

GEODĀSIE (GEODEZIJA)

od W. Torgea

S knjigom »Geodāsie«, autor koje je Dr.-Ing. Wolfgang Torge, redovni profesor na Tehničkom sveučilištu u Hannoveru (SR Njemačka) i direktor tamošnjeg Instituta za teorijsku geodeziju, imamo pred sobom jedan posebno vrijedan doprinos svjetskoj geodetskoj literaturi.

Knjiga je džepnog formata (!), izdavača Walter de Gryter, Berlin — New York 1975., u poznatoj seriji »Sammlung Göschen«, na njemačkom jeziku. Ima 268 stranica a sadržaj podijeljen u 6 osnovnih glava sa 101 crtežom odnosno fotografijom te ogromnim popisom relevantne literature od preko 350 naslova većinom novijeg datuma.

Ova monografija je — kako u predgovoru stoji — namijenjena »u prvoj liniji studentima viših semestara geodetskog usmjerenja...«, treba pružiti sistematski pregled referentnih sustava obuhvaćanja i obrade podataka u određivanju oblika Zemlje odnosno u premjeru zemljišta, te poslužiti kao podsjetnik. U praksi djelujućem geodetskom inženjeru... ova knjiga daje pregled hitrog razvoja geodezije u posljednja dva desetljeća... Posebna težina stavljena je na prikaz vremenskih promjena referentnih sustava, Zemljine fizičke površine i polja sile teže. Uvažavanje i istraživanje ovog sastavnog područja geodinamike sve jače će upošljavati geodeziju u budućnosti... unutar svih geoznanosti, koje se u posljednje vrijeme sve više zbližavaju...«.

Kao što je uobičajeno u ovakvim prikazima, pogledajmo najprije podjelu i sadržaj pojedinih glava.

Glava 1. pod naslovom »Uvod« donosi definiciju i podjelu geodezije, prezentira osnovnu zadaću geodezije te sadrži kratki prikaz povijesnog razvoja geodezije i konačno — organizaciju geodezije (nacionalne organizacije i internacionalna suradnja) te pregled važnijih geodetskih časopisa i publikacija. Autor ovdje iznosi nekoliko vrlo interesantnih stavova, koji bi, po mišljenju pisca ovih redaka, zaslužili poseban opširniji osvrt jednom drugom prilikom.

Naslov »Polje Zemljine sile teže« nosi glava 2, a sadrži koncizan prikaz sastavnih dijelova polja sile teže te donosi temeljne karakteristike nivoploha i težišnice. U istoj glavi nalazi se zaista uspješno prezentirani razvoj gravitacionog potencijala po sfernim funkcijama, a zaključno-vremenske varijacije polja sile teže s nagloskom na plimnim valovima (dobima ili: disanjima) Zemljinog tijela.

Kako sam naslov »Geodetski referentni sustavi« kaže, glava 3. ima zadatak da prikaže — počam od globalnog prostornog kartezijevog sustava kao temeljnog sustava koordinata — glavne referentne odnosno koordinatne sustave u geodeziji. Tako se u sklopu koordinanih sustava u polju Zemljine sile teže najprije u sažetom a veoma jasnom obliku prikazuje globalni astronomski sustav te lokalni astronomski sustavi s akcentom na probleme izračunavanja u polju Zemljine sile teže. Zatim se prelazi na geoid kao referentnu plohu za visine, prikazuje uloga geopotencijalne kote te naznačuju značaj i problemi određivanja srednje razine mora. Veoma kratko se obrađuju elipsoidni referentni sustavi, ne zanemarujući ipak niti jednu od temeljnih relacija a zadržavajući se tek nešto više na prostornom elipsoidnom koordinatnom sustavu, to će reći na — geodetskim koordinatama φ , λ , h . U glavi 4. predmet su zavidno konciznih a opet sasvim jasnih prikaza — »Mjerni postupci u geodeziji«. Pri tome su na 16 stranica tretirana astronomska mjerenja dok je 24 stranice rezervirano za mjerenja sile teže odnosno 2. derivacije potencijala sile teže. Opažanja plimnih valova su na svega 3 stranice. Daljih oko 20 stranica obuhvaća sažeti prikaz terestričkih geodetskih mjerenja: horizontalni kutovi, dužine, zenitni kutovi s trigonometrijskim prenošenjem visina te nivelman, da bi se na koncu ove glave (na 16 stranica) suženo izložila opažanja gibanja satelita, uz prethodno elementarno tumačenje neporemećenog gibanja satelita i njegove poremećene putanje.

Prema prednjem, sadržaj ove glave je povezano prikazivanje mjernih metoda koje nam pružaju potrebne podatke (informacije), da bismo ih onda u regionalnim ili globalnim okvirima podvrgli odgovarajućoj numeričkoj obradi.

Glava 5. je najveća (oko 70 stranica), a naslov joj je na njemačkom »Erdmessung« što bi u doslovnom prijevodu bilo: izmjera Zemlje (misli se, kao planete). U nas se upotrebljava opisni naziv Određivanje oblika (i dimenzija) Zemlje ili Zemljine fizičke površine. Autor je u njoj izvršio ovu podjelu sadržaja: 5.1. Astro-nomsko-geodetske metode, 5.2. Gravimetrijske metode, 5.3. Metode satelitske geodezije, 5.4. Kombinirane metode, 5.5. Građa i dinamika Zemljinog tijela.

Treba istaknuti, da se ovakova podjela u standardnim udžbenicima izbjegava, zbog očitih teškoća u razdvojenom prikazivanju obuhvaćene materije. Međutim, autor izvrsno uspeva u svojoj namjeni, zašto je zaslužio, i vjerujem već dobio brojne čestitke. Budući da ovdje prezentirana materija predstavlja najvažniji dio Teorije oblika (forme) Zemlje zadržimo se još malo na ovoj glavi uz detaljniji prikaz njenog sadržaja.

U astrogeodetskim metodama starta se od temeljnih postavki (Helmert-Pizetti-Molodenski) za otklone vertikalne-težišnice, geoidalne undulacije i visinske anomalije, da bi uslijedio osvrt na trodimenzionalna računanja i tzv. geodetski datum. Nakon koncizne interpretacije geometrijsko-astronomskog nivelmana autor nastavlja — opet u stilu »kratko pa jasno« — s položajnim sustavima te visinskim sustavima, pri čemu objektivno komentira principijelni nedostatak ortometrijskih visina te ukazuje na prednosti po Molodenskom uvedeni normalnih visina. (Ovo je i za nas od interesa, obzirom na predstojeću obnovu osnovnih geodetskih mreža u cijeloj SFRJ, te prijedloge za razmatranje i eventualnu modifikaciju u nas važeće plohe referenc-elipsoida po Besselu). Posljednja dva dijela ovog poglavlja su astrogeodetska određivanje geoida i kvazigeoida, te orijentacija astrogeodetskih sustava odnosno tzv. »obuhvatni« elipsoidi.

U gravimetrijskim metodama autor započinje već s geodetskom rubnom (ili graničnom) zadaćom po Molodenskom, uvodi poremećajni potencijal i anomaliju sile teže, te odmah dolazi uz lineariziranje geodetske rubne zadaće: do »fundamentalne jednadžbe fizikalne geodezije«. Zatim se razmatra rješenje ove zadaće za geoid (Stokes, Vening Meinesz), da bi nakon indirektnog efekta zbog redukcija sile teže odnosno »cogesida« uslijedio — od izvoda potpuno rasterećeni, — prikaz rješenja iste zadaće za fizičku Zemljinu površinu a potom se ustanovio odnos između te površine i vanjskog polja Zemljine sile teže. Posljednja dva dijela ovog poglavlja donose nešto neobičajeno i novo za geodetske udžbenike, a to su: predikcija anomalija sile teže (po metodi najmanjih kvadrata) kao i kratka razmatranja o potencijalnoj masi i smještanju gravimetrijskog geocentričnog elipsoida.

Metode satelitske geodezije započinje autor — nakon kratkog razmatranja tzv. jednadžbi opažanja — s geometrijskim metodama, koje se baziraju na simultanim opažanjima smjerova i dužina prema odabranim pozicijama umjetnih Zemljinih satelita, pa nastaju (prostorne) mreže satelitske triangulacije. U dinamičkim metodama su posebno prezentirane zonalne harmonike a posebno tesimalne harmonike i veza s koordinatama stanice, da bi se ovo poglavlje završilo s kombinacijom geometrijske i dinamičke metode. U ovom poglavlju autor sasvim malo koristi jezik formula, ali zato iznosi niz vrlo interesantnih podataka, na pr. postignute točnosti, brojčane vrijednosti nekih harmoničnih koeficijenata itd.

Kombinirane metode kao posebno poglavlje otkrivaju, izgleda zajedno s idućim poglavljem tajnu u ovoj knjizi uspješno izvršene podjele obzirom na prirodu podataka odnosno samih metoda. Prvo se prikazuje astro-gravimetrijski nivelman (po Molodenskom) da bi odmah uslijedio tekstualni osvrt na određivanje polja Zemljine sile teže pomoću gravimetrijskih i satelitskih opažanja. Jednako tako sa puno novih podataka ali s minimum formula opisuju se problemi centriranja i oslanjanja astrogeodetskih sustava kao i pitanja određivanja Zemljinog »srednjeg« elipsoida. Na koncu se pridodaje i lijepi osvrt na primjenu metode kolokacije (kao uopćenja metode najmanjih kvadrata) u teoriji oblika Zemlje.

Posljednje poglavlje u glavi 5. tretira građu odnosno dinamiku Zemljinog tijela i najprije sadrži ekscerpte iz materije o radijalnoj građi Zemljina tijela odnosno o predodžbi Zemlje kao ravnotežnog tijela. Nakon prezentiranja elemenata (geodetsko-geodinamičkih) za interpretaciju sile teže, Zemljine kore i gornjeg dijela njenog plašta prelazi se na teoriju izostazije (sretno povezivanje s geodinamikom!) i konačno zaključuje poglavljem Geodezija i geodinamika. Pri tome se lako uvje-

ravamo na sve tješnju povezanost geodezije s ostalim disciplinama iz geodinamičke sfere, a autor nam u tome pomaže nizom veoma interesantnih činjenica, sve je potkrijepljeno novijim rezultatima, koji moraju zaintrigirati pažnju svakog geodetskog stručnjaka.

Tako je još preostala samo posljednja 6. glava pod naslovom »Premjer zemljišta« (tj. državni premjer) u kojoj se obrađuju: 6.1. Položajne mreže (rekognosciranje, obilježavanje i opažanje (mjerjenje), izračunavanje, osnovna triangulaciona mreža, geodetska linija na rotacionoma elipsoidu, rješavanje elipsoidnih trokuta, glavni geodetski zđaci, spajanje triangulacionih mreža, kontrolne položajne mreže), 6.2. visinske mreže (rekognosciranje, obilježavanje i opažanje, izračunavanje, osnovna nivelmanska mreža), te 6.3. gravimetrijske mreže. Na koncu nalazi se opširan popis udžbenika i relevantne literature, preko 350 naslova, što ovoj knjizi naglasava njenu izuzetnu vrijednost. Već ovaj pregled govori, a pažljivo studiranje cijelog sadržaja nas naročito uvjerava da je obuhvaćena grada zaista velika, pa knjiga uglavnom sadrži sama osnovna fakta i spoznaje iz predmetnog područja geodezije. Kada bi naši svršeni studenti geodezije ovladali ovim znanjem, mogli bismo biti potpuno zadovoljni.

Neka na ovome mjestu bude dozvoljena jedna mala digresija, koja ovaj osvrt može učiniti angažiranim i zato korisnim. Navedeno sasvim kratko obrađivanje tzv. elipsoidne geodezije (a to nije samo slučaj u ovoj knjizi, već i u nekim drugim novijim udžbenicima) očito se ne podudara s opsegom koji ona ima u nastavnom programu kolegija »Viša geodezija II« u drugom stupnju studija na Geodetskom fakultetu u Zagrebu. (Na studijima geodezije u drugim našim sveučilišnim centrima trebala bi, izgleda, biti zasad uglavnom slična situacija). To je, vjerujem, rudiment iz doba kad se izučavanje oblika i dimenzija Zemlje uglavnom baziralo na tzv. geometrijskom pristupu. A era fizikalne geodezije započela je prije nekih 30 godina i upravo u posljednje vrijeme, potpomognuta i velikim doprinosom u njoj uključene satelitske (ili kozmičke) geodezije, doživljava ogroman napredak, kao rijetko koja druga geodetska disciplina. Taj napredak nije, međutim, našao zadovoljavajući odraz u sada važećem programu. Zato se — uvažavajući objektivnu situaciju i tendencije razvoja Teorije oblika i dimenzija Zemlje te njenog (vanjskog) polja sile teže, a napose imajući na umu moguće reperkusije u praktičnoj geodetskoj djelatnosti — treba zalagati za jače akcentiranje fizikalnog aspekta u nastavnom programu ovog kolegija a na razumni uštrb geometrijske interpretacije. Jer, želimo li buduće inženjere geodezije spremati za skore zadatke, tada bismo ih morali već u dodiplomskoj nastavi — ali samo u osnovnim crtama! — upoznati i s njihovim potencijalnim učešćem u rješavanju novih problema iz tzv. geodinamičke sfere. Dakako, postdiplomskim studijima ostaje i dalje rezervirana nadgradnja odnosno produbljivanje relevantnog područja prakse i znanosti.

Na koncu nekoliko riječi o za nas možda neuobičajenom naslovu ove knjige. Autor prihvaća poznatu Helmertovu (1880. god.) klasičnu definiciju geodezije kao »nauke o premjeravanju i preslikavanju Zemljine fizičke površine«, koja i danas obuhvaća i određivanje vanjskog polja Zemljine sile teže kao i morskog odnosno oceanskog dna. Dakako razvojem istraživanja svemira a u suradnji s drugim znanostima, isključeno je i određivanje fizičke površine drugih nebeskih tijela (planeta), tj. odgovarajuće poddiscipline selenodezija i planetarna geodezija. Potom se autor odlučuje za slijedeću podjelu premjera države, c) pojedinačna premjeravanja, u koja su uključena, očito sva topografska i katastarska mjerenja s odgovarajućim kartografskim predodžbama te mnogi inženjerski i drugi zadaci geodetske djelatnosti. Određivanje oblika i dimenzija Zemlje se (i po ruskim izvorima) definira kao »glavni zadatak geodezije«. Ovo se područje zajedno s premjerom države u njemačkom jeziku naziva »höhere Geodäsie« (kao i na ruskom odnosno na našem jeziku: »viša geodezija«), dok je odgovarajući engleski naziv »geodesy«. Autor stoga ispušta riječ »viša«, pa ovu cijelu materiju označava pojmom »Geodäsie« (geodezija) te takav naslov nosi ova njegova knjiga. Možemo se uostalom, složiti da nije osobito važan naslov, već naprotiv sadržaj i kvalitet odnosno niveau prezentiranja obuhvaćene materije, a ova knjiga profesora W. Torgea je — i pored džepnog formata — u tome naročito velika. Prema saznanju pisca ovih redaka ona je po svojoj koncepciji zaista jedinstvena u svjetskoj geodetskoj literaturi a bit će rado i često korištena kako u nastavi tako i u praktičnoj geodetskoj djelatnosti.

K. Čolić