

UDK 528.3:623.643:711(497.5)

Izvorni znanstveni članak / Original scientific paper

# Geodetski pristup uređenju državne granice Republike Hrvatske i rješavanju graničnih sporova

Elizabeta BABIĆ SEVER, Ilija GRGIĆ,  
Mladen ZRINJSKI, Martina TRIPLAT HORVAT – Zagreb<sup>1</sup>

*SAŽETAK.* Širom svijeta postoji čitav niz neriješenih graničnih sporova, pri čemu su oni često izvor političkih nestabilnosti između država koje zatim posljedično prerastaju u vojne sukobe. Trenutačno se u svijetu vodi više od stotinu graničnih sporova, koji prostorno pokrivaju teritorije Afrike, Azije, Amerike i Europe. Geodezija je znanost koja se, među ostalim, bavi izmjerom zemljišta i Zemlje te je jedna od prvorazredno politički važnih zadaća koje obavljaju geodeti svakako identificiranje i definiranje položaja granice na terenu, odnosno sudjeluju u procesu razgraničenja. U radu su prikazane osnovne karakteristike procesa određivanja državne granice, primjeri korištenja moderne tehnologije, primjene starih i novih karata i planova u svrhu rješavanja graničnih sporova.

*Cljučne riječi:* granica, granični spor, uređenje državne granice, identificiranje granice, katastarski planovi, topografske karte.

## 1. Uvod

U teoriji međunarodnog prava državna granica definira se kao crta do koje se proteže državno područje ili ploha koja presijeca graničnom crtom zračni prostor, površinu Zemlje i podzemlje između susjednih zemalja (Andrassy i dr. 1995). Granice između država najčešće su određene međunarodnim ugovorima. U procesu dogovora prilikom uspostave granica između dviju država sudjeluju i geodetski stručnjaci.

<sup>1</sup> Elizabeta Babić Sever, dipl. ing. geod., Državna geodetska uprava, Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: elizabeta.babicsever@dgu.hr  
izv. prof. dr. sc. Ilija Grgić, Državna geodetska uprava, Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: ilija.grgic@dgu.hr  
prof. dr. sc. Mladen Zrinjski, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: mladen.zrinjski@geof.unizg.hr  
dr. sc. Martina Triplat Horvat, Geomatika d.o.o. – Podružnica Zagreb, Medarska ulica 67, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: martina.triplat.horvat@geomatika.hr

Granični sporovi česti su izvor političke nestabilnosti i vojnih sukoba širom svijeta kako u prošlosti tako i danas. U današnje vrijeme granični sporovi uglavnom imaju tri različita oblika: teritorijalni sporovi (lokalni i/ili globalni, tiču se unutarnjeg i vanjskog teritorija države), pozicijski sporovi (tiču se razgraničenja granične crte i procesa demarkacije) i funkcionalni sporovi (tiču se politike postavljanja granice) (URL 1). Projekt ICOW (engl. *Issues Correlates of War*), koji prikuplja podatke o teritorijalnim pitanjima u svim regijama svijeta od 1816. godine, identificirao je više od 800 teritorijalnih sporova (Hensel i McLaughlin Mitchell 2017).

U ovom radu prikazana je uloga geodeta i primjena tehnologije u postupku uređenja državne granice te je dan kratki osvrt na stanje uređenosti državne granice Republike Hrvatske. Dan je prikaz primjene starih katastarskih planova i topografskih karata u svrhu razrješavanja graničnog spora s Republikom Slovenijom. Također, na manjem uzorku podataka granice s Republikom Slovenijom i granice s Mađarskom napravljena je analiza podataka digitalnoga katastarskog plana grafičke i numeričke izmjere.

## 2. Geodezija u funkciji rješavanja državne granice

Najraniji zapisi označavanja granica međa, vidljivi još u srednjem vijeku, nastali su zbog potrebe evidentiranja granica feudalnih posjeda u svrhu prikupljanja tadašnjih poreznih nameta. Uloga je geodeta u postupku uređenja državnih granica da pregovaračima osiguraju kvalitetne geoprostorne podatke s terena te da pomognu pri oblikovanju dokumenata o razgraničenju kako bi se izbjegle kasnije potencijalne nejasnoće prilikom demarkacije i održavanja državne granice. Glavnu ulogu u terenskom uspostavljanju granica imaju rekognosciranje, mjerenje i kartiranje te upotreba zračnih i satelitskih snimaka, a u uređivanju državnih granica sve veću ulogu imaju globalni navigacijski satelitski sustavi i primjena GIS-alata.

Često se upotrebljavaju i pojavljuju u mnogim fazama uspostavljanja međunarodnih uređenja državnih granica ovi pojmovi: ugovor, razgraničenje (delimitacija), demarkacija i identificiranje granice. Međunarodni ugovori po definiciji su „sporazumi sklopljeni između država ili drugih subjekata međunarodnog prava i uređeni međunarodnim pravom radi postizanja određenoga pravnog učinka“ (URL 2). Delimitacija (razgraničenje) državne granice je postupak kojim se definira protezanje državne granice između susjednih država. Demarkacija državne granice, koja predstavlja njezinu prethodnu delimitaciju, postupak je označavanja granične crte na terenu graničnim oznakama (Narodne novine 2020). Prema Al Sayelu i dr. (2009) i Pravilniku o sadržaju i načinu vođenja evidencije o državnoj granici (Narodne novine 2020) identificiranje granične crte je postupak određivanja protezanja neuređenih državnih granica na osnovi elemenata navedenih u međunarodnim ugovorima ili međunarodnim aktima. Identificiranjem se granica prikazuje u grafičkom i/ili matematičkom obliku.

Zajedničko povjerenstvo, uobičajeno sastavljeno od jednakog broja članova iz svake države, obavlja terensko razgraničenje. Postupak se temelji na prethod-

noj delimitaciji, postojećoj relevantnoj dokumentaciji (karte, izvješća, fotografije, tablice s geolokacijom graničnih oznaka), koja sadrži dokaze o prethodnom postojanju granice. Prema Adleru (1995, 2000) razgraničenje državne granice navedeno u ugovoru o granici treba biti cjelovito, točno i precizno te proces razgraničenja mora jasno definirati položaj granice, pravila i procedure koje će se primijeniti za označavanje granice na terenu. Obilježavanje granica odvija se na terenu, gdje se crta razgraničenja u prvoj fazi označava postavljanjem privremenih graničnih oznaka, nakon koje se, ako međudržavno nadležno tijelo nema prigovora, pristupa postavljanju trajnih graničnih oznaka (granični stupovi i druge dogovorene granične oznake, npr. granične table, reperi i sl.) na točkama gdje se granična crta lomi te na točkama u pravcu na udaljenosti koja osigurava međusobno dogledanje susjednih graničnih oznaka. Graničnim stupovima označavaju se točke na graničnoj crti, na graničnim točkama u unutrašnjosti teritorija koje posredno označavaju graničnu crtu te na pravcu prostiranja državne granice. Granični stupovi mogu biti različitih dimenzija, a postavljaju se ovisno o važnosti granične točke. Na njih se upisuju prethodno usuglašene oznake država i nazivlja graničnih stupova. Granične oznake mjere se geodetskim mjernim metodama u okviru dogovorene točnosti. Nakon izmjere izrađuje se granična dokumentacija koja služi kao osnova za buduće održavanje državne granice.

### 3. Primjena moderne tehnologije u svrhu rješavanja problema razgraničenja

Primjenu globalnih navigacijskih satelitskih sustava (engl. *Global Navigation Satellite Systems* – GNSS) u procesu razgraničenja, demarkacije i revizije državnih kopnenih i pomorskih granica preporučuju pogranična povjerenstva i stručnjaci za granice (Adler 2000, AUBP 2013, Chen i dr. 2013, Pinther i dr. 2013, OSCE 2017). Moderne RTK metode GNSS mjerenja temelje se na mjernim podacima globalnih navigacijskih satelitskih sustava: GPS, GLO-NASS, Galileo, BeiDou, što pridonosi točnosti i pouzdanosti pozicioniranja (Zrinjski i dr. 2019). U svrhu postavljanja osnovnih i dopunskih graničnih oznaka za razgraničenje na kopnu GNSS RTK metoda mjerenja pokazala se kao učinkovita u pogledu točnosti i brzine mjerenja. Primjena GNSS metode za potrebe razgraničenja, odnosno postavljanja i utvrđivanja međnih graničnih oznaka vidljiva je na primjeru Cosquer i Hangouët (2003) za razgraničenje Saudijske Arabije i Katara. Treba navesti i slučaj država Indonezije i Timora (Al Sayel i dr. 2009), koje su 2003. godine definirale svoje granice na temelju zajedničkog ugovora iz 1914. godine. Te su države odredile kopnenu granicu na temelju koordinata određenih uzduž čitave granične crte temeljene na korištenju istoga geodetskog referentnog koordinatnog sustava i uspostavljenoga zajedničkog referentnog okvira koji predstavlja zajednički geodetski datum državne granice između dviju država. To je dobar primjer definiranja granica jer je na taj način geodetski granični datum neovisan o nacionalnim datumima.

Prema Blakeu (1995) postoje četiri načina upotrebe karata u funkciji rješavanja međunarodnih graničnih sporova:

- mogu biti čimbenici koji pridonose rješavanju ili mogu biti uzroci spora,
- stranke ih upotrebljavaju za promicanje vlastitog položaja u sporu,
- često su najviše koristan alat u rješavanju spora,
- mogu se upotrebljavati za ilustraciju prosudbe posredovanja ili arbitraže.

Najraniji primjeri korištenja digitalnih ortofoto karata u procesu razgraničenja evidentirani su u sporu između Izraela i Jordana (Pinther i dr. 2013), koji su prvi put 1994. godine upotrebljavali ortofoto karte za proces razgraničenja (delimitacije) te dogovorno i danas zajednički održavaju državnu granicu, unatoč tome što se državna granica proteže kroz područje kopna, mora, jezera i rijeka. Primjer korištenja kartografskih prikaza i satelitskih snimaka vidljiv je u studiji Al Sayela i dr. (2009) na rješavanju graničnih područja: Indonezije i Timora, Nigerije i Kameruna te uspoređujući ih s granicom koja je temeljena na načelu demarkacije na prostoru Saudijske Arabije i Jemena, čiji su pregovori započeli korištenjem zajedničke karte u mjerilu 1:1 000 000 dobivene na temelju snimaka Landsat, SPOT, KVR-1000 i TDK 350. Treba napomenuti da se za navedenu pripremu te na osnovi satelitskih snimaka primjenjivala i mogućnost „preleta“ iznad odabranog područja koja se u pregovorima pokazala korisnom kako bi se poduprle pojedine formulacije u pisanju ugovora. Prema Hettlingu (2003) satelitske snimke se prihvaćaju kao pravno obvezujući dokazi te postoje i slučajevi gdje su korištene kao sredstvo na Međunarodnom sudu pravde. Definitivno treba napomenuti i korištenje geoinformacijskog sustava (GIS). Na primjeru Kolosova i dr. (2018) GIS je korišten za procjenu graničnih nesuglasja između granica regije Rusije i njezinih susjednih zemalja te je bio primijenjen za obradu daljinski prikupljenih podataka i za analizu prostornih podataka. Korištenjem različitih prikaza i analiza mogu se pružiti ključne informacije koje mogu biti korisne za pregovore u teritorijalnom sporu, te procesom dokumentiranja i pohranom podataka omogućavaju ponovnu jednoznačnu obnovu graničnih oznaka u bilo kojem trenutku.

## 4. Granica Republike Hrvatske

Republika Hrvatska proglasila je neovisnost 25. lipnja 1991. godine. Na taj je dan Hrvatski sabor donio Ustavnu odluku o samostalnosti i suverenosti Republike Hrvatske te ju proglasio samostalnom i neovisnom državom. U Ustavnoj odluci o suverenosti i samostalnosti Republike Hrvatske potvrđena je dotadašnja međunarodna granica između Republike Hrvatske i Mađarske, ali i razgraničenja na moru između Republike Hrvatske i Italije. Sve ostale granice, koje su u bivšoj SFRJ imale karakter republičkih (s Republikom Slovenijom, Republikom Srbijom, Crnom Gorom i Bosnom i Hercegovinom), proglašene su državnim granicama.

Većina graničnih problema na prostoru bivše SFRJ nastala je njezinim raspadom jer su vanjske granice bivše države bile uređene, dok su unutarnje kopnene granice zbog svoje nepotpune definiranosti (lomne točke granične crte nisu materijalizirane graničnim oznakama), bile opterećene nizom otvorenih pitanja, odnosno spornim segmentima graničnih crta s Republikom Sloveni-

jom, Bosnom i Hercegovinom, Republikom Srbijom i Crnom Gorom.

Od svih kopnenih granica prema susjednim državama jedino je državna granica prema Mađarskoj utvrđena i označena, iako nije u potpunosti definirana zbog graničnih sporova s Republikom Slovenijom i Republikom Srbijom. Ostale granične crte još uvijek nisu u potpunosti bilateralno usuglašene i ratificirane (Grgić i dr. 2014). Međunarodna zajednica je na temelju niza akata priznala međunarodne granice Republike Hrvatske, ali je također Republici Hrvatskoj ostavljena mogućnost bilateralnog, odnosno trilateralnog (točke tromeđe) uređivanja državne granice sa susjednim državama.

Zakonom o nadzoru državne granice (Narodne novine 2013) propisano je da poslove izmjere, označavanja, obnove i održavanja označene državne granice te vođenje evidencija i pripremanje tehničke dokumentacije za kopnenu granicu obavlja Državna geodetska uprava, a za morsku granicu Hrvatski hidrografski institut. Državna geodetska uprava kako je propisano i Zakonom (Narodne novine 2013) obavlja poslove vezane za državnu granicu koji se odnose na označavanje, održavanje i obnavljanje državne granice sa susjednim državama čiji su Ugovori o državnim granicama ratificirani te poslove pripreme podloga u pregovorima sa susjednim državama čiji se Ugovori o državnim granicama pripremaju.

Dio granične crte koja omeđuje kopneni dio teritorija Republike Hrvatske prirodna je granica, dok je dio crte umjetna granica, dogovorena između susjednih država. Kopnena granica Hrvatske ukupno je duga približno 2370,5 kilometara (uključujući granicu na rijekama), dok je morska granica duga 6278 kilometara (Jurić 2019). U tablici 1 dan je prikaz duljine kopnenog dijela državne granice sa susjednim državama (uključujući granice na rijekama).

Tablica 1. *Duljina kopnenog dijela državne granice sa susjednim državama, uključujući granice na rijekama (Jurić 2019).*

Država	Duljina (km)
Bosna i Hercegovina	1010,9
Mađarska	355,2
Republika Slovenija	659,1
Republika Srbija	325,8
Crna Gora	19,5
<b>Ukupno</b>	<b>2370,5</b>

Kopnenu granicu Hrvatska dijeli s Republikom Slovenijom na sjeverozapadu, Mađarskom na sjeveroistoku, Republikom Srbijom na istoku, Bosnom i Hercegovinom na jugoistoku i Crnom Gorom na jugu, dok morsku granicu dijeli u Jadranskom moru s Republikom Slovenijom, Italijom, Bosnom i Hercegovinom i Crnom Gorom.

## 5. Karte i planovi u funkciji razrješavanja graničnog spora s Republikom Slovenijom

Državna granica između Republike Hrvatske i Republike Slovenije može se razdvojiti na dva dijela. Prvi dio granice, koji je razdvajao Austro-Ugarsku Monarhiju na austrijski i ugarsko-hrvatski dio, ima višestoljetnu tradiciju, odnosno međe rubnih katastarskih općina Kraljevine Hrvatske i Slavonije prema Kranjskoj i Štajerskoj ujedno su bile i granice Kraljevine. Taj je dio granice bio definiran prije izvođenja katastarskih izmjera. Drugi je dio granice, područje Istre, koja je nastala nakon kapitulacije Italije nakon Drugoga svjetskog rata. Iako granica nema višestoljetnu tradiciju, treba naglasiti da je tadašnja podjela katastarske nadležnosti uzduž hrvatsko-slovenske granice uspostavljena na način da su se poštovali prethodno doneseni pravni akti kojima je ona konstituirana.

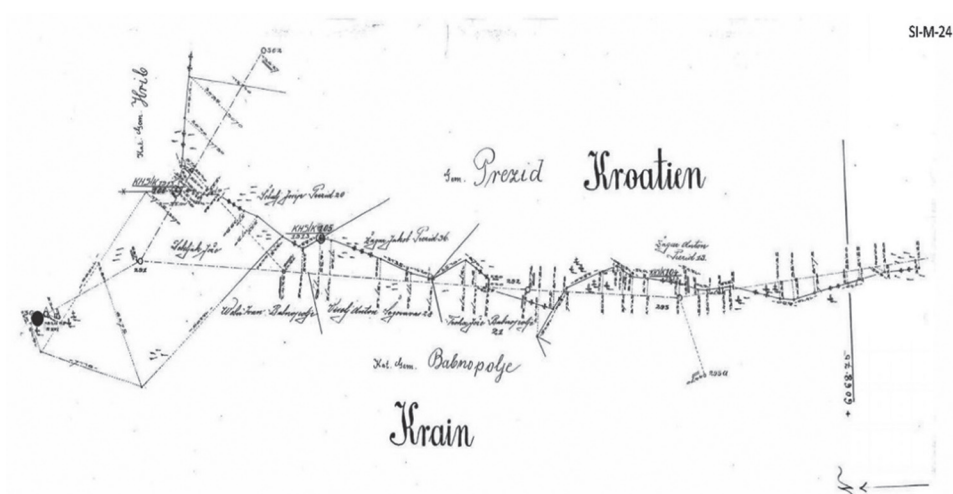
U srednjoeuropskim državama katastarski planovi s prikazom granica katastarskih općina i katastarskih čestica su najprecizniji mogući i daju vjerni opis pružanja državne granice. Geodetskim snimanjem međa katastarskih općina one su bile položajno i tehnički utvrđene. U tadašnje vrijeme granice katastarskih općina većinom su se bazirale na prirodnim granicama (rijeke, planinski masivi i dr.), pri čemu treba napomenuti da je katastarsko gradivo, koje je nastalo u vrijeme Austro-Ugarske Monarhije, u velikoj mjeri još i danas na snazi. Za područje Republike Hrvatske granice su vidljive na topografskim kartama Vojno-geografskog instituta u Beču mjerila 1:25 000 i 1:75 000, te na katastarskim planovima toga razdoblja. Slika 1 prikazuje isječak karte administrativne podjele područja Habsburške Monarhije iz 1914. godine mjerila 1:400 000, na kojoj su jasno vidljive granice teritorijalnih jedinica i granica sa susjednim državama (URL 3).



Slika 1. Isječak karte administrativne podjele područja Habsburške Monarhije iz 1914. godine mjerila 1:400 000 (URL 3).

U Kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji jedna katastarska općina obuhvaćala je jednu tadašnju poreznu općinu, a granična crta između Republike Hrvatske i Republike Slovenije dobivena je vanjskim granicama rubnih katastarskih općina (Babić Sever i dr. 2022). Za vrijeme Austro-Ugarske Monarhije uspostavljena granica bila je regulirana tadašnjim pravnim aktima te se obilježavala i označavala na terenu, pri čemu se sastavljala i popratna dokumentacija, odnosno operat koji je sadržavao: zapis, opis granične crte (koordinate točaka) i kartografske prikaze. Prije postupka nove izmjere, područje katastarske općine koje je bilo predmet izmjere trebalo je obići izlaskom na teren i označiti trajnim graničnim oznakama (kamenim oznakama, stupovima), te cijelu granicu opisati u propisanom zapisniku o omeđivanju. Većina hrvatsko-slovenske granice protezala se uzduž prirodnih granica, hidrografskih (dolinom vodotoka, ali ne uvijek na način da se proteže sredinom vodotoka) i orografskih obilježja (ponajprije su to rijeke i planinski masivi).

Slika 2 prikazuje skicu plana granice iz 1912. godine uzduž zajedničke granice k.o. Prezid, Republika Hrvatska, i k.o. Babno polje, Republika Slovenija. Prikazuje demarkaciju državne granice između tadašnje Kraljevine Hrvatske i Slavonije s jedne strane i nekadašnje Vojvodine Kranjske s druge strane.



Slika 2. Skica iz 1912. godine koja prikazuje granične oznake postavljene između granica k.o. Prezid i k.o. Babno polje (Memorial of Croatia 2013).

Navedene granične oznake su još postojeane na terenu (slika 3), što omogućava lakšu identifikaciju granice. Granične oznake su se u arbitražnom postupku upotrebljavale u svrhu razrješenja spornog slučaja između susjednih općina k.o. Prezid i k.o. Babno polje jer prikazuju stvarno stanje kakvo je bilo za vrijeme katastarske izmjere.



Slika 3. Granične oznake iz 1912. godine postavljene uzduž zajedničke granice k.o. Prezid i k.o. Babno polje (Memorial of Croatia 2013).

Ustanovljeno je da granične oznake uglavnom odgovaraju lomnim točkama granice k.o. Prezid kako je prikazano na katastarskom planu te katastarske općine (slika 4).



Slika 4. Isječak katastarskog plana iz 19. st., područje k.o. Prezid i k.o. Babno polje (URL 3).

Za razrješavanje graničnih nesuglasica i potvrđivanje granice s Republikom Slovenijom u velikoj mjeri mogu poslužiti stare vojno-topografske karte treće izmjere Vojno-geografskog instituta u Beču, mjerila 1:25 000 i 1:75 000, te katastarski planovi koji su nastali u vrijeme Austro-Ugarske Monarhije, temeljeni na granici rubnih katastarskih općina. Upravo su na njima jasno prikazane granice između dviju država čime se potvrđuje postojanost navedene granice kroz dugo vremensko razdoblje i može se pratiti njihov povijesni tijek.



## 6. Analiza kvalitete podataka digitalnih katastarskih planova za razgraničenje

Kad je riječ o katastarskim planovima treba spomenuti da se oni danas održavaju u digitalnom obliku. Kako bi se analogni katastarski planovi pretvorili u digitalni oblik prethodno je potrebno provesti niz predradnji. Prema Mohariću i dr. (2017) digitalni katastarski planovi nastali su precrtavanjem (vektORIZACIJOM) skeniranih analognih (papirnatih) planova u digitalni vektorski oblik prema specifikacijama Državne geodetske uprave iz 2012. godine, i to većinom u razdoblju od 2000. do 2010. godine i pritom su smješteni u Hrvatski državni koordinatni sustav (HDKS). VektORIZACIJA se izvodila po katastarskim općinama, a na kraju postupka obavljala se usporedba podataka s knjižnim dijelom katastarskog operata. Zbog odvojenog održavanja knjižnog i grafičkog dijela katastarskog operata, postojala su odstupanja u podacima koja je trebalo evidentirati kako bi se pristupilo njihovom usklađivanju. Od 2013. godine u suradnji Državne geodetske uprave i Ministarstva pravosuđa pokrenut je projekt ZIS (Zajednički informacijski sustav zemljišnih knjiga i katastra). Prije postupka unosa digitalnih katastarskih planova u ZIS provedeno je niz predradnji (geometrijska i topološka kontrola, standardizacija i transformacija podataka iz starog Hrvatskoga državnoga koordinatnog sustava (HDKS) u novi Hrvatski terestrički referentni sustav poprečne Mercatorove projekcije (HTRS96/TM)).

Svakako treba spomenuti i postupak homogenizacije katastarskih planova, koji se provodi od 2017. godine, te prema dostupnim informacijama s mrežne stranice Državne geodetske uprave (URL 4) u razdoblju od 2017. do 2020. godine na području Republike Hrvatske proveden je postupak homogenizacije za 2335 katastarskih općina. Homogenizacijom se nehomogeni katastarski plan dovodi u službeni projekcijski koordinatni referentni sustav te se ispravljaju unutarnje nehomogenosti kako bi se daljnje održavanje moglo provoditi po suvremenim propisima i zahtjevima kvalitete, u prvom redu neposrednim mjerenjima oslonjenima na geodetsku osnovu (Ročić i Paar 2018). U Mohariću i dr. (2017) se navodi: „ako se princip održavanja digitalnoga katastarskog plana grafičke izmjere okrene tako da se katastarski plan uklopi na mjerene podatke (poboljša se) i onda ucrtana promjena bez kvarenja mjerjenog podatka na stvarnim koordinatama, tada bi barem na dijelu gdje je ucrtana promjena u sklopu elaborata cilj bio postignut, a to je da u službenoj evidenciji postoje točni i precizni prostorni podaci, pa makar (za sada) samo na tom dijelu.“ Prethodno navedeno treba uzeti u obzir prilikom procesa razgraničenja državne granice, jer pitanje je u kojoj su mjeri podaci koji se nalaze uz granicu katastarske općine točni i pouzdani. Granice katastarskih čestica trebale bi se odrediti s visokom preciznošću, pogotovo na području dodira s drugim državama. Tijekom 2021. godine pokrenut je projekt usklađenja granica katastarskih općina. Prema Mohariću i dr. (2018), tamo gdje granice između katastarskih općina nisu preklapljene „mora se provesti usklađenje granica. Usklađenje granica katastarskih općina katastarskih planova nastalih grafičkom izmjerom moguće je obaviti tek nakon homogenizacije. ... Usklađenje će se provoditi segmentno po dijelovima između dvije katastarske općine.“

## 6.1. Analiza kvalitete podataka dobivenih grafičkom izmjerom

Pregledom podataka digitalnoga katastarskog plana uz granicu s Republikom Slovenijom na internetskim stranicama Geoportala Državne geodetske uprave uočeni su primjeri nesklada između granica katastarskih općina, međusobnog preklapanja granica katastarskih općina, praznih područja i dr. S obzirom na to da se nalaze uz granicu s Republikom Slovenijom takve pogreške treba pravovremeno detektirati i ispraviti. Na manjem skupu podataka, za dio katastarskih općina uz granicu s Republikom Slovenijom (slika 5) napravljena je analiza podataka između „starih“ (prije migracije) i novih važećih podataka (koji su transformirani u HTRS96/TM, migrirani u ZIS, te je proveden i postupak homogenizacije). Za analizu su uzete identične točke na granici katastarske općine (označene crvenom bojom), odnosno dijelu granice koja je granica sa susjednom državom i karakteristične lomne točke katastarskih čestica koje se nalaze neposredno u blizini granice na udaljenosti od 30 m.

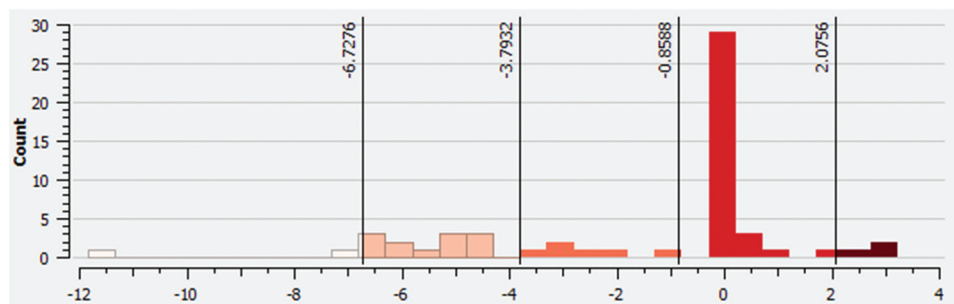


Slika 5. Područje obuhvata analize točaka; crvenom bojom su označene identične točke.

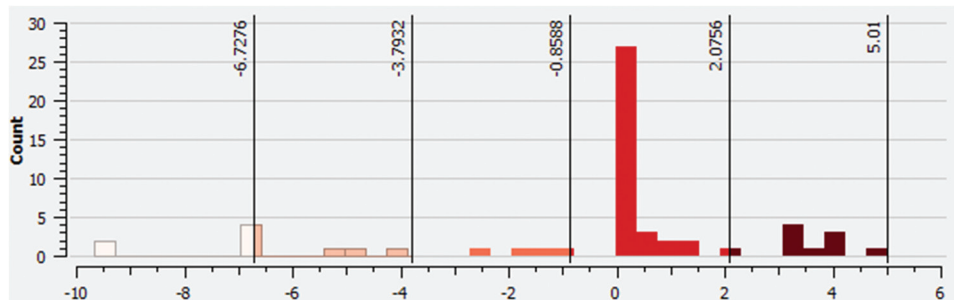
Analizom 57 identičnih točaka uz granicu za pojedine katastarske općine dobivene su razlike u vrijednosti od nekoliko metara. U tablici 2 dan je prikaz minimalnih i maksimalnih vrijednosti te prosjek razlika apsolutnih vrijednosti po E i N osi. Najveća su odstupanja na uzetom uzorku za k.o. Grbajel, a iznose od 11,8 m po E osi i 9,7 m po N osi, dok su minimalna odstupanja dobivena za katastarske općine Belo i Završje, u vrijednostima od samo nekoliko milimetara. Razlike po E i N osi prikazane su i u obliku histograma (slika 6 i slika 7).

Tablica 2. Minimalne i maksimalne vrijednosti te prosjek razlika apsolutnih vrijednosti po E i N osi, temeljeno na analizi 57 identičnih točaka uz granicu.

Parametar	Razlike po E osi (m)	Razlike po N osi (m)
Min.	-11,8	-9,7
Maks.	3,2	5,0
Prosijek razlika apsolutnih vrijednosti	2,0	1,9



Slika 6. Razlike koordinata po E osi, temeljeno na analizi 57 identičnih točaka uz granicu.

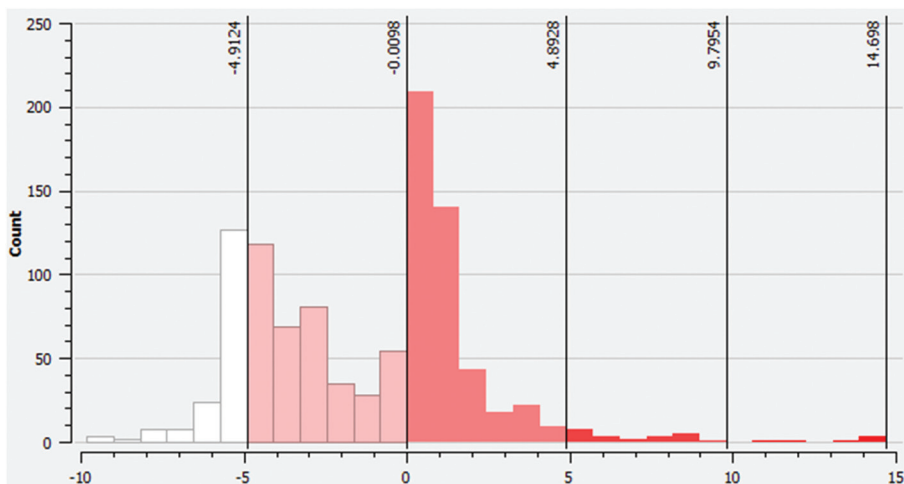


Slika 7. Razlike koordinata po N osi, temeljeno na analizi 57 identičnih točaka uz granicu.

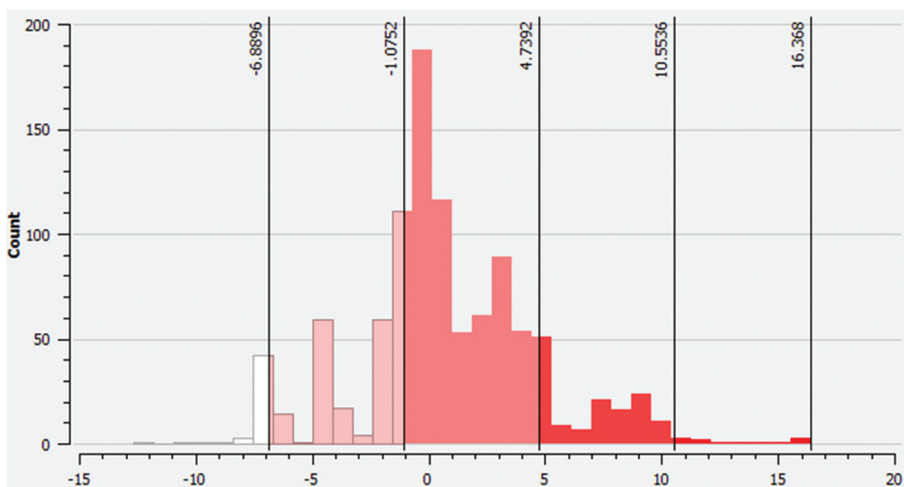
Uzdruž linije granice na temelju uzorka od 1026 identičnih točaka provedena je i analiza karakterističnih lomnih točaka na udaljenosti od 30 m od granice. U tablici 3 dan je prikaz minimalnih i maksimalnih vrijednosti te prosjek razlika apsolutnih vrijednosti po E i N osi. Iz tablice 3 vidljivo je da se razlike po E osi kreću od -9,8 m do 14,7 m, a razlike po N osi od -12,7 m do 16,4 m. Slika 8 daje prikaz razlika po E osi, a slika 9 prikaz razlika po N osi u obliku histograma.

Tablica 3. Minimalne i maksimalne vrijednosti te prosjek razlika apsolutnih vrijednosti, temeljeno na analizi 1026 karakterističnih lomnih točaka na udaljenosti od 30 m od granice.

Parametar	Razlike po E osi (m)	Razlike po N osi (m)
Min.	-9,8	-12,7
Maks.	14,7	16,4
Prosijek razlika apsolutnih vrijednosti	2,8	2,9

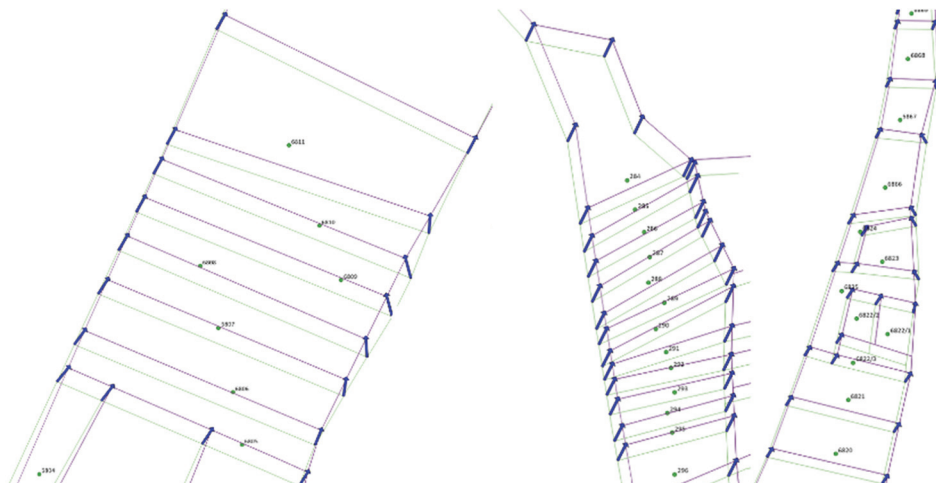


Slika 8. Razlike koordinata po E osi, temeljeno na analizi 1026 karakterističnih lomnih točaka na udaljenosti od 30 m od granice.



Slika 9. Razlike koordinata po N osi, temeljeno na analizi 1026 karakterističnih lomnih točaka na udaljenosti od 30 m od granice.

Na slici 10 dan je prikaz položajnih odstupanja između identičnih točaka odabranih na starom i novom DKP-u na primjeru k.o. Belo, gdje su izrazito vidljiva navedena odstupanja.



Slika 10. Prikaz položajnih razlika između starog i novog DKP-a na primjeru k.o. Belo.

Analizom je uočeno da se na uzetom uzorku na podacima za k.o. Belo i k.o. Završje na identičnim točkama koje se nalaze na granici katastarskih općina na starom i novom DKP-u koji obuhvaća područje vanjske granice, odnosno područje sa susjednom državom, granica gotovo nije promijenila, odnosno iznosi samo nekoliko milimetara. Na primjeru tih istih katastarskih općina i identičnih točaka koje su uzete u neposrednoj blizini granice na udaljenosti od oko 30 m, razlike po E i N osi iznose nekoliko metara.

## 6.2. Analiza kvalitete podataka dobivenih numeričkom izmjerom

Za područje državne granice s Mađarskom napravljena je usporedba koordinata lomnih točaka digitalnoga katastarskog plana i odgovarajućih izračunanih koordinata iz numeričke izmjere, prekrivajući područje šest katastarskih općina, obuhvaćeno sa 630 identičnih točaka (slika 11).

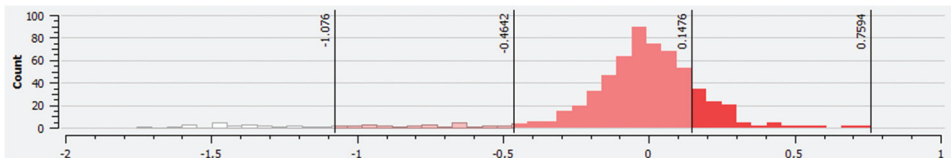


Slika 11. Područje uz državnu granicu s Mađarskom obuhvaćeno analizom; crvenom su bojom označene identične točke.

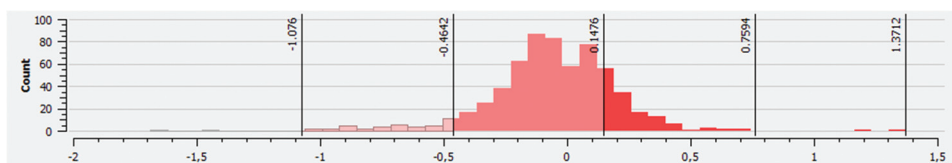
Za velik dio područja koje je obuhvaćeno s pet katastarskih općina (579 identičnih točaka) dobiveni su rezultati odstupanja po E i N osi manji od jednog metra, dok za točke koje se nalaze na području katastarske općine Mursko Središće, područje koje je obuhvaćeno manjim skupom točaka (njih 51), dobivena su malo veća odstupanja, ali još uvijek unutar dva metra. U tablici 4 dan je prikaz minimalnih i maksimalnih vrijednosti te prosjek razlika apsolutnih vrijednosti po E i N osi. Razlike po E i N osi prikazane su u obliku histograma (slika 12 i slika 13).

Tablica 4. Minimalne i maksimalne vrijednosti te prosjek razlika apsolutnih vrijednosti, temeljeno na analizi 630 identičnih točaka (numerička izmjera).

Parametar	Razlike po E osi (m)	Razlike po N osi (m)
Min.	-1,8	-1,7
Maks.	0,8	1,4
Prosjek razlika apsolutnih vrijednosti	0,3	0,2



Slika 12. Razlike koordinata po E osi, temeljeno na analizi 630 identičnih točaka (numerička izmjera).



Slika 13. Razlike koordinata po N osi, temeljeno na analizi 630 identičnih točaka (numerička izmjera).

Analizom je utvrđeno da se izračunane koordinate iz numeričke izmjere u velikoj mjeri, ali nedovoljno točno s obzirom na zahtjeve točnosti u svezi s određivanjem koordinata lomnih točaka državne granice, poklapaju s današnjim digitalnim katastarskim planom. Međutim, kako bi se izbjegle nesuglasice u svezi s protezanjem granične crte primarno je važno lomne točke rubnih katastarskih općina, kada god je to moguće, izračunati iz originalnih podataka numeričke izmjere te ih kao takve upotrebljavati u postupku razgraničenja državne granice.

## 7. Zaključak

Geodezija kao znanost i struka ima veliki utjecaj u kreiranju granice te korištenjem moderne tehnologije priprema podatke pri određivanju granice i daje mogućnosti prikaza granice prije nego što je ona uopće krajnje kreirana. Primjena GNSS-a omogućuje prikupljanje mjernih podataka visoke točnosti u relativno kratkom vremenskom razdoblju. Kroz povijest, a i danas, karte i kartografski prikazi jedan su od osnovnih elemenata prikaza protezanja granica između dviju država. Korištenjem različitih skupova podataka: snimaka i karata te trodimenzionalnih prikaza visina i trodimenzionalnih prikaza reljefa, omogućen je vjeran prikaz granice.

Podaci o određivanju i označavanju granične crte te podaci o obliku, veličini i položaju graničnih oznaka sadržaj su graničnih dokumenata. Na temelju mnoštva graničnih oznaka koje su kroz dugi niz godina postavljene i izmjerene uzduž državne granice Republike Hrvatske sa susjednim zemljama, vidljiva je postojanost granice između država u prostoru. Geodetski podaci, posebno podaci katastarskih izmjera, u velikoj mjeri služe za identifikaciju granične crte pri uređenju državne granice i treba napomenuti da su podaci katastarskih operata, koji su uspostavljeni tijekom 20. stoljeća, u velikoj mjeri i danas u službenoj upotrebi.

U radu su prikazani primjeri korištenja starih katastarskih planova i topografskih karata (mjerila 1:25 000 i 1:75 000) iz razdoblja Austro-Ugarske Monarhije te podataka izvornih mjerenja, koji su od iznimne važnosti jer upravo oni prikazuju i potvrđuju stanje prvotnih izmjera te služe i za prikaz dugovječnosti tih granica u prostoru. Navedena dokumentacija može dati bolji uvid u razloge pojedinih kritičnih točaka i može služiti kao dobar alat za donošenje odluka pri procesu određivanja granica te poslije u njihovu održavanju.

Na manjem skupu podataka za područje pojedinih područja katastarskih općina

provedene su analize podataka katastarskog plana grafičke i numeričke izmjere. U prvoj analizi napravljena je usporedba identičnih točaka uz granicu s Republikom Slovenijom s podacima prije i nakon postupka homogenizacije. Izlazni rezultati nisu zanemarivi s aspekta zahtijevane točnosti pri razgraničenju. Interesantan je podatak da za pojedina područja postoje mala odstupanja uz samu granicu, dok na udaljenosti od približno 30 m od granice razlike iznose i do nekoliko metara. Navedene rezultate treba uzeti u obzir jer postavlja se pitanje točnosti i pouzdanosti podataka koji se nalaze u neposrednoj blizini granice. Druga analiza obuhvatila je područje granice s Mađarskom za koju je napravljena usporedba koordinata lomnih točaka digitalnoga katastarskog plana i izračunanih koordinata temeljem podataka iz tahimetrijskih zapisnika. Dobivena su odstupanja manjih vrijednosti, većinom do jednog metra, no s obzirom na zahtjeve točnosti određivanja koordinata točaka državne granice, izlazni rezultati se nedovoljno točno poklapaju s današnjim digitalnim katastarskim planom.

Geodetski su podaci od iznimne važnosti za identifikaciju protezanja granične crte na terenu, jer prikazuju stvarno stanje. Dokumentacija koja se upotrebljava u postupku razgraničenja trebala bi biti pažljivo pohranjena jer je osnova za izradu granične dokumentacije na temelju koje se državna granica održava onako kako je regulirano međunarodnim ugovorom.

## Literatura

- Adler, R. (1995): Positioning and Mapping International Land Boundaries, 2 (1), IBRU, Durham University, Durham, U.K.
- Adler, R. (2000): Geographical Information in Delimitation Demarcation and Management of International Land Boundaries, Boundary and Territory Briefing, 3 (3), IBRU, Durham University, Durham, U.K.
- Al Sayel, M., Lohmann, P., Heipke, C. (2009): International Boundary Making – Three Case Studies, ISPRS Archives – Volume XXXVIII-1-4-7/W5, Hannover.
- Andrassy, J., Bakotić, B., Vukas, B. (1995): Međunarodno pravo, Dio 1., Školska knjiga, Zagreb.
- AUBP (African Union Border Programme) (2013): Delimitation and Demarcation of Boundaries in Africa, General Issues and Case Studies, Commission of the African Union, Department of Peace and Security, September 2013, Addis Ababa.
- Babić Sever, E., Grgić, I., Triplat Horvat, M., Zrinjski, M., Šantek, D. (2022): Historical Maps in the Function of Identifying the Border Line, Proceedings, Vol. 2, 8th International Conference on Cartography and GIS, 20–25 June 2022, Nessebar, Bulgaria.
- Blake, G. (1995): The Depiction of International Boundaries on Topographic Maps, The Society of University Cartographers Bulletin, 28 (2).



- Chen, J., Ge, Y.-J., Cheng, Y., Li, R., Cao, Y. (2013): Borderlands Modelling and Understanding with GISS: Challenges and Research Agenda, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL4/W3, 2013, ISPRS/IGU/ICA Joint Workshop on Borderlands Modelling and Understanding for Global Sustainability, 5–6 December 2013, Beijing, China, 15–22.
- Cosquer, G., Hangouët, J. F. (2003): Delimitation of Land and Maritime Boundaries-Geodetic and Geometric Bases, FIG Working Week, Paris.
- Grgić, I., Jurić, M., Kršulović, D. (2014): Stanje katastra uzduž hrvatsko-slovenske granice, Peti hrvatski kongres o katastru s međunarodnim sudjelovanjem, Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb, 141–154.
- Hensel, P. R., McLaughlin Mitchell, S. (2017): From Territorial Claims to Identify Claims: The Issue Correlates of War (ICOW) Project, Conflict Management and Peace Science, 34 (2), 126–140.
- Hettling, J. (2003): The use of Remote Sensing Satellites for Verification in International Law, Space Policy, 19, 33–41.
- Jurić, K. (2019): Geografski i meteorološki podatci, Statističke informacije 2019, Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb.
- Kolosov, V., Medvedev, A., Zotova, M. (2018): Comparing the development of border regions with the use of GIS, Geographia Polonica, 91 (1), 47–61.
- Memorial of Croatia (2013): Documentation in the matter of an arbitration under the arbitration agreement between the government of the Republic of Croatia and the government of the Republic of Slovenia signed on 4 November 2009.
- Moharić, J., Katić, J., Šustić, A., Šantek, D. (2017): Poboljšanje katastarskih planova grafičke izmjere, Geodetski list, 71 (94), 4, 339–360.
- Moharić, J., Vorel Jurčević, B., Šustić, A. (2018): Kvaliteta digitalnih katastarskih planova, 11. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije, Zbornik radova, HKOIG, Opatija.
- Narodne novine (2013): Zakon o nadzoru državne granice, br. 83, Zagreb.
- Narodne novine (2020): Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja evidencije o državnoj granici, br. 15, Zagreb.
- OSCE (2017): Delimitation and demarcation of state boundaries: challenges and solutions, Austria.
- Pinther, M., Robertson, W. A., Shoshany, M., Shrestha, B. N., Srebro, H. (2013): International Boundary Making, FIG Commission 1, Helsinki, Finland, No. 59, 188.
- Roić, M., Paar, R. (2018): 200 godina katastra u Hrvatskoj, VI. hrvatski kongres o katastru, 11–14 travnja 2018., Zagreb.
- Zrinjski, M., Brković, Đ., Matika, K. (2019): Razvoj i modernizacija GNSS-a, Geodetski list, 73 (96), 1, 45–65.

**Mrežne adrese**

- URL 1: Introducing to border studies,  
<https://biglobalization.org/seminar-16-dispute-resolutions>, (1. 2. 2023.).
- URL 2: Hrvatska enciklopedija, <https://enciklopedija.hr/>, (17. 2. 2023.).
- URL 3: Arcanum Maps internetski portal povijesnih karata,  
<https://maps.arcanum.com/en/>, (1. 2. 2023.).
- URL 4: Homogenizacija katastarskih planova,  
<https://dgu.gov.hr/homogenizacija-katastarskih-planova/162>,  
(1. 2. 2023.).

## Geodetic Approach in Arranging State Border of the Republic of Croatia and Resolving Border Disputes

*ABSTRACT. All over the world, there are a whole series of unresolved border disputes, and often, they are the source of political instability between countries, which then subsequently turns into military conflicts. There are currently over a hundred border disputes in the world, covering the territories of Africa, Asia, America, and Europe. Geodesy is a science that, among other things, deals with the measurement of land and the Earth, and one of the most important tasks performed by surveyors is certainly identifying and defining the position of the border on the ground, that is, they participate in the demarcation process. The paper will present the basic characteristics of the state border determination process, examples of the use of modern technology, and the application of old maps and plans and new ones for the purpose of resolving border disputes.*

*Keywords: border, border dispute, regulation of the state border, identifying the border, cadastral plans, topographic maps.*

*Primljeno / Received: 2023-05-18*

*Prihvaćeno / Accepted: 2023-06-20*