na slici 4.

3.3. Usporedba stanja ravnopravnosti žena

Trenutno stanje ravnopravnosti žena u geodeziji započinje sagledavanjem vlastitih procjena ispitanica. Kroz analizu svih pitanja u ovom poglavlju, potrebno je ponoviti podatak iz prethodnog: 72,7% ispitanica radi u okruženju u kojem prevladavaju žene. Ispitanice procjenjuju da su žene u potpunosti ravnopravne s muškarcima (76,7%), dok znatno manje ispitanica, nego u prethodnom istraživanju, procjenjuje da su žene u neravnopravnom položaju (Slika 5). Kao najčešći primjeri neravnopravnosti navode se: brži napredak muškaraca i porodiljni dopust za dijete. Ova dva razloga navela su i ispitanice iz prethodnog istraživanja. Ono što bi se moglo izdvojiti, a nije bilo navedeno u prethodnom istraživanju, su situacije u kojima se žena susreće s nerazumijevanjem kolegice koja je na rukovodećoj poziciji. Dakle, ovdje se otvara jedna nova tema – reproduciraju li žene muške obrasce rukovođenja ili pokazuju veći senzibilitet za poziciju žene? – nedovoljno istražena unutar ženskog kolektiva.

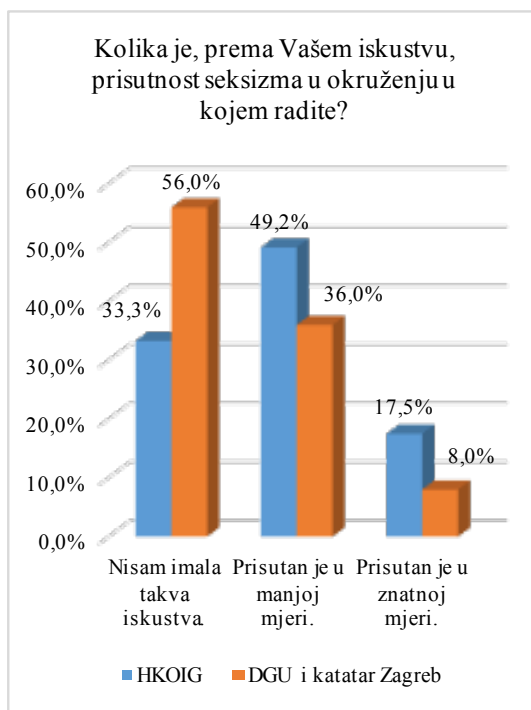
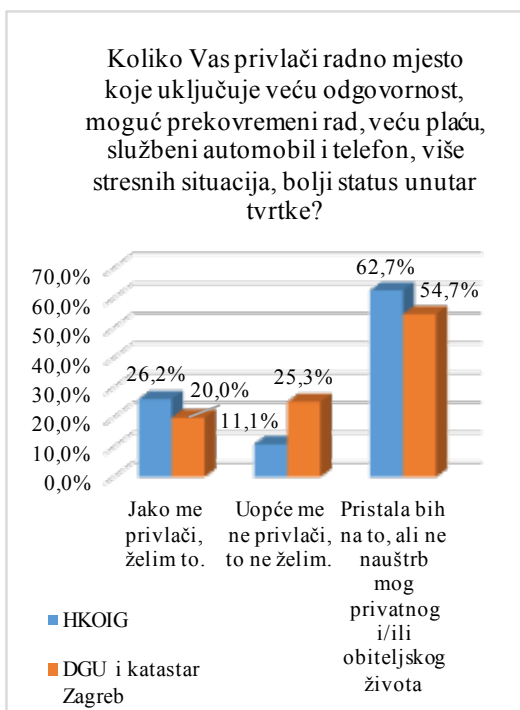
Slični rezultati dobiveni su odgovorom na pitanje o privlačnosti rukovodeće pozicije. Kao i u prethodnom istraživanju i u ovom je očigledno kako većina

Kako procjenjujete stanje ravnopravnosti spolova u tvrtki u kojoj radite?



Slika 5: Usporedba procjene ispitanica o stanju ravnopravnosti spolova

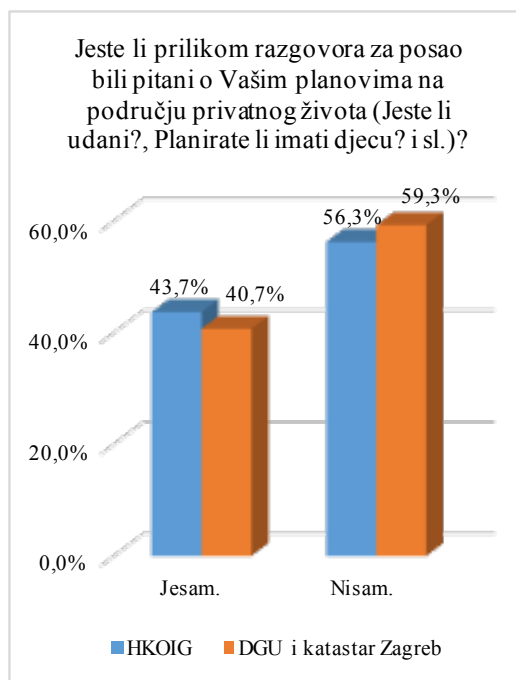
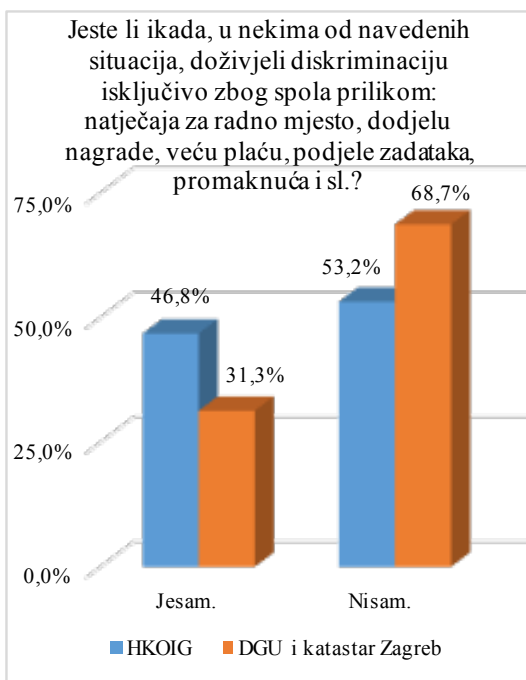
ispitanica privatni i obiteljski život ističe kao nešto bitno. Čak je dvostruko više ispitanica, u odnosu na prethodno istraživanje, koje ta pozicija uopće ne privlači – 25,3%. Česta pretpostavka je da sve žene streme rukovodećoj poziciji. Međutim, potrebno je objektivno pristupiti ovoj temi te govoriti o prednostima i nedostacima takovih pozicija. Ženino opredjeljenje za posao do mjere do koje neće biti narušen njen privatni i/ili obiteljski život, njezino je pravo izbora. Nadalje, napravljena je analiza ispitanica koje jako privlači rukovodeća pozicija i odgovora kojima bi sebe opisale. Od ukupno 20% ispitanica koje jako privlači radno mjesto opisano pitanjem na slici 6, njih 33,3% sebe opisuje kao osobu koja voli dobiti zadatak i odraditi što treba. Stoga bi ispitanice iz te skupine mogle imati poteškoća kad bi prihvatile rukovodeću poziciju.



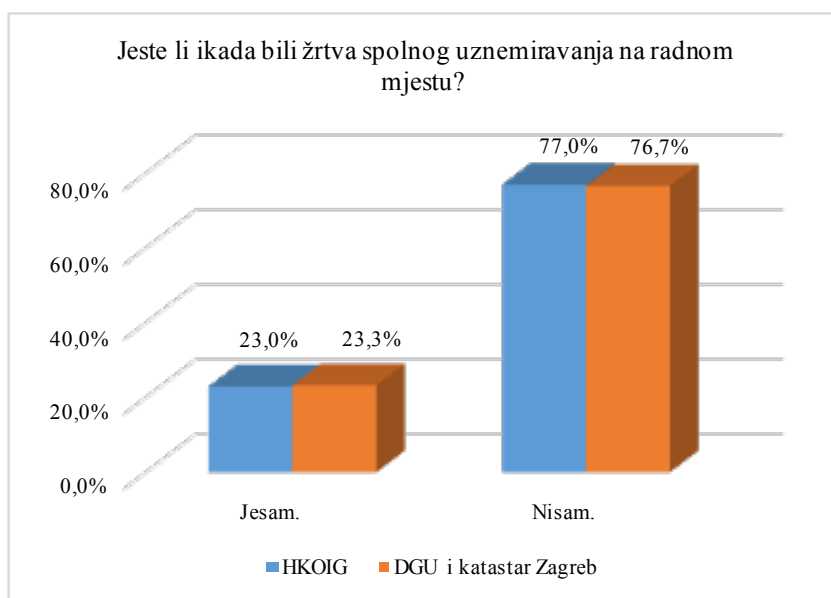
Slika 6: Usporedba privlačnosti rukovodeće pozicije (lijevo) i prisutnosti seksizma (desno)

Iz usporedbe rezultata o prisutnosti seksizma, zaključuje se kako je gotovo svaka druga žena suočena s nekom vrstom seksizma. Podatak iz slike 6 od 36% (31% svih ispitanica) ispitanica koje tvrde da je prisutan u manjoj mjeri i 8% (7,9% svih ispitanica) koje tvrde da je prisutan u znatnoj mjeri još uvijek je daleko od podataka koji bi bili ohrabrujući. Cilj uvijek mora biti iskorijeniti ponašanja koje se mogu okarakterizirati kao seksizam.

Kada je riječ o diskriminaciji isključivo zbog spola prilikom natječaja za radno mjesto, veću plaću, promaknuća itd., sagledavajući postotke, rezultati su bolji nego u prethodnom istraživanju. Podatak od 31,3% (29,6% svih ispitanica) još uvijek je vrlo visoka stopa diskriminacije. Dakle, zaključak je kako bi svaka treća žena mogla doživjeti diskriminaciju zbog spola prilikom napredovanja. Pitanja o privatnom životu nisu izostavljena ni u institucijama. Izrazito



Slika 7: Usporedba prisutnosti diskriminacije prilikom napredovanja (lijevo) i zastupljenosti pitanja o privatnom životu prilikom razgovora za posao (desno)



Slika 8: Usporedba rezultata o žrtvama spolnog uznemiravanja na radnom mjestu

je zabrinjavajuće da je više od trećine ispitanica (40,7%) bilo upitano o planovima na području privatnog života tijekom razgovora za posao (Slika 7), što je nedopustivo i oblik diskriminacije žena na natječajima za radno mjesto.

Kada se analizira prisutnost spolnog uznemiravanja na radnom mjestu u institucijama, pojavljuje se zabrinjavajući podatak. Kako je prije spomenuto i naglašeno, ispitanice koje sudjeluju u istraživanju rade u okruženju koje je pretežito žensko. Za očekivati je vrlo nisku stopu spolnog uznemiravanja. Međutim, rezultati ankete obaraju ovu pretpostavku. Nažalost, broj žrtava spolnog uznemiravanja izrazio je visok – 23,3% (21,8% svih ispitanica). Usporedbom rezultata iz slike 8, jasno je kako se oba istraživanja gotovo podudaraju u broju žrtva spolnog uznemiravanja. Vrste spolnog uznemiravanja bile su podijeljene u tri kategorije:

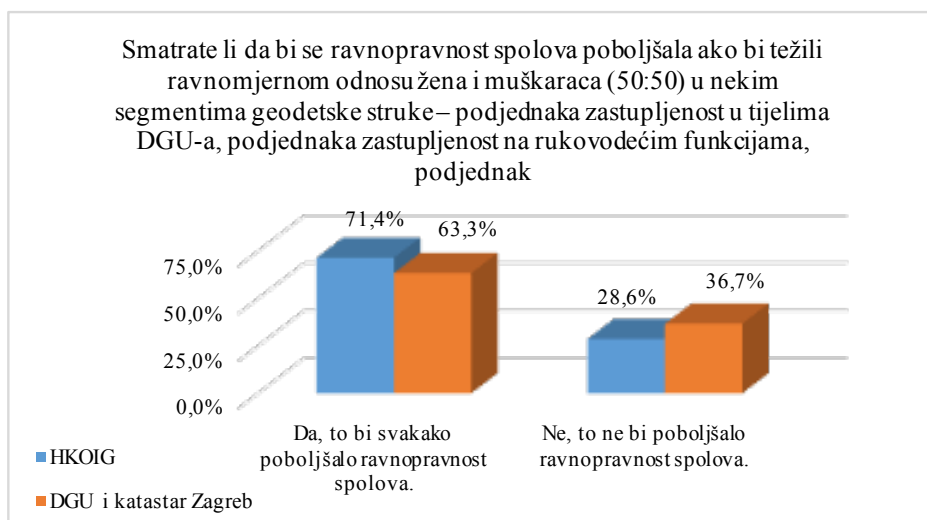
I. verbalni oblik – dobacivanje, neugodni komentari (77,2%)

II. neverbalni oblik – neugodni pogledi, geste (11,4%)

III. fizički oblik – dodiri, štipkanje (11,4%)

3.4. Usporedba postupaka i mjera koje predlažu žene

Treća analiza napravljena je usporedbom odgovora na pitanja koja se odnose na mjere zaštite koje bi ispitanice poduzele u trenutku seksističkog ponašanja i/ili spolnog uznemiravanja. Postavljeno je pitanje „Kako bi prema Vašem mišljenju trebala reagirati žena u trenutku seksističkog ponašanja i/ili spolnog uznemiravanja?“. Među ponuđenim odgovorima bilo je moguće odabrati jedan novi, a koji nije bio ponuđen



Slika 9: Usporedba rezultata o stavu ispitanica prema uvođenju sustava kvota

Tablica 1: Obrada podataka mjerenja

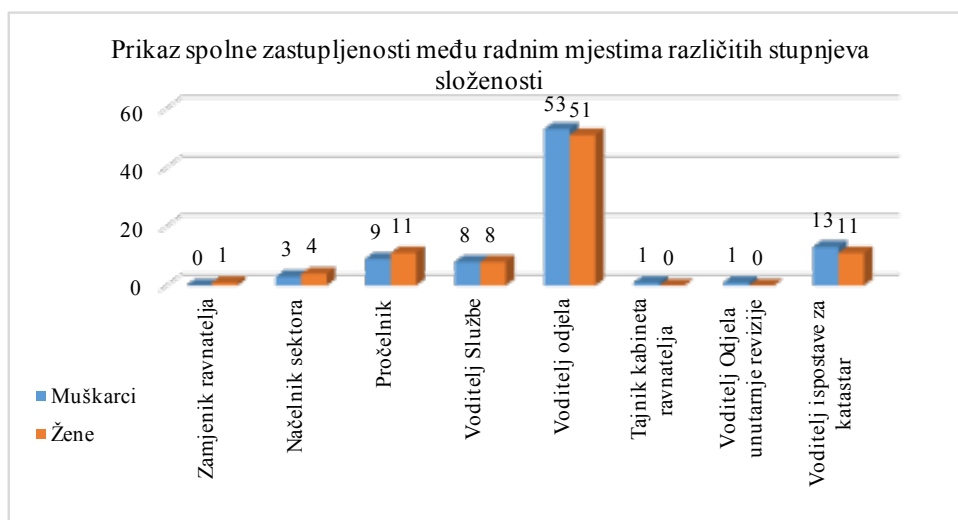
| Institucije | Ukupan broj osoba na rukovodećim pozicijama | Spol | Broj osoba na rukovodećim pozicijama | Udio |
|-----------------------|---|----------|--------------------------------------|-------|
| DGU i katastar Zagreb | 198 | Žene | 111 | 56,1% |
| | | Muškarci | 87 | 43,9% |

u prethodnom istraživanju. Najviše ispitanica, njih 36,7%, odlučilo se za tu opciju – prijaviti takvo ponašanje osobi unutar tvrtke koja je zadužena za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova. Prijaviti takvo ponašanje nadređenoj osobi je opcija za koju bi se odlučilo 22,7% ispitanica (prethodno istraživanje: 64,3%). Ovaj podatak ukazuje na veliko nepovjerenje u rukovodeće i njihovu nemogućnost kreiranja ozračja sigurnosti. To je i u skladu s onime na što upozorava Izvješće Pravobraniteljice za ravnopravnost spolova za 2020. godinu u kojem se ističe kako je povećan broj pritužbi u izvještajnom razdoblju evidentirala iz sustava državne uprave, a uz rast broja pritužbi istovremeno raste i broj anonimnih ili posredničkih pritužbi (PRS, 2021). Za „razgovor u četiri oka“ s počiniteljem odlučilo se 18% ispitanica (prethodno istraživanje: 38,9%), dok bi to počinitelju pred ostalim kolegama reklo 12,7% ispitanica (prethodno istraživanje: 57,9%). Kao rješenje da ne bi trebalo učiniti ništa, jer u suprotnom žena može imati samo problema, smatra 4% ispitanica (prethodno istraživanje: 1,6%). Za opciju izbjegavanja počinitelja odlučilo se također 4% ispitanica (prethodno istraživanje: 19,8%). Obračanje Pravobraniteljici za ravnopravnost spolova zadnja je opcija za koju bi se ispitanice odlučile – 2% (prethodno istraživanje: 15,1%) što je još jedan podatak koji zaslužuje pitanje: Znači li to da se državni sektor manje obraća državnoj instituciji – pravobraniteljici, što nam to govori o radu njezinog ureda i kvaliteti međuresorne suradnje?

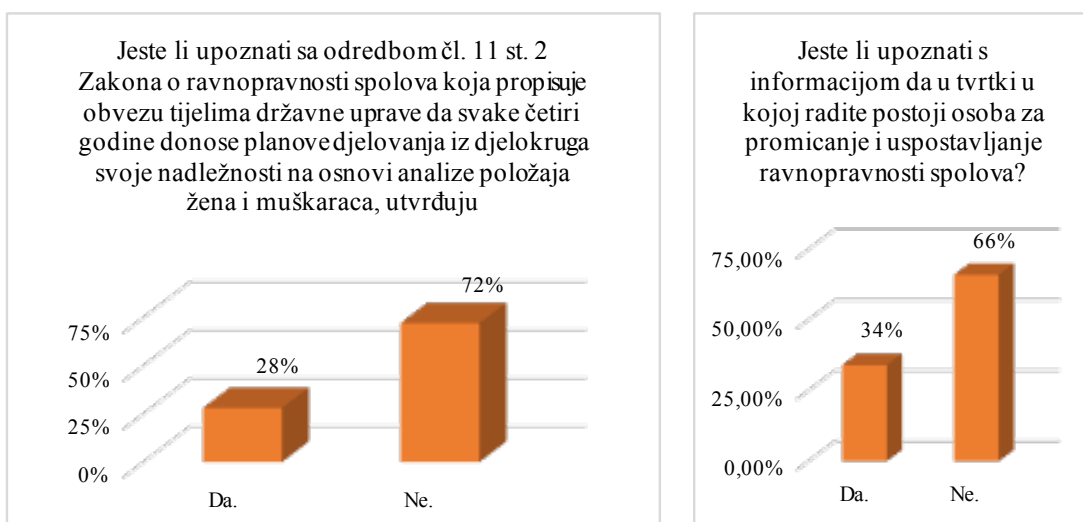
Kvotni sustav nerijetko se nudi kao najbolje rješenje u suzbijanju neravnopravnosti spolova. Međutim, i u provođenju kvotnog sustava treba sagledati njegove prednosti i nedostatke. Zadovoljenje samo

matematičkih jednakosti svodi ljude na brojeve i izbjegava individualni pristup svakoj osobi, odnosno kreiranje njezinog profila unutar tvrtke. Najveća prednost kvotnog sustava je stvoriti mogućnost muškarcu ili ženi da bude dio kolektiva u kojem inače prevladava suprotni spol. S druge strane, kao najveći nedostatak izdvaja se moguća diskriminacija muškarca ili žene s boljim znanjem i iskustvom. Slika 9 jasno prikazuje kako velik broj ispitanica i u institucijama smatra kako bi sustav kvota poboljšao ravnopravnost žena i muškaraca.

Analizom stvarnih podataka uočava se paradoks. Prema Planu djelovanja za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova 2018.-2021. predviđen sustav kvota u DGU-u bio je matematički egzaktno zadovoljen 2018. godine. Ukupan broj službenika/ca koji su na jednoj od rukovodećih pozicija je 180, dok je udio žena točno 50% (Plan djelovanja, 2018). U trenutku istraživanja zatražen je najnoviji podatak o stanju zastupljenosti spolova na rukovodećim pozicijama. Na rukovodećim pozicijama u Područnim uredima za katastar je 53% žena, dok je udio žena na rukovodećim pozicijama u Središnjem uredu 70%. Na razini cijele DGU, udio žena na rukovodećim pozicijama je 57%. Nadalje, u Gradskom uredu za katastar i geodetske poslove grada Zagreba ukupan broj rukovodećih pozicija je 18. Iako se udio žena na rukovodećim pozicijama od 55,6% ne čini previše dominantan, unutar strukture postoji radno mjesto gdje je zastupljenost žena čak 80% - rukovodeća pozicija Voditelj odjela. Sagledavajući ukupan udio (Tablica 1) žena u obje institucije, trenutna zastupljenost žena na rukovodećim pozicijama je 56,1%.



Slika 10: Spolna zastupljenost na rukovodećim radnim mjestima u DGU-u

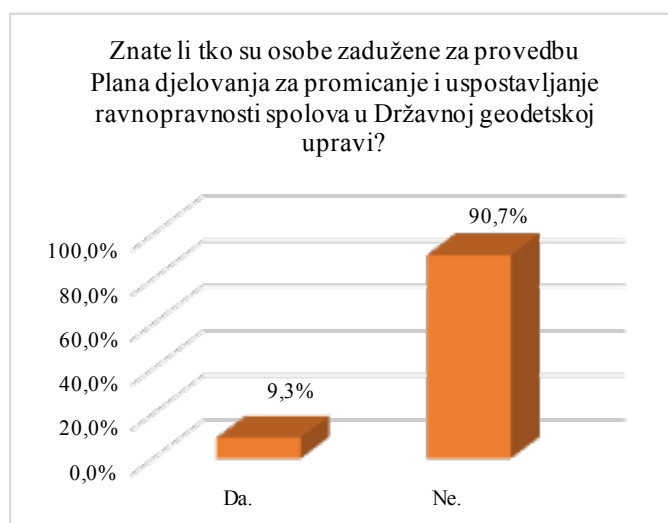


Slika 11: Poznavanje općih zakonskih obveza namijenjenih postizanju ravnopravnosti spolova

Interpretacijom ovog podatka mogu se postaviti određene hipoteze. Prvo: Poboljšava li sustav kvota ravnopravnost spolova? U ovom istraživanju ispitanice rade u pretežito ženskom okruženju, većina žena je i na rukovodećim pozicijama, ali i dalje smatraju kako su žene uglavnom u neravnopravnom položaju u odnosu na muškarce. Drugo: Je li moguća prisutnost staklenog stropa u kolektivu u kojem je 57% žena na rukovodećim pozicijama? Kao najčešći primjer neravnopravnosti, ispitanice su navele brži napredak muškaraca. Istinitost tog navoda do određene mjere moguće je provjeriti statističkim istraživanjem. Podaci istraživanja pokazuju da u ovom kolektivu žene dominiraju rukovodećim funkcijama. Treće: Postoji li i u kojoj mjeri je prisutna diskriminacija muškaraca u kolektivu u kojem prevladavaju žene? Podatak od 70% žena koje su na rukovodećoj poziciji u Središnjem uredu možda govori o potrebi ujednačenja sustava kvota u korist muškaraca.

4. Upućenost ispitanica u sustave namijenjene njihovoj zaštiti

Ovim istraživanjem nastojale su se izdvojiti specifičnosti koje nisu zastupljene u privatnom sektoru. Prema članku 11. stavak 2. Zakona o ravnopravnosti spolova propisana je obveza tijelima državne uprave da svake četiri godine donose planove djelovanja iz djelokruga svoje nadležnosti na osnovi analize položaja žena i muškaraca. Nadalje, moraju utvrđivati razloge za uvođenje posebnih mjera, ciljeve koje treba postići, način provedbe i metode nadziranja provedbe. Isti Zakon propisuje obvezu pravnim osobama s javnim ovlastima koje imaju više od 20 zaposlenih da u svoje opće akte unesu antidiskriminacijske zakonske odredbe i mjere za uspostavljanje ravnopravnosti spolova (NN 69/17).



Slika 12: Udio ispitanica koje su upoznate s informacijom da u njihovoj tvrtki postoji osoba za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova

Ukupno četiri pitanja odnosila su se na specifičnosti u institucijama. S odredbom čl. 11 stavak 2. poznato je tek 28% ispitanica (Slika 11). Dakle, većina zaposlenica u institucijama uopće ne zna koja su njihova prava što donekle objašnjava i tako visok stupanj spolnog uznemiravanja, odnosno počinitelji su očito svjesni da mogu proći nekažnjeno. Nešto više njih (34%) zna da u tvrtki u kojoj rade postoji osoba za promicanje ravnopravnosti spolova. Iako više od trećine zna za postojanje takve osobe, na pitanje znaju li tko su te osobe potvrdno se izjasnilo samo 9,3% ispitanica (Slika 12) što ukazuje na to da je ta funkcija samo deklarativne naravi, odnosno zadovoljava formu, dok sadržajno nije u dovoljnoj mjeri aktivna u problemima koji se tiču ravnopravnosti spolova.

Glavni Ravnatelj Državne geodetske uprave donio je 8. prosinca 2020. godine Odluku o imenovanju osoba zaduženih za provedbu Plana djelovanja za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova. Iz tog razloga u nastavku je postavljeno pitanje u kojem se traži da ispitanice upišu imena tih osoba. Od ukupno 12 napisana odgovora, samo je jedan djelomično točan, jer su navedene dvije od ukupno tri osobe. Ovaj podatak možda najviše dolazi do izražaja. Neupućenost žrtve spolnog uznemiravanja i diskriminacije u sustave zaštite koji joj stoje na raspolaganju dodatno otežava borbu u suzbijanju ovog kaznenog djela.

5. Zaključak

Činjenica je kako je udio žena u geodeziji danas puno veći nego prethodnih desetljeća. Vjerojatnost je kako će udio žena i dalje biti u porastu. Prilikom povećanja broja žena u tehničkom zanimanju do izražaja dolaze problemi povezani s neravnopravnošću spolova. U ovom radu napravljena je usporedba istraživanja provedenog na razini Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije i istraživanja provedenog na razini Državne geodetske uprave, odnosno Gradskog ureda za katastar grada Zagreba.

Prilikom analize rezultata potrebno je obratiti pozornost kako je radno okruženje u institucijama pretežito žensko (72,7%). Stoga je početna pretpostavka bila znatno manja izraženost neravnopravnosti u odnosu na prethodno istraživanje. Međutim, podatak od 23,3% ispitanica koje su bile žrtva spolnog uznemiravanja na radnom mjestu vrlo je zabrinjavajući. Iako su se gotovo sve ispitanice opredijelile za jednu od reakcija koje bi poduzele prilikom takvog ponašanja, dakle očito smatraju da počinitelj ne bi trebao proći nekažnjeno, visoka upućenost u sustav zaštite koji im stoji na raspolaganju na žalost opravdava visoki postotak spolnog uznemiravanja i mogućnost da počinitelji prođu nekažnjeno.

Kada je riječ o rukovodećim pozicijama, usporedba rezultata pokazuje da i žene zaposlene u institucijama daju prednost privatnom i/ili obiteljskom životu, njih 54,7%. Takva pozicija uopće ne privlači 25,3% ispitanica. Sagledavajući oba podatka skupno, za

80% ispitanica rukovodeća pozicija nije glavni cilj, što je u suprotnosti s čestom pretpostavkom kako se uspjeh žena mjeri brojem rukovodećih pozicija.

Manje nego u prethodnom istraživanju, ali još uvijek velik broj ispitanica smatra kvotni sustav kao najbolje rješenje za postizanje ravnopravnosti spolova (63,3%). Njegova prednost je stvoriti priliku da žena postane dio kolektiva u kojem prevladavaju muškarci. Njegov nedostatak je moguća diskriminacija osoba koje posjeduju bolje znanje i iskustvo.

Koliko je malo ispitanica poznato s podacima o osobi koja je zadužena za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova, govori podatak od 9,3%. Također, gotovo niti jedna ispitanica nije navela točno imena svih osoba u čijoj je to nadležnosti. Ovaj podatak otvara pitanje o funkciji osoba zaduženih za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova unutar institucija. Ukoliko se radi samo o zadovoljenju pravnih propisa, utoliko je borba protiv neravnopravnosti uzaludna. Izuzetno je bitno upoznati svaku osobu – i muškarca i ženu – u mehanizme koji im stoje na raspolaganju u borbi protiv neravnopravnosti i diskriminacije. U tom smislu ovo istraživanje ukazuje na to da je upravo na tom području moguće ostvariti najveći napredak. Za očekivati je da bi se time i približilo krajnjem cilju, a to je dokidanje neetičnog postupanja prema zaposlenicima i zaposlenicima u javnom sektoru te uspostavi pravednijeg i ravnopravnije poslovnog okruženja.

Literatura

Državna geodetska uprava (2018): Plan djelovanja za promicanje i uspostavljanje ravnopravnosti spolova 2018.-2021., Državna geodetska uprava, Središnji ured, 2018

Miletić, S. (2020): Kako poboljšati ravnopravnost žena u geodeziji?, Transformacija geodetske struke kroz ciljeve održivog razvoja, 13. Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije, Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, Zagreb, 2020

Mario Volarević (2012): Novi feminizam i kulturalna promocija žene majke-radnice, Obnovljeni Život: časopis za filozofiju i religijske znanosti, Filozofsko teološki institut Družbe Isusove, Zagreb

Odbor za ravnopravnost spolova (2021): Izvješće Odbora za ravnopravnost spolova s rasprave o Izvješću o radu pravobraniteljice za ravnopravnost spolova za 2020. godinu, Hrvatski sabor

Pravobraniteljica za ravnopravnost spolova (2021): Izvješće o radu za 2020. Pravobraniteljice za ravnopravnost spolova

Zakon o ravnopravnosti spolova (NN, 69/17)

Zakon o suzbijanju diskriminacije (NN, 112/12)

URL 1: <https://eige.europa.eu/gender-equality-index/2020/compare-countries/index/bar>

Abstract

Compartion of Gender Equality in the Private and Public Sector in Geodesy

It is a fact that the number of women in geodesy has increased significantly in the recent decades, both in the private and public sectors, The state of their equality in relation to men and the obstacles they face in their profession was researched and analysed in the paper „How to improve gender equality in geodesy?“ (Miletić, 2020). However, that paper includes only female members of the Croatian Chamber of Chartered Geodetic Engineers (CCCGI), of which a vast majority is employed in the private sector. In order to better assess gender equality in geodesy and include almost all of women, it is necessary to expand the sample of respondents. In this paper, research was also conducted in the public sector, i.t. the State Geodetic Administration and the City Office for Cadastre and Geodetic activities of the City of Zagreb. The results of the answers to the questions covering the same area in both sectors were compared. Furthermore, specifics that are not represented in the private sector were singled out, such as the glass ceiling and knowledge of female employees about the systems intended for their protection.

Keywords: *discrimination, equality of women, geodesy, glass ceiling, public sector*

SPONZORI

generalni



zlatni



srebrni



brončani



ISBN 978-953-49258-1-2



9 789534 925812

Pokrovitelj



REPUBLIKA HRVATSKA
Državna geodetska uprava