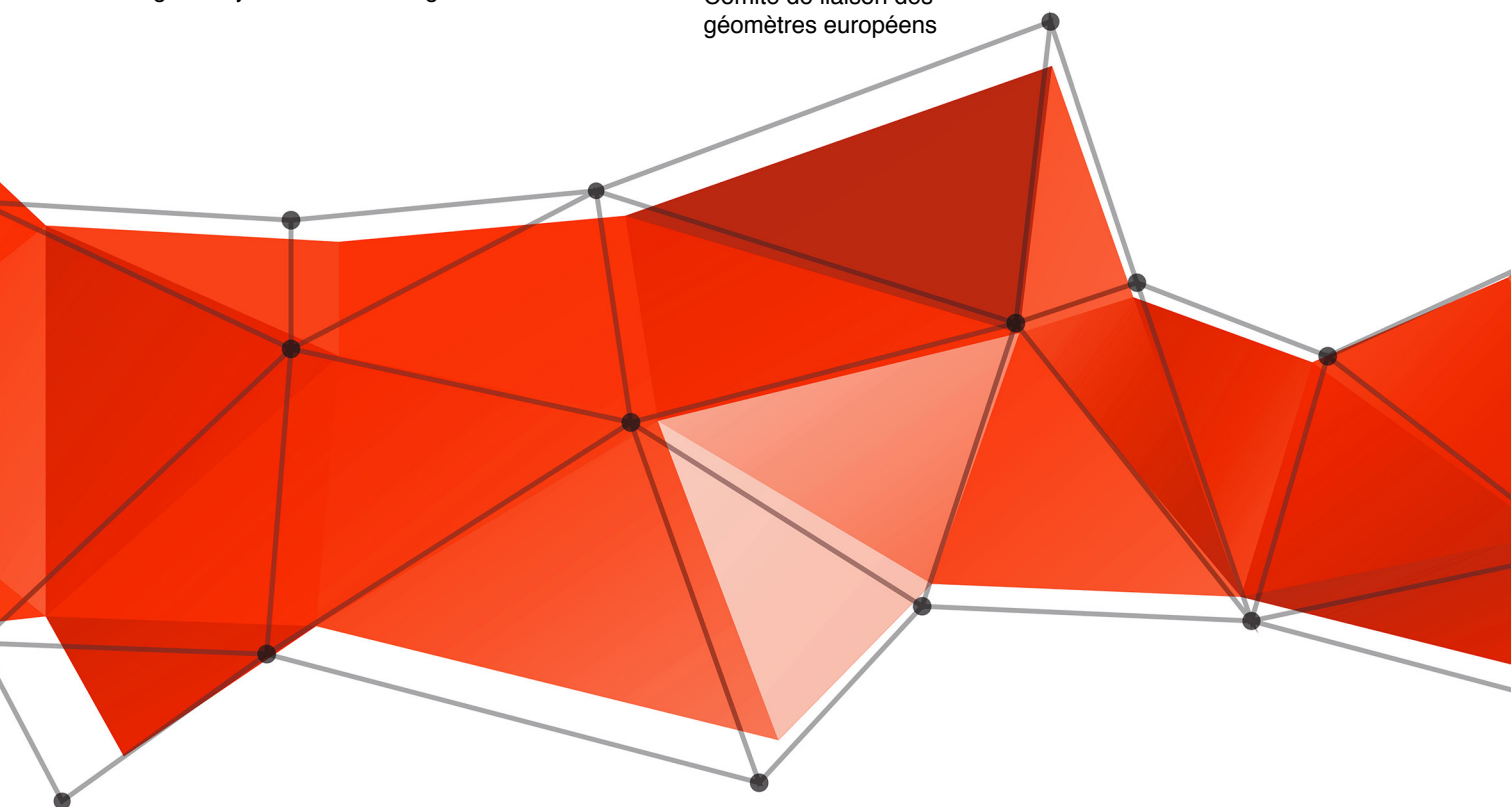


Hrvatska komora
ovlaštenih inženjera
geodezije

Croatian Chamber
of Chartered Geodetic
Engineers



The council of european
geodetic surveyors
Comité de liaison des
géomètres européens



TRANSFORMACIJA GEODETSKE STRUKE KROZ CILJEVE ODRŽIVOG RAZVOJA

13. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije

ZBORNİK RADOVA

Virtualna konferencija, 20. - 22. studeni 2020.

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije

Virtualna konferencija
20. - 22. studeni 2020.

TRANSFORMACIJA GEODETSKE STRUKE KROZ CILJEVE ODRŽIVOG RAZVOJA

13. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije

ZBORNİK RADOVA

Rinaldo Paar
glavni urednik

U suradnji s Council of European Geodetic Surveyors

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

Predsjednik:

doc. dr. sc. **Rinaldo Paar**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

Članovi:

prof. dr. sc. **Tomislav Bašić**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

prof. dr. sc. **Miodrag Roić**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

prof. dr. sc. **Siniša Mastelić Ivić**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

doc. dr. sc. **Hrvoje Tomić**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

doc. dr. sc. **Ante Marendić**

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvatska

doc. dr. sc. **Martina Baučić**

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

izv. prof. dr. sc. **Boštjan Kovačič**, univ. dipl. inž. geod.

Faculty of Civil Engineering, Transportation Engineering and Architecture,
Maribor, Slovenija

Vlado Cetl, Ph.D.

European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Italy

prof. Dr. **Thomas Wunderlich**

Technische Universität München, Faculty of Civil, Geo and Environmental Engineering,
Germany



UVODNIK

predsjednika Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije



Poštovane kolegice i kolege,

Pred nama je 13. po redu Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije s nazivom „*Transformacija geodetske struke kroz ciljeve održivog razvoja*“.

Nažalost ove godine u ovom „novom normalnom“ morali smo odustati od dosadašnjeg modela Simpozija koji se tradicionalno održavao u našoj lijepoj Opatiji, tako se ovaj Simpozij održava virtualno putem Adobe Connect i YouTube mrežnih usluga. Osim toga po prvi puta nemamo tiskani zbornik nego u skladu s virtualnim Simpozijem imamo zbornik u obliku e-knjige, a snimke svih predavanja i panela biti će naknadno dostupne polaznicima Simpozija.

Globalna pandemija koronavirusa nas je potakla na drugačije razmišljanje i drugačiju organizaciju, tako da je ove godine napravljen iskorak u odnosu na prethodne simpozije i postavljeni su neki novi standardi u organizaciji koje će trebati slijediti u budućnosti.

Kroz ovogodišnju temu Simpozija koja na prvi pogled izgleda da nema puno dodirnih točaka s našom strukom, pokazali smo da postoji primjena naše struke u različitim područjima koja ne moraju biti čvrsto zakonski vezana uz geodeziju. Pokazali smo i kako nas druge struke vide i što one očekuju od geodezije i geodeta. Vidjeli smo da nas druge struke cijene, možda i više nego što sami sebe cijenimo i da smo potrebni drugim strukama, jer jedino mi imamo potrebna znanja i vještine za kvalitetno prikupljanje, obradu i analizu geoprostornih podataka. To su podaci koji su potrebni i neophodni drugim strukama i tu je naš potencijal u budućnosti. Pokazali smo da je geodezija multidisciplinarna struka i da je njezin potencijal ogroman, samo ga trebamo znati iskoristiti.

Kao i prethodnih godina pozvali smo goste različitih struka iz Hrvatske kao i goste iz Europe koji nam mogu prenijeti svoja iskustva i pomoći u pronalaženju novih, kvalitetnih rješenja, te prezentirati zanimljive inozemne projekte u kojima geodeti imaju značajnu ulogu. Po prvi puta na Simpoziju razgovarali smo s našim kolegama koji su otišli raditi i živjeti u inozemstvo.

Posebno se zahvaljujem Organizacijskom odboru na trudu uloženom u organizaciju Simpozija, te Znanstveno-stručnom odboru na trudu oko recenzije pristiglih radova. Hvala i svim autorima članaka, sudionicima panela, moderatorima, voditeljima sesija, sponzorima, gostima i svim ostalima koji su sudjelovali u organizaciji ovog Simpozija.

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

UVODNIK

predsjednice Organizacijskog odbora 13. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije



Dragi prijatelji geodezije,

U nikad izazovnijim vremenima za organizaciju Simpozija organizirali smo još jedan, i to 13. po redu Simpozij ovlaštenih inženjera geodezije. Po prvi puta nismo u svima nam poznatom ugodnom opatijskom okruženju već se družimo i educiramo virtualno. Koliko god nam to bilo teško i nezamislivo prilagodili smo se. I što je najvažnije, uspjeli smo organizirati Simpozij koji je uvijek bio centralno mjesto za okupljanje ovlaštenih inženjera geodezije.

Ova 2020. godina je godina promjene u mnogočemu, pa tako i u načinu stručnog usavršavanja. Da li smo mi kao struka sposobni prilagoditi se promjenama koje nam slijede bila je glavna misao vodilja u organizaciji ovog Simpozija. Po prvi puta imamo goste na panelima koji nisu geodetske struke, više interakcije kroz predavanja, panel sa kolegama iz inozemstva te pratimo i dalje projekt žene u geodeziji. Tri su izazovna dana preda Vama, puna sadržaja koji i sam poziva na promjenu načina razmišljanja. Izazovi koji su nas dočekali u 2020., dokaz su da ljudi, biznisi i ekonomija moraju biti agilni, brzi i spremni na prilagodbe.

I sam naziv Simpozija „*Transformacija geodetske struke kroz ciljeve održivog razvoja*“ nagovještava da promjena i u našoj struci dolazi te smo se kroz teme predavanja i panele potrudili dati odgovor što možemo bolje i kako se pripremiti za budućnost koja nam dolazi. Dajemo Vam odgovor kako će geodetska struka poduprijeti 17. ciljeva održivog razvoja i na koje promjene trebamo biti spremni.

Cilj ovog Simpozija je ujedno i da svakog od Vas ponaosob potakne na razmišljanje. Je li geodezija kao struka tamo gdje treba biti? Imamo li snage pogledati „izvan kutije“ i prigrliti promjene koje su došle? Tehnologija se mijenja nevjerovatnom brzinom i razvoj tehnologije nije sporan, sporno je da li smo kao struka prepoznati u društvu kao netko bez koga društvo ne može funkcionirati.

To što je ovaj Simpozij i ovaj zbornik pred Vama govori da se možemo i moramo promijeniti. Drago mi je da to radimo zajedno!

Hvala svima na sudjelovanju i podršci!

*Predsjednica Organizacijskog odbora
13. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije
dr. sc. Blaženka Mičević, dipl. ing. geod.*

UVODNIK

predsjednika Znanstveno-stručnog odbora 13. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije



Trinaest godina redovitog održavanja Simpozija ovlaštenih inženjera geodezije u organizaciji Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije govori da je taj skup postao glavno okupljanje stručne geodetske javnosti svake godine u Republici Hrvatskoj te da ima tradiciju koja nije prekinuta niti ove godine, u nikad izazovnijim okolnostima koje su zatekle cijeli svijet, a to je svima nam poznata globalna pandemija SARS-CoV-2 virusa. No, neovisno o svim nepovoljnim okolnostima koje nas okružuju, godini velikih promjena u našoj komori, novo vodstvo je u manje od 3 mjeseca, najkraćem roku do sada, uspjelo organizirati još jedan izuzetno zanimljiv simpozij.

Ovogodišnja tema simpozija „*Transformacija geodetske struke kroz ciljeve održivog razvoja*“ kroz koju se obrađuje 17 globalnih ciljeva održivog razvoja koji su usvojeni od strane Ujedinjenih naroda, na prvi pogled je djelovala apstraktno. Na početku se činilo upitnim kako ćemo se mi kao geodeti pronaći u toj temi, odnosno kako možemo svojim geodetskim uslugama, proizvodima i servisima doprinijeti održivom razvoju. No, zbornik radova pred Vama zajedno sa svim popratnim aktivnostima za vrijeme održavanja simpozija kroz zanimljive i isto tako pomalo nama inženjerima nesvakidašnje teme panel diskusija te uvijek aktualna zbivanja u našem svakodnevnom poslu, govori u prilog činjenici da smo se pronašli u temi simpozija.

Ovogodišnji simpozij po svemu odskače od svih prethodnih. Ovo je prvi simpozij koji se održava na daljinu – on line putem web konferencijskog sustava Adobe Connect te je prvi simpozij koji nema zbornik radova u klasičnom analognom obliku već isključivo u digitalnom ePUB formatu. Iako osobno više volim uzeti knjigu u ruku, promjene su nužne, pa makar na njih bili prisiljeni preko noći, kao što je to bilo ove godine. Ove godine svi smo bili primorani digitalizirati se u punom smislu te riječi. Sve postupke i procedure u poslovanju isto kao i u obrazovanju prebacili smo na daljinu putem on line sustava i alata, izuzev naših terena koju su elementarni dio naše struke. Na daljinu smo organizirali i simpozij koji je neizostavni dio našeg cjeloživotnog učenja.

Bez velikog angažmana mnogih ne bi bilo simpozija niti zbornika pred Vama. Veliko hvala autorima i izlagačima radova te recenzentima i znanstveno-stručnom odboru koji su se potrudili da radovi budu što kvalitetnije pripremljeni. Također, veliko hvala organizacijskom odboru na pripremi simpozija u nikada kraćem vremenu u okolnostima kojima smo se svi našli. Hvala za ponovno iskazano mi povjerenje da vodim znanstveno-stručni dio simpozija.

Na kraju, posebno hvala upućujem i Vama – sudionicima na prepoznavanju vrijednosti ovog tradicionalnog simpozija što jamči njegovu opstojnost i nadalje. Zbornik koji ste dobili i predavanja koja ste slušali za vrijeme trajanja simpozija, zasigurno će nadopuniti i obogatiti Vaša znanja i vještine iz svih područja naše struke, a koja su od iznimne važnosti u cjeloživotnom učenju koje nikada ne prestaje i traje cijeli život... Jer znanje je jedina stvar koja se dijeljenjem množi, pokreće nas te garantira osobni prosperitet svakoga od nas i boljitak društva u cjelini!

*Predsjednik Znanstveno-stručnog odbora
13. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije
doc. dr. sc. Rinaldo Paar, dipl. ing. geod.*

SADRŽAJ

SESIJA 1

Vedran Stojnović, Mario Miler

Ispitivanje mogućnosti GeoPackage datotečnog formata u službi razmjenskog formata za podatke Katastra i Zemljišne knjige u Republici Hrvatskoj 9

Dragan Divjak, Miodrag Roić, Nikola Vučić

Usporedba katastarskih sustava 18

SESIJA 2

Ivo Grgić, Magdalena Zrakić Sušac

Komasacija - pretpostavka održive poljoprivredne proizvodnje 25

Marija Tomić

Organizacija poslovanja, razvoj infrastrukture i sustav osiguranja kvalitete u Srednjoj školi Matije Antuna Reljkovića u sektoru poljoprivrede 31

SESIJA 3

Rinaldo Paar, Ante Marendić, Hrvoje Tomić

Podučavanje i učenje na daljinu – online nastava 38

Stjepan Miletić

Kako poboljšati ravnopravnost žena u geodeziji? 49

SESIJA 4

Boštjan Kovačić, Damjan Doler, Matjaž Breznik, Urh Lednik

Vizualizacija prostornih podataka pomoću napredne tehnologije 59

Samanta Bačić, Željko Bačić

Pregled LIDAR sustava koji se koriste u geodeziji i geoinformatici 65

Boštjan Kovačić, Samo Lubej

Geodetsko-fizički nadzor mostova sa svrhom pravovremenog utvrđivanja štete na konstrukciji 71

SESIJA 5

Mateo Gašparović, Lucija Klanac

Analiza promjene zemljišnog pokrova u Zadarskoj i Šibensko-kninskoj županiji od 1985. do 2019. godine 80

Leona Kovačić, Marino Kovačić, Frane Gilić, Martina Baučić, Danijela Jurić Kaćunić

Korištenje aerofotogrametrije u analizi stijenskih odrona grada Omiša 87

SESIJA 6

Ana Babić

Uloga javnog i privatnog sektora u obavljanju hidrografske djelatnosti 96

Ljerka Vrdoljak

Topografija morskog dna – podloga održivog razvoja mora i oceana 101

SESIJA 7

Vlado Cetl

Prostorni podaci za podršku ciljevima održivog razvoja u Europi 108

SESIJA 1

CILJ 1: ISKORJENJIVANJE SIROMAŠTVA - ULOGA KATASTRA -

Osigurati pristup osnovnim uslugama, vlasništvu i upravljanju zemljištem te drugim oblicima vlasništva.

ISPITIVANJE MOGUĆNOSTI GEOPACKAGE DATOTEČNOG FORMATA U SLUŽBI RAZMJENSKOG FORMATA ZA PODATKE KATASTRA I ZEMLJIŠNE KNJIGE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Vedran Stojnović¹, Mario Miler²

¹ Geoprem d.o.o., Trg Lava Mirskog 1, Osijek, Hrvatska, vedran.stojnovic@geoprem.hr

² Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, mario.miler@geof.unizg.hr

Sažetak

Uvođenjem Sustava digitalnih geodetskih elaborata u geodetsku praksu definiran je, od strane DGU-a i tvrtki koje su odradile implementaciju sustava, razmjenski format baziran na GML standardu. GML standard proširuje XML standard s fokusom na prostorne podatke te kao i svaki drugi datotečni format ima svoje prednosti i mane. Glavna mana odabranog formata, isporučenih podataka i zamišljene procedure obrade, gledajući sa stanovišta korisnika - geodetskih ureda, jest što podaci međusobno nisu direktno povezani te je potreban značajan dodatan napor da bi se došlo do prikaza određenog, korisnički definiranog seta podataka. Druga mana je što je GML standard namijenjen razmjeni prostornih podataka putem Interneta te je stoga često ograničeno direktno uređivanje podataka pohranjenih u tom formatu. Suvremeni geodetski uredi se ne bave samo isključivo izradom geodetskih elaborata za provedbu u Katastru i Zemljišnoj knjizi što je podržano Sustavom digitalnih geodetskih elaborata, već na tržištu nude široki spektar usluga koji su vezani za prostorne podatke, te bi im iz praktičnih razloga bolje odgovarao format iz kojeg se lakše mogu izdvajati podaci i na kojem se mogu direktno raditi (prostorne) analize. Kao moguća alternativa trenutnom pristupu ispitan je GeoPackage datotečni format za pohranu, razmjenu, analizu i obradu prostornih podataka. GeoPackage je format standardiziran od strane OGC-a, a baziran je na SQLite bazi podataka. Njegove mogućnosti daleko premašuju samo pohranu i razmjenu podataka te predstavljaju kvalitetan temelj za sljedeće tranzicije temeljene na održivom razvoju – prije svega odmicanje od vlasnički definiranih prema otvorenim softverskim sustavima i omogućavaju jednostavniji multidisciplinarni pristup podacima.

KLJUČNE RIJEČI: *GeoPackage, GML, GPKG, prostorni podaci*

1. Uvod

Doslovnim prijevodom s engleskog jezika naziv "GeoPackage" na hrvatski je (stilizirano) GeoPaket (grč. Geo = Zemlja), te se već iz naziva naslućuje da se radi o digitalnom formatu koji ima veze s podacima vezanim za Zemlju, tj. o formatu koji ima veze s prostornim podacima. Inicijalni razvoj ovog razmjenskog datotečnog formata potaknut je potrebama vojne industrije, razvijen je da zadovolji potrebe jednostavnog korištenja, interoperabilnosti, neovisnosti o Internetu, lakoj prenosivosti i korištenje na modernim prijenosnim računalima, tabletima i telefonima. Pošto je baziran na SQL bazi podataka, omogućava višestruko korištenje jednom pohranjenih podataka, neovisno o softveru koji pristupa podacima (URL 1). Nastao je kao prirodni

nasljednik sveprisutnog, standardiziranog i općeprihvaćenog ESRI SHP formata, te ga je poboljšao u gotovo svakom pogledu. Četiri najveće mane SHP formata su da podržava samo tri vrste vektorskih podataka (točke, linije i poligone), nazivi atributa su ograničeni dBASE formatom, više datoteka je potrebno za pohranjivanje jedne vrste podatka, te je potrebno više skupova datoteka za obuhvaćanje više skupova podataka koji su međusobno povezani (Singh, R., Bermudez, L. E. 2013). GeoPackage je razvijen kao specifikacija načina pohrane podataka od strane OGC (Open Geospatial Consortium) konzorcija, a bazira se na SQLite bazi podataka. Prva verzija standarda objavljena je u veljači 2014. godine, a njime je definiran format na kojem je omogućen

na direktna uporaba vektorskih prostornih elemenata i/ili skupova matrica pločica zračnih snimaka i raster-skih karata u različitim mjerilima (URL 2). U Republici Hrvatskoj već je ušao u upotrebu u praksi, a koristi se pri Agenciji za plaćanje u poljoprivredi kao razmjenski format za prostorne podatke (URL 11), a također se priprema nova specifikacija pri Ministarstvu graditeljstva na temelju koje će GeoPackage također biti definiran kao razmjenski format za podatke prostornih planova. Trenutno važeći razmjenski format za prostorne podatke Katastra i Zemljišne knjige u RH je baziran na GML-u (engl. Geography Markup Language), koji je također razvijen i specificiran od strane OGC-a kao i GeoPackage, ali s različitom namjenom. Primarna namjena GML formata je razmjena prostornih podataka putem Interneta što predstavlja ujedno i najveću manu tog formata geodetskim izvoditeljima u praksi. Geodetski stručnjaci, izradom elaborata i drugim aktivnostima u svakodnevnom poslu kontinuirano obrađuju prostorne i druge atributne podatke povezane s njima, stoga im je potreban adekvatan format s kojim bi mogli lako manipulirati, izrađivati analize i koristiti ga u uredu i na terenu, a ta komponenta nažalost nije adekvatno razmotrena prilikom donošenja odluke o razmjenskom formatu. Trenutna procedura rada u Sustavu digitalnih

geodetskih elaborata bazirana je na obradi crteža na lokalnom računalu, koristeći CAD softver, te obradi i radu sa svim ostalim atributnim podacima “u oblaku” unutar aplikacije SDGE. Ovakav pristup uvelike otežava korištenje podataka koji su nadohvat ruke ali se teško iskorištavaju. Podaci su unutar GML-a strukturirani po tematskim cjelinama i nisu direktno povezani što iziskuje značajan napor ili dodatni trošak (samostalna izrada ili kupnja dodatnih softvera) da bi se došlo do korisnički željenog prikaza podataka. Temeljem navedenog postavlja se pitanje bi li GeoPackage također odgovarao kao razmjenski format za prostorne podatke Katastra i Zemljišne knjige te koje su mu mogućnosti prilikom izrade geodetskih elaborata u svakodnevnoj geodetskoj praksi.

2. Materijali i metode

U trenutnom formatu izvoza – GML-u, podaci su objedinjeni i isporučeni u jednoj ZIP datoteci koja sadrži prostorne i atributne podatke raspoređene u 30 GML datoteka (Tablica 1) s uključenim pripadajućim shema podataka u XSD formatu. Dostavljene XML Scheme strogo definiraju tipove, ograničenja i kardinalnost podataka koji su pohranjeni u XML tj. GML datoteci.

Tablica 1: Opis datoteka u GML razmjenskom formatu

DATOTEKA	VRSTA PODATAKA	OPIS SADRŽAJA
ADRESE_CESTICE.gml	atributni	Adrese katastarskih čestica
ADRESE_UPISANIH_OSOBA.gml	atributni	Adrese upisanih osoba u PL-e
ADRESE_ZGRADE.gml	atributni	Adrese zgrada
ANO_CESTICE.gml	geometrijski s atrib.	Anotacije čestica
CESTICE_ZGRADE.gml	atributni	Veza čestica i zgrada
CESTICE.gml	geometrijski s atrib.	Katastarske čestice
GLAVNE_KNJIGE.gml	atributni	Glavne knjige u ZK
IDENTIFIKACIJE.gml	atributni	Veza čestica između KAT i ZK
ISPRAVE.gml	atributni	Podaci o ispravama zgrada
KATASTARSKE_OPCINE.gml	geometrijski s atrib.	Linija granice katastarske općine
KUCNI_BROJEVI_GR.gml	geometrijski s atrib.	Kućni brojevi
MEDJE_CESTICA.gml	geometrijski s atrib.	Linije međa katastarskih čestica
NACINI_UPORABE.gml	geometrijski s atrib.	Načini uporabe zemljišta
NAZIVI.gml	geometrijski s atrib.	Nazivi, toponimi
OSTALI_OBJEKTI_L.gml	geometrijski s atrib.	Ostali linijski objekti
OSTALI_OBJEKTI_T.gml	geometrijski s atrib.	Ostali točkasti objekti

POSJEDOVNI_LISTOVI.gml	atributni	Posjedovni listovi
PRAVA_GRADJENJA.gml	atributni	Prava građenja
PRAVNI_REZIMI.gml	atributni	Pravni režimi
TOCKE.gml	geometrijski s atrib.	Točke na DKP-u
ULOSCI.gml	atributni	ZK ulošci
UPISANE_OSOBE.gml	atributni	Upisane osobe u PL-ovima
ZGRADE.gml	geometrijski s atrib.	Zgrade na DKP-u
ZK_ADRESE_CESTICE.gml	atributni	Adrese ZK čestica
ZK_ADRESE_VLASNIKA.gml	atributni	Adrese vlasnika u ZK
ZK_ADRESE_ZGRADE.gml	atributni	Adrese zgrada u ZK
ZK_CESTICE.gml	atributni	ZK čestice
ZK_NACINI_UPORABE.gml	atributni	Načini uporabe u ZK
ZK_VLASNICI.gml	atributni	Vlasnici u ZK
ZK_ZGRADE.gml	atributni	Zgrade u ZK

GeoPackage se oslanja na SQLite bazu podataka. SQLite je softverski paket koji omogućava relacijski sustav za upravljanje bazom podataka, a čiji je izvorni kod dostupan pod javno dostupnom (engl. public-domain) licencijom. Jedna od glavne zadaće sustava za upravljanje bazom podataka je pohrana i upravljanje s korisnički definiranim zapisima u tablicama, a najvažnija korisnost takvog sustava je efikasno procesuiranje kompleksnih upita i kombiniranje podataka iz različitih tablica te izrada izvještaja. Riječ "Lite" (engl. lite = lagano) u nazivu "SQLite" ne odnosi se na mogućnosti, već na jednostavnost uspostave i korištenja sustava. SQLite sustav je definiran sljedećim značajkama:

- ne zahtijeva uspostavu servera,
- ne zahtijeva dodatne konfiguracije,
- neovisan je o operativnom sustavu (omogućava među-platformnost),
- samostojeći sustav (jedinstvena biblioteka sadrži cijeli sustav),
- zauzima vrlo mali prostor na disku i u memoriji tijekom rada,
- transakcijski (potpuno ACID komplementaran),
- koristi većinu SQL 92 standarda,
- visoko pouzdan sustav

Cijela baza podataka je kod SQLite sustava je bazirana u jednoj datoteci koja sadrži sve tablice i indekse što omogućava jednostavnu prenosivost i stvaranje pričuvnih kopija (Kreibich, 2010). Teoretska, maksimalna veličina datoteke SQLite baze podataka iznosi otprilike 281 terabajta (URL 3). Za razliku od većine drugih su-

stava za upravljanje SQL bazama podataka, SQLite ne podržava tipove podataka, već koristi općeniti dinamički sustav tipova podataka, a ima samo pet razreda (klasa) za pohranu u koje pohranjuje vrijednosti te se klasa određuje prilikom pohrane podatka u tablicu (URL 4):

- NULL,
- INTEGER - cijeli broj s predznakom, pohranjen pomoću 1, 2, 3, 4, 6 ili 8 bajtova ovisno o veličini,
- REAL - pohranjen kao 8 bajtni IEEE broj s pomičnim zarezom,
- TEXT - niz znakova, spremljen korištenjem UTF-8, UTF-16BE ili UTF-16LE kodiranja,
- BLOB - veliki binarni objekt (engl. Binary Large Object)

Zbog ovakve implementacije pohrane podataka, prilikom stvaranja tablica sustav prihvaća bilo koji naziv tipa podatka, iz čega proizlazi da naziv zapravo samo sugerira o kojem se tipu podatka radi te se zbog toga kontrola unosa mora raditi na razini softvera ili pomoću okidača (engl. trigger).

OGC specifikacija definira GeoPackage datotečni format kao SQLite bazu podataka s točno definiranim propisanim nužnim i opcionalnim tablicama (Slika 1), binarnim formatom u kojem se zapisuju vektorski prostorni podaci, te mogućim načinima pohrane rasterskih podataka. Trenutno važeća verzija standarda je 1.2.1, objavljena u rujnu 2018. godine, a u pripremi je objava verzije 1.3.0 standarda za koju je završilo javno komentiranje u lipnju ove godine (URL 5). Unutar GeoPackage-a, "jednostavni" vektorski elementi su geolocirani korištenjem podskupa linearne geometrije definirane u SQL/MM (ISO 13249-3) (Slika 2) (URL 6).

uvodjenja novog formata su određena ograničenja SQLite sustava (URL 7). Binarni zapis svakog vektorskog elementa sadrži ukupno šest podataka, od kojih je pet pohranjeno u zaglavlju (Primjer 1):

1. oznaka binarnog zapisa (slova "GP" u ASCII kodiranju),
2. oznaka verzije GeoPackage formata/standarda (8 bitni integer - broj 0 označava verziju 1),
3. oznake za dodatni opis upisanog elementa (engl. flags) (1 bajt s 4 definirane i 2 rezervirane oznake za buduće potrebe),
4. oznaka koordinatnog sustava (SRS_ID tj. EPSG oznaka),
5. prostorno područje koje upisani element zauzima (engl. envelope),
6. WKB enkodirana geometrija

Prilikom definicije standarda, predviđene su i moguć-

nosti proširenja formata za dodatne korisničke potrebe, te je za tu svrhu razrađen poseban mehanizam namijenjen proširenju osnovnog formata definiranog standardom. Ovakav pristup omogućava proširenje formata dodatnim funkcijama koje mogu jednostavno biti implementirane u različite softvere prema potrebi, a koje ujedno neće narušiti interoperabilnost i prenosivost formata. Primjeri nekih razrađenih proširenja su:

- RTree Spatial Indexes - prostorno indeksiranje elemenata
- Schema - detaljni opis sheme podataka i ograničenja unosa
- Related Tables - povezani podaci - atributni ili dokumenti
- QGIS Map Styling Information - pohranjivanje QGIS projekata i stilova direktno u format
- Vector Tiles - definicija načina pohrane vektorskih pločica i dr.

Primjer 1: Unos vektorskog podatka (linije) u tablicu korištenjem heksadekadskog brojevnog sustava

```

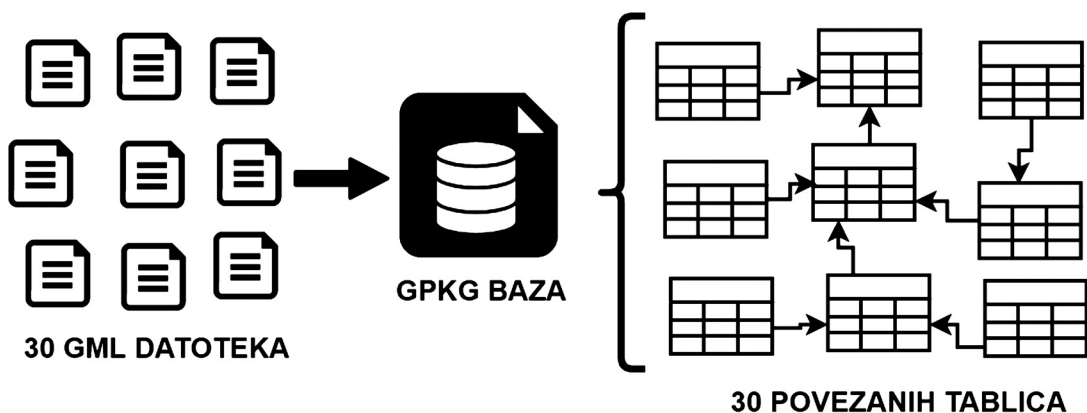
WKT: LineString (355751.03 5051851.43, 355754.92 5051855.1)
ZAGLAVLJE:          4750          00          03          b50e0000
ec51b81e9cb61541e17a14aeabb61541b81e85db72455341666666c673455341
WKB:
010200000002000000ec51b81e9cb61541b81e85db72455341e17a14aeabb61541666666c673455341
SQL NAREDBA:
INSERT          INTO          tablica          ("geometry")          VALUES
(X ' 47 5 0 0 0 0 3 b 5 0 e 0 0 0 0 e c 5 1 b 8 1 e 9 c b 6 1 5 4 1 e 1 7 a 1 4 a e a b b 6 1 5 4 1 b 8 1 e 8 5 d b -
7 2 4 5 5 3 4 1 6 6 6 6 6 6 c 6 7 3 4 5 5 3 4 1 0 1 0 2 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0 0 ec 5 1 b 8 1 e 9 c b 6 1 5 4 1 b 8 1 e 8 5 d b 7 2 4 5 5 3 4 1 e 1 7 a 1 4 a -
e a b b 6 1 5 4 1 6 6 6 6 6 6 c 6 7 3 4 5 5 3 4 1 ' );

```

3. Rezultati

U svrhu testiranja mogućnosti GeoPackage formata izrađen je softver u obliku mrežne aplikacije za konverziju podataka iz trenutno aktualnog razmjenskog formata za podatke Katastra i Zemljišne knjige - GML-a u format u GeoPackage, te su na temelju dobivenog analizirane prednosti i mane oba razmjenska formata. Pošto su podaci u GML datotekama strukturirani prema tablicama iz baze podataka, kao logično rješenje nametnulo se direktno preslikavanje datoteka u pripadajuće SQL tablice (Slika 3). Iako direktno preslikavanje datoteka u tablice, strogo gledajući, nije korektan pristup rješavanju ovog problema jer GML podaci ne odgovaraju pravilno definiranoj shemi u bazi podataka, za potrebe testiranja i usporedbe ova dva formata ovakav pristup je zadovoljio potrebe. U primjeru 2, prikazan je DDL upit za kreiranje tablice "ANO_CESTICE". Na isti način napravljeno je preslikavanje i ostalih dato-

teka iz skupa podataka, te je za tablice koje sadržavaju prostorne podatke dodatno dodano i prostorno indeksiranje podataka pomoću proširenja "RTree Spatial Indexes" zbog bržeg rada nad geometrijskim podacima. U sklopu proširenja za prostorno indeksiranje, obavezna je ugradnja okidača koji su propisani GeoPackage standardom, a oni svojim djelovanjem zadržavaju ispravnost prostornih indeksa prilikom izmjene podataka u tablici. Zbog ranije spomenutih svojstava SQLite baze podataka, za implementaciju sheme podataka koje su definirane u XSD datotekama, na razini GeoPackage-a korišteno je "Schema" proširenje formata, a radi očuvanja integriteta podataka na razini baze podataka (neovisno o softveru koji koristi podatke) dodani su okidači za kontrolu unosa jer u trenutku izrade aplikacije navedeno proširenje još nije implementirano u GDAL/OGR biblioteku.



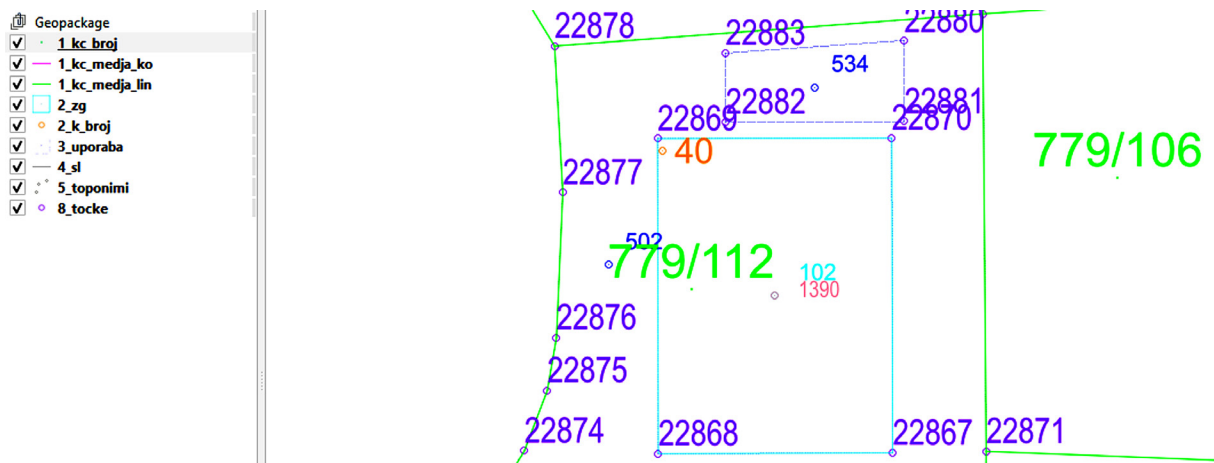
Slika 3: Shematski prikaz preslikavanja GML datoteka u GeoPackage bazu podataka

Primjer 2: DDL upit za kreiranje tablice ANO_CESTICE

```
CREATE TABLE ANO_CESTICE (
  fid INTEGER NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
  GML_ID TEXT UNIQUE NOT NULL,
  ANO_CESTICA_ID INTEGER NOT NULL,
  MATICNI_BROJ_KO TEXT (10) NOT NULL,
  BROJ_CESTICE TEXT (30) NOT NULL,
  ROTACIJA REAL (19, 4),
  GEOM POINT NOT NULL
);
```

Opisanim koracima je dovršen postupak direktne konverzije jedne vrste formata u drugu, a osim direktnog preslikavanja podataka i sheme, također je dodatno izrađeno i proširenje "QGIS Map Styling Information"

čime su automatski prilikom kreiranja GeoPackage datoteke u aplikaciji definirani stilovi prikaza vektorskih slojeva za softver QGIS definirani prema tehničkim specifikacijama i kartografskom ključu (Slika 4).



Slika 4: Učitani slojevi iz GeoPackage datoteke s predefiniranim stilom prikaza prema tehničkim specifikacijama u softveru QGIS

4. Diskusija

U trenutku izrade aplikacije na tržištu je postojalo nekoliko komercijalnih i jedno besplatno rješenje (prema saznanjima autora), koja korisnicima omogućavaju korištenje dijela podataka dostavljenih u GML formatu, no nije postojalo cjelovito rješenje koje daje potpunu i jednostavnu kontrolu (nad svim dostupnim podacima) za izradu vlastito definiranih izvještaja i (prostornih) analiza. Nakon uspješno odrađene konverzije u GeoPackage format, testiranja aplikacije i dodatnih optimizacija, pristupljeno je analizi prednosti i mana oba formata.

Kako bi se izradile vlastite analize nad podacima, dobivene GML datoteke nije moguće direktno koristiti jer podaci u tom formatu nisu direktno međusobno povezani, stoga ih je potrebno obraditi i pripremiti što zahtjeva dodatna informatička znanja i vještine te nije trivijalan zadatak. Uzrok tome je namjena GML formata što je ranije objašnjeno, te stoga njegovo korištenje u praksi nije prijateljski nastrojeno (engl. user-friendly) za krajnjeg korisnika, a stvar je dodatno otežana jer GDAL/OGR biblioteka ne omogućava njegovo direktno uređivanje. Općenito promatrajući, dobre strane GML formata su svakako čitljivost od strane ljudi i računala što je karakteristika svih XML baziranih formata (podaci su definirani opisnim jezikom - engl. markup language), neovisnost o operativnom sustavu - tekstualno baziran format, interoperabilnost i standardiziranost - nije vezan za određeni softver, a standard omogućuje jednostavniju implementaciju u različitim softverima i dr.

U sklopu redovne edukacije za geodetska zanimanja (kako na razini srednjoškolskog obrazovanja od jeseni 2017. godine (Narodne novine 2017, URL 10) tako i na razini dodiplomskog studija od 2001. godine na Geodetskom fakultetu, tj. na preddiplomskom studiju nakon uvođenja Bolonjskog procesa 2005. godine) obrađuju se teme relacijskih baza podataka i SQL upitni jezik, čime se stječe znanje za njihovu primjenu u praksi. Ako uzmemo u obzir činjenicu da GeoPackage format nije ništa drugo nego relacijska baza podataka, dolazimo do saznanja da na tržištu imamo već pozamašan broj obrazovanih stručnjaka (VŠŠ) koji su spremni za korištenje formata, osim kroz specijalizirane softvere, također i na razini baze podataka, a uskoro na tržište dolazi i srednja stručna sprema koja je ovladala materijom.

Osim geodetskih stručnjaka, u praksi imamo i druge suradnike/sudionike koji vladaju stručnim znanjima za rad s podacima, npr. gis analitičari, prostorni planeri, geografi, informatičari koji se bave domenom geografskih informacijskih sustava i dr.

Prilikom pristupa izradi geodetskog elaborata, potrebno je dobro upoznati trenutnu situaciju u postojećem stanju vezanu za lokaciju na kojoj elaborat treba doni-

jeti prijedlog i u konačnici napraviti izmjene prostornih atributnih podataka. Poznavanje trenutnog stanja uvelike olakšava pristup izradi elaborata i rješavanju nezaobilaznih poteškoća koje su uvijek prisutne, ali uvijek različite - ovisno od situacije do situacije i korak u krivom smjeru često značajno produljuje vrijeme potrebno za izradu i uspješno provođenje elaborata. Upravo u tom prvom, najkritičnijem koraku GeoPackage format nam nudi ogromnu prednost - uz nekoliko SQL upita vrlo brzo dolazimo do tekstualnih analiza i vizualnog prikaza koji nam daju odgovore na ključna pitanja, npr.:

- koje čestice imaju različite uporabe u više PL-ova,
- vizualizacija čestica po broju suvlasnika,
- koje čestice imaju upisane objekte u popisnom dijelu bez evidentirane grafike i obrnuto,
- koje čestice ne postoje u evidenciji ZK,
- popis vlasnika za odabranu/e čestice,
- koje čestice imaju veliku razliku u površini između grafičkog i popisnog dijela,
- popis čestica bez utvrđene identifikacije,
- koje čestice su upisane s mjerilom 1:1,
- ...

Odgovori na ova i druga pitanja, često su ključna prije prvog izlaska na teren, a bez dobre pripreme postoji vjerojatnost za ponavljanjem terena što je ujedno i najveći trošak za geodetski ured.

Neke od ključnih prednosti GeoPackage formata proizašle su iz razloga zbog kojih je format ujedno i razvijen, a to su: podržava pohranu rasterskih podataka, podržava pohranu više različitih vektorskih slojeva unutar iste datoteke, podržava prostorno indeksiranje podataka, podaci su međusobno povezani relacijama, omogućava pohranu atributnih podataka dodatno uz vektorske podatke, podržava definiranje korisničkih proširenja i dr. Značajna prednost formata je što imamo sve podatke u istoj datoteci, a ta značajka omogućava dodatni razvoj i primjenu formata, tako na primjer trenutno imamo potpuno odvojene skupove GML podataka za "staro" (postojeće) i "novo" (koje se predlaže provedbom elaborata) stanje podataka, koje bi se moglo objediniti u istu datoteku. Uz te podatke mogao bi se standardizirati od nadležnih institucija i način pohrane podataka prikupljenih na terenu pomoću mehanizma za proširenja, te bi se ista datoteka koristila tijekom cijelog postupka izrade elaborata od početka do kraja. Prilikom izvoza podataka, direktno na serveru mogle bi se dodatno obuhvatiti i rasterske podloge (npr. DOF5, HOK5, TK25) za područje na kojem se radi elaborat i pohraniti ih zajedno s vektorskim podacima u istu datoteku.

Po pitanju uočenih mana predloženog formata, prilikom izrade rada uočene su dvije stavke. Prva je zauzeće prostora na disku u odnosu na GML format, a radi se o povećanju od 1,2 puta (2127 KB za GPKG u odnosu na 1729 KB za GML) za isti skup podataka u sažetom ZIP formatu (pri čemu je korišten jednaki stupanj sažimanja za obje datoteke). Ova činjenica ima najveći utjecaj na prijenos podataka putem interneta iako je danas taj problem znatno manje izražen nego prije desetak godina zbog dostupnosti širokopojsnog interneta. Nakon što su podaci preneseni, prilikom korištenja podataka (nakon raspakiranja u njihov nativni format), zauzeće na tvrdom disku ide u korist GeoPackage formata i to za čak 3,8 puta (11.6 MB za GPKG u odnosu na 44,4 MB za GML) na testiranom setu podataka. Druga mana je manje značajna, ali ju treba imati na umu prilikom korištenja formata, a to je da, iako se radi o sustavu za rad s bazom podataka, predviđeni rad sa SQLite bazom je od strane jednog korisnika, stoga višekorisnički pristup podacima treba izbjegavati, iako se pokazao funkcionalan u određenim ispitivanjima npr. u načinu rada samo-za-čitanje (engl. read-only mode).

5. Zaključak

U ovom radu obrađeno je preslikavanje trenutno aktualnog GML razmjenskog datotečnog formata u GeoPackage format, prilikom čega su uzete u obzir sve mogućnosti trenutnog formata te su uklopljene u prijedlog novog predloženog formata. Osim samog preslikavanja, ispitane su dodatne mogućnosti i prednosti koje GeoPackage format donosi sa sobom. Oba formata su temeljena na otvorenim standardima, što osigurava jednostavnu implementaciju i podržanost od strane različitih softvera, no GeoPackage se pokazao jednostavniji za korištenje u odnosu na trenutnu strukturu razmjenskog formata. GeoPackage je osmišljen da bude praktičan kao razmjenska datoteka među profesionalnim i osobnim okruženjima, te je posebna važnost posvećena korištenju na mobilnim uređajima - telefonima i tabletima na područjima bez ili sa lošom pokrivenosti komunikacijskim signalima (URL 2). Jednostavnost uporabe formata omogućava lako razmjenjivanje prostornih podataka čak i sa strukama koje nemaju temeljna znanja vezana za prostorne podatke. Predloženi format omogućava objedinjenje podataka iz više izvora u istoj datoteci te kombiniranje različitih tipova podatka što pojednostavljuje njihovu analizu, obradu, korištenje i tumačenje. GeoPackage format je dobar temelj za pružanje podrške kompletnoj izradi geodetskih elaborata u GIS ekosistemu, počevši od prikupljanja podataka na terenu do izrade finalnog proizvoda, a teme-

ljeno na slobodnom (ne nužno i besplatnom) softveru koji omogućava prilagođavanje procesa definiranih potrebama posla te samim time osigurava održivi razvoj poslovanja u struci.

Literatura:

GDAL/OGR contributors (2020): GDAL/OGR Geospatial Data Abstraction software Library. Open Source Geospatial Foundation

Kreibich, J. A. (2010): Using SQLite, O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, California, USA

Singh, R., Bermudez, L. E. (2013): Emerging Geospatial Sharing Technologies in Earth and Space Science Informatics, American Geophysical Union, Fall Meeting 2013, abstract id. IN33C-08, San Francisco, California, USA

Narodne novine (2017): Odluka o uvođenju strukovnog kurikuluma za stjecanje kvalifikacije TEHNIČAR GEODEZIJE I GEOINFORMATIKE (050624) u obrazovnom sektoru GRADITELJSTVO I GEODEZIJA (NN 79/2017), Ministarstvo znanosti i obrazovanja, Zagreb, Hrvatska, str. 41.

URL 1: <https://www.c4isrnet.com/intel-geo-int/2015/08/17/at-the-edge-pushing-geo-data-to-disadvantaged-troops/> (20.10.2020.)

URL 2: <http://www.opengis.net/doc/IS/geopackage/1.0> (20.10.2020.)

URL 3: <https://sqlite.org/limits.html> (20.10.2020.)

URL 4: <https://sqlite.org/datatype3.html> (20.10.2020.)

URL 5: <https://www.ogc.org/pressroom/pressreleases/3204> (20.10.2020.)

URL 6: <https://www.geopackage.org/spec121/> (20.10.2020.)

URL 7: <https://github.com/opengeospatial/geopackage/issues/335#issuecomment-291154376> (20.10.2020.)

URL 8: <https://gdal.org> (20.10.2020.)

URL 9: <https://www.geopackage.org/extensions.html> (20.10.2020.)

URL 10: https://www.asoo.hr/UserDocsImages/Kurikulumi/K_Tehni%C4%8Dar%20geodezije%20i%20geoinformatike_z%20odobrenje.pdf (20.10.2020.)

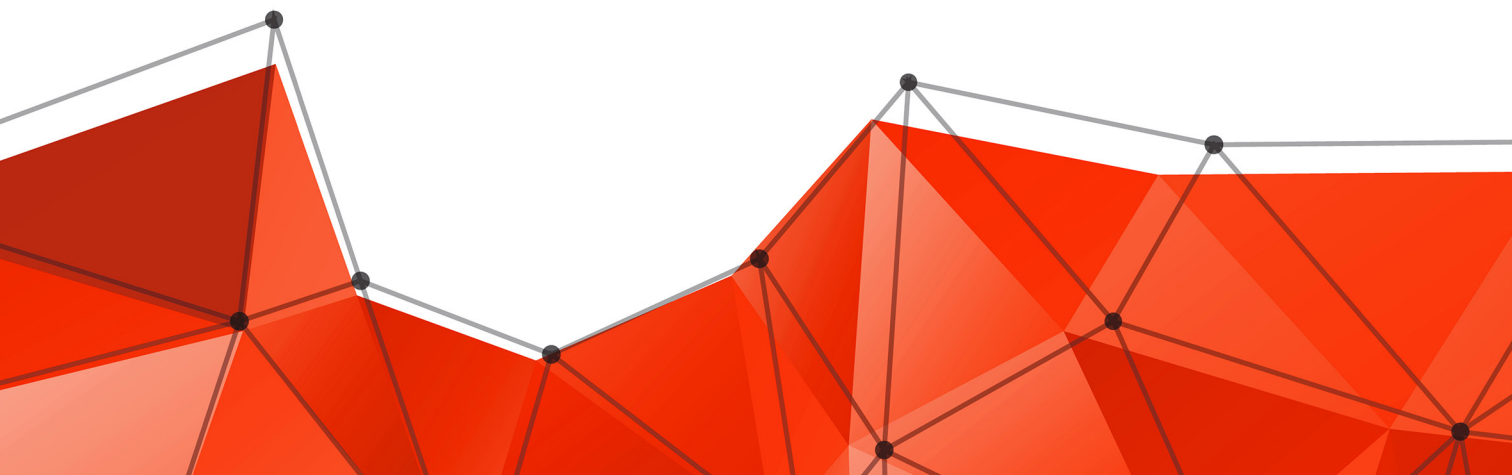
URL 11: <https://www.apprrr.hr/prostorni-podaci-servisi/> (20.10.2020.)

Abstract

DETERMINING POSSIBILITIES OF GEOPACKAGE FILE FORMAT FOR EXCHANGING CADASTER AND LAND REGISTER DATA IN REPUBLIC OF CROATIA

With the introduction of the System of Digital Geodetic Elaborate in geodetic practice in Croatia, an exchange format based on the GML standard has been defined by the State Geodetic Administration and the companies that have implemented the system. The GML standard extends the XML standard with a focus on spatial data and like any other file format it has its advantages and disadvantages. The main drawback of the selected format, delivered data and proposed processing procedures, from the point of view of users - geodetic offices, is that the data sets are not directly related and requires significant additional effort to display a specific, user-defined data set. Another drawback is that the GML standard is intended for the exchange of spatial data via the Internet and therefore the direct editing of data stored in this format is often limited. Modern geodetic offices do not offer only services for creating geodetic elaborates (used for maintaining land owners Cadaster and Land Register data), which are supported by the System of Digital Geodetic Elaborate, but also offer a wide range of services related to spatial data, and for practical reasons they would benefit from different file format from which data can be easier extracted and on which (spatial) analyzes can be done directly. As a possible alternative to the current approach, the GeoPackage file format for storage, exchange and processing of spatial data was examined. GeoPackage is a format standardized by OGC and is based on an SQLite database. Its capabilities go far beyond just storing and exchanging data and provide a quality foundation for future transitions based on sustainable development - primarily moving away from proprietary to open source software systems and enabling easier multidisciplinary access to data.

KEYWORDS: *GeoPackage, GML, GPKG, spatial data*



USPOREDBA KATASTARSKIH SUSTAVA

Dragan Divjak¹, Miodrag Roić², Nikola Vučić³

¹ Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, ddivjak@geof.hr

² Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, mroic@geof.hr

³ Državna geodetska uprava, Gruška 20, Zagreb, Hrvatska, nikola.vucic@dgu.hr

Sažetak

Sustavi upravljanja zemljištem i katastarski sustavi kao njihove ključne komponente se kontinuirano razvijaju kao posljedica novih društvenih potreba i odnosa koje društvo ima prema zemljištu. Mnogi postojeći sustavi proizvod su ekonomskih i zemljišnih paradigmi 19. stoljeća i nisu uspjeli na pravi način podržati održivi razvoj. Kao odgovor na to stanje, tradicionalni katastri se razvijaju u sveobuhvatne sustave koji se bave širim pitanjima od položaju zemljišta i interesa nad njime. Mnoge razvijene zemlje, ali i one u razvoju, prepoznaju potrebu ocjenjivanja katastarskih sustava kako bi se pomoglo identificirati područja poboljšanja, te na koji način se njihovi sustavi prilagođavaju kao odgovor na buduće potrebe. Zemlje kontinuirano provode reformske aktivnosti u različitim segmentima katastra, uspoređujući sustave i identificiraju najbolju praksu zemalja sličnog društveno-ekonomskog položaja, dok istovremeno sve više koriste katastarske sustava za praćenje ciljeva održivog razvoja. U radu su analizirani različiti pristupi vrednovanju i uspoređivanju katastarskih sustava. Dani su najvažniji modeli za ocjenjivanje te su im navedene prednosti i mane. Različitost razina razvoja katastarskih sustava u svijetu otežava razvoj univerzalnog modela vrednovanja i uspoređivanja.

KLJUČNE RIJEČI: *katastarski sustav, sustav upravljanja zemljištem, vrednovanje, usporedbe*

1. Uvod

Da bi se zemljištem moglo učinkovito gospodariti, uspostavljaju se sustavi upravljanja zemljištem (SUZ) različitih namjena koji se u podatkovnom smislu zasnivaju na upisnicima ili registrima, a važnu ulogu imaju zakonodavni i institucijski okvir.

(Ting i Williamson, 1999) identificiraju različite faze odnosa čovječanstva prema zemljištu koje prate različita stupnjeve razvoja država. Predstavili su kumulativan model razvoja društvenih odnosa kod kojega se na zemljište prvo gledalo kao na bogatstvo, da bi postepeno zemljište postajalo roba, zatim ograničeni resurs, te na kraju oskudan resurs zajednice. Zaključuju kako je svaka pojedina faza dovela do novog stupnja složenosti katastarskih sustava. Od jednostavnog vlasničkog i poreznog alata, pa preko temelja za razvoj tržišta nekretnina do potpore detaljnom planiranju korištenja zemljišta. Dok mnoge zemlje u razvoju tek uspostavljaju formalne katastre za porezne i tržišne svrhe koji sadržavaju samo popise, razvijene zemlje stvaraju sofisticirane višenamjenske katastarske sustave koji pitanju održivog razvoja uz jamstvo privatnog vlasništva pristupaju s gledišta zajednice.

Ponegdje se njihova učinkovitost mjeri u danima, a ponegdje mjesecima. Djelotvornost sustava je moguće ocijeniti nizom mjerljivih čimbenika. Strukturiranjem

i usporedbenom analizom moguće je sustave usporediti. Analizom najvažnijih metodologija i čimbenika za vrednovanje djelotvornosti katastarskih sustava se bavi ovaj rad.

2. Vrednovanje

Vrednovanje ili mjerenje uspješnosti procesa ili sustava osnovni je preduvjet za poboljšanje produktivnosti, učinkovitosti i izvedbe: "ne možete poboljšati ono što ne možete mjeriti" ili "ako ga ne možete izmjeriti, ne možete njime upravljati" (Kaplan i Norton, 1996).

Vrednovanje je postalo područje interesa početkom 1960-ih u SAD-u uglavnom za ocjenu projekata razvojne pomoći, a bavi se pitanjima kao što su: činimo li pravu stvar, radimo li je ispravno i koje lekcije možemo naučiti iz iskustava (Steudler i dr., 2003). Oni nadalje zaključuju da najvažnija svrha vrednovanja nije dokazati, nego poboljšati, a za razliku od temeljnih znanosti, vrednovanje ne teži istini ili izvjesnosti. Ono je usmjereno na djelovanje, uglavnom radi utvrđivanja preporuka za programe, politike i donošenje odluka.

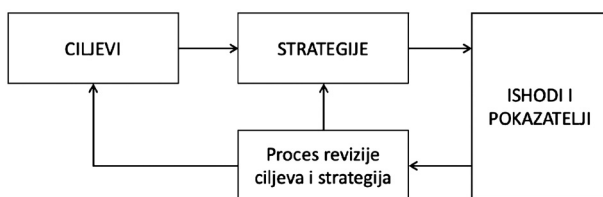
Vrednovanje se smatra ključnim alatom u naporima za poboljšanje odgovornosti kroz koji se prepoznaju neu-

spjesi koji, kao i prepoznati uspjesi, generiraju vrijedne informacije za buduće programe ili projekte. Provođenjem vrednovanja, nadležnost i odgovornost za projekt ili program može se značajno poboljšati, a potrebu za sredstvima i ispravnost njihovog korištenja je moguće bolje komunicirati prema donositeljima odluka i politika.

Na seminaru Svjetske banke na temu "Učinak javnog sektora - ključna uloga vrednovanja" (Stuedler, 2004.) naglašena su četiri elementa koji su ključni u procjeni uspješnosti organizacije ili sustava (Slika 1. Osnovni elementi vrednovanja i ciklus provjere (Stuedler, 2004)). To su:

- dobro definirani ciljevi - znati kamo ići
- jasna strategija - znati kako doći
- ishodi i pokazatelji koji se mogu nadzirati - znati jesmo li na putu
- vrednovanje rezultata - dobivanje inputa za poboljšanja.

Ta se četiri elementa vrednovanja mogu promatrati kao ciklički proces provjere koji s jedne strane omogućuje redovitu procjenu uspješnosti, dok s druge strane omogućuje redovito preispitivanje početnih ciljeva i strategija. Ciklus provjere može, na primjer, biti takav da se strategije pregledavaju godišnje, dok se ciljevi mogu revidirati svake četiri godine.



Slika 1. Osnovni elementi vrednovanja i ciklus provjere (Stuedler, 2004)

U području zemljišne administracije, koordinacija i razvoj reformskih projekata i vrednovanja nacionalnih SUZ-ova postali su sve više i više izazov tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća. Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu (UN-ECE) organizirala je 1996. g. sastanak nadležnih zemljišnih administracija (MOLA) na kojem je uspostavljen popis projekata pomoći na europskoj razini (neobjavljen), koji je otkrio da je u nekim zemljama primateljicama istovremeno sponzorirano i do 30 projekata od strane donatorskih organizacija, od kojih svi imaju manje-više iste ciljeve, ali s malo ili bez koordinacije. Jedan od razloga za takvu situaciju bio je i to što je u mnogim zemljama primateljicama pomoći bilo opće nespremnosti prepoznati da su za projekte unaprjeđenja zemljišne administracije institucionalna i menadžerska pitanja bila kritičnija od tehničkih gledišta (Onsrud, 1999). Međunarodno razumijevanje situacije raslo je u posljednjih nekoliko go-

dina, a poduzete su i inicijative za bolje koordiniranje katastarskih projekata.

"Komparativna studija sustava zemljišne administracije" Svjetske banke iz 2003. je sustavno revidirala karakteristike, pristupačnost, troškove i održivost različitih opcija dodjele i upisa zemljišta na temelju informacija prikupljenih u brojnim zemljama koje se bave studijom slučaja. Potrebu za sveobuhvatnijim pristupom u upravljanju zemljištem ilustriraju (Lavadenz i dr., 2002), koji su primijetili da:

"...Unatoč značajnim resursima koje donatorska zajednica ulaže u modernizaciju infrastrukture zemljišne administracije, malo je sustavne rasprave o ključnim elementima takvog sustava i o tome što čini djelotvornost unutar određenog socio-ekonomskog, kulturnog i vremenskog konteksta."

Studija zaključuje da sveobuhvatni okvir za procjenu sustava zemljišne administracije temeljen na metodologiji međusobnog uspoređivanja i vrednovanja može pružiti određenu potporu za identificiranje ključnih elemenata, kao i za učenje lekcija.

3. Metode vrednovanja sustava upravljanja zemljištem

Pitanjem razvoja katastarskih sustava i njihovoj ulozi u društvu bavi se između ostalih Međunarodna federacija za geodeziju (FIG). Jedan od glavnih rezultata rada radne skupine 1 FIG-ove Komisije 7 u periodu 1994.-1998. bila je publikacije "Cadastre 2014 – A Vision For A Future Cadastral System" (Stuedler i Kaufmann, 1998). U toj publikaciji jasno je predstavljena vizija katastarskih sustava u budućnosti, kao i izvrstan pregled snaga i slabosti postojećih katastarskih sustava.

Jedan od glavnih rezultata rada na FIG-ovoj publikaciji "Cadastre 2014" bio je upitnik koji je prvotno imao cilj napraviti pregled trenutnih stanja katastarskih sustava u državama članicama. Kao rezultat tog rada, postalo je očito da bi sustavi praćenja i međusobnog uspoređivanja bili ključni za poboljšanje i daljnje reformiranje nacionalnih katastarskih sustava. Glavni izazov koji je tada prepoznat bio je kako definirati pokazatelje koji bi dali realnu sliku stanja katastarskih sustava. Kreiranje upitnika je trajalo nekoliko godina i kroz nekoliko iteracija razjašnjeni su termini koji su u različitim državama imali drugačije značenje, kao i glavni koncepti koji definiraju jedan katastarski sustav. Rezultati ovog sveobuhvatnog upitnika u kojem je sudjelovalo 53 države članice objavili su (Stuedler i dr., 1997).

Tijekom rada na upitniku prvi puta je na globalnoj razini prepoznata potreba za sustavnim vrednovanjem katastarskih sustava koji uključuje i međusobnu usporedbu. Stoga je radna skupina 1 FIG-ove Komisija 7 u

Planiranje	<ul style="list-style-type: none"> • Što će se istražiti? • Identificiranje usporedivih funkcija i procesa • Definiranje potrebnih podataka i njihovo prikupljanje
Analiza	<ul style="list-style-type: none"> • Identificiranje razlike u performansama • Procijenjivanje potrebnog potencijala
Integracija	<ul style="list-style-type: none"> • Komuniciranje rezultata usporednog vrednovanja • Definiranje funkcionalnih ciljeva
Akcija	<ul style="list-style-type: none"> • Definirati akcijski plan • Provesti aktivnosti

Slika 2. Proces usporednog vrednovanja (Kaufmann, 2002.)

narednom razdoblju (1998-2002) dobila naziv „Reforma katastra“ s tri glavne zadaće (Kaufmann, 2002):

1. stvoriti okvir za utvrđivanje napretka i učinkovitosti katastarskih reformi
2. razviti ključne kriterije za utvrđivanje koristi od katastarskih reformi
3. kontinuirano obnavljati popis katastarskih sustava Komisije 7.

Radna skupina je za točke 1 i 2 odlučila koristiti pristup sustavnog vrednovanja koji je nazvan *benchmarking*. Za godišnji sastanak Komisije 7 u 2001. uspostavljeno je standardizirano izvješće o zemlji i odgovori 13 zemalja uključeni su u završno izvješće.

Do danas je razvijeno nekoliko metodologija za procjenu uspješnosti sustava upravljanja zemljištem kao što su usporedno vrednovanje (eng. *benchmarking*), okvir za vrednovanje (eng. *evaluation framework*), praćenje (eng. *monitoring*) i dr. Ono što je zanimljivo je činjenica da su te metodologije karakteristične za društvene znanosti. To se slaže s idejom da se katastar podjednako odnosi na ljude i institucije, koliko se odnosi na zemljište. I koliko god geodetska struka kao glavni „čuvar“ katastra često to zaboravlja, geodetski stručnjaci mo-

rati će se u budućnosti više baviti pitanjima društvenih znanosti (Silva i Stubkjærb, 2002).

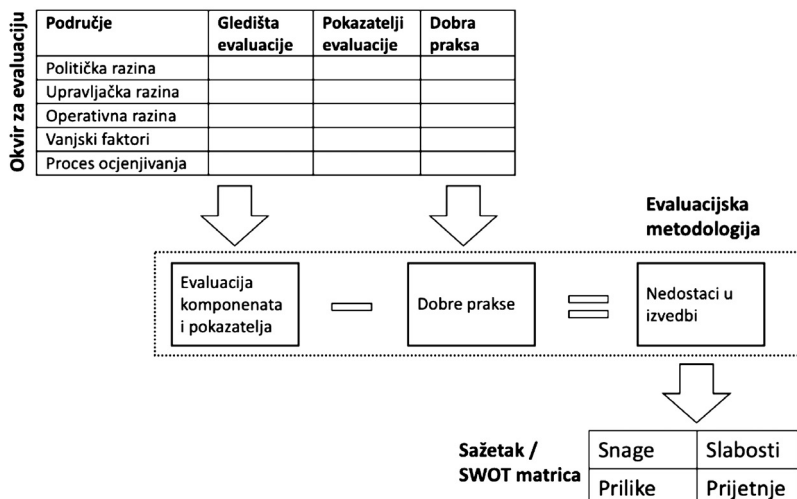
3.1 Usporedno vrednovanje

Da bi mogli bolje razumjeti pojam usporednog vrednovanja, potrebno je sagledati neke od njegovih definicija. Prema Robertu C. Campu, benchmarking je „kontinuirani proces mjerenja proizvoda, usluga i praksi prema standardu koji određuju najjači konkurenti ili tvrtke koje se smatraju tržišnim liderima“. Odnosno u jednostavnijoj varijanti „Potraga za najboljom praksom koja dovodi do vrhunske izvedbe“ (Stuedler, 2004.).

Pored ove definicije, James G. Patterson povezuje ovaj pojam s izmjerom zemljišta (eng. *survey*), konkretno, s visinskim reperom:

„U početku je *benchmarking* bio pojam u mjerenjem zemljišta (eng. *land surveying*). U tom kontekstu *benchmark* je oznaka koja je postavljena na stijeni, zgradi ili zidu. To je bila referentna oznaka za određivanje položaja ili visine u topografskoj izmjeri ili za određivanje vremena za dislokaciju. Danas je *benchmark* vrijednost prema kojoj se druge stvari mogu mjeriti“ (Stuedler, 2004.).

Proces usporednog vrednovanja provodi se u različitim



Slika 3. Evaluacijski okvir (Stuedler, 2004.)

fazama i koracima (Slika 2. Proces usporednog vrednovanja (Kaufmann, 2002.)).

Metoda usporednog vrednovanja se nakon uspostave metodologije upotrebljavala za regionalne analize SUZ-ova, a (Belej i Zrobek, 2002) su primjenjili statističke metode za komparativnu analizu. Oni su zaključili metode i tehnike koje se trenutno koriste omogućuju detaljnu komparativnu analizu različitih katastarskih sustava samo s gledišta jednog atributa ili pokazatelja, te da ne postoje pokazatelji koji bi dali cjelovitu ocjenu katastarskog sustava.

3.2. Evaluacija

Iako su vrednovanje i evaluacija u hrvatskom jeziku sinonimi, zbog nedostatka boljeg izraza, pod pojmom evaluacija podrazumijevat ćemo okvir za vrednovanje koje je u svom doktoratu postavio (Stuedler, 2004.). Na početku njegovog istraživanja, fokus je bio više na usporednom vrednovanju, jer se smatralo da bi se usporedba nacionalnih katastarskih sustava uglavnom temeljila na statističkim pokazateljima.

Međutim, iz raznih razloga, žarište se postupno mijenjao od usporednog vrednovanja do evaluacije. Glavni razlog bio je to što postoje čimbenici koji utječu na situaciju u zemljišnoj administraciji sa socijalno-kulturnih gledišta, koja se moraju tretirati različito, na kvalitativni, a ne kvantitativni način.

Stuedler u svojoj disertaciji strukturira evaluacijski okvir (okvir za vrednovanje) prema tri glavne razine koje tvore organizaciju – politička, upravljačka i operativna razina uz dodatak dva vertikalna područja koja imaju utjecaj na sve razine. Jedno područje su vanjski čimbenici koji obuhvaćaju ideologiju, tehno-strukturu i pomoćno osoblje, ali i čimbenike koji nisu pod izravnom kontrolom organizacije kao što su izgradnja kapaciteta ili raspoloživa tehnologija. Drugo dodatno područje bilo bi proces ocjenjivanja ciljeva i strategije, uvid u to kako cijeli sustav funkcionira i kako su ciljevi i strategije zadovoljeni (Slika 3. Evaluacijski okvir (Stuedler, 2004.)).

Ta područja vrednovanja pružaju osnovu za evaluacijski okvir u kojem se sva područja procjenjuju odvojeno, iako holistički, poštujući cjelokupnu svrhu sustava. Za proces vrednovanja, područja se moraju ponovno razvrstati u manje jedinice, što su podržani pokazatelji uspješnosti, mjereći učinak ključnih varijabli kao što su kvaliteta, vrijeme i troškovi u fiskalnom, socijalnom, kulturnom i ekološkom smislu. Vrednovanje tih područja i pokazatelja tada se može provesti na temelju unaprijed definiranih kriterija "dobre prakse", koji predstavljaju pretpostavljeni "idealni" sustav. Kriteriji ovog idealnog sustava trebaju se temeljiti na stvarnim

ciljevima i strategijama sustava, odnosno na rezultatima prethodnih projekata učenja i usporedbe, ili idealno na oba.

Okvir za procjenu trebao bi omogućiti kreatorima politika lakše praćenje kako se komponente unutar katastarskih sustava mijenjaju, te gdje i koliki su prostori za poboljšanja koji bi pratili povećanje organizacijske sposobnosti, unaprjeđenja tehnologije i dostupnih prostornih informacija. Pristup prema kojemu pojedine komponente katastarskog sustava jedne države uzimamo kao referentne da bi komponente drugih katastarskih sustava usporedili s njima i usmjerili razvoj tih komponenti sustava prema referentnim ima nekoliko nedostataka:

- Ekonomske, tehnološke, kulturne i društvene različitosti država su velike
- Ljudski kapaciteti organizacija koje su zadužene za katastarski sustav nisu usporedivi
- Troškovi za unaprjeđenje jedne komponente katastarskih sustava velikih zemalja mogu učiniti čitav sustav nerentabilnim

3.3. Okvir za procjenu uređenja zemljišta i praćenje uređenja zemljišta

Okvir za procjenu uređenja zemljišta (Land governance assessment framework - LGAF) je alat koji je razvijen od Svjetske banke i partnerskih institucija. Taj okvir služi kao dijagnostički alat za ocjenu pravnog okvira, politike i prakse uređenja zemljišta u pojedinoj zemlji, putem ocjena na 117 pokazatelja grupiranih u 27 pokazatelja i 9 modula. LGAF pomaže u uspostavljanju konsenzusa o prioritetnim aktivnostima zemljišne politike koje treba poduzeti na uređenju zemljišta. Također, LGAF pomaže uspostaviti strukturu i procese sustavnog praćenja napretka uređenja zemljišta tijekom vremena (Roić i dr., 2016).

Iako je LGAF vrlo dobar alat jer se kroz implementaciju razmjenjuju mišljenja kompetentnih stručnjaka iz različitih sektorskih područja upravljanja zemljištem, potiče se svijest o važnosti učinkovitog upravljanja zemljištem, ali ima nekoliko nedostataka - neka mjerila su izrazito usmjerena na slabije razvijene zemlje u koje se RH ne može svrstati, procjenjuje se stanje iz perspektive funkcioniranja aktualnih sustava bez šireg sagledavanja izazova, a najveći je nedostatak subjektivna procjena pokazatelja što mu ograničava upotrebljivost za sustavno praćenje. Prijedlog kvantificiranja LGAF pokazatelja u Hrvatskoj kao sustav za motrenje upravljanja zemljištem dao je Geodetski fakultet u studiji „*Land Governance Monitoring Proposal for pilot implementation in Croatia*“ (Land governance monitoring - LGM). Nedostataka pristupa motrenja je što njihova namjena nije

davanje smjernica za poboljšanje SUZ-a u kontekstu ostvarivanja ciljeva već sagledavanje SUZ-a iz tehničke perspektive i dostupnosti postojećih podataka.

3.4. Katastarski obrazac

U zadnje vrijeme se ponovno povećava interes za upravljanje zemljištem i katastarskim sustavima, a posebno u njihovoj ulozi kao dio nacionalne infrastrukture prostornih podataka. Također je prepoznata i važna uloga koju katastar igra u potpori održivom razvoju u kontekstu globalnih ciljeva održivog razvoja koji bi do 2030 trebali promijeniti sliku svijeta.

Najznačajniji doprinos evaluaciji različitih katastarskih sustava u posljednje vrijeme dan je projektom katastarskog obrasca (eng. *cadastal template*) koji je proveden u suradnji radne skupine „katastar“ Stalnog odbora za infrastrukturu GIS-a za Aziju i Pacifik (PCGIAP) i Komisije 7 FIG-a, a bio je formalno proveden pod mandatom UN-a. Projekt „katastarskog obrasca“ je nastojao uspostaviti standardni obrazac koji katastarskim organizacijama omogućuje predstavljanje i opisivanje nacionalnog katastarskog sustava na standardiziran način. Standardizirana struktura katastarskog obrasca omogućava identifikaciju sličnosti i razlika u pitanjima kao što su nacionalna zemljišna politika, zakoni i drugi propisi, pitanja vlasništva nad zemljištem, institucionalni aranžmani, infrastruktura prostornih podataka, tehnologija, kao i ljudski resursi te izgradnja kapaciteta (Stuedler i dr., 2003).

Cilj projekta bio je otkriti temeljni društveni, konceptualni i institucionalni kontekst katastarskog sustava pojedine zemlje kao cjeline. Projektom se pokušalo identificirati ključne kulturne kontekste koji ometaju učinkovito upravljanje zemljištem. Katastarski obrazac je izgrađen na zbirci opisa nacionalnih katastarskih sustava na kulturnoj i tehničkoj osnovi i čini podatke javno dostupnim na internetu.

Istraživački je tim također definirao četiri ključna pitanja koja predložak treba nastojati pokriti. To su (Stuedler, Williamson i Rajabifard, 2003):

- indikacija reda veličine osnovnih zadaća katastarskog sustava: koliko parcela treba premjeriti i uknjižiti;
- indikacija opsega i izazova povezanih s neformalnim zauzimanjem zemljišta;
- uloga katastra u infrastrukturama prostornih podataka, te uvidjeti potpunost, sveobuhvatnost, uporabu i korisnost prostornih katastarskih podataka;
- bolje razumijevanje izgradnje kapaciteta koja je uspostavljena ili koja bi trebala biti uspostavljena kako bi podržala sustav.

4. Zaključak

Iz svih metodoloških pristupa koji su prikazani u ovom radu vidljivo je da trenutno ne postoji opće prihvaćena metodologija ili okvir na međunarodnoj razini koja bi pomogla u mjerenju i usporedbi katastarskih sustava. To je dijelom zato što su oni u stalnoj reformi, a vjerojatno i važnije, jer su oni dio različitih nacionalnih identiteta koji predstavljaju percepciju države o zemljištu, što ih čini izrazito različitim u svakoj zemlji. Metodologije koje daju kvalitativne opise SUZ-a su informativne, ali često subjektivne i ne pomažu u procesu donošenja odluka.

Učinkovita optimizacija katastarskih sustava podrazumijeva unapređenje kritičnih komponenti sustava što je nemoguće bez jasnog formuliranja željenog stanja sustava. Stoga je temeljna pretpostavka vrednovanja postojanje strateškog dokumenta u kojem su definirani ciljevi koji se žele postići, mjere i aktivnosti putem kojih se oni namjeravaju ostvariti, pokazatelji kojima će se mjeriti ostvareno. U nedostatku nacionalnih dokumenata koji bi definirali ciljeve, studije kao što su FIG-ov Katastar 2014 ili vizija sustava upravljanja zemljištem (Williamson, 2005.) mogu poslužiti kao dobro polazište. Pokazatelji koji bi služili za ocjenu stanja i praćenje pojedinih komponenti katastarskih sustava, te njihova uloga u praćenju ciljeva održivog razvoja predloženi su od nekoliko studija opisanih u ovom radu.

Literatura

Belej, M. i Zrobek, S. (2002): Benchmarking cadastral systems: an approach based on statistical techniques - Benchmarking cadastral systems: an approach based on statistical techniques - OICRF. 23rd Urban Data Management Symposium: 30 Years of UDMS Looking Back, Looking Forward.

Kaplan, R.S., i Norton, D.P. (1996): The Balanced Scorecard – Translating Strategy into Action. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts

Kaufmann, J. (2002): Benchmarking Cadastral Systems - Results of the working group 7.1 of FIG-Commission 7. Benchmarking Cadastral Systems

Lavadenz, I., Sanjak, J., Barnes, G., Adlington, G. (2002): Concept paper and annexes - comparative study of land administration systems

Onsrud, H. (1999): Ensuring Success in Land Administration Projects in Countries in Transition. Paper prepared for the First Session of the UN-ECE Working Party on Land Administration, Geneva

Roić, M., Tomić, H., i Mader, M. (2016). Ocjena i unapređenje okruženja uređenja zemljišta u Hrvatskoj. Zbornik VI. Hrvatskog Kongresa o Katastru, 11.-14.4.2018., Zagreb, Hrvatska., str. 133–141.

Silva, M. A., i Stubkjær, E. (2002): A review of methodologies used in research on cadastral development. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26(5)

Stuedler, D. (2004): A Framework for the Evaluation of Land Administration Systems, doktorska disertacija

Stuedler, D., Williamson, I., Kaufmann, J., Grant, D. (1997): Benchmarking cadastral systems. *Australian Surveyor*, 42(3)

Stuedler, D. i Kaufmann, J. (1998): CADASTRE 2014 and beyond, *The International Federation of Surveyors (FIG)*.

Stuedler, D., Williamson, I. & Rajabifard, A. (2003): The development of a cadastral template. *Journal of Geospatial Engineering*, 5(1), str. 39–48.

Ting, L. i Williamson, I. (1999): *Cadastral Trends: A Synthesis*. Australian Surveyor, 44

Williamson, I. P. (2005): A land administration vision. Expert Group Meeting on Incorporating Sustainable Development Objectives into ICT Enabled Land Administration Systems, Melbourne, Australia

Abstract

Comparison of cadastral systems

Land administration systems and cadastral systems as their key components are continuously evolving as a result of new social needs and the relationship that society has with land. Many existing systems are products of the economic and land paradigms of the 19th century and they have failed to properly support sustainable development. In response to this situation, traditional cadastres are evolving into comprehensive systems that address broader issues than location and interests on land. Many developed countries, but also developing ones, recognize the need to assess cadastral systems to help identify areas for improvement, how their systems adapt to respond to future needs. Countries are continuously rearranging and conducting activities in different segments of the cadastre, comparing systems and trying to identify the best practices of a nation of similar socio-economic status. The paper analyses different approaches to the evaluation and comparison of cadastral systems. The most important evaluation models are given, which list the advantages and disadvantages. The diversity of levels of development of cadastral systems in the world makes it difficult to develop a universal model of evaluation and comparison.

KEYWORDS: *cadastral system, land administration system. evaluation, benchmarking*

SESIJA 2

CILJ 2: ISKORJENJIVANJE GLADI - ULOGA KOMASACIJA -

Promoviranje održive poljoprivrede.

KOMASACIJA: PRETPOSTAVKA ODRŽIVE POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE

Ivo Grgić, Magdalena Zrakić Sušac

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska, igrgic@agr.hr

Sažetak

Poljoprivredna proizvodnja danas, ali još više u budućnosti, će biti pod utjecajem mnoštva čimbenika pri čemu je dio njih u određenoj mjeri moguće kontrolirati. Uz to bitna je i promjena prisutne poljoprivredne paradigme. Prvo što traži promjenu je odmak poljoprivrede od „zakona velikih brojki“ tj. iz sfere profita i njene industrijalizacije u područje poljoprivrede kao načina života tj. njenog održivog, integralnog razvitka. Drugo je umanjeње utjecaja odnosno odgovor na klimatske oscilacije što zahtijeva novu globalnu regionalizaciju poljoprivrede te povratak starim sortama, pasminama te tradicionalnim tehnikama proizvodnje. Treće je odabir nositelja poljoprivredne proizvodnje koji će dobro gospodariti ograničenim i ugroženim proizvodnim resursima, prvenstveno poljoprivrednim zemljištem. Da bi se polučili globalni rezultati, neophodan je širi konsensus, jer „zakon spojenih posuda“ u globaliziranom svijetu kod „iskakanja“ većeg igrača dovodi do urušavanja cijelog koncepta održivosti. Kod svega toga bitno je provođenje komasacije poljoprivrednih površina. Vrlo često se propituju ciljevi i efekti komasacije. Kao bitni ciljevi se navode okrupnjavanje katastarskih čestica u veće i pravilnije radi njihovog ekonomičnijeg iskorištavanja i stvaranja povoljnijih uvjeta za razvoj proizvodnje. Tu su hidromeliorativni zahvati, izgradnja putne mreže te sređivanje imovinsko-pravnih odnosa na zemljištu. Postizanje navedenih ciljeva dovelo bi i do poboljšanja uvjeta života i rada na selu, stvorilo bi se i učinkovitije tržište nekretnina tj. novi katastar i zemljišne knjige.

KLJUČNE RIJEČI: komasacija, poljoprivredno zemljište, konkurentnost, Republika Hrvatska

1. Uvod

Organizirano razmišljanje o unapređivanju poljoprivredne djelatnosti i seoskoga gospodarstva provođenjem komasacije u Republici Hrvatskoj javlja se već u 18. stoljeću, no tek se 1836. godine, na zajedničkoj sjednici Hrvatskog i Ugarskog sabora, donosi prvi pravni akt—Urbarski zakon—koji se koristi na ovim prostorima, pa tako i na području današnje Požeško-slavonske županije (Boban, 2012). Prema King i Burton (1982), McPherson (1982) i Van Dijk (2003) komasacija je jedan od učinkovitih načina okrupnjavanja fragmentiranog poljoprivrednog zemljišta.

Prema mnogima, komasacija je jedna od najzahtjevnijih agrarnih operacija. Ona značajno zadire u gospodarsko ali i sociološko tkivo ruralnog prostora. Komasaacija je pokretač mijenjanja agrarne strukture područja pri čemu dolazi do smanjenja broja poljoprivrednih gospodarstava a posljedično i do povećanja prosječne veličine posjeda i parcela¹. S time ona značajno utječe na uređenje i razvoj sela odnosno na promjenu njegovog izgleda².

Kranjčević i Prosen (2003) promatraju komasaciju kao doprinos održivom razvitku ruralnog prostora, a Bacman i Ősterberg (2004) kao dobrobit za društvo. Za Kovacs (2003) komasacija je najkompletniji i najkompleksniji agrarni postupak kojim se ne rješava samo okrupnjavanje zemljišta, nego se utječe i na ruralni razvoj kroz uređenje i razvoj sela. Slično misle i Ivković i sur. (2005) koji kroz postupak komasacije vide rješenje imovinsko-pravnih odnosa, usitnjenosti (fragmentacija) zemljišta, ekonomičnosti poljoprivredne proizvodnje, potrebe uređenja prostora i drugih aktualnih problema vezanih uz zemljište.

Da je okrupnjavanje površina postupkom komasacije jedan od bitnih čimbenika razvoja poljoprivrede smatraju i Cetl i Prosen, (2001) Dolanjski i sur. (2003) te i mnogi drugi.

Sam postupak komasacije mogu pokrenuti vlasnici poljoprivrednog zemljišta, lokalna samouprava te država. I kada to čini država, pretpostavka je dobro „pripremljen teren“ odnosno odobranje od većine vlasnika zemlji-

¹ Ovdje se misli na katastarske parcele dok se na mjestima u radu spominju i ARKOD parcele koje se po definiciji razlikuju

² <https://smarter.hr/komasacija-poljoprivrednog-zemljista-prica-za-zabavu-ili-zasto-nema-pomaka/>

šta koji će biti ili se žele uključiti u proces komasacije. I sva tri potencijalna dionika procesa nastupaju sa zajedničkim ali i parcijalnim ciljevima. Proizvođači žele dobiti što više „svojih poljoprivrednih ali uređenih površina“, lokalna zajednica miran prijelaz s neracionalne u efikasnu i samoodrživu poljoprivredu a Država cjenovno konkurentne poljoprivredne proizvođače te što jeftinije proveden proces komasacije.

Ipak, najvažnije je da nakon provedenog postupka poljoprivrednici dobivaju manji broj površinski većih parcela pravilnijeg oblika te s obzirom na konfiguraciju terena i s povoljnijom orijentacijom. Ovo je naročito značajno za voćarsku i vinogradarsku proizvodnju ali i zbog vodozaštite (otjecanja viška voda ili čuvanja vlage). Novoformirane parcele su u pravilu i bliže gospodarskom dvorištu te se smanjuju transportni troškovi i omogućava veća i stalna briga o usjevima. Uređenjem kanalske mreže povećava se zaštita od elementarnih nepogoda ali je olakšan i omogućen pristup parcelama. Suvremena mehanizacija bolje se koristi jer je manje praznih hodova i manje utroška pogonskog goriva, povećava se prirod, ukupna proizvodnja te produktivnost i sam dohodak. Tako uređenom poljoprivrednom zemljištu povećava se tržišna vrijednost jer se „podigla“ inicijalna plodnost ali i smanjile opasnosti od poplava i suša zbog hidro-melioracijskih zahvata. Komasacijom se mora osigurati raspored površina svih korisnika i svakog pojedinačno, koji će omogućiti da se poljoprivredna proizvodnja odvija sa što nižim troškovima (Grgić, Svržnjak, Prišenk i Zrakić 2016).

Osim navedenih koristi Rapaić, Hadelan i Husnjak (2016) navode i koristi kao što su povećanje poreznih prihoda zbog rasta dohotka u poljoprivrednoj proizvodnji, povećanje prihoda od prometa poljoprivrednog zemljišta, povećanje zaposlenosti i osiguravanje sirovina za potrebe preradbene industrije. Pretpostavka je da se promjenom zemljišne strukture mijenja i proizvodna struktura ka kapitalno odnosno radno intenzivnim kulturama. Prema Malenici (2015) komasacija potiče neposredno i izgradnju objekata od javnog interesa. Komasacija se zahvaljujući svojoj primjeni pokazala ne-

zamjenjivom u razrješavanju nesređenog zemljišnog stanja. U prošlosti je imala veliku važnost samo za poljoprivredu, dok se u budućnosti težište komasacije pomiče k integralnom djelovanju i razvoju cijelog društva (Boban, 2012).

2. Stanje poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj

U poljoprivredi Hrvatske zastupljeno je nekoliko vlasničkih oblika poljoprivrednih gospodarstava i to obiteljska poljoprivredna gospodarstva, samoopskrbna poljoprivredna gospodarstva, trgovačka društva, zadruge te druge pravne osobe (crkva, vojska, obrazovne ustanove i druge). Po broju i po poljoprivrednim površinama najzastupljenija su obiteljska poljoprivredna gospodarstva.

Na dan 31.12.2019. godine u Hrvatskoj u bazi ARKOD³ bilo je upisano 159.682 poljoprivredna gospodarstva koja su imala 1.145.175,3 ha u 2.962.879 parcela. Prosječna poljoprivredna površina po gospodarstvu je bila 7,2 ha a prosječna ARKOD parcela je bila 0,39 ha.

U kategoriji do 3 ha je bilo 98.027 gospodarstva s 116.541 ha te 954.372 parcel2. Prosječna površina po gospodarstvu je bila 1,2 ha odnosno parcela je bila 0,12 ha. Još je bolji relativni pokazatelj udjel broja u ukupnom broju gospodarstava u ARKOD-u (61,3%), površinama (10,2%) te broju parcela (32,2 %). Sve nas ovo upućuje na izuzetno naglašen problem usitnjenosti proizvodnih površina koje bi se trebale naći u komasacijskom procesu.

Usitnjenost posjeda i njegova rascjepkanost su ograničavajući faktori u poljoprivrednoj proizvodnji jer dovode do velikog rasipanja radnog vremena na prazne hodove i nepotrebne Transporte te do osjetnog smanjenja učinka poljoprivrednih strojeva koji se smanjuje razmjerno s rascjepkanosti i udaljenosti parcela (Bebek Škegro, 1978). Koliko je to naglašeno, vidljivo je kod naše najvažnije krušarice, a to je pšenica.

Tablica 1. Zasijane površine ozimom pšenicom u vlasništvu obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava prema razredima zasijanih površina na dan 31.12.2019.

Razred	ha	broj proizvođača	ha/proizvođaču
Do 1 ha	443	1.401	0,32
1,01 do 3,0	1.101	2.093	0,53
3,01 do 5,0	951	1.188	0,80
5,01 do 8,0	1.533	1.406	1,09

3 »ARKOD« je evidencija uporabe poljoprivrednog zemljišta u digitalnom grafičkom obliku na području Republike Hrvatske

8,01 do 10,0	847	604	1,40
10,01 do 20,0	4.047	2.355	1,72
20,01 do 50,0	9.854	3.745	2,63
50,01 do 100,0	15.487	3.820	4,05
100,01 do 200,0	20.635	3.410	6,05
200,01 do 300,0	12.866	2.086	6,17
300,01 do 500,0	14.000	1.619	8,65
Preko 500,01	9.537	1.102	8,65
Ukupno:	91.301	24.829	3,68

Izvor: Tražene kulture na Jedinstvenom zahtjevu iz 2020., <https://www.aprrr.hr/agronet/>

Iz tablice je vidljivo da i kod proizvodnje pšenice u vlasništvu obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava susrećemo relativno male prosječne površine po proizvođaču koja ne osigurava i cjenovnu konkurentnost proizvodnje. U površinskom razredu do 10 ha je bilo 27% proizvođača s ukupno 5,3% ukupno zasijanih površina, odnosno po proizvođaču 1,4 ha. I ukupna prosječna površina pod pšenicom kod OPG-ova od 3,68 ha ukazuje na potrebu okrupnjavanja površina odnosno na potrebu provedbe komasacije.

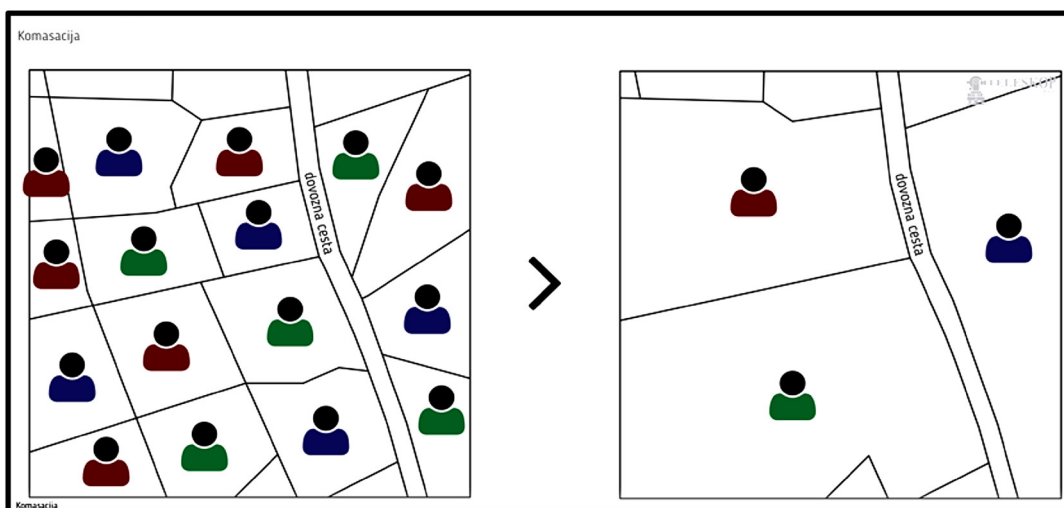
2.1. Komasacija poljoprivrednih površina da i/ili ne

Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta od 24. travnja 2015. godine⁴ nije niti zaživio, a već se bilo pristupilo promišljanju novog zakona. Ovakav pristup mnogima je bio znak da se ništa i ne želi mijenjati. Drugima je bio potvrda njihova mišljenja da "Strategija komasacije" i nije potrebna. Umjesto Strategije potreban je neki operativniji dokument (Pravilnik, Aneksi na postojeći zakon...) u kojemu bi se detaljnije precizirala

procedura, kriteriji odabira područja za komasaciju, potrebna dokumentacija, naknade i slično koje se pojavljuju u procesu komasacije" (Grgić, Svržnjak, Prišenk i Zrakić 2016).

Neki stručnjaci kao prijelazno rješenje vide u pojednostavljenju postupka okrupnjavanja zemljišta u kojima nije potrebna komasacija i gdje se okrupnjavanje može provesti bez složene administrativne procedure. Tako se, po mnogima, bez komasacije može napraviti spajanje čestica u istom vlasništvu pogrešno zaključujući da za taj postupak nisu potrebne usluge geodete. Takva spajanja čestica trebaju se omogućiti sa što manje naknada te ukinuti sve naknade koje postoje prilikom dobrovoljne zamjene zemljišta koju samostalno dogovore poljoprivrednici. Ali, trebalo bi postrožiti primjenu poreza (naknade) za neobrađeno poljoprivredno zemljište što bi trebalo motivirati njegove vlasnike na prodaju ili davanje u najam.

Komasacija, kao kompleksan agrotehnički postupak, mora imati interdisciplinarni pristup rješavanju problema, odnosno, važno je uključiti različite profile struč-



Slika 1: Poljoprivredne površine prije i poslije komasacije (<http://www.teleskop-doo.si/komasacija/>)

⁴ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_51_994.html

njaka. Neizostavni u tom procesu su geodeti. Ovlašteni geodetski stručnjak obavlja geodetske poslove koji su određeni Zakonom o komasaciji poljoprivrednog zemljišta, a obuhvaćaju aktivnosti od početka procesa - definiranja granica komasacijskog procesa, preko izrade prijedloga diobe komasacijske gromade do izrade tehničkog elaborata o komasaciji.

2.2. Komasacija i poljoprivredna proizvodnja

Provođenje komasacije ima izravan učinak na konkurentnost s obzirom da se rješava uređenje cjelokupnog ruralnog prostora, a poljoprivredna gospodarstva se potiču na kupnju/prodaju ili zamjenu parcela u cilju smanjivanja broja parcela i povećanje prosječne veličine OPG-a (Grgić, Svržnjak, Prišenk i Zrakić 2016).

Tako uređenom poljoprivrednom zemljištu povećava se tržišna vrijednost jer se „podigla“ inicijalna plodnost ali i smanjile opasnosti od poplava i suša zbog hidromelioracijskih zahvata. Komasacijom se mora osigurati raspored površina svih korisnika i svakog pojedinačno, koji će omogućiti da se poljoprivredna proizvodnja odvija sa što nižim troškovima (Rajković, Gostović i Otašević, 1978).

O potrebi komasacije u našoj agrarnoj strukturi vidljivo je iz Tablice 2 i Tablice 3. Komasacija je provedena osamdesetih godina prošlog stoljeća na području današnje općine Novska.

Postupkom komasacije broj parcela smanjio se sa 118 na 30 odnosno za čak 74,6%. Postotak smanjenja je različit od OPG-a do OPG-a i bio je od 66,7% do čak 85,7%.

Svrhovitost smanjenja broja parcela komasacijom pokazalo je i istraživanje Svjetske banke (Lerman i Cimpoieș, 2006) jer je utvrđen negativan odnos između produktivnosti i broj parcela u vlasništvu poljoprivrednika. Produktivnost zemljišta i rada smanjuje se povećanjem parcela i negativni odnos produktivnosti i parcelizacije je statistički značajna

($p < 0,1$). Austrija je u jednoj proizvodnoj zajednici proizvodnju mlijeka povećala za 50% nakon konsolidacije zemljišta. U Švicarskoj i Njemačkoj istraživanjem se pokazao temeljni utjecaj agrarna rekonstrukcije na produktivnost rada i volumen poljoprivredne proizvodnje (Grgić, Svržnjak, Prišenk i Zrakić 2016). Još veći i bolji efekti su vidljivi kod udaljenosti parcela od gospodarskog dvorišta.

Tablica 2. Komasacija na području općine Novska – broj parcela

Redni broj OPG-a	Broj parcela po OPG-u		% smanjenja
	Prije komasacije	Nakon komasacije	
1	10	3	70,0
2	12	3	75,0
3	9	2	77,8
4	14	4	71,4
5	15	5	66,7
6	28	4	85,7
7	7	2	71,4
8	6	2	66,7
9	10	3	70,0
10	7	2	71,4
Ukupno	118	30	74,6

Izvor: Grgić, I., Svržnjak, K., Prišenk, J., Zrakić, M. (2016), a prema Gašparović (2010)

Tablica 3. Komasacija na području općine Novska – udaljenost parcela

Redni broj OPG-a	Ukupna udaljenost parcela od gospodarskog dvorišta, km		Smanjenje udaljenosti	
	Prije komasacije	Nakon komasacije	km	%
1	22,078	3,065	19,013	86,12
2	14,791	2,653	12,138	82,06
3	9,728	1,839	7,890	81,10
4	30,466	5,080	25,386	83,33
5	19,453	6,157	13,296	68,35
6	49,189	4,131	45,048	91,60
7	11,063	2,225	8,839	79,89
8	11,728	3,499	8,229	70,17
9	9,214	4,210	5,004	54,31
10	12,067	2,213	9,849	81,62
Ukupno	189,779	35,077	154,702	81,52

Izvor: Isto kao za Tablicu 2

Ukupna udaljenost svih parcela od gospodarskog dvorišta smanjila se za ukupno 154,702 km ili za 81,52%.

3. Zaključak

Provedbom komasacije se napokon rješavaju dugo neriješena imovinsko-pravna pitanja što je karakteristika hrvatske naslijeđene i neriješene vlasničke strukture. Komasacijom se poboljšava prometna povezanost s parcelama i smanjuju transportni i troškovi praznog hoda, ali se i provodi uređenje tla (hidromelioracije) i drugo.

Provedena istraživanja su pokazala da veće parcele bliže gospodarstvima, pravilniji oblici parcela, smanjivanje neobrađene površine zemljišta među parcelama i slično, daju osjetnu ekonomsku prednost gospodarstvima u smislu učinkovitije organizacije rada, smanjivanja troškova rada, transportnih troškova i troškova goriva. Također, istraživanja vezana uz utjecaj zemljišta na konkurentnost određenih proizvodnji kao što su kukuruz, jabuka i tov junadi u Hrvatskoj u uvjetima međunarodnog tržišta pokazuju da se konkurentnost povećava s povećanjem veličine gospodarstava. Samo ovi navedeni efekti komasacije trebali bi biti dovoljan poticaj ozbiljnijeg pristupa ovoj problematici.

I na kraju, ako bismo navodili elemente opravdanosti komasacije poljoprivrednog zemljišta u hrvatskim uvjetima bilo bi ih bezbroj. Razloga za neprovođenje je znatno manje i osnovni je manjak želje državne administracije da od deklarativnog pređe na provedbeno. Nečinjenje kroz sve ove godine je još žalosnije zbog spoznaje da se komasacija na ovim prostorima provodila puno prije nego u mnogim europskim državama,

da posjedujemo stručni i znanstveni kadar iz ovoga područja te da čak i u visokoškolskom obrazovanju školujemo mlade za nešto što ne želimo pokrenuti.

Literatura:

Boban, T. (2012): Značenje primjene komasacije u prošlosti i sadašnjosti uz vrednovanje nekoliko specifičnih lokacija u Požeško-slavonskoj županiji, Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, 1, 273-291

Bebek, D., Škergo, R. (1978): Komasacija zemljišta i njen doprinos proizvodnji hrane, Sociologija sela 61/62, 56-68

Gašparović, M. (2010): Komasacija na području općine Novska, osobna arhiva

Grgić, I., Svržnjak, K., Prišenk, J., Zrakić, M. (2016): Komasacija poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj u funkciji veće konkurentnosti poljoprivredne proizvodnje, Actual Tasks on Agricultural Engineering-Proceedings of the 43. International Symposium on Agricultural Engineering / Kovačev, Igor (ur.), Opatija 23-26. veljače, str. 533-542.

King, R., Burton, S. (1982): Land fragmentation and consolidation in Cyprus: A descriptive evaluation, Agricultural Administration, 11, 3, 183-200.

Lerman, Z. (2002): Productivity and efficiency of individual farms in Poland: A case for land consolidation. Selected paper presented at the AAEA Annual Meeting, Long Beach, California, July 28-31.

Malenica, I. (2015): Novo uređenje komasacije poljoprivrednog zemljišta u Hrvatskoj, Zagrebačka pravna revija, 4, 3, 363-391.

McPherson, M. F. (1982): Land fragmentation: A selected literature review, Development discussion paper no. 141, Harvard Institute for International Development, Harvard University.

Rajkov, B., Gostović, M., Otašević, S. (1978): Komasaacija i organizacija poljoprivredne proizvodnje, Sociologija sela 61/62, 99-106

Rapačić, M., Hadelan, L., Husnjak, S. (2016): Izravne i neizravne koristi komasacija na primjeru k.o. Gundinci, Zbornik radova 9. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije "Geodezija kao profesija – Doing Business in Croatia" Opatija, Hrvatska, 15-19

Svržnjak, K. (2012): Mjere okrupnjavanja poljoprivrednog zemljišta kao činitelj konkurentnosti hrvatske poljoprivrede, doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agromski fakultet, Zagreb

Van Dijk, T. (2003): Dealing with central European land fragmentation, Eburon, Delft

URL 1: <https://www.aprrr.hr/agronet/>

URL 2: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_05_51_994.html

URL 3: <https://smarter.hr/komasacija-poljoprivrednog-zemljista-prica-za-zabavu-ili-zasto-nema-pomaka/>

URL 4: <http://www.teleskop-doo.si/komasacija/>

Abstract

LAND CONSOLIDATION: A PREREQUISITE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION

Agricultural production today, but even more so in the future, will be influenced by a variety of factors, some of which can be controlled to a certain extent. Furthermore, a change in the current agricultural paradigm is important. The first thing that requires a change is the shift of agriculture from the "law of large numbers", i.e. from the sphere of profit and its industrialization, to the sphere of agriculture as a way of life, i.e. its sustainable, integral development. The second is to reduce the impact, i.e. to respond to climate variability, which requires a new global regionalization of agriculture and a return to old varieties, breeds and traditional production techniques. The third is the choice of the owner of agricultural production, who will manage well the limited and endangered production resources, primarily agricultural land. A broader consensus is needed to achieve global results, because the "law of connected vessels" in a globalized world leads to the collapse of the whole concept of sustainability when a larger actor "emerges". In all this, it is important to implement the consolidation of agricultural land. The goals and effects of land consolidation are often questioned. The important objectives are the consolidation of cadastral parcels into larger and more regular parcels in order to make more economic use of them and create more favorable conditions for the development of production. There are hydromeliorative interventions, the construction of a road network and the regulation of ownership and legal relationships in the land. Achieving these objectives would lead to improved living and working conditions in the countryside and create a transparent land market, i.e. a new cadastre and land register.

KEYWORDS: *land consolidation, agricultural land, competitiveness, Republic of Croatia*

ORGANIZACIJA POSLOVANJA, RAZVOJ INFRASTRUKTURE I SUSTAV OSIGURANJA KVALITETE U SREDNJOJ ŠKOLI MATIJE ANTUNA RELJKOVIĆA U SEKTORU POLJOPRIVREDE

Marija Tomić

Srednja škola Matije Antuna Reljkovića, Ul. Ivana Cankara 76, Slavonski Brod, marija.tomic6@skole.hr

Sažetak

Organizacija poslovanja, razvoj infrastrukture i sustav osiguranja kvalitete poljoprivredna škola Matije Antuna Reljkovića, kroz svoje projekte, ukupno preko pedeset, sa povučenih oko 5 milijuna Eura promovira strukovno obrazovanje u poljoprivredi sa ciljem stjecanja novih kompetencija i pristupa modernim inovativnim tehnologijama kako bi unaprijedili svoja znanja i vještine i time postali konkurentni na tržištu rada. Planirani projekti su imali za cilj: poboljšati materijalne uvjete za izvođenje praktične nastave, uvođenje inovativnih metoda poučavanja kroz uspostavljanje proizvodnog edukacijskog ekološkog parka, agro ekonomski model proizvodnje u ekološkoj hortikulturi. To ostvarujemo na terenu kroz praktičan rad hidroponskog uzgoja u plastenicima, sušari, vinogradu, voćnjaku, šumarskom poligonu, konjima i ovcama, visokim gredicama za invalidne osobe, 55 ha oranica planirajući svake godine tehnološke postupke okrenute prema tržištu rada do konačnog proizvoda, bučinog ulja, brašna, kukuruza kokičara, ozima pšenice, zob, do zdrave prehrane u školskoj kantini. Drugi važan cilj je dostupnost i poboljšanje, modernizacija obrazovnih kurikulum u poljoprivrednim zanimanjima koje obrazuje naša škola. Svaki projekt je ostvario svoj ishod bilo u poticanju održivog razvoja obnovljivih izvora energije, očuvanja okoliša ili zdrave prehrane, do međunarodne suradnje i natjecanja naših učenika. Poticanje gospodarskog razvoja prekogranične suradnje, uključenost osoba sa posebnim potrebama, podizanje razine njihove zapošljivosti, te njihova integracija na tržište rada kroz edukaciju, infrastrukturna prilagodba praktične nastave, svakako su tražili edukaciju svih profesora za rada sa učenicima sa posebnim potrebama. Tako da su profesori stekli certifikate trenera kako u znakovnom pismu tako i u organskoj proizvodnji hrane. Najveći projekt škola je 2013.g.zajedno sa Županijom Brodsko posavskom ostvarila kroz izgradnju i opremanje Regionalnog Centar Biotehnološka istraživanja na gospodarstvu naše škole sa in vitro proizvodnjom paulovnije, maline, kupine i aronije, sa ciljem umrežavanja i generiranja novih znanstvenih ideja koja su stavljena na raspolaganje učeniku, studentu i široj društvenoj zajednici.

KLJUČNE RIJEČI: *Poljoprivreda, strukovno obrazovanje, kurikulum, istraživanje.*

1. Uvod

Srednja škola Matije Antuna Reljkovića jedina je škola u Brodsko-posavskoj Županiji koja obrazuje učenike u sektoru poljoprivrede, prehrane, veterine, šumarstva, kemije i geodezije. Brodsko-posavska Županiju karakterizira plodno i produktivno tlo. Na njenom području ima 116.390 ha poljoprivrednih površina, od kojih je 89% obradivih. U strukturi obradivih površina najveći je udio oranica i vrtova sa 88, 883 ha, odnosno 85, 8%. To je

znatno intenzivnija obrada poljoprivrednog zemljišta u odnosu na prosjek Republike Hrvatske koji iznosi 73%. Tu su i brojna zaštićena prirodna područja (Lonjsko polje, Jelas ribnjaci, Jelas polje Ganja, Bara Dvorišna....), a ukupni šumski fond iznosi 33, 3 % ukupne površine županije (1).

Razvojni potencijali Brodsko-posavske Županije veliki su, posebno u području poljoprivrede. Povoljni geo-

grafski, pedološki i klimatski uvjeti, uz ratarsku proizvodnju i proizvodnju industrijskih kultura preduvjet su za intenzivniju voćarsku, vinogradarsku, povrtlarsku proizvodnju, komercijalnu i ekološku poljoprivredu, stočarsku proizvodnju i razvoj obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava.

Županija ima značajne potencijale, ali i probleme. Nezaposlenost, niski prihodi, nedostatak privatnih investicija, zastarjela tehnologija, usitnjenost poljoprivrednih površina i dobna starost obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava ograničenja su za intenzivniji razvoj.

Srednja škola Matije Antuna Reljković uočila je prednosti i prepoznala probleme. Povezali smo školu i gospodarstvo, povećali suradnju s javnim sektorom i gospodarskim subjektima, socijalnim partnerima u RH i u EU. Usmjerali smo svoje aktivnosti na stručno usavršavanje nastavnika, nove kurikulume, inovativne modele učenja i poučavanja. Ponudili smo i proveli programe cjeloživotnog učenja zaposlenima i nezaposlenima, nezaposlenim ženama i osobama s invaliditetom.

Kao jedina poljoprivredna škola koja djeluje u ovom dijelu Posavske regije i Županije, predstavlja glavni obrazovni fokus za razvoj poljoprivrede u navedenim područjima. S obzirom na potrebu za poboljšanjem poljoprivredne proizvodnje i inovacija u novom dinamičnom uzgoju, škola je prepoznala važnost mikro propagacije i biotehnoških istraživanja. Tako je započela proizvodnju u malom laboratoriju novih bez virusnih sadnica za uzgoj biljaka koje se savršeno uklapaju u tlo i odgovaraju klimatskim uvjetima Županije. koja je svojim učenicima, budućim poduzetnicima u poljoprivredi ponudila najsuvremenije obrazovanje u poljoprivredi. Ta proizvodnja zasigurno nije dovoljna da bi imala značajniji utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju i njezinu strukturu promjene, već je potrebna sveobuhvatna podrška i umrežavanje svih relevantnih poljoprivrednih poslovnih pružatelja usluga u širem segmentu poljoprivrednih proizvođača pa Škola, Brodsko-posavska Županija i Razvojna agencija Brodsko-posavske Županije, 2013. osnivaju Regionalni centar za biotehnoška istraživanja i razvoj. Centar djeluje u školskoj novosagrađenoj zgradi na školskom zemljištu. Osim Regionalnog centara za biotehnoška istraživanja i razvoj, školske učioničke prostore, praktikume, laboratorije i vanjske didaktičko oblikovane prostore, kao nastavnu bazu koriste studenti Veleučilišta u Slavenskom Brodu Poljoprivredni odjel, preddiplomski Stručni studij bilnogojstva, smjer Hortikultura.

2. Srednja škola Matije Antuna Reljkovića

2.1. Razvojni put

Da smo kvalitetna, razvojno orijentirana škola prepoznatljivog imidža, škola s visokim stupnjem zadovoljstva i kompetencija naših učenika te zadovoljstvom roditelja i nastavnika pokazuje naš povijesni pregled razvoja škole.

Škola djeluje u kontinuitetu od 1959. godine. Od tada, pa sve do danas, jedina je poljoprivredna škola u ovom dijelu Posavine i Brodsko-posavske Županije. Bila je to škola s praktičnom obukom i sa 72 upisana učenika, bez vlastite zgrade, a danas...

Npr. Centar smo novih tehnologija, organizacije seminara, savjetovanja, tribina, tečajeva, okruglih stolova, stručnih skupova i simpozija jačanjem infrastrukture i ljudskih resursa (URL1).

Sve smo postigli vlastitim snagama i partnerstvom s ključnim dionicima – lokalnom, nacionalnom i međunarodnom suradnjom.

Razvojni put škole:

- Od ljeta 1960. godine kada je počela etapna izgradnja vlastite školske zgrade na današnjoj lokaciji do danas Škola je osnovala školsku ekonomiju s dvije jedinice, vježbalište za učenike i odgojno-obrazovna jedinica.
- 1963. godine dovršena je školska zgrada.
- 1982. godine Poljoprivredni školski prehrambeni centar pripojen je "Jasniju".
- 1991. godine ukida se školski poljoprivredno-prehrambeni centar i škola je registrirana kao Srednja tehnička stručna škola za obrazovanje učenika za potrebe poljoprivrede, veterine, prehrane i kemijsko tehnološkog usmjerenja.
- 1995. godine je uveden program obrazovanja šumarski tehničar. Iste godine započinje gradnja školske dvorane.
- 2003. godine počinje izgradnja nove školske zgrade i adaptacija postojeće.
- 2006. godine započinjemo s pisanjem projekta Cards 2004. Opremammo školu suvremenom opremom iz predpristupnih fondova EU
- 22.siječnja 2007. godine svečano otvaramo novo krilo škole, kojem je prisustvovao i ministar znanosti, obrazovanja i sporta prof. dr. sc. Dragan Primorac.
- 21. ožujka 2013. godine svečano otvorenje 8. Alpe-Adria šumarske Olimpijade na školskom šumarskom poligonu.

- 22. listopada 2013. godine svečano otvorenje Regionalnog centra za biotehnoška istraživanja i razvoj Brodsko-posavske u nazočnosti ministra poljoprivrede Tihomira Jakovine.
- 4.-5. studenog 2014. godine svečano predstavljanje rezultata projekta iz dodjele bespovratnih sredstava za poslovnu infrastrukturu uz nazočnost potpredsjednika Vlade Republike Hrvatske i ministra regionalnog razvoja i fondova EU Branka Grčića.
- 2018. godine započeo je projekt energetske obnove škole.

2.2. Projekti koji su obilježili razvojni put škole

Aplicirali smo i proveli preko tridesetak EU projekata, kao nositelji ili partneri. Povukli smo iz EU fondova oko 50 000 000, 00 kn, uložili smo ih u opremu, nove tehnologije i ljudske potencijale. Razvili smo kvalitetne i moderne kurikulume za sve profile koje obrazujemo. Ojačali smo ljudske resurse motivacijom i stručnošću - redovitim stručnim usavršavanjem. Modernizirali smo školu i stvorili učenicima optimalne uvjete za realizaciju kurikuluma.

Najvažniji i najsnažniji projekt koji smo proveli kao nositelj projekta u suradnji s našim partnerima Brodsko-posavskom Županijom i Centrom za razvoj brodsko-posavske Županije, u daljnjem tekstu CTR je projekt osnivanja Regionalnog centra za biotehnoška istraživanja i razvoj Brodsko-posavske Županije.

Svojim učenicima nudimo mogućnost nastavka obrazovanja u istoj zgradi. U školi se održava Studij bilnogojstva i hortikulture u suradnji s Veleučilištem, sada Sveučilištem, Slavonski Brod. Zajedno s fakultetima i drugim gospodarskim subjektima organiziramo znanstvene i međunarodne susrete. Škola postaje centar cjeloživotnoga učenja.

Škola ostvaruje značajnu Županijsku, međužupanijsku, prekograničnu i međunarodnu suradnju te organizaciju različitih županijskih, međužupanijskih te međunarodnih događaja. Značajna je međunarodna suradnja nače škole sa sličnim školama u cilju poboljšanja rada (razmijene nastavnika, učenika i studenata).

Posebnu suradnju škola ostvaruje s:

1. Landwirtschaftliche Fachschule Ehrental Klagenfurt,
2. Landwirtschaftliche Fachschule Stiegerhof Godersdorf,
3. Kenniscentrum Handel Eindhoven.

Škola je već godinama domaćin Međunarodnog gospodarskog sajma i Međužupanijske stočarske izložbe, a 2009., 2013. i 2017., 2018., 2019. godine bila je domaćin i međunarodne šumarske Alpen-Adria olimpijade.

Gospodarski dio naših programa uspješno se provodi kroz teorijsku i stručnu-praktičnu nastavu u obliku kvalitetnog timskog rada.

Informiramo i pripremamo učenike za uspješno polaganje ispita državne mature koji će im omogućiti upis na željeni fakultet. Dosadnja iskustva iz proteklih deset godina pokazuju da su se naši maturanti uspješno upisivali na sve fakultete, od poljoprivrede, veterine, PMF, šumarstva, kemijske tehnologije do medicine, građevine, geodezije, strojarstva, prava i dr. drugi su se odmah zaposlili u struci i sada s velikom radošću pratimo njihove rezultate.

Tijekom proteklih godina svoga djelovanja, škola se nametnula kao centar razvoja poljoprivredne tehnologije, ne samo u Posavini već i u regiji. Povezivali smo školu s potrebama gospodarstva i tržištem rada. Posljednjih nekoliko godina smanjuje se broj učenika u Županiji zbog trenda iseljavanja cijelih obitelji iz Slavonije. 2014/15 školu je pohađalo 876 učenika. Danas kolu pohađa 557 učenika, raspoređenih u 32 odjeljenja. Zaposleno je 96 djelatnika (CTR 2020).

Značajno mjesto zauzimaju i projekti iz programa Erasmus+ gdje učenici stječu vještine i znanja iz šireg spektra (digitalne vještine, razvoj materinskog i stranog jezika, socijalne vještine) koji implementiraju u svoje strukovne kapacitete. U zadnjih 10 godina Škola se umrežila s oko 30 europskih škola i posjetila je više od 100 gradova Europe u kojima su učenici imali priliku posjetiti proizvodnje i poslodavce iz područja strukovnih obrazovanja.

3. Projekti koji su u tijeku

U tijeku su dva projekta koje škola provodi:

1. ROSIS4H i
2. STRONGER.

3.1. ROSIS4H

ROSI4H, Interreg IPA (broj ugovora 2017HR-RS75 ROSIS 4H) (URL2). Glavni cilj je podržati jačanje konkurentnosti u hortikulturi u programskom području kroz kapitalizaciju rezultata prethodnog projekta Rosis, Rosas, Rosarum (3R) i poboljšanje učinkovitosti relevantnih centara kompetencija u poljoprivredi. Nositelj projekta je Centar za razvoj Brodsko - posavske Županije, a partneri Grad Šabac, Srednja poljoprivredna škola sa domom učenika - Šabac, Srednja škola Matije Antuna Reljkovića Slavonski Brod, Regionalni centar za biotehnoška istraživanja i razvoj Brodsko-posavske Županije d.o.o.

Projekt doprinosi konkurentnosti sektora boljim selektivnim odabirom proizvodnje, ciljanjem vidnim standar-

dima kvalitete i smanjenjem utjecaja opasnih tvari, od insekticida i pesticida na proizvode u prehrambenom lancu. Hortikulturni sektor će moći predstaviti atraktivan lanac vrijednosti i tako potaknuti nove investicije u sektoru poljoprivrede. Posebna će se pažnja posvetiti aktivnostima međusobnog umrežavanja svih dionika u hortikulturi.

Ciljane skupine su lokalna i regionalna uprava, interesne grupe i udruge, institucije za visoko obrazovanje i istraživanje, obrazovni centri i škole, mikro, mali i srednji poduzetnici u poljoprivredi i OPG-ovi, poduzetničke potporne institucije i javnost.

Projekt ROSIS4H provodi se na području Brodsko-posavske Županije u Republici Hrvatskoj te Mačvanskog okruga (grada Šapca) u Republici Srbiji, a nastavlja se na projekt RUŽE 1 (ROSIS, ROSAS, ROSARUM) u kojem su ciljane skupine iz obje zemlje radile na kreiranju budućnosti u hortikulturi s visokim potencijalima;

- Podrška uzgoju/tretiranju ljekovitog bilja/začina
- Savjetovanje o tlu
- Savjetovanje o bobičastom voću
- Korištenje kemikalija
- Podrška upravljanja klasterom
- Održan Trening trenera (Training of trainers) kroz 2 modula

U cilju jačanja i unapređenja kapaciteta partnerskih organizacija u isporuci novo razvijenih usluga i osnaživanju postojećih klastera tijekom ožujka i travnja 2019. proveden je Trening trenera za partnerske organizacije i članove postojećih klastera. Trening je podijeljen u dva dijela (modula), a treninzi su se održavali u Slavonskom Brodu i Šapcu.

Tijekom ožujka 2019. u Slavonskom Brodu održan je trening trenera u dva modula i to:

- **Modul 1** u području razvoja i podrške klasteru koji je imao za cilj kroz treninge formirati bazu specijaliziranih stručnjaka koji će unaprijediti kapacitete za prijenos znanja i daljnje usavršavanje drugih stručnjaka, uzgajivača, poduzetnika, klastera i predstavnika povezanih industrija/proizvodnji u svojoj regiji i kategoriji na širem području. Tijekom treninga obrađene su teme: komunikacijske i prezentacijske vještine, Management i organizacija klastera, poslovno pregovaranje i planiranje, internacionalizacija poslovanja MSP, umrežavanje te marketing na društvenim mrežama.
- **Modul 2** koncipiran je kao specijalna trodnevna edukacija na temu održive uporabe pesticida su-

kladno EU direktivama (zaštitnih sredstava u poljoprivredi s posebnim naglaskom na hortikulturu) koja će kroz prijenos znanja doprinijeti razvoju i unapređenju relevantne certificirane savjetodavne službene te također doprinijeti unapređenju kurikuluma poljoprivrednoj školi u Srbiji. U toj aktivnosti sudjelovali su predstavnici hrvatskih partnera/dionika, dodajući iskustvenu dimenziju učenja edukaciji (najbolje prakse, naučene lekcije).

Nakon provedene prve sesije treninga trenera, domaćin u nastavka održavanja Modula 1 bio je grad Šabac u razdoblju od 10. do 12. travnja. Sudionici modula 1 bili su članovi zadruge Natura Balkanka i Profil Agrap, djelatnici CTR-a te djelatnici Poglavarstva Grada Šabca. Kroz edukativne primjere i učenjem kroz praktične vježbe, sudionici su shvatili način funkcioniranja klastera te su izrazito zadovoljni završili šestodnevni trening.

Za provedbu aktivnosti angažirana je Tera technopolis d.o.o. iz Osijeka, renomirana tvrtka u području tehnologija, inovacija i poduzetništva. Korisnici ove platforme biti će interesne grupe, uključujući udruge i klastera; mali, srednji poduzetnici i OPG-ovi u sektoru hortikulture; obrazovne i istraživačke institucije; organizacije za potporu poslovanju, centri kompetencija; lokalna, regionalna i nacionalna vlast te zainteresirana javnost

3.2. STRONGER

STRONGER br. ugovora HR-BA-ME191 - Brendiranje učeničke zadruge (URL2). Logotip je osnovni element sustava vizualnog identiteta. Koristi se da bi se vizualno identificirala i povezala različita sredstva koja pripadaju učeničkoj zadruzi Tkanica. Terminologija često onemogućava jasnu komunikaciju. Stoga će, u daljnjem tekstu, znak označavati simbol koji likovno predstavlja zadrugu, a ime - ime zadruge i slogan izabrano slovima. Logotip je vlasništvo autora Vehida Ibrakovića, dipl. ing. agr. i njegovu upotrebu može odobriti isključivo autor.

Javnost i korisnici usluga zadruge moraju steći jednak vizualni dojam o zadruzi, bez obzira na nivo komunikacija i usluga. Vizualni kod učeničke zadruge Tkanica treba biti odrazom njene postojanosti i pouzdanosti. Samo ime bez znaka nije dozvoljeno koristiti, osim u slučaju kada se on koristi kao dekoracija, uzorak ili grafizam. U tom slučaju potrebno ga je poduprijeti čitavim logotipom. Znak se smije koristiti kao grafizam na većim površinama ili kao dekorativni uzorak (npr. promotivna sredstva ili oslikavanje vozila).

Tablica 1. Godišnji plan i program projekata škole za 2020/21.

2.2.3	EU Projekt- STRONGER , četvrto izvještajno razdoblje, revizija projekta, brendiranje spiralnog vrta i Učeničke zadruge	rujan listopad
2.2.4	Erasmus +K2 Art of Recycling	novi projekt 1.9.2020_30.6.2022
2.2.5.	Erasmus +K2 Cultural Empathy	novi projekt 1.9.2020_31.8.2022
2.2.6	Erasmus +K2 Cultural Animation as a key Against Elderly Social	novi projekt 1.9.2020_31.8.2022
2.2.7	Erasmus+K2 Knowledge Base International	1.9.2018. – 31.8.2021.
2.2.8	Kaskadno šumarstvo :Erasmus +	produžen 31.8.2021
2.2.9	Projekt Županije u izradi CTR-a CIB centar izvrsnosti u Bioekonomiji	novi projekt 1.9.2020_31.8.2023
2.2.10	Postani poduzetan , projekt škole	nastavak projekta
2.2.11	Neka se zazeleni , projekt škole u suradnji sa javnim i gradskim institucijama	završio lipanj 2019, nastavak projekta u 2020
2.2.12	Solidarnost , projekt škole za osobe sa invaliditetom	rujan 2020-svibanj 2021
2.2.13 2.2.14	Obilježavanje Europskog tjedna strukovnih vještina stečenih u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju Konferencija Fight and Win	studeni 2020 listopad 2020

5. Zaključak

Strateški ciljevi razvoja škole su nastavna djelatnost, istraživačka i inovacijska djelatnost te postati škola izvrsnosti strukovnog obrazovanja i osposobljavanja. Osigurati kvalitetno obrazovanje učenika i studenata provedbom učenja temeljenog na radu, na povezivanju teorijskih znanja, praktične nastave, vježbi, istraživanja i inovacija. Unaprjeđivati obrazovni sustav na način koji pogoduje gospodarstvu. povećati mobilnosti učenika i djelatnika, te razviti kvalitetne programe cjeloživotnoga obrazovanja i usavršavanja.

Literatura:

Strategija razvoja, Srednje škole Matije Antuna Reljkovića 2018.-2022.

CTR (2020): Centar za razvoj brodsko posavske Županije.

URL1: <http://www.ssmar.hr/article.php?id=36>, Srednja škola Matije Antuna Reljkovića Slavonski Brod – Kontakti, 30.10.2020.

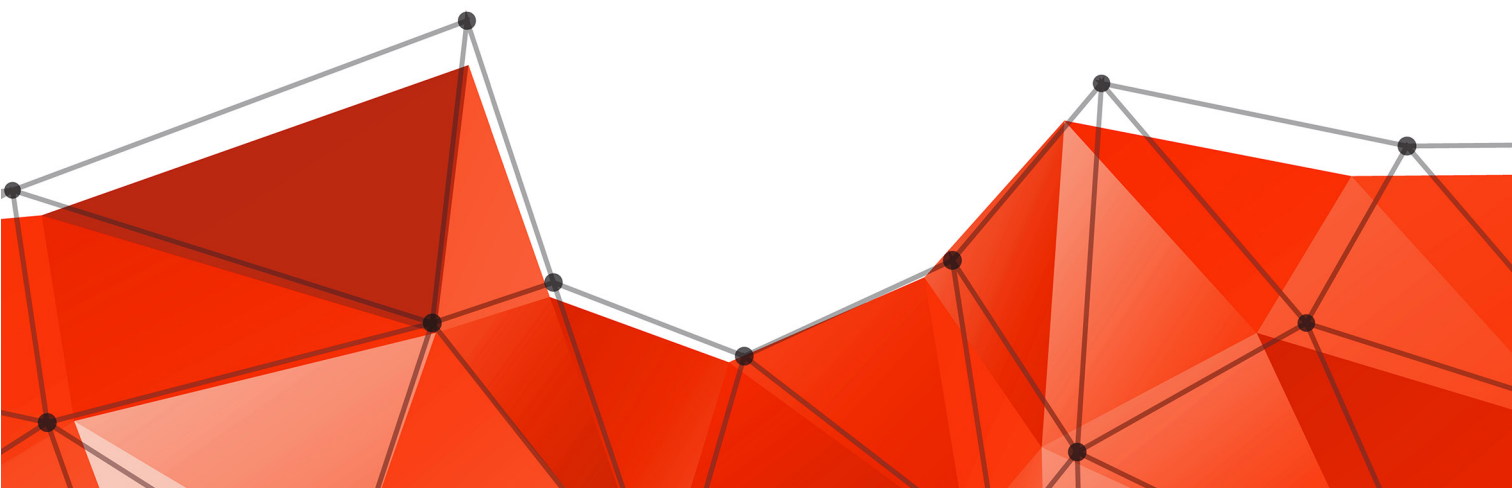
URL2: <https://www.stronger-project.eu/>, „Zajedno jači – Razvoj proizvoda i internacionalizacija“ – STRONGER, 30.10.2020.

Abstract

MATIJA ANTUN RELJKOVIĆ AGRICULTURAL SCHOOL - BUSINESS ORGANIZATION, DEVELOPMENT OF INFRASTRUCTURE, AND QUALITY ASSURANCE SYSTEM

Through more than fifty of their own projects and with funding totaling around five million Euros, the school promotes vocational education in agriculture with the aim of acquiring new competencies and obtaining access to modern innovative technologies to improve the students' knowledge and skills, thus becoming competitive in the labor market. The aims of the planned projects included: Improvement of the material conditions for conducting practical classes, introduction of innovative teaching methods through establishment of an educational-ecological park focused on production as well as an agro-economic model of production in ecological horticulture. This is achieved in practice through practical work which includes: hydroponic cultivation in greenhouses, drying rooms, vineyards, orchards, forestry range, raised beds for disabled people, working with horses and sheep, and agricultural work on 55 hectares of arable land. These projects include detailed planning of technological procedures based on the labor market all the way until the final products, which include but are not limited to – pumpkin oil, flour, popping corn, winter wheat, oats – all of which culminate in the form of a healthy diet in the school canteen. Another important goal is the availability and improvement along with modernization of the education curricula in agricultural vocations in the school. Each project has achieved its outcome either by encouraging sustainable development of renewable energy sources, preserving the environment or even by promoting a healthy diet. All of this is based on both international cooperation as well as competitions the students are a part of. Encouraging the economic development of international cooperation, inclusion of people with special needs and raising the level of their employability along with their integration into the labour market through education, and infrastructural adaptation of practical classes all required the teachers employed to be educated to work with students with special needs. The teachers in question gained teaching certificates in both sign language as well as organic food production. The largest school project the school did in 2013 with the Brodsko-Posavska County which was realized through construction of the Regional Centre for Biotechnological Research along with the procurement of all the equipment needed for its work. Activities based on in vitro production of paulownia, raspberries, blackberries, and chokeberries were done there with the aim of networking and generating new scientific ideas, always on disposal to the pupil, student and community overall.

KEY WORDS: *Agriculture, vocational, education, curriculum, research*



SESIJA 3

CILJ 4 I 5: KVALITETNO OBRAZOVANJE I RODNA RAVNOPRAVNOST - ZNAČAJ OBRAZOVANJA -

Osigurati uključivo i kvalitetno obrazovanje te promovirati mogućnosti cjeloživotnog učenja, koji su temelj za poboljšanje života ljudi i održivi razvoj.

PODUČAVANJE I UČENJE NA DALJINU – ONLINE NASTAVA

Rinaldo Paar¹, Ante Marendić¹, Hrvoje Tomić¹

¹ Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb

rinaldo.paar@geof.unizg.hr, ante.marendic@geof.unizg.hr, hrvoje.tomic@geof.unizg.hr

Sažetak

Dolazak SARS-CoV-2, tzv. korona virusa prošle godine među ljudsku populaciju, odnosno činjenicu da su se i ljudi zarazili tim virusom te proglašenje globalne pandemije od Svjetske zdravstvene organizacije prouzročilo je proglašenje nikada do sada viđenih mjera prevencija od strane vlada svih država svijeta, tzv. Zatvaranja (engl. Lockdown). Ljudi su preko noći bili prisiljeni ostati kod svojih kuća i sve što je do tada bilo neprihvatljivo, nemoguće za napraviti, provesti i implementirati u svakodnevne procese funkcioniranja državnih i javnih institucija – digitalizacija procesa i procedura, preko noći je postalo „novo-normalno“. Jedan od temeljnih procesa je prijenos znanja, tzv. obrazovanje koje se tradicionalno provodi u osnovnim i srednjim školama te na fakultetima. Učitelji, nastavnici i profesori isto kao učenici i studenti trebali su u vrlo kratkom roku preći s tzv. tradicionalnog kontaktnog modela nastave na model nastave na daljinu. Učenje na daljinu moguće je svrstati u nekoliko globalnih ciljeva održivog razvoja usvojenih 25. rujna 2015. na konferenciji Ujedinjenih naroda u New Yorku. Ciljevi su definirani u tada usvojenom Programu globalnog razvoja za 2030., a nastavu na daljinu kao sastavni dio obrazovanja, odnosno obrazovnog procesa moguće je svrstati u ciljeve 1, 4, 5, 9, 12 i 13. Po jednoj od mnogih definicija nastava na daljinu je moderni način podučavanja i učenja, odnosno usvajanja znanja, temeljen na materijalima, instrukcijama i uputstvima koje nastavnik pruža učenicima primjenom različitih informacijskih tehnologija. U ovome radu izlažu se osnove održavanja nastave na daljinu, modeli koji postoje te snage, slabosti, prilike i prijetnje (SWOT analiza) ovakvog modela podučavanja i učenja. Dati će se pregled modela učenja na daljinu koji su implementirani u obrazovni proces za vrijeme zatvaranja u Republici Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: *nastava na daljinu, podučavanje, učenje, cjeloživotno učenje, zatvaranje, digitalizacija.*

1. Uvod

Na 69. sjednici Opće skupštine Ujedinjenih naroda (UN) održanoj 25. rujna 2015. na konferenciji u New Yorku, usvojeno je 17 globalnih ciljeva (slika 1) održivog razvoja (*Sustainable Development Goals – SDGs*), s 169 specifičnih pod-ciljeva, u okviru dokumenta "*Mijenjajmo svoj svijet: Agenda za održivi razvoj do 2030. godine*" (URL 1). Održivi razvoj podrazumijeva dostojanstven život u okviru granica mogućeg, podmirenje ekonomskog blagostanja i njegove učinkovitosti, mir u društvu i odgovornost za okoliš (URL 2).

Obrazovanje je moguće svrstati u nekoliko globalnih ciljeva održivog razvoja koji su definirani u usvojenom dokumentu "*Mijenjajmo svoj svijet: Agenda za održivi razvoj do 2030. godine*", a podučavanje i učenje na daljinu kao sastavni dio obrazovanja, odnosno obrazovnog procesa kroz sve svoje oblike (formalne, neformalne i informalne) moguće je svrstati u ciljeve 1, 4, 5, 9, 12 i 13.

2. Obrazovanje u ciljevima održivog razvoja

Ciljevi uključuju tri sastavnice održivog razvoja: društvo, okoliš i gospodarstvo (Slika 2), što znači da omogućavaju očuvanje ljudskog dostojanstva, stvaranje pravednog društva, zdravog življenja i naprednog gospodarstva. Univerzalno su primjenjivi i uzajamno povezani, te zahtijevaju od svih dionika društva da preuzmu odgovornost i pridonese rješavanju tih izazova.

Kao što je već u uvodu napisano podučavanje i učenje na daljinu kao sastavni dio obrazovanja, odnosno obrazovnog procesa moguće je svrstati u slijedeće globalne ciljeve održivog razvoja:

- *Cilj 1: Iskorijeniti siromaštvo svuda i u svim oblicima.*

U cilju je napisano da je siromaštvo više od nedostatka prihoda i resursa za održivo življenje. Manifestacije siromaštva su glad i pothranjenost, ograničen pristup *obrazovanju* i drugim osnovnim uslugama,



Slika 1: Ciljevi održivog razvoja (URL 3)



Slika 2. Sastavnice održivog razvoja.

socijalna diskriminacija i isključivanje, kao i izostanak sudjelovanja u donošenju odluka. *Ravnopravnim i povećanim pristupom obrazovanju smanjiti će se i siromaštvo.*

- *Cilj 4: Osigurati uključivo i kvalitetno obrazovanje te promovirati mogućnosti cjeloživotnog učenja.*

Kvalitetno *obrazovanje* je temelj za poboljšanje života ljudi i održivi razvoj. Veliki napredak postignut je u povećanju pristupa obrazovanju na svim razinama i povećanju stope upisa u škole, posebno žena i djevojaka. Cilj detaljno obrazlaže potrebu ravnopravne dostupnosti obrazovanja kako za dječake i muškarce tako i za djevojčice i žene, jer je trenutno u svijetu postignuta ta ravnopravnost samo u osnovno školskom obrazovanju. Također, cilj 4 propisuje besplatno i kvalitetno osnovno i srednje

školsko obrazovanje za sve djevojčice i dječake koje se želi osigurati do kraja 2030.

- *Cilj 5: Postići rodnu ravnopravnost i osnažiti sve žene i djevojke.*

Osiguranje jednakog pristupa *obrazovanju*, zdravstvenoj skrbi i dostojanstvenom radu ženama i djevojkama te njihove zastupljenosti u političkim i gospodarskim procesima donošenja odluka, bit će poticaj održivoj ekonomiji te će donijeti korist društvu i čovječanstvu u cjelini.

- *Cilj 9: Izgraditi prilagodljivu infrastrukturu, promovirati uključivo i održivu industrijalizaciju i poticati inovativnost.*

Odavno je prepoznato da rast produktivnosti i prihoda te poboljšanje rezultata u zdravstvu i *obrazovanju* zahtijevaju ulaganja u infrastrukturu. Kako

bi obrazovanje bilo ravnopravnije i dostupnije potrebno je ulagati u infrastrukturu.

- **Cilj 12: Osigurati održive oblike potrošnje i proizvodnje.**

Održiva potrošnja i proizvodnja također zahtijevaju sustavni pristup i suradnju svih aktera. To uključuje angažiranje potrošača kroz podizanje svijesti i obrazovanje o održivoj potrošnji i načinu života. Potrošačima treba pružiti odgovarajuće informacije putem standarda i oznaka. *Razvidno je da je i u ovome cilju obrazovanje nužno.*

- **Cilj 13: Poduzeti hitne akcije u borbi protiv klimatskih promjena i njihovih posljedica.**

Cilj propisuje da treba unaprijediti obrazovanje, podići razinu svijesti, kao i ljudske i institucionalne kapacitete za ublažavanje i smanjivanje utjecaja klimatskih promjena, od prilagođavanja do ranog upozoravanja.

Ciljevi održivog razvoja su globalni i vrijede za sve zemlje, bogate i siromašne. Razvidno je da iz gore kratko opisanih ciljeva i uloge obrazovanja u njima, odnosno učenja koje može biti motivirano iz osobnih ili profesionalnih razloga, obrazovanje je nezamjenjivo u današnjem modernom društvu, Društvu znanja (Paar 2019.). Iako ciljevi nisu pravno obvezujući, od država članica UN-a očekuje se uspostava sustava za njihovo integriranje u nacionalne politike i praćenje provedbe putem dogovorenih indikatora. Republika Hrvatska izradila je svoj Dobrovoljni nacionalni pregled o provedbi 17 ciljeva Programa Ujedinjenih naroda za održivi razvoj 2030. (Vlada RH 2019.) koji je usvojen na prvoj sjednici Nacionalnog vijeća za održivi razvoj održanoj 3. srpnja 2019. (URL 4).

3. Podučavanje i učenje na daljinu

Obrazovanje na daljinu je moderni način podučavanja i učenja, odnosno usvajanja znanja, temeljen na materijalima, instrukcijama i uputstvima koje nastavnik pruža učenicima primjenom različitih servisa (npr. pošta, radio, televizija) i internetskih tehnologija. S obzirom da živimo u dobu ekspanzije informacijskih tehnologija, mogućnosti koje ovakav vid učenja pruža su beskrajne. Učenje na daljinu (*engl. distance learning*) se također naziva i obrazovanje na daljinu (*engl. distance education*) obrazovanje je učenika, studenata ili odraslih osoba koji možda nisu ili ne mogu biti uvijek fizički prisutni u školi, fakultetu, nekom večernjem tečaju, seminaru, simpoziju, kongresu ili sl. (Kaplan i Haenlein 2016, Honeyman i Miller 1993). Tradicionalno, učenje na daljinu je obično uključivalo dopisne tečajeve u kojima se student dopisivao sa školom putem pošte. Danas to uključuje internetsko obrazovanje (*engl. online education*).

Programi učenja na daljinu mogu biti (URL 6):

- *Potpuno učenje na daljinu.*
- *Kombinacija učenja na daljinu i tradicionalne nastave u učionicama i predavaonicama, tzv. hibridni model (engl. hybrid model) (Tabor 2007) ili kombinirani model (engl. blended model) (Vaughan 2010).*
- *Masivni otvoreni mrežni tečajevi (engl. MOOC - Massive open online courses), koji nude veliko interaktivno sudjelovanje i otvoreni pristup putem WWW ili drugih mrežnih tehnologija, najnoviji su načini obrazovanja u obrazovanju na daljinu (Kaplan i Haenlein 2016).*
- *Ostali programi za učenje na daljinu; distribuirano učenje, e-učenje, m-učenje, internetsko učenje, virtualne učionice itd. Koriste se približno sinonimno za obrazovanje na daljinu.*

No, učenje na daljinu nije novost koju smo svi otkrili ove 2020. godine kada je cijeli Svijet zahvatila globalna pandemija SARS-CoV-2, tzv. korona virusa.

3.1. Povijesni razvoj podučavanja i učenja na daljinu

Učenje na daljinu ima svoju povijest čiji korijeni sežu u daleku prošlost – prvu polovicu 18. st. Jedan od najranijih pokušaja objavljen je 1728. godine u Bostonskom glasniku za "Caleba Philippsa, učitelja nove metode kratke ruke", koji je tražio učenike koji su željeli učiti kroz tjedne lekcije putem pošte (Holmberg 2005).

Prvi moderni tečaj obrazovanja na daljinu napravio je Sir Isaac Pitman 1840-ih, koji je podučavao sustav stenografije slanjem tekstova prepisanih u stenografije na razglednicama i primajući transkripte svojih učenika za uzvrat na ispravak. Povratna informacija od učenika bila je presudna novost u Pitmanovom sustavu (Tait 2003). Ovaj sistem omogućen je uvođenjem jedinstvenih poštara širom Engleske 1840.

Ovaj se rani početak pokazao izuzetno uspješnim, a Fonografsko dopisno društvo osnovano je tri godine kasnije kako bi se uspostavili tečajevi na formalnoj osnovi. Društvo je otvorilo put za kasnije formiranje koledža Sir Isaac Pitman širom zemlje (Moore i Kearsley 2005). Prva dopisna škola u Sjedinjenim Državama bilo je Društvo za poticanje studija kod kuće, koje je osnovano 1873. godine (Robinson 2012). Osnovan 1894. godine, Wolsey Hall, Oxford, bio je prvo učilište za učenje na daljinu u Velikoj Britaniji (Holmberg 2005).

Sveučilišni dopisni tečajevi

Sveučilište u Londonu (kasnije poznato kao University College London) bilo je prvo sveučilište koje je nudilo diplome za učenje na daljinu, te je 1858. uspostavilo svoj program. Charles Dickens nazvao ga je "Narodnim sveučilištem" jer je omogućilo pristup visokom obrazo-

vanju studentima koji su dolazili iz manje imućnih obitelji. Kraljica Viktorija je 1858. godine ovlasila Sveučilište u Londonu da može izdavati diplome za nastavu na daljinu te ga je na taj način učinila prvim sveučilištem koje nudi studentima diplome za nastavu na daljinu. Upis na sveučilište se kontinuirano povećavao do kraja 19. stoljeća, a njegov primjer je široko kopiran i drugdje u svijetu. Ovaj program danas je poznat kao Međunarodni program Sveučilišta u Londonu i uključuje pred-diplomske, diplomske i poslijediplomske studije koje su stvorili fakulteti poput London School of Economics, Royal Holloway i Goldsmiths (URL 5).

1892. godine William Harper je potaknuo dopisne tečajeve za daljnje promicanje obrazovanja, što je ideja koju su do 20-ih godina 20. stoljeća proveli u praksi sveučilišta Chicago, Wisconsin, Columbia i nekoliko desetaka drugih sveučilišta. Upis u najveću privatnu profitnu školu sa sjedištem u Scrantonu u državi Pennsylvania, Međunarodne dopisne škole eksplozivno je narastao 1890-ih. Osnovan 1888. godine kako bi pružio obuku useljeničkim rudarima ugljena s ciljem da postanu državni inspektori rudnika ili rudari, 1894. godine upisao je 2500 novih učenika, a 1895. godine maturiralo je 72.000 novih učenika. Do 1906. godine ukupni upis dosegao je 900.000 učenika. Rast je posljedica slanja cjelovitih udžbenika umjesto pojedinih lekcija i korištenja 1200 prodavača knjiga (URL 6). Obrazovanje je u progresivnom dobu SAD-a bilo glavni prioritet, jer su se američke srednje škole i fakulteti uvelike proširivali. Za muškarce koji su bili stariji ili su bili previše zauzeti obiteljskim obavezama, otvorene su noćne škole, poput YMCA škole u Bostonu koja je postala sjeveroistočno sveučilište (URL 6). Samo je trećina američkog stanovništva 1920. godine živjela u gradovima sa 100.000 ili više stanovnika. Da bi se došlo do ostalih, morale su se usvojiti tehnike dopisivanja.

Australija je sa svojim ogromnim prostranstvima i udaljenostima između gradova bila posebno aktivna. Sveučilište u Queenslandu osnovalo je svoj Odjel za dopisne studije 1911. godine. Sveučilište u Južnoj Africi počelo je nuditi nastavu za obrazovanje na daljinu 1946. godine. Međunarodna konferencija za dopisno obrazovanje održala je svoj prvi sastanak 1938. godine. Cilj je bio pružiti individualizirano obrazovanje za učenike, uz nisku cijenu, koristeći pedagogiju ispitivanja, bilježenja, klasifikacije i diferencijacije. Od tada je organizacija preimenovana u Međunarodno vijeće za obrazovanje na otvorenom i na daljinu sa sjedištem u Oslu u Norveškoj (URL 6).

Otvorena sveučilišta

Otvoreno sveučilište u Ujedinjenom Kraljevstvu uspostavljeno je za proširenje pristupa najvišim standardima stipendiranja u visokom obrazovanju. Tadašnji pomoćnik direktora za inženjerstvo British Broadcasting Corporation (BBC) James Redmond stekao je većinu svojih

kvalifikacija u večernjoj školi, pa je njegov prirodni entuzijazam za taj projekt učinio jako puno za prevladavanje tehničkih poteškoća korištenja televizije za emitiranje nudenih nastavnih programa (URL 6).

Otvoreno sveučilište revolucioniralo je opseg dopisnih programa i pomoglo je stvoriti respektabilnu alternativu učenja tradicionalnim oblicima obrazovanja. Otvoreno sveučilište predvodilo je razvoj novih tehnologija za poboljšanje usluga učenja na daljinu, kao i provođenje istraživanja u drugim disciplinama. Otvoreno sveučilište je 1971. godine prihvatilo svojih prvih 25.000 studenata, prihvativši radikalnu politiku otvorenog prijema. U to je vrijeme ukupna studentska populacija tradicionalnih sveučilišta u Ujedinjenom Kraljevstvu bila oko 130.000 (URL 6).

Kanadsko otvoreno Sveučilište Athabasca, uspostavljeno je 1970. godine i slijedilo je sličan, iako neovisno razvijen obrazac. Otvoreno sveučilište potaknulo je i stvaranje španjolskog Nacionalnog sveučilišta za obrazovanje na daljinu 1972. i njemačkog FernUniversität u Hagenu 1974. Postoji mnogo sličnih institucija u svijetu, često s nazivom "Otvoreno sveučilište".

Većina otvorenih sveučilišta koristi metode obrazovanja na daljinu kao „metode isporuke“, iako neka zahtijevaju pohađanje lokalnih studijskih centara ili regionalnih "ljetnih škola". Neka otvorena sveučilišta prerasla su u mega-sveučilišta, termin koji je stvoren da označi institucije s više od 100.000 studenata.

4. Nastava na daljinu za vrijeme globalne pandemije SARS-CoV-2 virusa

Svjetska zdravstvena organizacija (*engl. World Health Organization - WHO*) je 11. ožujka 2020. proglasila globalnu pandemiju SARS-CoV-2 virusa. U danima koji su uslijedili to je rezultiralo zatvaranjem velikog broja država u svijetu, pa tako i Hrvatske. Situacija u kojoj smo se svi zatekli jednostavno nas je primorala preko noći odbaciti sve tradicionalne oblike podučavanja i učenja te smo morali prihvatiti sve dostupne sustave i alate koje ona pruža kako bi se obrazovni proces ne samo formalnog učenja već i onog neformalnog i informalnog učenja nastavio dalje. Većina škola i fakulteta širom svijeta se morala zatvoriti te preći na modele održavanja nastave na daljinu.

4.1. Dostupni sustavi i alati za održavanje nastave na daljinu

Mnoge škole prešle su na nastavu na daljinu putem televizije (u Hrvatskoj se održavala škola na trećem programu hrvatske radio televizije tzv. „Škola za život“) i/ili online nastavu - internetsko podučavanje i učenje na daljinu putem različitih softverskih rješenja. Za održava-



Slika 3. Korisničko sučelje softvera Merlin koji se koristi na Geodetskom fakultetu u Zagrebu.

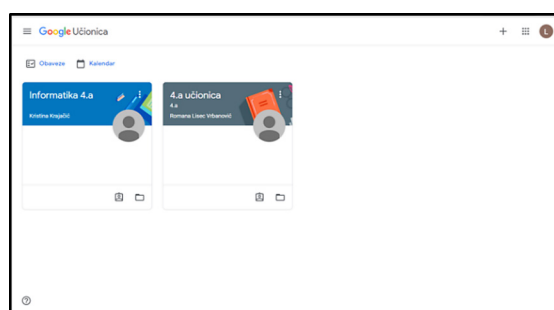
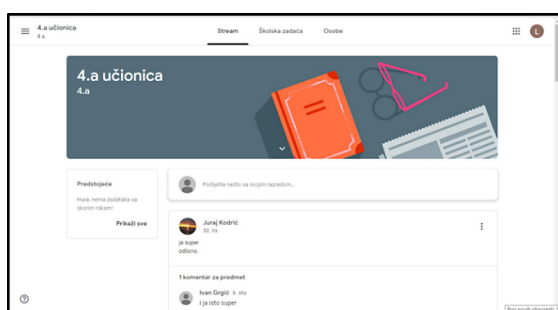
vanje nastave na daljinu putem interneta odlučili su se fakulteti i srednje škole, te dio osnovnih škola. Izdvajaju se slijedeći sustavi i alati te videokonferencijski alati za internetsku nastavu na daljinu:

- Moodle
- Microsoft Teams
- Zoom
- Google Classroom i Google Meet
- Adobe Connect
- D2L
- Edgenuity
- ...

To je naravno uzrokovalo i mnoge probleme koji su se odmah pojavili, a ističu se prije svega potreba za stabilnom i brzom internetskom vezom te nedostatak znanja i vještina u korištenju dostupnih tehnologija i alata za održavanje nastave na daljinu. Nastava na daljinu predstavlja oblik učenja i poučavanja u kojemu se ne ostvaruje fizička prisutnost učenika i učitelja, već se proces učenja i podučavanja odvija u virtualnom okruženju uz podršku digitalnih tehnologija. Proces planiranja nastave na daljinu počinje prije konačnog odabira sustava, alata ili sadržaja, no da bi se odabrao najprikladniji sustav za

provodjenje nastave na daljinu, specifični alat ili sadržaj, nužno je poznavati njihove glavne značajke kako bi se u potpunosti mogle ostvariti sve planirane aktivnosti.

Treba istaknuti da je velika većina sustava i alata dostupna putem web servisa bez plaćanja ikakve naknade, te da su sva rješenja relativno lagana za savladati kako bi se njima mogli koristiti za potrebe održavanja nastave na daljinu. No, usprkos tim činjenicama prelazak na taj novi model provođenja nastave nimalo nije bilo lagan i fluentan, niti su ga svi do danas prihvatili. Razloge tomu treba tražiti u informatičkoj pismenosti svih onih koji su provodili te nove oblike nastave, odnosno u činjenici da velika većina nastavnika i profesora jednostavno nije bila spremna za prelazak na online nastavu. Situacija je bila nešto bolja u visokom školstvu za razliku od srednjeg i osnovnog školstva. Fakulteti već dulji niz godina, zadnjih 15-tak godina koriste različita softverska rješenja za održavanje tzv. e-nastave, odnosno većina fakulteta koristi sustav Moodle, odnosno Merlin (Slika 3). No, unatoč tome, niti fakulteti nisu lako i u potpunosti prešli na pravi online model održavanja nastave. Razlog tome leži u činjenici da dostupnu tehnologiju zadnjih 15 godina nisu koristili na pravi način. Po



Slika 4. Korisničko sučelje Google učionice.



Slika 5. Škola na trećem programu HRT-a – Škola za život.

nekim procjenama tj. dostupnim informacijama samo je približno četvrtina fakulteta u Hrvatskoj u potpunosti prešla na pravi online model održavanja nastave (korištenje audio-video prijenosa u stvarnom vremenu), dok su ostali koristili samo neke funkcionalnosti dostupnih sustava i alata (postavljanje nastavnih materijala i zadataka u obliku datoteka u sustav).

Moodle ima ogroman broj funkcionalnosti, od kojih se izdvajaju sljedeće:

- Postavljanje različitih resursa – nastavnih materijala u obliku tekstualnih, slikovnih i video datoteka, rječnika te poveznica na vanjske internetske sadržaje.
- Organizaciju nastave po temama i tjednima u tekućoj školskoj/akademskoj godini.
- Dodjeljivanje i predaju zadataka i projekata te njihovo ocjenjivanje.
- Kreiranje posebnih virtualnih soba za webinare i radionice.
- Razgovor između sudionika – razmjena poruka (*engl. chat*).
- Podjelu sudionika u grupe.
- Vođenje evidencija sudionika – učenika i studenata.
- Provedbu različitih kvizova, anketa, igara.
- Kreiranje testova za potrebe provedbe kolokvija i ispita, s opcijom tzv. sigurnog ispita (*engl. safe exam*).
- ...

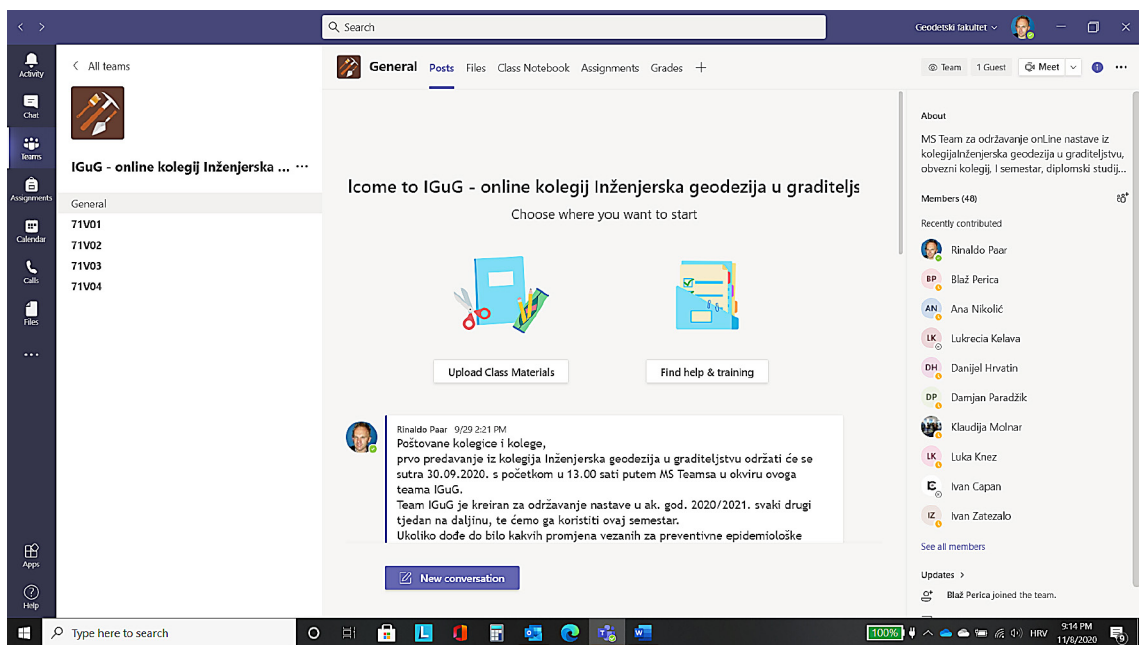
Velika većina srednjih i osnovnih škola je koristila Google Classroom – Google učionicu (slika 4). Google

učionica ima ograničenu funkcionalnost u usporedbi s Moodle-om (ne omogućava praćenje aktivnosti učenika), ali je jednostavan, pregledan i intuitivan.

Za potrebe razredne nastave (1. do 4. razred) koristila se televizija, tzv. „Škola za život“ (Slika 5). „Škola za život“ je koristila za servis javnu televiziju putem koje su se unaprijed snimale video lekcije za učenike. Na taj način omogućeno je učenicima da vide nastavnika kako im predaje te ih podučava i zadaje zadatke. No, glavni nedostatak ovoga modela je činjenica da nastavnik ne vidi učenike i nemogućnost praćenja rada učenika kao i njihovo ocjenjivanje.

Fakulteti su uz postojeći sustav Moodle tj. Merlin za vrijeme zatvaranja većinom koristili softversko rješenje od Microsofta – Teams (Slika 6). Microsoft Teams ima sljedeće funkcionalnosti:

- Postavljanje nastavnih materijala u obliku različitih tekstualnih, slikovnih i video datoteka.
- Razgovor između sudionika – razmjena poruka (*engl. chat*), te audio i video pozive.
- Održavanje predavanja-prezentacija od strane nastavnika i studenata na način da svi vide prezentaciju (dijeljenje zaslona ili prezentacije) i predavača, te sudionike.
- Dodjeljivanje i predaju zadataka i projekata te njihovo ocjenjivanje.
- Podjelu sudionika u grupe.
- Audio-video prijenos u stvarnom vremenu (*engl. live stream*).
- Omogućava provedbu usmenih ispita „u živo“ 1:1, obranu diplomski radova, pa i doktorskih disertacija.



Slika 6. Korisničko sučelje softvera MS Teams.

Prema stečenom iskustvu autora Microsoft Teams se pokazao kao izvrsno rješenje jer je prije svega jednostavan za korištenje, omogućava brzo privikavanje nastavnika i učenika na rad s njime, moguće je jednostavno organizirati nastavu kroz grupe i učionice te omogućuje jednostavno povezivanje s podacima u „oblaku“ – putem OneDrive aplikacije koje je sastavni dio Office 365 sustava za koji svi učenici i studenti dobiju licencu na korištenje za školovanje od Carneta.

4.2. Preporuke i smjernice za izvođenje nastave na daljinu u Republici Hrvatskoj

Nacionalno vijeće za znanost, visoko obrazovanje i tehnološki razvoj (NVZVOTR), u sklopu objavljenih Preporuka i smjernica za izvođenje nastave na visokoškolskim ustanovama u zimskom semestru ak. god. 2020./2021. (URL 1), navodi da nastavu održanu u ljetnom semestru ak. god. 2019./2020. nije bilo ispravno zvati „on line“ nastavom. Naime, u skladu s odlukom Vlade Republike Hrvatske i Stožera civilne zaštite Republike Hrvatske, od 16. ožujka 2020. godine, zbog pogoršanja epidemiološke situacije vezane uz pandemiju SARS-CoV-2 virusa, obustavljena je nastava na visokim učilištima u Republici Hrvatskoj. Uslijed toga, Fakulteti i nastavnici su primijenili dostupne sustave i alate e-učenja kako bi se omogućilo daljnje održavanje nastave i završetak ljetnog semestra. Na taj način, klasična nastava održana je u virtualnom okruženju zbog izvanrednih okolnosti uz pomoć digitalne tehnologije. Kolegij ili cijeli studijski program kojega se u pravom smislu riječi može zvati kolegijem ili nastavom online je onaj koji je zamišljen, planiran i akreditiran kao takav (URL 7). Za akreditaciju takvih studijskih programa NVZVOTR je donijelo Krite-

rije i postupke za vrednovanje online studija (URL 8) u kojima su dodatno obuhvaćene samo odrednice specifične za online izvođenje nastave na studijskim programima kod kojih se barem 50 % predmeta izvodi online. Visoko učilište koje predlaže studijski program treba dokazati da je osiguralo pretpostavke za kvalitetno izvođenje online nastave, stoga prijedlog studija, pored svih potrebnih elemenata koje sadrži prijedlog studija koji se izvodi na klasičan način, sadržava dodatne elemente koji su vezani specifično za online izvođenje nastave na studijskom programu (od tehničkih preduvjeta pa sve do osposobljavanja nastavnog osoblja za funkcioniranje u online okruženju). Između ostalog, prema Kriterijima i postupcima za vrednovanje online studija potrebo je dokazati:

- da je visoko učilište osiguralo virtualno okruženje u kojem će se izvoditi online nastava,
- da su osigurani računalni servisi potrebni studentima i nastavnicima za izvođenje predviđenih aktivnosti,
- da je zadovoljena sigurnost i stabilnost računalne i komunikacijske infrastrukture čije je korištenje predviđeno programom,
- da je osigurana zaštita privatnosti i sigurnosti u korištenju analitičkih podataka o dionicima sustava za online učenje;
- da je osiguran pristup dostupnim online materijalima za učenje,
- da je omogućeno online pretraživanje elektroničkog i fizičkog knjižničnog fonda ustanove organizatora pri čemu je regulirano pitanje autorskog prava za zaštićene materijale.

Studij koji se djelomično ili u potpunosti izvodi online, kao i akademski nazivi koji se stječu njegovim završetkom smatraju se ravnopravnima s ostalim oblicima provođenja nastave na visokim učilištima, te su izjednačena prava, obaveze i status studenata iz takvih studija s ostalima (URL 8).

4.3. Koncept nastave na daljinu - aktivno podučavanje i učenje

Koncept nastave na daljinu predstavlja tzv. aktivno podučavanje i učenje. Aktivno podučavanje i učenje široki su pojam. Aktivno podučavanje odnosi se na metode koje će dinamički uključiti učenike i studente u proces učenja (Meneske i dr. 2013). Aktivna nastava usredotočena je na komunikaciju između učenika i učitelja. Interaktivne metode podučavanja stalno se integriraju u nastavni proces, pri čemu studenti, često podsvjesno, vode nastavu ili bi barem tako trebalo biti. Prema tome nastavnici i profesori preuzimaju ulogu trenera za učenike koji će ih voditi prema stjecanju znanja. Cilj je uspostaviti okruženje za učenje koje podržava aktivnosti podučavanja koje su usklađene sa željenim ishodima učenja (Biggs 2003). Različite metode za aktivno uključivanje učenika i studenata su raznolike. To uključuje upotrebu suvremenih medija, dobro poznati rad u skupinama, prezentacije, otvorene rasprave ili čak igre uloga (studenti prezentiraju i izlažu rezultate svoga rada). Sami nastavnici i profesori ponekad nisu svjesni koliko su metoda aktivnog podučavanja već koristili, jer nikada nisu bili upoznati s pojmom aktivne nastave (Hackathorn i dr. 2011.)

4.4. Utjecaj aktivne nastave na daljinu

Aktivna nastava i njena učinkovitost proučavani su u mnogim obrazovnim disciplinama. Studije su pokazale da, iako se čini da aktivna nastava ima bolje ishode učenja od tradicionalne, postoje i studije koje pokazuju suprotne učinke (Meneske i dr. 2003). Oni su otkrili da metode aktivne nastave mogu imati značajnije učinke na učenje u inženjerskom tečaju u kojem su za uspjeh potrebne više razine učenja. Chi je 2009. razvila sistem taksonomije u kojem su metode aktivnog učenja podijeljene u tri načina aktivnosti: interaktivne, konstruktivne i aktivne.

Interaktivno učenje obično se odnosi na metode koje uključuju učenike u interakciju s računalnim sustavom ili drugim alatima, poput interaktivnih videozapisa. Student ima određeni stupanj kontrole nad sustavom, kontrolu nad vremenom i trajanjem prezentacije, bez nužnog davanja odgovora. Interaktivno se također može odnositi na sustav koji omogućuje prostor za povratne informacije, npr. prezentacija i test poduke, u kojem se daju povratne informacije o (ne)ispravnosti navedenog odgovora. Interaktivno učenje prema Chi 2009., odnosi

se na sustav, a ne na interakciju između učenika i sustava. U interaktivnom učenju učenici se nadovezuju na znanje drugih.

Konstruktivno učenje definira se kao smisleno učenje u kojem učenik aktivno gradi mentalni model sustava koji treba naučiti. Konstruktivno učenje često je povezano s učenjem otkrića, tj. studenti konstruiraju pravila i odnose koji im trebaju (Chi 2009). U konstruktivnom učenju studenti se često moraju baviti vještinama razmišljanja višeg reda, poput rješavanja kompleksnih zadataka, analize i promišljanja problema ili generiranja hipoteza. U tom procesu studenti stječu nova znanja integriranjem novih podataka sa postojećim znanjem.

Aktivno učenje povezano je s čitavim sustavom aktivnosti koji uključuje učitelja, učenika, nastavni materijal, softver i fizičko okruženje. Stoga se na aktivno učenje može gledati kao na učenje s interakcijama u cjelini, a ne samo kao sustav (Chi 2009).

Prema Chi 2009. sva tri načina bolja su od pasivnog načina u smislu podučavanja učenika, ali postoje i razlike. Chiova studija pokazala je da su interaktivne aktivnosti vjerojatno bolje od konstruktivnih aktivnosti, koje su pak bile bolje od aktivnih aktivnosti. Chi je 2009. usporedio vrste aktivnosti u paru, Meneske i dr. 2013. izveli su eksperimente u kojima su kombinirana sva tri oblika. Otkrili su da su učenici postigli znatno bolje rezultate u konstruktivnom i interaktivnom okruženju za učenje.

5. SWOT analiza snaga, slabosti, prilika i prijetnji nastave na daljinu

Digitalizacija danas nije na jedinstvenoj razini kako u cijeloj Europi tako i u Svijetu. Iako su neka sveučilišta pioniri u digitalnom učenju, druga čak nisu ni adekvatno opremljena računalima i internetom. Nadalje, nisu svi nastavnici – pa čak ni studenti – dovoljno obučeni za sve digitalne izazove, tj. nisu svi dovoljno informatički pismeni. Uz to, digitalnim podučavanjem socijalna komponenta aktivnog učenja dolazi pod znak upitnika – neovisno o tome da li se studenti mogu i vidjeti i čuti kako među sobom tako i sa nastavnikom, činjenica je da socijalna komponenta izostaje. Studenti imaju tendenciju da manje komuniciraju jedni s drugima, a nastavnicima je teže dobiti povratne informacije od strane studenata o svome podučavanju.

Temeljem stečenoga iskustva autora od početka prelaske na online model nastave u instituciji gdje rade, te održavanja predavanja, seminara, radionica i organiziranja simpozija za potrebe programa cjeloživotnog učenja u drugim institucijama u zemlji i inozemstvu, te provedene analize svih dostupnih materijala u nastavku se prikazuje provedena analiza snaga, slabosti, prilika i prijetnji (*engl. SWOT- Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats analysis*).

Tablica 1. SWOT analiza nastave na daljinu

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> • Pristup nastavi bilo kad i bilo gdje. • Smanjeni troškovi obrazovanja. • Ekonomičnije u odnosu na klasične oblike obrazovanja. • Nema fizičkih ograničenja. • Dostupno puno softvera i alata za provedbu. • Zadovoljavajuće iskustvo za nastavnike i studente – nešto novo. • Informatizirana Sveučilišta. • „Zreliji, iskusniji, pametniji“ i zaposleni polaznici. • Lakše odgovara na potrebe tržišta. • Bolja prilagodljivost potrebama tržišta. • Sve veća i veća potražnja. • Zadovoljavajuće – novo iskustvo za nastavnike i učenike. 	<ul style="list-style-type: none"> • Potrebna informatička pismenost polaznika i nastavnika. • Ovisi o kvalitetnoj internetskoj vezi. • Motiviranost polaznika je upitna. • Potrebno više vremena za pripremu. • Iako regulirano zakonom, upitno je prihvaćanje potvrda i diploma na tržištu rada. • Nedostupnost klasične literature iz knjižnica. • Veliki broj polaznika – predavanja, tečajevi, simpoziji, kongresi. • Nevoljkost ljudi za prihvaćanje novih tehnologija. • Stalne promjene tehnologije – dostupnih sustava i alata. • Uredovno radno vrijeme – 24 sata/dan.
PRILIKE	PRIJETNJE
<ul style="list-style-type: none"> • Može sudjelovati puno više sudionika. • Manji troškovi obrazovanja po sudioniku za onoga koji provodi. • Veliki potencijal za širenje. • Nove mogućnosti za učenje. • Jaka interakcija sa kolegama iz inozemstva. • Puno različitih sustava i alata za provedbu podučavanja. • Standardizacija metoda, postupaka i procedura koje rade. • Široka paleta interaktivnih alata koje je moguće ponuditi sudionicima. • Moguće provoditi sve programe obrazovanja: osnovno, srednje i visoko školske, te programe cjeloživotnog učenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Upitna reputacija toga oblika nastave. • Nije moguće podučavati i stjecati praktične vještine. • Obavezno posjedovanje računala. • Slabija interakcija sa polaznicima. • Prijetnja za tradicionalne oblike obrazovanja. • Opća je percepcija da je obrazovanje u školama i na fakultetima najbolje. • Zamjena na nastavnike, predavače i profesore. • Upitno je da li polaznici stvarno prate podučavanje. • Manja mogućnost kontrole prilikom ocjenjivanja polaznika, tj. održavanja testova i ispita. • Potencijalni neuspjeh na kraju.

Iz provedene SWOT analize razvidno je da održavanje nastave na daljinu ima mnogo prilika i prijetnji, isto kao i mnogo snaga i slabosti. Potrebno je unaprijed donijeti odluku da li će se koristiti moderni internetski sustavi i alati za održavanje nastave na daljinu ili će se koristiti tradicionalni. Unaprijed treba definirati koji se ciljevi žele postići obrazovanjem koje se nudi pa se sukladno tome odlučiti da li će se odabrati jedan ili drugi način održavanja nastave.

6. Zaključak

Moderna nastava zahtijeva inovativne nastavne metode kako bi udovoljila današnjim zahtjevima. Obrazovne se institucije više ne mogu oslanjati samo na tradicionalne oblike nastave, već se moraju prilagoditi digitalnom

svijetu, tj. nastavi na daljinu. Sve veći broj tečajeva nastave na daljinu, želje za kombiniranjem posla, obitelji i studija, kao i trend ka samostalnom učenju stavljaju fokus na digitalnu ponudu. To za mnoge obrazovne institucije predstavlja velike izazove, ali se isplati u svakome pogledu i najbolje je rješenje u posebnim situacijama poput ovogodišnje globalne pandemije SARS-CoV-2 virusa, kada održavanje tradicionalne nastave više nije bilo moguće. Digitalna nastava nudi nove mogućnosti za obrazovnu razmjenu širom svijeta. Faktor smještaja učenika i studenata tj. fizičke prepreke više nisu presudne, a razmjena znanja je optimizirana.

Na samome smo početku implementacije nastave na daljinu putem internetskih tehnologija – sustava i alata te je mnogo problema, nepoznanica i nedoumica pred nama za riješiti. Uz brojne snage i prilike, ali i slabosti i

prijetnje koje su gore navedene, možda najveći izazovi koji nam svima slijede po mišljenju autora su kako motivirati i potaknuti sve učenike, studente i ostale sudionike na aktivno sudjelovanje u tom „novom“ na daljinu nastavnom procesu te kako i kakve nastavne materijale trebamo osmisliti i napraviti da bi to u budućnosti i ostvarili.

Ono što je sigurno, jest činjenica da nam je SARS-CoV-2 kriza preko noći omogućila da uspješno implementiramo nastavu na daljinu u periodu od mjesec dana od početka krize, tj. nešto o čemu smo malo znali i malo od toga do tada koristili u svakodnevnom tradicionalnom nastavnom procesu. Tako je i u obrazovni proces došlo nešto „novo normalno“ što postoji od daleke 1728. godine.

Literatura:

- Alan Tait (2003): Reflections on Student Support in Open and Distance Learning. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*.
- John Biggs (2003): Aligning teaching and assessing to course objectives. *Teaching and learning in higher education. New trends and innovations*.
- Hackathorn, Jana; Garczynski, Amy M.; Blankmeyer, Katheryn; Tennial, Rachel D.; Solomon, Erin D (2011): All Kidding Aside: Humor Increases Learning at Knowledge and Comprehension Levels. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, Volume 11 N4 pp. 116-123.
- Holmberg, Börje (2005): The evolution, principles and practices of distance education. *Studien und Berichte der Arbeitsstelle Fernstudienforschung der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg*.
- Honeyman, M; Miller, G (December 1993): Agriculture distance education: A valid alternative for higher education? *Proceedings of the 20th Annual National Agricultural Education Research Meeting*: 67–73.
- Kaplan, Andreas M.; Haenlein, Michael (2016): Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. *Business Horizons*. 59 (4): 441–50. doi:10.1016/j.bushor. 2016. 03. 08.
- Michelene T. H. Chi (2009): Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities. *Topics in Cognitive Science* 1 (2009) pp. 73–105.
- Muhsin Menekse Glenda S. Stump Stephen Krause Michelene T. H. Chi (2013): Differentiated Overt Learning Activities for Effective Instruction in Engineering Classrooms. *Journal of Engineering Education*. Vol. 102, No. 3, pp. 346–374.
- Moore, Michael G.; Greg Kearsley (2005): *Distance Education: A Systems View* (2nd ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- Paar, Rinaldo (2019): Stručno usavršavanje geodeta u Hrvatskoj od 2009. do 2019. 12. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije - Etika u struci?! Zbornik radova, Paar, Rinaldo (ur.) Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, Zagreb, 2019.
- Robinson, Cole, Elizabeth (2012): *The Invisible Woman and the Silent University*". ProQuest LLC.
- Tabor, Sharon W (2007): *Narrowing the Distance: Implementing a Hybrid Learning Mode*". *Quarterly Review of Distance Education*. IAP. 8 (1): 48–49.
- Vaughan, Dr Norman D. (2010): *Blended Learning*. In Cleveland-Innes, MF; Garrison, DR (eds.). *An Introduction to Distance Education: Understanding Teaching and Learning in a New Era*. Taylor & Francis.
- Vlada RH (2019): Dobrovoljni nacionalni pregled o provedbi 17 ciljeva Programa Ujedinjenih naroda za održivi razvoj 2030.
- URL 1: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>
- URL 2: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- URL 3: <https://udruga.gov.hr/vijesti/odrzan-savjetodavni-sastanak-organizacija-civilnoga-drustva-s-predstavnicima-egso-a-iz-reda-civilnoga-drustva/3476>
- URL 4: <https://ravnopravnost.gov.hr/vijesti/odrzana-1-sjednica-nacionalnog-vijeca-za-odrzivi-razvoj/3261>
- URL 5: <https://london.ac.uk/about-us/history-university-london>
- URL 6: https://en.wikipedia.org/wiki/Distance_education
- URL7: https://www.nvzvotr.hr/images/stories/dokumenti_novi/Preporuke%20i%20smjernice%20za%20izvo%20C4%91enje%20nastave%20na%20visoko%20C5%A1kolskim%20ustanovama%20....pdf
- URL 8: <https://www.azvo.hr/hr/vrednovanja/postupci-vrednovanja-u-visokom-obrazovanju/inicijalna-akreditacija-studijskih-programa>

Abstract

DISTANCE TEACHING AND LEARNING - DISTANCE EDUCATION

The arrival of SARS-CoV-2, the so-called corona virus last year among the human population, i.e. the fact that people became infected with the virus and the declaration of a global pandemic by the World Health Organization caused the proclamation of unprecedented prevention measures by governments around the world, the so-called lockdown. People were forced to stay at home overnight and everything that was unacceptable until then, impossible to do, implement and implement in the daily processes of functioning of state and public institutions - digitalization of processes and procedures, became new-normal overnight. One of the basic processes is the transfer of knowledge, the so-called. education that is traditionally conducted in primary and secondary schools and colleges. Teachers and professors, just like pupils and students, had to switch to the so-called contact teaching model to distance learning model. Distance learning can be classified as several of the sustainable development goals adopted on 25 September 2015 at the United Nations Conference in New York. The goals are defined in the then adopted Global Development Program for 2030, and distance learning can be classified as goals 1, 4, 5, 9, 12 and 13. According to one of the many definitions, distance learning is a modern way of teaching and learning, i.e. the acquisition of new knowledge, based on materials, instructions, and instructions that the teacher provides to students using various information technologies. This paper presents the basics of distance learning, existing models and the strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT analysis) of this model of teaching and learning. An overview of distance learning models that have been implemented in the teaching process during the so-called lockdown in the Republic of Croatia.

KEY WORDS: *distance education, teaching, learning, lifelong learning, lock down, digitalization.*

KAKO POBOLJŠATI RAVNOPRAVNOST ŽENA U GEODEZIJI?

Stjepan Miletić¹

¹Zavod za fotogrametriju d.d., Borongajska cesta 71, Zagreb, Hrvatska, smiletic@geof.hr

Sažetak

Geodeziju se kroz povijest uglavnom svrstavalo u zanimanja namijenjena muškarcima. Današnje činjenice potvrđuju da je zastupljenost žena u geodeziji mnogo veća nego proteklih desetljeća. S obzirom na to da je jedan od ciljeva održivog razvoja osigurati spolnu ravnopravnost i ukloniti sve oblike diskriminacije žena, potrebno je sagledati stanje u geodetskoj struci. Nova tehnološka rješenja omogućila su proširivanje geodezije u druga područja što je povećalo interes za ovo zanimanje od strane ženskih osoba. Pojavila se potreba za radnim mjestima koja nisu isključivo „teren“, što je dodatno utjecalo na to da struku obogate žene. U ovom radu pokušat će se dati pouzdana analiza ravnopravnosti žena u geodetskoj struci. Na temelju istraživanja pokušat će se doći do odgovora na pitanja kao što su: postoji li spolna neravnopravnost i u kojoj mjeri je ona zastupljena, postoje li diskriminatorna iskustva i kako to utječe na žene, što poboljšati kako bi se iskorijenila neravnopravnost spolova.

KLJUČNE RIJEČI: *diskriminacija, geodezija, spolna neravnopravnost*

1. Uvod

„Žena je rođena slobodna i ostaje jednaka muškarcu u svim pravima“, prvi je članak Deklaracije o pravima žena iz 1789. godine koju su predložile začetnice francuskog feminizma Olympe de Gouges i Rose Lacombe (Volarević, 2012). Program globalnog razvoja za 2030. godinu, od ukupno 17 ciljeva, usvojen je 2015. godine u New Yorku na konferenciji Ujedinjenih naroda. Jedan od ciljeva je postići spolnu ravnopravnost i osnažiti sve žene i djevojke te ukloniti sve oblike diskriminacije i nasilja koji se odnose na njih (Pavić-Rogošić, 2015).

Sagledavajući povijest, ženi je bilo povjereno preživljavanje čovječanstva dok je muškarac organizirao i vodio javni društveni život. Ženina fizička inferiornost u odnosu na muškarca bila je razlog ovakve spolne segregacije. Zbog svoje fizičke konstitucije njene glavne zadaće bile su rađanje djece, briga za starije članove obitelji i kućanski poslovi. Šezdesetih godina 20. stoljeća uključivanje žena u tržište rada počinje naglo rasti. Iako se obiteljski prihodi povećavaju za još jednu plaću, kućanske poslove i dalje obavlja žena (Volarević, 2012). Ekonomska nejednakost i diskriminacija postaju problemi za koje se pokušava iznaći rješenje u svrhu postizanja ravnopravnosti oba spola.

U današnje vrijeme kada globalizacija i kultura kapitalizma postavljaju nove životne standarde, pitanje ravnopravnosti spolova izuzetno je osjetljivo. Isključujući jednu od društvenih znanosti, kao što su: antropologija, etnologija, psihologija, sociologija, biologija, može

razmatranje ovog pitanja usmjeriti u ostvarivanje željenih ciljeva nauštrb dobrobiti društva u cjelini. U ovom radu provedena je anketa i analizirani rezultati kako bi se zaključilo o stanju ravnopravnosti žena u geodetskoj struci.

2. Zakonska regulativa i nadležna tijela

Na razini Europske unije 2010. godine osnovan je Europski institut za ravnopravnost spolova (engl. European Institute for Gender Equality, EIGE), agencija koja radi isključivo na poboljšanju ravnopravnosti žena i muškaraca u Europskoj uniji i izvan nje. Stanje zemalja Europske unije, kada je u pitanju ravnopravnost spolova, EIGE nastoji izraziti indeksom spolne ravnopravnosti (engl. Gender Equality Index. Njegova vrijednost (raspon 1-100; 1 označava apsolutnu neravnopravnost, 100 označava apsolutnu ravnopravnost) temelji se na 6 domena: rad, moć, znanje, zdravlje, vrijeme i novac. S obzirom na vrijednost indeksa od 55,6 Republika Hrvatska trenutno se nalazi na 22. mjestu. U domeni zdravlja i novca spolna nejednakost je najmanje izražena, dok je u domeni moći najizraženija (URL 1).

U Republici Hrvatskoj zaštita i promicanje ravnopravnosti spolova uređeni su Zakonom o ravnopravnosti spolova (dalje: Zakon) koji je prvi put donesen 14. srpnja 2003. godine. Nakon 5 godina donosi se novi Zakon

kako bi bio usklađen s pravom Europske unije. U trenutno važećem Zakonu, sa zadnjim izmjenama iz 2017. godine, definirani su pojmovi: *ravnopravnost spolova i diskriminacija na temelju spola*. Zakonom je propisana obveza o primjerenosti brizi o ujednačenoj zastupljenosti po spolu u obrazovanju i političkim strankama. Nadalje, navedeno je i 7 zabrana diskriminacije na području zapošljavanja i rada (Mateljak, 2020; NN, 69/17).

Prema Zakonu, „*ravnopravnost spolova znači da su žene i muškarci jednako prisutni u svim područjima javnog i privatnog života, da imaju jednak status, jednake mogućnosti za ostvarivanje svih prava, kao i jednaku korist od ostvarenih rezultata*“. Nadalje, „*diskriminacija na temelju spola označava svaku razliku, isključenje ili ograničenje učinjeno na osnovi spola kojemu je posljedica ili svrha ugrožavanje ili onemogućavanje priznanja, uživanja ili korištenja ljudskih prava i osnovnih sloboda u političkom, gospodarskom, društvenom, obrazovnom, socijalnom, kulturnom, građanskom ili drugom području na osnovi ravnopravnosti muškaraca i žena*“ (NN, 69/17).

Tijelo nadležno za suzbijanje diskriminacije u području ravnopravnosti spolova je Pravobranitelj/ica za ravnopravnost spolova (dalje: Pravobranitelj/ica). Osoba za upravljanje tim tijelom, koje bi trebalo biti neovisno i samostalno, imenuje Hrvatski sabor na prijedlog Vlade Republike Hrvatske. Pravobranitelj/ica je dužna najmanje jednom godišnje podnijeti svoje izvješće Hrvatskom saboru (NN, 69/17).

2.1. Stanje u Republici Hrvatskoj

Istraživanje Pravobraniteljice u 2011. godini pokazalo je kako su žene podzastupljene u upravnim i nadzornim tijelima poslovnih subjekata. Prema prikupljenim podacima zastupljenost žena u oba tijela bila je vrlo slična: 19%, odnosno 20% (Mateljak, 2020). Prema izvješću Pravobraniteljice u 2019. godini radilo se na ukupno 1719 predmeta od čega je 577 predmeta zaprimljeno po pritužbama građana/ki radi zaštite od diskriminacije. Razvrstani prema spolu, u 369 predmeta zaštitu su tražile žene. U kategoriju rada, zapošljavanja i socijalne sigurnosti odnosilo se ukupno 46,1% predmeta. Iz pritužbi se može zaključiti kako je na tržištu rada za žene najveća prepreka majčinstvo i životna dob (PRS,

2020). U području visokog obrazovanja udio studentica koje su diplomirale na visokim učilištima u 2018. godini iznosio je 60,6%. Udio žena koje su stekle doktorat znanosti u istoj godini bio je 53,9% (URL 2). Iz ovih podataka vidljivo je kako su žene u području visokog obrazovanja postigle ravnopravnost s muškarcima, a brojčano ih čak i prestigle.

3. Metodologija istraživanja i opći podaci ispitanica

U ovom radu analizirani su rezultati ankete koja je provedena elektroničkim putem uz uporabu Google Docs alata. Pristup anketnom upitniku, koji se sastojao od ukupno 22 pitanja, bio je anoniman i dobrovoljan. Kroz pitanja, mišljenja, sugestije i iskustva nastojalo se prikupiti saznanja o položaju žena u geodetskoj struci po pitanju ravnopravnosti spolova. Mogućnost ispunjavanja, u periodu od 8. do 14. listopada 2020. godine, imalo je ukupno 443 žene (Tablica 1). Stopa povrata bila je 28,4%. Prema tablici 1, najviše žena koje su pristupile ispunjavanju ankete ima status ovlaštene inženjerke geodezije.

S obzirom na životnu dob prikupljeni su sljedeći podaci: 18-30 godina (35,7%), 30-40 godina (39,7%), 40-50 godina (11,9%), 50 i više godina (12,7%). Vidljivo je da $\frac{3}{4}$ ispitanica ima do 40 godina života. Pred njima je još otprilike 25, ili više, godina rada te se nalaze u životnom razdoblju u kojem neravnopravnost dolazi najviše do izražaja: ulazak na tržište rada, korištenje porodiljnog dopusta, povratak na posao, mogućnost napredovanja itd. Spomenute situacije mogu utjecati na opće zadovoljstvo na poslu pa je dana mogućnost izjašnjavanja po tom pitanju. Svoje nezadovoljstvo poslom izrazilo je 9,5% ispitanica, dok je 64,3% uglavnom zadovoljno iako smatra da bi moglo biti i bolje, a ostatak (26,2%) je jako zadovoljno svojim poslom. Najviše ispitanica (84,8%) koje su jako zadovoljne svojim poslom, prema životnoj dobi pripada u skupinu od 18 do 40 godina. Kada se promatra razina stručne spreme, zastupljenost je bila sljedeća: SSS (4,8%), VSS (91,3%) te MR. SC. ili DR. SC. (4%).

Tablica 1: Broj članica Komore (stanje na dan 9.10.2020.) i onih koje su ispunile anketu

Status upisa u Komori	Broj upisanih	Anketu ispunilo
Ovlaštene inženjerke geodezije	251	76
Vježbenice – kandidatice za upis u Imenik	72	33
Stručne suradnice i suradnice ovlaštenih inženjera geodezije	120	17
Ukupno:	443	126

4. Rezultati istraživanja

Podaci koji su prikupljeni od 126 žena analizirani su u tri segmenta. U prvom je napravljena analiza s obzirom na pozicije žena unutar tvrtke, njihovo radno okruženje i zahtjeve. Drugi dio analize odnosi se na stanje ravnopravnosti žena u geodetskoj struci, uzimajući u obzir diskriminaciju, prisutnost seksizma i spolnog uznemiravanja. U trećem segmentu predloženi su postupci i mjere koje ispitanice predlažu u svrhu poboljšanja ravnopravnosti.

4.1. Pozicija, okruženje i vlastiti zahtjevi žene

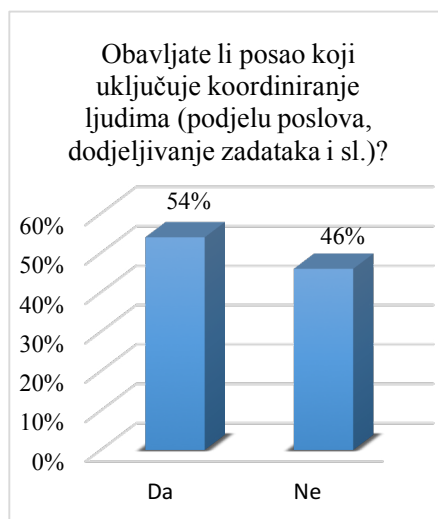
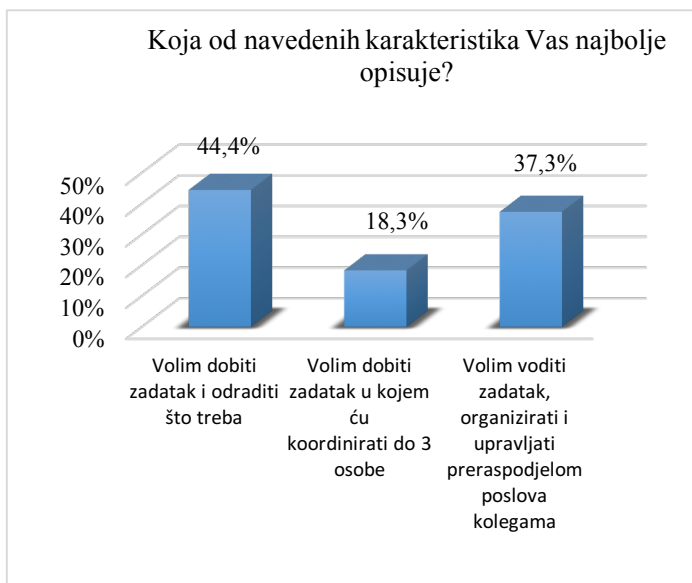
Već uvriježena misao je da geodetsku struku čine pretežito muškarci. Stoga je bilo postavljeno pitanje kakvo je radno okruženje ispitanica prema spolnoj strukturi. 61,9% ispitanica radi u okruženju gdje prevladavaju muškarci, a 11,1% u okruženju gdje prevladavaju žene. Ostatak, njih 27%, izjasnilo se da je zastupljenost oba spola u njihovom radnom okruženju podjednaka.

Iako prevladavaju muške kolege, ženama su dodijeljeni poslovi koji u manjoj ili većoj mjeri imaju svojstvo vodstva. Geodetske poslove moguće je obavljati samostalno (npr. izrada elaborata) ili grupno (npr. katastarska izmjera). Postavljeno je pitanje u kojem su ispitanice odabrale način obavljanja posla koji ih najbolje opisuje. Kako bi se dobio podatak koliko žene uistinu žele poslove koji imaju element vodstva, omogućeno im je da se izjasne koja karakteristika ih najbolje opisuje. Prema podacima iz grafa 1, 37,3% ispitanica smatra da im najviše odgovara zadatak u kojem će koordinirati do 3 osobe, a 18,3% smatra vođenje i organiziranje zadatka kao najbolju opciju za sebe. Dakle, iz podataka je vidljivi

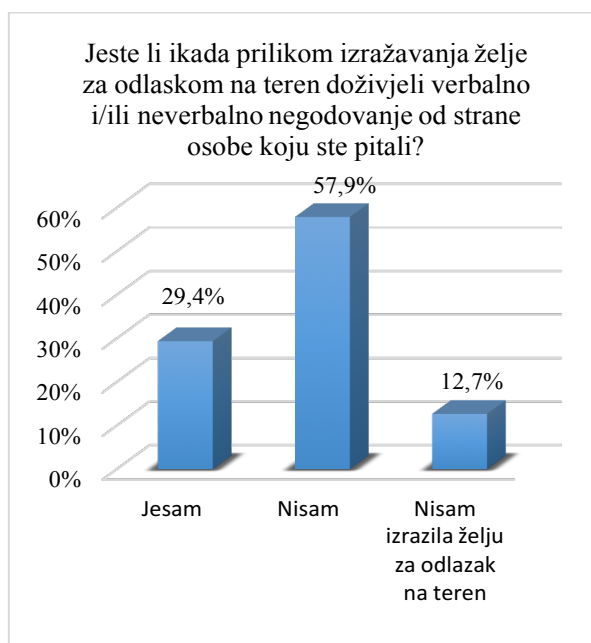
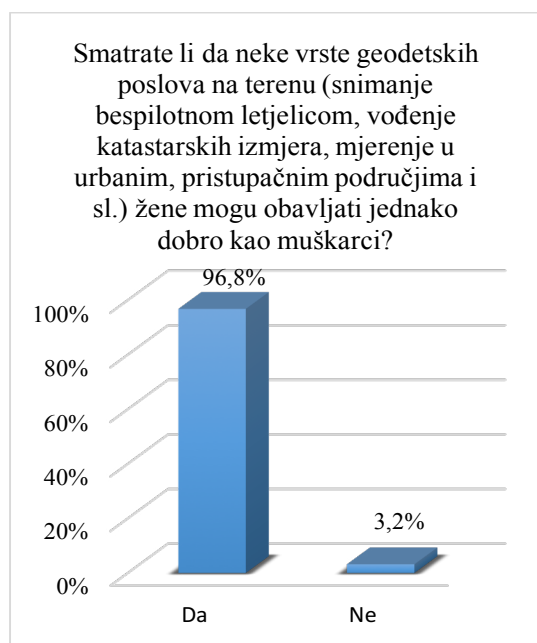
vo da ukupno 55,6% ispitanica želi raditi posao koji uključuje jedan od oblika vodstva. Nadalje, ovaj podatak otvara pitanje žele li ustvari sve žene poziciju vodstva.

Na poziciji koja uključuje koordiniranje ljudima radi 54% ispitanica, dok ostatak ne obavlja takvu vrstu posla (Graf 1). U istraživanju Mateljak (2020) koje je provedeno nad 148 velikih poduzeća iznad 600 zaposlenika, promatran je utjecaj spolne zastupljenosti u upravljačkim pozicijama na profitabilnost. Rezultati su pokazali kako poduzeća koja u upravnim i nadzornim odborima imaju više od jedne žene, ostvaruju veću prosječnu profitabilnost od poduzeća koja na upravljačkim pozicijama imaju jednu ženu ili ih uopće nemaju. Međutim, u tom odnosu ne postoji statistički značajna razlika. U svom radu Mateljak spominje istraživanje Tacheva i Huse iz 2006. godine u Norveškoj te istraživanje Mkhize i Mswelija iz 2010. u Južnoafričkoj Republici. Norveški autori su zaključili da zastupljenost žena u nadzornim odborima može imati dvojak utjecaj na poduzeće, dok potonji tvrde da poduzeće kojim upravlja žena ne nadmašuje rezultate od onog kojim upravlja muškarac. Žene moraju biti svjesne da nisu resurs; nisu tu da potaknu poslovanje, nego je poslovanje tu zbog njih.

Uredski poslovi i rukovodeće pozicije mjesta su na kojima žene uglavnom pronalaze svoje „mjesto pod suncem“ u geodetskoj struci. Zahvaljujući tehnološkim rješenjima, geodetski instrumenti su jednostavniji za korištenje. Uz to, smanjena je potreba za fizičkom snagom (biološkom značajkom muškaraca) koju je potrebno uložiti na terenu. U današnje vrijeme žene su bliže terenu no ikada. Međutim, najčešća raspra u geodetskoj struci nastaje oko pitanja „Mogu li žene na teren?“, koje je nerijetko popraćeno ustaljenim odgovorom



Graf 1: Odgovor ispitanica koji način rada im najbolje odgovara (lijevo) i koliko njih radi poslove koji uključuju koordiniranje (desno)



Graf 2: Stav ispitanica prema terenskom radu (lijevo) i njihova iskustva prilikom izražavanja želje za odlaskom na teren (desno)

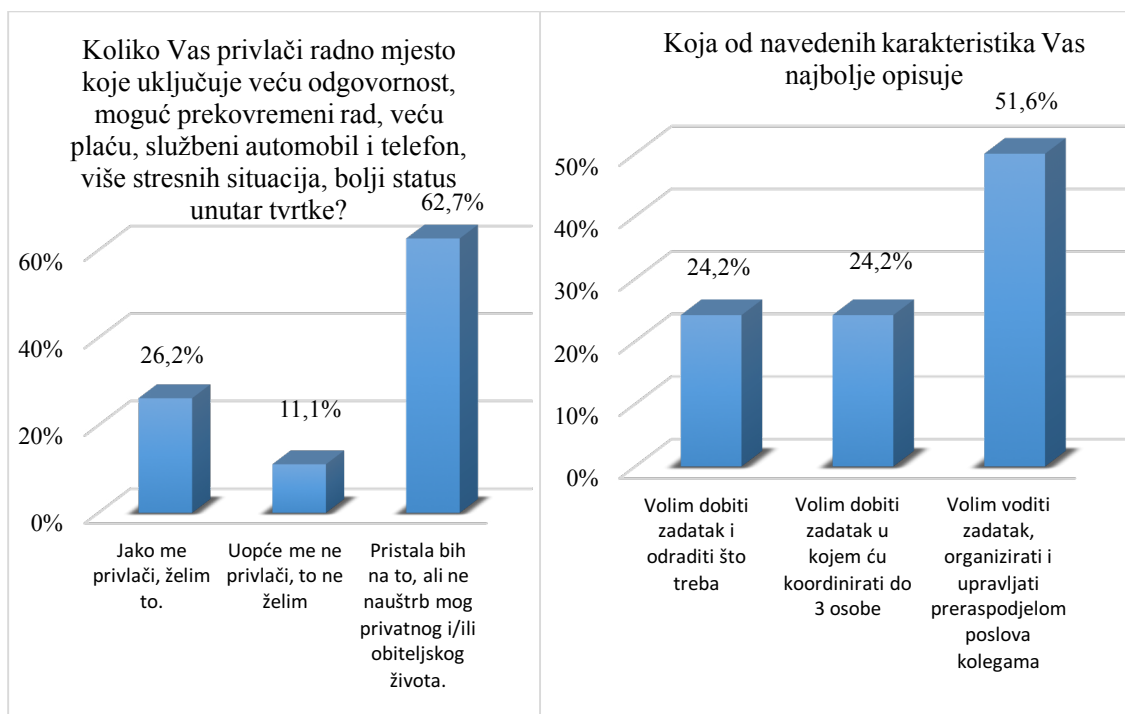
„Teren nije za žene.“ Bitno je u rasprave o ovoj problematici ne ulaziti pod pretpostavkom da sve žene imaju interes za tehnička zanimanja – što je češća pogreška žena. Provedena su istraživanja čiji rezultati ukazuju na postojanje razlika između spolova kada su u pitanju zanimanja. Norveški znanstvenici sa Sveučilišta u Oslu, Sjoberg i Schreiner (2005), u svom istraživanju dolaze do zaključka da će djevojke u suvremenijim državama biti manje zainteresirane za tehničke predmete. Profesor psihologije na Kalifornijskom Sveučilištu Richard A. Lippa proveo je anketu u 53 države diljem svijeta sa uzorkom od 200 000 ispitanika u kojoj je pitao što bi ljudi željeli raditi. Došao je do zaključka da muškarce više privlače tehnička zanimanja dok žene više privlače zanimanja usmjerena na ljude. Zanimljivo je kako su te razlike ujednačene u sve 53 države (Lippa, 2009). Britanski znanstvenici sa Sveučilišta Cambridge promatrali su novorođenčad staru jedan dan. Opažali su koliko dugo djeca gledaju mehanički predmet i lice te zaključili kako više dječaka duže gleda mehanički predmet. Dakle, to se događa prije nego su djeca upoznala igračke, različite kulturalne pristranosti i predrasude (Connellan i dr., 2000). Anketnim upitnikom ženama je omogućeno da izjasne svoj stav o radu na terenu. Iz grafa 2 očito je kako gotovo sve ispitanice (96,8%) smatraju da određene geodetske poslove na terenu mogu obavljati jednako dobro kao muškarci. Ovaj podatak govori i o visokoj razini samopouzdanja. Iako većina ispitanica (57,9%) nije doživjela verbalno i/ili neverbalno negodovanje kada su izrazile želju za terenskim radom, nažalost 29,4% njih je imalo suprotna iskustva (Graf 2). Naravno, postoji skupina ispitanica koje nisu izrazile želju za odlaskom na teren (12,7%).

Arhaičnom stavu osoba koje ne podržavaju opciju u kojoj bi žena išla na teren potrebno je pristupiti studiozno, kako bi se zaključilo o mogućoj povezanosti sa cjeloživotnim učenjem i radom na sebi. Drugi razlog može se objasniti temeljem činjenica koje su opće poznate, ali rijetki ih osvještavaju i primjenjuju u svom poslovanju. Naime, Jason Dorsey, predsjednik američkog Centra za generacijsku kinetiku (engl. The Center for Generationl Kinetics) tvrdi da u današnjem svijetu radi pet generacija. Trendovi koji oblikuju tih 5 generacije su: odgoj, tehnologija i geografija (URL 3). Dakle, prisutnost verbalnog i/ili neverbalnog negodovanja može se pripisati međugeneracijskoj razlici. Zbog svog opsega, ta analiza nije detaljno uključena u ovo istraživanje, ali svakako bi mogla biti hipoteza jednog od budućih istraživanja.

4.2. Ravnopravnost žena u geodeziji

Glavni cilj rada bio je utvrditi stanje ravnopravnosti žena u geodetskoj struci. Kako bi se donijeli zaključci, pitanja o ovoj temi zahtijevala su iznošenje vlastitih mišljenja i iskustava. Ispitanicama se ponudila opcija navođenja konkretnih iskustava kako bi se što preciznije detektiralo u kojim segmentima dolazi do problema s ciljem bolje regulacije i daljnje prevencije neravnopravnosti.

Na pitanje kako procjenjuju stanje ravnopravnosti spolova u tvrtki u kojoj rade, 50% ispitanica smatra da je ravnopravnost potpuna. Nadalje, 40,5% ispitanica procjenjuje da su žene uglavnom u neravnopravnom položaju u odnosu na muškarce dok 9,5% ispitanica procjenjuje svoj položaj povoljnijim u odnosu na muškarce. U anketnom upitniku, ispitanice su imale mogućnost napisati konkretne primjere neravnopravnosti s kojim



Graf 3: Koliko je rukovodeće mjesto uistinu privlačno ispitanicama (lijevo) te koji način rada najbolje opisuje one koje to jako privlači, njih 26,2% (desno)

se susreću. Kao najčešći navode se: nemogućnost odlaska na teren, bolovanje djeteta, trudnoća, plaća, brži napredak muškaraca i neuvažavanje mišljenja žene. Kada je riječ o napredovanju žene, često se kreće s pretpostavkom da je svim ženama u cilju napredovati, tj. dohvatiti rukovodeću poziciju. Takve pozicije imaju svoje specifičnosti, a u razmatranju njihovih prednosti i nedostataka, žene možda ipak biraju mudrije. Postavlja se pitanje koliko su uopće takve pozicije nešto čemu bi se trebalo težiti te kakav je njihov utjecaj na kvalitetu života i zdravlje čovjeka. Kako bi se vidjelo koliko uistinu žene streme pozicijama koje uključuju pogodnosti kao što su službeni mobitel i auto, veća plaća, bolji status unutar tvrtke, ali i nedostatke kao što su stres, prekovremeni rad, veća odgovornost, postavljeno im je pitanje koliko ih takva pozicija privlači. Graf 3 prikazuje da takvu poziciju želi 26,2% ispitanica. Čak 62,7% ispitanica ne bi uopće pristalo na takvu poziciju ako bi to bilo nauštrb njihovog privatnog i/ili obiteljskog života, dok 11,1% ispitanica takva pozicija ne privlači. Iz ovih rezultata vidljivo je kako privatni i obiteljski život većina ispitanica ističe kao nešto bitno, tj. nešto čemu bi dale prednost u odnosu na rukovodeće pozicije.

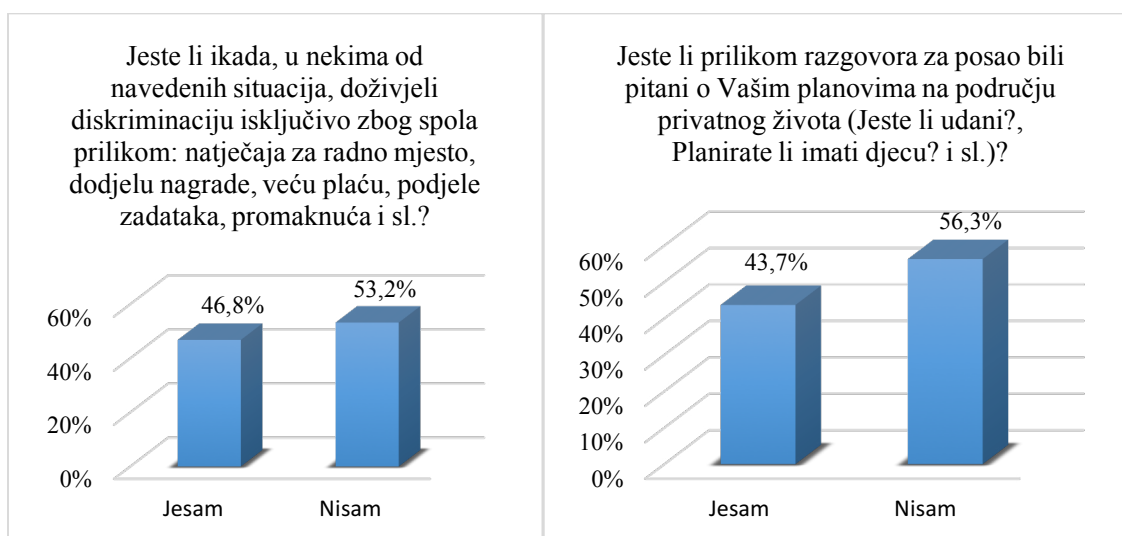
Nadalje, povezan je način rada koji najbolje odgovara ispitanicama (Graf 3, desni graf), a koje ujedno i jako privlači radno mjesto iz grafa 3 (lijevi graf). 51,6% ispitanica ne bi trebalo imati poteškoće u obavljanju rukovodećih poslova, jer za sebe smatraju da im to najbolje odgovara. Međutim, 24,2% onih kojima najbolje odgovara dobiti zadatak i odraditi što treba, možda će se

teže prilagoditi uvjetima rukovodeće pozicije.

Kada su u pitanju plaće, 59,5% ispitanica smatra da imaju istu plaću kao kolege, a 32,5% ispitanica da je njihova plaća manja u odnosu na muške kolege. Prema izvješću Pravobraniteljice Višnje Ljubičić razlika prosječnih bruto plaća muškaraca i žena zaposlenih u pravnim osobama u 2018. godini iznosila je 12,74%. Na razini Europske unije ta razlika bila je 15,7% (Pravobraniteljica, 2020).

Diskriminaciju isključivo zbog spola, u situacijama kao što su natječaj za radno mjesto, dodjela nagrade, veća plaća, promaknuće i sl., doživjelo je 46,8% ispitanica (Graf 4). Iako se ovako visoka stopa diskriminacije događa tijekom radnog odnosa, zanimljiv podatak je o možebitnoj zastupljenosti segregacije na temelju spola prije stupanja u radni odnos. Pitanja o privatnom životu (udaja, djeca i sl.) na razgovoru za posao imalo je 43,7% ispitanica (Graf 4). Jasnije je kako poslodavci unaprijed žele znati planove žena, a neke od njih vjerojatno smatraju rizikom za svoje poslovanje.

Uz spolnu diskriminaciju, ispitanice su se izjasnile o prisutnosti seksizma i spolnog uznemiravanja u svom radnom okruženju. Prema Zakonu o ravnopravnosti spolova, neželjeno verbalno, neverbalno ili fizičko ponašanje koje predstavlja ili ima za cilj povredu osobnog dostojanstva definira se kao spolno uznemiravanje. Ono postaje još izraženije ako stvara neugodno, neprijateljsko, ponižavajuće ili uvredljivo okruženje (NN, 69/17). Prisutnost seksizma u znatnoj mjeri potvrdilo je 17,5% ispitanica, 33,3% nije imalo takva iskustva,



Graf 4: Odgovor na pitanje o iskustvu diskriminacije (lijevo) i iznošenja privatnosti prilikom razgovora za posao (desno)

a 49,2% smatra da je prisutan u manjoj, zanemarivoj mjeri. U provedenom istraživanju 23% ispitanica osobno je bilo žrtva spolnog uznemiravanja. Ispitanicama je bilo omogućeno izjašnjavanje o vrsti spolnog uznemiravanja kojeg su bile žrtve u tri kategorije:

- verbalni oblik – dobacivanje, neugodni komentari
- neverbalni oblik – neugodni pogledi, geste
- fizički oblik – dodiri, štipkanje

Gotovo sve ispitanice, žrtve spolnog uznemiravanja, doživjele su to u verbalnom obliku (93,1%). Neverbalni oblik bio je prisutan kod 37,9% ispitanica, a fizički kod 17,2%.

4.3. Postupci i mjere iz perspektive žene

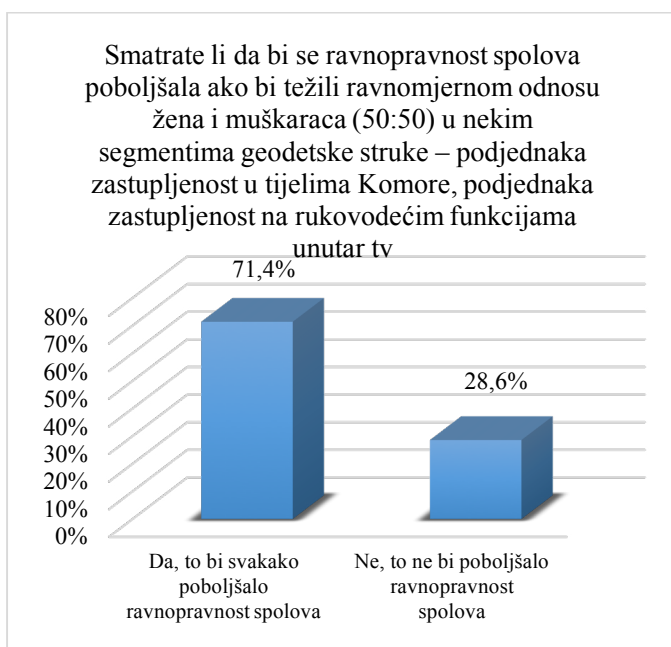
U anketnom upitniku ispitanice su se mogle izjasniti kako reagirati u trenutku seksističkog ponašanja i/ili spolnog uznemiravanja. U pitanju koje se odnosilo na tu temu bilo je ponuđeno 6 odgovora s mogućnošću odabira nekoliko njih.

Najviše ispitanica smatra da bi takvo ponašanje trebalo prijaviti nadređenoj osobi (64,3%). Većina (57,9%) se slaže da bi trebalo muškarcu, koji je to učinio, reći pred ostalim kolegama da takvo ponašanje neće tolerirati, dok bi se neke ispitanice odlučile još i za „razgovor u četiri oka“ (38,9%). Za opciju izbjegavanja tog muškarca odlučilo se 19,8% ispitanica, dok bi se Pravobraniteljici obratilo 15,1%. Kao rješenje da ne bi trebalo učiniti ništa, jer u suprotnom žena može imati samo probleme, smatra 1,6% ispitanica. Analizom ovih reakcija zaključuje se kako nadređena osoba ima veoma važnu ulogu kada se susreće sa žrtvom spolnog uznemiravanja. Iz podataka anketnog upitnika razvidno je da žrtva seksističkog i/ili spolnog uznemiravanja najviše povjerenja

polaze u nadređenu osobu. Ukoliko nadređena osoba nema potrebna znanja ili nultu stopu tolerancije na takvo ponašanje, utoliko će reakcija žene biti samo suvišan napor traženja zaštite. Nadalje, podatak od samo 15,1% žena koje bi se obratile Pravobraniteljici otvara neka druga pitanja. Moguće je da ispitanice nisu upoznate s djelovanjem ureda Pravobraniteljice, ili možda nemaju povjerenje u nju. Prilikom podnošenja Izvešća Hrvatskom saboru, raspravama se davalo mišljenje na minuli rad Pravobraniteljice. Dvije važnije kritike na izvješće iz 2019. godine su: transparentnije prikazati raspolaganje financijskim sredstvima i efikasnije postupanje s pritužbama (Odbor za ravnopravnost spolova, 2020).

Nerijetko se sustav kvota nudi kao najbolje rješenje za borbu protiv neravnopravnosti. Postojeća zakonska regulativa u Republici Hrvatskoj propisuje obvezu o primjerenosti brizi o ujednačenoj zastupljenosti oba spola u obrazovanju i politici. U anketnom upitniku žene su imale mogućnost iskazati svoje mišljenje o kvotama, odnosno kako bi se njihovo uvođenje u određene segmente geodetske struke odrazilo na ravnopravnost spolova.

Prema podacima iz grafa 5, zaključuje se kako velika većina ispitanica (71,4%) smatra uvođenje kvota rješenjem. Najveća prednost sustava kvota uopće je stvoriti priliku da muškarac ili žena postanu dio kolektiva u kojem značajno prevladavaju pripadnici jednog spola. Mnogo ljudi, bez dublje analize, povede se za sustavom kvota, ne imajući na umu njegove nedostatke. Jedan od povoda je i sama riječ *ravnopravnost* uz koju se nerijetko pojavljuje riječ *jednakost* što odmah asocira na matematičku jednakost. Opasnost zadovoljenja samo matematičkih formi je višestruka. Uz to što se ljude svede samo na prirodne brojeve, ne ulazi se u dublje proučavanje



Graf 5: Kakvo mišljenje imaju ispitanice na uvođenje sustava kvota

svake pojedine osobe, čime se isključuju pristupi drugih znanosti i istraživanja. Postoji mogućnost diskriminacije prema muškarcima koji bi imali bolje predispozicije. Promatrajući s biološkog stajališta u radu Daniela Amena i suradnika (2017), napravljeno je istraživanje na temelju pregleda 46034 skenova mozga kako bi se pronašla razlika između spolova u aktivnosti mozga. Kod žena je puno više prokrvljen dio mozga zadužen za osjetljivost, procesiranje emocionalnih informacija i prostornu percepciju. Kod muškaraca je prokrvljeniji dio mozga odgovoran za vizualni percepciju, prepoznavanje forma i davanje naredbi. Nadalje, u istraživanju Nidogon Višnjić i dr. (2018) anketirane su žene na rukovodećim pozicijama pri čemu ih se pitalo za stil odlučivanja koji koriste. Većina ispitanica kao dominantni stil odlučivanja koristi racionalni stil, dok manji udio koristi intuitivni stil. U istom radu većina ispitanica smatra kako je vrlo važno da rukovoditelj ima sposobnost strateškog planiranja. Postoje mnoga istraživanja koja će razlike muškarca i žene objasniti sa psihološkog, biološkog, društvenog ili nekog drugog gledišta, međutim osvrt na njih premašio bi opseg ovog rada. Prikladnije rješenje bilo bi obraditi to povezivanje kao zasebnu temu. Možda i najveći nedostatak sustava kvota je moguća diskriminacija muškarca ili žene sa boljim predispozicijama. Konačno, i rezultati istraživanja u ovom radu ukazuju da zadovoljenje kvota može imati štetan učinak; dio ispitanica ne bi prihvatio rukovodeću radnu poziciju nauštrb privatnog i/ili obiteljskog života (62,7%), dok 11,1% ispitanica ta pozicija uopće ne privlače.

U posljednjem pitanju, ispitanice su imale mogućnost napisati svoje prijedloge i sugestije u cilju poboljšava-

nja ravnopravnosti žena i muškaraca u geodeziji. Slijedi sažetak svih komentara kao nekoliko smjernica u cilju poboljšanja ravnopravnosti:

- omogućiti i naučiti kolegicu terenskom radu ako ona to želi,
- promijeniti arhaični stav o ženama u geodeziji,
- neka žena konstantno radi na sebi, svom znanju i vještinama,
- ohrabriti djevojke već u srednjoj školi te nižim godinama fakulteta,
- omogućiti kolegici ravnopravnu plaću,
- omogućiti korištenje porodiljnog dopusta i bolovanja za dijete.

5. Zaključak

Pojam ravnopravnosti spolova predmet je mnogih istraživanja. Osnivanjem različitih institucija nastoji se pratiti stanje ravnopravnosti i reagiranje u situacijama kada je ona narušena. Današnja globalizacija i kultura kapitalizma stavljaju ženu u poziciju velikih mogućnosti, ali i prepreka ka njihovom ostvarenju. Zastupljenost žena u geodetskoj struci znatno je povećan u odnosu na protekla desetljeća. Njihovom pojavom muški dio populacije pokazao je različite reakcije. Iako su tehnološka rješenja značajno utjecala na pojedine segmente geodetske struke, pitanje je kako je to utjecalo na pristup prema ženama.

U ovom radu analizirano je stanje ravnopravnosti žena u geodetskoj struci. Istraživanje je provedeno anketnim upitnikom kojeg je ispunilo 126 žena, od ukupno 443

žene koliko ih je upisano u HKOIG. Prema rezultatima, 61,9% ispitanica radi u okruženju gdje prevladavaju muškarci. S obzirom na vrstu posla, 54% ispitanica obavlja posao koji uključuje koordiniranje. Tehnološka rješenja omogućuju jednostavan rad na terenu uz manje fizičkog napora nego prijašnjih desetljeća. Iako 96,8% ispitanica smatra da mogu određene terenske poslove obavljati jednako dobro kao muškarci, nažalost 26,4% ispitanica imalo je iskustvo negodovanja od strane osobe koju su pitali za odlazak na teren. Kada je riječ o plaćama, 32,5% ispitanica smatra da je njihova plaća manja u odnosu na muške kolege. Ova su dva područja u kojima je diskriminacija u geodetskoj struci najizraženija. Postojanje neravnopravnosti potvrđuju podatak gdje 40,5% ispitanica procjenjuje da su žene uglavnom u neravnopravnom položaju u odnosu na muškarce. Još više zabrinjavajući podatak je 46,8% ispitanica koje su prilikom natječaja za radno mjesto, dodjelu nagrade, veću plaću, promaknuće i sl. bile diskriminirane isključivo zbog spola. 26,2% ispitanica jako privlači radno mjesto koje uključuje veću odgovornost, moguć prekovremeni rad, službeni automobil i telefon, veću plaću, više stresnih situacija i bolji status unutar tvrtke. Većina (62,7%) ne bi prihvatila takvo radno mjesto nautrb svog privatnog i/ili obiteljskog života. Seksizam u znatnoj mjeri prisutan je kod 17,5% ispitanica. Žrtava spolnog uznemiravanja bilo je 23%, a najčešće se ono očitovalo u verbalnom obliku. Najviše ispitanica smatra da ponašanja seksizma i spolnog uznemiravanja treba prijaviti nadređenoj osobi (64,3%), dok bi se Pravobraniteljici javilo 15,1% ispitanica. Iznenađuje podatak od 15,1% ispitanica koje bi svoje neugodno iskustvo prijavile Pravobraniteljici. Bilo bi poželjno istražiti radi li se o neznanju postojanja te institucije koja ih može zaštititi ili je riječ o nepovjerenju u instituciju Pravobraniteljice. Opciju kvota, u cilju poboljšanja ravnopravnosti spolova u geodetskoj struci, 71,4% ispitanica smatra najboljim rješenjem.

Uključenje muškaraca u suzbijanju diskriminacije, seksizma i spolnog uznemiravanja, značajno će ohrabriti žene i svesti takva ponašanja na najmanju moguću mjeru. U postizanju ravnopravnosti spolova cilj bi trebao biti jednakost prilika, a ne jednakost ishoda. Sustav kvota i stajalište da sve žene streme rukovodećim pozicijama, mogu više odmoći u procesu ostvarivanja ravnopravnosti jer olako mogu postati zadovoljenje matematičkih jednakosti i tako prouzročiti diskriminaciju.

Zahvala. Autor se najljepše zahvaljuje Hrvatskoj komori ovlaštenih inženjera geodezije na susretljivosti, dobroj volji i pomoći oko realizacije ispunjavanja anketnog upitnika.

Literatura:

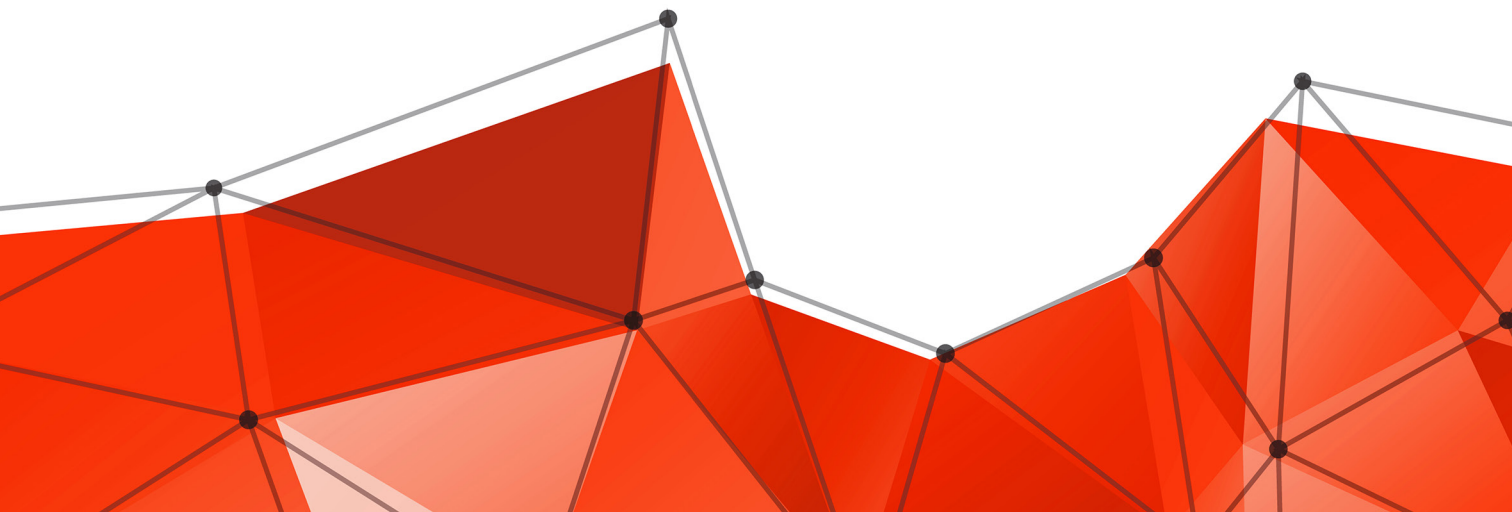
- Bjerrum Nielsen H., Lorentzen J. (2007): Integrated perspectives on gender, Ugeskrift for laeger, PubMed
- Connellan J., Baron-Cohen S., Wheelwright S., Batki A., Ahluwalia J. (2000): Sex differences in human neonatal social perception, Infant Behavior and Development
- Daniel G. Amen, Manuel Trujillo, David Keator, Derek V. Taylor, Kristen Willeumier, Somayeh Meysami, Cyrus A. Raji (2017): Gender-Based Cerebral Perfusion Differences in 46,034 Functional Neuroimaging Scans, Journal of Alzheimer's Disease, IOS Press
- Lidija Pavić-Rogošić (2015): Globalni ciljevi održivog razvoja do 2030., Odraz
- Pravobraniteljica za ravnopravnost spolova (2020): Izvještaj o radu Pravobraniteljice za ravnopravnost spolova za 2019. godinu
- Odbor za ravnopravnost spolova (2020): Izvješće Odbora za ravnopravnost spolova s rasprave o Izvješću o radu pravobraniteljice za ravnopravnost spolova za 2019. godinu, Hrvatski sabor
- Mateljak Željko (2020): Utjecaj spolne zastupljenosti u upravljačkim pozicijama na profitabilnost velikih poduzeća u Republici Hrvatskoj, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Veleučilište u Rijeci
- 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
- Richard A. Lippa (2007): Sex Differences in Sex Drive, Sociosexuality, and Geight across 53 Nations: Testing Evolutionary and Social Structural Theories, Archives of Sexual Behavior, Springer Verlag
- Sjoberg S., Schreiner C. (2005): How do learners in different cultures relate to science and technology?, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching
- Sonja Nidogon Višnjić, Nina Begičević Redep, Violeta Vidaček-Hainš (2018): Stavovi i percepcija žena na rukovodećim pozicijama o njihovom položaju na radnom mjestu, Ekonomska misao i praksa, Sveučilište u Dubrovniku
- Zakon o ravnopravnosti spolova (NN, 69/17)
- URL 1: <https://eige.europa.eu/>
- URL 2: <https://www.dzs.hr/>
- URL 3: <https://genhq.com/>

Abstract

HOW TO IMPROVE THE EQUALITY OF WOMEN IN GEODESY?

Throughout history, geodesy has been classified as a profession intended for men. Today's facts confirm that the presence of women in geodesy is much higher than in previous decades. Given that one of the sustainable development goals is to ensure gender equality and eliminate all forms of discrimination against women, it is necessary to consider the current situation in the geodetic profession. New technological solutions enabled geodesy to expand to other areas, which resulted in an increased interest of women in geodesy. Furthermore, geodesy's job structure nowadays is not exclusively reserved for field jobs, which seems attractive for women. This paper gives a reliable analysis of women's equality in the geodetic profession. Based on the research, the paper answers the questions such as: whether there is gender inequality and to what extent it exists, whether there are discriminatory experiences and how it affects women, what to improve in order to eradicate gender inequality.

KEYWORDS: *discrimination, geodesy, gender inequality*



SESIJA 4

CILJ 9: INDUSTRIJA, INOVACIJE I INFRASTRUKTURA - ULOGA NOVIH TEHNOLOGIJA -

Bez tehnologije i inovacija neće se dogoditi industrijalizacija, a bez industrijalizacije neće se moći dogoditi razvoj.

NAPREDNE VIZUALIZACIJE PROSTORNIH PODATAKA

Boštjan Kovačič¹, Damjan Doler², Matjaz Breznik³, Urh Lednik³

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija, bostjan.kovacic@um.si

² Ministrstvo za okolje in prostor, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana, Slovenija, damjan.doler1@gov.si

³ TROIA, d.o.o., Ozare 19, 2380 Slovenj Gradec, Slovenija, matjaz.breznik@troia.si i urh.lednik@troia.si

Sažetak

Napredne tehnologije poput proširene stvarnosti (PS), mješovite stvarnosti (MS), virtualne stvarnosti (VS), omogućuju nam povezivanje digitalnog svijeta sa stvarnim okruženjem. Te se tehnologije sve više koriste i razvojem dobivaju sve korisniju vrijednost. PS tehnologija nudi nam ambijentalno iskustvo i obogaćuje naše stvarno okruženje računalno generiranim dodatnim virtualnim informacijama poput tekstova, zvukova, slika i animacija. Zbog toga se osjećamo kao da su stvarno okruženje i dodani sadržaji povezana cjelina. Primjenjivost PS-a vrlo je široka. Izvorno se PS služio samo za vizualizaciju virtualnih podataka. Razvojem informacijske tehnologije ona postaje sve korisnija čak i za složenije zadatke. Danas se PS koristi u mnogim područjima jer omogućuje: naprednije metode obuke i obrazovanja, smanjenje rizika i opasnosti, vizualizacija prostornih podataka, prikaz ključnih podataka potrebnih za obavljanje različitih zadataka, precizno predstavljanje postupaka itd. Upotreba naprednih tehnologija, uključujući PS, može biti od velike pomoći u vizualizaciji i interpretaciji prostornih podataka, približavajući ih korisniku i tako prostornim podacima daju veću korisnu vrijednost. PS pretvara klasični način prikazivanja prostornih podataka na zaslonu u 3D iskustvo. Uz pomoć PS uređaja (pametni telefon, tablice, pametne naočale) preslikava prostorne podatke u stvarno okruženje. Upotreba PS za vizualizaciju prostornih podataka još nije jako raširena, razlog se uglavnom može pronaći u željenoj točnosti prikazanih podataka. U ovom radu predstavljamo tehnologiju PS i njezinu upotrebu u provedbi radnih procesa i vizualizaciji različitih prostornih podataka.

KLJUČNE RIJEČI: *prostorni podaci, vizualizacija, proširena stvarnost.*

1. Uvod i definicija problema

Danas provodimo puno vremena u interakciji s digitalnim svijetom. Napredne tehnologije poput proširene stvarnosti (PS), mješovite stvarnosti (MS), virtualne stvarnosti (VS), omogućuju nam povezivanje digitalnog svijeta sa stvarnim okruženjem. Među njima, PS je tehnologija koja obogaćuje naše stvarno okruženje računalno generiranim dodatnim virtualnim informacijama, poput tekstova, zvukova, slika i animacija. Zbog toga se osjećamo kao da su stvarno okruženje i dodani sadržaji povezana cjelina. Firma Gartner je na temelju t.z. Gartnerove krivulje, koja identificira nove tehnologije i očekivanja te entuzijazam korisnika i javnosti prema njima (ciklus hipe), otkriva da se daljnji razvoj i povećana upotreba PS mogu očekivati u sljedećih nekoliko godina (URL 1).

U stranoj literaturi za kontinuitet između stvarnog i virtualnog okružja nalazimo različita imena: Augmented

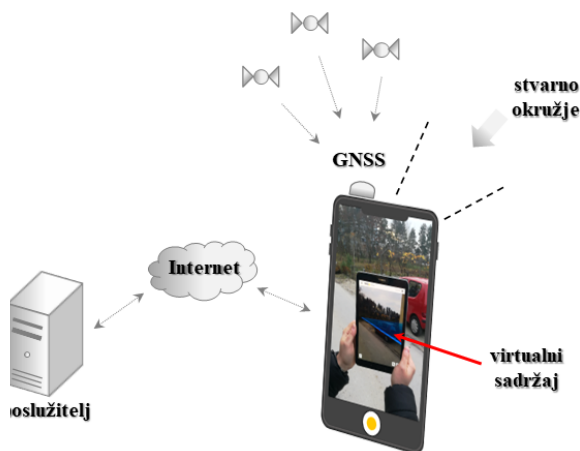
Reality (AR), Mixed Reality (MR), Augmented Virtuality (AV) i dr. U slovenskoj književnosti autori (Meža, 2014; Meža, Turk, & Dolenc, 2015; Čopič Puchar, 2014; Čopič Puchar, 2015 i dr.) imenuju ovaj kontinuum pojmovima kao što su: proširena stvarnost, dopunjena stvarnost ili proširena stvarnost. Razvoj PS-a datira iz 1968. godine, kada je Ivan Sutherland izradio prvi prototip sustava za stvaranje PS. Zbog ograničene procesorske snage tadašnjih računala, s PS-om je mogao prikazivati samo jednostavne crteže (Sutherland, 1968). Prava revolucija u razvoju PS-a započela je razvojem pametnih telefona i tablica. Pametni telefoni i tablice su uređaji ili zaslone koji omogućavaju istovremeno pozicioniranje i obradu virtualnih podataka, omogućujući tako interakciju virtualnih informacija sa stvarnim okruženjem.

Primjenjivost tehnologije PS vrlo je široka. Izvorno se PS služio samo za vizualizaciju virtualnih podataka. Ra-

zvojem informacijske tehnologije ona je sve korisnija i u složenijim zadacima (Davidson & Campbel, 1996 u Meži, 2014). Primjenjivost tehnologije PS vrlo je široka, koristi se u oglašavanju, medijima, medicini, automobilskoj industriji, zrakoplovnoj industriji, vojsci itd. Korištenje tehnologije PS za vizualizaciju prostornih podataka još nije rašireno. Razlozi se mogu tražiti uglavnom u željenom odn. potrebna točnost prikazanih podataka, koja se mora što više podudarati s točnošću koja se može postići prilikom postavljanja ili prikaz prostornih podataka u prostor pomoću geodetskih metoda (Globalni navigacijski satelitski sustav - GNSS, klasična terestička metoda). Razvojem i nadgradnjom tehnologije PS i kombinacijom nekoliko prostornih podataka možemo postići razinu preciznosti koju pružaju klasična terestička metoda i GNSS metoda. U nastavku članka bit će predstavljena tehnologija PS, koja nam pruža visoku točnost prikaza prostornih podataka i praktične primjere njegove upotrebe.

2. PS tehnologija prikladna za vrlo točnu vizualizaciju prostornih podataka

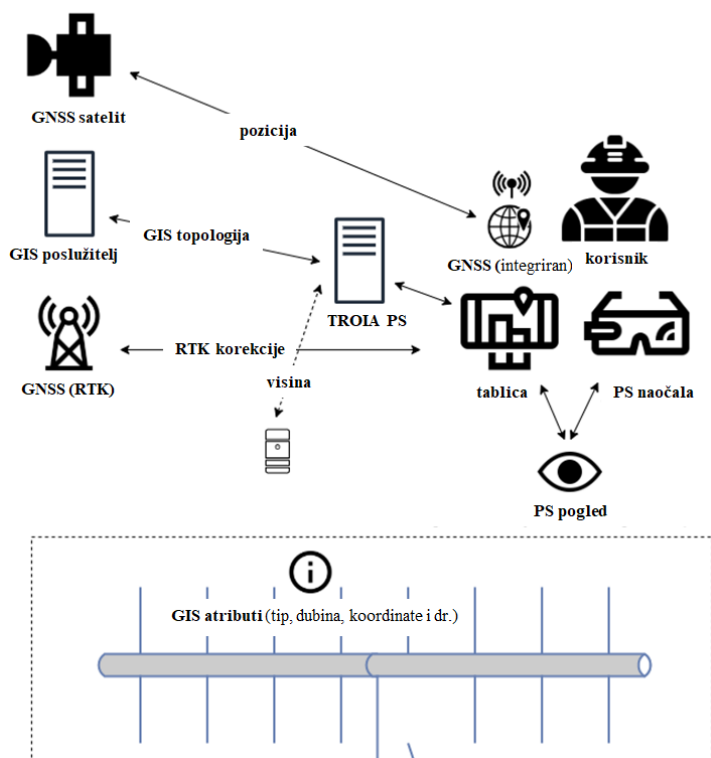
U osnovi, tehnologija PS djeluje na takav način da aplikacija PS neprestano prati položaj i orijentaciju u prostoru uz pomoć GNSS prijamnika spojenog na mobilni uređaj. Kada korisnik s mobilnim uređajem ili PS naočalama dođe na mjesto na kojem želimo vizualizirati virtualni sadržaj, aplikacija prepoznaje određene uzorke koji



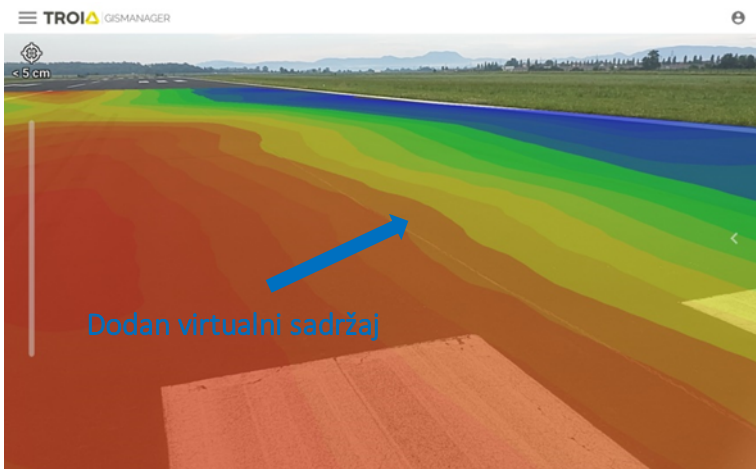
Slika 1: Osnovni elementi sustava stvaranja PS

su prethodno postavljene kao ciljevi za prepoznavanje u stvarnom okruženju, bez obzira na to je li položaj mobilnog uređaja određen GNSS prijemnikom, aplikacija se povezuje s poslužiteljem putem Interneta, u bazi podataka odabrani su ili odabiremo željeni virtualni sadržaj i uključujemo ih u sliku stvarnog okruženja. Osnovni elementi prikazanog sustava PS prikazani su na slici 1.

U svrhu prikazivanja prostornih podataka s velikom točnošću potrebno je nadgraditi osnovnu PS tehnologiju i upotrijebiti neke dodatne elemente. Postupak cijelog sustava PS prikazan je na slici 2. Potrebno je osigurati: mobilni pristup Internetu, potrebna je 3G internet-ska veza, točan položaj mobilnog uređaja dobiven u stvarnom vremenu, koji se dobiva integriranim GNSS prijemnikom (RTK). Virtualni sadržaj i GIS topologija dobivaju se iz GIS baze podataka na web poslužitelju.



Slika 2: Dijagram rada sustava PS za prikaz virtualnog sadržaja (PS elementi)



Slika 3: Primjer vizualizacije područja vertikalnih odstupanja na pisti

Aplikacija kombinira interakciju između podataka topologije podataka i točnog položaja određenog GNSS-om.

3. Rezultati

3.1 Vizualizacija područja vertikalnih pomaka na pisti pomoću tehnologije PS

Korištenje naprednih tehnologija u izvršavanju zadataka u zračnoj luci istraživao je Weintraub, 1992; Azuma & Daily, 1996; Reisman, Feiner & Brown, 2014; Masotti, de Crescenzo & Bagassi, 2016; Baggasi, de Crescenzo, Lucchi & Masotti, 2016; Wickens, Dempsey, Pringle, Kazansky & Hutka; Han, Šah i Lee, 2019 i dr. Uglavnom su istraživali upotrebu naprednih tehnologija u radu kontrolora zračnog prometa. Upotreba tehnologije PS također ima smisla za druge zadatke koji se obavljaju u zračnoj luci, posebno u nadzoru i održavanju. Rezultati različitih mjerenja i analiza, predstavljeni kao kontinuum sa stvarnim okolišem, dobivaju veću korisnu vrijednost i izvor su važnih informacija za dobavljače nadzora i održavanja. Slika 3 prikazuje upotrebu PS tehnologije u vizualizaciji područja vertikalnih odstupanja na pisti zračne luke Edvard Rusjan Maribor. Udubljenja su prikazana plavom bojom, izbočenja crvenom bojom.

Ovako prikazani podaci o područjima vertikalnih odstupanja i deformacija, a posebno njihov vizualni prikaz u interakciji sa stvarnim svijetom, pokazali su se vrlo važnima u donošenju odluka o načinu i opsegu radova na održavanju. Kao što je prikazano na slici 3, donositelji odluka ili svi koji pregledavaju i analiziraju podatke pregledavaju ih u stvarnom okruženju ili u interakciji s njim.

3.2 Vizualizacija podataka podzemna i nadzemna infrastrukture pomoću tehnologije PS

Prostorni podaci postaju jedan od ključnih podataka potrebnih za učinkovit rad organizacija, što posljedično postaje geografski informacijski sustav - GIS ključni sustavi za podršku operativnim procesima u organizacijama. PS tehnologija povezuje se s GIS sustavom i klasični 2D prikaz prostornih podataka na zaslonu računala pretvara se u 3D iskustvo. Rezultat takve upotrebe PS omogućava terenskom radniku pristup i vizualizaciju najnovijih podataka i informacija. Tako terenski radnik ima pristup ažurnim podacima i najnovijim informacijama vezanim uz zadatak koji obavlja u stvarnom vremenu. Na slikama 4. i 5. prikazani su primjeri vizualizacije podzemne komunalne infrastrukture. Vizualizacija podzemnih vodova omogućuje brzu i neinvazivnu (bez



Slika 4: Primjer vizualizacije podzemne vode



Slika 5: Primjer vizualizacije podzemnog cjevovoda s otvorima



Slika 6: Prikaz vizualizacije nadzemnih vodova u prostoru (buduća trasa visokonaponskog dalekovoda)

kopanja) interpretaciju cijele trase linija. Slika 6 prikazuje vizualizaciju buduće trase visokonaponskog dalekovoda. Takva vizualizacija omogućuje svim dionicima da se već u fazi planiranja upoznaju s planiranom intervencijom i daju bilo kakve komentare i prijedloge, izbjegavajući tako neugodne komplikacije i kašnjenja tijekom gradnje i kasnije.

3.3 Korištenje tehnologije PS za potporu provedbi radnih procesa

Glavna svrha integracije tehnologije PS u radne procese je podržati rad na terenu i podržati učinkovitije donošenje odluka. Uz pomoć naočala za PS dobiva se interaktivna vizualizacija ključnih informacija koje se dobivaju iz različitih informatičkih sustava (GIS, SCADA i dr.) Na taj način korisnik ima pristup svemu, i grafičkim (3D BIM modeli) i atributnim podacima o uređajima, koji ga podržavaju u obavljanju aktivnosti i donošenju različitih odluka. Djelujući u digitalnom svijetu, između ostalog, omogućuje nam pregled već obavljenih poslova (radnih zadataka i dr.) koji se hrane u bazi podataka.

PS omogućuje prikaz i usmjeravanje kroz radne postupke, što omogućuje brzo, učinkovito i sigurno izvršavanje pojedinih zadataka. Uz pomoć holografskih uputa,

korisnik se korak po korak vodi kroz radni proces, što omogućuje smanjenje pogrešaka i poboljšanje sigurnosti u provedbi radnih procesa, istovremeno osiguravajući provedbu radnih procesa prema propisanim (standardiziranim) postupcima. Korištenje PS tehnologije omogućuje i dvosmjernu daljinsku komunikaciju između korisnika na terenu i operatera u uredu ili nekom drugom udaljenom mjestu. Sudjelovanje više sudionika, koji mogu biti na vrlo udaljenim mjestima, omogućuje učinkovito i brzo rješavanje problema (primjer: terenski tehničar s naočalima ili tablicom i komunicira sa stručnjakom u centru za podršku na računalu uz pomoć tehnologije PS). Suradnja u stvarnom vremenu odvija se tako što svi sudionici dijele isti digitalni sadržaj.

Na slikama 7 i 8 prikazani su primjeri upotrebe posebnih naočala za prikaz virtualnog sadržaja (PS naočale). Korisniku se na naočalima prikazuju virtualni sadržaji, poput digitalnih uređaja, upute za izvršavanje zadataka i druge potrebne informacije.

4. Diskusija i zaključak

U ovom radu usredotočeni smo na upotrebu PS tehnologije isključivo za vizualizaciju prostornih podataka i



Slika 7: Vodič kroz radni proces uz pomoć naočala PS



Slika 8: Primjer vizualizacije sadržaja koraka posla (izvor: Remote Assist Microsoft)



Slika 9: Primjer daljinske podrške i pomoći u popravku i inspekciji (izvor: Microsoft Guides)

potporu radnim procesima. U takvim se slučajevima vizualizacija rezultata nadograđuje komponentama koje, uz podršku provedbi procesa, omogućavaju interaktivno sudjelovanje u procesima, uvid u metapodatke, ocjenu rezultata, dodavanje novih podataka i dr. i na taj način nadgraditi prostorne baze podataka u stvarnom vremenu s podacima koji nedostaju ili se aktivno uključiti u razne procese. Primjećujemo da upotreba tehnologije PS ima brojne pozitivne učinke, među kojima valja istaknuti: naprednu vizualizaciju prostornih podataka u interakciji sa stvarnim okolišem; interaktivno sudjelovanje u procesima, uključujući održavanje i baze podataka (uključujući prostorne baze podataka); učinkovitija, brža i sigurnija provedba radnih procesa; sudjelovanje nekoliko korisnika na različitim lokacijama u provedbi istog postupka u stvarnom vremenu itd.

Vjerujemo, da je razvoj i uporaba naprednih tehnologija, uključujući tehnologiju PS-a, područje kojem će se sljedećih godina posvetiti značajna pažnja. U budućnosti će se posebna pažnja morati posvetiti istraživanju točnosti prikaza prostornih podataka, istraživanju i nadgradnji mobilnih uređaja koje koristimo za prikaz virtualnih sadržaja s PS.

Literatura:

Azuma, R. & Daily, M. (1996): Advanced human-computer interfaces for air traffic management and simulation. In Proceedings of the 1996 AIAA Flight Simulation Technologies Conference. San Diego.

Bagassi, S., de Crescenzo, F., Lucchi, F. & Masotti, N. (2016): Augmented and Virtual Reality in The Airport Control Tower. In Proceedings of the 30th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, ser. ICAS 2016. Daejeon.

Čopič Puchar, K. (2015): Designing Effective Mobile Augmented Reality Interactions. *Informatica*, 39, str. 333–334.

Masotti, N., de Crescenzo, F. & Bagassi, S. (2016): Augmented Reality in the Control Tower: A Rendering Pipeline for Multiple Head-Trackered Head-up Displays. In Proceedings of the Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics—Lecture Notes in Computer Science. Lecce.

Meža, S. (2014): Razširjena resničnost kot infrastruktura za izboljšanje komunikacije v gradbenih projektih. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Meža, S., Turk, Ž. & Dolenc, M. (2015): Measuring the potential of augmented reality in civil engineering. *Advances in Engineering Software*, 90, str. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2015.06.005>

Reisman, R. J., Feiner, S. K. & Brown, D. M. (2014): Augmented reality tower technology flight test. In Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace, ser. HCI-Aero '14. New York.

Sutherland, I. E. (1968): A head-mounted three dimensional display. Fall Joint Computer Conference, Part I on - AFIPS '68., <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>

Weintraub, D. J. (1992): Human Factors Issues in Head-upDisplay and Design: The Book of HUD. Daytona: Crew System Ergonomics Information Analysis Center Wright-Patterson.

Wickens, C., Dempsey, G., Pringle, A., Kazansky, L. & Hutka, S. (2018): Developing and Evaluating an Augmented Reality Interface to Assist the Joint Tactical Air Controller by Applying Human Performance Models. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; SAGE Publications. Los Angeles.

URL 1: Gartner Hype Cycles 2018 [Gartner]; <https://www.gartner.com/>

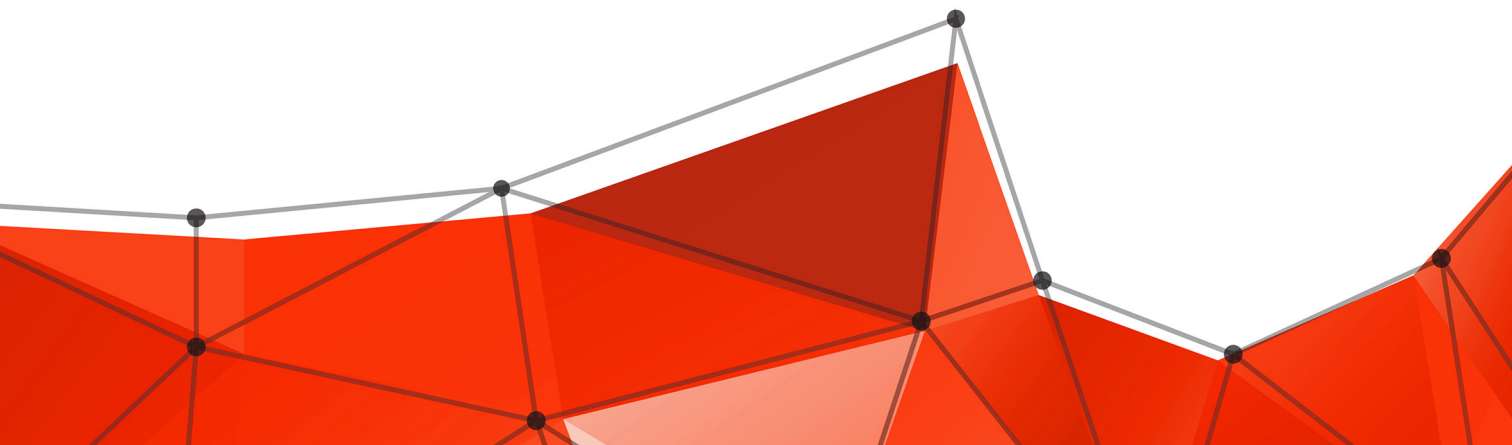
Abstract

VISUALIZATION OF SPATIAL DATA USING ADVANCED TECHNOLOGIES

Advanced technologies such as augmented reality - PS, mixed reality - MS, virtual reality - VS, enable us to connect the digital world to the real environment. These technologies are increasingly being used and are gaining increasing useful value as they develop. PS technologies give us an ambient experience and enriches our real environment with computer-generated additional virtual information such as texts, sounds, images and animations. This makes us feel like the real environment and the added content are a connected whole.

The applicability of the PS is very wide. Originally, the PS was only used to visualize virtual information. With the development of information technology, it is becoming more useful even for more complex tasks. Today, the PS is used in many areas as it enables: more advanced methods of training and education, risk reduction and dangers, visualization of spatial data, display of key data needed to perform different tasks, accurate presentation of procedures, etc. The use of advanced technologies, including the PS, can make a significant contribution to the visualization and interpretation of spatial data, bring them closer to the user, and thus give spatial data greater useful value. The PS transforms the classic way of displaying spatial data on the screen into a 3D experience. It maps spatial data into a real environment using PS devices (smartphone tablet, smart glasses). The use of PS for visualization of spatial data is not yet widespread, the reason can be found mainly in the desired accuracy of the displayed data. In the paper we presented the PS technology and its use in the implementation of work processes and in the visualization of various spatial data.

KEYWORDS: *spatial data, visualization, augmented reality*



PREGLED LIDAR SUSTAVA KOJI SE KORISTE U GEODEZIJI I GEOINFORMATICI

Samanta Bačić¹, Željko Bačić²

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

²Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, zbacic@geof.hr

Sažetak

Brzi tehnološki razvoj omogućio je razvoj novih tehnologija za prikupljanje informacija o prostoru. Jedna od tehnologija koja se u posljednje vrijeme ubrzano razvija te uvelike utječe na geodeziju i geoinformatiku je prostorno lasersko skeniranje (engl. Light Detection and Ranging), poznatija pod nazivom LIDAR tehnologija. Primjenom ove tehnologije moguće je u kratkom vremenu prikupiti veliki broj gusto raspoređenih trodimenzionalnih prostornih podataka i opažati zemljinu površinu i objekte na njoj s visokom rezolucijom i točnošću. LIDAR tehnologijom moguće je lasersko skeniranje sa zemlje, iz zraka i iz svemira. Paralelno s razvojem mikro i nano-elektromehaničkih sustava razvijaju se i LIDAR senzori sve manjih dimenzija. Minijaturne LIDAR senzore moguće je instalirati na različite platforme i tako uspostaviti efikasan i jeftin sustav za opažanje zemljine površine. Posljedica pada cijene i mogućnost masovne proizvodnje dovelo je do toga da se danas LIDAR senzori najčešće instaliraju na bespilotne letjelice. U ovom radu dat će se kratak pregled metode laserskog skeniranja te pregled senzora koji koriste lasersku tehnologiju za prikupljanje geoprostornih podataka. Nastavno će biti uspoređene različite mogućnosti korištenja LIDARA s naglaskom na načine primjene LIDAR senzora instaliranih na bespilotne letjelice.

KLJUČNE RIJEČI: *bespilotna letjelica s LIDAR senzorom, lasersko skeniranje, LIDAR*

1. Uvod

Suvremeni znanstveni pristup i brzi tehnološki razvoj omogućio je razvoj novih tehnologija za prikupljanje prostornih informacija koje uvelike utječu na geodeziju i geoinformatiku. Jedna od tehnologija koja se u posljednje vrijeme ubrzano razvija je prostorno lasersko skeniranje (engl. Light Detection and Ranging), poznatija pod nazivom LIDAR tehnologija. Mogućnosti LIDAR tehnologije prepoznate su u svijetu te se ona počinje sve više istraživati, a samim time i koristiti u zadnjih četrdesetak godina. Primjene LIDAR tehnologije su raznolike, a velika prednost je što se može instalirati na različite platforme te tako omogućiti lasersko skeniranje sa zemlje, iz zraka i iz svemira. Paralelno s razvojem mikro i nano-elektromehaničkih sustava razvijaju se i LIDAR senzori sve manjih dimenzija. Takve LIDAR senzore moguće je instalirati na različite platforme i tako uspostaviti jeftin i efikasan sustav za snimanje zemljine površine. Danas se LIDAR senzori najčešće instaliraju na automobile ili na bespilotne letjelice, a u ovom radu obratit će se posebna pozornost na LIDAR senzore koji se mogu instalirati na bespilotne letjelice. Prednost nji-

hovog korištenja je u tome što su ekonomične, brze i učinkovite te se pomoću njih jednostavnije pristupa čak i nepristupačnim terenima, a sve to bez da se ugrožava ljudski život.

2. LIDAR tehnologija

LIDAR tehnologija (engl. Light Detection and Ranging) jedna je od metoda laserskog skeniranja koja se koristi za opažanje zemljine površine i objekata na njoj (URL 1). LIDAR je optički mjerni instrument koji za mjerenje koristi svjetlost u obliku laserske zrake koja mjeri udaljenost između senzora i objekta izmjere. Udaljenost se određuje pomoću brzine svjetlosti i vremena potrebnog da laserska zraka dođe do opažanog objekta (Baltsavias, 1999). U kombinaciji s ostalim podacima zabilježenima snimanjem svjetlosni impulsi generiraju precizne trodimenzionalne podatke o zemljinoj površini i objektima koji se nalaze na njoj (URL 1). LIDAR sustavi sastoje se od laserskog skenera i prijavnika signala te GPS (Glo-

bal Positioning System) prijavnika i inercijalne mjerne jedinice (IMU). Laserski skener emitira određeni signal, a prijavnik očitava povratni signal dok je pomoću GPS prijavnika i inercijalne mjerne jedinice moguće odrediti trodimenzionalni položaj i orijentaciju snimanog područja ili objekta na tom području (Quadros i dr., 2008). Razlikujemo jednokanalne i višekanalne LIDAR senzore. Noviji LIDAR senzori većinom koriste više kanala, posjeduju odvojene lasere koji su usko povezani, ali svi sadrže različite kanale koji imaju različitu putanju i različiti povratak signala (URL 2).

U ovisnosti koje vrste podataka prikupljamo te na kojoj površini razlikujemo topografski i batimetrijski LIDAR (Leatherman, 2003). Jedna od osnovnih razlika između topografskog i batimetrijskog LIDAR-a je da topografski LIDAR koristi blisko infracrveno zračenje, a batimetrijski infracrveni i zeleni spektar zračenja (Leder i dr., 2020). Batimetrijski LIDAR koristi dvije valne duljine, zato što treba posebno mjeriti vodeno dno, a posebno vodenu površinu. Infracrvena laserska zraka s valnom duljinom od 1064 nm koristi se za detektiranje vodene površine (Quadros i dr., 2008). Zelena laserska zraka s valnom duljinom od 532 nm prenosi se do vodene površine gdje se dio odbija o vodenu površinu i vraća do senzora, a dio prodire do dna i potom se odbija i vraća natrag do senzora (Quadros, 2016). Povratni infracrveni signal daje visinu ravnine iznad vode, a dubina vode računa se pomoću razlike između dva povratna signala (Quadros i dr., 2008). Batimetrijski LIDAR koristi se za hidrografska istraživanja. Služi za prikupljanje geoprostornih podataka obalne linije i plitkih voda te se može koristiti pri istraživanju rijeka (Zhang i dr., 2019). Topografski LIDAR za prikupljanje podataka koristi blisko infracrveno zračenje (URL 1). Njegova karakteristika je da se pri kontaktu s vegetacijom dio zrake odbije i registrira visinu vegetacije, a dio prolazi do druge površine od koje će se dio zrake isto odbiti, odnosno prolazi do tla gdje će se odbiti ostatak zrake (Berta, 2017). Topografski LIDAR koristi se za dobivanje informacija o visini i gustoći vegetacije, za kartiranje kopna i priobalnih područja, za kreiranje različitih digitalnih modela, i slično (Mallet i Bretar, 2009).

Topografski i batimetrijski LIDAR moguće je instalirati na različite platforme, a s obzirom na koju platformu je instaliran LIDAR senzor razlikuju se tri osnovna tipa laserskog skeniranja (URL 3):

1. Lasersko skeniranje sa zemlje ili terestrički LIDAR (engl. Terrestrial laser scanning – TLS),
2. Lasersko skeniranje iz zraka
 - a. pomoću zrakoplova (engl. Aerial laser scanning - ALS),
 - b. pomoću bespilotnih letjelica (engl. Drone laser scanning - DLS),

3. Lasersko skeniranje iz svemira (engl. Spaceborn laser scanning - SLS).

Terestrički LIDAR nalazi se na nepokretnom stativu ili je učvršćen na vozilu koje se kreće, na primjer na automobilu. Uobičajeno se koristi za mjerenje i kreiranje visoko točnih trodimenzionalnih modela zgrada, arheoloških nalazišta, strmih terena, vodovodnih instalacija, i slično (URL 3).

Lasersko skeniranje iz zraka je metoda dobivanja trodimenzionalnih prostornih podataka snimanjem zemljine površine i objekata na njoj pomoću LIDAR senzora koji je instaliran na letjelicu. Koristi se za kreiranje digitalnog modela reljefa, za izradu trodimenzionalnih modela gradova, za procjenu šteta uzrokovanih različitim prirodnim nepogodama, i slično (Yan i dr., 2015). Ako je senzor instaliran na zrakoplov ili helikopter radi se o ALS tehnologiji, a ako se senzor nalazi na bespilotnoj letjelici onda je riječ o DLS tehnologiji snimanja iz zraka. ALS tehnologija ima ograničenja koja ju sprječavaju za potpunu izmjeru terena, a to su prvenstveno visina leta te kut skeniranja. S druge strane pomoću DLS tehnologije moguće je postići nižu visinu leta i tako dobiti veću gustoću točaka što omogućuje precizniju izmjeru terena (Resop i dr., 2019).

Lasersko skeniranje iz svemira je metoda skeniranja koja pokriva velika područja, ali s manje detalja. Senzori su postavljeni na satelite koji kruže oko zemlje (Leder i dr., 2020).

Najčešće u uporabi je lasersko skeniranje iz zraka jer omogućava najbolji i najjednostavniji pristup velikim površinama terena te nudi mogućnost velike pokretljivosti senzora (Balenić i dr., 2013). Zbog nižih cijena i mogućnosti postizanja niže visine leta te veće gustoće točaka što rezultira preciznijom izmjerom sve više je u upotrebi skeniranje iz zraka pomoću bespilotnih letjelica.

3. Bespilotne letjelice

Bespilotna letjelica (engl. Unmanned Aerial Vehicle – UAV) je letjelica bez posade koja se može nadzirati na daljinu, odnosno njome se može upravljati pomoću daljinskog upravljača ili može letjeti samostalno na temelju unaprijed isprogramiranog plana leta ili pomoću složenih autonomnih dinamičkih sustava. Razvoj bespilotnih letjelica može se zahvaliti vojnoj upotrebi gdje se koriste kao vrijedan izvor informacija o neprijatelju i njegovim kretanjima te o terenu na kojem se nalazi. Danas se sve više koriste i u civilne svrhe gdje je njihova primjena vrlo raznolika (URL 4).

Postoje različite podjele bespilotnih letjelica, jedna od podjela je prema težini letjelice i dosegu leta kao što je prikazano u tablici 1. Prema tehnologiji leta razlikuje-

Tablica 1: Klasifikacija bespilotnih letjelica u ovisnosti o težini i doseg leta (Singhal i dr., 2018)

Tip	Maksimalna težina	Maksimalni doseg leta	Vrste krila
Nano	200 gms	5 km	Fiksna i rotirajuća krila
Mikro	2 kg	25 km	Fiksna i rotirajuća krila
Mini	20 kg	40 km	Fiksna i rotirajuća krila
Lagane	50 kg	70 km	Fiksna i rotirajuća krila
Male	150 kg	150 km	Fiksna krila
Taktičke	600 kg	200 km	Fiksna krila
Srednja visina, dugi let (engl. Medium Altitude, Long Endurance - MALE)	1000 kg	250 km	Fiksna krila
Velika visina, dugi let (engl. High Altitude, Long Endurance - HALE)	1000 kg	250 km	Fiksna krila
Teške	2000 kg	1000 km	Fiksna krila
Super teške	2500 kg	1500 km	Fiksna krila

mo bespilotne letjelice s fiksnim i s rotirajućim krilima. Letjelice s fiksnim krilima postižu veću brzinu i let im duže traje te su pogodnije za snimanje većih područja. Dok su letjelice s rotirajućim krilima puno bolje rješenje za snimanje manjih područja (Singhal i dr., 2018).

Zahvaljujući razvoju različitih senzora koji se mogu instalirati na bespilotne letjelice te samim razvojem bespilotnih letjelica, posebno razvojem mikro i mini bespilotnih letjelica one se sve više upotrebljavaju za fotogrametrijske potrebe, tj. lasersko skeniranje iz zraka (Kolarek, 2010). Zbog nižih cijena, jednostavnijeg načina upravljanja te mogućnosti pristupa teže dostupnim područjima bespilotne letjelice postale su atraktivna platforma za instalaciju različitih senzora kao što su na primjer termalni, multispektralni i hiperspektralni senzori (Singhal i dr., 2018). Jedan od senzora koji se može instalirati na bespilotne letjelice je i LIDAR senzor te će dalje u radu biti spomenuti neki od LIDAR senzora koji se koriste na bespilotnim letjelicama.

4. LIDAR senzori instalirani na bespilotne letjelice

Danas na tržištu postoji veliki broj proizvođača koji proizvode različite vrste LIDAR senzora. Kao što su na primjer Velodyne, YellowScan, Quanergy, CartoGalia, Riegl, Cepton, Hesai, Ouster, LeddarTech, Lidaretto, i dr. Neki od proizvođača i njihovi proizvodi koji se instaliraju na bespilotne letjelice navedeni su u ovom poglavlju te su navedene neke njihove specifikacije.

4.1. Velodyne Lidar

Velodyne Lidar kompaniju osnovao je 1983. godine David Hall. Sjedište kompanije je u San Jose-u, u Kaliforniji te je danas širom svijeta poznata kao jedna od vodećih kompanija koja se bavi proizvodnjom LIDAR senzora (URL 5). Proizvode LIDAR senzore koji se mogu instalirati na različite platforme, a trenutno najnoviji LIDAR senzori koji se mogu instalirati i na bespilotne letjelice su Puck LITE, Puck, Velarray, VelaDome. Puck LITE je najlakši Velodyne Lidar senzor koji je posebno dizajniran za primjene koje zahtijevaju manju težinu te se kao takav najčešće postavlja na bespilotne letjelice (URL 6). Puck LITE (Slika 1, lijevo) ima iste specifikacije kao i Puck samo što je nešto lakša verzija senzora, njegova masa je 590 g, te je kao takav pogodniji za bespilotne letjelice. Uključuje 16 kanala i snima s točnošću od ± 3 cm, a raspon mjerenja mu je 100 m. Generira približno 600000 točaka u sekundi s horizontalnim vidnim poljem od 360° i vertikalnim od 30° uz kutnu rezoluciju od $0,1^\circ$ do $0,4^\circ$ (URL 6).

4.2. YellowScan

Razvoj YellowScan-a započeo je 2012. godine pod vodstvom Tristana Allouisa i Michela Assenbauma. Sjedište kompanije nalazi se u Montpellieru, u Francuskoj. Glavna misija YellowScan-a je dizajnirati, razvijati i proizvoditi sustave senzora za snimanje bespilotnim letjelicama (URL 7). YellowScan linija LIDAR-a za bespilotne letjelice je lagana i potpuno integrirana s ugrađenim baterijama. Svi paketi uključuju hardver, softver i usluge te je svaki sustav dizajniran tako da zadovolji potrebe visoke preci-



Slika 1: Puck LITE Velodyne Lidar (lijevo, URL 6) i YellowScan Surveyor (desno, URL 9)

znosti i točnosti. Neki od proizvoda su: YellowScan Vx-DL, YellowScan Vx-20+, YellowScan Vx-20, YellowScan Vx-15+, YellowScan Vx-15, YellowScan Surveyor Ultra, YellowScan Surveyor (URL 8). Najlakši i najsvestraniji je YellowScan Surveyor (Slika 1, desno). Težak je 1,6 kg, može letjeti na visini od 50 m te mjeri s preciznošću od 4 cm i točnošću od 5 cm. U njega je ugrađen Velodyne skener te generira približno 300000 točaka u sekundi s horizontalnim vidnim poljem od 360° i rasponom mjerenja do 150 m. Zbog svojih performansi pogodan je za istraživanja urbanih područja koja podliježu strogim propisima o letenju (URL 9).

4.3. Quanergy Systems

Quanergy Systems kompanija osnovana je 2012. godine i nalazi se u Silicijskoj dolini. To je jedna od prvih kompanija koja je započela komercijalizaciju 3D LIDAR-a (URL 10). Quanergy nudi LIDAR senzore s visokim performansama koje pokreće umjetna inteligencija. Trenutno aktualni LIDAR senzori koje nude su iz M8 serije (Core, Plus, Ultra i PoE+ senzor). LIDAR senzori iz M8 serije imaju široko vidno polje od 360° horizontalno i od 20° vertikalno za brzo i pouzdano skeniranje velikih površina. Kutna rezolucija je od 0,03° do 0,13°, a točnost je manja od 3 cm čak i na krajnjem dosegu koji seže i do 200 m, ovisno o modelu. LIDAR senzori M8 serije (Slika 2, lijevo) očituju se visokim performansama i mogućnostima mjerenja čak i u uvjetima slabijeg osvjetljenja, a masa senzora je otprilike 900 g (URL 11).

4.4. CartoGalicia

CartoGalicia je španjolska kompanija nastala udruženjem dvije kompanije s velikim iskustvom u području

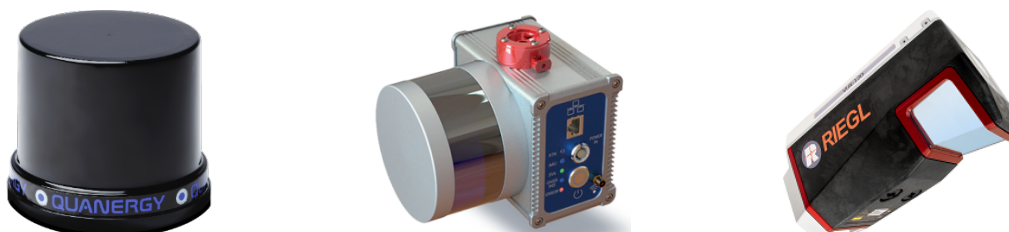
ju topografije, batimetrije i 3D sustava. Danas nude usluge povezane s izmjerom, fotogrametrijom, batimetrijom i laserskim skeniranjem (URL 12). LIDAR proizvodi koje nude su LIDAR G16, G16L (Slika 2, sredina) i G32Up. G16 i G16L uključuju 16 kanala, a G32Up 32 kanala. Snimaju s točnošću od 3 cm na preporučenoj visini od 60 m, odnosno 120 m i rasponom mjerenja od 100 m, odnosno 200 m, ovisno o modelu. Generira približno 300000 točaka u sekundi s horizontalnim vidnim poljem od 360° i vertikalnim od 30° za G16 i G16L te 40° za G32Up. Najlakši od njih je G16L mase 1,45 kg (URL 13).

4.5. Riegl

Riegl kompanija proizvodi LIDAR senzore već više od 40 godina. Sjedište kompanije nalazi se u Hornu, u Austriji, a kompanija posluje i na svjetskom tržištu te ima svoje podružnice diljem svijeta. Bave se istraživanjem, razvojem i proizvodnjom laserskih daljinomjera i skenera te donose inovacije u 3D tehnologiji (URL 14). Njihov najnoviji LIDAR senzor namijenjen za bespilotne letjelice je Riegl Vux 120 (Slika 2, desno). Težak je 2,2 kg i može letjeti na visini do 730 m te snimati s točnošću od 1 cm i preciznošću od 5 mm. Ima vidno polje od 100°, a kutnu rezoluciju od 0,001°. Zbog svog vidnog polja i brzine prikupljanja podataka do 1,8 MHz pogodan je za kartiranje koridora visoke gustoće (URL 15).

5. Diskusija

Na tržištu postoji veliki broj kompanija koje proizvode različite vrste LIDAR senzora, a u prethodnom poglavlju su prema osobnom odabiru navedeni samo neki od



Slika 2: Quanergy M8 (lijevo, URL 11), LIDAR G16L (sredina, URL 13) i Riegl Vux 120 (desno, URL 15)

brojnih LIDAR senzora koji se mogu instalirati na bespilotne letjelice. Od navedenih LIDAR senzora za bespilotne letjelice posebno se ističu Velodyneovi senzori i to zbog dobrih tehničkih karakteristika kao i zbog svoje izuzetno male mase zahvaljujući kojoj se mogu instalirati i na manje bespilotne letjelice. U uvjetima slabijeg osvjetljenja ističe se Quanergyova M8 serija senzora, a zavidnu točnost i preciznost snimanja moguće je postići pomoću Riegl Vux 120 senzora. Zahvaljujući brzom napretku tehnologije u budućnosti ćemo zasigurno biti svjedoci proizvodnje još većeg broja LIDAR senzora koji imaju još bolje tehničke karakteristike.

6. Zaključak

U posljednjih nekoliko godina LIDAR je postao pristupačniji i mnogo manji nego što je bio nekad te je tako omogućena njegova šira primjena i instalacija na veći broj platformi, između ostaloga i na bespilotne letjelice. LIDAR senzori na bespilotnim letjelicama snimaju snimke za koje je samo prije nekoliko godina bio potreban zrakoplov koji je nosio velike i teške LIDAR senzore te posadu. LIDAR senzor na bespilotnim letjelicama zajedno sa softverom može vrlo brzo obrađivati slike iz oblaka točaka te ćemo tijekom sljedećih godina zasigurno biti svjedoci još većeg napretka i prelaska sa zrakoplova na bespilotne letjelice (Corrigan, 2020). Zapravo, već danas na tržištu postoji veliki broj proizvođača koji proizvode minijaturne LIDAR senzore koji se mogu instalirati na bespilotne letjelice te tako omogućiti efikasnije i jeftinije opažanje zemljine površine. No, tu još uvijek ima mjesta za napredak te se očekuje da će u budućnosti razvojem tehnologije i povećanjem mogućnosti cijena LIDAR senzora i bespilotnih letjelica još više padati, a sposobnosti će im se sve više poboljšavati i njihova primjena postat će još šira.

Literatura

Balenović, I., Alberti, G., Marjanović, H. (2013): Airborne Laser Scanning - the Status and Perspectives for the Application in the South-East European Forestry, South-east European forestry, 4 (2), 59-79.

Baltsavias, L. P. (1999): A comparison between photogrammetry and laser scanning, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 54, 83-94.

Berta, A. (2017): Procjena šumske biomase pomoću LIDAR tehnologije u degradiranim šumama brežulj-kastoga i nizinskoga vegetacijskog pojasa u središnjoj Hrvatskoj, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Corrigan, F. (2020): 12 Top Lidar Sensors for UAVs, Best

Lidar Drones and Great Uses, DroneZon.

Kolarek, M. (2010): Bespilotne letjelice za potrebe fotogrametrije, Ekscentar, 12, 70-73.

Mallet, C., Bretar, F. (2009): Full-waveform topographic lidar: State-of-the-art, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, 1-16.

Leatherman, S. P. (2003): Shoreline Change Mapping and Management Along the U.S. East Coast, Journal of Coastal Research, Vol. No. Special Issue 38, 5-13.

Leder, N., Duplančić Leder, T., Bačić, S. (2020): Analysis of State-of-the-Art Hydrographic Survey Technologies, FIG Working Week 2020, Smart surveyors for land and water management, Amsterdam, the Netherlands.

Quadros, N. D. (2016): Technology in Focus: Bathymetric Lidar, GIM International.

Quadros, N. D., Collier, P. A., Fraser, C. S. (2008): Integration of bathymetric and topographic LIDAR: A preliminary investigation, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 36, 1299-1304.

Resop, J. P., Lehmann, L., Hession, W. C. (2019): Drone Laser Scanning for Modeling Riverscape Topography and Vegetation: Comparison with Traditional Aerial Lidar, Drones, 3, 35-49.

Singhal, G., Bansod, B., Mathew, L. (2018): Unmanned Aerial Vehicle Classification, Applications and Challenges: A Review, Preprints.

Yan, W. Y., Shaker, A., ElAshmawy, N. (2015): Urban land cover classification using airborne LIDAR data: a review, Remote Sensing of Environment.

Zhang, Z., Zhang, J., Ma, Y., Tian, H., Jiang, T. (2019): Retrieval of Nearshore Bathymetry around Ganquan Island from LIDAR Waveform and QuickBird Image, Applied Sciences, 9 (20), 4375.

URL 1: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>

URL 2: https://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/md_help/html/mult_ch_lidar.html

URL 3: http://gsp.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP_216_Online/lesson7-1/overview.html

URL 4: https://hr.wikipedia.org/wiki/Bespilotna_letjelica

URL 5: <https://velodynelidar.com/about/>

URL 6: <https://velodynelidar.com/products/puck-lite/>

URL 7: <https://www.yellowscan-lidar.com/about/>

URL 8: <https://www.yellowscan-lidar.com/lidar-solutions/>

URL 9: <https://www.yellowscan-lidar.com/products/surveyor/>

URL 10: <https://quanergy.com/about/>

URL 11: <https://quanergy.com/products/m8/>

URL 12: <https://cartogalicia.com/empresa/>

URL 13: <https://cartogalicia.com/solucioneslidar/>

URL 14: <http://www.riegl.com/company/about-riegl/>

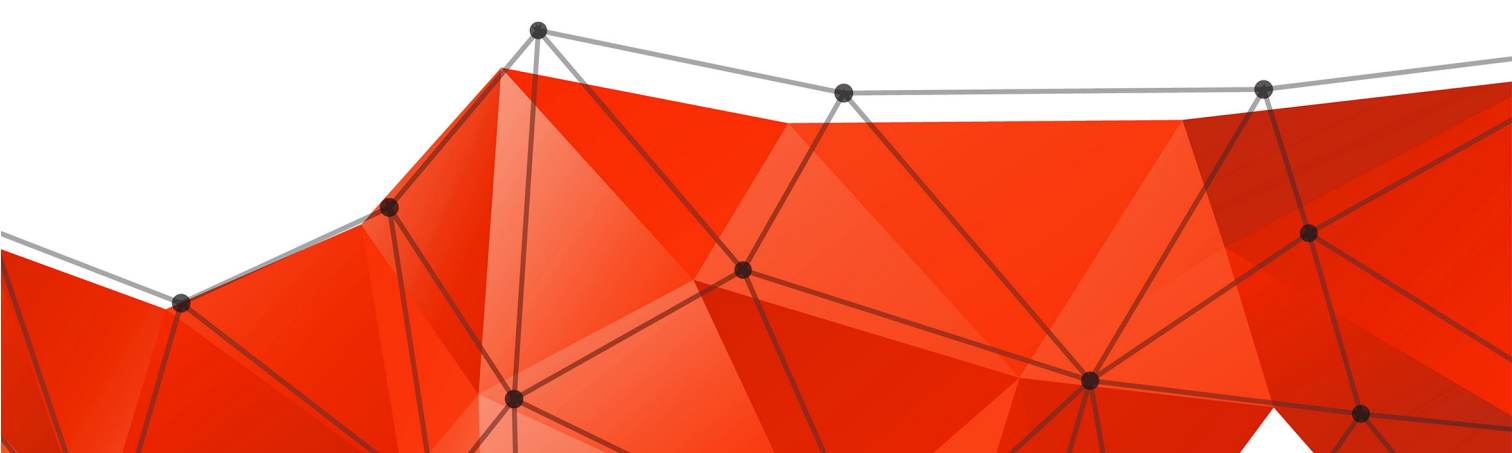
URL 15: <http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/new-riegl-vux-120/>

Abstract

AN OVERVIEW OF LIDAR SYSTEMS USED IN GEODESY AND GEOINFORMATICS

Rapid technological development has enabled the development of new technologies for collecting information about space. One of the technologies that has been developing rapidly recently and greatly influences geodesy and geoinformatics is spatial laser scanning (Light Detection and Ranging), better known as LIDAR technology. By applying this technology, it is possible to collect a large number of densely distributed three-dimensional spatial data in a short time and to observe the earth's surface and the objects on it with high resolution and accuracy. With the LIDAR technology it is possible laser scanning from the ground, from the air, and from the space. In parallel with the development of micro and nano-electromechanical systems are being developed LIDAR sensors of ever smaller dimensions. Miniature LIDAR sensors can be installed on different platforms and thus establish an efficient and inexpensive system for monitoring the earth's surface. The consequence of falling prices and the possibility of mass production has led to the fact that today LIDAR sensors are most often installed on unmanned aerial vehicles. This paper will give a brief overview of the laser scanning method and an overview of sensors that use laser technology to collect geospatial data. Different possibilities of using LIDAR will be compared below with an emphasis on the ways of applying LIDAR sensors installed on unmanned aerial vehicles.

KEYWORDS: *laser scanning, LIDAR, unmanned aerial vehicle with LIDAR sensor*



NADZOR MOSTOVA GEODETSKIM I FIZIKALNIM METODAMA U SVRHU PRAVOVREMENOG UTVRĐIVANJA POTENCIJALNIH OŠTEĆENJA

Boštjan Kovačič¹, Samo Lubej¹

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija, bostjan.kovacic@um.si, samo.lubej@um.si

Sažetak

Ovaj rad predstavlja rezultate praćenja na željezničkom mostu preko reke Mure u blizini naselja Veržej, koje se nalazi na željezničkoj pruzi Ormož - Hodoš u Sloveniji. Most je izgrađen 1953. Čelična konstrukcija mosta nekoliko je puta obnavljana, a posljednji put 2014. i 2015. godine. dinamičkog ponašanja konstrukcije provedeno je geodetskim i fizikalnim metodama mjerenja pomaka. Dinamičko ponašanje mosta zbog utjecaja vožnje vlaka nije bilo poznato, pa se naše istraživanje usredotočilo na mjerenja pomoću kojih možemo analizirati dinamičke utjecaje. Na temelju provedenih mjerenja, vjerujemo da se beskontaktno geodetsko-fizikalne metode mogu koristiti za praćenje i statičkih i dinamičkih odziva konstrukcija. Geodetske metode na ovom području postaju sve korisnije zbog svoje jednostavnosti i pouzdanih rezultata. Razvojem geodetskih instrumenata i dodatnog softvera možemo prikupiti do 100 očitavanja u sekundi s gotovo konstantnom frekvencijom uzorkovanja, što je uvjet za izračunavanje dinamičkog odziva nakon Fourierove transformacije. U radu će biti predstavljena primjena beskontaktno geodetske metode korištenjem RTS-a (Robotska totalna stanica) i fizikalne metode primjenom geofona na mostu.

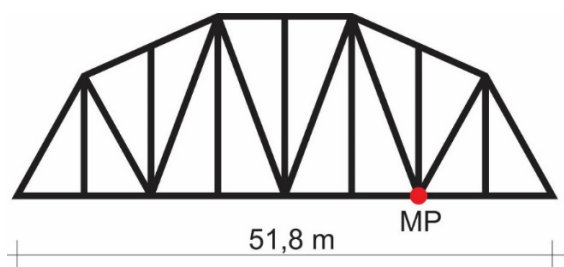
KLJUČNE RIJEČI: *mjerenje pomaka, dinamička ispitivanja, mjerni sustavi*

1. Uvod

Mjerenje deformacija željezničkih mostova pri prijelazu vlakova važno je za planiranje i procjenu njihove konstrukcijske čvrstoće (Psimoulis, 2007). Kao građevine, mostovi su izloženi utjecajima dinamičkog opterećenja i utjecaja okoliša, pa je njihovo promatranje i redovito održavanje vrlo važno. Njihovo se ponašanje mora redovito nadzirati u obliku kontrolnih mjerenja ili praćenja, za što možemo koristiti razne metode. Mjerenja se mogu izvoditi na više načina. Skupina alternativnih metoda uključuje geodetska (optička) mjerenja, koja mogu biti statička ili dinamička. Mjerni sustavi mogu biti kontaktni ili beskontaktni. U praksi se pomaci mjere samo na pojedinim mjestima s ograničenim nizom mjernih instrumenata, što zahtijeva puno vremena za pripremu mjernih mjesta na određenim mjestima. U takvim mjerenjima ili ispitivanjima građevinskih konstrukcija i premošćujućih konstrukcija, opisani način praćenja obično predstavlja problem. Rezultat beskontaktnog mjernog sustava su pomaci u pojedinim točkama na različitim mjestima. Uz to što su optički sustavi precizniji, mjerenja su transparentnija i praktički ne po-

stoje pripreme za mjerenje. Prikupljanje izmjerenih vrijednosti automatiziranim postupkom omogućuje nam brzo i pouzdano određivanje položaja točaka. Budući da je rekonstrukcija oscilacijskih signala uvjetovana frekvencijom uzorkovanja, točnost mjerenja poboljšava se povećanjem broja očitavanja u sekundi.

Autori (Celebi i Sanli, 2002, Chen et al, 2001, Roberts, 2001 i 2004, Ogaja, 2003, Menge, 2007, Marenić et al, 2014) bavili su se prikupljanjem podataka u dinamičkim ispitivanjima pomoću metoda GNSS (Global Navigation Satellite System) koje su najjednostavnije za upotrebu. Nedostaci GNSS metode, poput neravnomjernog uzorkovanja nakon uklanjanja nekvalitetnih i nedostajućih mjerenja (multipath, nepovoljna konstelacija satelita), nepouzdanost visinske komponente, smetnje signala, otklonjeni su uvođenjem dodatnih geodetskih mjerenja s robotskom totalnom stanicom RTS, koja automatski pohranjuje podatke. Razni autori (Stempfhuber, 2000, Radovanović i Teskey, 2001, Kopačik et al, 2005, Ceryova et al, 2002, Chua, 2004, Cosser et al, 2003) uglavnom su se bavili sinhronizacijom RTS mjernog signala, koji



Slika 1: Lokacija mjernog mjesta (MP)

je, za proučavanje dinamičkog odziva konstrukcije bio neravnomjeran. Razvojem tehnologije i dodatnih programa taj je nedostatak otklonjen. Ako konstrukcija, uvjeti i, naravno, vrijeme dopuštaju, najbolje je izvršiti mjerenja s više različitih metodama, a to su GNSS, RTS i induktivna osjetila, te usporediti rezultate. Ova metoda praćenja prikazana je u radu Lekidis et al, 2005.

Danas nam noviji RTS-ovi omogućuju do 10 mjerenja u sekundi, brzina hvatanja može se povećati pomoću GeoCOM protokola, do 30 mjerenja u sekundi, što je dovoljno za praćenje sporog i stabilnog dinamičkog odziva mostova izloženih vibracijama od nekoliko centimetara. Većina starijih RTS-ova ima nisku brzinu mjerenja (do 1 Hz) na koju utječu dinamičke pogreške - uglavnom vibracije.

U ovom radu dajemo primjer novog načina izvođenja mjerenja dinamičkog odziva mostova pomoću dvije potpuno različite tehnike mjerenja. RTS-om smo izmjerili pomake u vertikalnom smjeru oscilacije konstrukcije. Paralelno s tim mjerenjima, vršili smo mjerenja brzine vibracija seizmografom i pripadajućim geofonom. Pomoću programa izvršili smo analizu dinamičkog odziva konstrukcije mosta na temelju izmjerenih fizičkih veličina.

2. Opis mjerne opreme

Za mjerenje vertikalnih pomaka koristili smo novu generaciju Leica TS50 RTS. Ovaj uređaj ima mogućnost mjerenja prostornih podataka na frekvenciji do 10 Hz. Sa programom koji radi putem GeoCOM protokola i razvijenim na Sveučilištu u Zagrebu, Hrvatska, Geodetski fakultet, povećali smo frekvenciju mjerenja na 30 Hz. Program je povezan s RTS-om putem kabla GEV269 i omogućuje praćenje svake milisekunde. RTS se kontrolira putem programa GeoCOM / ZG, koji ima mogućnost očitavanja duljine, kutova i vremena ili samo kutova i vremena. Na mjernom mjestu gdje smo izmjerili promjenu vertikalnoga kuta tijekom vibracije konstruk-



Slika 2: Penatgonalna prizma i samoljepljiva geodetska prizma za praćenje pomaka

cije, postavili smo geodetsku pentagonalnu prizmu.

Mjerenja vibracija konstrukcije izmjerena su mjernom opremom - seizmografom MinimatePlus proizvođača Instancel. Koristili smo mjerni set seizmografa s troosnim geofonom, koji je u skladu s DIN 45669-1 klase 1, i mjeri u frekvencijskom području od 1 do 315 Hz. Mjerna mjesta za mjerenje dinamičkog odziva čelične konstrukcije mosta bila su na istom mjestu s geodetskim mjernim točkama. Za obradu izmjerenih podataka vibracija koristili smo program Instancel Blastware 10.74 s naprednim modulom.

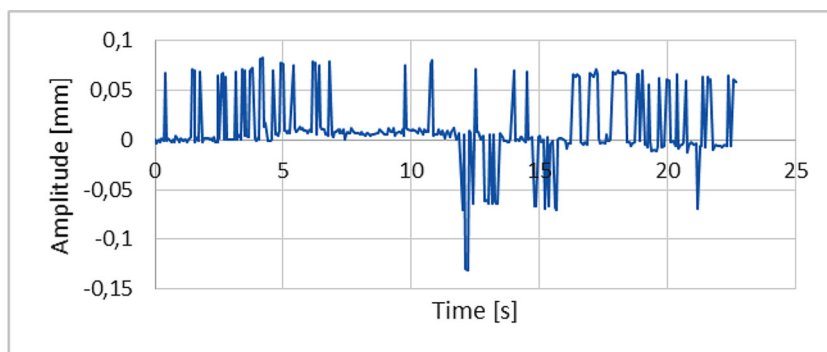
Mjerenja brzine vlaka u trenutku prelaska mosta izvedena su laserskim brzinomjerom Riegl, tip LR 90 / 235P.

3. Postupak monitoringa

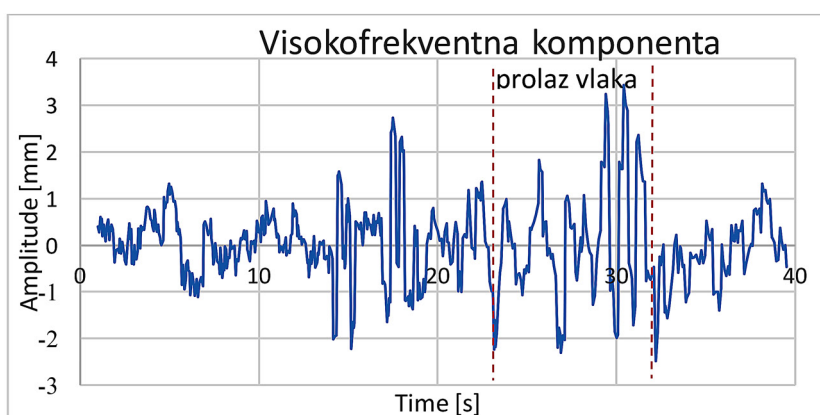
Monitoring je proveden na lijevom dijelu slobodno ležeće čelične pregradne konstrukcije paraboličnog oblika desnog glavnog nosača mosta, ako se most promatra u smjeru riječnog toka. Na čeličnoj konstrukciji - mjernom mjestu ugrađena je pentagonalna prizma, samoljepljiva geodetska prizma i troosni geofon. Mjesto ugradnje - mjerna točka (MP) prikazana je na slikama 1 i 2.

Mjerenja dinamičkog odziva na željezničkom mostu izvedena su u lipnju 2017. Mjerenja su projektirana tako da smo osim informacija o odzivu mosta na dinamičko opterećenje nakon svakog događaja, zabilježili i položaj geodetske prizme postavljene na konstrukciju mosta. Na temelju izmjerenog vertikalnoga kuta i duljine izračunat je položaj prizme. Na taj smo način dobili i vertikalna pomicanja. Geodetsko mjerenje izvedeno je s pentagonalnom prizmom, što nam omogućuje veću preciznost i automatsko praćenje i očitavanje s Leica TS50.

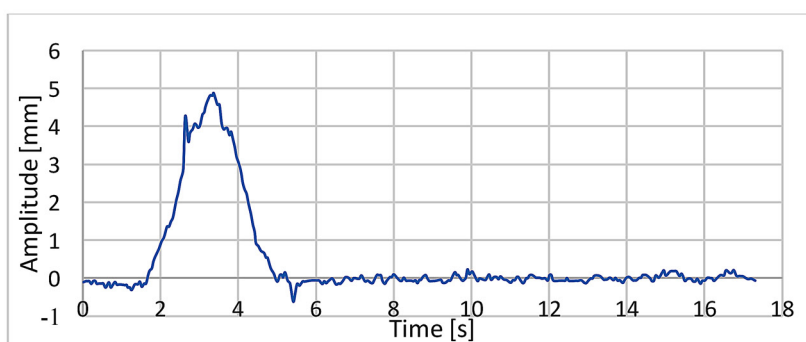
Stajalište robotske stanice Leica RTS TS50 bilo je udaljeno 6,74 m od mjernog mjesta. Vertikalni kut između RTS-a i geodetske prizme Pentagon iznosio je 33 °, što je omogućilo optimalnu vizuru. Prije početka monitoringa, mjerni instrument Leica TS50 i seizmograf



Grafikon 4: Vlastita oscilacija željezničkog mosta za test br. 1



Grafikon 5: Određivanje vertikalnih oscilacija željezničkog mosta u testu br. 2



Grafikon 6: Određivanje vertikalnih oscilacija željezničkog mosta u testu br. 3

Rezultati mjerenja dinamičkog odziva konstrukcije, koji je vertikalna komponenta brzine vibracija konstrukcije na MP za sva tri testa, prikazani su na grafikonima 1 do 3. Treba naglasiti da seizmografom dobivamo relativne deformacije.

4.3 Izmjerene vrijednosti dinamičkog odziva konstrukcije s RTS Leica TS50

Rezultati geodetskog mjerenja dinamičkog odziva konstrukcije (vertikalni pomaci) za sva tri testa, prikazani su na grafikonima 4, 5 i 6 Geodetskom metodom, u kojoj se dobivaju apsolutne deformacije, izmjerili smo promjenu verikalnoga kuta i duljine i izrazili vrijednosti kao

amplitudu u mm. Rezultat geodetskog mjerenja dinamičkog odziva konstrukcije za vlastitu oscilaciju izmjeren RTS-om na mjernom mjestu MP (prizma pentagon) prikazan je na grafikonu 4. Grafikoni 5 i 6 prikazuju odziv konstrukcije u vertikalnom smjeru (izraženi u mm) kada vlak prolazi konstrukciju.

5. Analiza izmjerenih vrijednosti

5.1. Analiza mjerenja dinamičkog odziva konstrukcije mjerena seizmografom

Dinamički odziv konstrukcije mosta uključuje mjerenja brzine vibracija u tri pravokutna smjera. Budući

Tablica 1: Rezultati FFT analize

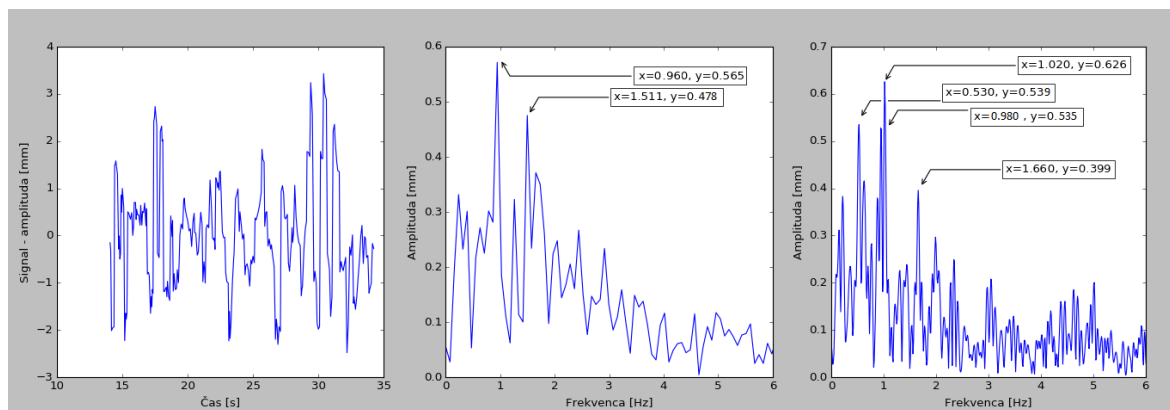
PPVV (mm/s)	PDV (mm)	PAC (g)	VDF (Hz)	A (mm)	Monitoring
0,127	0,000	0,027	6,031	0,002	Test br. 1 <i>Vlastita oscilacija</i>
5,588	0,014	0,384	39,81	0,049	Test br. 2 <i>Vlak 2 vagona (11:09)</i>
8,382	0,091	0,411	9,188	0,518	Test br. 3 <i>Vlak 3 vagona (9:49)</i>

PPVV – Peak Particle Velocity Vertical
PDV – Peak Displacement Vertical (vertikalni pomak)
PAC – Peak Acceleration Vertical (ubrzanje u vertikalnom smjeru)
VDF – Vertical Dominant Frequency (vertikalna dominantna frekvencija, dobivena sa FFT analizom)
A – Amplitude (dobivena sa FFT analizom)

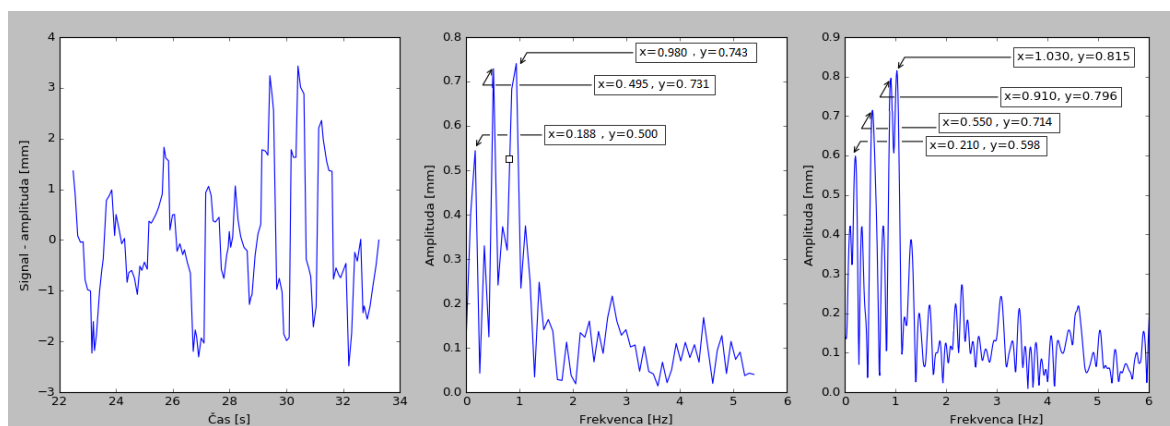
da u ovom radu analiziramo statički i dinamički odziv konstrukcije u vertikalnom smjeru, u analizi se uzima u obzir samo vertikalna komponenta vibracija. Pomoću programa Instantel Blastware 10.74 s naprednim modulom izveli smo analizu koja je uključivala brzu Fourierovu transformaciju (FFT analiza). Rezultat FFT analize je izračunata dominantna frekvencija i amplituda. Rezultati mjerenja i izračuna prikazani su u tablici 1.

5.2. Analiza mjerenja dinamičkog odziva konstrukcije mjerena RTS-om

Geodetsko mjerenje dinamičkog odziva mosta izvedeno je s Leica TS50 (RTS), koja nam omogućuje do 30 očitavanja u sekundi uz dodatni protocol Geocom/ZG. Budući da nas u našem eksperimentu interesira samo određivanje vertikalne komponente, izmjerili smo samo promjenu vertikalnog kuta. Rezultati su kasnije



Grafikon 10: Analiza frekvencije FFT-a za slučaj vožnje vlaka s dva vagona – test br. 2
lijevo (izmjereni signal), sredina (FFT), desno (Lomb - Scargle)



Grafikon 11: Analiza frekvencije FFT-a za slučaj vožnje vlaka sa tri vagona – test br. 3
lijevo (izmjereni signal), sredina (FFT), desno (Lomb - Scargle)

Tablica 2: Rezultati mjerenja vibracija s RTS-om

PDV (mm)	VDF (Hz)	A (mm)	Monitoring
0,00	2,02	0	Test br. 1 <i>Vlastita oscilacija</i>
3,43	2,02	0,565	Test br. 2 <i>Vlak 2 vagona (11:09)</i>
4,88	2,47	0,743	Test br. 3 <i>Vlak 3 vagona (9:49)</i>
PDV – Peak Displacement Vertical (vertikalni pomak) VDF – Vertical Dominant Frequency (vertikalna dominantna frekvencija, dobivena s FFT analizom) A – Amplitude (dobivena s FFT analizom)			

preračunati korištenjem programa Python i pretvoreni u Fourierovu brzu transformaciju (FFT) kako bi se dobile usporedive dominantne frekvencije i amplitude.

Dominantne frekvencije za mjerni interval u frekvencijskom području od 15 do 35 Hz dobivene FFT analizom za oba slučaja praćenja opisana kao test br. 2 i 3 grafički su prikazane na grafikonima 10 i 11.

Prilikom mjerenja brzine vibracija za test br. 2, izmjerili smo maksimalnu vertikalnu komponentu od 0,626 na frekvenciji 1,02 Hz. Dominantna frekvencija za mjerni interval od 20 sekundi u frekvencijskom području od 15 do 35 Hz dobivenom FFT izračunom je 1,02 Hz - vidi grafikon 10. Rezultati FFT prikazani su u tablici 2.

6. Diskusija

Rezultati praćenja dinamičkog odziva mosta pokazuju da s obje metode možemo dobiti rezultate pomoću kojih možemo utvrditi štetu nastalu dinamičkim radom. Rezultati mjerenja dinamičkog odziva pokazuju napredak geodetskih metoda u određivanju stanja građevina. Testirajući program, otkrili smo da kad isključimo daljinomjer, dobivamo ravnomjernija očitavanja. Pri određivanju dinamičkog odziva dovoljno je zabilježiti promjenu samo u kutnim smjerovima.

Seizmografom smo dobili relativne promjene ili specifične deformacije konstrukcije. Iz rezultata vidimo da smo dobili dominantnu frekvenciju za test br. 1 6,031 Hz, za test br. 2 39,81 Hz i za test br. 3 9,188 Hz. Geodetske metode korištene su za dobivanje dominantnih frekvencija za test br. 1 2.02 Hz, za test br. 2 2.02 Hz i za test br. 3 2.47 Hz. Iz ovoga zaključujemo da sa geodetskim metodama možemo dobiti frekvencije kod ravnomjernih oscilacija.

Geodetsko praćenje također nam je dalo apsolutne rezultate vertikalnih pomaka dinamičkog odziva, naime pomaka između 3 i 5 mm, dok smo seizmografom dobili relativne pomake između 0,014 i 0,091 mm.

Za preciznije analize geodetske metode moraju uključivati fizikalne metode, ali pojavljuje se problem sinhronizacije rezultata. U svakom slučaju, beskontaktna geodetske metode brze su, dostižne i korisne za građevinsku praksu, koji pružaju dovoljnu točnost u određivanju dinamičkih svojstava objekta tijekom gradnje i za povremeni pregled građevinskih konstrukcija i na objektima na kojima se fizičke metode ne mogu namjestiti.

7. Zaključak

Monitoring mostova u današnjoj građevinskoj praksi izuzetno je važno područje analize građevinskih konstrukcija, na temelju čega možemo dobiti opći uvid u ponašanje građevina podložnih mnogim utjecajima tijekom eksploatacije. Danas se identificirana ili izmjerena svojstva mogu koristiti za brojne analize i poboljšanja, također možemo pravovremeno spriječiti moguće negativne posljedice. Zbog brzog tehnološkog razvoja građevinskih postupaka i u sve statički zahtjevnijim i većim konstrukcijama, istovremeno su razvijene i metode za analizu konstrukcijskog odziva.

Glavni cilj našeg eksperimenta je analiza izmjerenih signala odziva konstrukcije koju smo opteretili. Monitoring mosta provodio se istovremeno i kontinuirano s geodetskima mjernim instrumentima i fizikalnima metodama. Svi mjerni sustavi pokrenuti su ručno. U obradi podataka koristili smo stoga usklađivanje mjerenja na temelju jasno vidljivih ekstrema amplituda i faza signala. Kao i u slučaju ispitivanja, posebna pažnja posvećena je utvrđivanju točnosti izmjerenih mjerenja. Otkrili smo da uspoređujući dobivene rezultate, koji su izmjereni RTS opremom pri brzini uzorkovanja između 6 i 26 Hz, postoje relativno male promjene iz kojih smo zaključili da frekvencija ima određeni utjecaj na točnost mjerenja, ali mi smo za slučaj koji se razmatrao ocijenjen je zanemarivo malim za potrebe opće prakse. Korištenje postupaka i metoda spektralne analize poput Fouriero-

ve transformacije i Lomb - Scargle algoritma pokazalo se dobrim matematičkim postupkom za analizu i interpretaciju frekvencijskog područja oscilacija konstrukcija. Na temelju toga, u slučaju obrade mjerenja geodetskih metoda, uspjeli smo dalje provjeriti konzistentnost izvornih signala uz pomoć frekvencijskog spektra, a poklapanje se pokazalo prikladnim i dovoljno točnim. U slučaju praćenja, svi rezultati reakcije mosta, zbog događaja s različitim mjernim uređajima, bili su međusobno usporedivi, a također su u slučaju geodetskih metoda omogućili gotovo potpunu sinkronizaciju.

Provedba monitoringa omogućila nam je dobivanje inženjersko ispravnih i reprezentativnih podataka o dinamičkom odzivu mosta. Iz gornjih radova, istraživanja i rezultata možemo zaključiti da se RTS metoda može koristiti kao neovisna i dovoljno točna metoda u praćenju građevinskih konstrukcija, što smo i dokazali eksperimentom.

Literatura

- Psimoulis, P.A. & Stiros, S.C., (2007): Measurement of deflections and of oscillation frequencies of engineering structures using Robotic Theodolites (RTS). *Engineering Structures*, 29(12), pp.3312–3324.
- Celebi M., Sanli A. (2002): »GPS in pioneering dynamic monitoring of long-period structures«. *Earthq. Spec.*, 18(1), 47-61.
- Chen Q., Huang D.F., Ding, X.L., Xu Y.L., Ko J.M. (2001): »Measurement of vibrations of tall buildings with GPS« Proceedings of health monitoring and management of civil infrastructure systems. Bellingham (WA), SPIE, 477-484.
- Roberts, G.W., Meng, X., Dodson, A. H. (2001): »The Use of kinematic GPS and triaxial accelerometers to monitor the deflections of large bridges« Proc., 10th FIG Int. Symp. on Deformation Measurements, Orange, California, 19-22.
- Roberts, G. W., Cosser, E., Meng, X., Dodson, A. H. (2004): »Monitoring the deflections of suspension bridges using 100 Hz GPS receivers.« Proc., 17th International Technical Meeting of the Satellite Division of the U.S. Institute of Navigation, Long Beach, California, 1403-1413.
- Ogaja C., Wang, J., Rizos, C. (2003): »Detection of wind-induced response by wavelet transformed GPS solutions« *Journal of Surveying Engineering*, 129 (3), 99-104.
- Meng, X., Dodson, A.H., Roberts, G.W. (2007): »Detecting bridge dynamics with GPS and triaxial accelerometers« *Engineering Structures*, 29, 3178-3184.
- Marendić, A., Paar, R., Duvnjak, I. and Buterin, A. (2014): »Determination of Dynamic Displacements of the Roof of Sports Hall Arena Zagreb.« Proc., 6th International Conference on Engineering Surveying, Praga, 13–20.
- Stempfhuber, W. (2000): »The Integration of Kinematic Measuring Sensors for Precision Farming« Proc., 3rd International Symposium on Mobile Mapping Technology, Cairo, 3-8.
- Stempfhuber, W. (2009): Verification of the Trimble universal total station (UTS) performance for kinematic applications. Grun/Kahmen (Eds), *Optical 3-D Measurement Techniques IX*, Vienna, 211-221.
- Radovanovic, R.S., Teskey, W.F. (2001): »Dynamic monitoring of deforming structures: GPS versus robotic tacheometry systems« Proc., 10th FIG symposium on deformation measurements. Orange, California, 61-70
- Kopačik, A., Kyronović, P., Kadlecikova, V. (2005). »Laboratory tests of robot stations« Proc., FIG working week, From Pharaohs to Geoinformatics, Cairo, TS 22.9.
- Ceryova, I., Kubanka, P., Kopačik, A., Kyronović, P. (2002): »Dynamic Tests of Robot Stations« Proc., FIF XXII International Congress, 2002, Washington, D.C. USA, 1-8
- Chua, S.C. (2004): »Testing of Robotic Total Stations for Dynamic Tracking« Dissertation, University of Southern Queensland, Faculty of Engineering and Surveying, Australia.
- Cosser, E., Roberts, G. W., Dodson, A. H., Meng, X., (2003): »Bridge monitoring, Civil Engineering Surveyor, GIS/GPS Supplement« *Journal of Applied Geodesy*, 1(3), 171-179
- Lekidis, V., Tsakiri, M., Makra, K., Karakostas, C., Klimis, N., Sous, I. (2005): »Evaluation of dynamic response and local soil effects of the Evripos cablestayed bridge using multi-sensor monitoring systems.« *Eng Geol.* 79 (1-2), 43-59.

Abstract

MONITORING OF THE BRIDGES BY GEODETIC AND PHYSICAL METHODS FOR THE PURPOSE OF POTENTIAL DAMAGE DETERMINATION

Structure objects are exposed to different natural influences resulting in long-term and catastrophic outcomes. To avoid them, regular monitoring is needed. Various approaches to control condition of a structure can be considered, one of them is measurement by means of monitoring which can be performed in different ways, depending on responses – static or dynamic or both simultaneously. Namely, technological development has enabled to monitor not only static but also dynamic responses by non-contact geodetic methods. Due to their simplicity and reliability of results, geodetic methods are more and more useful in this area. Moreover, state-of art instruments and additional program equipment allows up to 100 readings per second with almost constant frequency of sampling which is a condition for calculation of a dynamic response according to Fourier's transformation. Our article presents non-contact geodetic method RTS on a bridging object.

KEYWORDS: *displacement measurement, dynamic response, measurement instruments*

SESIJA 5

CILJ 11: ODRŽIVI GRADOVI I ODRŽIVE
ZAJEDNICE, ŽIVOT NA KOPNU

- ULOGA DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA I
FOTOGRAMETRIJE -

Postoje mnogi izazovi održavanju i razvoju gradova kako bi i dalje stvarali nova radna mjesta i prosperitet ne opterećujući zemljište i resurse.

ANALIZA PROMJENE ZEMLJIŠNOG POKROVA U ZADARSKOJ I ŠIBENSKO-KNINSKOJ ŽUPANIJI OD 1985. DO 2019. GODINE

Mateo Gašparović¹, Lucija Klanac²

¹ Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, mgasparovic@geof.unizg.hr

² Geoanda d.o.o, Petrovaradinska 1b, Zagreb, Hrvatska, lucija.klanac96@gmail.com

Sažetak

Cilj ovog istraživanja je analiza promjene zemljišnog pokrova u Zadarskoj i Šibensko-kninskoj županiji u razdoblju od 1985. do 2019. godine upotrebom satelitskih snimaka Landsat. Prostorna distribucija promjene načina upotrebe zemljišnog pokrova kvantificirana je upotrebom satelitskih snimaka Landsat-5 i Landsat-8 misije. Izrađene su karte pokrova zemljišta pomoću nadzirane klasifikacije metodom Random Forest. Pokrov zemljišta je klasificiran u pet klasa i to u vode, šume, niska vegetacija, izgrađeno i neplodno zemljište. Za ocjenu točnosti korištena je matrica pogrešaka i Kappa koeficijent. Nastavno je provedena analiza te usporedba detektiranih promjena između 1985. i 2019. godine. Korišteni su programi otvorenog koda SAGA i QGIS. Promjene u zemljišnom pokrovu su prikazane u obliku grafova i karata. Između dvaju setova satelitskih snimki, koji predstavljaju početnu i završnu godinu istraživanja, 1985. i 2019. godinu, zabilježene su velike promjene zemljišnog pokrova. Od 1985. do 2019. godine zabilježene su prostorne promjene koje su rezultat prenamjene niske vegetacije u izgrađeno zemljište čija se površina u posljednja tri desetljeća povećala za gotovo 2,5 puta na području navedenih županija.

Ključne riječi: *daljinska istraživanja, landsat, random forest, Šibensko-kninska županija, Zadarska županija, zemljišni pokrov.*

1. Uvod

U današnje vrijeme postoji mnogo satelita koji prikupljanju prostorne podatke o Zemlji u visokoj prostornoj i vremenskoj rezoluciji. Glavna svrha tih satelita je prikupljanje informacija i praćenje promjena u kopnenom pokrovu Zemlje (Clark i dr. 2012). Dobivene satelitske snimke su bogat izvor podataka za određene analize. Pomoću navedenih snimaka moguće je analizirati promjene u okolišu poput urbanizacije (Taubenböck i dr. 2009), deforestacije (Chowdhury i dr. 2006), solarne iradijacije (Gašparović i dr. 2018a), toplinskih otoka (Chen i dr. 2006) i sl. Te promjene su bitne stručnjacima i znanstvenicima koji na taj način imaju neposredan uvid u procese na Zemljinoj površini. Promjene na zemljištima uključuju proučavanje gospodarskih aktivnosti i njihov utjecaj na dvije povezane komponente zemljišni pokrov i način korištenja zemljišta (Cvitanović 2014). Zahvaljujući činjenici da se sateliti u orbiti Zemlje nalaze preko 40 godina, stručnjaci i znanstvenici imaju mogućnost analizirati promjene na površini Zemlje tokom tog dugog vremenskog intervala.

Daljinska istraživanja omogućuju detektiranje promjena nastalih u zemljišnom pokrovu, bez fizičkog kontakta s objektom proučavanja. Predmet ovog istraživanja su promjene zemljišnog pokrova i analize promjene zemljišta na području dijela Republike Hrvatske (Zadarska i Šibensko-kninska županija). Klasifikacijom satelitskih snimaka i kartiranjem zemljišnog pokrova kroz višegodišnje razdoblje mogu se detektirati i kartirati promjene zemljišnog pokrova.

Budući da su promjene načina korištenja zemljišnog pokrova posljedica različitih promjena u prostoru, istraživanja promjene zemljišnog pokrova traže znanja i vještine iz različitih struka, među kojima se osobito ističu geodezija, geoinformatika i geografija (Jenerette i Wu 2001, Brown i dr. 2002, Jogun i dr. 2017). Radovi s tematikom praćenja zemljišnog pokrova u hrvatskoj znanstvenoj literaturi počeli su se pojavljivati početkom pedesetih godina 20. stoljeća (Cvitanović 2014). Analize tih radova temeljile su se na katastarskim prikazima karata te brojčanim tabličnim podacima. Od novijih

radova koji se bave primjenom daljinskih istraživanja u analizi promjena zemljišnog pokrova valja istaknuti rad Jogun i dr. (2017) koji proučava promjene zemljišnog pokrova u sjevernoj Hrvatskoj od 1981. do 2011. godine, zatim rad Cvitanović (2014) koji se bavi analizom promjene zemljišnog pokrova i načina korištenja zemljišta u Krapinsko-zagorskoj županiji od 1991. do 2011. godine. Radovi Gašparović i dr. (2017), Gašparović i dr. (2018b) i Gašparović 2020 predstavljaju razvoj novih metoda i daju zanimljive prikaze metodologije za praćenje i analizu zemljišnog pokrova na području gradova Splita i Zagreba. Zbog velikog broja zračnih i satelitskih snimaka te sve većom potrebom za brzim i točnim podacima o pokrovu zemljišta mnogi autori bave se razvojem automatskih metoda za klasifikaciju i kartiranje pokrova zemljišta (Yuan i dr. 2009, Li i dr. 2017, Gašparović i dr. 2019, Xie i dr. 2019, Gašparović i dr. 2020). Navedene metode i istraživanja vezana uz problematiku praćenja promjena zemljišnog pokrova važan su preduvjet za pravilno gospodarenje i održivi razvoj okoliša (Holloway i Mengersen 2018). Samim time daljinska istraživanja pomažu pri stvaranju boljeg, ugodnijeg te samoodrživog životnog prostora za stanovnike (Gašparović i dr. 2018a).

Cilj ovog istraživanja je analiza promjene zemljišnog pokrova u Zadarskoj i Šibensko-kninskoj županiji u razdoblju od 1985. do 2019. godine upotrebom besplatno

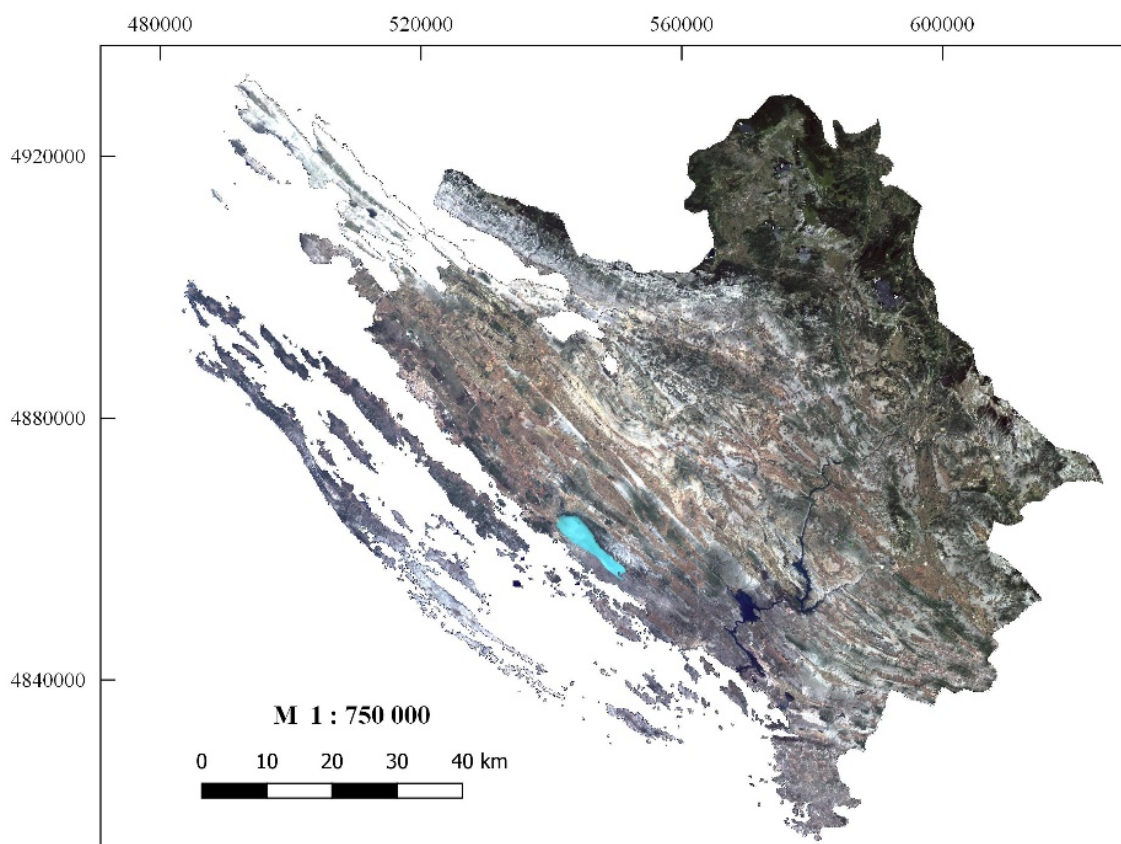
dostupnih satelitskih snimaka Landsat i programa otvorenog koda.

2. Materijali i metode

U ovom poglavlju detaljno je prikazano područje istraživanja, korištene satelitske snimke i metode korištene u provedbi istraživanja.

2.1 Područje istraživanje

Područje istraživanja u ovom radu sastoji se od dviju jedinica regionalne (područne) samouprave smještenih u središnjem dijelu Hrvatske: Zadarske i Šibensko-kninske županije (Slika 1). Zadarsku županiju okružuju nekoliko otočnih skupina, dok je s kopnene strane okružena planinskim lancem Velebitom, Ličkim sredogorjem, Plješćevicom, i Uilicom (BiH), te sjevernodalmatinskom zaravni (URL 1). Prema zemljopisnom položaju područje Šibensko-kninske županije predstavlja specifičnu prirodnu cjelinu, a prema reljefu, klimatskim, vegetacijskim, demografskim, socijalnim, kulturnim i gospodarskim obilježjima izdvajaju se otočko područje, zagorsko područje s Drnišom i Kninom te obalno područje s gradom Šibenikom kao administrativnim središtem županije (URL 2). Površina navedenih županija iznosi 13156 km², a prema posljednjem popisu područje ima 279392 stanovnika.



Slika 1: Područje istraživanja obuhvaća Zadarsku i Šibensko-kninsku županiju (Klanac 2020)

Tablica 1: Karakteristike Landsat-5 i Landsat-8 senzora (URL 3 i URL 4)

Platforma	Spektralni kanal	Raspon valnih duljina (μm)	Prostorna rezolucija (m)	Vremenska rezolucija	Radiometrijska rezolucija	Primjena
Landsat-5	1	0,45 – 0,52	30 x 30	16 dana	8 bita	Mjerenje dubine vode i kartiranje
	2	0,52 – 0,60	30 x 30			Mjeri vrh refleksije, praćenje napretka vegetacije
	3	0,63 – 0,69	30 x 30			Odvajanje vegetacije i ostalih područja
	4	0,77 – 0,90	30 x 30			Određivanje sadržaja biomase i obala
	5	1,55 – 1,75	30 x 30			Mjerenje vlage u tlu i vegetaciji
	6	10,40 – 12,50	120 x 120			Termičko kartiranje i procjenjivanje vlažnosti tla
	7	2,09 – 2,35	30 x 30			Određivanje minerala i vrste stijena
Landsat-8	1	0,43 – 0,45	30 x 30	16 dana	12 bita	Proučavanje magle i obala
	2	0,45 – 0,51	30 x 30			Mjerenje dubine vode i kartiranje
	3	0,53 – 0,59	30 x 30			Mjeri vrh refleksije, praćenje napretka vegetacije
	4	0,64 – 0,67	30 x 30			Odvajanje vegetacije
	5	0,85 – 0,88	30 x 30			Određivanje sadržaja biomase i obala
	6	1,57 – 1,65	30 x 30			Mjerenje vlage u tlu i u vegetaciji
	7	2,11 – 2,29	30 x 30			Mjerenje vlage u tlu i u vegetaciji
	8	0,50 – 0,68	15 x 15			Oštrije konture slike
	9	1,36 – 1,38	30 x 30			Detektiranje oblaka
	10	10,60 – 11,19	100 x 100			Termalno kartiranje i procjena vlažnosti tla
	11	11,50 – 12,51	100 x 100			Poboljšano termalno kartiranje

2.2 Satelitske snimke Landsat misije

U ovom radu analizirale su se promjene u vremenskom razdoblju od 1985. do 2019. godine. U te svrhe i sukladno prethodnim istraživanjima (Gašparović 2020) odabrane su satelitske snimke Landsat-5 i Landsat-8 misije. U tablici 1 prikazane su karakteristike senzora na Landsat satelitima korištenim u ovom istraživanju.

2.3 Metode

Za preuzimanje satelitskih snimaka razvijen je program za ostvarivanje veze prema API-u USGS Earth Explorera s automatskom autentifikacijom. Nakon preuzimanja satelitskih snimaka slijedila je obrada u programima otvorenog koda SAGA (verzija 7.6.2) i QGIS (verzija 3.10.5.). Za potrebe klasifikacije satelitskih snimaka i kartiranja pokrova zemljišta korištena je nazirana metoda klasifikacije Random Forest (RF, Breiman 2001). Random Forest je jedna od metoda klasifikacije nad-

ziranog strojnog učenja koja koristi skup algoritama koji se koriste u stablastim klasifikatorima. Funkcionira tako da kreira određeni broj stabala čiji broj odabire interpretator. Svako stablo na temelju odabranih trening uzoraka „trenira“ i vrši pretragu po sličnim karakteristikama ulaznih varijabli kako bi se odredilo mjesto razgrananja. Na taj način svako stablo daje prednost nekoj od klasa unutar skupa (Breiman 2001).

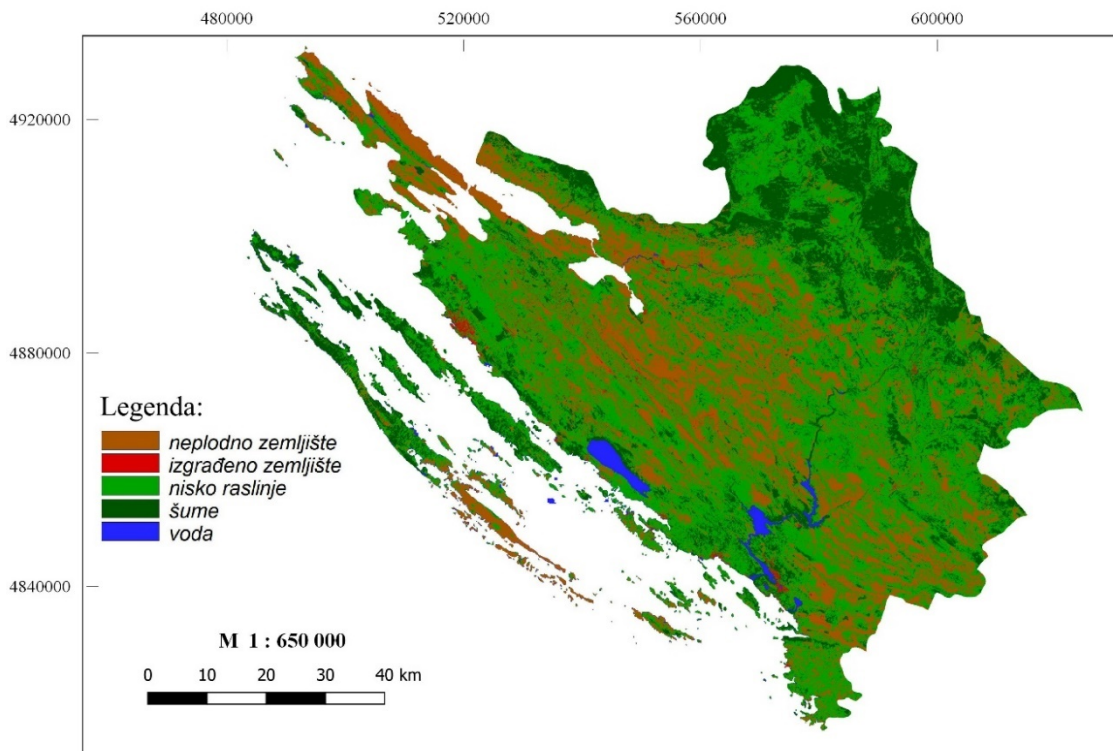
Metoda RF posjeduje mnogobrojne prednosti (Kamuso i Gamba 2015):

- Mogućnost obrade velikog broja podataka
- Potrebno manje vrijeme obrade podataka, za razliku od drugih metoda
- Modeli su oslobođeni normalnih pretpostavki distribucije
- Robusnost u rješavanju problema buke
- Modeli kvantificiraju svaku ulaznu varijablu u mjeru važnosti.

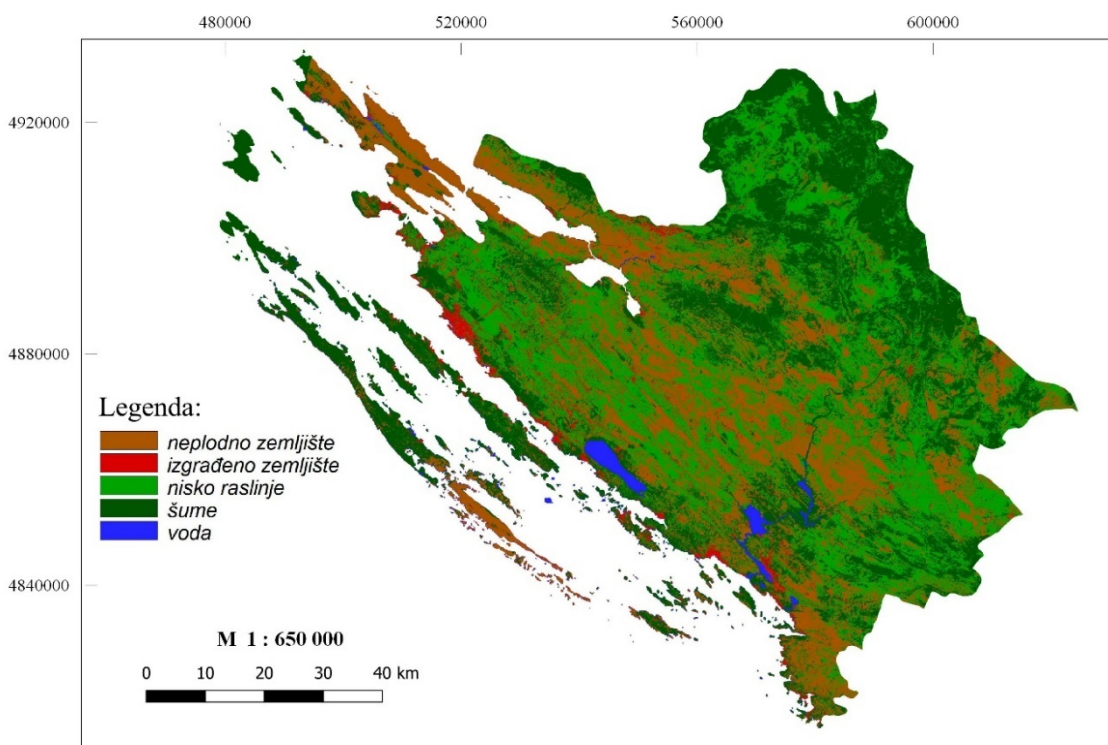
Pokrov zemljišta je temeljem RF metode klasificiran u 5 klasa: voda, šuma, niska vegetacija, izgrađeno i neplodno zemljište. Za ocjenu točnosti korištena je konfuzijska matrica te parametri ukupne točnosti i kappa koeficijent. Sve klasifikacije korištene u ovom istraživanju postigle su vrlo visoku točnost sa ukupnom točnosti >95% i kappa koeficijentom >0,9.

3. Rezultati i analize

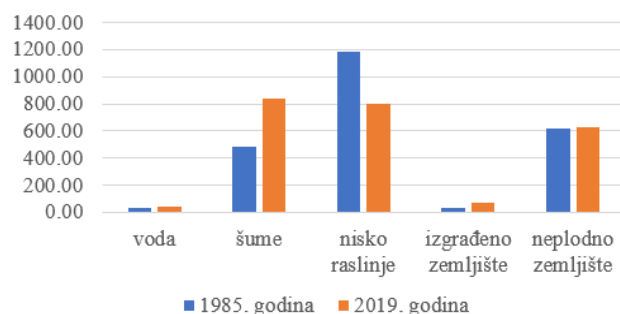
Za 1985. i 2019. godinu izrađene su karte zemljišnog pokrova u 5 klasa (neplodno zemljište, izgrađeno zemljište, niska vegetacija, šume i voda). U nastavku su prikazane klasifikacije po godinama (Slike 2 i 3).



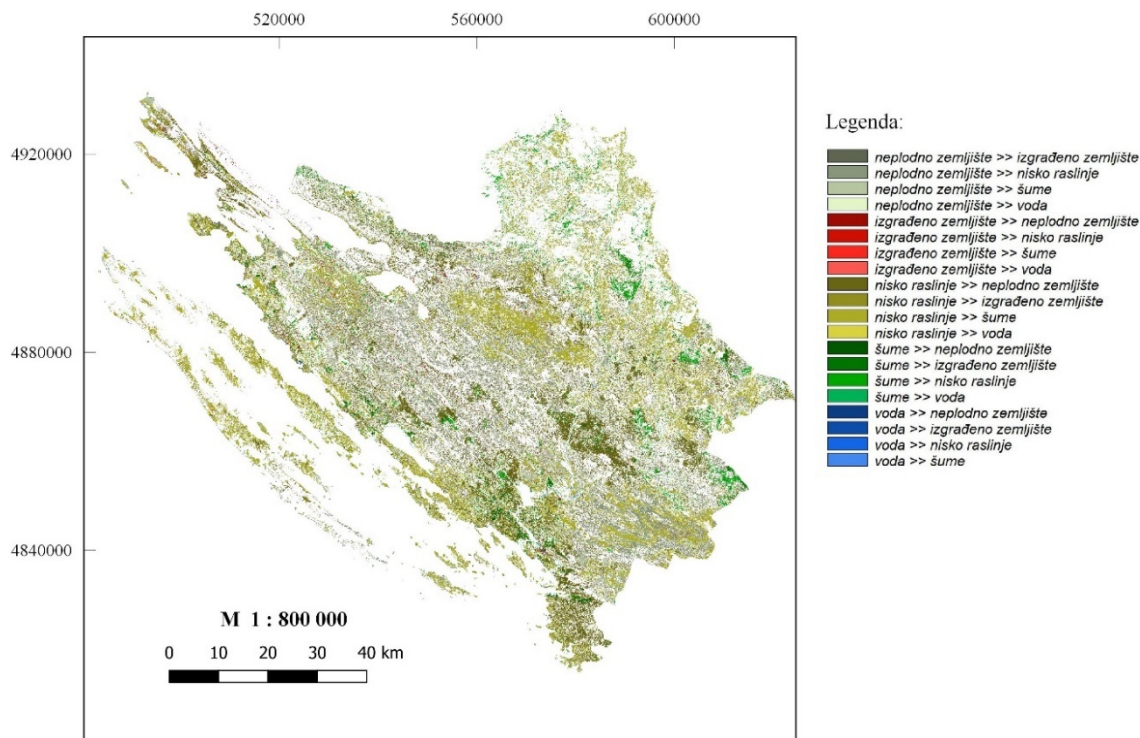
Slika 2: Karta zemljišnog pokrova za 1985. godinu (Klanac 2020)



Slika 3: Karta zemljišnog pokrova za 2019. godinu (Klanac 2020)



Slika 4: Analiza promjena zemljišnog pokrova 1985. – 2019. (Klanac 2020)



Slika 5: Prikaz promjena zemljišnog pokrova od 1985. do 2019. godine (Klanac 2020)

Za potrebe jasnijeg prikaza promjena u okolišu, napravljena i analiza promjena 1985. – 2019. (Slika 4). Prostorni prikaz promjena jasno ukazuje na kojim su se područjima i u kojim su se smjerovima događale promjene (Slika 5).

Od 1985. do 2019. utvrđeno je povećanje vodenih površina za 0,15%, odnosno 3,98 km². Što se tiče šuma bilježi se kontinuirani rast tijekom cijelog razdoblja. Dakle, udio površine šuma se povećao za 14,67%, što čini ukupno 356,06 km². Gotovo na cijelom intervalu bilježi se pad površine niskog raslinja, pad udjela površine od 16,86% što predstavlja 386,28 km². Neplodno zemljište je tijekom cijelog vremenskog intervala zadržalo površinu koja se nije puno promijenila. Izgrađeno zemljište koje je glavni pokazatelj urbanizacije se proširilo za 1,92% ili 46,05 km².

4. Zaključak

Cilj ovog rada bio je izrada karte zemljišnog pokrova Zadarske i Šibensko-kninske županije za posljednja tri desetljeća te prepoznati i analizirati promjene zemljišnog pokrova. Postupak izrade karata te otkrivanje promjena u ove dvije županije, provedeno je pomoću nadzirane klasifikacije, po metodi Random Forest koja je područje županija klasificirala na 5 klasa: šume, niska vegetacija, neplodno zemljište, izgrađeno zemljište te vode. Rezultati klasificiranih snimaka i njihove točnosti ukazuju na potencijal upotrebe satelitskih snimaka Landsat misije za identificiranje i analizu promjena načina korištenja zemljišta tijekom povijesti. Od 1985. do 2019. nestala je površina niske vegetacije od 386,28 km² koja je prenamijenjena u šume, neplodno ili izgrađeno zemljište. Udio zastupljenosti izgrađenog zemljišta povećao se za

46,05 km², što je gotovo 2,5 puta te uočavamo trend porasta ove klase. Pozitivan trend rasta imaju i šume koje su se proširile za 356,06 km². Neplodno zemljište i vode nisu se značajno promijenile tokom tog razdoblja. Gradovi u Hrvatskoj moraju izraditi studije zaštite okoliša koje uključuju i ovaj koncept kako bi došlo do minimiziranja klimatskih promjena i samog globalnog zagrijavanja. Daljnja istraživanja su neophodna kako bi se detaljnije analizirao ovaj koncept te konačno pronašlo rješenje koje bi reduciralo stvaranje urbanih toplinskih otoka u gradovima što je neminovno uslijed velike i ne planske urbanizacije. Pravilnim praćenjem i gospodarenjem okolišem stvaraju se bolji i ugodniji te samoodrživi životni prostori za stanovnike. Ovo istraživanje može biti polazna točka novim analizama i istraživanjima. Svakako bi u budućim istraživanjima bilo zanimljivo koristiti satelitske snimke visoke rezolucije, poput Quickbird, IKONOS, WorldView i dr. radi dobivanja rezultata u većoj prostornoj rezoluciji.

Literatura

- Breiman, L. (2001): Random Forests. *Machine Learning*, 45 (1), 5–32.
- Brown, D. G., Goovaerts, P., Burnicki, A. Li, M.-Y. (2002): Stochastic Simulation of Land-Cover Change Using Geostatistics and Generalized Additive Models, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 68 (10), 1051–1061.
- Chen, X. L., Zhao, H. M., Li, P. X., Yin, Z. Y. (2006): Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote sensing of environment*, 104(2), 133-146.
- Chowdhury, R. R. (2006): Driving forces of tropical deforestation: The role of remote sensing and spatial models. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 27(1), 82-101.
- Clark, M., Aide, T. M., Riner, G. (2012): Land change for all municipalities in Latin America and the Caribbean assessed from 250-m MODIS imagery (2001–2010). *Remote Sensing of Environment*. 126. 84–103.
- Cvitanović, M. (2014): Promjene zemljišnog pokrova i načina korištenja zemljišta u Krapinsko-zagorskoj županiji od 1991. do 2011.- *Hrvatski geografski glasnik*, 76. (1.), 41-59.
- Gašparović, M., Zrinjski, M., Gudelj, M. (2017): Analiza urbanizacije grada Splita. *Geodetski list*, 71(3), 189-202.
- Gašparović, I., Gašparović, M., Medak, D. (2018a): Determining and analysing solar irradiation based on freely available data: A case study from Croatia. *Environmental Development*, 26, 55-67.
- Gašparović, M., Zrinjski, M., Veselski, A. (2018b): Analiza urbanizacije grada Zagreba. *Zbornik radova-11. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije*, 121.
- Gašparović, M., Zrinjski, M., Gudelj, M. (2019): Automatic cost-effective method for land cover classification (ALCC). *Computers, Environment and Urban Systems*, 76, 1-10.
- Gašparović, M. (2020): Urban growth pattern detection and analysis. In *Urban Ecology* (pp. 35-48). Elsevier.
- Gašparović, M., Zrinjski, M., Barković, Đ., Radočaj, D. (2020): An automatic method for weed mapping in oat fields based on UAV imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105385.
- Jenerette, G. D., Wu, J. (2001): Analysis and simulation of land-use change in the central Arizona – Phoenix region, USA, *Landscape Ecology* 16, 611–626.
- Jogun, T., Pavlek, K., Belić, T., Buhin, S., Malešić, N. (2017): Promjene zemljišnog pokrova u sjevernoj Hrvatskoj od 1981. do 2011. godine. *Hrvatski geografski glasnik*, 79(1), 33-59.
- Holloway, J., Mengersen, K. (2018): Statistical machine learning methods and remote sensing for sustainable development goals: a review. *Remote Sensing*, 10(9), 1365.
- Kamusoko, C., Gamba, J. (2015): Simulating Urban Growth Using a Random Forest-Cellular Automata (RF-CA) Model, 447-470.
- Klanac, Lucija (2020): Analiza promjene zemljišnog pokrova u Zadarskoj i Šibensko-kninskoj županiji od 1985. do 2019. godine, diplomski rad, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Li, H., Wang, C., Zhong, C., Su, A., Xiong, C., Wang, J., Liu, J. (2017): Mapping Urban Bare Land Automatically from Landsat Imagery with a Simple Index. *Remote Sens.*, 9, 249.
- Taubenböck, H., Wegmann, M., Roth, A., Mehl, H., Dech, S. (2009): Urbanization in India–Spatiotemporal analysis using remote sensing data. *Computers, environment and urban systems*, 33(3), 179-188.
- Xie, S., Liu, L., Zhang, X., Yang, J., Chen, X., Gao, Y. (2019): Automatic Land-Cover Mapping using Landsat Time-Series Data based on Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 11(24), 3023.
- Yuan, H., Van Der Wiele, C. F., Khorram, S. (2009): An automated artificial neural network system for land use/land cover classification from Landsat TM imagery. *Remote Sensing*, 1(3), 243-265.
- URL 1: Zadarska županija – službene mrežne stranice, <https://www.zadarska-zupanija.hr/polozaj-i-osnovne-prostorne-karakteristike-zadarske-zupanije>, (05.05.2020.)

URL 2: Šibensko-kninska županija – službene stranice, <http://sibensko-kninska-zupanija.hr/stranica/opi-podaci/70>, (05.05.2020.)
URL 3: Earth Observing System, <https://eos.com/land->

[sat-5-tm/](#), (03.05.2020.)

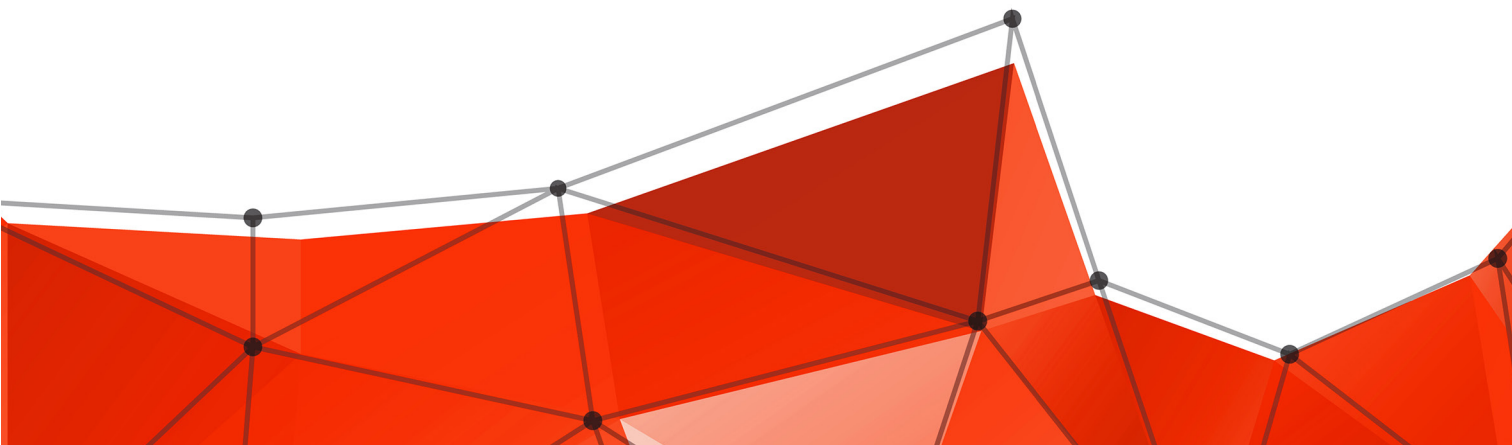
URL 4: Earth Observing System, <https://eos.com/land-sat-8/>, (03.05.2020.)

Abstract

ANALYSIS OF LAND COVER CHANGE IN ZADAR AND ŠIBENIK-KNIN COUNTIES FROM 1985 TO 2019

The aim of this research is to analyze the land cover change in Zadar and Šibenik-Knin counties in the period from 1985 to 2019 using Landsat satellite images. The spatial distribution of land cover change was quantified using satellite images of the Landsat-5 and Landsat-8 missions. Land cover maps were made using a supervised classification by the Random Forest method. The land cover was classified in five classes water, forests, low vegetation, built-up and bare land. An error matrix and a Kappa coefficient were used to assess accuracy. The analysis and comparison of the detected land cover changes between 1985 and 2019 were carried out. Open source programs SAGA and QGIS were used. Land cover changes are presented in the form of graphs and maps. Between the two sets of satellite images, which represent the initial and final year, 1985 and 2019, big changes in land cover were detected. From 1985 to 2019, spatial changes were detected because of the conversion of low vegetation into built-up land, the area of which has increased by almost 2.5 times in the last three decades in the analyzed counties.

Keywords: *land cover, landsat, random forest, remote sensing, Šibenik-Knin county, Zadar county.*



KORIŠTENJE AEROFOTOGRAMetriJE U ANALIZI STIJENSKIH ODRONA GRADA OMIŠA

**Leona Kovačić¹, Marino Kovačić², Frane Gilić¹, Martina Baučić¹,
Danijela Jurić Kačunić²**

¹ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, Matice hrvatske 15, Split, Hrvatska, fgilic@gradst.hr, lkovacic@gradst.hr, mbauvic@gradst.hr

² Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Fra Andrije Kačića-Miošića 26, Zagreb, Hrvatska, marinokovacic10@gmail.com, danijela.juric.kacunic@grad.unizg.hr

Sažetak

Razvoj bespilotnih letjelica i njihova primjena u aerofotogrametriji omogućuje kvalitetniju izradu detaljnih geodetskih snimaka stijena. Rezultirajući oblak točaka zajedno s fotografijama daje vrlo detaljan prikaz stijenskih masa – njihove geometrije kao i drugih karakteristika koje se mogu s aerofotografije uočiti kao što su npr. prisutnost vegetacije i vlage. Korištenjem bespilotnih letjelica s rotirajućim krilom omogućuje se zračno snimanje iz svih kutova te se stoga mogu izraditi detaljni prikazi vertikalnih stijena što do razvoja ovih letjelica nije bilo moguće. Na primjeru gotovo vertikalnih stijena u gradu Omišu u ovom radu je prikazano korištenje aerofotogrametrije u analizi stijenskih odrona: lociranju potencijalnih blokova, računanju njihovog volumena te modeliranju njihovih putanja, a što omogućuje proračune zaštite od istih. U konačnici, cilj je kvalitetnije projektiranje zaštite od stijenskih odrona i tako jačanje otpornosti gradova i infrastrukture na stijenske odrone.

Ključne riječi: *aerofotogrametrija, bespilotna letjelica, oblak točaka, otpornost gradova, stijenski odroni*

1. Uvod

Ublažavanje i prilagođavanje klimatskim promjenama kao i povećanje otpornosti gradova i naselja na elementarne nepogode - jedan je od ključnih zadataka inženjerskih struka: građevine, geodezije i arhitekture koje traže međusobnu interakciju i zajedničko usavršavanje radi boljeg odgovora budućim izazovima. Jedan od takvih izazova su i stijenski odroni koji su sve češće prisutni u inženjerskim razmatranjima sigurnosti građevina u gradovima i naseljima, a samim time i ljudskih života. Stijenski odroni su veoma iznenadna i teško predvidiva pojava. Moderna tehnologija, prije svega razvoj bespilotnih letjelica i sustava senzora, omogućio je i u velikoj mjeri unaprijedio način na koji se dolazi do podataka o prostoru koji nas okružuje. Podatci, koje takvi sustavi prikupljaju, bilo zasnovani na laserskom skeniranju ili na fotogrametriji, rezultiraju detaljnim 3D modelima - rekonstrukcijama objekata. Danas, upravo te metode daljinskog prikupljanja i obrade geoprostornih podataka postaju neizostavne u identifikaciji stijenskih masa - potencijalnih odrona, njihovom praćenju i procjeni rizika od istih, a što je opisano u brojnim radovima kao npr. u: Buill i dr. 2016; Car i dr. 2016; Bonneau i dr. 2019;

Berger i dr. 2014; Dong i dr. 2019; Robiati i dr. 2019; Fanos i dr. 2017.

Rizik odrona stijenske mase procjenjuje se primjenom dvodimenzionalnih (2D) i trodimenzionalnih (3D) simulacijskih modela koji simuliraju procjenu udaljenosti pada, distribuciju kinematičkih parametara duž trajektorije i vjerojatnosti za određenu lokaciju da će biti dosegnuta "projektiranim" blokom (Kovačević i dr. 2012). Sve ove informacije potrebne su za projektiranje mjera zaštite od odrona.

Pregledom literature identificirani su sljedeći koraci u izradi simulacijskih modela, a koji izravno ovise o kvaliteti geoprostornih podataka i metoda njihove obrade:

1. Izrada 3D modela stijenskih masa;
2. Detekcija diskontinuiteta na stijenama – pukotina, a time i pojedinih blokova, mogućih odrona;
3. Izračun volumena pojedinih stijenskih blokova;
4. Praćenje deformacija na stijenama putem višestrukog snimanja istih u vremenskim razmacima;
5. Izrada poprečnog profila terena po procijenjenoj putanji pada stijenskog bloka.

Rezultati laserskog skeniranja ili fotogrametrije (terestričkih ili aero metoda) su oblaci točaka. U laserskom skeniranju imamo na raspolaganju algoritme za filtriranje točaka koje predstavljaju stijenu, a ne vegetaciju (pregled dan u Fanos, 2017), dok u fotogrametriji imamo na raspolaganju filtere iste namjene (pregled dan u Anders, 2019), ali i fotografije stijena koje pomažu u interpretaciji (vegetacija, vlaga i sl.). Aerofotogrametrija s malim bespilotnim letjelicama u tipu rotacijskog krila omogućuje snimanje bliskih fotografija vertikalnih stijena iz raznih kutova, a što terestričkom fotogrametrijom ili snimanjem iz letjelica u tipu aviona nije moguće. Tako se mogu dobiti oblaci točaka velike gustoće (točka na svakih nekoliko centimetara stijene) i bliske fotografije za interpretaciju od strane stručnjaka.

Iz oblaka točaka izvode se modeli ploha: točke se spajaju u tzv. 2.5D plohu - za jedan par (x,y) imamo jednu vrijednost z . Pri tom se koriste neke od metoda npr. Delaunayeva triangulacija ili metoda "najbliži susjed". Tako se izvode digitalni modeli ploha stijenskih masa kao mreže trokuta (TIN) ili rasterski modeli. Bonneau i dr. 2019 analiziraju metode za kreiranje 3D ploha iz oblaka točaka u svrhu 3D rekonstrukcije stijenskih masa jer su stijene vrlo razvedene, često su vertikalno položene i model 2.5D ploha ih ne može vjerno prikazati. U konačnici, Bonneau i dr. 2019 pokazuju da metoda korištena pri konstrukciji plohe značajno utječe na izračun volumena stijenskih masa što je ulazni parametar u simulacijski model stijenskih odrona.

Detekcija diskontinuiteta u stijenskoj masi traži iskustvenog inženjera – geotehničara. Za vertikalne nepristupačne stijene može se izraditi detaljni 3D prikaz iz oblaka točaka velike gustoće i boje pridružene svakoj točki, a koji stručnjak može stereoskopski pregledavati. To

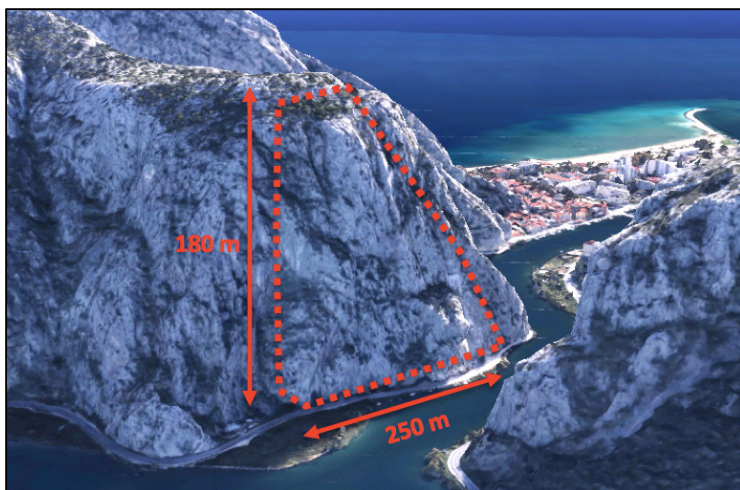
stručnjacima omogućuje detekciju stijenskih masa i potencijalnih blokova odrona. Također, razvijeni su i dalje se razvijaju algoritmi za automatsku detekciju diskontinuiteta na površini stijena – pukotina (Sturzenegger, 2009). Ipak, autori Dong i dr. 2019, preporučuju kombiniranu metodu: identifikaciju diskontinuiteta putem algoritma i daljnju interpretaciju od strane stručnjaka za izdvajanje pojedine stijenske mase odnosno potencijalnog bloka koji će se odroniti. Za praćenje deformacija usporedbom oblaka točaka iste stijenske mase dobivenih mjerenjem u različitim vremenskim trenucima, razvijaju su algoritmi, npr. Alba i dr. 2010 opisuju dva algoritma za automatsku detekciju promjena i deformacija na stijenskim masama. Specijalistički softveri poput Split-FX (URL 1) imaju ugrađene algoritme koji izravno iz oblaka točaka identificiraju stijenske blokove, ekstrahiraju profile putanja pada stijenskih blokova, detektiraju promjene koristeći vremenske serije snimaka stijenskih masa i drugo.

Na primjeru grada Omiša, koji je suočen s opasnošću od stijenskih odrona (Slika 1a), u ovom radu se opisuje tijek aerofotogrametrijske izmjere, obrade geoprostornih podataka i njihovog korištenja za simulaciju stijenskih odrona. Stijenski odroni u Omišu imaju svoj uzrok u teško dostupnim i dijelom vertikalnim stijenama (Slika 1b) čija kakvoća i postojanost ovisi o vanjskim i unutarnjim procesima stijenske mase te koje svojim položajem, volumenom i visinom ugrožavaju sigurnost grada i stanovnika.

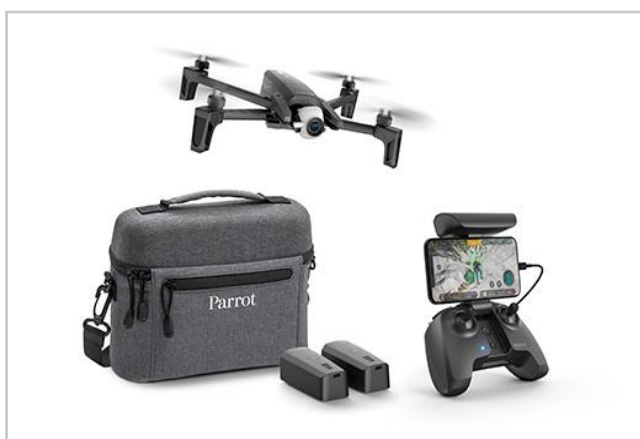
U poglavlju 2 ovoga rada opisana je aerofotogrametrijska izmjera stijena te postupak izračuna oblaka točaka. U poglavlju 3 opisano je korištenje oblaka točaka u analizi stijenskih masa. Na kraju su dani zaključci i otvoreni mogući smjerovi za buduća unaprijeđenja.



Slika 1a): Šteta nastala zbog stijenskog odrona u Omišu;
b): Položaj Omiša ispod stijena (Google Earth, Landat/Copernicus CNES/Airbus)



Slika 2: Područje aerofotogrametrijske izmjere (označeno crvenom linijom) © Google LLC



Slika 3: Bespilotna letjelica *Parrot ANAFI* s kontrolerom za daljinsko upravljanje (URL 2)

2. Aerofotogrametrijska izmjera

Aerofotogrametrijska izmjera strme i mjestimično vertikalne stijene obuhvatila je zapadni dio Omiške Dinare u duljini od 250 m (u dnu stijenske mase) i visini od 180 m (Slika 2) ukupnog obuhvata cca 3 ha.

2.1 Bespilotna letjelica *Parrot ANAFI*

Aerofotogrametrijsko snimanje obavljeno je korištenjem bespilotne letjelice *Parrot ANAFI* (Slika 3) s rotirajućim krilom (engl. *rotary wing*), koja u kombinaciji s kamerom čija se optička os može rotirati u vertikalnoj ravnini, omogućuje lako i kvalitetno snimanje nepristupačnih područja kao što su strme stijene.

Kamera je postavljena na stabilizirajuću pokretnu glavu koja se može vertikalno rotirati u rasponu od 180°. Zahvaljujući dvoosnom mehaničkom (valjanje, engl. *roll* i propinjanje, engl. *pitch*, (IHJJ, 2015)) i troosnom električkom (valjanje, propinjanje i skretanje, engl. *yaw* (IHJJ, 2015)) stabiliziranju slike, kamera s 21 megapikselnim *Sony* optičkim sensorom može snimati jasne slike usprkos vibracijama koje nastaju tijekom letenja. Jedna od bitnijih karakteristika ANAFI-ja je njegova masa koja iznosi svega 320 g. Letjelica je otporna na

temperaturne ekstreme (od -10 °C do 50 °C) i vjetar brzine do 50 km/h (udari do 80 km/h) što je čini posebno prikladnom za snimanje u kanjonu Cetine u kojem su česti naleti vjetra. Od ostalih karakteristika, mogu se izdvojiti još i prosječno trajanje leta koje iznosi 25 minuta, maksimalna udaljenost letjelice od kontrolera koja je 4 km i GNSS čip koji može obrađivati signale s GPS i GLONASS satelita (URL 2, URL 3).

Korisnički dio sastoji se od kontrolera za daljinsko upravljanje (engl. *Mobile Ground Station*) koji se može povezati s iOS ili Android mobilnim uređajem i na taj način cijeli sustav učiniti dodatno pristupačnijim i jednostavnijim za rukovanje. Bespilotnom letjelicom može se upravljati i samo s iOS ili Android mobilnim uređajem, bez kontrolera, međutim u tom se slučaju općenito očekuje znatno manji doseg nego u slučaju kada se koristi i kontroler.

2.2 Softver za planiranje leta i upravljanje letjelicom

Prema pravilniku Ministarstva mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske bespilotni zrakoplov definiran je kao zrakoplov namijenjen izvođenju leta bez

pilota u zrakoplovu, koji je daljinski upravljani ili programiran i autonoman. Bespilotnom letjelicom ANAFI upravlja se kontrolerom na koji je povezan pametni mobilni telefon ili tablet računalo. Za planiranje leta i upravljanje letjelicom na raspolaganju je iOS i Android aplikacija *FreeFlight 6* koja je posebno razvijena za bespilotne letjelice ANAFI. Osim aplikacije *FreeFlight 6*, ANAFI je kompatibilan i s aplikacijama drugih proizvođača, npr. *Pix4Dcapture*, *Pix4Dreact*, *Survae*, *Drone Logbook* itd.

Aplikacijom *FreeFlight 6*, osim što se može upravljati letjelicom tijekom leta, može se pristupiti i svim postavkama bespilotne letjelice, isplanirati i definirati način leta, pristupiti snimljenim fotografijama i videozapisima, brzo i efikasno izvršiti misiju te analizirati dobivene fotografije.

2.3 Provođenje snimanja

Kao što je već spomenuto, optička os kamere na letjelici može se rotirati u vertikalnoj ravnini i mijenjati elevacijski kut od -90° do 90° . Upravo je ova karakteristika ključna za snimanje vertikalnih ili približno vertikalnih objekata i područja jer se postavljanjem elevacijskog kuta optičke osi kamere na 0° , kamera postavlja u ravninu koja je približno okomita na područje snimanja.

Plan leta bespilotne letjelice nije napravljen unaprijed, već „u hodu“ na terenu. U aplikaciji *FreeFlight 6* definirane su linije leta, nakon čega je letjelica autonomno prelazila po zadanim linijama i u intervalu od jedne sekunde snimala fotografije. Za svaku liniju leta, početna i završna točka su definirane na zračnoj/satelitskoj snimci u aplikaciji i to tako da se linije leta prostiru približno paralelno sa snimanom stijenskom površinom. Položaji krajnjih točaka linija leta u horizontalnom smislu su ostajale nepromijenjene, a ono po čemu su se linije leta razlikovale su visine krajnjih točaka. Susjedne linije leta

bile su visinski razmaknute 10 m. Na ovaj se način dobio vertikalni niz horizontalnih linija leta, koji je inače kod uobičajenog snimanja horizontalnog ili približno horizontalnog terena - horizontalan. Osim horizontalnog položaja i visine početne i završne točke svake linije, u aplikaciji je potrebno definirati i orijentaciju optičke osi kamere. Optička os je postavljena tako da, točno gledano, bude približno okomita na snimanu stijensku površinu i da joj elevacijski kut bude 0° . S obzirom na to da se nosaču kamere ne može promijeniti kut skretanja (engl. *yaw*), kut skretanja se treba promijeniti cijelom letjelicom. Zbog toga je letjelica tijekom snimanja letjela „bočno“, odnosno njezina uzdužna os nije bila paralelna s linijom leta kao što je to slučaj kod letjelica s fiksnim krilom.

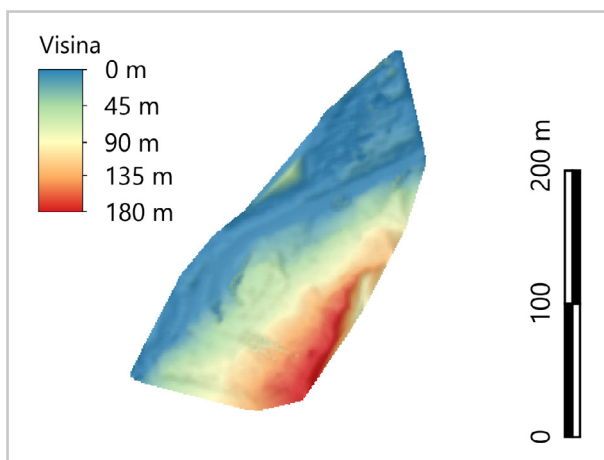
Ukupno je snimljeno 396 RGB fotografija rezolucije 4608×3456 piksela (Slika 4a). Tijekom obrade prikupljenih snimaka, određeno je da prosječna prostorna rezolucija fotografija (engl. *ground sampling distance*, skraćeno GSD) iznosi 3,6 cm. Gotovo svim fotografijama (393 od ukupno 396) određen je prostorni položaj projekcijskog središta/snimališta.

2.4 Obrada snimaka i izračunavanje 3D modela

Prikupljene fotografije obrađene su u programu *Pix4D-mapper* koji je jedan od vodećih fotogrametrijskih softvera za digitalnu obradu fotografija i profesionalno kartiranje pomoću fotografija snimljenih iz bespilotnih letjelica (URL 4). Glavni proizvod obrade fotografija u ovom programu je oblak točaka. Zahvaljujući visokom postotku preklapanja fotografija (svaki dio stijena je pokriven s najmanje 3, a veći dio s 5 fotografija), provedeno je izjednačenje cijelog bloka po metodi zrakovnog snopa (engl. *bundle block adjustment*). U izjednačenju bloka korištene su ukupno 379 fotografije pri čemu je



Slika 4 a): Fotografija dobivena bespilotnom letjelicom ANAFI;
b): Oblak točaka vizualiziran pomoću *Potreeja*



Slika 5: Digitalni model terena dobiven iz oblaka točaka

ono provedeno s nešto više od 10 milijuna izmjerenih 2D i 1,5 milijuna 3D veznih točaka. Vezne točke između preklapajućih fotografija određene su automatski. Model je georeferenciran bez orijentacijskih točaka (engl. *ground control points*, skraćeno GCP) na temelju određenih prostornih položaja projekcijskih središta i orijentacijskih parametara fotografija.

Iz dobivenog modela generiran je oblak točaka koji se sastoji od približno 230 milijuna točaka prosječne gustoće od 366 točaka po m^3 . Svakoj točki je određen prostorni položaj, a uz to je pohranjena i boja svake točke na temelju boje odgovarajućeg piksela na RGB fotografijama. Na Slici 4b) prikazan je dio oblaka točaka na kojem je vidljiva i protuodronska barijera, a koji je vizualiziran pomoću *JavaScript* biblioteke *Potree* (URL 5). Iz oblaka točaka izrađen je i digitalni model terena (engl. *digital terrain model*, skraćeno DTM) rezolucije 11,5 cm/piksel i prosječne gustoće 76 točaka po m^2 (Slika 5).

Osim u *Pix4Dmapperu*, podatci su obrađeni i u programu *Agisoft Metashape Professional* (URL 6). To je samostalni softverski proizvod za fotogrametrijsku obradu digitalnih slika i generiranje 3D prostornih podataka. Glavni zadatci obrade u ovom programu su kalibracija kamere te procjena prosječne pogreške položaja kamere u trenutku snimanja fotografija. Podatci o kalibraciji kamere (elementi unutarnje orijentacije, uključujući i podatke o distorziji) korišteni su procesu izračunavanja modela u *Pix4Dmapperu*.

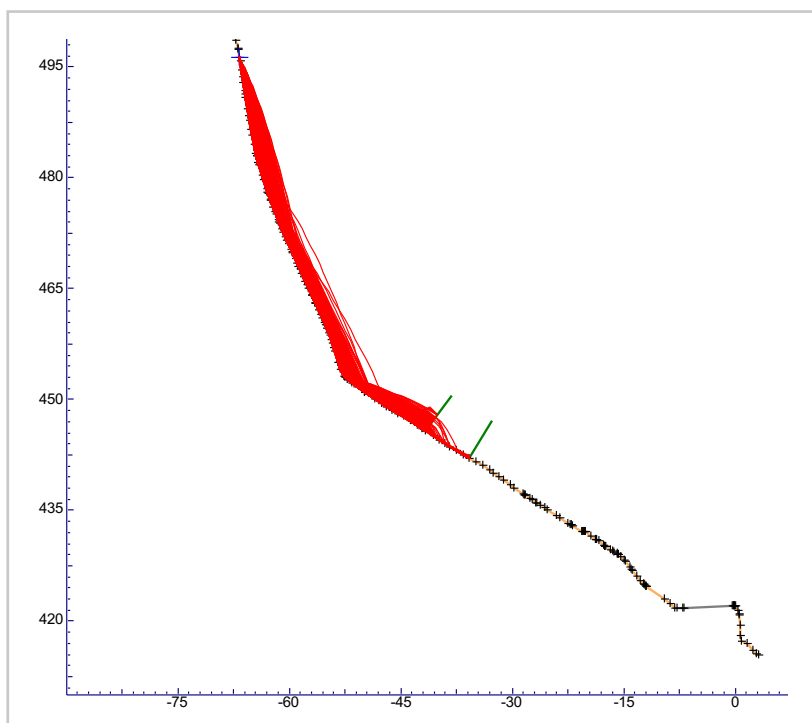
3. Korištenje rezultata u geotehničkom projektiranju

Mogućnosti korištenja rezultata dobivenih aerofotogrametrijom su mnoge. Dobiveni rezultata tek će pronaći svoju ulogu u inženjerskim proračunima i ostvariti puni potencijal (npr. promatranje određenog parametara u domeni vremena). Procjena i upravljanje rizicima povezanih s odronima uglavnom se temelje na nume-

ričkom modeliranju. Za procjenu opasnosti od odrona potrebno je odrediti: 1. područja potencijalno nestabilnih blokova, trajektorije blokova i utjecajnu zonu, 2. magnitude očekivanih odrona uključujući broj, volumen, brzinu i energiju odronjenih blokova i 3. kada ili koliko često se odroni očekuju (Kovačević i dr. 2012). Na primjeru analize stijenskih masa grada Omiša, ulazni geoprostorni podatci koji su potrebni geotehničkoj struci su geolokacija i volumen potencijalnog stijenskog bloka kao i poprečni profil terena koji određuje trajektoriju potencijalnog bloka. Rezultirajući oblak točaka dao je vrlo detaljni 3D prikaz stijenske mase (prosječni razmak između točaka u oblaku iznosi 3,6 cm), prikaz kakav do razvoja bespilotnih letjelica i sustava senzora za geodetska snimanja nije bilo moguće izraditi za ovako nepristupačne stijene.

Numeričko modeliranje odrona u praksi podrazumijeva: procjenu trajektorije bloka, maksimalni domet bloka, distribuciju kinematičkih parametara duž trajektorije i vjerojatnost za određenu lokaciju da će biti dosegnuta „projektirani“ blokom (Kovačević i dr. 2012). Proračuni odrona mogu se podijeliti na 2D i 3D simulacijske modele. U radu je prikazan softver *RocFall* koji je razvijen od strane Rocscienca te služi u simulaciji odrona niz 2D profil terena. Prednost programa je što može također koristiti u svojoj simulaciji projektirane barijere i druge mjere zaštite od odrona te testiranje njihovih energetskih kapaciteta (Slika 6).

Svaki je stijenski odron različit od drugoga, dakle to je pojava sa svojim specifičnostima i varijacijama. Računalni program *RocFall* temelji se na pristupu prikaza bloka koncentriranom masom koja se određuje iz volumena potencijalnog stijenskog bloka (Car i dr. 2016). Prednost ovakvih proračuna je njihova brzina što omogućuje provođenje velikog broja simulacija koje opisuju vjerojatnosne trajektorije odrona (crvene linije na Slici 6), a što olakšava pozicioniranje i proračun potrebne apsorpcijske energije barijera i određivanje utjecajne

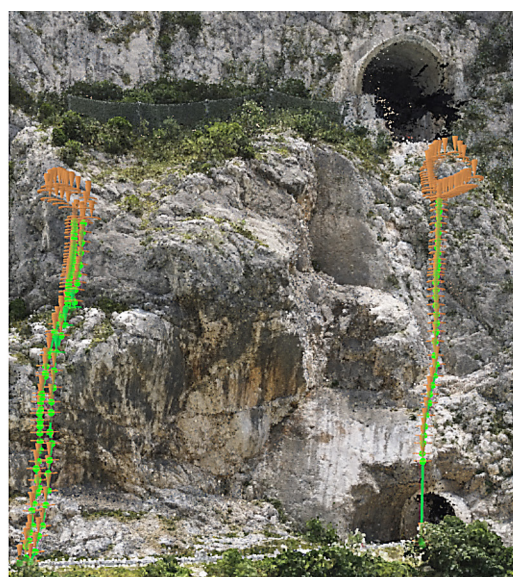
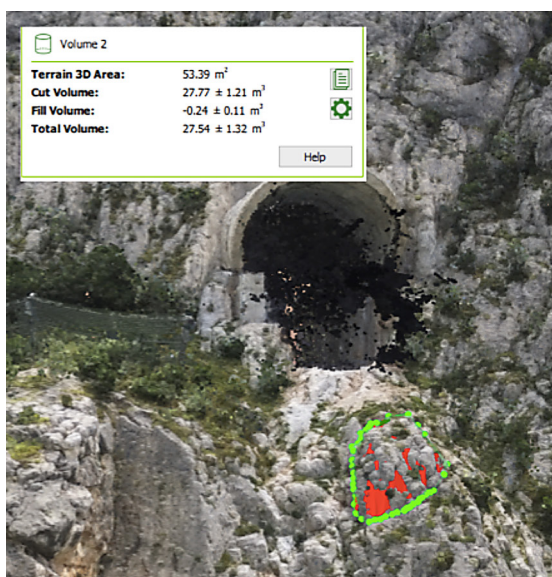


Slika 6: Proračun barijera za zaštitu od odrona pomoću softvera *RocFall* (Kovačević i dr. 2012)

zone odrona. Kada su određene geolokacije i volumeni potencijalnih (kritičnih) stijenskih blokova te opisana geometrija terena ispod bloka (reprezentativni profil/i), definirani su svi parametri za simulaciju odrona u softveru *RocFall*.

Na primjeru stijenskih masa u Omišu, geotehničar je vizualnim pregledom 3D modela stijena (stereoskopska vizualizacija) identificirao potencijalne stijenske bloko-

ve i odredio njihov volumen u *Pix4D* softveru (Slika 7a). Za definiranje profila putanje odrona, geotehničar je vizualnim pregledom identificirao karakteristične točke u pojasu ispod stijenskog bloka (Slika 7b), a iz kojih je izveden profil koji je ušao u *RocFall* softver za izračun simulacije odrona. Geoprostorni podaci su iz *Pix4D* softvera preneseni u *RocFall* putem dwg datoteka.



Slika 7 a): Identifikacija stijenskog bloka i izračun njegova volumena u *Pix4D* softveru;
b): Identifikacija karakterističnih točaka putanje stijenskog odrona u *Pix4D* softveru

4. Zaključak

Razvoj bespilotnih letjelica opremljenih geodetskim sustavima za mjerenje te razvoj metoda i softvera za obradu tih podataka dali su mogućnost inženjerima geotehnike da u uredu putem 3D prikaza, stereoskopski pregledavaju stijene i ekstrahiraju ulazne parametre za simulaciju odrona. To značajno poboljšava simulacijske modele i projektiranje zaštita od stijenskih odrona, a u konačnici povećava otpornost gradova i infrastrukture na stijenske odrona. Izazovi u budućnosti leže u razvoju metoda za konstrukciju 3D modela iz oblaka točaka, a koji će što vjerodostojnije prikazati vrlo razvedene i nepravilne plohe kao što su stijene (za razliku od rekonstrukcije objekata koje je čovjek izgradio i koji se mogu modelirati s jednostavnim geometrijskim tijelima). Također, danas se intenzivno razvijaju algoritmi za automatsku detekciju diskontinuiteta i promjena u stijenskim masama što će dovesti do razvoja novih koncepata u proračunima rizika i projektiranju zaštite od stijenskih odrona.

Zahvala: Autori zahvaljuju tvrtki GISplan d.o.o. iz Splita koja im je ustupila opremu za aerosnimanje i obradu podataka. Hvala na nesebično odvojenom vremenu Stipi Baučiću, Ivanu Žižiću i Mati Glaurdiću bez čije pomoći i iskustva ovaj rad ne bi bio moguć. Hvala lektorici Renati Kovačić na doradi jezika. Ovo istraživanje djelomično je podržano projektom KK.01.1.1.02.0027 koji sufinancira Vlada Republike Hrvatske i Europska unija putem Europskog fonda za regionalni razvoj - Operativni program za konkurentnost i koheziju.

Literatura:

Alba, Mario, Scaioni, Marco (2010): Automatic Detection of Changes and Deformation In Rock Faces By Terrestrial Laser Scanning, ISPRS Archives (Vol. XXXVIII, Part 5), ISPRS Commission V Mid-Term Symposium (Newcastle upon Tyne, UK).

Anders, Niels, Valente, João, Masselink, Rens, Keesstra, Saskia (2019): Comparing Filtering Techniques for Removing Vegetation from UAV-Based Photogrammetric Point Clouds, Drones (Vol. 3, Issue 3), MDPI.

Berger, Matthew, Tagliasacchi, Andrea, Seversky, Lee M., Alliez, Pierre, Levine, Joshua A., et al (2014): State of the Art in Surface Reconstruction from Point Clouds, 35th Eurographics 2014: Strasbourg, France - State of the Art Reports (161-185).

Bonneau, David A., DiFrancesco, Paul-Mark, Hutchinson, D. Jean (2019):

Surface Reconstruction for Three-Dimensional Rockfall Volumetric Analysis, ISPRS International Journal of Geo-Information (Vol. 8, Issue 12), MDPI.

Bonneau, David A., Hutchinson, D. Jean, DiFrancesco, Paul-Mark, Coombs, Melanie, Sala, Zac (2018): 3-Dimensional Rockfall Shape Back-Analysis: Methods and Implications, Natural Hazards and Earth System Sciences (Vol. 19, Issue 12), Copernicus GmbH.

Buill, Felipe, et al (2016): Comparison of Photogrammetric Techniques for Rockfalls Monitoring, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 44 042023, IOP Publishing.

Car, Marijan, Jurić Kačunić, Danijela, Librić, Lovorka (2016): Volume measurements of rockfalls using Unmanned Aerial Vehicles, 4th International Conference on Road and Rail Infrastructure (Šibenik, Croatia), CE-TRA 2016.

Dong, X., Xu, Q., Huang, R., Liu, Q., Kieffer, DS (2019): Reconstruction of Surcial Rock Blocks by Means of Rock Structure Modelling of 3D TLS Point Clouds: The 2013 Longchang Rockfall, Rock Mechanics and Rock Engineering, Springer-Verlag Wien.

Fanos, Ali Mutar, Pradhan, Biswajeet (2017): Laser Scanning Systems and Techniques in Rockfall Source Identification and Risk Assessment: A Critical Review, Earth Systems and Environment (Vol. 2, Issue 2), Springer.

Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje (2015): Hrvatsko zrakoplovno nazivlje, Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje.

Kovačević, Meho Saša, Mirčeta, Antonia, Librić, Lovorka (2012): Numeričko modeliranje stijenskih odrona, Sabor hrvatskih graditelja 2012.: Graditeljstvo-poluga razvoja.

Robiati, Carlo, Eyre, Matt, Vanneschi, Claudio, Francioni, Mirko, Venn, Adam, Coggan, John (2019): Application of Remote Sensing Data for Evaluation of Rockfall Potential within a Quarry Slope, ISPRS International Journal of Geo-Information (Vol. 8, Issue 9), MDPI.

Sturzenegger, Matthieu, Stead, Doug (2009): Quantifying discontinuity orientation and persistence on high mountain rock slopes and large landslides using terrestrial remote sensing techniques, Natural Hazards Earth System Sciences (Vol.9, Issue 2), Copernicus Publications.

URL 1: <https://www.spliteng.com/products/split-fx-software/>

URL 2: <https://www.parrot.com/en/drones/anafi>

URL 3: https://www.parrot.com/assets/s3fs-public/2020-07/bd_anafi_productsheet_en_210x297_2018-06-04.pdf

URL 4: <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software>

URL 5: <https://github.com/potree/potree>

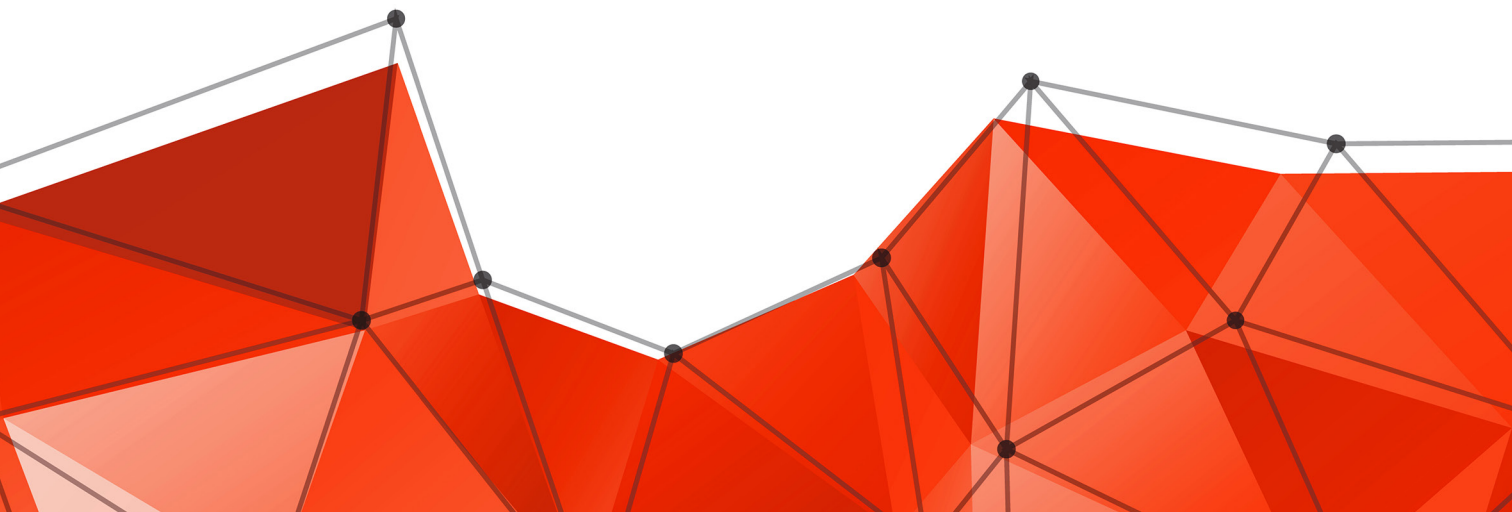
URL 6: <https://www.agisoft.com/>

Abstract

USE OF AERIAL PHOTOGRAMMETRY IN THE ANALYSIS OF ROCK FALLS IN THE CITY OF OMIS

The development of unmanned aerial vehicles and their application in aerial photogrammetry enables the production of detailed geodetic data of rocks. The resulting point cloud together with the photographs gives a very detailed view of the rock masses - their geometry as well as other characteristics that can be interpreted from aerial photography such as the presence of vegetation and moisture. The use of unmanned aerial vehicles with a rotating wing enables aerial photography from all angles, so detailed views of vertical rocks can be made, which was not possible until the development of these aircraft. On the example of almost vertical rocks in the town of Omiš, this paper presents the use of aerial photogrammetry in the analysis of rock falls: locating potential blocks, calculating their volume and modelling their trajectories, which allows calculations of protection against them. Ultimately, the goal is to improve protection against rock falls and thus increase the resilience of cities and infrastructure to rock falls.

Keywords: *aerial photogrammetry, city resilience, point cloud, rock falls, unmanned aerial vehicle*



SESIJA 6

CILJ 14: ŽIVOT ISPOD VODE - ULOGA HIDROGRAFIJE I TOPOGRAFIJE MORA -

Treba osigurati održivo upravljanje morskim i obalnim ekosustavima.

Uloga javnog i privatnog sektora u obavljanju hidrografske djelatnosti

Ana Babić¹

¹Hrvatski hidrografski institut, Zrinsko-Frankopanska 161, Split, Hrvatska, ana.babic@hhi.hr

Sažetak: Poznavanje podataka o oceanima i morima te racionalno upravljanje morskim resursima u današnje je vrijeme postalo neophodno za razvoj brojnih struka kao što su pomorstvo, turizam, ribarstvo, rad eksploatacijskih naftnih i plinskih polja, promet, prehrambena industrija itd. Hidrografija kao grana geodezije pruža rješenja u prikupljanju, obradi i vizualizaciji podataka vezanih upravo uz te dijelove Zemljine površine koji su prekriveni vodom. U Republici Hrvatskoj hidrografijom se bavi javni sektor kroz tijelo Hrvatskog hidrografskog instituta (HHI) i privatni sektor putem ovlaštenih pravnih osoba (OPO) sukladno Pravilniku o uvjetima i načinu obavljanja djelatnosti hidrografske izmjere ovlaštenih pravnih osoba (NN 120/2018). Ovaj članak objasnit će u kratkim crtama što je zadaća HHI-a, a što OPO-a u izradi hidrografskog elaborata. Također, bit će prikazani primjeri hidrografskih izmjera i elaborata koji će jasnije prikazati zašto je hidrografija važan dio geodezije i koje mogućnosti pruža za održivi razvoj morskih resursa.

Ključne riječi: hidrografija, hidrografski elaborat, Hrvatski hidrografski institut, ovlaštene pravne osobe

1. Uvod

Hidrografija je, prema Zakonu o hidrografskoj djelatnosti (NN 71/14), grana primijenjene znanosti koja obuhvaća:

- izmjeru mora, rijeka i jezera, geodetska i druga snimanja objekata u priobalju, u moru, na morskom dnu i podmorju,
- marinsku geodeziju,
- oceanologiju (registriranje kolebanja visine razine mora, površinskih valova, struja mora),
- geologiju i geofiziku mora,
- zaštitu okoliša u dijelovima mora nad kojima se prostire suverenitet RH,
- obradu i pohranjivanje podataka prikupljenih izmjerom, snimanjem i istraživanjem te njihovu objavu.

Svrha hidrografske djelatnosti je osiguranje plovidbe plovnih objekata, uključivši i ratne brodove, s ciljem zaštite ljudskih života i imovine na moru, istraživanja, zaštite okoliša i gospodarenja morem.

U geodetske poslove u okviru hidrografske djelatnosti i izmjere pripada:

- izmjera dubina mora,
- marinska geodezija,
- geodetska snimanja objekata u priobalju, u moru i na morskom dnu,
- izrada, izdavanje i održavanje službenih pomorskih navigacijskih karata i publikacija,

- opisivanje i ucrtavanje geodetski određene granice suvereniteta RH na moru,
- uspostava i upravljanje Hidrografskim informacijskim sustavom,
- pregled i ovjera hidrografskih originala/podloga ovlaštenih pravnih osoba.

2. Hidrografija u Republici Hrvatskoj – javni i privatni sektor

Hidrografska djelatnost se u Republici Hrvatskoj može promatrati kroz javni i privatni sektor. Gotovo svi poslovi hidrografske djelatnosti obavljaju se kao javne ovlasti i njih obavlja Hrvatski hidrografski institut sa sjedištem u Splitu. Također, poslove izmjere dubine mora, marinske geodezije, snimanja objekata u priobalju, u moru, na morskom dnu i podmorju te geologije, geofizike i oceanologije mogu obavljati i druge pravne odnosno fizičke osobe-obrtnici – ovlaštene pravne osobe.

2.1. Javni sektor

Hrvatski hidrografski institut ustrojen je na devet odjela od čega su dva odjela koja čine mahom geodetski stručnjaci – hidrografski odjel i kartografski odjel.

Hidrografskom odjelu je osnovni zadatak hidrografska izmjera i modeliranje topografije morskog dna te izra-

da osnovnih kartografskih izvornika, tj. hidrografskih originala na temelju kojih se izrađuju navigacijske pomorske karte i planovi (URL 1). Dopunska djelatnost HO su privredni projekti važni za zaštitu Jadrana kao što su hidrografsko-geološke izmjere ispusta otpadnih voda kao i budućih kablskih i cjevovodnih trasa kojima se dobivaju vrijedni podaci za kartografske izvornike, a koriste se za izradu novih te za ispravljanje postojećih pomorskih navigacijskih karata, planova i publikacija. Djelatnost hidrografskog odjela obuhvaća i poslove pregleda i ovjere hidrografskih elaborata ovlaštenih pravnih osoba, sukladno Pravilniku o uvjetima i načinu obavljanja djelatnosti hidrografske izmjere ovlaštenih pravnih osoba (NN 120/18).

Kartografska djelatnost HHI-a najvećim dijelom obuhvaća projektiranje i izradu pomorskih navigacijskih karata i planova te grafičkih prikaza i shema u pomorskim publikacijama kao i njihovo održavanje u ažurnom stanju (URL 2). Veliki dio djelatnosti odnosi se na izradu elektroničkih navigacijskih karata (ENC) i kontrolu kvalitete već proizvedenih ENC. Na pomorskim kartama prikazane su dubine mora, oblici morskog dna i njihove morfološke karakteristike, konfiguracija i karakteristike obalne crte, opasne pličine, grebeni i hridi, sve opasnosti i upozorenja za plovidbu te podaci o pomorskim svjetlima i ostalim oznakama za plovidbu.

2.2. Privatni sektor

Stupanjem na snagu Pravilnika o uvjetima i načinu obavljanja djelatnosti hidrografske izmjere ovlaštenih pravnih osoba (NN 120/18) došlo je do promjene u načinu obavljanja hidrografske djelatnosti za privatni sektor. Prema dotadašnjem Pravilniku o uvjetima koje moraju ispunjavati pravne osobe za obavljanje hidrografskih djelatnosti (NN 162/98) ovlaštene pravne osobe su imale dužnost prijavljivanja hidrografskih izmjera HHI-u kao i predaje hidrografskog elaborata, ali se elaborati nisu ovjeravali nego je njihov sadržaj bio informativnog karaktera. Prema novom Pravilniku iz 2018. godine to se promijenilo te su uvjeti za dobivanje ovlaštenja i obavljanje hidrografske djelatnosti precizno specificirani.

Postoji sedam razina ovlaštenja za koje ovlaštena pravna osoba može zatražiti ovlaštenje za obavljanje hidrografske djelatnosti:

- a) Razina posebnih uvjeta (HIDRO – Posebni uvjeti)
- b) Razina 1a (HIDRO – 1a)
- c) Razina 1b (HIDRO – 1b)
- d) Razina 2 (HIDRO – 2)
- e) Jedinstvena razina za geologiju (GEOLO)
- f) Jedinstvena razina za geofiziku mora (GEOFI)
- g) Jedinstvena razina za oceanologiju (OCEAN).

Geodetske tvrtke koje su od stupanja Pravilnika na snagu zatražile ovlaštenje dobile su isključivo HIDRO razine ovlaštenja te u skladu s tim obavljaju hidrografsku djelatnost.

Nekoliko najvažnijih uvjeta za dobivanje ovlaštenja za ovlaštenu pravnu osobu (OPO) su:

OPO obavezno mora imati minimalno jednog zaposlenika VSS ili VŠS geodetske struke koji je ovlašten inženjer geodezije čije članstvo nije u mirovanju,

OPO obavezno mora imati zaposlenike koji imaju iskustva u obavljanju hidrografskih poslova u zemlji ili inozemstvu,

moraju biti zadovoljeni uvjeti za tehnički ispravnu opremu koja odgovara svakoj pojedinoj razini ovlaštenja.

3. Hidrografski elaborat

3.1. Pravni postupak

Ovlaštena pravna osoba dužna je obavijestiti Hrvatski hidrografski institut o početku, opsegu i predviđenom trajanju radova djelatnosti hidrografske izmjere. Nakon obavljene terenske izmjere, OPO je dužan dostaviti HHI-u prikupljene neobrađene podatke u roku od 30 dana od završetka radova. Nakon izrade hidrografskog elaborata, OPO mora u roku od 15 dana poslati HHI-u zahtjev za pregled i ovjeru.

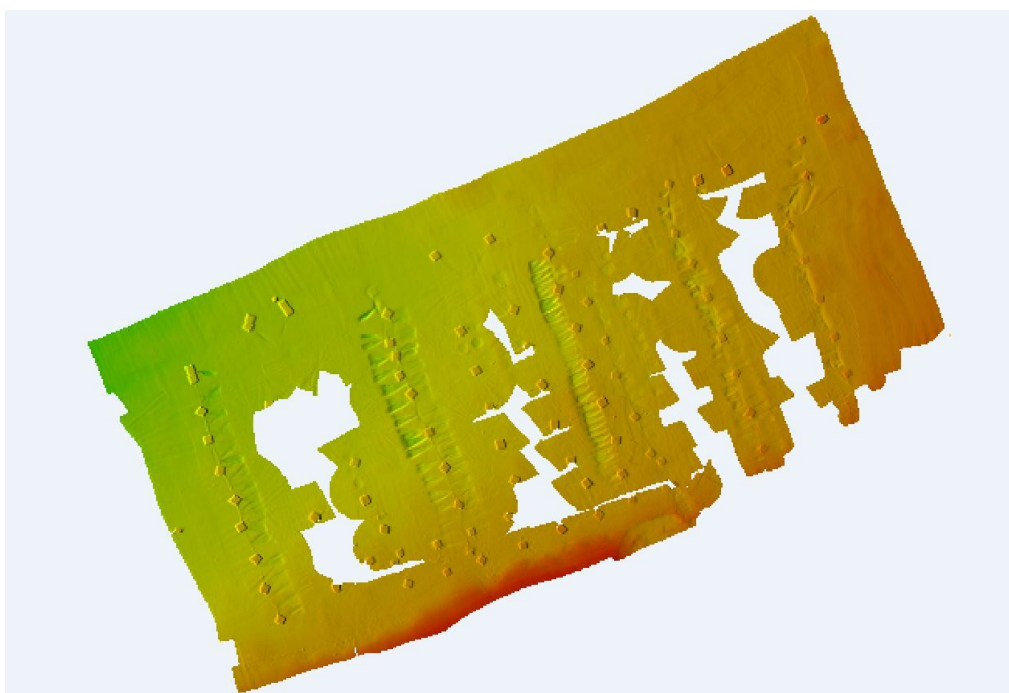
HHI po primitku zahtjeva za pregled i ovjeru imenuje stalno stručno povjerenstvo za pregled i ovjeru hidrografskog elaborata i drugih podataka i dokumenata koji su dijelom dostavljenog zahtjeva. Povjerenstvo se sastoji od tri člana, od čega predsjednik povjerenstva mora biti najmanje inženjer geodezije. Povjerenstvo utvrđuje jesu li metode mjerenja i obrada podataka u skladu sa standardima iz S-44 standarda te donosi zaključak kojim se podaci djelatnosti hidrografske izmjere iz hidrografskog elaborata mogu smatrati službenim te predlaže ovjeru elaborata. Ako povjerenstvo utvrdi da hidrografski elaborat nije izrađen u skladu s preporučenim standardima ili ako elaborat ne sadrži sve Pravilnikom utvrđene stavke, tada će se zaključkom tražiti dopuna ili ispravka elaborata u svrhu njegove ovjere.

Temeljem zaključka povjerenstva Institut donosi rješenje kojim se ovjerava hidrografski elaborat ili se odbija zahtjev za ovjeru.

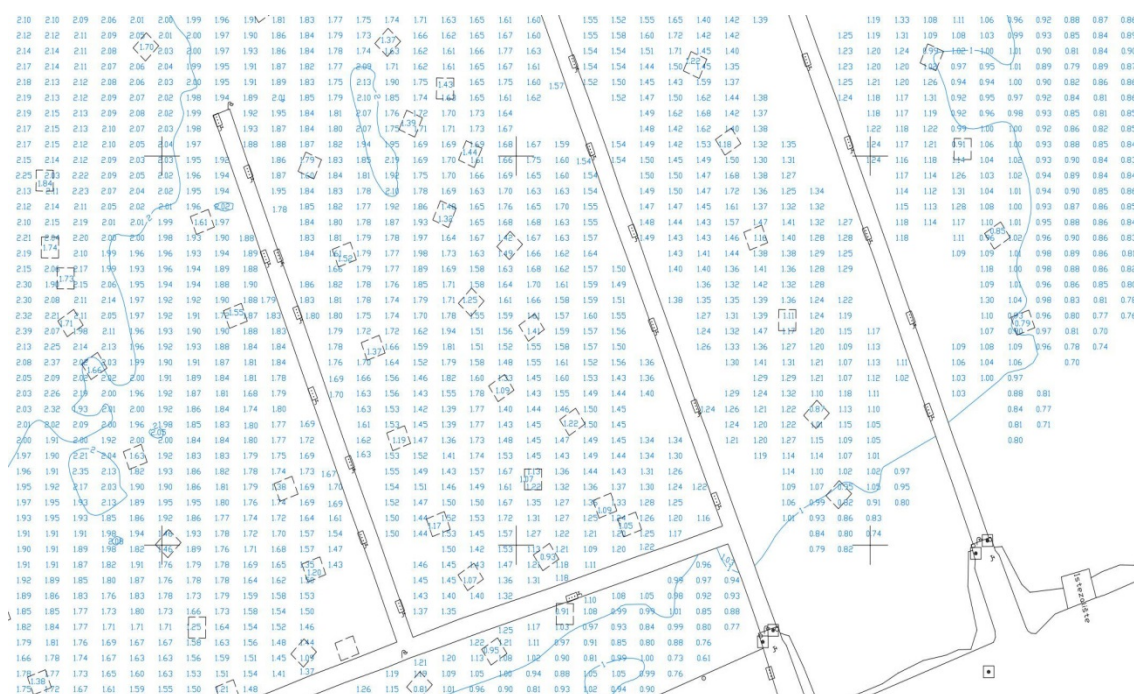
3.2. Sadržaj i primjer hidrografskog elaborata

Sadržaj hidrografskog elaborata opisan je u Članku 12. Pravilnika (NN 120/18).

U kontekstu tehničkog dijela elaborata, potrebno je predati tehničko izvješće s popisom opreme i njihovom kalibracijom, podacima o položajnom i visinskom datumu, a najbitniji dio je svakako hidrografska podloga



Slika 1: Primjer izmjereneog područja u GeoTIFF formatu



Slika 2: Primjer izgleda dijela hidrografske podloge

odgovarajućeg mjerila uz pripadajući digitalni model terena 2m x 2m i izobate ekvidistancice 1m. Također, prostorne podatke potrebno je izraditi u WGS84 elipsoidu u horizontalnom smislu te reducirati na hidrografsku nulu u visinskom smislu, kao i u HTRS96 sustavu u horizontalnom smislu i HVRS71 sustavu u visinskom smislu. Uz pripadajuću propisanu dokumentaciju, HHI ima za pravo propisati dodatnu popratnu dokumentaciju i formate te sve objavljivati na svojim službenim stranicama kako bi OPO-i mogli imati sve informacije potrebne

za ispravnu izradu hidrografskog elaborata. Sukladno tome, potrebno je dostaviti 3D model terena u GeoTIFF formatu za kategorije izmjere Posebni uvjeti, HIDRO 1a i HIDRO 1b. Primjer izgleda tog prikaza nalazi se na slici 1 (Arhiva HHI, 2020.).

Sastavnica hidrografske podloge kao i sama podloga moraju biti jasne, čitke i razumljive. Primjer izgleda dijela hidrografske podloge nazali se na slici 2, a na slici 3 prikazan primjer sadržaja sastavnice (Arhiva HHI, 2020.).

L E G E N D A		
	Dubine	mm El. omarčić
	Isobate	□ Hidrant
	Oblatna linija (osmijeljena s RTK)	o Bitva
	Blokovi	⚓ Voda
	Rasvjjetni stup	
LUKA VOLME d.o.o.		
Batimetrijska izmjera		
LUKE NAUČIKOG TURIZMA PORTO VOLME		
KOORDINATNI SUSTAV		
ELIPSOID: WGS 84		
PROJEKCIJA: UTM		
VRIJEDNOST NA C. M.: 500 000		
CENTRALNI MERIDIJAN: 15 E		
MJERILO NA C.M.: 0.9996		
NAVIGACIJSKI SUSTAV:		
-SeaStar 8200 HP		
DUBINOMJER:		
-TELEDYNE RESON SeaBat T20-P		
DUBINE SU U METRIMA I REDUCIRANE NA HIDROGRAFSKU NULU, EKVIDISTANCIJA IZOBATA IZNOSI 1 m		
INTERPRETIRAO	DATUM	LIST
PROVJERIO	Srpanj, 2020.	1
ODOBRIO		
MJERILO 1:500		
	HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT Tel: (21) 308-800, Fax: (21) 347-242 Zrinsko Frankopanska 161, 21000 SPLIT	

Slika 3: Primjer izgleda i sadržaja sastavnice hidrografske podloge

4. Zaključak

Hidrografski elaborati čine dio podloge za izradu pomorskih karata i publikacija. Posebice se tu može spomenuti batimetrija kao dio hidrografije koja daje podatke o dubinama mora i objektima koji se nalaze na morskom dnu i podmorju. Dakako, ne smije se zaboraviti da oceanografija, geologija i magnetometrija znatno doprinose količini podataka koji se mogu dobiti o moru. Republika Hrvatska, odnosno Hrvatski hidrografski institut, ima stručnjake koji se bave svim pojedinim granama hidrografske djelatnosti te posjeduje opremu koja može dati kvalitetne podatke u poslovima koji se obavljaju na moru.

Pomorske karte koje se dobiju kao produkt hidrografskih izmjera i elaborata su, pak, podloga za bilo kakav posao koji se obavlja na moru, bilo da se radi o projektima bitnima za turizam, ribarstvo, eksploataciju naftnih i plinskih polja, prijevoz ljudi i robe kao i za iskorištavanje i zaštitu morskih resursa.

Prema svemu navedenom, može se zaključiti kako hidrografija predstavlja dio znanosti koji je osnova za održivi razvoj oceana, mora i morskih resursa.

Literatura

Narodne novine 71/2014 (2014.): Zakon o hidrografskoj djelatnosti

Narodne novine 120/2018 (2018.): Pravilnik o uvjetima i načinu obavljanja djelatnosti hidrografske izmjere ovlaštenih pravnih osoba

Narodne novine 162/1998 (1998.): Pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati pravne osobe za obavljanje hidrografskih djelatnosti

Arhiva HHI (2020.): Hidrografski elaborat OHI_2020_011 – Batimetrijska izmjera LNT Porto Volme

URL 1: <http://www.hhi.hr/staticpages/index/ho>

URL 2: <http://www.hhi.hr/staticpages/index/ko>

Abstract

THE ROLE OF THE PUBLIC AND PRIVATE SECTOR IN PERFORMING HYDROGRAPHIC ACTIVITIES

Knowledge of oceans, seas and rational management of marine resources has now become necessary for the development of many professions such as maritime, tourism, fisheries, operations of oil and gas fields, transport, food industry etc. Hydrography as a branch of geodesy provides solutions in collecting, processing and visualizing data related to those parts of the Earth's surface that are covered with water. In the Republic of Croatia there is a part of public sector that deals with hydrography – Hydrographic institute of the Republic of Croatia (HHI) as well as part of private sector through authorized legal entities (OPO) accordingly with the Ordinance on the conditions and manner of performing hydrographic survey activities of authorized legal entities (NN 120/2018). This article will briefly explain what is the task of HHI and what is the task of OPO in preparing hydrographic elaborate. Also, there will be presented the examples of hydrographic surveys and elaborates that will clearly show why hydrography is an important part of geodesy and what opportunities it provides for the sustainable development of marine resources.

KEY WORDS: *authorized legal entities, hydrographic elaborate, Hydrographic Institute of the Republic of Croatia, hydrography*

TOPOGRAFIJA MORSKOG DNA – PODLOGA ODRŽIVOG RAZVOJA MORA I OCEANA

Ljerka Vrdoljak¹

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

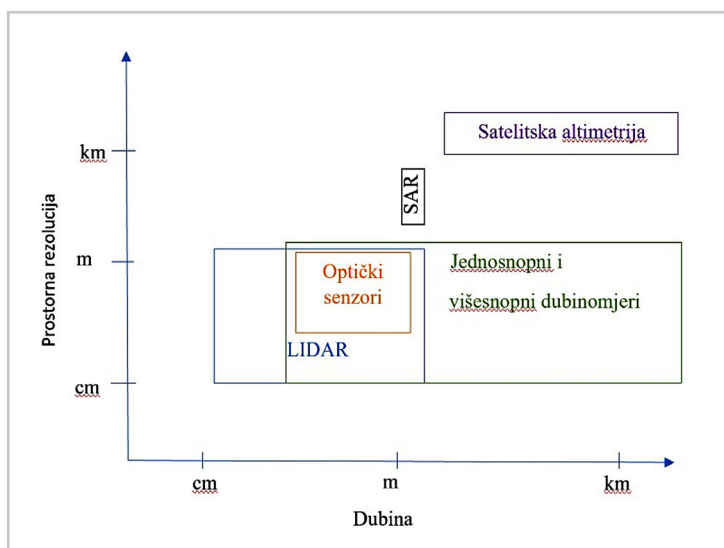
Sažetak: Mora i oceani prekrivaju više od 70% površine Zemlje pa ipak unatoč dugoj povijesti batimetrijskih mjerenja svega 20% morske površine je direktno izmjereno. Razvojem metoda za mjerenje dubina na temelju podataka satelitskih misija, tek krajem prošlog stoljeća dobivena je približna globalna slika topografije morskog dna. 2015. godine održivi razvoj morskih područja definiran je kao jedan od globalnih ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih naroda do 2030. godine. Između ostalog kroz povećanje istraživačkih kapaciteta i znanstvenih spoznaja, Cilj 14 – Život u vodi teži uspostaviti održivo korištenje morskih resursa i očuvanje mora. Batimetrijske metode mogu biti direktne ili indirektna, a dijele se na akustične ili elektromagnetske ovisno o vrsti valova koje koriste. Danas se koriste različite platforme za mjerenje dubina od podvodnih autonomnih vozila, brodova na površini mora do satelite u svojim orbitama visoko iznad zemlje. Svaka metoda ima različit raspon dubina u kojem se može primijeniti te prostornu rezoluciju koja se može postići. Originalnim podacima batimetrijskih izmjera nije lako pristupiti iz dva razloga, svega je petina mora direktno premjerena te su podaci većinom u privatnom vlasništvu. Alternativni izvor batimetrijskih podataka su javno dostupni batimetrijski modeli koji su izračunati koristeći podatke iz više izvora te uglavnom nemaju poznatu kvalitetu podataka. Ipak postoji nekoliko globalnih i regionalnih inicijativa poput Seabed 2030 i EMODnet projekata koji vođeni idejom da jednom izmjereni podaci mogu biti upotrebljeni više puta prikupljaju i objavljuju batimetrijske podatke kroz javne baze podataka ili batimetrijske modele.

KLJUČNE RIJEČI: *batimetrija, batimetrijske metode, digitalni batimetrijski model, EMODnet, Seabed 2030*

1. Uvod

Morske površine prekrivaju više od 70% površine planeta (Eakins i Sharman, 2010) i imaju nevjerojatan utjecaj na život na Zemlji. Oceani proizvode više od polovice svjetskog kisika te apsorbiraju više ugljičnog dioksida nego atmosfera čime omogućavaju život na zemlji. Oceanske morske struje reguliraju klimu, a morska područja su najveći ekosustav na Zemlji te globalni izvor prehrane. 90 posto svjetske trgovine odvija se morskim putem te su mnogobrojne ekonomske djelatnosti poput proizvodnje energije, ribarstva, turizma u direktnoj ili posrednoj vezi s morem. Očuvanje i održivo korištenje oceana, mora i morskih resursa za održivi razvoj obuhvaćeno je ciljem 14 – Život u vodi, Ujedinjenih naroda kroz globalne ciljeve održivog razvoja za 2030. Manje od 20 posto ukupne površine svih svjetskih mora i oceana je direktno izmjereno, a ostatak je modeliran na temelju podataka altimetrijskih mjerenja čime je dobivena tek približna slika morskog dna. Moderne batimetrijske metode obuhvaćaju klasična akustična mjerenja s brodova na površini mora, LiDAR

sustave postavljene na avionima, optičke senzore i altimetre postavljene na satelitima što omogućava batimetrijske podatke od kilometarske do centimeterske razlučivosti. Svaka batimetrijska metoda ima svoja ograničenja te ne postoji idealna metoda koja bi zadovoljila postavljene uvjete bilo raspona dubina ili kvalitete podataka. Podaci batimetrijskih izmjera se često čuvaju u državnim i privatnim bazama podataka i rijetko dijele. Alternativni izvor batimetrijskih podataka za određeno područje mogu biti javno dostupni batimetrijski modeli. Takvi modeli većinom su proizvod istraživačkih institucija, a nastaju kombinacijom različitih izvora podataka, većinom na temelju podataka altimetrijskih mjerenja. Nedostatak im je gruba rezolucija i uglavnom nedovoljno poznata kvaliteta. Globalni Seabed 2030 i regionalni EMODnet projekt su vođeni idejom da jednom mjereni podaci mogu biti iskorišteni bezbroj puta, a cilj im je batimetrijske podatke učiniti javno dostupnima.



Slika 1: Suvremene batimetrijske metode

2. Metode mjerenja morskog dna

Batimetrija je dio hidrografije, primijenjene znanosti koja se bavi mjerenjem i analizom fizikalnih karakteristika oceana, mora, jezera i rijeka te obalnih područja, a odnosi na mjerenje dubine, odnosno modeliranje topografije podvodnog područja (IHO, 1994). Povijest kartiranja morskog dna starija je od 3000 godina, s prvim dokazima u egipatskoj kulturi gdje se dubina mjerila koristeći mjerne letve i ručne dubinomjere (Theberge, 1989). Mjerne letve i ručni dubinomjeri bili su najčešće korišteni instrumenti za mjerenje dubina sve do početka 20. stoljeća (Jovanović, 1978). Danas su mehanički uređaji za mjerenje dubina zamijenjeni klasičnim in-situ metodama ili metodama daljinskih istraživanja, koje koriste akustične ili elektromagnetske valove kako bi se odredila dubina morskog dna (Slika 1).

2.1 Akustične metode

Razvoj instrumenata i metoda za mjerenje dubina morskog dna na temelju akustičkih metoda (SONAR engl. SOund Navigation And Ranging) započeo je s potrebom otkrivanja objekata u moru, a usavršeni su za potrebe mornarice tijekom Prvog svjetskog rata (Sherman i Butler, 2007). Osnovna akustičnih metoda mjerenja dubina je mjerenje vremena koje potrebno zvučnom signalu da prijeđe dvostruki put od odašiljača na brodu do morskog dna i natrag do prijarnika. Rezultat umnoška polovine vremena dvostrukog puta i brzine zvuka u moru je dubina. Brzina zvuka u morskoj vodi četiri je puta veća nego u zraku i iznosi ~ 1500 m/s, a ovisi o svojstvima mora: temperaturi, tlaku i salinitetu (De Jong, 2011). Ultrazvučni dubinomjeri su instrumenti koji mjere dubinu morskog dna koristeći zvučne valove. S obzirom na broj zvučnih snopova koje istovremeno odašilju mogu biti jednosnopni i višesnopni.

Jednosnopni dubinomjeri odašilju jedan akustični snop te uobičajeno imaju dvije frekvencije visoku 200 kHz i nisku 30 kHz ovisno o namjeni i rasponu dubina. Višesnopni dubinomjeri proizvode do oko tisuću zvučnih snopova male širine (1° - 3°) iz jednog sustava odašiljača okomito na liniju gibanja broda i lepezasto ih usmjerava sa širinom snopa do $\sim 160^{\circ}$ prema morskome dnu. Širina otiska snopa na morskome dnu ovisi o dubini, što je veća dubina veći je i otisak koji se može snimiti. Višesnopni dubinomjeri koriste različite frekvencije zvučnih valova od 12kHz do 400 kHz za mjerenje različitih raspona dubina. Što je niža frekvencija veći je domet dubinomjera, ali sa smanjenjem frekvencije smanjuje se i rezolucija. Postoje različite platforme na koje se postavljaju dubinomjeri od tradicionalnih većih i manjih brodova za batimetrijski premjera do suvremenih trendova u izmjeri: plovilima na daljinsko upravljanje ili autonomnih površinskih i podvodnih vozila koja održavaju konstantu udaljenost od morskog dna i istovremeno snimaju morsko dno (Leder i Duplančić Leder, 2018). Akustične metode pokrivaju sve raspone dubina i zadovoljavaju IHO S-44 standard. Nedostatak akustičnih metoda je visoka cijena i dugotrajno vrijeme izmjere, posebice u plitkom obalnom pojasu jer se širina snopa smanjuje s dubinom što smanjuje brzinu izmjere.

2.2 Elektromagnetske metode

Elektromagnetske metode koriste elektromagnetsko zračenje kako bi se odredila dubina morskog dna. U ovisnosti o senzoru (aktivni ili pasivni) te rasponu elektromagnetskog zračenja koje se koristi razlikujemo LIDAR sustave, modeliranje batimetrije na temelju optičkih snimaka satelita i modeliranje batimetrije na temelju radarskog zračenja.

2.2.1 LiDAR

LiDAR (engl. Light Detection and Ranging) je trenutno optimalan aktivni sustav za snimanje dubina u plitkom i obalnom morskom dijelu. Slično kao i kod akustičnih metoda, LiDAR se temelji na mjerenju vremena dvostrukog putovanja laserskog signala kako bi se odredila dubina morskog dna (Irish i White, 1997). Obično se koriste dvije zrake različite valne duljine: 1) zraka iz infracrvenog dijela spektra (1064 nm) koja ne prodire u vodu i koristi se za detekciju morske površine i 2) zraka iz spektra vidljive svjetlosti - zelene boje (532 nm) koja ima najmanji koeficijent apsorpcije te mogućnost doprijeti do najveće dubine.

Nedostatak LiDAR sustava je ograničena dubina izmjere, u idealnim uvjetima iznosi do 75 m, a najvećim dijelom ovisi o prozirnosti mora. Današnji LiDAR sustavi osiguravaju točnost mjerenja dubina koja zadovoljava uvjete IHO S-44 standarda za izmjere kategorije 1 te izmjere kategorije posebni uvjeti u plitkom dijelu pod optimalnim uvjetima s rezolucijom do 10 točaka po m² (URL 1). Prednost LiDAR sustava u odnosu na klasične akustičke metode je što širina snopa ne ovisi o trenutnoj dubini nego o visini leta te se istovremeno može snimati batimetrijski i kopneni obalni dio.

2.2.2 Batimetrija na temelju optičkih snimaka satelita SDB

Pasivni optički senzori postavljeni na satelitu mjere količinu sunčeva zračenja, u rasponu od infracrvenog do vidljivog spektra, koja se reflektira od morskog dna.

Intenzitet elektromagnetskog zračenja slabi prolaskom kroz tekući medij u ovisnosti o valnoj duljini što omogućava procjenu dubine (Pe'eri i dr., 2013). Najveća dubina prodiranja elektromagnetskog zračenja ovisi o razini prozirnosti mora. U idealnim uvjetima granična dubina modela iznosi ~ 30 m, a točnost izmjere iznosi do najviše 10% dubine. Prednost metode je izmjera površinski velikog područja u kratkom vremenu s malim troškovima u odnosu na klasične metode izmjere (Leder i dr. 2019), iako podaci u većini slučajeva ne zadovoljavaju standarde točnosti za potrebe navigacije.

2.2.3 Batimetrija modelirana iz altimetrijskih podataka

Altimetri mjere udaljenost od satelita do morske površine na koju između ostalog djeluje i gravitacijski utjecaj topografije morskog dna. S obzirom na značajnu razliku u gustoći između mora i dna, razlike u topografiji morskog dna uzrokuju višak ili manjak mase u određenom području te promjenu anomalije ubrzanja sile teže. U pojasu valnih duljina od 15 do 200 km anomalije ubrzanja sile teže su korelirane s topografijom morskog dna što omogućava modeliranje batimetrije. U odnosu na ostale batimetrijske metode ima najmanju

prostornu rezoluciju do 6 km, ali je otvorila mogućnost modeliranja do danas ne izmjerenih morskih područja (Smith i Sandwell, 1997).

Batimetrija se osim iz anomalija ubrzanja sile teže može izračunati i na temelju SAR (engl. Synthetic Aperture Radar) radarskih snimaka. Promjena topografije morskog dna utječe na promjenu brzine kretanja površinskog sloja mora što uzrokuje varijacije površinskih valova koje detektira SAR radar (Hesselmans i dr., 1997). Druga metoda se bazira na praćenju hidrodinamičkih procesa na površini mora koja su pod utjecajem topografije morskog dna (Whiele i dr., 2019). Metoda je ograničena na raspon od 10 m do 70 m dubine.

3. Izvori batimetrijskih podataka

Batimetrijske podatke mjere, obrađuju i pohranjuju privatne ili javne tvrtke sa specifičnom svrhom osiguranja sigurnosti plovidbe ili drugih istraživanja na moru. Tri su glavna izvora batimetrijskih podataka na globalnom i regionalnom nivou: nacionalni hidrografski instituti, istraživački centri i industrija (Thierry, 2018).

Nacionalni hidrografski instituti su odgovorni za sigurnost plovidbe (SOLAS, 1974) te u tu svrhu prikupljaju batimetrijske podatke. Batimetrijski podaci na osnovu kojih se izrađuju pomorske karte moraju zadovoljiti standarde Međunarodne organizacije za hidrografiju IHO (IHO, 2020). S obzirom na to da je većina hidrografskih instituta u svijetu dio mornarice, odnosno vojske te da su batimetrijske izmjere plitkog mora izrazito dugotrajne i/ili skupe, podaci koje pohranjuju hidrografski instituti su rijetko javni.

Akadska zajednica/Istraživački centri provode batimetrijske izmjere za potrebe istraživačkih projekata na moru. Za razliku od hidrografskih instituta ne postoje standardi izmjere već su metode prilagođene zahtjevima projekta. Batimetrijski podaci se tradicionalno čuvaju u matičnoj ustanovi i koriste samo za potrebe trenutnog istraživanja. Iznimno, u ovisnosti o uvjetima financiranja projekta, dopušta se javni pristup podacima.

Industrija podupire hidrografska istraživanja u svrhu iskorištavanja morskih resursa. Privatne tvrtke provode batimetrijske izmjere te podatke dostavljaju naručiteljima koji su vlasnici podataka te uglavnom nisu voljni dijeliti batimetrijske podatke.

Svi nositelji batimetrijskih podataka se potiču da dozvole javan pristup svojim podacima preko različitih baza podataka ili portala kako bi se omogućio jednostavan pristup. Velika je prednost javnog pristupa što se podaci izmjereni jednom mogu koristiti bezbroj puta te se izbjegava nepotrebno premjeravanje istog područja. 2014., IHO je odlučio potaknuti i poduprijeti sve sudionike morskog prometa da prikupljaju batimetrijske po-

datke. Novi izvor batimetrijskih podataka je Crowdsourcer batimetrija CSB tj. podaci o dubinama prikupljeni s brodova tijekom njihovih svakodnevnih zadataka koristeći standardne brodske instrumente za navigaciju.

3.1 Međunarodna baza podataka IHO DCDB

Baza podataka Međunarodne hidrografske organizacije za digitalne batimetrijske podatke IHO DCDB (engl. Data Center for Digital Bathymetry) prikuplja batimetrijske podatke na globalnom nivou od 1990. godine (URL 2). IHO DCDB pohranjuje batimetrijske podatke izmjerene jednosnopsnim ili višesnopsnim dubinomjerima, prikupljene od strane javnih ili istraživačkih ustanova, industrije ili CSB u što spadaju i podaci privatnih istraživačkih brodova tijekom proputovanja kroz međunarodne vode. Podaci su javno dostupni te se redovito koriste u znanstveno-istraživačke svrhe posebice prilikom računanja globalnih batimetrijskih modela.

IHO DCDB preglednik (URL 3) omogućava pregled i preuzimanje batimetrijskih podataka te pregled opsega drugih baza podataka dostupnih preko interneta (npr. EMODnet, AusSeabed, JAMSTEC itd.).

3.2 Javno dostupni batimetrijski modeli

Alternativni izvor batimetrijskih podataka uz javno dostupne baze podataka batimetrijskih izmjera poput IHO DCDB, posebno u područjima koja su još uvijek ne premjerena ili su podaci nedostupni, su javno dostupni batimetrijski modeli. Mogu biti globalni ili regionalni, a

kombiniraju podatke iz privatnih i javnih izvora izmjerene različitim batimetrijskim metodama (klasičnim i daljinskim istraživanjem) ili podatke pomorskih karata itd. Danas postoji više javno dostupnih batimetrijskih modela od kojih su najpoznatiji globalni modeli batimetrijski model: DTU, ETOPO1, GEBCO, Smith i Sandwell, i SRTM 15+. Regionalni model za područje europskih mora je EMODnet batimetrija. U tablici 1 dan je pregled osnovnih karakteristika navedenih modela.

3.3 Aktualni projekti kartiranja morskog dna

SEABED 2030

Seabed 2030 je zajednički projekt Nippon i GEBCO organizacije. Cilj projekta je prikupiti sve postojeće batimetrijske podatke u svrhu izrade javno dostupnog batimetrijskog modela svjetskih mora i oceana do 2030. Projekt podupire Cilj 14 Ujedinjenih naroda kroz Program globalnog održivog razvoja za 2030: očuvanje i održivo korištenje oceana, mora i morskih resursa za

Tablica 2. Planirana rezolucija Seabed 2030 prema rasponu dubina

Raspon dubina	Veličina ćelije	% svjetskog mora
0–1500 m	100 × 100 m	13.7
1500–3000 m	200 × 200 m	11
3000–5750 m	400 × 400 m	72.6
5750–11,000 m	800 × 800 m	2.7

Tablica 1: Javno dostupni batimetrijski modeli

DBM	DTU10BAT	EMODnet	ETOPO	GEBCO	SRTM15+	SS
Rezolucija	1'	1/16'	1'	15''	15''	1'
Obuhvat (°)	Globalni	15N – 90N, 36W-43E	Globalni	Globalni	Globalni	Globalni
Objava 1.ver. Najnovija ver.	2008 2010	2013 2018	1998 2008	1994 2020	2008 2020	1997 2020
Horizontalni, Vertikalni datum	WGS84, MSL	WGS84, LAT & MSL	WGS84, SL	WGS84, MSL	WGS84, MSL	WGS84, MSL
Glavni izvor podataka	Batimetrija modelirana iz gravimetrije	Direktna mjerenja s GEBCO podacima pri popunjavanju rupa	Globalni i reg. batimetrijski modeli	Bazni sloj SRTM15+V.2 proširen različitim podacima	Batimetrija modelirana iz gravimetrije	Batimetrija modelirana iz gravimetrije
Mrežna str.	URL 4	URL 5	URL 6	URL 7	URL 8	URL 9

održivi razvoj. Primarni cilj je mapiranje područja s dubinama većim od 200 m koje čine 93% svih morskih površina s idejom da se područja kontinentalnog šelfa popune podacima hidrografskih instituta (Tablica 2). U tri godine projekta, od 2017. godine do danas, postotak premjerenosti morskih površina sukladno suvremenim standardima porastao je sa samo 6 na gotovo 20 posto. Podaci se čuvaju u IHO DCDB bazi podataka, a prikupljeni podaci se integriraju u GEBCO model.

EMODnet

Europska mreža za promatranje i prikupljanje podataka o morima EMODnet (engl. European Marine Observation and Data Network) je razvijena u skladu sa europskim direktivama o moru od strane Europske komisije, a omogućava pristup podacima o europskim morima kroz 7 stručnih polja: batimetrija, geologija, morska staništa, kemija, biologija, fizika i ljudska aktivnost. EMODnet batimetrija je portal za pregledavanje i pristup EMODnet digitalnom batimetrijskom modelu za regionalno područje europskih mora. Model je nastao na temelju podataka iz različitih izvora: batimetrijskih izmjera, nautičkih karata, SDB podataka i LiDAR podataka s prazninama popunjenim GEBCO podacima. Portal omogućava pristup metapodacima za svaku ćeliju uključujući indikatore kvalitete i poveznicu na vlasnika batimetrijskih podataka na temelju kojih je vrijednost ćelije izračunata.

4. Zaključak

Topografija morskog dna jedno je od najdinamičnijih i najmanje istraženih područja na Zemlji. Više od 80 posto topografije morskog područja modelirano je na temelju gravimetrijskih podataka iz altimetrijskih satelitskih misija i malog broja direktno mjerenih dubina čime se dobila tek pregledna slika morskog dna. Poznavanje topografije morskog dna bitno za sve aktivnosti i istraživanja povezana s morem, po mogućnosti u formi digitalnog batimetrijskog modela. Znanje o batimetriji značajno se povećalo razvojem akustičnih i elektromagnetskih batimetrijskih metoda te korištenjem novih, posebice satelitskih platformi mjerenja. Za razliku od oceanskih područja, mora obalnih država su puno bolje istražena jer su sukladno SOLAS konvenciji države odgovorne za sigurnost navigacije. Većina hidrografskih instituta u svijetu djeluje pod nadležnošću vojske, a industrija proglašava batimetrijske podatke poslovnom tajnom pa je originalnim podacima izmjere teško pristupiti. Inicijative s ciljem prikupljanja i objavljivanja batimetrijskih podataka poput Crowdsorce batimetrije (CSB), Seabed 2030 i EMODnet projekata podupiru ostvarenje Cilja 14, Programa održivog razvoja Ujedinjenih naroda u vidu jačanja kapaciteta istraživačkog sektora.

Literatura:

De Jong, C.D.; Lachapelle, G.; Skone S.; Elema, I.A. (2012): Hydrography, VSSD

Duplančić Leder, Tea; Leder, Nenad; Peroš, Josip (2019): Satellite derived bathymetry survey method – example of Hramina bay, Transactions on maritime science 10

Eakins, B. W.; Sharman, G. F. (2010). Volumes of the World 's Oceans from ETOPO1, NOAA National Geophysical Data Center, Boulder, CO.

Hesselmans, Gerard; Calkoen, Charles; Wensink, Han (1997): Mapping of seabed topography to and from Synthetic Aperture Radar, 3rd ERS Symposium Florence 97

International Hydrographic Organization (1994): IHO Hydrographic Dictionary S-32, 5th edition, International Hydrographic Organization

International Hydrographic Organization (2020): IHO Standard for hydrographic surveys S-44 6th edition, International Hydrographic Organization

International Maritime Organization (1974): International Convention for the Safety of Life At Sea

Irish, J.L.; White, T.E. (1997): Coastal engineering applications of high-resolution lidar bathymetry, Coastal engineering 35, Elsevier

Jovanović, Božidar (1978): Dubina mora i obalna linija (doktorska disertacija), Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Leder, Nenad; Duplančić Leder, Tea (2018): Unmanned vehicle system sin hydrographic survey – new opportunities and challenges, 18 International Conference on Transport Science, MARITIME, TRANSPORT AND LOGISTICS SCIENCE

Pe'eri, Shachak; Azuize, Chukwuma; Parrish, Christopher (2013): Satellite-Derived Bathymetry a Reconnaissance Tool for Hydrography, Hydro International 1119, Hydro

Sandwell, David; Smith, Walter H.F. (1997): Global Sea Floor Topography from satellite Altimetry and Ship Depth Soundings, Science 277, AAAS

Sherman, H. Charles; Butler, L. John (2007): Transducers and Arrays for Underwater Sound, Springer

Theberge, Albert (1989): Sounding pole to sea beam, Technical Papers 1989 ASPRS/ACSM Annual Convention Surveying and Cartography Volume 5, American Congress on Surveying and Mapping

United Nations (2015). Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Whiele, Stefan; Pleskachevsky, Andrey; Gebhardt, Claus (2019): Automatic bathymetry retrieval from SAR images, CEAS Space Journal 11, Springer

URL 1: <https://www.teledyneoptech.com/en/products/airborne-survey/czmil-nova/>

URL 2: https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/iho_dcdb/

URL 3: <https://www.ngdc.noaa.gov/iho/>

URL 4: <https://www.space.dtu.dk/english/research/>

[scientific_data_and_models/global_bathymetry_model](#)

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

URL 6: <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>

URL 7: <https://download.gebco.net/>

URL 8: https://topex.ucsd.edu/WWW_html/srtm15_plus.html

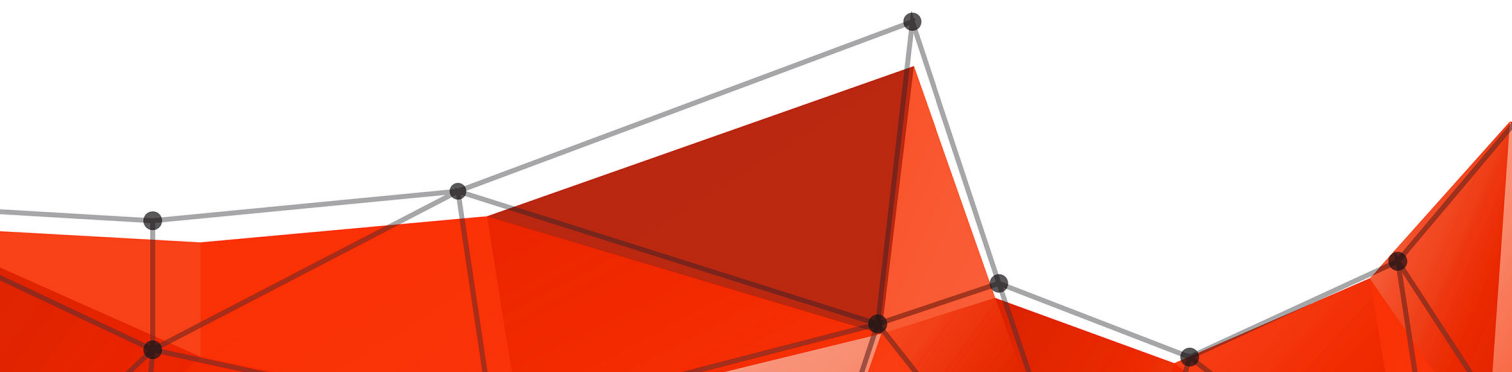
URL 9: ftp://topex.ucsd.edu/pub/global_topo_1min/

Abstract

SEAFLOOR TOPOGRAPHY – BASE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE OCEANS

The world's oceans and seas cover more than 70% of Earth but despite many years of mapping efforts only about 20 % of the area is covered with direct soundings. At the end of last century with development of bathymetry from space, the seafloor was finally globally revealed. Sustainable development of oceans is defined in 2015 as Goal 14 – Life below water in the sustainable development goals of the United Nations. One of the aims is to enhance scientific knowledge and research capacity in order to conserve the oceans. Depths can be measured directly or indirectly using acoustic or electromagnetic waves. Modern bathymetry techniques use different platforms ranging from underwater autonomous vehicle to ships on sea surface to satellites high above the Earth. Each method has its limits, in terms of achievable spatial resolution and depth range. It is not an easy task to access directly measured soundings because only one-fifth of seafloor has been surveyed and most of data is held privately. Alternative data sources are publicly available bathymetry models with usually no quality information. However, there are few global and regional initiatives e.g. Seabed 2030 and EMODnet that embrace the idea that once measured data can be used multiple times.

KEYWORDS: *bathymetry, modern bathymetric techniques, digital bathymetry model, Seabed 2030, EMODnet*



SESIJA 7

CILJ 1-17: 17 GLOBALNIH CILJEVA
ODRŽIVOG RAZVOJA
- ULOGA PROSTORNIH PODATAKA -

Skupovi osnovnih podataka za potrebe praćenja ciljeva
održivog razvoja.

Prostorni podaci za podršku ciljevima održivog razvoja u Europi¹

Vlado Ceti¹

¹ Zajednički istraživački centar Europske komisije, Via E. Fermi 2749, TP 263, 21027 Ispra (VA), Italija, vlado.cetl@ec.europa.eu

Sažetak

Na 69. sjednici Opće skupštine UN-a 2015. godine, usvojeno je 17 Globalnih ciljeva održivog razvoja (*Sustainable Development Goals – SDGs*), sa 169 specifičnih podciljeva. Ostvarivanje usvojenih ciljeva treba voditi ka iskorjenjivanju siromaštva, smanjivanju nejednakosti, zaštiti planete i osiguravanju napretka za sve. 2017. godine Statistička komisija UN-a (*UNSD*) usvojila je okvir od 231 jedinstvena globalna indikatora na prijedlog međuagencijske ekspertne skupine (*IAEG-SDG*). Svrha indikatora je praćenje napretka pojedinih ciljeva i podciljeva na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. Indikatori se klasificiraju u tri razine obzirom na metodologiju i dostupnost podataka za njihovo računanje. Velik broj indikatora koji podupiru pojedine ciljeve i podciljeve temelji se na prostornim podacima. Radna skupina za osnovne podatke *Working Group Core Data* i radna skupina za integraciju podataka *Working Group on Data Integration* u okviru regionalnog tijela *UNGGIM Europe* se od svog osnutka 2014. godine bave definiranjem i izradom specifikacija za prostorne podatke u Europi za podršku ciljevima održivog razvoja kao i metodologijama za računanje pojedinih indikatora koji se baziraju na prostornim podacima. U ovom radu je dan pregled ciljeva održivog razvoja, prikazan je dosadašnji rad na Europskoj i nacionalnoj razini te rezultati rada radnih skupina u okviru *UNGGIM Europe*, u kojima i autor ovog rada aktivno sudjeluje kao predstavnik Zajedničkog istraživačkog centra Europske komisije.

KLJUČNE RIJEČI: *prostorni podaci, ciljevi održivog razvoja, indikatori, UNGGIM: Europe.*

1. Uvodno o ciljevima održivog razvoja

Na 69. sjednici Opće skupštine UN-a 2015. godine, usvojeno je 17 Globalnih ciljeva održivog razvoja (*Sustainable Development Goals – SDGs*), sa 169 specifičnih podciljeva, u okviru dokumenta "Mijenjajmo svoj svijet: Agenda za održivi razvoj do 2030. godine" (URL 1). Održivi razvoj podrazumijeva dostojanstven život u okviru granica mogućeg, podmirenje ekonomskog blagostanja i njegove učinkovitosti, mir u društvu i odgovornost za okoliš (URL 2).

Ciljevi uključuju tri dimenzije održivog razvoja: društvo, okoliš i gospodarstvo, što znači omogućavaju očuvanje ljudskog dostojanstva, stvaranje pravednog društva, zdravog življenja i naprednog gospodarstva. Nadalje obuhvaćaju široki raspon izazova i međusobno povezanih gospodarskih, društvenih i ekoloških aspekata održivog razvoja. Univerzalno su primjenjivi i uzajamno povezani, te zahtijevaju od svih dionika društva da preuzmu odgovornost i pridonesu rješavanju tih izazova.

Ciljevi održivog razvoja su globalni i vrijede za sve zemlje, bogate i siromašne. Iako ciljevi nisu pravno obvezujući, od država članica UN-a očekuje se uspostava

sustava za njihovo integriranje u nacionalne politike i praćenje provedbe putem dogovorenih indikatora. Svake država članica UN-a trebala bi izraditi svoj nacionalni program za njihovo provođenje u djelo. U realizaciju nacionalnih programa uključeni su mnogi znanstvenici, institucije, ministarstva, agencije, udruge i sami građani.

1.1 Indikatori za praćenje ciljeva održivog razvoja

2017. godine, Statistička komisija UN-a (*UNSD*) usvojila je okvir od 231 jedinstvena globalna indikatora (URL 3) na prijedlog međuagencijske ekspertne skupine (*IAEG-SDG*). Svrha indikatora je upravo praćenje napretka pojedinih ciljeva i podciljeva na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini.

Indikatori se klasificiraju u tri razine obzirom na metodologiju i dostupnost podataka za njihovo računanje (URL 4):

I. Razina 1. Indikator je konceptualno jasan, ima međunarodno uspostavljenu metodologiju i dostupni

¹ Stajališta iznesena u ovom radu su isključivo autorska i ne smiju se ni u kom slučaju smatrati službenim stajalištem Europske komisije



Slika 1: Ciljevi održivog razvoja

su standardi, a zemlje redovito izrađuju podatke za najmanje 50% zemalja i stanovništva u svakoj regiji u kojoj je indikator relevantan.

II. Razina 2. Indikator je konceptualno jasan, ima međunarodno uspostavljenu metodologiju i dostupni su standardi, ali države ne proizvode podatke redovito.

III. Razina 3. Za indikator još uvijek nisu dostupne međunarodno utvrđene metodologije ili standardi, ali se razvijaju (ili će se razvijati) ili testiraju.

Za indikatore razine I i II dostupni su metapodaci koji opisuju potrebne podatke i metodologiju za računanje indikatora (URL 5).

Indikatori se računaju i prate na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. U Europskoj uniji, za praćenje indikatora nadležna je Generalna uprava Europske komisije za statistiku (*EC DG Eurostat*) (URL 6). Praćenje indikatora se obavlja redovito na temelju seta indikatora razvijenih u suradnji s velikim brojem partnera i ostalih dionika. Na EU razini, skup obuhvaća 100 indikatora distribuiranih preko 17 ciljeva održivog razvoja. 36 indikatora su višenamjenski i prate više od jednog cilja. Pregled napretka i trendova u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja u zadnjih 5 godina u EU, detaljno je prikazan u nedavno izdanoj publikaciji: *Sustainable development in the European Union – 2020 monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context* (URL 7).

Iz perspektive geodetsko-geoinformatičke struke, zanimljivo je primijetiti kako se velik broj indikatora koji podupiru pojedine ciljeve i podciljeve temelji upravo na prostornim podacima.

Primjer indikatora koji se temelji na prostornim podacima je indikator 15.1.1 Šumska površina kao udio u ukupnoj površini zemljišta. Indikator se iskazuje u postotku i prikazuje udio šumskih površina u odnosu na ukupnu površinu i jedan je od indikatora za praćenje cilja 15 Očuvanje života na zemlji (URL 8).

2. UNGGIM: Europe

Europski regionalni odbor stručnjaka Ujedinjenih naroda za upravljanje globalnim geoprostornim informacijama (*UN-GGIM: Europe*) osnovan je 2014. godine. UN-GGIM Europe se bavi europskim pitanjima relevantnim za geoprostorne informacije i daje preporuke na globalnoj razini kako bi se maksimalno iskoristile ekonomske, socijalne i ekološke koristi geoprostornih informacija u Europi (URL 9). Cilj je osigurati zajednički rad nacionalnih institucija za kartiranje i katastar te institucija za statistiku u europskim državama članicama UN-a, Europskih institucija i ostalih pridruženih tijela. To bi trebalo doprinijeti učinkovitijem upravljanju i dostupnosti geoprostornih informacija u Europi i integraciji s drugim informacijama na temelju potreba i zahtjeva korisnika. Europska komisija je uključena u rad ovog odbora stručnjacima iz Generalne uprave za statistiku i Zajedničkog istraživačkog centra.

2.1 Radne skupine

UN-GGIM Europe trenutno ima tri radne skupine:

1. Radna skupina za osnovne podatke (*Working Group Core Data*)

2. Radna skupina za integraciju podataka (*Working Group on Data Integration*)

3. Radna skupina za referente geodetske okvire (*Working Group on Geodetic Reference Frames*)

Upravo prve dvije radne skupine se od svog osnutka bave definiranjem i izradom specifikacija za prostorne podatke u Europi za podršku ciljevima održivog razvoja kao i metodologijama za računanje pojedinih indikatora koji se baziraju na prostornim podacima. Radna skupina za osnovne podatke usredotočena je na povećanje interoperabilnosti i usklađenosti podataka te predlaže osnovne geoprostorne podatke koji udovoljavaju osnovnim potrebama korisnika. Radna skupina za integraciju podataka se bavi integracijom geoprostornih podataka s ostalim informacijama, prije svega statističkim.

2.2 Prostorni podaci u podršci ciljevima održivog razvoja

Radna skupina za osnovne podatke objavila je 2016. godine publikaciju *Core Data Scope* s ciljem utvrđivanja opsega osnovnih prostornih podataka (URL 10). Kao temelj uzete su teme podataka INSPIRE-a (URL 11) na temelju identificiranja korisničkih potreba za podacima.

Provedena analiza imala je za cilj utvrditi skupove osnovnih podataka za potrebe praćenja ciljeva održivog razvoja. Prvotno je bilo potrebno utvrditi za koje ciljeve i podciljeve se koriste prostorni podaci (slika 2).

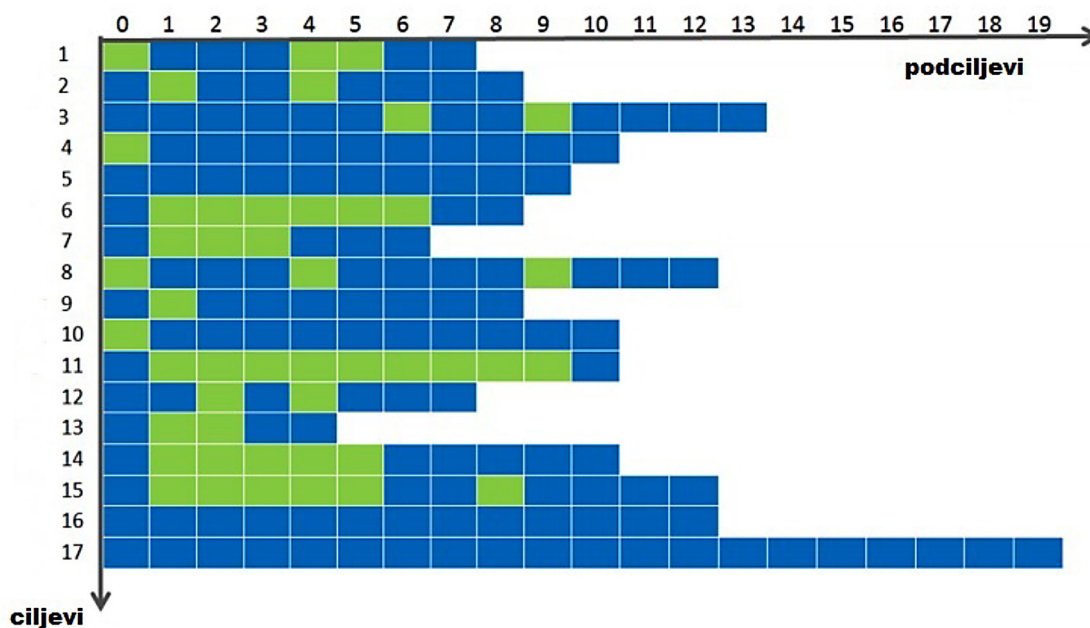
Na slici su zelenom bojom označeni ciljevi, odnosno podciljevi koji koriste prostorne podatke. Vrijednost 0 u prvom stupcu se odnosi na čitavi cilj bez razmatranja pojedinih podciljeva. U nekim slučajevima, iako čitav cilj

koristi prostorne podatke (npr. cilj 8), pojedini podciljevi (8.4 i 8.9) koriste dodatno specijalizirane prostorne podatke. Ciljevi koji koriste prostorne podatke su:

- Cilj 1. Svijet bez siromaštva
- Cilj 2. Svijet bez gladi
- Cilj 3. Zdravlje i blagostanje
- Cilj 4. Kvalitetno obrazovanje
- Cilj 6. Čista vod i sanitarni uvjeti
- Cilj 7. Pristupačna i čista energija
- Cilj 8. Dostojanstven rad i gospodarski rast
- Cilj 9. Industrija, inovacije i infrastruktura
- Cilj 10. Smanjenje nejednakosti
- Cilj 11. Održivi gradovi i zajednice
- Cilj 12. Odgovorna potrošnja i proizvodnja
- Cilj 13. Odgovor na klimatske promjene
- Cilj 14. Očuvanje vodenog svijeta
- Cilj 15. Očuvanje života na kopnu

Nakon definiranja ciljeva i podciljeva koji koriste prostorne podatke, pristupilo se odabiru INSPIRE tema podataka koje zadovoljavaju potrebe pojedinih ciljeva i podciljeva temeljem odabranih slučajeva korištenja. Na taj način definirani je 14 osnovnih tema podataka za podršku ciljevima održivog razvoja:

- INSPIRE skupina I: Geografska imena, Upravne jedinice, Adrese, Katastarske čestice, Prometne mreže, Hidrografija
- INSPIRE skupina II: Visine, Pokrov zemljišta, Ortofototomke
- INSPIRE skupina III: Prostorne jedinice za statistiku, Zgrade, Korištenje zemljišta, Komunalne i javne usluge, Područja upravljanja/zaštićena područja/uređena područja i jedinice za izvješćivanje.



Slika 2: Ciljevi i podciljevi održivog razvoja koji koriste prostorne podatke

Za svaku od navedenih tema izrađuju se proizvodne specifikacije (URL 10) koje bi trebale pomoći proizvođačima u izradi osnovnih prostornih podataka na Europskoj i nacionalnim razinama. Proizvodne specifikacije su nadogradnja na INSPIRE podatkovne specifikacije i uzimaju u obzir specifičnosti krajnjeg proizvoda odnosno skupa podataka.

Navedene specifikacije u izradi različitih pan-Europskih skupova podataka koristi:

- Eurogeographics (URL 12)
- DG Eurostat GISCO (URL 13)
- European Environmental Agency (URL 14)

Radna skupina za integraciju podataka (URL 15) bavi se definiranjem izvora podataka i metodologije za računanje indikatora na Europskoj razini. U publikaciji: *The territorial dimension in SDG indicators: geospatial data analysis and its integration with statistical data* (URL 16), dani su primjeri za nekoliko odabranih indikatora na Europskoj i nacionalnoj razini:

- 11.2.1 Udio stanovništva s povoljnim pristupom javnom prijevozu prema spolu, dobi i osobama s invaliditetom
- 11.3.1 Odnos stope potrošnje zemlje prema stopi rasta stanovništva

- 11.7.1 Prosječni udio izgrađenog područja gradova koji je otvoren prostor za javnu upotrebu za sve, prema spolu, dobi i osobama s invaliditetom
- 15.1.1 Šumska površina kao udio u ukupnoj površini zemljišta

3. Praćenje ciljeva održivog razvoja u Hrvatskoj

U siječnju 2018. godine Vlada RH je usvojila odluku o osnivanju Nacionalnog vijeća za održivi razvoj (URL 17), čiji je zadatak praćenje i koordinacija provedbe Globalnih ciljeva održivog razvoja. Vijeće predlaže Vladi Republike Hrvatske mjere i aktivnosti, prioritete, obveznike, dinamiku i potrebna sredstva te prati, analizira i koordinira provedbu ciljeva održivog razvoja. Na prvoj sjednici Nacionalnog vijeća za održivi razvoj, prihvaćen je Dobrovoljni nacionalni pregled Republike Hrvatske o provedbi ciljeva (URL 18).

Državni zavod za statistiku objavio je RH portal indikatora Ciljeva održivog razvoja (URL 19). Portal se koristi za koordinaciju nacionalnih aktivnosti razvoja, proizvodnje i diseminacije indikatora održivog razvoja Republike Hrvatske. Na portalu je moguće vidjeti status



Cilj 15 – Zaštititi, obnoviti i promicati održivo korištenje kopnenih ekosustava, održivo upravljati šumama, suzbiti dezertifikaciju, zaustaviti degradaciju tla te spriječiti uništavanje biološke raznolikosti

★ = Ažurirano

★	Compiling Statistics	15.1.1 Forest area as a proportion of total land area
	Istraživanje podataka	15.1.2 Udio važnih mjesta kopnene i slatkovodne biološke raznolikosti koja su obuhvaćena zaštićenim područjima, prema vrsti ekosustava
	Istraživanje podataka	15.2.1 Napredak prema održivom upravljanju šumama
	Potrebno poboljšanje mjerenja	15.3.1 Udio zemljišta koji je degradiran u odnosu na ukupnu površinu zemljišta

Slika 3: Isječak pregleda stanja dijela indikatora za Cilj 15

svakog pojedinog indikatora za određeni cilj, izvore podataka i metapodatke (Slika 3).

Status podataka uvelike varira od indikatora za koje su podaci objavljeni (npr. Indikator 2.4.1 - Udio poljoprivredne površine u produktivnoj i održivoj poljoprivredi) do onih za koje se podaci prikupljaju, istražuju ili je potrebno poboljšanje mjerenja. Daljnjim pregledom pojedinih indikatora, može se vidjeti kako su podaci za većinu indikatora uglavnom nedostupni te da su aktivnosti u određivanju indikatora održivog razvoja na nacionalnoj razini tek u povoju. To dodatno stvara priliku geodetsko-geoinformatičkoj struci u Hrvatskoj, posebno za indikatore za čije računanje su potrebni prostorni podaci.

4. Zaključak

U svrhu zaštite planeta, iskorjenjivanja siromaštva, smanjivanja nejednakosti i osiguravanja napretka za sve, UN je 2015. godine usvojio 17 Globalnih ciljeva održivog razvoja, sa 169 specifičnih podciljeva, u okviru dokumenta „Mijenjajmo svoj svijet: Agenda za održivi razvoj do 2030. godine“. Globalni ciljevi održivog razvoja univerzalni su i primjenjivi u svim zemljama i zajednicama. U njihovoj provedbi uzimaju se u obzir specifične prilike, uvjeti i mogućnosti u različitim dijelovima svijeta.

Kako bi se pratio napredak u ostvarivanju navedenih ciljeva, definiran je skup indikatora, koji se određuju i prate na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. Za neke indikatore postoje podaci i jasna je metodologija njihovog određivanja, ali ima ih dosta za koje je to još uvijek u izradi. Također, velik broj indikatora oslanja se na prostorne podatke koji su potrebni kako bi se pojedini indikator mogao odrediti odnosno izračunati. Izrada, prikupljanje i integriranje prostornih podataka s ostalim podacima svakako je jedan od izazova za geodetsko-geoinformatičku struku, ali i velika prilika.

Literatura:

- URL 1: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>
- URL 2: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- URL 3: <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>
- URL 4: <https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/tier-classification/>
- URL 5: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/>
- URL 6: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/overview>
- URL 7: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-catalogues/-/KS-01-20-192>
- URL 8: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-15-01-01.pdf>
- URL 9: <https://un-ggim-europe.org/>
- URL 10: <https://un-ggim-europe.org/working-groups/working-group-core-data/>
- URL 11: <https://inspire.ec.europa.eu/>
- URL 12: <https://eurogeographics.org/>
- URL 13: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisoc>
- URL 14: <https://sdi.eea.europa.eu/>
- URL 15: <https://un-ggim-europe.org/working-groups/working-group-data-integration/>
- URL 16: https://un-ggim-europe.org/wp-content/uploads/2019/05/UN_GGIM_08_05_2019-The-territorial-dimension-in-SDG-indicators-Final.pdf
- URL 17: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2018_01_7_188.html
- URL 18: <https://www.hgk.hr/documents/dobrovoljni-nacionalni-pregled-ciljevi-odrzivog-razvoja-hrvatska5d2daef212fdc.pdf>
- URL 19: <https://croatianbureauofstatistics.github.io/sdg-indicators/>

Abstract

SPATIAL DATA TO SUPPORT SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN EUROPE

On the 69th session of the UN General Assembly in 2015, 17 Global Sustainable Development Goals (SDGs) were adopted, with 169 specific targets. Achieving the adopted goals should lead to eradicating poverty, reducing inequality, protecting the planet and ensuring progress for all. In 2017, the UN Statistical Commission (UNSD) adopted a framework of 231 unique global indicators at the suggestion of the Interagency Expert Group (IAEG-SDG). The purpose is to monitor the progress of individual goals and targets at the global, regional and national levels. Indicators are classified into three tiers according to the methodology and availability of data for their calculation. A large number of indicators that support individual goals and targets are based on spatial data. Since its establishment in 2014, the Working Group on Core Data and the Working Group on Data Integration within the regional body UNGGIM Europe have been defining and developing specifications for spatial data in Europe to support the goals of sustainable development as well as methodologies for calculating individual indicators based on spatial data. This paper provides an overview of sustainable development goals, presents the work done so far at European and national level and the results of working groups within UNGGIM Europe, in which the author of this paper actively participates as a representative of the European Commission Joint Research Centre.

KEYWORDS: *spatial data, sustainable development goals, indicators, UNGGIM: Europe.*

IMPRESUM

Naslov

Transformacija geodetske struke kroz ciljeve održivog razvoja,
Zbornik radova 13. simpozija ovlaštenih inženjera geodezije

Izdavač

Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije

Za izdavača

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

Glavni urednik

doc. dr. sc. Rinaldo Paar, dipl. ing. geod.

Tehnička urednica

Klaudija Barić, bacc. admin. publ.

Oblikovanje i priprema

Grafomark, Zagreb, studeni 2020.

Naklada

e-Pub

ISBN 978-953-49258-0-5

Copyright © Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, 2020.



ISBN 978-953-49258-0-5



9 789534 925805