

U trećem, odnosno četvrtom poglavlju obrađeni su koordinatni sustavi koji se rabe pri izvođenju GPS-mjerenja te transformacije koordinata za potrebe uklapanja u koordinatni sustav državne izmjere.

Na koji način provesti uklapanje GPS-mjerenja u terestričke sustave navodi se u petom poglavlju disertacije. Izložene su dvije metode: "uklapanje bez" i "uz očuvanje susjedstva". Teoretska objašnjenja tih dvaju modela uklapanja provjerena su, ispitana i primijenjena na uspostavi geodetske osnove grada Samobora, a rezultati su izloženi u devetom poglavlju ove disertacije.

Uspostava suvremenih geodetskih osnova najčešće se izvodi kombinacijom terestričkih i GPS-mjerenja. Problemi koji se pojavljuju prilikom izjednačenja tako kombiniranih opažanja navedeni su u šestom poglavlju.

Kako primjena novih tehnologija pri uspostavi geodetskih osnova nema jednakih pravilnika ili smjernica o metodama i točnosti rada, izvršena je analiza optimalne točnosti mjerenja sa stajališta matematičke statistike. U svrhu cjelovite ocjene točnosti autor je izveo posebna GPS-mjerenja na kalibracijskoj bazi i zagrebačkoj osnovici, kao i brojna drugovrsna geodetska opažanja za određivanje dovoljno točne plohe geoida. Sva mjerenja te analize točnosti i preciznosti mjerenja iskazani su u sedmom i osmom poglavlju.

Konačni rezultati i vrlo detaljni zaključci rezultat su opsežnog istraživačkog rada obavljenog uz primjenu znanstvenih metoda obrade i analize kako u teorijskom pogledu tako i u praktičnoj primjeni. Kako su, prvi put u nas, obrađena dva modela uklapanja satelitskih mjerenja u terestričke koordinatne sustave, autor iznosi prednosti i nedostatke oba spomenuta modela te predlaže da se za uklapanje GPS-opažanja u konvencionalne terestričke sustave koristi metoda uklapanja "uz očuvanje susjedstva". Stoga je ovaj rad, po metodologiji obrade, originalni znanstveni rad s vrijednim doprinosom geodetskoj znanosti i praktičnoj geodetskoj primjeni.

Zdravko Kapović

BRANKICA CIGROVSKI-DETELIĆ DOKTORICA TEHNIČKIH ZNANOSTI



Mr. sc. Brankica Cigrovski-Delečić obranila je 17. prosinca 1998. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu disertaciju pod naslovom *Primjena GPS mjerenja i geotektonskih informacija u obradi geodinamičke mreže CRODYN 94-96*. Mentor je bio akademik Krešimir Čolić, a u povjerenstvu za ocjenu bili su prof. dr. sc. Miljenko Solarić, prof. dr. sc. Eduard Prelogović i akademik Krešimir Čolić. Pristupnica je obranila disertaciju pred povjerenstvom u istom sastavu.

B. Cigrovski-Delečić rođena je 26. siječnja 1952. godine u Stipernici, općina Pregrada u Hrvatskom zagorju. Osnovnu i Geodetsku tehničku srednju školu pohađala je u Zagrebu. Maturirala je 1971. s odličnim uspjehom. Na Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisuje se 1971. godine. Tijekom studija, 1973. i 1974. dobila je dvije Nagrade rektora za odlične studente. Diplomski rad iz područja inženjerske geodezije pod naslovom *Izjednačenje trigonometrijske mreže za cestovni tunel kroz Učku* radi pod vodstvom prof. Mate Jankovića. Završila je studij među prvim studentima u generaciji te diplomirala s odličnim uspjehom u studenome 1976. godine.

Po završetku studija radi honorarno u Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta na izradi karte svijeta u mjerilu 1:1 000 000. Za asistenticu iz Više geodezije kod prof. Veljka Petkovića izabrana je 1. ožujka 1977. Vodi također vježbe iz Osnova više geodezije i kartografije (Kulturno-tehnički smjer), Izrade planova i Gravimetrije.

Akademski stupanj magistricе tehničkih znanosti (znanstveno polje geodezija) stekla je 6. lipnja 1989. godine, obranivši magistarski rad pod naslovom *Analiza točnosti mjerenja u dijelu trigonometrijske mreže II. reda SR Hrvatske*. Mentor magistarskog rada bio je prof. Stjepan Klek.

Od 1991. radi na znanstvenom projektu *Osnovni geodetski radovi informacijskog prostornog sustava RH*. Sudjeluje u terenskim mjerenjima u gotovo svim GPS-kampanjama izvođenima u sklopu toga projekta. Od 1996. prijavljuje se za rad na znanstvenom projektu *Fizikalna i satelitska geodezija RH* u okviru kojega je izradila disertaciju.

Rezultate znanstvenih istraživanja objavila je u devet radova, od kojih su pet izvorni znanstveni članci, a ostala četiri pregledni radovi. Pohađala je dvosemestralni tečaj za pedagošku izobrazbu sveučilišnih asistenata. Položila je stručni ispit. Služi se engleskim, njemačkim i poljskim jezikom.

Disertacija je izrazito interdisciplinarna, povezuje fizikalnu i satelitsku geodeziju s geologijom i geofizikom. Izrada rada započela je u Zagrebu na Geodetskom i Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu. Dio je izrađen u Njemačkoj (Frankfurt na Majni), za studijskog boravka pristupnice u Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (prije Institut für Angewandte Geodäsie – IfAG). Rad je dovršen u Zagrebu.

Kratak sadržaj disertacije

Doktorski rad sadrži 145 stranica formata A4 sa 40 slika, 11 tablica, 23 stranice priloga, popis literature sa 77 naslova, sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku te kratak životopis.

Rad je podijeljen u sljedeća poglavlja:

Predgovor

Skraćenice i pojmovi

1. Uvod
2. Geotektonika
3. Projekt CRODYN
4. Tenzorski prikaz koordinatnih sustava
5. Geometrijsko modeliranje
6. Metode deformacijske analize
7. Primjena analitičke teorije deformacija
8. Komparacija geodetskih i geoloških modela recentnih tektonskih pomaka
9. Zaključak

U uvodnom dijelu saznajemo da je glavni zadatak ovoga rada određivanje deformacija vanjske Zemljine površine geodetskim metodama na području protezanja projekta CRODYN, te usporedba dobivenih rezultata s geotektonskim informacijama za to područje, sukladno teoriji kretanja litosferskih ploča. Geodetski model deformacija postavljen je na temelju GPS-mjerenja provedenih u dvije kampanje projekta CRODYN, prve 1994. i druge 1996. godine.

Na temelju visokotočnih geodetskih GPS-mjerenja u geodinamičkoj mreži CRODYN, primjenom plošne deformacijske teorije, postavljen je geodetski model recentnih tektonskih pomaka. Primjena te metode za računanje i interpretiranje deformacija gornje Zemljine površine dala je vrlo dobre rezultate. Stvorena je mogućnost usporedbe matematički (geodetski) definiranih prostornih pomaka u razdoblju od samo dvije godine s geološkim modelom tektonskih pokreta koji se temelji na terenskim motrenjima pomicanja što se događaju milijunima godina.

Rezultati zajedničkog izjednačenja GPS-kampanja CRODYN 94 i CRODYN 96 pokazuju zamjetnu sustavnost u orijentaciji kako horizontalne tako i vertikalne komponente vektora brzina pomaka. Uspoređivanjem smjerova kretanja struktura uz površinu, dobivenih geološkim i geodetskim metodama, vidljiva je njihova različitost. Prema geološkim pokazateljima smjer pomaka struktura uz površinu na naznačenim je mjestima generalno prema ju-

gu-jugozapadu, dok su brzine vektora pomaka dobivene iz geodetskih mjerenja na najvećem broju točaka usmjerene prema sjeveru–sjeverozapadu.

Općeniti je zaključak da se južni dio Jadranske mikroploče još uvijek naslanja na Afričku ploču, koja se kreće u smjeru sjever–sjeverozapad. Pomak je u tom smjeru dominantan, tako da je veći od pomaka struktura uz površinu koje se pomiču zbog djelovanja regionalnog stresa. Zamjetna je i promjena smjera horizontalnih komponenti vektora brzina na sjeverozapadnom dijelu promatranog područja izrazito prema zapadu, što upućuje na blagu rotaciju Jadranske mikroploče.

Na promatranom su području, primjenom plošne deformacijske teorije, matematički definirane različite zone deformacija: ekstenzija, kompresija i zone bez većih deformacija vanjske Zemljine površine. One pokazuju visok stupanj korelacije s geološkim modelom tektonskih pomaka na istraživanom području. Tektonski najaktivnija područja, na kojima su smješteni epicentri najjačih potresa, također se vrlo dobro poklapaju s kompresijskim zonama u geodetskom modelu tektonskih pokreta.

Zona najvećih ekstenzija nalazi se u sjeverozapadnom dijelu promatranog područja. Vrijednost ekstenzije na tom području iznosi (maksimalno) 6 mm na duljinu od 10 km. Na jugoistočnom i južnom dijelu promatranog područja otkrivene su zone s manjim vrijednostima ekstenzija, i to od 1 do 3 mm na 10 km. Rezultati geodetskih mjerenja također ukazuju na dvije zone kompresija: jedna je smještena na sjeverozapadnom, a druga na jugoistočnom dijelu promatranog područja. Između tih zona, prema geodetskim pokazateljima, nalazi se područje bez većih deformacija vanjske Zemljine kore, ali s malo GPS-točaka. Sve matematički definirane deformacije u potpunom su skladu s geološkim spoznajama o tektonskim pokretima na ispitivanom području.

Ključno u geološkom modelu jest pomicanje Jadranske mikroploče generalno prema sjeveru–sjeverozapadu i odupiranje masa Dinarida tim pomacima. Zbog stiještena položaja između regionalnih masa Apenina, Alpa i Dinarida Jadranska mikroploča se slama ili puca (rasjeda) i dodatno deformira. Prepoznatljiva su dva veća dijela mikroploče u sjevernom i južnom dijelu Jadrana, koji svojim pomacima izazivaju povećanu kompresiju. Kompresijske zone prepoznatljive su po izrazitim seizmičkim aktivnostima, a njihovo postojanje potvrđuju i geodetska mjerenja.

Podaci o orijentaciji stresa koji su dobiveni interpolacijom između geodetskih GPS-točaka, kao i informacije o zonama kompresija i ekstenzija pokazuju iznimno dobru podudarnost s geološkim spoznajama. To neosporno potvrđuje da je izabrana metoda geometrijskog modeliranja unutarnjih i vanjskih deformacija Zemljine površine teorijski ispravna, te da su sva računanja provedena korektno. Potrebno je naglasiti da su u geološkom modelu prikazani samo pomaci uzduž najvažnijih rasjeda, koji graniče s geološkim strukturnim jedinicama. Međutim, u širokim zonama reversnih rasjeda ili u zonama izrazite kompresije može doći do gravitacijskih ili reversnih pomaka suprotnih od naznačenih. Također treba imati na umu da nema strukturno-geoloških mjerenja oko svih geodetskih točaka uključenih u projekt CRODYN.

Zaključno se može reći da svi pokazatelji unutarnjih i vanjskih plošnih deformacija otkrivaju istovjetne zone deformacija gornje Zemljine kore na istočnoj obali Jadranskog mora, kako za slučaj ekstenzije tako i za kompresiju.

Petar Krešimir Čolić