

PRIMJENA MODERNIH TEHNOLOGIJA U USPOSTAVI POMORSKOG DOBRA U HRVATSKOJ

Branka Barišić¹, prof.dr.sc. Željko Bačić²

¹Državna geodetska uprava (e-mail: branka.barisic@dgu.hr)

²Državna geodetska uprava (e-mail: zeljko.bacic@dgu.hr)

Sažetak: U radu je opisana primjena GNSS tehnologije u postupku određivanja orijentacijskih točaka za potrebe izrade DOF-a koji služi kao podloga za izradu prijedloga granice pomorskog dobra. Dana je usporedba GNSS metoda mjerenja, stvarno određenih orijentacijskih točaka upotrebom klasične GNSS metode za potrebe Pilot projekta te simulacija upotrebe CROPOS-a, sukladno zahtjevima Projekta odnosno Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova te izvedeni zaključci o opravdanosti korištenja pojedinih metoda.

Ključne riječi: pomorsko dobro, DOF, orijentacijske točke, GNSS tehnologija, CROPOS

1. UVOD

Pomorsko dobro Republike Hrvatske posebno je zaštićen pojas obale koji predstavlja opće dobro, na upotrebi je svima i ne može biti predmet vlasništva. Mogućnost iskorištavanja pomorskog dobra predstavlja sustav koncesioniranja temeljem kojeg se područje od interesa na pomorskom dobru isključuje iz opće uporabe te daje na posebnu uporabu odnosno gospodarsko korištenje. Jedan od prvih pokušaja sustavnog pristupa uspostavi pomorskog dobra u većem opsegu je Pilot projekt registracije pomorskog dobra na području Zadarske županije, koji se provodio u okviru Hrvatsko-Norveškog geoinformacijskog projekta (u daljem tekstu CRONOGIP projekt) - međunarodne suradnje Kraljevine Norveške i Republike Hrvatske.

U postupku utvrđivanja granice i evidentiranja pomorskog dobra u katastru i zemljišnim knjigama, koriste se podloge koje izrađuju ovlaštene geodetske tvrtke. Granica pomorskog dobra na morskoj obali obuhvaća pojas kopna koji je širok najmanje šest metara od crte koja je vodoravno udaljena od crte srednjih viših visokih voda (u daljem tekstu crta SVVV). Za izradu prijedloga granice služi geodetski snimak područja ili digitalni ortofoto prikaz (u daljem tekstu DOF) s uklopljenom kopijom katastarskog plana. U praksi se uglavnom koristi DOF, posebno ako je riječ o većem području određivanja granice pomorskog dobra gdje bi izrada klasičnog geodetskog snimka sigurno bila neisplativa. Tehnologija globalnog navigacijskog satelitskog sustava (u daljem tekstu GNSS) nezaobilazna je prilikom izrade prostornih podloga, pogotovo u zadnje vrijeme, kada su širom svijeta uspostavljene državne mreže referentnih stanica koje značajno doprinose brzini posla, točnosti podataka i uštedi vremena,

odnosno financijskih sredstava. U slučaju proizvodnje DOF-a, GNSS tehnologija se između ostalog koristi i za potrebe određivanja orijentacijskih točaka. Geodetski radovi u okviru Pilot projekta, obavljani upotrebom GNSS tehnologije, danas mogu biti napravljeni brže i jednostavnije i s boljim ekonomskim učinkom upotrebom državne mreže referentnih GNSS stanica Republike Hrvatske (u daljem tekstu CROPOS), koji olakšava primjenu suvremenih metoda u rješavanju svakodnevnih geodetskih zadataka. CROPOS pruža korisnicima tri usluge koje se međusobno razlikuju po metodi rješenja, točnosti, načinu prijenosa podataka i formatu podataka. U radu će biti dana usporedba GNSS metoda mjerenja, stvarno određenih orijentacijskih točaka upotrebom klasične GNSS metode za potrebe Pilot projekta te simulacija upotrebe CROPOS-a, sukladno zahtjevima Projekta odnosno Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova (Republika Hrvatska 2009).

2. PILOT PROJEKT REGISTRACIJE POMORSKOG DOBRA

Jedan od prvih pokušaja sustavnog pristupa uspostavi pomorskog dobra u većem opsegu je Pilot projekt registracije pomorskog dobra na području Zadarske županije, u okviru međunarodne suradnje Kraljevine Norveške i Republike Hrvatske. Pokretanjem takvog projekta pokušalo se sustavno pristupiti problemu utvrđivanja granica i evidentiranja pomorskog dobra u katastru i zemljišnim knjigama. Proučavali su se i analizirali pravni propisi, a svaki pojedini korak u procesu je detaljno razrađen i opisan. Svrha Pilot projekta bila je pripremiti dobru osnovu za buduće projekte uspostave sustava registriranja pomorskog dobra, u čemu je i uspio, pri čemu su detektirani problemi uočeni tijekom provedbe projekta te predložena njihova rješenja.

U okviru projekta provedene su sljedeće aktivnosti (DGU 2004a):

- definiranje postupaka registracije i harmonizacija svih koraka u registraciji pomorskog dobra i koncesija,
- izrada digitalnih ortofoto planova, vektorizacija katastarskih planova te geodetsko-katastarske usluge u odabranim područjima,
- pružanje informatičke podrške i s time povezane edukacije ovlaštenim tijelima uključenim u pilot područja.

2.1. Postupak uspostave čestica pomorskog dobra

Uspostava čestica pomorskog dobra neophodan je korak za daljnje aktivnosti vezane uz koncesije i upravljanje pomorskim dobrom. Ukoliko određeno područje nije evidentirano u katastru i zemljišnim knjigama kao pomorsko dobro, nije moguće dobiti koncesiju za njegovo iskorištavanje. Dakle, preduvjet za dobivanje koncesije na pomorskom dobru su formirane čestice za koje postoji službeni podatak da su u režimu pomorskog dobra.

Propisi o pomorskom dobru (Republika Hrvatska 2003, Republika Hrvatska 2004) uvode nekoliko procesa koji se moraju obaviti prilikom uspostave i registracije čestica pomorskog dobra te dodjele koncesija na njima (DGU 2005):

- izrada geodetskih podloga za izradu prijedloga granice pomorskog dobra,
- izrada prijedloga granice pomorskog dobra,
- izrada geodetskog elaborata,
- upis čestica pomorskog dobra u katastar i zemljišnu knjigu,
- uspostava i upis čestice pomorskog dobra pod koncesijom u katastar i zemljišnu knjigu,
- izdavanje koncesije i upis u upisnik koncesija,
- upis koncesije u katastar i zemljišnu knjigu,
- upis novih građevina u katastar i zemljišnu knjigu.

3. GNSS SUSTAVI U FUNKCIJI IZVOĐENJA GEODETSKIH RADOVA U OKVIRU PROJEKTA

Posljednja dva desetljeća GNSS tehnologija sve se više koristi u geodetskim radovima različitih namjena. U početku se prvenstveno koristila za potrebe državne izmjere, pri uspostavi osnovne položajne mreže, dok se u narednim godinama, sve većom dostupnošću GNSS instrumentarija i razvojem praktičnih metoda mjerenja, proširila i na ostale segmente geodetske struke. Do nedavno su se korisnici najviše oslanjali na vlastita znanja, vještine i infrastrukturu, dok danas Državna geodetska uprava (u daljem tekstu DGU) preuzima glavnu ulogu u definiranju i podršci ovoj vrsti mjerenja putem svojih pravilnika, naputaka te CROPOS-a koji nameće nove standarde u korištenju GNSS tehnologije.

U okviru geodetsko-katastarskih usluga na Pilot projektu registracije pomorskog dobra na području Zadarske županije, izvršeni su različiti geodetski radovi, a u svrhu preglednosti podijeljeni su u tri osnovne kategorije:

1. izrada geodetskih podloga potrebnih za rad županijskog povjerenstva za granice pomorskog dobra u svrhu izrade prijedloga granice pomorskog dobra,
2. preuzimanje prijedloga granice od županijskog povjerenstva i određivanje koordinata točaka granice pomorskog dobra u Hrvatskom državnom koordinatnom sustavu (u daljem tekstu HDKS),
3. izrada geodetskih elaborata za potrebe evidentiranja pomorskog dobra u katastru i zemljišnoj knjizi (u daljem tekstu ZK).

U okviru prve i treće kategorije korištene su GNSS metode mjerenja i to u postupku izrade DOF-a te obilježavanju točaka granice pomorskog dobra na terenu.

3.1. Određivanje orijentacijskih točaka i točaka geodetske osnove

Uredbom o postupku utvrđivanja granice pomorskog dobra (Republika Hrvatska 2004a) definirano je da se za izradu prijedloga granice pomorskog dobra kao podloga koristi DOF ili geodetski snimak područja za koje se prijedlog izrađuje. Ukoliko se izrađuje DOF, treba ga izraditi na način da obalna područja budu prikazana minimalno 300 m prema moru i 1000 m prema kopnu. Za potrebe izrade DOF-a u mjerilu 1:2000, izvoditelj je preuzeo fotomaterijal prethodno skeniran preciznim fotogrametrijskim skenerom. Budući da orijentacijske točke nisu signalizirane prije snimanja iz zraka, bilo ih je potrebno odrediti u skladu sa Specifikacijama proizvoda (DGU 2004b).

Područje obuhvata Pilot projekta uključivalo je osam političkih općina Zadarske županije (područje Velebit) te grad Zadar bez katastarske općine Petrcane (područje Zadar).

Terenska mjerenja na području Velebit vezana uz određivanje orijentacijskih točaka i određivanje transformacijskih parametara započela su na području općina Starigrad i Jasenice, u periodu od 21. do 25. svibnja 2005. godine. Nastavno su obuhvaćene općine Obrovac, Benkovac, Novi grad, Posedarje, Ražanac i na kraju područje grada Zadra. Ta mjerenja su obavljena od 30. lipnja do 4. srpnja 2005., te dodatna mjerenja 12. kolovoza 2005. godine.

Određivanje homogenog polja GNSS točaka obuhvaćalo je orijentacijske točke, trigonometre te kontrolne točke. Granica područja homogenog polja definirana je obuhvatom aerofotogrametrijskih snimaka i planom rasporeda orijentacijskih točaka. Nakon određivanja rasporeda orijentacijskih točaka pristupilo se definiranju trigonometara koji će biti uključeni u homogeno polje, a zatvarat će vanjski obuhvat homogenog polja GNSS točaka i služiti kao točke potrebne za računanje transformacijskih parametara za prijelaz iz Europskog terestričkog referentnog sustava (European Terrestrial Reference System, u daljem tekstu ETRS89) u HDKS. Za potrebe određivanja koordinata točaka homogenog polja korišteni su dvofrekvencijski GNSS prijammnici Sokkia GSR2600, Sokkia Radian, Topcon Hiper, Thales Scorpio i Thales Z-Max. Trajanje sesije za svaku novoodređenu točku iznosilo je 60 minuta.

Mjerenja na području Velebit izvodila su se sa četiri bazna prijammnika raspoređena na GNSS referentnim točkama i šest rovera korištenih za mjerenje orijentacijskih točaka i trigonometara (Slika 1). Kao osnova za opažanje korišteno je devet točaka referentne mreže II reda (GNSS mreža 10 x 10 km).



Slika 1. GNSS mjerenja na trigonometri

Bazni uređaji raspoređeni su tako da približno zatvaraju pravokutno područje dimenzija 20 x 10 km, dok su se roverima prikupljali podaci o točkama unutar tog područja. Mjerenjima je određeno 138 orijentacijskih točaka, 17 trigonometara potrebnih za računanje transformacijskih parametara, tri kontrolna trigonometra i dva kontrolna repera.

Za područje Zadar mjerenja su se izvodila s tri bazna prijammnika raspoređena na točkama referentne mreže II reda. Bazni uređaji raspoređeni su tako da približno zatvaraju trokut s najdužom stranicom od oko 18 km, a roveri su prikupljali podatke o točkama unutar područja koje zatvaraju bazni uređaji. U sklopu mjerenja određeno je 19 orijentacijskih točaka, pet trigonometara potrebnih za računanje transformacijskih parametara, jedan kontrolni trigonometar i jedan kontrolni reper.

Rezultati mjerenja obrađeni su Sokkia Sapectrum Survey 3.30 softverom uz korištenje preciznih efemerida. Rezultati obrade vektora zadovoljili su kriterije postavljene projektnim zadatkom. Horizontalno i vertikalno izjednačenje GNSS mreže izvedeno je s točaka GNSS mreže II reda za svaki dan mjerenja. Izjednačenje mreže izvršeno je metodom uvjetnih mjerenja.

Računanje transformacijskih parametara i transformacija koordinata između različitih koordinatnih sustava izvedeni su programom DAT_ABMO. Referentna srednja pogreška izračunatih transformacijskih parametara iznosi $\pm 0,125$ m.

Radi postupka kontrole mjerenja, koordinate kontrolnih trigonometra i repera izračunate su kao nove točke te su novoodređene koordinate kontrolirane s

poznatim koordinatama u HDKS-u. Položajna odstupanja na trigonometrima iznosila su do $\pm 0,10$ m, a visinska odstupanja na reperima do $\pm 0,05$ m.

Iz svega navedenoga utvrđeno je da postupak određivanja točaka homogenog polja zadovoljava kriterije postavljene projektnim zadatkom.

3.2. Obilježavanje granice pomorskog dobra

Sukladno Pravilniku o evidentiranju i obilježavanju pomorskog dobra (Republika Hrvatska 2005), granica pomorskog dobra obilježava se po pravilima geodetske struke pri čemu se kao međne oznake koriste betonski stupići, plastične oznake, uklesani križevi ili druge oznake. Sve točke koje se navode u rješenju o utvrđivanju granice pomorskog dobra, moraju biti obilježene na terenu. U slučaju da granica ide stalnim, prirodnim ili izgrađenim objektima, smatra se obilježenom. Ukoliko je potrebna dioba postojećih katastarskih čestica, zbog načina na koji je određena granica pomorskog dobra, obilježiti se moraju i one točke koje se nalaze na granicama katastarskih čestica koje će se dijeliti. Obilježavanje granice pomorskog dobra obavlja se u okviru izrade geodetskog elaborata, u suradnji s katastarskim uredom.

Geodetski elaborat izrađen je za dio obalnog područja općine Starigrad. Koordinate granice preuzete su iz rješenja o određivanju granice pomorskog dobra, kojim je utvrđena granica na približno 30 km obale. Iskolčenje točaka izvedeno je dvofrekventnim GNSS uređajem Thales Z-Max, primjenom RTK metode (Real Time Kinematic – kinematika u realnom vremenu), s jedne bazne točke referentne mreže II reda. Točke su označene na terenu plastičnim oznakama (Slika 2), čeličnim klinovima ili urezivanjem oznaka u živu stijenu.



Slika 2. Granica pomorskog dobra obilježena plastičnom oznakom

3.3. CROPOS – državna mreža referentnih stanica Republike Hrvatske

Tijekom 2008. godine, Državna geodetska uprava uspostavila je CROPOS (CROatian POSitionig System) sustav. CROPOS - hrvatski pozicijski sustav je državna mreža referentnih GNSS stanica Republike Hrvatske koji omogućava određivanje položaja u realnom vremenu, s točnošću od 2 cm u horizontalnom smislu te 4 cm u vertikalnom smislu na cjelokupnom području države. Sustav čini 30 referentnih GNSS stanica koje ravnomjerno prekrivaju područje države i služe za prikupljanje podataka mjerenja koji se kontinuirano šalju u kontrolni centar gdje se obavlja provjera podataka mjerenja, obrada i izjednačenje te računanje korekcijskih parametara koji su dostupni korisnicima na terenu putem mobilnog interneta. Sustav je pušten u službenu uporabu 9. prosinca 2008. godine i od tada je našao široku primjenu u obavljanju svakodnevnih geodetskih zadaća (Marjanović 2010).

CROPOS sustav pruža korisnicima tri usluge koje se međusobno razlikuju po metodi rješenja, točnosti, načinu prijenosa podataka i formatu podataka:

1. DPS - diferencijalni pozicijski servis u realnom vremenu – namijenjen za primjenu u geoinformacijskim sustavima, upravljanju prometom, preciznoj navigaciji, zaštiti okoliša, poljoprivredi, šumarstvu i slično (točnost ± 0.3 do ± 0.5 m).
2. VPPS - visokoprecizni pozicijski servis u realnom vremenu – namijenjen za primjenu u državnoj izmjeri, katastru, inženjerskoj geodeziji, izmjeri državne granice, hidrografiji i slično (točnost ± 2 cm (2D) i ± 4 cm (3D)).
3. GPPS - geodetski precizni pozicijski servis - namijenjen za primjenu u osnovnim geodetskim radovima, znanstvenim i geodinamičkim istraživanjima i slično (točnost ± 1 cm (2D, 3D)).

Kako bi se osigurala što bolja pokrivenost graničnog područja Republike Hrvatske te povećala pouzdanost rada sustava u slučaju neplaniranog prekida rada pojedine referentne stanice CROPOS sustava, uz 30 hrvatskih GNSS stanica u umreženo rješenje i računanje korekcijskih parametara uključeno je i sedam slovenskih, četiri mađarske i dvije crnogorske stanice (Marjanović i dr. 2009).

3.4. Unaprjeđenje geodetskih radova vezanih za pomorsko dobro upotrebom CROPOS-a

Geodetski radovi u okviru Pilot projekta, obavljani upotrebom GNSS tehnologije, danas mogu biti napravljeni brže i jednostavnije, također i s boljim ekonomskim učinkom. Tome je zaslužna uspostava CROPOS-a koji olakšava primjenu suvremenih metoda u rješavanju svakodnevnih geodetskih zadataka.

U nastavku će biti prikazana usporedba geodetskih radova na određivanju orijentacijskih točaka upotrebom klasične GNSS metode i upotrebom CROPOS-a.

Klasična GNSS metoda

Svi geodetski radovi obavljani tijekom provođenja Pilot projekta čiji je produkt određeni proizvod, kao što je DOF u mjerilu 1:2000, morali su biti izvedeni sukladno zahtjevima postavljenima u Specifikacijama proizvoda (DGU 2004b). Specifikacije su nastale u okviru CRONOGIP projekta i sastoje se od nekoliko dijelova koji propisuju cjelokupni postupak izrade DOF-a. Prvi dio Specifikacija opisuje na koji način treba izvesti snimanje iz zraka i odrediti orijentacijske točke, a u Dodatku 10.3, postupak mjerenja pomoću GNSS-a u svrhu određivanja orijentacijskih točaka. Sam dodatak obrađuje planiranje mjerenja, način kontrole opreme, vrijeme mjerenja, rad na terenu te obradu mjerenja.

Određivanje orijentacijskih točaka izvedeno je u skladu s postavljenim zahtjevima. Mjerenja su izvedena s četiri odnosno tri točke referentne GNSS mreže II reda, poštivala se geometrija mreže, korištena je statička metoda, a svaka točka određena je u vremenskom periodu od 60 minuta. Tablica 1 i Tablica 2 prikazuju broj novoodređenih točaka, broj korištenih instrumenata te vremensko trajanje radnog dana, za svaki dan mjerenja.

Tablica 1. Podaci mjerenja za područje općine Starigrad

	Točke			Instrument		Vrijeme (h:m)
	Orijentacijske	Trigonometri	Reperi	Baze	Roveri	
21.5.2005	16	1	-	4	4	11:00
22.5.2005	8	6	-	4	4	10:37
23.5.2005	12	2	-	4	4	10:15
24.5.2005	12	6	1	4	5	11:25
25.5.2005	2	4	1	4	5	12:30
UKUPNO	50	19	2			55:47

Osim orijentacijskih točaka, mjerenjima su određene i trigonometrijske točke potrebne za računanje transformacijskih parametara za prijelaz iz ETRS89 u HDKS te trigonometrijske i visinske točke za potrebe kontrolnih mjerenja.

Tablica 2. Podaci mjerenja za dio područja Velebit i područje grada Zadra

	Točke			Instrument		Vrijeme (h:m)
	Orijentacijske	Trigonometri	Reperi	Baze	Roveri	
30.6.2005	24	-	-	4	5	9:44
1.7.2005	23	-	-	4	5	9:36

2.7.2005	23	-	-	4	5	13:37
3.7.2005 A	18	-	-	4	5	9:16
3.7.2005 B	8	-	-	3	4	3:26
4.7.2005	11	5	1	4	4	10:38
UKUPNO	107	5	1			56:17

Detaljnije analize utroška vremena za mjerenje i transport, ovisno o broju određenih točaka te broj instrumenta i stručnjaka koji su obavljali mjerenja, napravljene su za dio područja Pilot projekta, za općinu Starigrad. Razlog djelomične obrade podataka u svrhu dobivanja statistika je u tome što su za to područje bili dostupni zapisnici mjerenja s kompletnim podacima o mjerenju (datum mjerenja, broj točke, korišteni instrumenti, stručnjaci koji su obavljali mjerenja, početak i kraj mjerenja, visina antene). Podaci za preostali dio zadatka nisu bili potpuni te se iz njih nisu mogle izvesti pouzdane vrijednosti interesantne za analizu utroška vremena te usporedbe različitih metoda.

Obradom podataka mjerenja za područje općine Starigrad dobiveni su podaci o ukupnom utrošku vremena za mjerenja i transport pojedinog instrumenta od točke do točke za svaki dan mjerenja (Tablica 3). Podaci o baznim stanicama, odnosno vrijeme mjerenja na baznim točkama izuzeti su iz obrade. Obzirom na vrijeme transporta, u razmatranje nije ušlo vrijeme potrebno za dolazak na prvu točku za svaki instrument, već se računalo vrijeme transporta između mjerenih točaka na način da se od vremena početka mjerenja na novoj točki oduzme vrijeme kraja mjerenja na prethodnoj točki.

Tablica 3. Ukupni utrošak vremena za mjerenje i transport po danima

Datum	Broj točaka	Instrument	Trajanje mjerenja (h:m)	Trajanje transporta (h:m)	Ukupni utrošak vremena (mjerenje+transport) (h:m)
21.05.2005	6	Sokkia GSR2600	5:47	2:43	8:30
	1	Ashtech ZMAX	1:07	-	1:07
	4	Sercol SCORPIO	4:04	3:41	7:45
	6	Topcon HIPER	6:15	1:59	8:14
22.05.2005	5	Sokkia RADIAN	5:03	4:43	8:43
	2	Ashtech ZMAX	2:10	1:07	3:17
	4	Topcon HIPER	4:07	3:37	6:40
	3	Sercol SCORPIO	3:01	2:47	4:48
23.05.2005	6	Sokkia RADIAN	6:00	4:03	10:03
	2	Sercol SCORPIO	2:03	3:34	5:37
	3	Ashtech ZMAX	3:27	2:06	5:33
	3	Topcon HIPER	3:07	4:13	7:20
24.05.2005	5	Sokkia RADIAN	5:00	3:47	8:47

	3	Sercol SCORPIO	3:08	1:53	5:01
	5	Topcon HIPER	5:03	2:37	7:40
	4	Sokkia RADIAN	4:02	4:23	8:25
	2	Ashtech ZMAX	2:10	0:48	2:58
25.05.2005	2	Sokkia GSR2600	2:03	0:55	2:58
	1	Sercol SCORPIO	1:08	-	1:08
	2	Sokkia RADIAN	2:40	0:11	2:51
	1	Topcon HIPER	1:00	-	1:00
	1	Ashtech ZMAX	1:07	-	1:07

Orijentacijske točke, pravilno raspoređene po terenu, služe za uspostavu veze između foto bloka i referentnog koordinatnog sustava. Foto blok čine tri ili više aerosnimaka koji se međusobno preklapaju i pokrivaju područje u opsegu definiranom projektnim zadatkom i Specifikacijama proizvoda (DGU 2004b). Ukoliko se određuju orijentacijske točke na pretežno ravničarskom terenu, trajanje transporta instrumenta od točke do točke može se očekivati u relativno sličnim vremenskim intervalima. U slučaju područja općine Starigrad radilo se o nepristupačnom terenu (planinski teren) te je trajanje transporta između točaka variralo ovisno o položaju točke. Budući da su se, osim na orijentacijskim točkama, mjerenja obavljala i na trigonometrima, u svrhu određivanja identičnih točaka za dobivanje transformacijskih parametara, transport prema tim točkama trajao je duže, jer su one definirale vanjski obuhvat područja Pilot projekta i u pravilu su smještene dalje od prometnica na teže pristupačnim mjestima. Uspostavom CROPOS-a, terenski posao vezan uz određivanje orijentacijskih točaka olakšan je utoliko što više nema pronalaženja i postavljanja uređaja na bazne točke, koje ponekad nemaju povoljan raspored i pristup. Za izvođenje radova potreban je manji broj uređaja, što rezultira uštedom u nabavi, plaćama te transportu stručnjaka koji su osiguravali rad baznih stanica. Različiti CROPOS servisi pružaju i dodatne uštede u vidu skraćivanja vremena mjerenja na novim točkama, što je detaljnije analizirano u nastavku.

CROPOS servisi

Ukoliko bi se isti posao želio obaviti upotrebom CROPOS-a, trebalo bi postupati u skladu s Pravilnikom o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova (Republika Hrvatska 2009). Pravilnik ne definira orijentacijske točke kao GNSS točke, ali prilikom određivanja orijentacijskih točaka primjenom GNSS metoda mjerenja, zapravo se razvija mreža te se orijentacijske točke mogu tretirati kao točke popunjavajuće mreže 3. reda. Sukladno Pravilniku, referentna mreža 3. reda je dopunska ili popunjavajuća mreža koja se oslanja na referentne mreže viših redova. Primjeri referentnih mreža 3. reda su:

- GNSS homogena polja gradova,
- točke geodetske osnove za obavljanje radova katastarskih izmjera određene GNSS metodom mjerenja,
- točke geodetske osnove za obavljanje radova izmjere poljoprivrednih zemljišta određene GNSS metodom mjerenja.

Geodetske radove za potrebe određivanja orijentacijskih točaka moguće je izvesti na dva načina:

1. upotrebom visokopreciznog servisa pozicioniranja u realnom vremenu – VPPS,
2. upotrebom geodetskog preciznog servisa pozicioniranja – GPPS.

Postupak obavljanja GNSS mjerenja korištenjem CROPOS-a opisan je u Prilogu 3 Pravilnika.

Koju od metoda koristiti prilikom mjerenja CROPOS-om, ovisi o više čimbenika. Ukoliko se uzme u razmatranje područje Pilot projekta, zbog konfiguracije terena bilo bi jednostavnije određivati orijentacijske točke statičkom metodom mjerenja korištenjem GPPS servisa pozicioniranja s naknadnom obradom podataka. Budući da je u pitanju relativno nepristupačan teren (planinsko područje, otoci) upitna je praktičnost izvođenja mjerenja upotrebom VPPS servisa. Za očekivati je da se u jednom danu ne bi mogao odrediti dostatan broj točaka u smislu isplativosti te ponoviti mjerenja u vremenskom razmaku od najmanje dva sata. Za ilustraciju mogu poslužiti podaci navedeni u tablici, a odnose se na stvarno određivanje orijentacijskih točaka za potrebe Pilot projekta upotrebom klasične GNSS metode te simulacije upotrebe CROPOS-a (

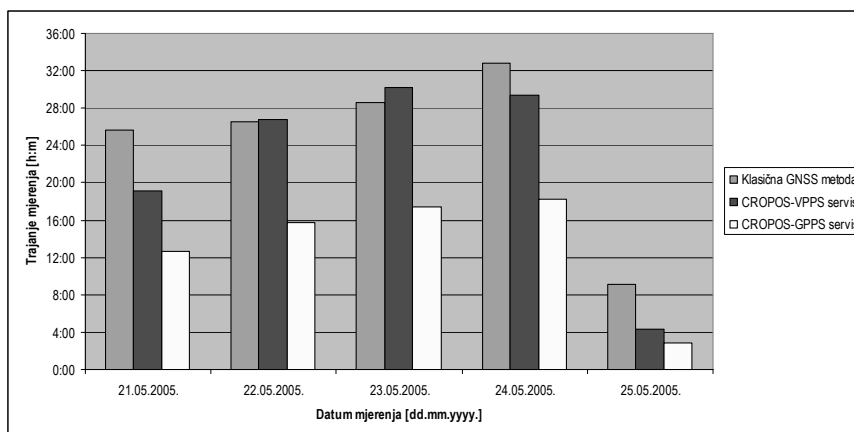
Tablica 4), sukladno zahtjevima Projekta odnosno Pravilnika.

Tablica 4. Usporedba metoda GNSS mjerenja

	Točke	Roveri	Vrijeme mjerenja [h:m]	Vrijeme transporta [h:m]	Ukupno vrijeme mjerenja [h:m]
Klasična GNSS metoda					
21.05.2005.	17	4	17:13	8:23	25:36
22.05.2005.	14	4	14:21	12:14	26:35
23.05.2005.	14	4	14:37	13:56	28:33
24.05.2005.	19	5	19:23	13:28	32:51
25.05.2005.	7	5	7:58	1:06	9:04
CROPOS – VPPS servis					
21.05.2005.	17	4	0:25	18:46	19:11
22.05.2005.	14	4	0:21	26:28	26:49
23.05.2005.	14	4	0:21	29:52	30:13
24.05.2005.	19	5	0:28	28:56	29:24
25.05.2005.	7	5	0:10	4:12	4:22
CROPOS – GPPS servis					
21.05.2005.	17	4	4:15	8:23	12:38
22.05.2005.	14	4	3:30	12:14	15:44
23.05.2005.	14	4	3:30	13:56	17:26
24.05.2005.	19	5	4:45	13:28	18:13
25.05.2005.	7	5	1:45	1:06	2:51

Usporedba mjerenja klasičnom GNSS metodom i CROPOS-om odnosi se samo na rovere. Kod klasične GNSS metode mjerenja treba uzeti u obzir i troškove neophodnih mjerenja na baznim točkama, što u startu čini tu metodu manje isplativom u odnosu na korištenje CROPOS-a. Podaci o ukupno utrošenom vremenu mjerenja korištenjem VPPS i GPPS servisa CROPOS-a, dobiveni su na način da se u kalkulaciju uzelo stvarno utrošeno vrijeme transporta rovera pri izvođenju radova za potrebe Pilot projekta i teoretsko vrijeme mjerenja po točki, propisano Pravilnikom o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, pomnoženo s brojem novoodređenih točaka za svaki dan mjerenja. Iz *Slika 3* lako je uočljiva prednost korištenja GPPS servisa CROPOS-a u odnosu na VPPS servis, odnosno klasični načina izvođenja GNSS mjerenja. Pravilnikom je propisano vrijeme mjerenja od 15 minuta po točki prilikom korištenja GPPS

servisa, dok je ukupno vrijeme mjerenja VPPS servisom 1.5 minuta po točki, odnosno 30 sekundi u tri ponavljanja, no otegotna okolnost je vremenski razmak od najmanje dva sata između dva ciklusa mjerenja što uključuje i dvostruko vrijeme transporta u odnosu na upotrebu klasične GNSS metode te GPPS servisa CROPOS-a.



Slika 3. Usporedni prikaz trajanja mjerenja korištenjem klasične GNSS metode i servisa CROPOS-a

Iako je nakon mjerenja GPPS servisom potrebno napraviti naknadnu obradu podataka mjerenja kako bi se dobile koordinate točaka u referentnom koordinatnom sustavu, taj servis je u prednosti po ukupnom utrošku vremena pred korištenjem bilo klasične metode, bilo VPPS servisa s kojim se koordinate orijentacijskih točaka mogu dobiti u realnom vremenu. Prilikom usporedbe utroška ukupnog vremena mjerenja, VPPS servis nije se pokazao dovoljno isplativim kada je riječ o orijentacijskim točkama, no može se sa sigurnošću reći da će opravdati svoju upotrebljivost pri iskolčenju točaka granice pomorskog dobra.

4. ZAKLJUČAK

Postupak određivanja granice i evidentiranja pomorskog dobra u službenim registrima proces je od iznimnog značaja za Republiku Hrvatsku, jer se na taj način osigurava kontrola nad korištenjem vrijednog resursa. Važnu ulogu u tom procesu imaju geodetski stručnjaci koji primjenom suvremenih geodetskih metoda omogućuju učinkovitu izradu geodetskih podloga potrebnih za izradu prijedloga granice pomorskog dobra, kao i njeno obilježavanje na terenu. GNSS tehnologija značajno je olakšala posao geodetskih stručnjaka u odnosu na klasične metode mjerenja. Jednako tako, uspostava CROPOS-a, koji

omogućava brzo i točno pozicioniranje na cijelom prostoru Hrvatske, osigurat će znatno brže obavljanje poslova vezanih za uspostavu pomorskog dobra u odnosu na primjenu klasične GNSS metode mjerenja. Prednost CROPOS-a očituje se prvenstveno u smanjenju broja prijavnika potrebnih za obavljanje mjerenja te skraćanju vremena mjerenja, zatim u jedinstvenoj točnosti određivanja koordinata i homogenosti mjerenja na cijelom području države. Geodetske radove za potrebe određivanja orijentacijskih točaka u okviru izrade DOF-a moguće je izvesti upotrebom dva servisa CROPOS-a:

- visokopreciznog servisa pozicioniranja u realnom vremenu – VPPS
- geodetskog preciznog servisa pozicioniranja – GPPS.

Koju od metoda koristiti prilikom obavljanja zadatka, ovisi o području gdje se obavljati mjerenja. Vrijeme transporta između točaka, ovisno o konfiguraciji terena, direktno utječe na odabir metode. Dobro planiranje terenskih mjerenja te probne kalkulacije olakšat će izbor metode mjerenja CROPOS-om.

LITERATURA

- DGU (2004a): Sporazum o implementaciji zajednički financiranog projekta za poboljšanje kapaciteta registracije i održavanja informacija o pomorskom dobru u Hrvatskoj.
- DGU (2004b): Product specification for MDPZ, verzija 1.0, Specifikacije proizvoda, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- DGU (2005): Priručnik Analize i metodologije, komponente Projekta registracije pomorskog dobra na području Zadarske županije, Priručnik, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Republika Hrvatska (2003): Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama, Narodne novine br. 158/2003, 100/2004 i 14/2006.
- Republika Hrvatska (2004): Uredba o postupku utvrđivanja granice pomorskog dobra, Narodne novine br. 8/2004 i 82/2005.
- Republika Hrvatska (2005): Pravilnik o evidentiranju i obilježavanju pomorskog dobra, Narodne novine br. 29/2005.
- Republika Hrvatska (2009): Pravilnik o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, Narodne novine, br. 87/2009.
- Marjanović, M., Miletić, I., Vičić, V. (2009): CROPOS – prvih šest mjeseci rada sustava, 1. CROPOS konferencija – Zbornik radova, str. 15 – 21, Zagreb.
- Marjanović, M. (2010): CROPOS - hrvatski pozicijski sustav, Ekscentar, 12, str. 28-34, Zagreb.

USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN THE ESTABLISHMENT OF THE MARITIME DOMAIN IN CROATIA

Abstract. *This paper describes the use of GNSS technology in the process of determining the ground control points within digital orthophoto production, which serves as the basis for drafting a maritime domain border. A comparison of GNSS measurement methods is given: the classical GNSS method which is used for ground control points determination for the purpose of the pilot project and the simulation of using CROPOS for the same purpose, in accordance with the requirements of the project and the Rulebook. At the end, conclusions about the justification for using certain methods are derived.*

Key words: *maritime domain, DOF, orientation points, GNSS technology, CROPOS*