

UDK 528(497.5)(091)"1878/2003"
Pregledni članak

Hrvatska geodezija od 1878. do 2003. godine, 1. dio

Nedjeljko FRANČULA, Miljenko LAPAINE – Zagreb*

SAŽETAK. Opisuje se organizacija geodetske službe u Hrvatskoj, osnovne geodetske mreže, geodetske izmjere, primjena geodezije u građevinarstvu, rudarstvu, poljoprivredi, šumarstvu, zaštiti okoliša, zaštiti spomenika kulture, prostornom planiranju, urbanizmu, brodogradnji, industriji i medicini te geodetske tvrtke, znanost, školstvo, izdavačka djelatnost, priznanja i nagrade.

Ključne riječi: geodezija, Hrvatska, 1878–2003. godina.

1. Uvod

Hrvatski inženjerski savez (HIS), pa prema tome i Hrvatsko geodetsko društvo (HGD), kao jedan od 27 njegovih članova, proslavili su 2003. godine 125 godina postojanja (Radić 2003). U ovom prigodnom članku naglasit ćemo, po našoj ocjeni, ono najvažnije što je geodezija dala ovom društvu u proteklih 125 godina. Opisat ćemo organizaciju geodetske službe u Hrvatskoj, osnovne geodetske mreže, geodetske izmjere, primijenjenu geodeziju, geodetske tvrtke, znanost, školstvo, izdavačku djelatnost, priznanja i nagrade.

U Geodetskom listu (u ovom i sljedećem broju) nije moguće detaljno prikazati posljednjih 125 godina hrvatske geodezije. Želja nam je ovim sažetim prikazom potaknuti pisanje opsežnije monografije o povijesti hrvatske geodezije (ne samo u posljednjih 125 godina), za sastavljanje koje se već 1991. godine zauzimao naš uvaženi kolega M. Božićnik (Božićnik 1991). U ovom prikazu, što zbog ograničenog prostora, što zbog našeg neznanja, možda nismo spomenuli neke važne pojedinosti. Pozivamo sve koji znaju više da se, kao potencijalni koautori buduće monografije, svojim primjedbama i sugestijama jave redakciji Geodetskoga lista ili autorima ovoga prikaza.

* Prof. dr. sc. Nedjeljko Frančula, prof. dr. sc. Miljenko Lapaine, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Kačićeva 26, 10000 Zagreb

2. Hrvatsko geodetsko društvo

Prije 125 godina, 2. ožujka 1878. godine, skupina od 35 hrvatskih stručnjaka osnovala je *Klub inženirah i arhitektah*, preteču današnjega Hrvatskoga inženjerskog saveza. Od tada *Hrvatski inženjerski savez (HIS)* (URL 1) postoji i djeluje kontinuirano i danas okuplja 27 strukovnih saveza i udruga s desetak tisuća inženjera. Jedan od tih 27 članova je i *Hrvatsko geodetsko društvo (HGD)* (URL 2). Ovdje izostavljamo detaljniji pregled djelatnosti HGD-a, jer je nedavno objavljen u ovom časopisu (Kapović 2003).

Spomenut ćemo samo Sekciju za kartografiju HGD-a. Budući da Sekcija osim geodeta okuplja i sve druge stručnjake koji se bave kartografijom – geografe, šumare, agronome, geologe i mnoge druge – njezini su članovi potaknuli osnivanje *Hrvatskoga kartografskog društva*, koje je osnovano 2001. godine (URL 3). Na 21. međunarodnoj kartografskoj konferenciji u Durbanu 2003. Hrvatsko kartografsko društvo predstavljalo je Hrvatsku i podnijelo nacionalno izvješće.

3. Organizacija geodetske službe u Hrvatskoj

Geodetske operacije većega opsega u Kraljevini Jugoslaviji, osim katastarskih u Odjeljenju katastra pri Ministarstvu financija, provodili su Ministarstvo građevina, a pri Ministarstvu saobraćaja osobito Odjeljenje za građenje željeznica, zatim Ministarstvo vojske i mornarice te Ministarstvo poljoprivrede i voda (Vidojković 1936).

Nakon II. svjetskog rata Vlada FNRJ donijela je odluku o osnivanju i nadležnosti *Glavne geodetske uprave*, kao samostalne i rukovodeće ustanove za civilnu geodetsku službu, neposredno potčinjenu Vladi FNRJ i odluku o osnivanju geodetskih uprava pri vladama narodnih republika i njihovo osamostaljenje. Osim toga, u svrhu koordinacije izvođenja geodetskih radova civilne i vojne geodetske službe i ostvarenja suradnje ostalih privrednih i tehničkih ustanova osnovan je *Stručni geodetski savjet*, kojemu je stavljeno u zadatak da se u suglasnosti s općim planom tehničke djelatnosti u zemlji bavi pitanjem organizacije geodetske službe, planom izvođenja geodetskih radova i njihovom primjenom.

Osnovni zadatak geodetske službe bio je u to doba izvršenje geodetskih i s njima povezanih astronomskih i geofizičkih radova u svrhu sastavljanja i izrade tehničko-privrednih planova osnovnih mjerila 1:5000 i 1:10 000 i topografske karte 1:25 000, kao podloga za rješavanje pitanja znanstvene, tehničke, privredne i vojne prirode (Stručni geodetski savjet 1947).

Geodetska uprava (danas Državna geodetska uprava) osnovana je u Hrvatskoj krajem 1947. godine odlukom tadašnje Vlade NR Hrvatske. Geodetsku službu za izvođenje radova državne izmjere u Hrvatskoj organizira *Geodetska uprava*, a obavljaju je njezini uredi za triangulaciju i nivelman, uredi za novu izmjeru (i komasaciju) zemljišta i (općinski) kotarski uredi za katastar. Ostale geodetske radove za potrebe velikih poduzeća, čija je djelatnost vezana za Zemljin prostor, obavljaju uglavnom geodetske grupe tih poduzeća. O geodeziji u Zagrebu svakodnevno su se brinuli *Ured za katastar* osnovan 1929., i nakon drugog svjetskog rata gradski *Geodetski zavod*, koji je izrastao iz mjerničkog odsjeka gradskoga Građevnog ureda (Lovrić 1994).

Do prihvaćanja ustavnih amandmana na Ustav SFRJ 1971. godine, odnosno do donošenja novog Ustava SFRJ 1974. godine, u nadležnosti federacije iz oblasti geodetske djelatnosti nalazili su se osnovni geodetski radovi, detaljna izmjera zemljišta, izrada geodetskih planova i karata i katastar zemljišta, kao i organizacija geodetske službe uopće. Na osnovi saveznih propisa cjelokupna ta materija jedinstveno je uređivana u cijeloj zemlji. Poslove državne uprave iz okvira prava i dužnosti federacije obavljala je *Savezna geodetska uprava*, kojoj je funkcija potkraj 1971. godine prestala. Cjelokupna nadležnost u oblasti geodetske djelatnosti prenesena je na republiku i pokrajine. U Hrvatskoj je nadležni organ postala *Republička geodetska uprava* (Dutina 1986).

U novoj hrvatskoj državi početkom 1990-ih državna geodetska uprava imala je naziv *Uprava za geodetske i katastarske poslove pri Ministarstvu graditeljstva i zaštite okoliša* i bila je ovako definirana. Državna geodetska uprava skrbi o ukupnom sustavu položaja i visina prostora i objekata, osnovnih točaka i karata, što omogućuje orijentaciju i mjerenja potrebna za istraživanja, planiranja gradnji koje slijede, te definiranje odnosa u prostoru radi povezivanja s imovinskim stanjima. Katastar zemljišta upotpunjuje tu geometrijsku osnovicu, čime se na cijelom području države prikazuju granice posjeda i položaj objekata, kao i ostala prava na zemljištu s evidencijom načina korištenja (Gojčeta 1993).

Uprava za geodetske i katastarske poslove pri Ministarstvu graditeljstva i zaštite okoliša postaje 1995. *Državna geodetska uprava (DGU)*. To je državna upravna organizacija koja obavlja upravne i stručne poslove iz područja geodezije, kartografije, katastra i fotogrametrije, te vodi brigu o informatizaciji katastra i geodetsko-prostornog sustava, državnoj službenoj kartografiji (1:5000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000), geodetskoj dokumentaciji, statističkim podacima o katastru nekretnina, prostornim jedinicama i vodovima, geodetsko-katastarskim poslovima za državnu granicu.

Od 1947. do danas funkciju direktora (danas ravnatelja) Geodetske uprave (danas Državne geodetske uprave) obnašali su: Marcel Furlan (1947–1960), Stevo Jednak, vršitelj dužnosti (1960–1962), Tošo Dragnić (1963–1973), Vladimir Mačković (1974–1985), Vjekoslav Hlad (1985–1991), Branimir Gojčeta (1991–1999) i Željko Bačić (1999–).

Prema novoj Uredbi o unutarnjem ustrojstvu Državne geodetske uprave, koju je Vlada RH donijela 2001. godine, DGU se sastoji od Središnjeg ureda u Zagrebu i 20 područnih ureda s ukupno 102 ispostave. Trenutačno je zaposleno 1293 službenika i namještenika. Iznimno na području Grada Zagreba upravne i stručne poslove koji su *Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina* (NN 129/99) stavljeni u djelokrug područnog ureda obavlja *Gradski zavod za katastar i geodetske poslove*. Tim je *Zakonom* i djelokrug rada *Gradskog zavoda za katastar i geodetske poslove* proširen i na poslove upravnog tijela jedinice lokalne samouprave nadležne za geodetske poslove (URL 4).

Od 1. ožujka 2000. godine u Republici Hrvatskoj primjenjuje se, prethodno spomenuti, *Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina*, što ga je Zastupnički dom Hrvatskoga državnog sabora donio 1999. godine. Taj *Zakon* donosi mnoge suštinski važne odredbe koje uređuju geodetsku djelatnost u Republici Hrvatskoj, a obuhvaćaju reguliranje kompleksnih područja geodetskih poslova od državnog interesa: državnu izmjeru, katastar nekretnina, registar prostornih jedinica, katastar vodo-

va, geodetske radove za posebne potrebe, nadležnosti i obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina, te ustrojstvo Državne geodetske uprave. Jedna je od važnih odredbi i novina koje donosi taj Zakon osnivanje nove ustanove za trajno obavljanje geodetske djelatnosti od interesa za Republiku Hrvatsku, pod nazivom *Hrvatski geodetski institut*, ili skraćeno HGI (URL 5). HGI je javna ustanova sa sjedištem u Zagrebu. Osnivač Instituta je Republika Hrvatska, a njezina prava kao osnivača ostvarivat će Vlada Republike Hrvatske. Institut je neprofitabilna ustanova s javnošću rada. Financiranje i sredstva za početak rada i daljnji rad osigurava su državnim proračunom Republike Hrvatske. Rad Instituta nadzirat će Državna geodetska uprava, a djelatnost će biti planirana i realizirana sukladno višegodišnjim programima rada predloženima od Državne geodetske uprave i odobrenima od Hrvatskoga sabora i Vlade Republike Hrvatske (Rožić 2000).

4. Osnovne geodetske mreže

Nezamjenjivu ulogu u razvoju geodezije i ostalih geoznanosti ima uspostavljanje i osuvremenjivanje osnovnih geodetskih mreža, koje su temelj za izvođenje ostalih geodetskih radova, bilo za praktične ili znanstvene namjene. Osnovne su geodetske mreže: astronomsko-geodetska mreža, trigonometrijska mreža, mreža preciznog nivelmana i nivelmana visoke točnosti i osnovna gravimetrijska mreža.

Primjenom suvremenih satelitskih metoda i mjerenjem apsolutnih ubrzanja sile teže podaci o geodetskim točkama često se dobivaju samostalno (odvojeno), te je u budućnosti realnije govoriti o *polju točaka* nego o mreži izravno povezanih točaka (Bilajbegović 1997). U nastavku su dani osnovni podaci o trigonometrijskoj, nivelmanskoj i gravimetrijskoj mreži te astronomsko-geodetskim radovima na području Hrvatske. Budući da primjena suvremenih satelitskih metoda na uspostavljanju polja točaka zahtijeva detaljno i točno poznavanje geoida, to smo u ovo poglavlje uključili i odjeljak o određivanju geoida na području Hrvatske.

4.1. Trigonometrijska mreža i polja GPS-točaka

Prve triangulacijske radove na području Hrvatske obavio je između 1810. i 1816. godine austrijski Vojnogeografski institut iz Beča u svrhu određivanja jedne trokutne mreže točaka I. reda. Od tada pa do početka I. svjetskog rata na cijelome području Hrvatske bila je razvijena trigonometrijska mreža (Geodetska uprava NRH 1953). Budući da je na području Hrvatske, Slovenije i Bosne i Hercegovine, koje su bile u sklopu Austro-Ugarske Monarhije, postojala trigonometrijska mreža I. reda, čije su geografske koordinate objavljene 1902. godine u "Ergebnisse der Triangulierungen...", a mreža I. reda Srbije, Crne Gore i Makedonije priključena je na tu mrežu, dobiven je jedinstveni koordinatni sustav za cijeli državni teritorij tada osnovane Jugoslavije. Pritom treba naglasiti da je ishodište trigonometrijske mreže I. reda bečkoga Vojnogeografskog instituta točka Hermannskogel kraj Beča time postala i ishodišna točka naše trigonometrijske mreže. Stvaranjem Jugoslavije nametnulo se pitanje određivanja i prihvaćanja jedinstvene projekcije, u kojoj bi se trebala izračunati trigonometrijska mreža cijeloga državnog područja. Do 1924. godine to je pitanje bilo konačno riješeno, te je kao jedinstvena projekcija prihvaćena Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona (Adamik 1949).

Dajući pregled stanja trigonometrijskih mreža u Hrvatskoj sredinom 1980-ih, M. Božićnik je napomenuo da je triangulacija kraljica geodezije, pitajući se usput nije li ona u Hrvatskoj na koljenima. Pritom je mislio, među ostalim, na njezino fizičko stanje na terenu, njezinu upotrebljivost i točnost. Triangulacija I. reda u Hrvatskoj oslanja se na 13 Laplaceovih točaka i sadrži ukupno 77 točaka određivanih u vremenskom rasponu od 1850. do 1954. godine. Mreža II. reda, koja je izrađivana od 1933. do 1961., sadrži ukupno 470 točaka. U III. osnovnom redu ima 1843 točke, a u III. popunjavajućem redu 2670 točaka, ukupno u III. redu 4513 točaka. Mreža geodetskih točaka IV. reda sadrži ukupno 23 781 točku. U Hrvatskoj postoji, prema tome, ukupno evidentirano 28 854 trigonometrijske točke, što znači da u prosjeku jedna točka iz osnovnih mreža dolazi na 187 hektara površine (Božićnik 1984).

Suvremene metode satelitske geodezije, u prvom redu GPS (Global Positioning System), postale su potkraj 20. stoljeća rutinska metoda u uspostavljanju svih redova osnovnih geodetskih mreža. Klasična geodetska mjerenja kutova te mjerenja dužina elektrooptičkim daljinomjerima u svrhu uspostavljanja osnovne geodetske državne mreže prvoga i drugog reda s pravom prelaze u povijest geodezije. Mnogobrojna istraživanja naših i najistaknutijih geodetskih instituta u svijetu te iskustva stečena u praksi pokazuju da danas ni jedna druga metoda nije tako dobra, ekonomična i pouzdana u određivanju koordinata točaka u prostoru kao GPS-metoda (Bilajbegović i dr. 1991).

Primjena GPS-mjerenja u Hrvatskoj počinje 1990. godine, kada je Geodetski fakultet kupio GPS-uređaje Astech. Organiziran je niz GPS-kampanja: CROATIA-91, TYRGEONET-91 itd. (Solarić, M. i dr. 1996).

Prvi koraci u priključivanju Hrvatske u jedinstveni europski koordinatni okvir EUREF (European Reference Frame) poduzeti su nakon primitka hrvatske države u Ujedinjene narode početkom 1992. U ljeto 1993. postavljeni su temelji za međunarodnu GPS-kampanju u Republici Hrvatskoj i Republici Sloveniji pod nazivom EUREF'94. Definitivno je prihvaćeno uspostavljanje ukupno 10 točaka na području Hrvatske za koje su odabrani trigonometri I. reda. Opažanja su se izvodila od 30. svibnja do 3. lipnja 1994. (Čolić i dr. 1996).

Za Hrvatsku je vrlo značajno i sudjelovanje u velikom međunarodnom geodinamičkom projektu CERGOP, u kojem sudjeluje 12 zemalja srednje Europe, a u njega su uključene točke Brusnik od 1994., Opservatorij Hvar od 1996. i GPS-stanice Dubrovnik i Osijek od 2000. godine. Ovdje treba spomenuti i geodinamičke projekte CRODYN-94, 96 i 98 (Čolić i dr. 1996).

U Republici Hrvatskoj pokrenut je i projekt pod imenom *Obnova trigonometrijske mreže 2. reda i uspostava homogenog polja Hrvatske*. Tim je projektom predviđena revizija trigonometrijske mreže 2. reda i uključivanje svih trigonometrijskih točaka pogodnih za GPS-mjerenja u homogeno polje GPS-točaka rastera 10×10 km. Do danas je tim poljem točaka pokrivena cijela Hrvatska.

Za veće gradove u Republici Hrvatskoj uspostavljeno je homogeno polje stalnih geodetskih točaka uporabom GPS-tehnologije na prosječnoj udaljenosti od 500 metara. Do sada su završeni projekti za gradove: Varaždin, Karlovac, Prelog, Sisak, Osijek, Ivanovac, Đakovo, Split, Krapina, Zabok, Čakovec, Nedelišće, Samobor, Križevci i Zagreb te za područje Plitvičkih jezera (URL 4).

Za postizanje jedinstvenog mjerila pri mjerenju elektrooptičkim daljinomjerima izgrađeni su 1992. godine u blizini Velike Gorice stupovi jedne od najdužih kalibracijskih baza za ispitivanje i kalibriranje elektrooptičkih daljinomjera. Na toj se bazi mogu ispitivati svi tipovi pogrešaka daljinomjera. Baza je precizno izmjerena Mekometrom ME 5000 1988. i 1996. godine i povezana s bazom u Münchenu, a preko nje s ostalim bazama u svijetu (Solarić, N. i dr. 2000).

4.2. Nivelmanska mreža

Na današnjem području Republike Hrvatske izvodili su se od 1875. do 1973. godine opsežni radovi generalnoga geometrijskog nivelmana. Sukladno uvriježenoj geodetskoj podjeli, mogu se klasificirati na nivelman visoke točnosti, precizni nivelman, gradski nivelman, tehnički nivelman povećane točnosti i tehnički nivelman. Osim tzv. Austrijskoga preciznog nivelmana, nivelmanski vlakovi i mreže uglavnom su se izvodili u razdoblju 1946–1973. Nakon 1973. godine, kada su dovršene izmjere tzv. II. nivelmana visoke točnosti bivše Jugoslavije (IINVT), nije nastavljena sustavna generalna nivelmanska izmjera. Popunjavajući redovi nivelmana bili su do početka 1994. godine u cjelini oslonjeni na visinski sustav bivše Austro-Ugarske Monarhije. Opsežnost radova i dokumentacije na području Hrvatske dobro ilustrira ukupan broj od 468 nivelmanskih vlakova s približno 23 000 repera. Polja repera čine materijalnu osnovu visinskog sustava koji je u razdoblju od približno 130 godina služio i još uvijek služi za rješavanje različitih stručnih i znanstvenih geodetskih zadaća (Rožić, Feil 2003). Pritom treba naglasiti da je visina ishodišnog repera visinskog sustava Austro-Ugarske Monarhije, na koju je oslonjen naš visinski sustav, određena u odnosu na srednju razinu Jadranskoga mora, izvedenu iz podataka registracije mareografa na gatu Sartorio u Trstu od samo jedne godine, i to 1875. (Kasumović 1950), kada je srednja razina mora bila izvanredno niska (Kasumović 1959).

Na temelju podataka terenske revizije svih nivelmanskih mreža i nivelmanskih vlakova na području Republike Hrvatske, prikupljenih terenskom revizijom u razdoblju od 1994. do 2000., dobiven je detaljan pregled očuvanosti repera. U trenutku terenske revizije utvrđena je očuvanost ukupno 10 785 repera ili 46 %, uništenost 8728 repera ili 37 %, nedostupnost (uglavnom miniranost terena) 743 repera ili 3 %, a nije pronađeno 3331 reper ili 14 %. Na temelju tih podataka i opsežne analize Rožić i Feil (2003) zaključuju da bi u idućem razdoblju bilo prijeko potrebno započeti novi ciklus sustavnih radova na visinskom sustavu kako bi se nedostaci postojećeg uklonili i kako bi se kvaliteta, pouzdanost i ažurnost visinskog sustava dovele do primjerene suvremene znanstveno-stručne razine. Započinjanje novog ciklusa sustavnih nivelmanskih radova geometrijskog nivelmana podudarilo bi se jednim dijelom i s dovršenjem već planiranih radova na sređivanju geodetskog nasljeđa i uvođenju u službenu uporabu novoga visinskog datuma i visinskog sustava Republike Hrvatske.

Rezultatima znanstveno-stručnog projekta *UELN geopotencijalni i normalni visinski sustav Republike Hrvatske* stvoreni su temeljni preduvjeti da se i na području Republike Hrvatske mogu primijeniti podaci UELN-a (UELN – United European Levelling Network) za izvođenje internacionalnih i nacionalnih znanstvenih, stručnih geodetskih i svih drugih zadaća, te da su stvorene pretpostavke za jednostavno obavljanje transformacije visinskih podataka iz nacionalnog u internacio-

nalni visinski sustav UELN i obratno. Kako već i sam naziv projekta definira, rezultati obrade podataka u tom elaboratu sadržani su u računanju geopotencijalnih i normalnih nadmorskih visina za sve repere temeljne mreže geometrijskog nivelmana Republike Hrvatske, tj. mreže II.NVT, u geopotencijalnom i normalnom sustavu visina UELN-a s ishodištem na mareografu u Amsterdamu (Klak i dr. 1997, Feil, Rožić 2001).

4.3. Gravimetrijska mreža

Prva relativna gravimetrijska mjerenja na području Hrvatske izvodila su se između 1887. i 1894. godine na području Rijeke, zatim u dolini rijeke Drave između 1910. i 1912., te na dijelu Međimurja 1939. godine. Između 1952. i 1953., u sklopu postavljanja Osnovne gravimetrijske mreže bivše Jugoslavije, izmjerene su i uključene u mrežu točke na području Zagreba, Pule, Dubrovnika, Borova, Zadra i Sinja. Gravimetrijska mreža II. reda na području današnje Republike Hrvatske postavljena je od 1958. do 1960. Zagrebačka tvrtka Geofizika postavila je točke i obavila mjerenja na gotovo svim jadranskim otocima. Tijekom 1969. tadašnja gravimetrijska mreža povezana je s talijanskom gravimetrijskom mrežom preko točaka u Dubrovniku i Rimu.

Zbog nedostatka informacija o stanju gravimetrijskih točaka na području Republike Hrvatske, neminovni korak bila je terenska revizija i utvrđivanje stanja očuvanosti točaka. Na temelju "starih" položajnih opisa izrađenih u bivšoj Saveznoj geodetskoj upravi obavljeno je od lipnja do prosinca 2000. rekognosciranje osnovnih gravimetrijskih točaka. Ustanovljeno je da je od ukupno 84 točke zatrpano ili uništeno 49 točaka, a 35 ih je pronađeno na terenu. Od tih 35 točaka samo dvije točke imaju odlomljeni dio gornje betonske plohe, dok su preostale 33 u zadovoljavajućem stanju.

U okviru projekta UNIGRACE na području Republike Hrvatske izmjereno je šest točaka gravimetrijske mreže 0. reda apsolutnim gravimetrima. Položaji su tih točaka: Zagreb-Puntijarka, Zagreb-Maksimir, Pula, Makarska, Osijek i Dubrovnik. Analizom konfiguracije postojeće apsolutne gravimetrijske mreže, vodeći računa o međusobnoj udaljenosti između točaka te njihova suvislog povezivanja, uočava se potreba uspostave barem još jedne apsolutne gravimetrijske točke, i to na području Plitvičkih jezera ili nešto južnije. Nova gravimetrijska mreža I. reda ima ukupno 36 točaka. Od toga je 25 pronađenih postojećih točaka i 11 novih. Preostalih deset točaka koje postoje na terenu, a nisu uključene u gravimetrijsku mrežu I. reda, svakako će biti iskorištene pri planiranju i izvedbi progušćenja gravimetrijskom mrežom II. reda (Bašić, Markovinović 2002).

4.4. Astronomsko-geodetski radovi

Istočni stup, tzv. nulti stup Opservatorija Maksimir Geodetskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu osnovna je astrometrijska točka u Republici Hrvatskoj. Prvo određivanje geografske širine te točke obavio je N. Abakumov opažanjem 2412 parova zvijezda tijekom 14 mjeseci 1938–1939. godine. Drugo određivanje širine te točke obavili su N. Abakumov i L. Randić 1942–1943. Tijekom tog određivanja instrument je bio prenesen na Sljeme, točku na vrhu Medvednice, na kojoj su mjesec dana

obavljana opažanja radi određivanja širine te točke u triangulaciji prvog reda (Terzić 1993).

U Republici Hrvatskoj bilo je do 1980-ih godina samo 37 točaka s određenim astronomskim koordinatama (13 Laplaceovih i 24 stare geoidne točke). Taj broj točaka s određenim astronomskim koordinatama nije ni približno zadovoljavao potrebe budućih istraživanja plohe geoida. To je bio jedan od razloga za pokretanje astronomsko-geodetskih radova, odnosno projekta *Određivanje novih geoidnih točaka u Republici Hrvatskoj*. Pokretač projekta 1984. godine i njegov višegodišnji voditelj bio je K. Čolić. Paralelno s izradom izvedbenog projekta novih geoidnih točaka, N. Solaric izrađuje uređaj za automatsku registraciju vremena, koji se upotrebljavao pri izvođenju noćnih terenskih mjerenja s astrolabom Zeiss Ni2, a imao je prednost pred načinom registracije u Austriji i drugim zemljama gdje postupci nisu bili automatizirani. Projekt se, uz prekid 1999. godine, izvodio punih 15 terenskih sezona i u tom je razdoblju određeno 245 novih geoidnih točaka. Dobiveni otkloni vertikalne postali su osnova za mnoga provedena računanja plohe geoida u Hrvatskoj i za mnoga druga interdisciplinarna istraživanja iz područja geologije i geofizike (Pribičević i dr. 2002).

4.5. Detaljni model geoida Republike Hrvatske

Iako nastojanja u području određivanja plohe geoida na ovim prostorima sežu tridesetak godina unazad (Muminagić 1971), ipak su prva detaljnija računanja poduzeta tek nakon osamostaljenja hrvatske države. Tako je u 1992. godini objavljeno prvo rješenje za sjeverozapadni dio Hrvatske, koje se temeljilo na astro-geodetskim otklonima vertikalne (Čolić i dr. 1992), a godinu dana nakon toga i prvi pokušaj gravimetrijskoga geoida za cijelu državu. Značajan napredak ostvaren je u travnju 1998., kada je na 23. generalnoj skupštini Europskoga geofizičkog društva u Nici prezentiran prvi model geoida HRG98, a potom i njegova modifikacija HRG98A, predstavljena u rujnu iste godine na 2. zajedničkom skupu Međunarodne gravimetrijske komisije i Međunarodne geoidne komisije u Trstu. Radi se o apsolutno orijentiranim ploham geoida za Hrvatsku, kojega je unutrašnja točnost u najvećem dijelu područja 1–2 cm do najviše 5 cm na rubu. Tijekom 2000. izračunana je nova detaljna ploha geoida Republike Hrvatske, nazvana HRG2000 (slika 1). Na kraju treba naglasiti kako prava provjera kvalitete dobivene nove plohe geoida tek predstoji, kroz njezinu nezavisnu kontrolu, npr. uz pomoć novih GPS/nivelmanskih podataka (Bašić 2001).

5. Geodetska izmjera

Geodetska izmjera definira se kao prikupljanje, obrada i prikazivanje podataka geodetskim metodama. Najvažnije su vrste geodetske izmjere: katastarska, topografska i hidrografska-geodetska.

5.1. Katastarska izmjera

Katastarska izmjera služila je, a i danas još služi, kao izvornik za osnivanje i održavanje katastra zemljišta ili katastra nekretnina i zemljišne knjige. Početkom 1817. car *Franjo I.* (prema kojem se naziva – *franciskanski katastar*) prihvatio je



Slika 1. Model geoida Republike Hrvatske HRG2000 [m] (Bašić 2001).

prijedloge Dvorskog povjerenstva za uređenje zemljišnog poreza i krajem iste godine proglasio je *Patent o uvođenju stabilnog katastra* (Patent über die Einführung des stabilen Katasters). Prema Božićniku (1978), taj se zakon može smatrati kamenom temeljcem geodetsko-katastarske izmjere i katastra zemljišta u Hrvatskoj. Tada se počeo utvrđivati, kao objektivan kriterij oporezivanja zemljišta, tzv. čisti katastarski prihod. Taj je ovisan o trima faktorima: o veličini zemljišta, o kvaliteti (bonitetu) zemlje i o kulturi koja na njoj raste. Ustanovljivanjem tih podataka za svaku zemljišnu česticu, tj. sastavom katastra zemljišta, bavile su se posebne katastarske ustanove vezane uz ministarstva financija. Radi određivanja površine, načina njezina korištenja i utvrđivanja posjednika svake zemljišne čestice katastarske su ustanove obavljale sustavnu izmjeru zemljišta, koja je na tom području počela 1818. i trajala do 1880. godine. Podaci tih katastarskih grafičkih izmjera kartirani su u raznim projekcijskim sustavima, pretežno u mjerilu 1:2880. Na području Hrvatske postoje ovi sustavi: Kloštar-Ivanički, Budimpeštanski, Bečki, Krimski i Južni sustav kose konformne cilindrične projekcije (Macarol 1968).

Prve revizije katastra zemljišta u Hrvatskoj radile su se u Dalmaciji, i to već od 1873. godine. Tek 1929. osnivaju se u tadašnjoj Kraljevini Jugoslaviji prvi katastarski uredi, približno slični današnjem tipu organizirane geodetske službe u državnoj

upravi. Slabi tempo održavanja katastra zemljišta pred drugi svjetski rat i neposredno nakon njega gotovo je zamro.

Što smo naslijedili 1945. godine u Hrvatskoj od suvremenoga katastra zemljišta ostvarenog numeričkim podacima mjerenja? Nekoliko komasacija zemljišta u Slavoniji provedenih između dva svjetska rata, drugu katastarsku izmjeru grada Zagreba, koja je rađena od 1905. do 1914. i koja je dovršena neposredno pred Prvi svjetski rat, i, konačno, numeričke katastarske izmjere nekoliko katastarskih općina u Velikoj Gorici i katastarske izmjere gradova Vinkovaca, Varaždina i Crikvenice (Božićnik 1981).

Prema podacima Državne geodetske uprave izmjere su se obavljale po razdobljima: do 1918 (2753 izmjere), 1918–1945 (155), 1946–1980 (85), 1981–2000 (237), što ukupno iznosi 3230 izmjera. Broj listova i površina u hektarima i postotcima ovisno o načinu izmjere dani su u tablici 1. Iz navedenih podataka proizlazi da samo 21,6 % Hrvatske ima suvremenu numeričku izmjeru, a sav preostali dio grafičku izmjeru iz 19. i početka 20. stoljeća. Od ukupnog broja listova katastarskih planova u lošem je stanju 12 679 listova, a u vrlo lošem stanju 6647 listova (URL 4).

Tablica 1. Stanje katastarske izmjere.

Vrsta izmjere	Broj listova	ha	%
grafička izmjera	34 783	4 449 543	78,4
ortogonal i tahimetrija	4 705	152 278	2,7
fotogrametrija	6 219	275 352	4,9
komasacija	10 116	797 001	14,0
ukupno	55 823	5 674 174	100,0

Podaci o katastarskoj izmjeri ne daju potpunu sliku o stanju katastra i zemljišne knjige u Hrvatskoj. Najveći je problem njihova neusklađenost. Stupanj neusklađenosti tih dviju evidencija tako je visok da to praktično onemogućuje njihovu gospodarsku uporabu, a nije usporediv ni s jednom zemljom u tranziciji, a kamoli sa zemljama Zapadne Europe (Gojčeta 1997). Osim toga, od ukupnog broja katastarskih općina (3307), u 232 općine ne postoji zemljišna knjiga. Zemljišna je knjiga obnovljena u 635 katastarskih općina, a nije obnovljena u 1952 općine (URL 4).

U programu državne izmjere i katastra nekretnina jedan od ciljeva Državne geodetske uprave bio je početkom 2002. godine vektorizacija svih 55 823 lista katastarskih planova, najkasnije do 2010. godine. U okviru ostvarenja projekta CRONO GIP I (Hrvatsko-norveški geoinformacijski projekt), uz norvešku financijsku pomoć od 9,5 milijuna kuna, uspostavljena je u DGU linija za skeniranje i vektorizaciju katastarskih planova. Norveška tvrtka proCaptura isporučila je DGU plošni skener velikog formata KartoScan IV, pet specijalnih radnih stanica te razvila poseban softver za vektorizaciju hrvatskih katastarskih planova. U proteklih 14 mjeseci, otako je uspostavljena linija, skenirano je 4000 listova katastarskih planova i 3500 listova Hrvatske osnovne karte 1:5000. Time se postupno ostvaruje osnovni cilj

projekta – da se katastarski podaci učine dostupnima korisnicima na jednostavan i moderan način, te da se olakša njihovo održavanje (Bosiljevac 2003).

Krajem 2002. DGU je pokrenula i projekt sređivanja zemljišnih knjiga i katastra. U tu svrhu Republika Hrvatska i Međunarodna banka za obnovu i razvoj sklopile su ugovor o zajmu. Cilj je predloženoga projekta izgradnja učinkovitoga sustava zemljišne uprave radi davanja doprinosa razvoju djelotvornog tržišta nekretnina. Ukupna površina područja predloženoga za obnovu, ispravke i usklađivanje zemljišnoknjižnih i katastarskih podataka u sklopu projekta iznosi približno 250 000 hektara (oko 5% ukupnog područja Hrvatske), obuhvaća oko 1,05 milijuna zemljišnih čestica, a projekt bi na tom području bio od koristi za 360 000 osoba, uključujući oko 110 000 vlasnika nekretnina. Nakon što se tim projektom uspostave poboljšani mehanizmi, uključujući potrebne ljudske resurse, nastavak sustavnog upisa nekretnina u ostatku zemlje bit će daleko jeftiniji i ostvarit će se sredstvima koja će na raspolaganje staviti Vlada, EU i drugi donatori. Predviđeno razdoblje provedbe projekta je 2003–2008 (Marjanović 2003). Napomenimo na kraju da katastar i zemljišna knjiga ujedinjeni u jedinstveni informacijski sustav čine jedan od najvećih takvih sustava u mnogim državama. U Hrvatskoj će takav sustav sadržavati podatke o približno 22,8 milijuna zemljišnih čestica (URL 4).

5.2. Topografska izmjera

U Hrvatskoj, dok je bila u sastavu Austro-Ugarske Monarhije i potom, od 1918., Jugoslavije, nije osnovana državna institucija koja bi se bavila isključivo topografsko-kartografskom djelatnošću, topografskim i fotogrametrijskim snimanjima, te izradom i izdavanjem topografskih karata (URL 4). Samo se Osnovna državna karta (danas Hrvatska osnovna karta) 1:5000 na području Republike Hrvatske izradivala u Hrvatskoj, dok su se topografske karte izradivale do 1918. u bečkom Vojnogeografskom institutu i potom u Vojnogeografskom institutu u Beogradu, kako za vojne tako i za civilne potrebe.

Za područje Hrvatske, Slovenije i Bosne i Hercegovine, koje su bile u sastavu Austro-Ugarske, postojala je 1920-ih godina u novostvorenoj Jugoslaviji dobra topografska karta bečkoga Vojnogeografskog instituta u mjerilu 1:75 000. Za ta je područja Vojnogeografski institut iz Beograda od 1929. do 1933. godine obnovio sadržaj i od izvornika austrougarske izmjere sastavljeni su originali u mjerilu 1:50 000. Za preostali dio Jugoslavije (Srbija, Crna Gora, Makedonija) Vojnogeografski institut obavio je od 1920. do 1933. topografsku izmjeru u mjerilu 1:50 000. Na osnovi terenskih originala izrađena je Specijalna karta Jugoslavije u mjerilu 1:100 000 u poliedarskoj projekciji. Početni meridijan bio je pariški. Karta je imala 197 listova veličine 30' × 30'. Od 1931. ta je karta izdavana i u mjerilu 1:50 000. Od 1945. do 1951. izrađena je topografska karta mjerila 1:200 000. Osnovni izvornik za tu kartu bila je Specijalna karta u mjerilu 1:100 000, koja je 1946. reambulirana.

Druga topografska izmjera bivše Jugoslavije provedena je od 1947. do 1976. godine. To je ujedno prva integralna izmjera područja Jugoslavije, na osnovi koje je izrađena osnovna topografska karta Jugoslavije u mjerilu 1:25 000. Karta je izrađena u tri sustava Gauss-Krügerove projekcije na osnovi dimenzija Besselova elipsoida. Geografske koordinate računane su od Greenwicha. Na osnovi te karte izrađene su



Slika 2. Isječak nove topografske karte 1:25 000.

potom topografske karte sitnijih mjerila 1:50 000, 1:100 000 i 1:200 000 i pregledno-topografske karte mjerila 1:300 000 i 1:500 000 (Peterca i dr. 1974).

Vojne su institucije u bivšoj Jugoslaviji omogućivale nabavku samo višebojnih tiskanih primjeraka na papiru, dok upotreba ili umnožavanje reprodukcijских originala nisu bili dopušteni. Zbog toga je osamostaljenjem Republika Hrvatska ostala bez osnovne opreme kao i bez reprodukcijских originala, te tiskanih karata u koje je do tada ulagala značajna sredstva. Stoga je odlučeno izraditi reprodukcijские originale iz postojećih topografskih karata mjerila 1:25 000. Iako je njihov sadržaj zastario, tisak obnovljenih listova s novim vanjskim opisom bez reambulacije sadržaja bilo je nužno, ali privremeno rješenje. Izrada reprodukcijских originala obavljena je suvremenim digitalnim postupcima skeniranja višebojnih otiska, razlaganjem na slojeve prema bojama primijenjenim u tisku.

Radi izrade novih topografskih karata započela su sredinom 1990-ih nova aerofotogrametrija. Podaci se obrađuju suvremenim digitalnim metodama kako bi se, osim izrade same karte (slika 2), stvorila kvalitetna osnova topografskih podataka za izradu informacijskog sustava i digitalnog modela reljefa. Po uzoru na njemački ATKIS u Hrvatskoj se stvara Službeni topografsko kartografski informacijski sustav (STOKIS). Osnovu toga sustava čini Hrvatski topografski informacijski sustav (CROTIS). Kartografskim modelom podataka (KPM) ostvarena je konformnost s CROTIS-om čime je načelno omogućeno generiranje kartografske baze iz topografske (Biljecki i dr. 2003).

Ministarstvo obrane RH započelo je s izradom vojnih topografskih karata, koje se u odnosu na naslijeđeni kartografski sustav razlikuju u projekciji, elipsoidu, načinu označavanja u pravokutnoj mreži, formatu prikaza, izvanokvirnom sadržaju i sustavu mjerila. Radi osiguranja kartografske interoperabilnosti, odnosno prilagodbe hrvatskoga vojnoga kartografskog sustava zapadnom sjevernoatlantskom vojnom obrambenom sustavu (NATO), Ministarstvo obrane započelo je s izradom topograf-

skih karata u mjerilu 1:50 000 (Level 2), 1:250 000 (Level 1), te karata za područje gradova 1:25 000 (City maps) (Horvat i dr. 2003).

Kao što je već spomenuto, Osnovna državna karta (danas Hrvatska osnovna karta) 1:5000 jedina je topografska karta koja se do 1991. godine izrađivala u Hrvatskoj, a izrađuje se i danas u nadležnosti Državne geodetske uprave. Od 1954. do 2003. izrađeno je 8514 listova od ukupno 9821 lista (Landek 2003).

5.3. Hidrografsko-geodetska izmjera

Hidrografska djelatnost na istočnoj obali Jadrana datira od početka 19. stoljeća, kada je prvu izmjeru proveo Charles F. Beautemps-Beaupré, u razdoblju od 1806. do 1809. godine. Na temelju njegove izmjere nastao je atlas s petnaest pomorskih karata i planova te dvije panorame.

Austrougarska mornarica obavila je prvu, sustavnu izmjeru istočnojadranskoga akvatorija u razdoblju od 1822. do 1824. godine i izdala 24 pomorske karte i peljar "Portolano del Mare Adriatico". Na hrvatskom dijelu Jadrana austrougarska je mornarica, među prvima u Europi, uspostavila hidrografsku službu (1860), koja se djelatnost nastavlja do današnjih dana stalno usavršavajući metode istraživanja i tehnologiju mjerenja.

Hrvatski hidrografski institut (HHI) u Splitu obavlja danas znanstvenoistraživačke, razvojne i stručne radove vezane uz sigurnost plovidbe Jadranom, hidrografsko-geodetsku izmjeru Jadrana, pomorsku geodeziju, projektiranje i izradu pomorskih karata i nautičkih publikacija, oceanološka istraživanja, istraživanje geologije podmorja te izdavačko-tiskarske poslove.

Hidrografski odjel HHI-a obavlja geodetsku izmjeru užega obalnog i otočnog pojasa te revidira i ažurira promjene na obali. Također izvodi kompleksnu hidrografsku izmjeru uzduž obalnih i otočnih plitkih akvatorija te otvorenoga morskog prostora unutar međunarodnih plovni putova. U svojoj dosadašnjoj djelatnosti obradio je oko 1000 hidrografskih originala različitih mjerila.

Kartografska djelatnost Hrvatskoga hidrografskog instituta obuhvaća projektiranje i izradu pomorskih navigacijskih karata, planova, shema i prikaza u pomorskim publikacijama, koji su potrebni za održavanje sigurnosti na moru i nesmetanu plovidbu određenim područjem, u analognom ili digitalnom obliku. Pomorske navigacijske karte dijele se na: generalne karte (mjerila sitnija od 1:500 000), kursne karte (mjerila 1:150 000 do 1:500 000), obalne karte (mjerila 1:50 000 do 1:150 000) i planove (mjerila ispod 1:50 000) (URL 6).

6. Primijenjena geodezija

6.1. Geodezija u građevinarstvu

U procesu projektiranja i građenja objekata na terenu geodezija se primjenjuje gotovo u cjelokupnome njezinu opsegu. Zato se ti radovi moraju povjeriti vrlo iskusnim stručnjacima. Osim teorijskih znanja geodetskih disciplina, oni trebaju imati i znatno iskustvo u svim geodetskim radovima, a moraju poznavati i probleme srodnih struka za koju se daju geodetska podloga i topografski podaci. U mnogim slučajevima

vima potrebno je, radi uspješnog izvođenja geodetskih radova, poznavati procese građenja i organizaciju radilišta. U tijeku izgradnje građevine i nakon njezina puštanja u pogon izvode se razna geodetska kontrolna mjerenja, koja trebaju osigurati pravilnost izgradnje objekta prema obliku i dimenzijama iz projekta. Nakon izgradnje, geodetska kontrolna mjerenja prate promjene oblika i dimenzija objekta, koje mogu biti izazvane vanjskim utjecajima u vezi s eksploatacijom (Janković 1968).

Pri izgradnji hidrocentrale *Vinodol* 1948. godine iz neobjašnjivih su se razloga u spojnica tunela između podzemne strojarnice i razdjelne komore pojavile pukotine u betonskim zidovima. Precizna geodetska mjerenja trebala su dati uvid u eventualne horizontalne i vertikalne pomake cijeloga područja. Prema zahtjevu njemačkog specijalista za hidrotehničke radove trebalo je u strojarnici na šest mjeseci prekinuti građevinske radove. Zahtjev nije prihvaćen, a naši su stručnjaci i bez prekida građevinskih radova, u vrlo teškim uvjetima, preciznim geodetskim mjerenjima utvrdili da nema bojazni od deformacija odnosno pokreta okolnih masa (Janković 1952).

Mjerenja za ispitivanje pomaka brana spadaju među najpreciznije geodetske radove. Jedna je od najvećih gravitacijskih brana kod nas puštenih u pogon ona kraj Peruče, u sustavu Dalmatinskih hidroelektrana. Horizontalne i vertikalne pomake te brane geodeti su pratili kroz dulji niz godina (Klak, Petković 1961).

Nakon pozitivnih iskustava stečenih pri iskopu tunela u Kolumbiji, građevinsko poduzeće *Konstruktor* iz Splita usvojilo je, sredinom 1970-ih, primjenu lasera za vođenje osi tunela i primijenilo tu metodu pri proboju tunela *Učka* i hidrotehničkog tunela *Zakučac II* (Foskarini 1977).

Sve veća potreba za bržim, boljim i jeftinijim načinom projektiranja te gotovi programi instalirani na sustavima računskih centara u nas, omogućili su sredinom 1970-ih novi pristup radu na geodetskom dijelu poslova za računanje elemenata trasa prometnica i prometnih čvorova. Pri izradi projekta zagrebačke obilaznice, koji su rađeni u *Inženjerskom projektnom zavodu* i *Institutu građevinarstva Hrvatske*, primijenjeni su paketi programa HIDES (Higway Design), instalirani u računskom centru *GP Hidroelektra* (Adamek 1977).

Mjerenje horizontalnih pomaka na visokim konstrukcijama (televizijski i drugi tornjevi, dalekovodni stupovi, dimnjaci i sl.) ili kontrola njihove vertikalnosti (određivanje nagiba) izvodi se prilikom izgradnje i prilikom tehničkog prijama, pa i u tijeku eksploatacije objekta sustavnim praćenjem deformacija. Horizontalni pomak određuje se mjerenjem promijenjenog položaja točke na objektu pod djelovanjem različitih sila (npr. pokusna opterećenja) ili tijekom vremena. Kontrola odnosno mjerenje (ne)vertikalnosti konstrukcije sastoji se u određivanju međusobnog položaja točaka koje se prema projektu trebaju nalaziti na istoj vertikali (Narobe 1980). Za primjer navodimo kontrolu vertikalnosti cilindričnog dijela čelične sigurnosne posude (visine 161 m) za smještaj nuklearnog reaktora u nuklearnoj elektrani *Krško* (Šimičić 1980).

Geodetski radovi za dokazivanje tehničke ispravnosti novoizgrađenih mostova sastoje se od određivanja vertikalnih pomaka na važnim mjestima konstrukcije pri različitim shemama opterećenja. Izvodi se statičko i dinamičko ispitivanje konstrukcije: statičko – opterećenje s teretom u mirovanju (teret su natovareni kamio-

ni) i dinamičko – kamioni u različitim režimima vožnje po mostu (Kapović i dr. 1995).

Nadzemna geodetska mreža za iskolčenje željezničkog tunela Čićarija prvi je put u Hrvatskoj određena s pomoću GPS-mjerenja 1993. godine. Također su prvi put u Hrvatskoj s pomoću GPS-mjerenja iskolčeni položaji geoistražnih sonde iznad tunela Čićarija (Solarić M. 1997). Poluautomatizirano je određivanje profila tunela s pomoću ručnoga laserskog daljinomjera Leica DISTO, vrlo niske cijene (Solarić, N. i dr. 1995). Na taj način snimanjem profila tunela smanjeni su troškovi betoniranja tunela. Tri takva uređaja izrađena su u tvrtki *Hidroelektra* i njima se radilo na tunelu *Sv. Rok* i nekim drugim tunelima. Originalnom automatskom astronomskom metodom razvijenom u Zagrebu nezavisno je kontrolirana geodetska mreža iznad 12 km dugih tunela *Shiffa* u Alžiru i *Nevesinje* u Bosni i Hercegovini, kao i najdužeg tunela *Mala Kapela* na autocesti Zagreb–Split. Nakon kontrole nadzemne mreže iznad tunela takvom nezavisnom metodom geodetski stručnjaci mogu mirnije očekivati proboj tunela (Solarić, N. i dr. 1997).

6.2. Geodezija u rudarstvu

Geodetski radovi u rudarstvu označuju se i kao rudarska mjerenja ili jamomjerstvo. Provode se prilagođenim geodetskim metodama i instrumentima, a služe za izradu grafičkih prikaza (karata) jamskih prostora u pogodnom mjerilu i svrsishodnoj projekciji s potrebnim tehničkim (rudarskim, geološkim) detaljima. Grafičkim prikazima moraju se stalno pratiti sve promjene u jami, bilo da su one nastale namjerno, tijekom rudarskih radova, bilo da su posljedica više sile (prodor vode ili plina, gorski udar, jamski požar). Osim toga, jamskim se mjerenjima prate i promjene što ih jamski radovi uzrokuju na površini, kao što je slijeganje terena nad otkopanim prostorom (Kanajet 1979).

6.3. Geodezija u poljoprivredi, šumarstvu i zaštiti okoliša

Poljoprivreda je u Hrvatskoj, kao i u sličnim zemljama u tranziciji, u vrlo lošem položaju. Jedan je od uzroka tomu, golema rascjepkanost katastarskih čestica poljoprivrednog zemljišta, što je jedan od ključnih čimbenika u razvoju poljoprivredne proizvodnje. Uređenje zemljišta i grupiranje čestica nužan je korak prema unapređivanju poljoprivredne proizvodnje. Uzimajući u obzir iskustva drugih, u planiranju takvih zahvata u prostoru trebalo bi voditi računa o čovjekovu okolišu i prirodnom krajoliku te ih na vrijeme zaštititi (Cetl, Prosen 2001).

Poljoprivredne proizvodne površine (zemljišne čestice) uređuju se kroz agrarne operacije. U agrarne operacije ulaze agrarne reforme, nacionalizacije, izvlaštenja, parcelacije, arondacije i komasacije. Cilj je komasacije zemljišta spajanje većeg broja malih čestica, tj. stvaranje većih i za obradu pravilnijih zemljišnih čestica. Uz komasaciju, gdje je to potrebno, izvode se i hidrotehničke melioracije i asanacije.

Prvi samostalni zakon o komasaciji zemljišta u nas donesen je 1891. godine, ali zbog svoje krutosti nije naišao na širu primjenu. Na osnovi zakona iz 1902. komasirano je do Drugoga svjetskog rata, ili je bilo u postupku, više od 400 000 ha poljoprivrednog zemljišta, a iskopano je oko 4000 km kanala. Potkraj 1954. godine Sabor NR Hrvatske donio je Zakon o komasaciji zemljišta, kao uvjet za rješavanje problema u našoj poljoprivredi. Taj je zakon na području Hrvatske naišao na znatnu

primjenu, osobito u bivšim kotarima Vinkovci, Osijek i Slavonski Brod (Medić 1963).

Prema podacima Državne geodetske uprave, između 1956. i 1988. godine komasirano je više od 650 000 ha, što je oko 25% obradivih površina. Najveći dio komasacijskih radova obuhvaćao je Slavoniju i Baranju. U proteklom razdoblju, od osnutka samostalne Hrvatske pa do danas, komasacijski su radovi svedeni na minimum. Najveći razlog tomu bile su društveno-političke prilike u Hrvatskoj i Domovinski rat. U današnjim uvjetima komasacije ponovno dobivaju na osobitoj važnosti (Četl, Prosen 2001).

U urednom šumskom gospodarstvu od najveće je važnosti uzgajanje i uređivanje šuma. Dodamo li tomu izgradnju šumskih transportnih sredstava te uređivanje bujica, dobivamo ona područja koja traže niz raznovrsnih mjerenja. To su uglavnom geodetska i dendrometrijska mjerenja. Nije potrebno posebno isticati geodetske radove pri trasiranju i izvedbi šumskih komunikacijskih sredstava ili pri uređivanju bujičnih područja. U onim geodetskim predradnjama koje su prijeko potrebne za razne grane djelatnosti u šumarstvu fotogrametrija daje podatke kao u ostalim geodetskim radovima (Tomašegović 1950).

Tijekom posljednjih stotinu godina fotogrametrija i daljinska istraživanja primjenjivali su se u šumarstvu Hrvatske s različitim intenzitetom, u početku samo praćenjem stanja u svijetu do velikog poleta primjene neposredno nakon Drugoga svjetskog rata. Posljednjih desetak godina uočava se povećani napor u znanstveno-nastavnoj djelatnosti i još uvijek nedovoljna primjena u praksi. Temeljem znanja proizašlih iz znanstvenih istraživanja u nas te iskustva u svijetu može se zaključiti da se fotogrametrija i daljinska istraživanja mogu primijeniti u svim segmentima šumarstva, a napose u inventuri šuma (Kušan 1998).

Trendovi u svjetskom gospodarstvu pokazuju da će uskoro svaki zahvat u okoliš zahtijevati ekološku studiju. S druge strane, testiranje uporabe GPS-a i satelitskih snimaka u poljoprivredi pokazali su da se racionalizacijom gospodarenja mogu ostvariti i znatne zarade. Pritom se osobito misli na uštedu na unosu gnojiva, pesticida i vode pri analizi gospodarskog sustava.

Mogućnosti analize, prikupljanja, obrade i arhiviranja podataka o objektima različitog podrijetla (građevinski i prirodni objekti) znatno su povećane uporabom metoda daljinskih istraživanja, razvitkom GPS-a, a osobito razvitkom GIS-a ili općenito geoinformacijskih tehnologija. Dizajn i izrada GIS-a ovisi najprije o primjeni, pa je stoga logično da ti procesi podrazumijevaju multidisciplinarn pristup i međustrukovnu komunikaciju radi lakšeg pronalaženja optimalne aplikacije (Hengl i dr. 1998).

6.4. Geodezija u zaštiti spomenika kulture

Mnogi spomenici kulture bili su za Drugoga svjetskog rata oštećeni, a neki i uništeni. Kao i u drugim zemljama koje je pogodilo ratno razaranja, nastojalo se i u našoj zemlji u povijesno-urbanističkim cjelinama uspostaviti staro stanje, kako bi se kasnijim naraštajima sačuvao dio naše prošlosti. Sve brojniji zahtjevi za hitnim intervencijama u zaštiti spomenika kulture upućivali su na primjenu fotogrametrije u izradi dokumentacije. Zavod za fotogrametriju Geodetskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prvi se prihvatio tog zadatka i praktički izveo gotovo sve radove te vrste u

Hrvatskoj. Početni radovi izvedeni su s posuđenim instrumentarijem. Od 1955. godine Zavod se iz godine u godinu opremao sve boljim fotogrametrijskim i geodetskim instrumentarijem baš za takve radove, a s brojem radova i iskustvo Zavoda postalo je bogatije (Braun, Pleško 1975).

Danas prilikom izmjere pročelja i ostalih dijelova zgrada kulturnog naslijeđa, lasersko skeniranje samostalno ili u kombinaciji s metodama terestričke fotogrametrije, daje veoma dobar odnos uloženoga i dobivenoga (Matijević, Roić 2002).

6.5. Geodezija u prostornom planiranju i urbanizmu

Sve veći rast urbanizacije prostora zahtijeva veliki napredak u postupcima i tehnikama uređenja građevinskog zemljišta. Danas postoji dovoljan broj tehnika podređenih razvojnim ciljevima i regionalnim posebnostima. Jedna od njih je urbana komasacija. Njezina je svrha uređenje građevinskog zemljišta za provedbu urbanističkih planova. Urbana je komasacija prema tomu moderni instrument uređenja građevinskog zemljišta, kojim se dobivaju parcele koje će svojim oblikom i površinom potpuno zadovoljiti uvjete izgradnje propisane urbanističkim planovima.

Urbana komasacija u Hrvatskoj nije se provodila još od doba Kraljevine Jugoslavije. Godine 1931. donesen je Zakon o građenju koji je ozakonio instrument, međutim to je bilo kratkoga vijeka. Komunistička vlast i njezino zakonodavstvo sustavno je odbijala urbanu komasaciju, pod izlikom da je urbano zemljište ionako društveno pa se nema što komasirati. Ni 11 godina nakon raspada komunističkog režima ništa se nije promijenilo, da bi konačno 2001. godine Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja donijelo Nacrt prijedloga Zakona o prostornom uređenju. Tim će zakonom, ako se prihvati, biti ozakonjena i definirana urbana komasacija (Blagonić, Prosen 2002).

Uloga je geodezije u urbanoj komasaciji višestruka. Komasacije zemljišta nedvojbeno su jedan od najsloženijih radova koje geodetski stručnjaci izvode u praksi. Obraduju se mnogobrojni i raznovrsni podaci i informacije iz gotovo svih područja struke. Prije svega geodetskim se radovima osigurava osnovna mreža – geodetska osnova za izradu podloga za projektiranje, snimanje za izradu projekta i katastar nekretnina (Fanton, Medić 1992).

6.6. Geodezija u brodogradnji

Vrlo intenzivan i specifičan razvoj brodogradnje pri kraju 1960-ih godina utjecao je na usvajanje nove tehnologije gradnje brodova u više dijelova, spajanjem na moru, u plutajućem doku, ili u suhom doku. Do tada primjenjivana mjerna tehnika više nije mogla uspješno zadovoljiti sve raznovrsnije i neuobičajenije zahtjeve prakse. Geodetske metode mjerenja tražene zahtjeve potpuno zadovoljavaju. To potvrđuju primjeri gradnje brodova iznimno velikih dimenzija, razne rekonstrukcije brodova, radovi vezani uz razvoj novih tehnologija gradnje brodova i kontrole točnosti gradnje brodskih konstrukcija (Šafranko 1971, Cerovac 1992).

6.7. Geodezija u industriji

U industriji se primjenjuju sve složenija postrojenja s visokim stupnjem automatizacije. Dijelovi takvih postrojenja moraju zadovoljiti visoke zahtjeve točnosti, koje

treba garantirati kontrolnim mjerenjima. Također, montaža agregata i segmenata u cjelovito postrojenje zahtijeva pridržavanje uskih granica tolerancije da bi se osigurao ispravan rad postrojenja. Ispravan rad kroz duže vremensko razdoblje treba, također, garantirati kontrolnim mjerenjima. Budući da mnoga postrojenja imaju danas vrlo velike dimenzije, to su geodetske mjerne metode nužne pri njihovoj montaži (Hennecke i dr. 1992). Za primjer rada naših stručnjaka na tom području navodimo poluautomatizirano određivanje pomaka točaka od osi, koja prolazi kroz sredinu stalka za valjke u tvorničkim halama (Solarić, N. i dr. 2003).

6.8. Geodezija u medicini

Jedno je od područja primjene fotogrametrijske izmjere i medicina, gdje se izmjerom kvantificira ponajprije vanjski oblik ljudskog tijela. Osim određivanja odnosa između pojedinih točaka na površini, pokazala se potreba određivanja geometrijskih odnosa unutar ljudskog tijela, a na osnovi izmjere rendgenskih slika – radiograma. Razrađena je analitička fotogrametrijska izmjera radiograma, koja omogućuje točnu numeričku definiciju prostornih odnosa različitih anatomskih struktura, npr. dijagnostiku minimalnih pomaka ulomaka ili ugrađenih alenteza, prikaz patoloških pokretljivosti ili promjena u kinematičkim značajkama oštećenih ili ozlijeđenih zglobova (Fiedler 1987).

7. Geodetske tvrtke

U Hrvatskoj danas postoji 427 fizičkih i pravnih osoba koje imaju suglasnost Državne geodetske uprave za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretнина (Krpeljević 2002). U nastavku je ukratko prikazana djelatnost, po našim saznanjima, šest najvećih geodetskih tvrtki u Hrvatskoj.

Zavod za fotogrametriju d. d. Zagreb nastao je iz *Geodetskog zavoda NR Hrvatske*, utemeljenoga 1946. godine. Od 1951. djeluje pod imenom *Ured za triangulaciju i nivelman Zagreb*, a od 1961. kao poduzeće sa samostalnim financiranjem, pod imenom *Zavod za fotogrametriju Zagreb*. Jedna je od značajnijih institucija hrvatske geodezije, i to ne samo zbog opsega i količine izvršenih geodetskih radova, već i zbog pionirske uloge koju je imao pri uvođenju i primjeni suvremenih tehnologija u struci, te razvitku geodetske djelatnosti u Hrvatskoj. Tvrtka je tehnički i stručno osposobljena za izvođenje svih geodetskih, fotogrametrijskih i kartografskih radova: za projektiranje i izvođenje mreža stalnih geodetskih točaka, za detaljnu katastarsku i topografsku izmjeru, za potrebe inženjerskog projektiranja i geodetskog praćenja izgradnje u graditeljstvu i gospodarstvu, za izradu topografskih i tematskih karata. Zavod za fotogrametriju d. d. zapošljava oko 70 djelatnika, pretežito inženjera i tehničara geodetske struke, i sastoji se od tehničkog i financijsko-općeg odjela. Tehnički odjel podijeljen je na dva sektora – sektor izmjere i sektor obrade – koji su ustrojeni od terenskih i specijaliziranih radnih jedinica (ekipa). U sektoru izmjere obavljaju se radovi vezani za geodetsku izmjeru na terenu, katastar te GPS-izmjeru. U sektoru obrade izvode se svi fotogrametrijski radovi, digitalna obrada podataka, te izrada i finalizacija planova i karata. Zavod je izradio više od 60 % svih ikad izrađenih listova Hrvatske osnovne karte 1:5000 i 76 listova topografske karte mjerila 1:25 000 (URL 7).

Geodetski zavod d. d. Osijek osnovan je kao *Okružni geodetski zavod Osijek* 1946. godine. Više puta mijenja ime – 1951. u *Ured za novu izmjeru zemljišta Osijek*, 1961. u poduzeće sa samostalnim financiranjem *Zavod za izmjeru zemljišta Osijek*, a od 1971. djeluje pod imenom *Geodetski zavod Osijek*. Danas zapošljava 52 djelatnika. Neprestano radi na uvođenju najnovijih tehnologija u svojoj djelatnosti. Godine 1997. za potrebe aviosnimanja nabavljena su i dva dvomotorna zrakoplova prilagođena za brzo i ekonomično prikupljanje podataka o prostoru neposredno u digitalnom obliku. Zahvaljujući suvremenoj visokosofisticiranoj geoinformatičkoj opremljenosti i stručnim kadrovima tvrtka je ostvarila mnogobrojne i zapažene stručne aktivnosti i projekte, nastupe na stručnim skupovima u zemlji i inozemstvu, te dobila niz nagrada i priznanja. Od stručnih aktivnosti ističu se projekti izrade karata, uređenja zemljišta, izvođenja građevinskih, hidrotehničkih i prometnih objekata, projekti obnove itd. Svi ti projekti intenzivno su podržani GIS i CAD-tehnologijom. Zavod primjenjuje najnovije optičke i elektroničke instrumente za terestrička mjerenja (URL 8).

Geodetski zavod Rijeka d. d. nastao je iz *Geodetskog zavoda NR Hrvatske*, osnovanoga 1946. godine. Više puta mijenja ime – 1951. u *Ured za novu izmjeru zemljišta Rijeka*, 1961. u poduzeće sa samostalnim financiranjem *Zavod za izmjeru zemljišta Rijeka*, a od 1968. djeluje pod imenom *Geodetski zavod Rijeka*. Danas zapošljava 55 djelatnika. Zavod se u početku bavio pretežno katastarskom izmjerom, zatim kartografijom, industrijskom geodezijom, izradom ortofotokarata, a u današnje vrijeme ponovno dominiraju katastarske izmjere, ali sada u svrhu obnove zemljišnih knjiga. Na tim zadacima izmjereno je više od 200 000 hektara. Odjel fotogrametrije, digitalnom metodom, izvodi sve vrste fotogrametrijskih kartiranja i prikupljanja podataka za potrebe katastra, projektiranja i izrade topografskih karata. Prioritetne djelatnosti uključuju i izradu DMR-a i digitalnog ortofota. Kartografija je zastupljena u izradi Hrvatske osnovne karte 1:5000, analogne i digitalne. Do sada je izrađeno više od 1000 listova, što čini 700 000 hektara. U najnovije doba Zavod je usvojio izradu topografske karte mjerila 1:25 000 u digitalnom obliku, te je izrađeno 20 listova na području Istre, Rijeke i Dalmacije (URL 9).

Geodetski zavod d. d. Split osnovan je 1946. pod imenom *Oblasni geodetski zavod Dalmacije*. Od tada do danas više je puta mijenjao ime – 1951. u *Ured za novu izmjeru zemljišta Split*, 1961. u poduzeće sa samostalnim financiranjem *Zavod za izmjeru zemljišta Split*, a od sredine 1990-ih djeluje pod današnjim imenom. Danas je tvrtka ustrojena kao dioničko društvo, zapošljava 60 djelatnika i u tehničkom segmentu sadrži Odjel fotogrametrije i kartografije te Odjel izmjere. Djelatnost Zavoda obuhvaća: restituciju aerofotogrametrijskih i terestričkih snimaka digitalnim i analitičkim metodama, GPS-mjerenja u osnovnim geodetskim mrežama, projektiranju prometnica, mostova i tunela, precizna mjerenja s pomoću laserskih uređaja/skenera, izradu digitalnih topografskih i tematskih karata (TK 1:25 000, HOK 1:5000), izradu digitalnih katastarskih planova, ortofotoplanova i geodetskih projekata kao sastavnog dijela glavnoga građevinskog projekta pri izgradnji autocesta.

Geoprojekt d. d., Zagreb osnovan je 1962. godine. Danas zapošljava 44 geodetska stručnjaka, od kojih su 11 diplomirani geodetski inženjeri, 10 inženjeri geodezije i 23 geodetski tehničari. Opremljen je suvremenim geodetskim instrumentima – ima šest GPS-uređaja, 10 mjernih stanica, analitički stereoinstrument SD 3000, digitalnu fotogrametrijsku stanicu i dr. Djelatnost Geoprojekta uključuje osnovne geodet-

ske radove, topografiju, kartografiju, fotogrametriju, katastar nekretnina, katastar vodova, primijenjenu geodeziju i druge geodetske poslove.

Tvrtka *Geofoto d. o. o.*, sa sjedištem u Zagrebu, počela je s aktivnošću 1993. godine kao prva hrvatska služba aerofotogrametrijskog snimanja. Posebno je aktivna na području digitalne kartografije, analitičkog fotogrametrijskoga kartiranja, katastarske izmjere i uspostave geoinformacijskih sustava. Geofoto ima 30 stalno zaposlenih i 5 djelatnika po ugovoru, moderan i dobro opremljen fotolaboratorij, vlastiti zrakoplov, aerofotogrametrijsku mjernu kameru visoke tehnologije Leica RC20, dva analitička stereoinstrumenta, precizni fotogrametrijski skener, više digitalnih fotogrametrijskih radnih stanica, snažnu informatičku infrastrukturu, veliko međunarodno iskustvo, te visoko obrazovane mlade stručnjake. Uvođenjem kontrole kvalitete po normama ISO 9001 korisniku se pruža vrhunska kvaliteta i usluga (URL 10).

Iz *Geodetskog zavoda NR Hrvatske* utemeljenoga 1946. godine nastao je 1951. i *Ured za novu izmjeru zemljišta Zagreb*, koji se 1961. pretvara u poduzeće sa samostalnim financiranjem pod imenom *Zavod za izmjeru zemljišta Zagreb*. Iz tog Zavoda nastaje 1965. godine poduzeće *Geozavod Zagreb*. Geozavod se raspao početkom 1990-ih na nekoliko tvrtki, od kojih danas samostalno djeluje jedino Geos'91 d. o. o.

(Nastavak i završetak u sljedećem broju)

Geodetski list

Sretan i blagoslovljen Uskrs
želi Vam

Uredništvo