

UDK 528.425.4:551.422(497.5):528.93:528.7
Pregledni znanstveni članak

Suvremena topografska izmjera i geovizualizacija palagruškog arhipelaga za potrebe interdisciplinarnih istraživanja

Drago ŠPOLJARIĆ¹ – Zagreb, Mario KRANJEC² – Zlatar Bistrica, Frane MEDAK³ – Komin, Karlo ŠOŠTAR⁴ – Ivanec

SAŽETAK. U članku su opisana geodetska mjerenja na Palagruži od prve triangulacijske i topografske izmjere do GPS-mjerenja u sklopu projekata EUREF i CRODYN. Provedena je prva detaljna topografska izmjera cjelovitoga palagruškog otočja. Suvremenim terestričkim, satelitskim i aerofotogrametrijskim postupcima izmjere prikupljeni su položajni i atributni podaci otočja. Ti su podaci potrebni, kao jedan od izvornika, za izradu Hrvatske osnovne karte (HOK), ali i za izradu digitalnog modela reljefa i 3D DSM-modela otoka i otočića, kao prostorne osnovice za interdisciplinarna znanstvena istraživanja i motrenja.

Ključne riječi: Palagruža, topografska izmjera, vizualizacija prostornih podataka, HOK 1:5000, DMR, 3D DSM, interdisciplinarna istraživanja.

1. Uvod

Ustaljeni pojam Palagruža označava Velu Palagružu, najveći otok u arhipelagu koji, osim Vele, čine i Mala Palagruža, Kamik od tramuntane, Kamik od oštra i oko njih još desetak školja i sika, i 5,5 km istočnije školjić Galijula – najjužniji dječlić hrvatskoga kopna (Friganović 1996). To malo pučinsko otočje, smješteno usred Jadrana, proteže se u smjeru zapad-sjeverozapad i istok-jugoistok. Ime “otoka pučine” – Palagruža – najvjerojatnije je nastalo od helenske riječi ΠΕΛΑΓΟΣ (πελαγος) sa značenjem more, otvoreno more, debelo more, pučina (Šimunović 2005). “I doista Palagruža je na debelom moru, daleka, nepristupačna, bez sigurnog sidrišta i

¹ Prof. dr. sc. Drago Špoljarić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, e-mail: drago.spoljaric@geof.hr

² Mario Kranjec, dipl. ing. geod., Gromatic KR d.o.o., Vladimira Nazora 65, HR-49247 Zlatar Bistrica, e-mail: mario@gromatic.hr

³ Frane Medak, dipl. ing. geod., Bana Jelačića 32, HR-20344 Komin, e-mail: frane_medak@yahoo.com

⁴ Karlo Šoštar, univ. bacc. ing. geod. et geoinf., S. Vukovića 27a, HR-42240 Ivanec, e-mail: ksostar@geof.hr

izgrađene obale, rive, opasna zbog množine hridi, sika i plitkih brakova” (Kirigin 2008). Palagruža je najudaljeniji hrvatski otok, udaljen od najbliže obalne točke (na Pelješcu) 95 km i bliži talijanskom kopnu udaljenom “samo” 52 km. Udaljenost Palagruže od najbližega naseljenog otoka Lastova (svjetionik u Skrivenoj luci) iznosi 64 km, od svjetionika na Sušcu 43 km, od Splita 123 km, a od talijanskih Pianose 48 km i Vieste 59 km. I jedna neobičnost – premda najudaljenija, teško pristupačna i nenaseljena (osim po dvojica svjetioničara koji se mjesečno izmjenjuju) – na Palagruži je, prema Zavodu za statistiku NR Hrvatske, u ožujku 1953. godine živjelo 23 domaćinstva s 36 stanovnika (Lovrić i Križovan 1986). Četrdesetak godina potom, prema popisu stanovništva iz 1991. godine, na Palagruži je živjelo 7 stanovnika (Nadilo 2000).

Pradavni su pomorci, još od doba starijeg neolitika, posjećivali Palagružu (Forenbaher i Kaiser 1997), koja je u pojedinim povijesnim razdobljima igrala važnu ulogu u sustavu pomorskih putova i prevlasti na Jadranu (Kozličić 1996, Visković 1996). Palagruža s njezinim imenom (Pelagosa, Palagosa, Pelagoxa) nalazi se na starim, ručno crtanim, kartama Jadrana iz 13., 14. i 15. st. nazvanim portulanima ili isolarima, koji su izrađivani na temelju terestričkih opažanja (mjerenja) i orijentacije s pomoću kompasa te bilježaka iz brodskih dnevnika. (Marković 2004, Duplančić 1996, URL 1). Na tim je kartama uglavnom preuveličana i pogrešnog položaja. Jedna od prvih portulanskih karata, na kojoj je, među brojnim jadranskim otocima, zabilježena i Palagruža, djelo je talijanskog autora P. Vescontea iz 1318. godine. Prve karte na kojima je Palagruža primjereno generalizirana jesu *Generalna karta Europe* (mjerila 1:2 592 000) iz 1845.–1846. i *Generalna karta Austrijskog Carstva* (mjerila 1:576 000) iz 1856. godine (Lovrić i Križovan 1986). Te su karte nastale na temelju najpouzdanijih onodobnih podataka, znanja i tehničkih mogućnosti.

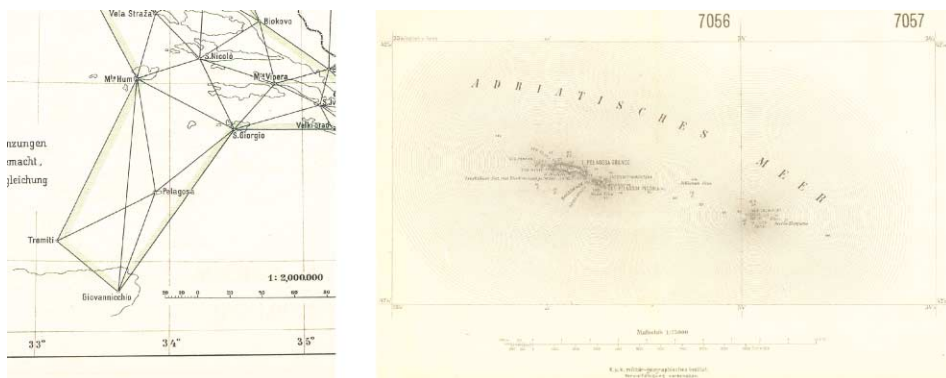
Sve intenzivnija prekomorska plovidba potaknula je izgradnju svjetionika i izradu pomorskih (nautičkih) karata, ali i prikupljanje meteoroloških i oceanografskih podataka za sigurniju plovidbu otvorenim morem (Zore-Armanda 1996). Prema prvoj studiji o uređenju plovniha ruta iz 1867. godine postupno su na Jadranu građeni svjetionici (Piplović 1996). Do 1873. izgrađeno je na području dalmatinske obale 14 svjetionika, a dvije godine poslije i na Palagruži – najveći na Jadranu i najisturenija svjetlosna točka na plovibenom putu preko Jadrana (Šerić 2003). Izgradnjom svjetionika otok prestaje biti samo povremeno utočište i boravište ribara. Godinu potom otok su posjetili i prvi istraživači. Iz toga su doba najranija prirodoslovna istraživanja otočnih biljnih i životinjskih vrsta, ali i prvi podaci o arheološkim nalazištima (Kirigin 1996, 2008). Za razliku od prirodoslovaca, arheolozi ne posjećuju Palagružu sve do devedesetih godina 20. stoljeća, kada počinju sustavna arheološka istraživanja. Tom je prigodom utvrđeno da je u doba antike na Palagruži bilo svetište grčkog junaka Diomeda i da se tada otok zvao Diomedov otok (ibid.). I prvi su istraživači Palagruže uočili njezine klimatske posebnosti i važnost praćenja vremenskih prilika te potrebu osnivanja meteorološke postaje. Koncem 19. st. (1894.) utemeljena je meteorološka postaja i počela su instrumentalna meteorološka/klimatološka motrenja, koja s prekidom (nema pisanih dokumenata ni podataka) od 1912. do 1945. traju sve do danas (Katušin 1996, Pandžić i Sijerković 1996). Rijetka geološka, geomorfološka, seizmološka, geomagnetska i druga srodna istraživanja palagruškog otočja tek koncem 20. st. postaju učestalija (Bognar 1996, Kuk i Skoko 1996, Brkić i dr. 2009).

2. Pregled geodetskih izmjera palagruškog otočja

Signalizacija (svjetionici) i pouzdane pomorske (nautičke) karte preduvjeti su za sigurnu plovidbu kako danas tako i u prošlosti. Premda je Palagruža još od srednjeg vijeka crtana na kartama Jadrana i drugim zemljovidima netočnog oblika i nepreciznog položaja, tek je od sredine 19. st. primjereno prikazivana.

Od 18. st. provode se u vodećim europskim zemljama najprije djelomične, a potom i sustavne geodetske i hidrografske izmjere, na temelju kojih nastaju prve precizne topografske (reljefne) i pomorske (nautičke) karte pojedinih dijelova Hrvatske (Čolić i dr. 1996). Prva ili *jozefinska* topografska izmjera (1764.–1787.) zahvaća gotovo cjelokupnu habsburšku monarhiju, dok su Istra i Dalmacija još pod Venecijom i nisu tada obuhvaćene geodetskim mjerenjima. Palagruže nema ni u drugoj ili *franciskanskoj* (prekinutoj i nedovršenoj) topografskoj izmjeri (1806.–1869.), odnosno *drugoj vojnoj triangulaciji* (1848.–1862.), uspostavljanja osnovne geodetske mreže. Za treću ili *francjozefsku* topografsku izmjeru (1869.–1887.) trebalo je prethodno stvoriti odgovarajuću geodetsku osnovu (temelj za izvođenje ostalih geodetskih radova), a za to je bila nužna nova triangulacija (Čolić 1994). Trigonometrijske točke uglavnom su ostale iste kao i u *franciskanskoj* izmjeri, ali je provedeno novo određivanje koordinata svih trigonometara na temelju lanaca trokuta osnovne trigonometrijske mreže (mreže za gradusna mjerenja 1862.–1898.). S jednim takvim lancem trokuta uz “bečki meridijan” (Das Polygonnetz im Wiener-Meridian), počevši od stare Sveučilišne zvjezdarnice u Beču, došlo se i do Palagruže (MGI 1873, 1895, 1901–1902). Početkom svibnja 1869. počinju geodetska opažanja na Palagruži na trigonometrijskoj točki Pelagosa I, stabiliziranoj na lako pristupačnom istočnom dijelu otoka. Potom slijede opažanja i na priključnim trigonometrijskim točkama: Tremiti, Giovannicchiou (M. Gargano), M. Hum (Vis) i Sv. Jure (Lastovo). Pritom su oba triangulatora, Austrijanac Hartl (s M. Huma) i Talijan Gaetaro (s Giovannicchioua), istodobno opažali svaki na “svoj” (prema njemu usmjereni) heliotrop na Palagruži (međusobno udaljeni oko 350 m) – otuda Pelagosa I i Pelagosa II (Zeger 1992, MGI 1873, 1895, 1901–1902). Zbog lošeg vremena, u listopadu su opažanja prekinuta, a u ljeto 1870. godine nastavljena i dovršena (Zeger 1992). To je prva geodetska izmjera koja je spojila istočnu i zapadnu stranu Jadrana. Preko trigonometrijske točke na Palagruži, jedne od 5 priključnih točaka, spojen je, dakle, dalmatinski dio austrougarske trigonometrijske mreže I. reda sa srodnom talijanskom mrežom (slika 1, lijevo). Vjerojatno je tada provedena i prva (djelomična i bez puno detalja) topografska izmjera Palagruže s ondašnjim mjernim priborom (geodetski stol i gledača, barometar) i koraćanjem. Iz treće topografske izmjere nastala je *specijalna karta* za cijelu Monarhiju u mjerilu 1:75 000 (752 lista). Jedan list specijalne karte nosi oznaku *Sv. Petar* (35. zona, XV. kolona) (Pilar 1890). Na tom je listu umetnuta karta Palagruže i Galijule s numeriranih ali neizrađenih listova *Pelagosa* (7056) i *Cajola* (7057). Prva topografska karta (specijalka) palagruškog otočja s naslovom *Sv. Petar, I. Pelagosa und Scg. Cajola* (6957), iz 1885. godine (slika 1, desno; K.u.k. militär-geographisches Institut 1885) nastala je, dakle, na temelju *francjozefske* topografske izmjere ali i hidrografskih (1866.–1874.) i revizijskih (1880.–1885.) hidrografskih izmjera Jadrana, koja je provodio Hidrografski ured iz Pule (K.u.k. militär-geographisches Institut) u sklopu izmjere Jadrana (Čolić i dr. 1996, Lovrić i Križovan 1986). Za ostvarenje četvrte ili *precizne* topografske izmjere Austro-Ugarske tre-

balo je u prvom redu stvoriti odgovarajuću geodetsku osnovu te se “*nastojalo mrežu I. reda za gradusna mjerenja (1862.–1898.), ... , učiniti upotrebljivom i za državnu izmjeru*” (Zeger 1992). Tako poboljšanu mrežu, nazvanu *Nova triangulacija I. reda Austro-Ugarske*, činila su 647 trokuta s prosječnom duljinom stranice od 30 km do maksimalno 120 km. Iz četvrte izmjere, započete 1896. godine, nastalo je, do prekida 1916., samo 388 listova karte u mjerilu 1:25 000 ali na njima nije bila obuhvaćena Palagruža.



Slika 1. Dio austrougarske i talijanske trigonometrijske mreže I. reda (lijevo). Umetnuta karta Palagruže i Galijule na list specijalne karte Sv. Petar, I. Pelagosa und Scg. Cajola iz 1885. godine (desno).

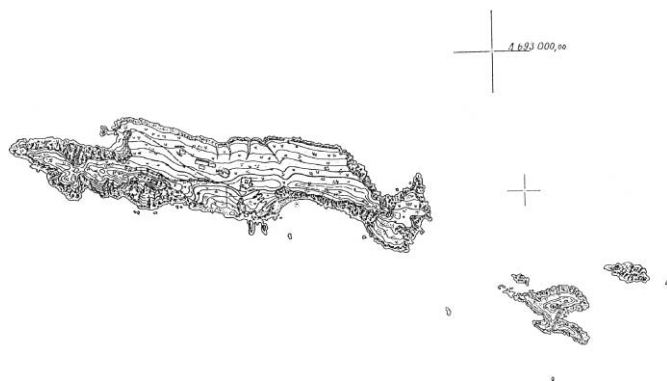
Općenito, do početka 20. stoljeća izvedeni su planirani osnovni geodetski radovi na trigonometrijskoj i nivelmanskoj mreži, provedena je topografska, hidrografska i katastarska izmjera cijele Monarhije, izrađene su, za to doba, pouzdane topografske, pomorske i katastarske karte (Čolić 1996).

U doba države SHS, odnosno Kraljevine Jugoslavije, nema u Hrvatskoj osnovnih geodetskih radova ali ni detaljnih topografskih izmjera. Naime, u Hrvatskoj je (osim Slovenije i BiH, koje su također bile u sklopu Austro-Ugarske Monarhije) postojala trigonometrijska mreža i smatralo se da je naslijedila dobre topografske karte. Od 1929. do 1933. godine Vojnogeografski institut (VGI) iz Beograda obnovio je sadržaj austrougarskih topografskih karata spomenutih područja a od izvornika (1:75 000) sastavljeni su originali u mjerilu 1:50 000 (Francula i Lapaine 2004).

Nakon II. svjetskog rata provodi se na području bivše Jugoslavije cjelovita triangulacijska, nivelmanska i topografska izmjera. Trigonometrijska mreža I. reda u Hrvatskoj (i Sloveniji, BiH i primorskom dijelu Crne Gore) oslanjala se djelomično i na poznate trigonometrijske točke iz *Nove triangulacije I. reda Austro-Ugarske* (Peterca i Čolović 1987, Čolić 1994). Provjera stanja, reambulacija, obnova ili nova stabilizacija trigonometrijskih točaka završena je do 1949. godine. Pri obnavljanju i stabilizaciji novih trigonometrijskih točaka I. reda na srednjodalmatinskim otocima (1948.), austrougarska trigonometrijska točka na Palagruži nije obnavljana i, prema tome, niti uključena u poslijeratnu trigonometrijsku mrežu I. reda. Istodobno sa završetkom radova na poslijeratnoj jugoslavenskoj trigono-

metrijskoj mreži I. reda (1946.–1949.), obavljaju se pripreme za njezino osuvremenjivanje i pretvaranje u astronomsko-geodetsku mrežu (Peterca i Čolović 1987). Naime, poslijeratna trigonometrijska mreža imala je dva značajna nedostatka – pogrešno određen položaj (oslanjanje na pogrešno određenu geodetsku osnovu) i pogrešnu prostornu orijentaciju. Palagruža nije uključena ni u astronomsko-geodetsku mrežu. Početkom 1970-ih dolazi do prekida gotovo svih osnovnih geodetskih radova, a dugotrajna triangulacijska mjerenja ne samo da nisu nikad bila u potpunosti obrađena, već nisu bila dostupna civilnim geodetskim ustanovama i znanstvenicima (Čolić i dr. 1996).

Prva cjelovita topografska izmjera bivše Jugoslavije uključujući i izradu osnovne topografske karate u mjerilu 1:25 000 (TK25), a iz nje i karata sitnijih mjerila 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000, trajala je od 1947. do 1975. godine (Peterca i Čolović 1987, Frančula i Lapaine 2004). Topografska izmjera provodila se grafičkim postupkom s pomoću kipregela i geodetskog stola, a od 1952. godine počinje se primjenjivati aerofotogrametrijska izmjera s terenskom (tahimetrijskom) dopunom (Peterca i Čolović 1987). Sve do 1957. usporedno su se upotrebljavala oba postupka izmjere, a poslije je klasična izmjera u potpunosti zamijenjena aerofotogrametrijskim postupcima. Topografska izmjera manjeg dijela Vele Palagruže – terena oko uvale *Zolo* do *Salamandrije* i uvale *Stora vloka* – provedena je 1952. godine grafičkim postupkom (Solarić 1995). Desetak godina poslije, 1964. godine, na temelju aerofotogrametrijske izmjere restitucijom je izrađena topografska karta *Palagruža* u mjerilu 1:10 000 (slika 2), koja prikazuje većinu otoka, otočića i hridi palagruškog arhipelaga. Naime, od 1963. do 1981. godine vrlo su često izrađivane topografske podloge u mjerilu 1:10 000 područja za koja još nije izrađena osnovna državna karta. Podloge su pretežno izrađivane iz aerosnimaka za TK25 (Peterca i Čolović 1987). Za položajno određivanje otočja na topografskoj karti stabilizirana je, najvjerojatnije početkom 1960-ih, na najvišoj stijeni Vele Palagruže u blizini svjetionika, nova trigonometrijska točka (slika 4), znatno pomaknuta u odnosu na uništenu austrougarsku triangulacijsku točku I. reda. Koordinate nove trigonometrijske točke određene su presjekom natrag i lučnim presjekom iz trigonometrijskih točaka 304 M. Hum (na Visu), 308 Sv. Jure (na Lastovu) i 377 na Sušcu (Solarić 1995). Razvojem slijepoga poligonskog vlaka (točke kojega su, stabilizirane uzduž V. Palagruže, pronađene) određene su i koordinate odabranih točaka



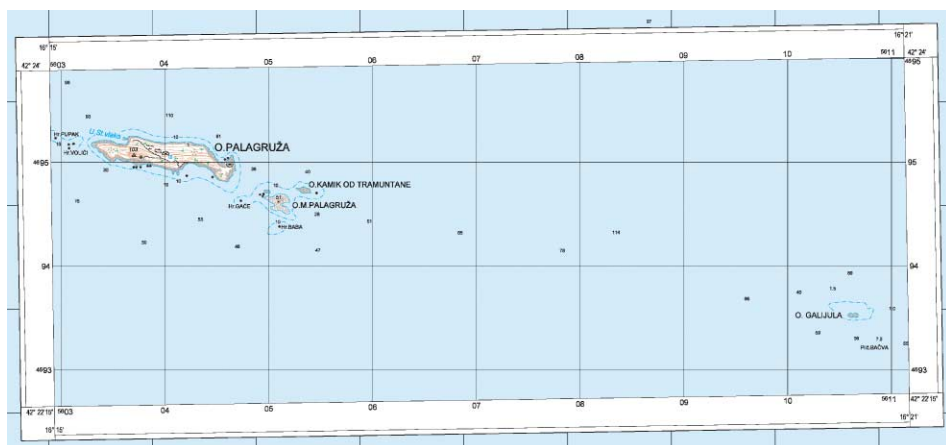
Slika 2. Dio topografske karte palagruškog otočja u mjerilu 1:10 000 iz 1964. godine.

(označene uklesanim križem u stijeni) na Maloj Palagruži i Galijuli. Po sjećanju i svjedočenju profesora F. Racetina, koji je do 1987. godine bio na čelu Kartografskog odjela ondašnjega Hidrografskog instituta JRM (HIJRM), kopija originala te karte (plana) nalazila se na odjelu (Racetin 1995).

Jedan list topografske karte bivše države u mjerilu 1:50 000 s naslovom *Otok Biševo I* (621-1), izdanje VGI iz 1981. godine (VGI 1981), sadrži i umetnutu kartu Palagruže i Galijule, izvedenu prikladnom generalizacijom sadržaja karte Palagruže (1:10 000) iz 1964. godine.

U suradnji s Geodetskim fakultetom Vojnogeografski institut provodi 1978. godine trilateracijsku izmjeru vanjskih otoka srednjeg i dijela južnog Jadrana radi utvrđivanja točnijih koordinata najudaljenijih pučinskih otoka Jabuke i Palagruže (i njihovo povezivanje u državnu mrežu) i, dakako, točnijih granica teritorijalnoga mora bogata ribom (osobito Jabuke i palagruškog otočja) (Birin 2010). Već 1979. godine ondašnja je država proglasila teritorijalno more u širini 12 nautičkih milja (Klemenčić i Topalović 2009). Za potrebe trilateracijske izmjere obnovljena je trigonometrijska točka na Palagruži (slika 4). Duljine stranica trokuta mjerene su geodimetrom AGA 8, a najdulje telurometrom MRA 2 (npr. Žirje–Vis, Vis–Palagruža, Lastovo–Palagruža). Nažalost, u arhivi Geodetskog fakulteta ne postoje kopije originalnih zapisnika mjerenja predanih VGI-u, kao ni popis koordinata izjednačene trilateracijske mreže (ibid.).

Osamostaljenjem 1991. godine Republika Hrvatska ostaje bez mogućnosti tiskanja TK25 jer su reprodukcijски originali ostali u Beogradu. Sredinom 1990-ih započinj u aerosnimanja teritorija RH radi izrade novih topografskih karata suvremenim digitalnim postupcima. Na temelju tih snimaka izrađen je i list *Otok Svetac* (4316-1-4-3) [Topografska karta (nova) 1:25 000, prvo izdanje DGU-a, URL 2] na kojem je umetnuta karta Palagruže i Galijule (slika 3) preuzeta iz topografske karte mjerila 1:25 000, izdanje DGU-a iz 1997. s djelomično ispravljenim nazivima i opisom, a ona je preuzeta iz TK25, izdanje VGI iz 1978. godine (Vilus 2010).



Slika 3. Umetnuta karta Palagruže i Galijule na list karte Otok Svetac (prvo izdanje DGU-a).

Hrvatska osnovna karta (HOK) 1:5000 (nekad Osnovna državna karta, ODK) topografska je karta koja se do 1991. izrađivala, a i danas se izrađuje, u Hrvatskoj u nadležnosti Državne geodetske uprave (Landek 2003, Frančula i Lapaine 2004). Izmjera palagruškog otočja za izradu HOK-a nije provedena.

Istodobnim GPS-mjerenjima na izabranim točkama kontinentalnog i otočnog područja, a u sklopu međunarodnog projekta EUREF, uključena je Republika Hrvatska 1994. godine u jedinstveni europski koordinatni okvir (Čolić i dr. 1996). U neposrednom nastavku ostvaren je i geodinamički projekt CRODYN. Trigonometrijska točka na Palagruži (stabilizirana najvjerojatnije početkom 1960-ih) odabrana je kao neizbježna GPS-točka (5010 Palagruža, slika 4), na kojoj se “opažalo” istodobno kada i na preostalih 12 točaka u priobalnom i otočnom dijelu Hrvatske. Zatim slijede do 2005. godine (ne)redovite GPS-kampanje u sklopu projekata EUREF-CRODYN ali i CROREF u svrhu geodinamičkih istraživanja na području Jadranskog mora te praćenja i kontrole geodetskih točaka osnovne GPS-mreže RH.



Slika 4. Trigonometrijska točka na najvišem vrhu otoka stabilizirana početkom 1960-ih, a obnovljena 1978. godine, ujedno i permanentna GPS-točka (5010 Palagruža) u projektima CRODYN i CROREF.

Premda je još prije 105 godina austrijski kartograf von Hartenthurn u časopisu *Neue freie Press* napisao “Palagruža treba postati znanstveno promatračka postaja”, tek se posljednje desetljeće 20. st., zahvaljujući arheologu i zaljubljeniku u Palagružu dr. sc. Branku Kiriginu, koji je sa svojim suradnicima dao značajan doprinos u rasvjetljavanju povijesti toga otočja, ideja o Palagruži kao *lanterni znanosti* počela razvijati i ostvarivati. Arheološki muzej i novoutemeljeni centar *Studia Mediterranea* Filozofskog fakulteta u Splitu namjeravaju urediti na Palagruži *Prirodoslovni i arheološki park Salamandrija* (koji financira Ministarstvo kulture RH) i međunarodni multidisciplinarni opservatorij *Lanterna znanosti o Sredozemlju*. Njegovim ostvarenjem ponudilo bi se domaćoj i svjetskoj akademskoj zajednici – profesorima i studentima geologije, oceanografije, geodezije, astronomije, arheologije, biologije, ornitologije, povijesti i drugih interdisciplinarnih znanstve-

nih područja – mogućnost dolaska na Palagružu i organiziranje susreta, seminara, radionica i drugog te tako promovirala zamisao o znanstvenom turizmu. Uz sudjelovanje različitih stručnjaka i znanstvenika u tom multidisciplinarnom projektu, važno je da i geodeti daju svoj stručni i znanstveni doprinos – ponajprije detaljnom topografskom izmjerom i izradom geoinformacijskog sustava (GIS-a) otočja i objekata na Veloj Palagruži (svjetionika, meteorološke postaje i arheoloških nalazišta, ali i groblja brodova u arhipelagu), kao prostornog modela/osnovice za raznovrsna geoznanstvena i druga istraživanja. Ujedno, to bi bio jedan od izvornika i za izradu Hrvatske osnovne karte (HOK) palagruškog otočja. Nastavkom stacionarnih GPS-mjerenja u sklopu projekta EUREF-CRODYN nastavila bi se znanstvena geodinamička istraživanja na Jadranu.

3. Suvremena topografska izmjera palagruškog otočja

Svi su palagruški otoci i otočići strmi (osobito s južne strane), raznolikog reljefa i razvedene obale te nepristupačni (osim nekoliko uvala). Najveći otok arhipelaga Vela Palagruža (tlocrtno poput morskoga konjica) duga je 1460 m i široka od 60 do 320 m, površine 0,275 km², s najvišim vrhom od 103,5 m udaljenim četrdesetak metara zapadno od svjetionika (slika 5). Na otoku se, osim svjetionika, nalazi i meteorološka postaja, helikodrom i nekoliko pomoćnih građevina, kao i vrijedno arheološko nalazište. Posebnost sjeverne strane otoka je padina, na kojoj su nekoć uzgajane žitarice, loza i povrće, a danas je prekrivena travom i “šumom” drvenastih mličika. Na južnoj strani dominiraju strme padine, litice koje se obrušavaju u more i kameni gromadi nad morem i u podmorju. Obala Vele Palagruže gotovo je nepristupačna, iznimku čine tek uvale *Zolo* na središnjem dijelu južne strane otoka i *Stora vloka*, skrivena u strmim sjeverozapadnim liticama.



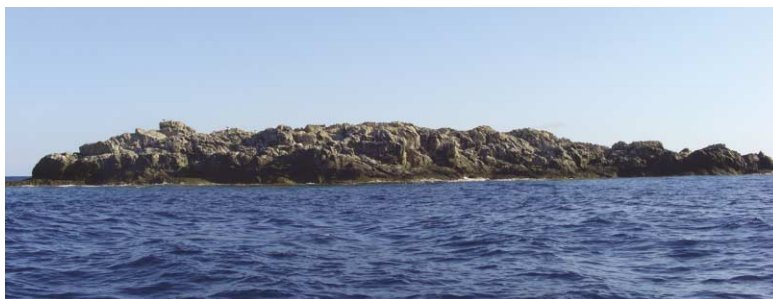
Slika 5. Panorama Vele Palagruže, sjeverna strana otoka (dobrotom M. Miše).

Tristotinjak metara jugoistočno od Vele je Mala Palagruža (lepezasta oblika gledana iz zraka) bez sagrađenog objekta, na kojoj je u prapovijesti bilo nalazište kремена. Duga je 360 m, široka i do 160 m a visoka 51 m, površine 0,035 km². Jedini je pristupačan dio obale uvala *Medvidina* na istočnoj strani otoka. Konfiguracija podmorja i pličina mora između Male i Vele Palagruže upućuju na to da su one nekada bile jedinstveni kopneni niz. Na Malu Palagružu nastavlja se, s istočne strane, Kamik od oštra (duljine 140 m, širine 30 m i visine 30 m), odvojen tek uskim prolazom. Sjeveroistočno od Male Palagruže nalazi se Kamik od tramuntane (duljine 165 m, širine 55 m i visine 38 m) (slika 6). Spomenimo poimence bar neke od desetak školja i sika razbacanih oko Vele i Male Palagruže i Kamika: Pupak, Volići, Gaće, Baba, Cufi, Pupak ol Kamika i drugi.



Slika 6. *Panorama Kamika od oštra i M. Palagruže (u prvom planu), Kamika od tramuntane (desno) i u pozadini V. Palagruže (dobrotom M. Miše).*

Oko 5,5 km istočnije od Male Palagruže prkosi mala (duljine 110 m, širine 40 m i površine 0,003 km²), niska (oko 7 m) i potpuno gola Galijula, koju zimi redovito ispiru valovi, ali osobita i kao najjužniji djelić kopna Republike Hrvatske (slika 7).



Slika 7. *Panorama Galijule (jugozapadna strana hridi).*

U rujnu 2008. godine, nakon više od pola stoljeća od posljednje djelomične topografske izmjere Palagruže (1952.), započeta je detaljna topografska izmjera palagruškog otočja suvremenim geodetskim mjernim instrumentima (Medak 2009). Do tada na Palagruži, a osobito na okolnim otočićima i hridima, nikada u cijelosti nije izvedena terenska izmjera. Na osnovi GPS-točke (5010 Palagruža, slika 4), određene u sklopu projekta EUREF-CRODYN, razvijena je geodetska osnova za izmjeru otoka, koju uz GPS-točku čine poligonske točke stabilizirane početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća, i novouspostavljene točke obilježene vodootpornim flomasterom. Stara austrougarska trigonometrijska točka iz 1869. godine kao i njezina osiguranja (uklesani križevi u stijenama) nisu pronađeni. Privremeno stabilizirane točke većinom su izabrane pri rubovima litica, odakle se moglo snimati znatno više detalja. Razvijanje geodetske osnove i snimanje mnogobrojnih detaljnih točaka obavljeno je s pomoću GPS RTK mjernih sustava *Trimble 5700* (u rujnu 2008.) i *TOPCON HiperPro* (u rujnu 2009.). Za snimanje teško prohodnih i nedostupnih dijelova otoka, kao i okolnih hridi upotrebljavana je mjerna stanica *Sokkia SET1030R3*.

Izmjera Vele Palagruže započela je GPS-mjerenjima na središnjem dijelu otoka te nastavljena na blažoj i prohodnoj sjevernoj padini, prekrivenoj travom i grmoličkom mličikom (slika 8).



Slika 8. GPS RTK izmjera središnjeg dijela i sjeverne padine Vele Palagruže.

Sjeverna se padina proteže od sjeverozapadne uvala *Stora vloka*, ispod svjetionika i arheološkog nalazišta pa sve do krajnjih istočnih litica otoka (slika 5). U "šumi" guste i visoke mličike često je dolazilo do prekida radioveze s baznom stanicom, a povremeno nisu primani signali potrebnog broja satelita. Na takvim je područjima snimljeno relativno malo točaka, no zbog jednoličnog terena i manje površine obrasle mličikom ipak dovoljno za vjerni prikaz terena. Neprohodna i nepristupačna područja, visoke i strme litice te karakteristične obalne točke bilo je nemoguće snimiti GPS-om. Za snimanje tih područja upotrijebljen je elektronički teodolit s integriranim impulsnim (laserskim) daljinomjerom. Zbog kapljica vode iznad burom uzburkane morske površine i vrlo dugih vizura (do 300 m), osobito prigodom snimanja okolnih hridi, katkad nije bilo povratnog laserskog signala. Ponavljanjem mjerenja, u trenucima bez vjetera, najčešće se uspjela izmjeriti udaljenost. Mjernom je stanicom snimljena i uvala *Zolo*, litice iznad nje i pomoćni objekti uz uvalu, te svjetionik

i meteorološka postaja. Staze po otoku kao i arheološko nalazište na *Salamandriji* (popločani plato, ostaci temelja crkve sv. Mihovila, ostaci temelja kasnoantičke utvrde te ruševine talijanskih radiopostaja iz II. svjetskog rata) snimljeni su GPS RTK postupkom. Zbog teško pristupačnog i slabo prohodnog zapadnog dijela Vele Palagruže i vremenskih neprilika (često je puhao snažan vjetar i izmjenjivalo se sunčano i kišno vrijeme) izmjera je prekinuta nakon desetak dana.

U rujnu 2009. godine nastavljena je izmjera palagruškog arhipelaga. Kako bi se što detaljnije snimio raznolik i vrlo složen reljef zapadnog dijela otoka, uspostavljeno je nekoliko orijentacijskih točaka i petnaestak novih stajališta, uglavnom po hrptu otoka ili na rijetkim stjenovitim zaravnima. GPS RTK postupkom snimljene su i detaljne točke po hrptu otoka te zaravan kod *Kapića* (slika 9). Brojne litice i stijene te karakteristične točke nepristupačnog terena zapadnog dijela otoka snimane su tahimetrijski mjernom stanicom. Tom su prigodom snimljene hridi Voliči, stotinjak metara zapadno od Vele Palagruže.



Slika 9. Tahimetrijska i GPS RTK izmjera zapadnog dijela Vele Palagruže.

U drugom dijelu izmjere snimljena je Mala Palagruža, a s nje Kamik od oštra i Kamik od tramuntane (slika 6). I na koncu, doslovno ophodana i izmjerena hrid Galijula (slika 7).

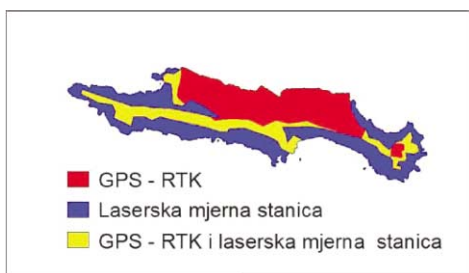
3.1. Prikupljanje i integracija podataka

“Razbacanost” otoka i hridi arhipelaga, vrlo složena konfiguracija terena, nepristupačnost i razvedenost obale uvjetovali su primjenu različitih geodetskih mjernih sustava i postupaka prikupljanja prostornih podataka.

Za izradu Hrvatske osnovne karte palagruškog arhipelaga (HOK 1:5000), izradu digitalnog modela terena (DMR) rezolucije 1 m te za stvaranje podloga za geo-informacijski sustav (GIS) upotrijebljeno je više izvora podataka. Terenskom izmjerom otočja prikupljeni su prostorni podaci, a istodobno i dio atributnih podataka o objektima i građevinama, flori i fauni, toponimima, arheološkim nala-

zištima i drugo. Obalna crta otoka, otočića i hridi određena je iz aerofotogrametrijskih snimaka. Kako je riječ o podacima prikupljenim različitim instrumentima i metodama, potrebno je, s obzirom na proizvode (HOK, DMR, GIS), definirati strukturu podataka i međusobnu povezanost te njihovu integraciju. GPS RTK je osnovni mjerni postupak prikupljanja prostornih ali i dijela atributnih podataka, zatim slijedi tahimetrijska izmjera mjernom stanicom i na kraju prostorni podaci iz aerofotogrametrijskih snimaka. Svi su atributni podaci (osim toponima) u izravnoj vezi s prostornom strukturom podataka. Toponimi, kao nezavisni atributni podaci (nisu izravno vezani uz terensku izmjeru), prikupljeni su naknadno.

Ovisno o konfiguraciji terena i njegovoj prohodnosti, topografska izmjera palagruškog otočja provedena je GPS-om i/ili mjernom stanicom. Tako je primjerice oko 30% površine Vele Palagruže izmjereno GPS-om, mjernom je stanicom izmjereno oko 55% površine, a kombiniranim mjerenjima 15% površine otoka (slika 10). Sličan omjer vrijedi i za Malu Palagružu. Hrid Galijula je u cijelosti izmjerena GPS-om, dok su Kamik od tramuntane i Kamik od oštra izmjereni mjernom stanicom s Male Palagruže. Sveukupno je snimljeno oko 6600 točaka (mjernom stanicom 4800, a GPS-om 1800 točaka), od toga je samo na Veljoj Palagruži snimljeno oko 5000 točaka.



Slika 10. Zastupljenost pojedinih mjernih sustava u izmjeri Vele Palagruže.

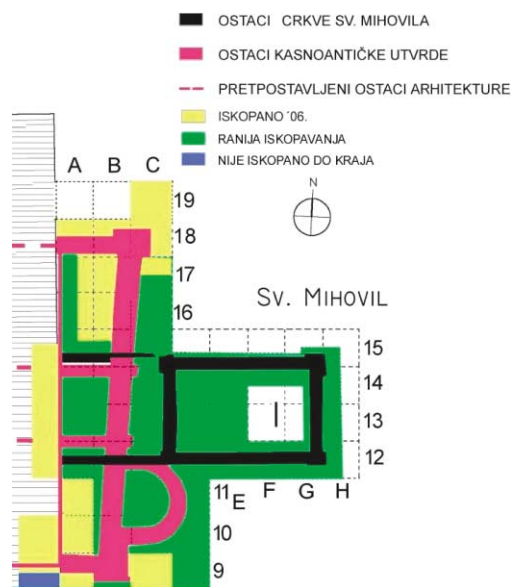
Zbog brojnih litica i hridi bilo je nemoguće snimiti sve točke obalne crte, stoga su upotrebljavane i aerofotogrametrijske snimke. Na temelju identičnih točaka na terenu i kombinacijom snimaka izrađeni su stereoparovi prema kojima su određene točke obalne crte (slika 11). Na pojedinim dijelovima nije postojala mogućnost



Slika 11. Georeferenciranje aerofotogrametrijskih snimaka.

preklopa dviju ili više snimaka pa su te snimke uklopljene na identične točke snimljene na obali (na približno istoj visini). Također su aerofotogrametrijske snimke primijenjene za izradu digitalnog modela terena u svrhu dodavanja realnih tekstura (renderiranje), te za određivanje vegetacijskih područja (flora) i za pripremu snimanja arheoloških nalazišta.

Prostorni podaci o prirodnim i izgrađenim objektima prikupljeni su izravno na terenu (uz detaljno fotografiranje), dok su atributni podaci pretežno prikupljeni naknadno. Uz sudjelovanje arheologa detaljno su snimljena arheološka nalazišta te potom prikupljeni mnogobrojni atributni podaci (slika 12) za izradu GIS-a.



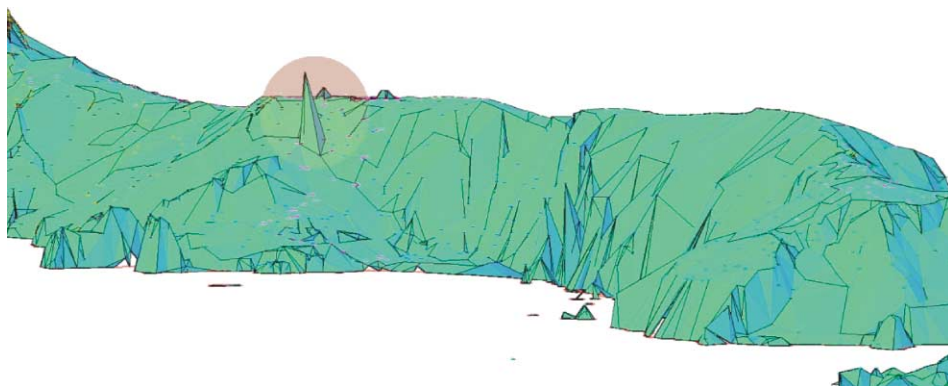
Slika 12. Dio skice arheološkog nalazišta na Salamandriji (Vela Palagruža) iz 2006. godine (Kirigin 2009).

Palagruški je arhipelag bogat toponimima, u prvom redu oronimima i hidronimima; samo ih Vela Palagruža ima više od 70. Toponimi, osim geografskog položaja, moraju pripadati izvornom onimikonu Palagruže uvažavajući pritom povijesne utjecaje različitih mediteranskih jezika. U suradnji s centrom *Studia Mediterranea Filozofskog fakulteta u Splitu* i sudjelovanjem dr. sc. B. Kirigina i prof. dr. sc. J. Božanića prikupljeni su izvorni nazivi i toponimi otoka, otočića i hrđi palagruškog arhipelaga. Navodimo samo nekoliko toponima Vele Palagruže (od mnogobrojne, neobično bogate, otočne toponimije) u izvornom (komiškom) govoru: *Kapić, Karić, Stora vloka, Lanterna, Sika ol picokor, Kaštil, Pod lozje, Pol vartle, Vartli, Kova, Mundanova, Cuf od pulenta, Dobri konol (Ume cufe), Cuf ol levanta, Jastozera ol zolo, Stradun, Salamandrija, Sveti Mihovil, Pulentino, Zolo, Kapara, Pol Klobuk, Konfin, Bardo ol Mondefusta, Puntin ol Mondefusta, Mondefust, Janhotova njiva, Balunići, Puntin ol Zdrila, Zdrilo, Sika ol Mondefusta* (Kirigin i Božanić 2009).

3.2. Vizualizacija prostornih podataka

Vizualizacijom prostornih podataka (geovizualizacijom) u konačnici stvaramo sliku prostora – virtualnu stvarnost, koju možemo prikazati primjerice kartom, rasterskim DEM/DTM, 3D modelom, ali i drugim slikovnim predočenjima.

Podaci izmjere iz rujna 2008. i 2009. godine obrađeni su, a koordinate točaka pripremljene kao tekstualni zapis (format: ‘broj točke’, ‘Y’–smjer istok, ‘X’–smjer sjever, ‘Z’–ortometrijska visina, ‘D’–”Description” ili obilježje točke) za geovizualizaciju. Također su unesene koordinate obalne crte, prethodno određene s georeferenciranih aeromnaka. Plošna struktura (eng. *surface*) izrađena je programskim paketom AutoCAD Civil 3D, spajanjem i kombiniranjem svih točaka i lomnih crta formirajući nepravilnu mrežu trokuta (Triangular Irregular Network, TIN). Filtriranjem koordinata izbacujemo one točke koje “lete”, tj. one koje svojim prostornim položajem (ovdje se najčešće misli na odstupanje u visinskom smislu) grubo odstupaju od terena u stvarnosti (slika 13).



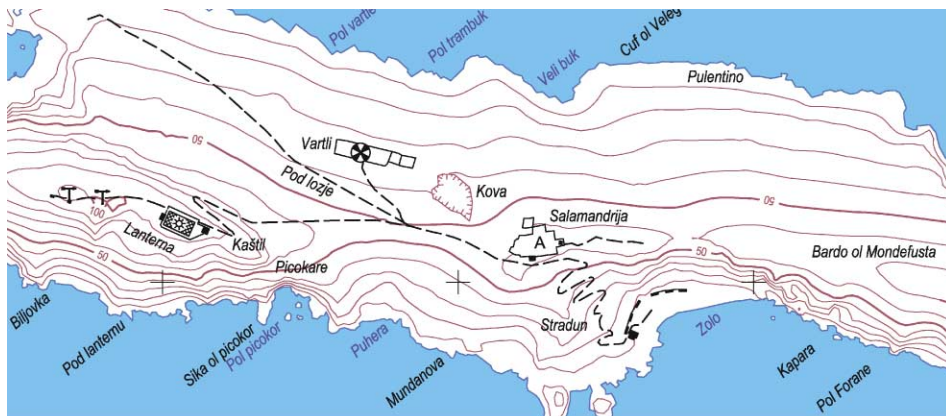
Slika 13. Grubo odstupanje snimljene (izmjerene) točke od terena u stvarnosti.

Nakon filtriranja koordinata primjenom metode kriginga (geostatistička interpolacija) geovizualizirane su slojnice za izradu HOK-a. Predicirane vrijednosti visina određene su prema standardnom modelu kriginga (URL 3):

$$z_{OK}(S_0) = \sum_{i=1}^n w_i(S_0) z(S_i) = \boldsymbol{\lambda}_0^T \mathbf{z},$$

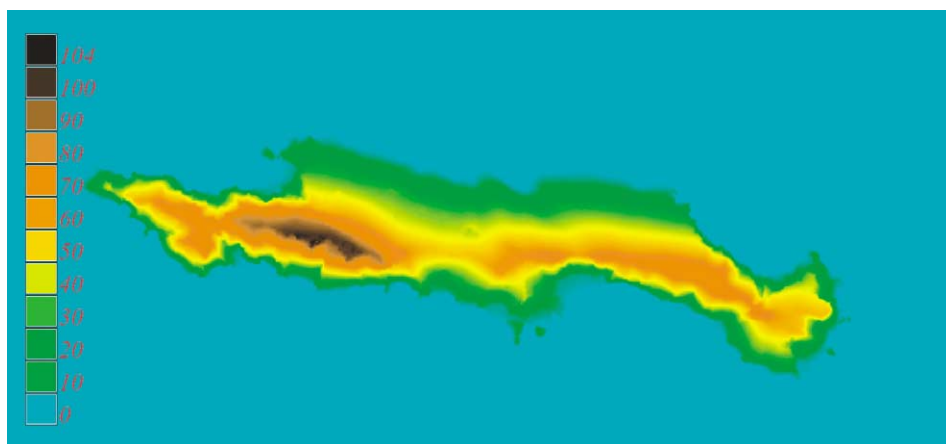
gdje su $z_{OK}(S_0)$ interpolirana vrijednost visine, $\boldsymbol{\lambda}_0^T$ vektor kriging težina (w_i), a \mathbf{z} vektor koji sadrži n opažanja. Na slici 14 prikazan je dio Hrvatske osnovne karte (HOK) Vele Palagruže u mjerilu 1:5000, sa slojnicama, objektima, topografskim znakovima, obalnom crtom i toponimima (oronimima i hidronimima).

Karta je najstariji i najrašireniji tip vizualizacije. Svrha je takve vizualizacije “prepoznavanje predloška i oblikovanje poretka”, odnosno snalaženje u prostoru (orijentacija) i evidentiranje objekata i njihovih odnosa ali i štošta drugo. Kako je riječ o 2D prikazu, snalaženje u stvarnom svijetu (3D) ipak je otežano, premda je reljef prikazan slojnicama.



Slika 14. Dio HOK-a Vela Palagruža.

Primjenom interpolacije po metodi krigeinga izrađena je i tekstualna datoteka DEM/DTM (Digital Elevation Model/Digital Terrain Model) s položajnom rezolucijom 1x1 m. Učitavanjem DEM-datoteke u GIS-program i uključivanjem palete boja dobiven je rasterski visinski prikaz, gdje svaki slikovni element (piksel) ima pridodanu boju prema (normalnoj ortometrijskoj) visini. Osobito je važno za visinski prikaz pravilno izabrati i nijansirati boje, što je danas olakšano jer postoje standardizirane palete boja za prikazivanje reljefa. Na slici 15 prikazan je reljef Vele Palagruže u standardnoj paleti boja rezolucije 1x1 m.



Slika 15. Rasterski prikaz digitalnog modela reljefa Vele Palagruže u rezoluciji 1x1m.

Takva vizualizacija ima neke prednosti u odnosu na kartu jer omogućava jednostavnije GIS-analize, određivanje najbržeg i najpovoljnijeg puta, 3D udaljenosti, nagibe terena i drugo. Glavni je nedostatak takve vizualizacije nedovoljna točnost prikaza reljefnih posebnosti, primjerice naglih lomova terena.

Prikaz površine pomoću 3D DSM-modela (Digital Surface Model) primjenom interpolirane TIN-strukture najsloženija je i najvjerodostojnija vizualizacija, osobito ako je riječ o naglim visinskim promjenama terena. 3D DSM-modeli trebaju sadržavati stvarne (3D) odnose između točaka, stvarne teksture, stvarna (plastična) svojstva reljefa i objekata, realne sjene i osunčanost s obzirom na godišnje doba i doba dana te interaktivnost modela za bilo koji pogled. Na slici 16 prikazan je dio 3D DSM mjernog modela Male Palagruže s realnim teksturama i reljefnim posebnostima.



Slika 16. 3D DSM model Male Palagruže, pogled jugozapad-sjeveroistok.

Uobičajeno, vizualizacije 3D DSM realnim modelima upotrebljavamo za složenije GIS-aplikacije, geoprostorne analize i drugo.

4. Zaključak

Zbog njezine izoliranosti i velike udaljenosti od kopna i najbližih otoka znanstvenici su rijetko posjećivali i istraživali Palagružu sve do devedesetih godina 20. st., kada ponajprije arheolozi a potom i drugi počinju sustavno istraživati otok. Na početku treće ili *francjozefske* topografske izmjere (1869.–1887.) u sklopu osnovnih geodetskih radova obavljena su prva geodetska mjerenja na Palagruži. Iz *treće* topografske izmjere i mnogobrojnih mjerenja dubina mora nastaje i prva topografska karta (specijalka) palagruškog otočja (1:75 000). Tek početkom 1960-ih godina provedena je nova položajna izmjera otočja, a 1964. izrađena je iz aerofotogram-

trijjskih snimaka topografska karta Vele Palagruže (1:10 000) i drugih (ali ne svih!) otočića i hridi. Jedan list topografske karte bivše države u mjerilu 1:50 000 s naslovom *Otok Biševo 1* (VGI 1981.) sadrži i umetnutu kartu Palagruže i Galijule, izvedenu prikladnom generalizacijom sadržaja karte iz 1964. godine. Radi izrade novih topografskih karata (TK25) suvremenim digitalnim postupcima započela su u RH sredinom 1990-ih aerosnimanja državnog teritorija. Godine 2003. izrađen je i list *Otok Svetac* (TK25 nova, prvo izdanje DGU) na kojem je umetnuta karta Palagruže i Galijule preuzeta iz TK25 (DGU, 1997.) s djelomično ispravljenim nazivima i opisom, a ona je preuzeta iz TK25 (VGI, 1978.). Terenska dopuna ili nova izmjera palagruškog otočja za izradu nove TK25 do sada nije provedena. Kao i na prijašnjim, i na toj karti nisu prikazani svi otočići i hridi a neki su i “spojeni”.

U najpreciznijoj i najdetaljnijoj topografskoj izmjeri palagruškog otočja, provedenoj u rujnu 2008. i 2009. godine, prvi su put izmjerom obuhvaćeni svi otoci, otočići i hridi. Primjenom terestričkih, satelitskih i aerofotogrametrijskih postupaka izmjere prikupljeni su položajni i atributni podaci značajni kao jedan od izvornika za izradu Hrvatske osnovne karte palagruškog arhipelaga, ali i za izradu digitalnog modela reljefa i 3D DSM-modela otoka i otočića kao prostorne osnove za raznovrsna geoznanstvena, oceanografska, meteorološka, arheološka, ornitološka i druga interdisciplinarna istraživanja i motrenja. Naime, u mnogim interdisciplinarnim istraživanjima gotovo je nemoguće analizirati podatke bez odgovarajuće vizualizacije, koja često daje i bolji uvid u prikupljene podatke. Izradom geoinformacijskog sustava otočja (GIS-a) te njegovom implementacijom na internet bit će ostvareni uvjeti za on-line i interaktivnu obradu, analizu i interpretaciju interdisciplinarnih mjerenja. I ne manje značajno, preciznom izmjerom palagruškog otočja posredno je omogućeno točnije određivanje granica teritorijalna mora i ostvarena prostorna komponenta u organiziranju, upravljanju, zaštiti i očuvanju otočja.

“Zbog svega navedenog autori ovog rada ukazuju na neizbježnu ulogu geodezije u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti palagruškog otočja.”

ZAHVALA. Zahvaljujemo Državnoj geodetskoj upravi što je u okviru projekta “Provedba topografske izmjere u svrhu izrade Hrvatske osnovne karte mjerila 1:5000 za područje otoka Palagruže” financirala ovaj rad.

Zahvaljujemo direktorima geodetskih i građevinskih tvrtki koji su financijski potpomogli provedbu geodetske izmjere palagruškog otočja, gospodi: Josipu Joviću (ZG-PROJEKT d.o.o.), Nevenu Čoliću (NAVIGO Sistem d.o.o.), Darku Caru (CADCOM d.o.o.), Nenadu Smolčaku (GEOMATIKA Smolčak d.o.o.), Đuri Zaloću (GEO CENTAR d.o.o.) i Dragutinu Šoštaru (GEOIZMJERA d.o.o.).

Zahvaljujemo prof. dr. sc. Mariu Brkiću i njegovim suradnicima što su nam ustupili GPS-mjerenja iz geomagnetske izmjere Palagruže obavljene 2008. i 2009. godine.

Zahvaljujemo MUP-u RH, Odjelima pomorske i aerodromske policije iz Splita i Dubrovnika što su nam omogućili prijevoz policijskim plovilom do Palagruže i natrag, te “Ploputu” i palagruškim svjetioničarima na ljubaznosti i gostoprimstvu.

Literatura

- Birin, I. (2010): Osobni razgovori i dopisivanje.
- Bognar, A. (1996): Geomorfološke značajke arhipelaga Palagruže, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 87–95.
- Brkić, M., Šugar, D., Pavasović, M., Rezo, M. (2009): Osnovna geomagnetska mreža Republike Hrvatske, Državna geodetska uprava RH, Izvješća o znanstveno-stručnim projektima iz 2007. i 2008. godine, Zagreb.
- Čolić, P. K. (1994): Suvremeni pogled na Pilarevo djelo “Geografske koordinate ...”, Zbornik znanstvenog skupa o Gjuri Pilaru (1846.–1893.), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Knjiga 11, Zagreb, 135–172.
- Čolić, P. K. (1996): Hrvatska geodezija od 1874. godine do danas, Izložba Znanost u Hrvata, lipanj–listopad 1996., MGC Jezuitski trg 4, Zagreb.
- Čolić, K., Bašić, T., Špoljarić, D., Pribičević, B., Solarić, R., Čolić, N. (1996): Stara i nova geodetska mjerenja na Palagruži, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 123–138.
- Duplančić, A. (1996): Palagruža na starim kartama do sredine 19. stoljeća, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 31–38.
- Forenbaher, S., Kaiser, T. (1997): Palagruža, jadranski moreplovci i njihova kamena industrija na prijelazu iz bakrenog u brončano doba, Opuscvla Archaeologica, Radovi Arheološkog zavoda, Vol. 21, No. 1, 15–28.
- Frančula, N., Lapaine, M. (2004): Hrvatska geodezija od 1878. do 2003. godine, 1. dio, Geodetski list, 1, 15–34.
- Fričanović, M. A. (1996): Palagruža – zemljopisno obilježje i posebnosti, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 81–85.
- Katušić, Z. (1996): Povijest, stanje i mogućnost nastavka meteoroloških mjerenja na Palagruži, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 225–231.
- Kirigin, B. (1996): Arheološka baština Palagruže, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 19–25.
- Kirigin, B. (2008): Besida o Palagruži – studija o najudaljenijem arhipelagu Jadrana, Split (knjiga u tisku).
- Kirigin, B. (2009): Skica arheološkog nalazišta na Salamandriji iz 2006. godine.
- Kirigin, B., Božanić, J. (2009): Osobni razgovori i dopisivanje.
- Klemenčić, M., Topalović, D. (2009): Morske granice u Jadranskome moru, Geoadria 14/2, Zagreb, 311–324.
- Kozličić, M. (1996): Otok Palagruža na antičkim pomorskim putovima, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 39–44.
- K.u.k. militär-geographisches Institut (1885): Sv. Petar, I. Pelagosa und Scg. Cajola (7056), M 1:75 000, topografska karta (specijalka) palagruškog otočja, (osobna zbirka prof. dr. sc. B. Kanajeta).
- Kuk, V., Skoko, D. (1996): Seizmološke značajke područja otoka Palagruže, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 365–369.
- Landek, I. (ur.) (2003): Katalog proizvoda 2003, Republika Hrvatska, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Lovrić, P., Križovan, Z. (1986): I Palagruža je Jugoslavija – o prikazu Jugoslavije na kartama sitnijih mjerila, 5. Jugosl. savjetovanje o kartografiji, Zbornik, knjiga I, Novi Sad, 207–216.

- Marković, M. (2004): Hrvatski otoci na Jadranu, Naklada Jesenski i Turk, Zagreb.
- Medak, F. (2009): Geodetska izmjera otoka Palagruže, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- MGI (1873): Die astronomisch-geographischen Arbeiten des k.u.k. Militär-geographischen Institutes in Wien, 2. Band, Wien.
- MGI (1895): Die astronomisch-geographischen Arbeiten des k.u.k. Militär-geographischen Institutes in Wien, 5. Band, Wien.
- MGI (1901–1902): Die Ergebnisse der Triangulierungen des k.u.k. Militär-geographischen Institutes, Band I, Band II, Wien.
- Nadilo, B. (2000): Razvitak hrvatskih otoka, Građevinar, 52, 4, 251–258.
- Pandžić, K., Sijerković, M. (1996): Dosadašnja istraživanja klime Palagruže, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 299–306.
- Peterca, M., Čolović, G. (1987): Geodetska služba JNA, Monografija, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd.
- Pilar, G. (1890): Geografske koordinate ili položaji glavnijih tačaka Dalmacije, Hrvatske, Slavonije i dielomice susjednih zemalja, imenito Bosne i Hercegovine, Istre, Kranjske itd. na temelju nove specijalne karte austrougarske monarkije u mjerilu 1:75.000, Jugosl. akademija znanosti i umjetnosti, Djela, Knjiga X., Zagreb.
- Piplović, S. (1996): Svjetionik na Palagruži, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 141–147.
- Racetin, F. (1995): Osobna prepiska profesora F. Racetina i akademika K. Čolića.
- Solarić, R. (1995): Kopija karte (plana) Palagruže (1:10 000) iz 1964., kopija zapisnika računanja koordinata i popisa koordinata.
- Šerić, N. (2003): Čuvari i nakit Jadranske obale (XV. dio), Hrvatska vodoprivreda, 125–126, 59–63.
- Šimunović, P. (2005): Toponimija hrvatskoga jadranskog prostora, Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.
- VGI (1981): Otok Biševo 1, Karta JNA 1:50 000 (621-1), Vojnogeografski institut, 1981., kartog. izvor 1:25 000, premjer 1961., dopunjeno 1979. (zbirka Zavoda za kartografiju i fotogrametriju Geodetskog fakulteta).
- Vilus, I. (2010): Osobni razgovori i dopisivanje.
- Visković, B. (1996): Palagruža u borbi za prevlast na Jadranu (19. i 20. st.), Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 51–56.
- Zeger, J. (1992): Die Historische Entwicklung der Staatliche Vermessungsarbeiten (Grundlagenvermessungen) in Österreich, Band III Gradmessung, Wien.
- Zore-Armanda, M. (1996): Razvoj oceanografskih istraživanja u vodama Palagruže, Zbornik radova sa simpozija Palagruža – jadranski dragulj, Split-Kaštela, 317–327.
- URL 1: Faričić, J.: Pomorske karte, Geografija.hr, <http://www.geografija.hr/clanci/900/pomorske-karte>, (22. 3. 2009.).
- URL 2: DGU – Nove TK25, <http://www.dgu.hr/UserDocsImages/tk25nove.pdf>, (24. 3. 2010.).
- URL 3: Hengl, T.: A practical guide to geostatistical mapping, <http://www.lulu.com/product/item/a-practical-guide-to-geostatistical-mapping/6379057>, (10. 2. 2010.).

Modern Topographic Survey and Geovisualisation of Palagruža Archipelago Needed in Interdisciplinary Research

ABSTRACT. The paper describes geodetic measurements on Palagruža from the first triangulation and topographic survey up to GPS measurements within the scope of the projects EUREF and CRODYN. There is also the first detailed topographic survey of the entire area of the Palagruža islands. Modern terrestrial, satellite and aerial photogrammetric procedures were used to collect positional and attribute data of the islands. These data are needed as one of the sources for the production of Croatian Base Map (CBM), but also for the production of digital terrain model (DTM) and 3D digital surface model (DSM) for the islands and small islands as spatial basis for interdisciplinary scientific research and monitoring.

Keywords: Palagruža, topographic survey, visualisation of spatial data, CBM 1:5000, DTM, 3D DSM, interdisciplinary research.

Prihvaćeno: 2010-05-12