

GEODEZIJA U HRVATSKOJ 1991–1994*

Krešimir ČOLIĆ – Zagreb**

SAŽETAK. Ovo je dosad prvi sumarni pregled dostignuća hrvatskih geodetskih znanstvenika iz područja koje pokrivaju svih 5 sekcija u sklopu IAG. U njemu su za vremensko razdoblje 1991–94. uzeti u obzir rezultati rada 41 geodetskog djelatnika iz Hrvatske, uz suradnju i 13 eksperata iz inozemstva.

Prijeko je potrebno istaknuti u uvodu da su hrvatski geodeti i geofizičari neprekidno sudjelovali na većini Generalnih skupština IUGG te da su vrlo uspješno organizirali prvi međunarodni simpozij »Određivanja polja sile teže i GPS-pozicioniranje u području Alpe-Jadran«, Dubrovnik i Hvar, 1–7. listopada 1989. Sljedeći simpozij (u 1992. ili 1993) nije održan zbog ratnih događanja.

Naši su geodetski stručnjaci, međutim, mogli aktivno sudjelovati svojim radovima kao predstavnici suverene Republike Hrvatske 1991. u Beču. Prominentni hrvatski geodetski stručnjaci (Čolić, Bašić i dr.) bili su tada ili nešto kasnije izabrani u neke specijalne studijske grupe ili čak komisije unutar djelokruga Međunarodnoga geodetskog društva (International Association of Geodesy – IAG). Zahvaljujući priznanju nezavisnosti naše države od gotovo cijele međunarodne javnosti početkom 1992, Hrvatskoj je napokon omogućeno da provizorno postane dugo željenom članicom Međunarodne unije za geodeziju i geofiziku (International Union of Geodesy and Geophysics – IUGG), pri čemu je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti stalno garantno tijelo i također predstavnik naše države u Međunarodnom savjetu znanstvenih unija (International Council of Scientific Unions – ICSU), (Čolić 1993a). Pri tome, kao i pri osnivanju *Hrvatskog povjerenstva za geodeziju i geofiziku*, odlučujuća je bila velika podrška profesora H. Moritza, predsjednika IUGG (Čolić 1993c).

Osnivanje Hrvatskoga geodetskog društva (Božićnik 1993) omogućilo je našim geodetima nazočnost u Međunarodnoj geodetskoj federaciji (FIG), zatim u Međunarodnom kartografskom društvu (ICA), itd. Istodobno, članstvom u Europskom povjerenstvu za službenu kartografiju (CERCO) i u drugim organizacijama, Državna geodetska uprava učinila je velike napore u promidžbi cjelokupne

* Ovaj je pregled rad ujedno i neophodno izvješće našega nacionalnog korespondenta pri Internacionalnoj asocijaciji za geodeziju (IAG), pripremljeno prema prethodnoj odluci Hrvatskog povjerenstva za geodeziju i geofiziku, a za prezentaciju na XXI. generalnoj asambleji Internacionalne unije za geodeziju i geofiziku (IUGG), Boulder (Colorado, USA), 2–14. srpnja 1995.

** Akademik Krešimir Čolić, prof. dr. sc., Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb.

geodetske aktivnosti u Hrvatskoj (Gojčeta 1993) i podupiranju razvoja međunarodne suradnje.

Nadamo se da će svi ti napori rezultirati 1995. izborom Republike Hrvatske za stalnog člana IUGG od strane njezina Savjeta na Generalnoj skupštini u Boulderu (USA).

Ovo izvješće daje prikaz aktivnosti na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te publiciranih radova hrvatskih geodetskih znanstvenika, kao i onih ostvarenih u suradnji s inozemnim kolegama. U istraživanjima interesantnima za IAG u razdoblju između 1991. i 1994. iz Hrvatske je sudjelovalo sveukupno 41 istraživač, tj. 17 doktora znanosti, među kojima je prof. K. Čolić, prvi geodet izabran za redovitog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (Solaric N. i dr. 1993), zatim 9 magistara znanosti i 15 diplomiranih inženjera geodezije, uz suradnju 13 inozemnih kolega (Austrija, BiH, Češka, Njemačka, SAD, Slovačka i Slovenija).

Zapravo, manji broj hrvatskih autora djeluje isključivo u geodeziji kao geoznanstvenoj disciplini, već uglavnom rade u inženjersko-tehničkom području. Većina je radova objavljena na hrvatskom jeziku (obično sa sažetkom na engleskom) u Geodetskom listu, jedinom hrvatskom geodetskom glasilu s međunarodnom reputacijom. Godine 1991. Francula i suradnici sastavili su *Bibliografiju Geodetskog lista* za razdoblje od 1947. do 1990. Osim toga, naši su stručnjaci publicirali svoje radove u nekim cijenjenim međunarodnim geodetskim časopisima, a vrlo često u zbornicima značajnih IAG simpozija.

U razdoblju od 1991. do 1994. hrvatski su geodeti objavili tri doktorske disertacije: dr. sc. Petrović (1991. u Grazu), dr. sc. Kapović (1993. u Zagrebu), dr. sc. Roić (1994. u Beču), a nekoliko geodetskih magistarskih radova obranjeno je na Sveučilištu u Zagrebu.

Godine 1991. objavljena je također knjiga (Bilajbegović i dr. 1991) namijenjena studentima geodezije i stručnjacima u praksi. Ona je nastala uz podršku dvojice austrijskih kolega, a analizira probleme unutar područja osnovnih geodetskih radova – suvremene metode – GPS. Tu se može spomenuti publikacija K. Čolića (1993d), u kojoj je na njemačkom jeziku prikazan geodetski doprinos Rudera Boškovića, jednog od pionira geodezije u svijetu iz 18. stoljeća. Čolićev rad (1994) posvećen je povijesnim geodetskim dostignućima čuvenog Hrvata Gjure Pilara, koji je živio u 19. stoljeću. O suvremenoj geodeziji u Hrvatskoj, posebno tijekom 20. stoljeća, pisao je Lovrić (1994).

U području **Pozicioniranja (IAG-sekcija I)** samo se nekoliko radova bavi problemima triangulacije i nivelmana, dok se u većini njih prikazuje suvremena GPS-tehnologija. U radu Cigrovski-Detelić (1991) analizirana je *a priori* točnost za dio triangulacije II. reda mreže Hrvatske, te je pokazano da su ta postojeća mjerenja nehomogena. Štoviše, tri prostorne koordinate za točke I. reda trigonometrijske mreže Hrvatske, a u manjem opsegu u susjednoj Sloveniji, koje su sve bazirane na još uvijek dobroj podlozi iz stare Austro-Ugarske, testirane su nedavno putem GPS-mjerenja.

U vezi s visinskim referentnim sustavima početno izvješće dano je u članku (Bilajbegović i dr. 1993b) o osnovi preciznog nivelmana područja susjednih, sada i nezavisnih država Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Slovenije. Odmah poslije toga objavljen je pregled radova postignutih na preciznom nivelmanu na teritoriju Republike Hrvatske, također s osobitim osvrtom na tzv. drugi nivelman visoke točnosti (II NVT), prihvaćen kao temeljna mreža za izvršenje nivelmanskih radova nižih redova, što su prvo prikazali Feil i suradnici (1993b), a potom i na njemačkom jeziku (Feil i dr. 1993c).

Sadržaj radova (Benčić i Lasić 1992, 1994) utjecaj je atmosfere na geodetska mjerenja, a posebnu temu novih metroloških aktivnosti u Republici Hrvatskoj razmatrali su Benčić i suradnici (1994). U tom smislu vrlo je značajan rad (Solarić i dr. 1994) u projektiranju i opsežnim radovima na uspostavljanju kalibracijske baze Zagreb. Problemi točnosti geodetskih mjerenja obrađeni su u radovima Šimičića (1992), Novakovićke (1993) i drugih.

Nakon nekoliko iskustava stečenih s prijemnicima Ashtech na kalibracijskoj bazi Zagreb (Bilajbegović i Solarić 1991) učinjena su prva GPS-mjerenja na točkama u gornjem dijelu trigonometrijske mreže I. reda uz granicu Hrvatske i Slovenije (Bilajbegović i dr. 1992a). Potom su Bilajbegović i suradnici (1993a) prezentirali preliminarne rezultate za dio Hrvatske. Članak (Bilajbegović i dr. 1992b) bavi se primjenom GPS-a u lokalnim geodetskim mrežama u gradskim područjima, a zanimljiva tema o integraciji GPS-podataka u GIS (Geografski

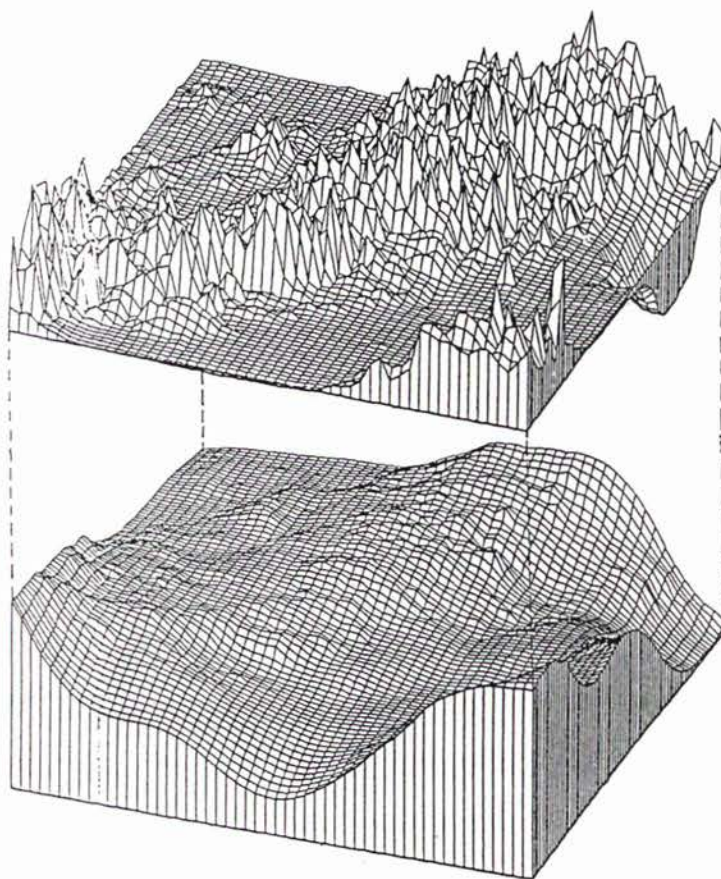


Slika 1. EUREF'94 (10 točaka) i CRODYN'94 (13 točaka) – temeljne GPS-kampanje u Hrvatskoj.

informativni sustav) razmatrana je u (Galić 1994), dok se transformacija iz koordinatnog sustava WGS84 u državni koordinatni sustav razmatra u radu Bilajbegović i Podunavac (1994).

Napokon, uz podršku njemačkog Instituta za primijenjenu geodeziju iz Frankfurata na Majni (IfAG) ostvaren je vrlo značajan napredak: Hrvatska je zajedno sa Slovenijom sudjelovala u kampanji EUREF'94, tako da su uspješno izvršena neophodna GPS-mjerenja s prijemnicima Trimble 4000 SSE na 15 trigonometrijskih točaka I. reda (Čolić i dr. 1995). Oslanjajući se na tu kampanju ostvarena je, te prikazana u istome radu prva serija GPS-mjerenja u Hrvatskom geodinamičkom projektu CRODYN, sveukupno sa 17 točaka: uz četiri stalne EUREF-točke još 13 novih točaka, i to 5 mareografskih i 8 geodinamičkih stanica, vidi sliku 1. Dapače, istodobno su promatrane i dvije dodatne točke u Sloveniji, te još dvije u Italiji (mareograf Trst i Bazovica).

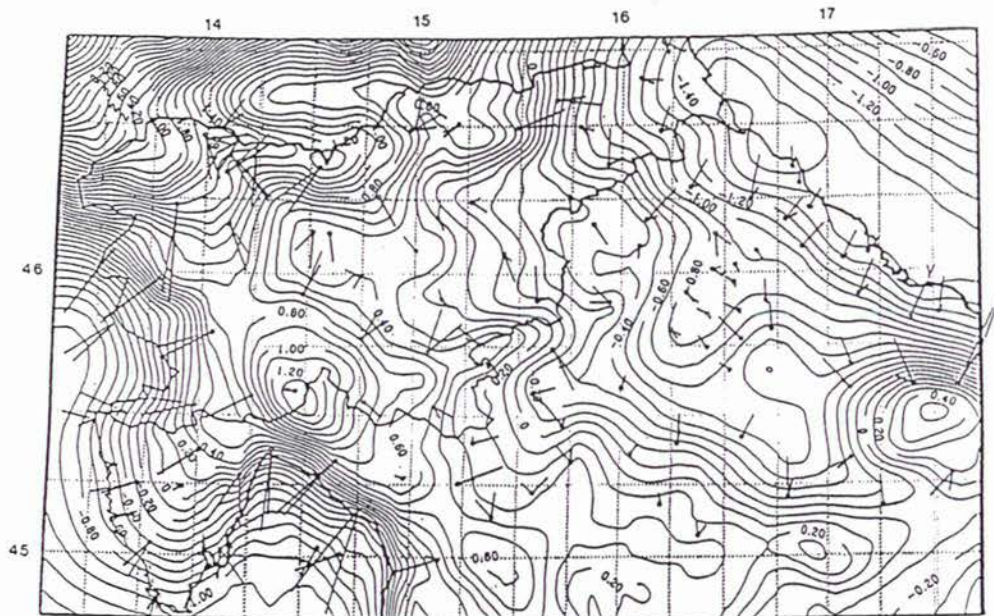
U vezi s ostalim doprinosima povezanim s pozicioniranjem, ne samo u geometrijskom nego također u fizikalnom smislu, potrebno je istaknuti da oni u



Slika 2. 3D-prikaz gravimetrijskoga geoida iz smjera jugozapad (dolje), s pripadajućim topografskim modelom za cijeli teritorij Hrvatske (gore).

Republici Hrvatskoj dolaze od geodetske astronomije (djelomično povezano s **IAG-sekcijom III**). S problemom astronomske registracije vremena bavi se u svojim radovima Solarić (1991a, 1993a), pa Solarić i Špoljarić (1993a, b, c), a treba također spomenuti rad (Terzić 1993). Poboljšanja određivanja astronomske azimuta analizirali su Solarić (1991b), Solarić i Špoljarić (1992) i Solarić i dr. (1994). U tom posljednjem radu predložena je originalna metoda za prijelaz od azimuta na smjerni kut, kada nisu poznati otkloni vertikale. U radu (Solarić 1993b) prikazane su sve automatizacije razvijene na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kroz zadnjih 20 godina u području geodetske astronomije i praktične geodezije.

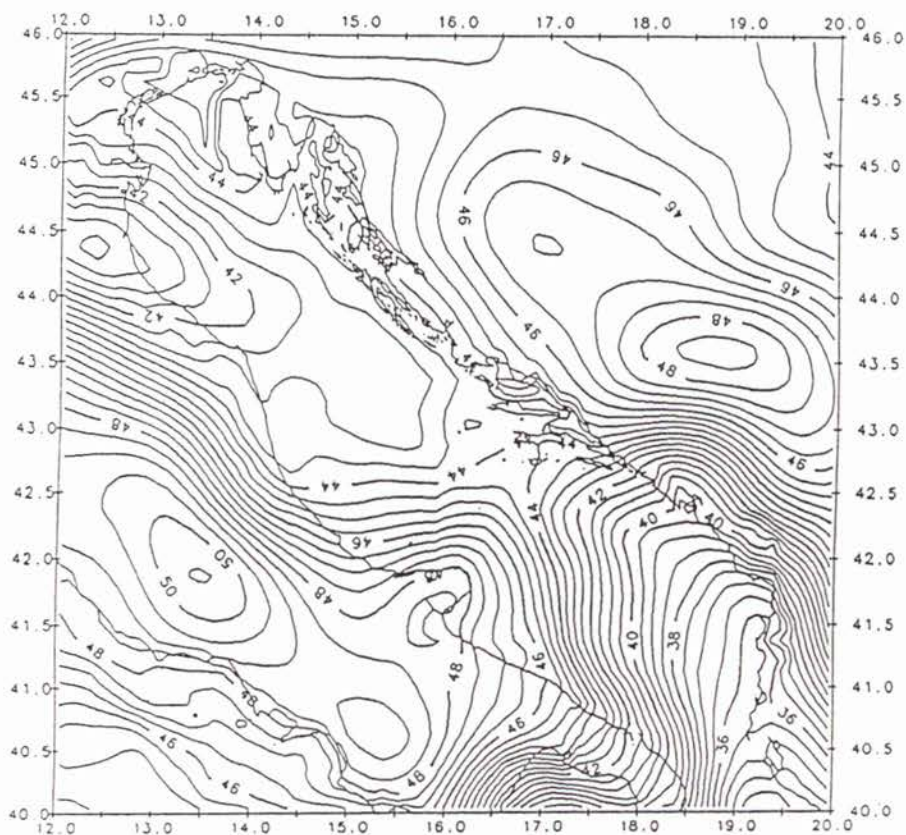
U područje **Napredne prostorne tehnike (IAG-sekcija II)** može biti svrstan OSU-Report No. 416 (Bašić i Rapp 1992), u kojemu je prikazana predikacija anomalije sile teže preko oceana i visina morske površine upotrebom altimetra i batimetrijskih podataka. Naši radovi koji pripadaju problemu **Određivanja polja sile teže (IAG-sekcija III)** očito su također više-manje povezani s tim važnim problemima. U tom istraživačkom području hrvatski su geodeti dali najvrjednije doprinose, zajedno s naprijed spomenutom GPS-tehnologijom. Oni su ostvareni u okviru znanstvenoga projekta *Gravitacijsko polje u geodeziji, geofizici i geodinamici*. Preliminarne gravimetrijske rezultate u određivanju Zemljinog polja sile teže za teritorij Hrvatske prikazali su Bašić i Čolić (1993), vidi sliku 2. Istraživači s Geodetskog fakulteta u Zagrebu također su unaprijedili astrogeodetsku mrežu u susjednoj Republici Sloveniji (Čolić 1992b, c). Cjeloviti pregled istraživanja Zemljinog polja sile teže u Hrvatskoj i Sloveniji dali su Čolić i suradnici (1993a), dok se poboljšano rješenje astrogeodetskoga geoida za isto područje može naći u (Čolić i dr. 1993c, e), vidi sliku 3. Napokon, posljednje izvješće o stanju u



Slika 3. Relativno orijentirani astrogeodetski model geoida uključuje upotrijebljenih 117 točaka s poznatim otklonima vertikale; ekvidistancija 10 cm.

određivanju polja sile teže za posljednje četiri godine u Hrvatskoj prezentira se u radu Čolića i dr. (1994a).

U području satelitske altimetrije za potrebe određivanja anomalija sile teže i plohe geoida posebno značajnu aktivnost postigao je Bašić u radu što ga je zgotovio tijekom poslijedoktorskog boravka na Ohio State University u Columbusu, SAD (Bašić i Rapp 1992, Rapp i Bašić 1992). Tom su prilikom geoid i gravitacijske anomalije slobodnog zraka izračunate globalno, tj. za sve oceane svijeta i veća mora. Nakon povratka u Zagreb (1993) Bašić je primijenio istu metodologiju za područje Jadranskog mora, koje zauzima gotovo pola teritorija Republike Hrvatske, vidi sliku 4.



Slika 4. Altimetrijski geoid za Jadransko more; ekvidistancija 50 cm.

Za XXI. Generalni kongres IUGG u Boulderu 1995. pripremili su Čolić, Bašić, Pribičević i Medak rad *Gravity Field Solution for Croatia CRO'95* (Određivanje Zemljinog polja sile teže za Hrvatsku CRO'95), u kojemu se izvješćuje o astrogeodetskom, gravimetrijskom i altimetrijskom rješenju za ploha geoida s primjenom podataka iz GPS-kampanje EUREF'94.

Što se tiče područja **IAG-sekcije IV (Opća teorija i metodologija)**, u domeni geometrijske geodezije potrebno je istaknuti rad Lapainea (1991), u kojemu je dao novo direktno rješenje za transformaciju prostornih kartezijevih u elipsoidne koordinate. Lapaine i Frančula (1992) prikazali su najvažnije rezultate u rješavanju sfernog trokuta, ortodrome, loksodrome, izometrijske širine, duljine luka meridijana te površine na plohi elipsoida, u istraživanjima izvršenim na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u okviru znanstvenog projekta *Kartografija i geoinformacijski sustavi*. Nova i vrlo jednostavna definicija izometrijske širine utvrđena je na osnovi odnosa između loksodrome i izometrijske širine na sferi (Lapaine 1993). Istražena je i prikazana djelotvornost algoritama za računanje geodetske širine iz izometrijske širine (Lapaine i Frančula 1993). U radu Lapainea (1994) navedeni su svi mogući glavni geodetski zadaci uzduž meridijana i paralele te dani algoritmi za njihovo numeričko rješavanje.

Problemima funkcionalnih modela izjednačenja geodetskih mjerenja bavili su se Hećimović (1991) i Rožić (1994). Komentar kriterija točnosti geodetskih mreža dat je u (Ivković i Barković 1992). Vrlo zanimljivu i originalnu metodologiju primjene kriterija maksimalne korelacije u izjednačenju sa specijalnim doprinosom fizikalnoj geodeziji i geofizici iznio je Petrović (1991, 1993a). Najsuvremenija primjena GIS-a u navigaciji prikazana je u radu (Car i Frank 1994), u kojemu su autori istraživali opće principe hijerarhijskoga prostornog rezoniranja i dali primjer primjene za iznalaženje puta u velikim mrežama.

Udio hrvatskih geodeta u području **IAG-sekcije V (Geodinamika)** ne smije se nipošto zanemariti. Pregled prvih modernih određivanja vertikalnih pomicanja Zemljine kore u dijelu države Hrvatske dali su Feil i suradnici (1993), a potpunije je reprezentirano u radu (Feil i dr. 1992). Kapović i Narobe (1993) istraživali su efikasnost hannoverskog modela u određivanju pomicanja repere u nielmannskoj mreži, dok se u svojoj disertaciji Kapović (1993) bavi temperaturnim utjecajima na pomicanje i deformacije mostova. U doktorskom radu (Rožić 1994) u prvom redu je razmatrano opažanje 3D-struktura uz pomoć teodolita.

Prije spomenuta metoda najvećih koeficijenata linearne korelacije ostvarena je kao rezultat istraživanja i primjene međusobnog odnosa plohe geoida i Mohorovičićeva diskontinuiteta (Petrović 1993b). Nakon prethodnih radova hrvatskih autora koji su se odnosili na područje Dinarida, vidi također disertaciju (Petrović 1991), objavljen je rad (Burda i dr. 1991) koji se odnosi na područje Zapadnih Karpat. Zatim su u radovima (Čolić i dr. 1993, 1994b) analizirali sličnosti i razlike između tri planinska masiva (Dinaridi, Istočne Alpe i Zapadni Karpati).

Problemom određivanja gustoće pripovršinskih masa Zemljine kore u dijelu Hrvatske i u Sloveniji bavili su se Čolić i suradnici (1992). Utvrđivanje skoka gustoće na prijelazu između Zemljine kore i njezina plašta, i to za sva tri spomenuta lanca na rubu Panonskog bazena u centralnoj Europi, dokumentirali su Petrović i Čolić (1994). Dana je nova formula i srednja vrijednost od 0.22 gcm^{-3} , različita od prijašnje hipoteze. To je također izraženo u izvješću (Čolić 1993b). Napokon, poboljšanu metodu modeliranja gustoće slojeva Zemljine kore predložio je Brkić (1994).

Grupa za fizikalnu geodeziju na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u sastavu K. Čolić, T. Bašić, B. Pribičević i D. Medak pripremila je za XXI. Generalnu skupštinu IUGG rad pod naslovom *Geodetic-gravimetric method for better modelling of geological structures in the test area in Croatia* (Geodetsko gravimetrijska metoda za bolje modeliranje geoloških struktura u test-području

Hrvatske), koji je prilog istraživanju nalazišta ugljikohidrata izvedenima za naftnu kompaniju INA.

Želimo zaključiti naše izvješće ističući samo tri najvažnija rada među planiranima za nadolazeće razdoblje: a) izvršenje projekta CROREF (Croatian Reference Frame = Hrvatski referentni sustav), oslonjen na EUREF'94, a s oko 40 novih GPS-točaka (uglavnom trigonometrijskih točaka I. reda i u manjoj mjeri II. reda); b) uspostavljanje apsolutne gravimetrijske mreže (do 7 točaka)** i započinjanje relativnih gravimetrijskih mjerenja unutar djelokruga takve široke mreže Hrvatske; c) poboljšani model geoida subdecimetarske točnosti za cijeli teritorij Republike Hrvatske, oslanjajući se na sve moguće izvore podataka (otkloni vertikalne, anomalije sile teže, satelitska altimetrija i topografija/batimetrija).***

LITERATURA

- Bašić, T. (1991): Recovery of gravity anomalies and geoid undulations using satellite altimeter data and bathymetric data. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Torge, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 172, 37–45, Hannover.
- Bašić, T. (1993): Primjena satelitske altimerije u istraživanju Zemljinog polja sile teže na Jadranu. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992, 1–8, Zagreb.
- Bašić, T., Čolić, K. (1993): Gravity Field Determination for the Territory of Croatia – Preliminary Results –. Presented at 7th International Symposium “Geodesy and Physics of the Earth”, IAG – Symposium No. 112, Potsdam, Oct. 5–10, 1992. Geodesy and Physics of the Earth, 137–140, Springer, Berlin.
- Bašić, T., Rapp, R.H. (1992): Oceanwide prediction of gravity anomalies and sea surface heights using Geos-3, Seasat and Geosat altimeter data and Etopo5u bathymetric data. Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, Report No. 416, 1–89, Columbus/Ohio.
- Benčić, D., Lasić, Z. (1992): Fizikalna osnova utjecaja atmosfere u geodetskim mjerenjima. Geodetski list, 4, 437–449.
- Benčić, D., Solarić, N., Lasić, Z. (1993): Značenje metrološke djelatnosti i njen razvoj u Republici Hrvatskoj. Geodetski list, 4, 293–304.
- Benčić, D., Lasić, Z. (1994): Područja geodetskih istraživanja utjecaja atmosfere. Geodetski list, 1, 35–41.
- Bijalbegović, A., Solarić, M. (1991): Mogućnosti i stanje GPS-tehnologije te rezultati ispitivanja prijemnika Astech na kalibracijskoj bez Geodetskog fakulteta u Zagrebu. Geodetski list, 1–3, 25–34.
- Bijalbegović, A., Hoffman-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., (1991): Osnovni geodetski radovi – suvremene metode – GPS. Tehnička knjiga, Zagreb.
- Bijalbegović, A., Solarić, M., Bačić, Ž., Ambroš, F., Barković, Đ., Kuhar, M., Cigrovski-Detelić, B., Stepan, V., Stopar, B., Ivković, M., Džapo, M. (1992a): Preliminarni rezultati GPS-mreže »Zagorje '92« i ispitivanje kvalitete dijela postojeće triangulacijske mreže prvog reda. Geodetski list, 4, 413–426.
- Bijalbegović, A., Solarić, M., Bačić, Ž. (1992b): Mogućnosti primjene GPS u gradskim geodetskim mrežama. Geodetski list, 2, 121–139.

* Na sreću je već 1996. moguće povećati broj osloničkih GPS-točaka zamalo na gotovo 100!

** U centralnoeuropskom projektu COPERNICUS predviđene su 2 takve temeljne točke (Zagreb i Dubrovnik), a već će se u 1996. u suradnji s Institutom za primijenjenu geodeziju (IFAG, Frankfurt a.M.) postaviti 3 takve točke na hrvatskom teritoriju.

*** Također za prvu polovicu 1996. predviđen je završetak vrlo opsežnog truda na izradi prve verzije kombiniranog modela plohe geoida za kopneni i pomorski dio Hrvatske.

- Bilajbegović, A., Bačić, Ž., Stepan, V. (1993a): Preliminarni rezultati dijela GPS-mjerenja u Hrvatskoj u 1992 god. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992, 9–16, Zagreb.
- Bilajbegović, A., Bačić, Ž., Stepan, V. (1993b): Precizni nivelman Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Slovenije. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992, 157–164, Zagreb.
- Bilajbegović, A., Podunavac, B. (1994): Istraživanje krivulje za prelazak iz WGS84 koordinatnog sustava u državni koordinatni sustav. Geodetski list, 2, 111–118.
- Božićnik, M. (1993): Osnivanje Hrvatskoga geodetskog društva. Geodetski list, 3, 261.
- Brkić, M. (1994b): Poboljšana metoda modeliranja masa Zemljine kore. Geodetski list, 3, 253–264.
- Burda, M., Bielik, M., Vyskočil, V., Vučetić, N., Petrović, S., Čolić, K. (1991): Prediction of the Mohorovičić's discontinuity depths using geoid undulations in the Western Carpathians. Zbornik radova seminara »Advances in gravimetry«. Smolenice 10–14. 12. 1990., Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences, 33–43, Bratislava.
- Car, A., Frank, A.U. (1994): General Principles of Hierarchical Spatial Reasoning – The Case of Wayfinding. Proceedings of the Spatial Data Handling in Edinburgh, Scotland, 646–664.
- Cigrovski-Detelić, B. (1991): Kritički osvrt na ocjenu točnosti mjerenja u dijelu triangulacije 2. reda. Geodetski list, 1–3, 5–13.
- Čolić, K. (1992a): Generalna skupština IUGG u Beču od 11. do 24. kolovoza 1991. i uspješno sudjelovanje hrvatskih geodeta. Geodetski list, 4, 507–511.
- Čolić, K. (1992b): Astrogeodetska dela v Sloveniji, Geodetski vestnik, 1, 15–21.
- Čolić, K. (1992c): Prikaz izvedene I. faze astrogeodetskih del v Sloveniji 1988–1992. Geodetski vestnik, 1, 22–27.
- Čolić, K. (1993a): Ruder Bošković – veliki geoznanstvenik, posebno geodet i geofizičar, Hrvatski znanstveni zbornik, 1, 151–174, Zagreb.
- Čolić, K. (1993b): Membership report to the International Association of Geodesy, Special Study Group 5. 150 "Density Distribution within the Lithosphere", September 1991 – June 1993, 1–3, Zagreb, June, 18.
- Čolić, K. (1993c): Republika Hrvatska u članstvu Internacionalne unije za geodeziju i geofiziku (IUGG). Geodetski list, 2, 165–172.
- Čolić, K. (1993d): Ruder Bošković (1711–1787) als Geodät und Geophysiker. Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 75, 1–153, Graz.
- Čolić, K. (1994): Suvremeni pogled na Pilarevo djelo »Geografske koordinate...«. Zbornik radova znanstvenog skupa o Gjuri Pilaru (1846–1893.), Slavonski Brod, 1. 10. 1993, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 135–172, Zagreb.
- Čolić, K., Pribičević, B., Ratkajec, M., Stopar, R., Šumanovac, F., Velić, J., (1992): Početni digitalni model gustoće površinskih masa Zemljine kore u test-području »Slovenija i okolni dio Hrvatske« za regionalne potrebe fizikalne geodezije. Geodetski list, 3, 263–281.
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, S., Pribičević, B., Ratkajec, M. (1993a): Istraživanje Zemljinog polja sile teže u Hrvatskoj i Sloveniji (1975–1992). Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.–1992., 123–136, Zagreb.
- Čolić, K., Petrović, S., Vučetić, N., Medak, D. (1993b): Geodetski doprinosi određivanju Mohorovičićeva diskontinuiteta. Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.–1992, 137–146, Zagreb.
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, S., Pribičević, B., Ratkajec, M. (1993c): Improved Geoid Solution for Slovenia and a Part of Croatia. Geodesy and Physics of the Earth, 141–144, Springer, Berlin.
- Čolić, K., Petrović, S., Sünkel, H., Burda, M., Bielik, M., Vyskočil, V. (1993d): Kindredness of the three Mountain Belts at the Border of Pannonian Basin-Deduced from the Behavior of the Mohorovičić Discontinuity. Geodesy and Physics of the Earth, 163–166, Springer, Berlin.
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, S., Pribičević, B., Ratkajec, M., Sünkel, H., Kührtreiber, N.

- (1993e): New Geoid Solution for Slovenia and a Part of Croatia. IAG-1st Continental Workshop on the Geoid in Europe, Prague, May, 11–14, 1992, Proceedings, (Eds: P. Holota and M. Vermeer), 158–165, Prague.
- Čolić, K., Bašić, T., Pribičević, B., Medak, D. (1994a): Gravity Field Determination in Croatia – Status Report. Joint IAG-Symposium “Gravity and Geoid” of the International Gravity Commission and International Geoid Commission, Graz, Austria, September 11–17, 1994. Gravity and Geoid, 647–653, Springer, Berlin.
- Čolić, K., Petrović, S., Sünkel, H., Burda, M., Bielik, M., Vyskočil, V. (1994b): Similarities of and Differences between three Mountain Belts at the Border of Panonian Basin due to the Behavior of the Mohorovičić Discontinuity. *Studia geophysica et geodaetica, Akademie ved Česke Republiky*, Vol. 38, 131–139, Praha.
- Čolić, K., Bašić, T., Seeger, H., Gojčeta, B., Altiner, Y., Rašić, Lj., Medić, Z., Pribičević, B., Medak, D., Marjanović, M. i Prelogović, E. (1994): Hrvatska u EUREF'94 i projekt CRODYN. *Geodetski list (u tisku 1996)*.
- Feil, L., Klak, S., Roić, M., Rožić, N. (1992): Beitrag zur Bestimmung der Vertikalkrustenbewegungen in Kroatien. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie*, 2, 95–106.
- Feil, L., Klak, S., Rožić, N. (1993a): Određivanje visinskih pomaka na području Republike Hrvatske. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 17–26, Zagreb.
- Feil, L., Klak, S., Rožić, N. (1993b): Sređivanje geometrijskog nivelmana u Republici Hrvatskoj. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 147–156, Zagreb.
- Feil, L., Klak, S., Rožić, N. (1993c): Nivellement von hoher Genauigkeit auf dem Gebiet der Republik Kroatien. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie*, 4, 176–182.
- Frančula, N., Božićnik, M., Vučetić, N., Petrović, S. (1991): Bibliografija Geodetskog lista 1947–1990. *Geodetski list*, 1991, posebno izdanje, XXIV + 124.
- Galić, Z. (1994): Integriranje GPS podataka u GIS. *Geodetski list* 1994, 4, 327–336.
- Gojčeta, B. (1993): Aktualna nastojanja državnog organa u promicanju geodetske djelatnosti, bitnog čimbenika gospodarskog razvoja i planiranja u Republici Hrvatskoj. *Geodetski list*, 4, 287–292.
- Hećimović, Ž. (1991): Prilog interpretaciji problema izjednačenja. *Geodetski list*, 10–12, 339–356.
- Ivković, M., Barković, Đ. (1992): Kriteriji za ocjenu točnosti geodetskih mreža. *Geodetski list*, 4, 465–472.
- Kapović, Z. (1993): Prilog određivanju i analizi pomaka i deformacija mostova s posebnim osvrtom na utjecaj temperature, disertacija. *Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 1–155.
- Kapović, Z., Narobe, Z. (1993): Učinkovitost hannoverskog modela u ispitivanju pomaka repa osnovne nivelmanske mreže. *Geodetski list*, 3, 223–230.
- Lapaine, M. (1991): A new direct solution of the transformation problem of cartesian into ellipsoidal coordinates. Presented at the First International Geoid Commission Symposium, Milano, 11.–13.6.1990. Objavljeno u: Rapp, R. and Sanso, F. (Eds.): Determination of the Geoid, Present and Future. Springer Verlag, Proceedings from the IAG Symposia, 1991, Vol. 106, 395–404.
- Lapaine, M. (1993): Izometrijska širina i loksodroma. *Geodetski list*, 1, 5–14.
- Lapaine, M. (1993): Matematička i kartografska osnova radarskih snimaka. *Sveučilišta u Zagrebu, Geodetski fakultet*, 1–47, Zagreb.
- Lapaine, M. (1994): Osnovni geodetski zadaci uzduž meridijana i uzduž paralele na rotacijskom elipsoidu. *Geodetski list*, 1, 43–52.
- Lapaine, M., Frančula, N. (1992): Sfera i rotacijski elipsoid. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 45–52, Zagreb.
- Lapaine, M., Frančula, N. (1993): Efficiency of Algorithms for Computing the Geodetic Latitude from the Isometric Latitude. First International Symposium on Mathematical and Physical Foundations of Geodesy, Stuttgart 7–9 September 1993. Abstract publis-

- hed in: Abstracts, Subcommission II: Numerical and Approximation Methods.
- Lovrić, P. (1994): *Suvremena geodezija u Hrvatskoj*. Vivat academia! Vivat ingeniari!, Sveučilište u Zagrebu, 75. obljetnica tehničkih fakulteta, 20–23, Zagreb.
- Novaković, M. (1993): Terenske metode ispitivanja glavnog uvjeta nivelira s kompenzatorom. *Geodetski list*, 3, 185–282.
- Petrović, S. (1991): Geometry and correlation coefficient and its application in geodesy. *Mitteilungen der Geodätischen Institute der Technischen Universität Graz*, Folge 71, Graz 1991, VII + 100 pp.
- Petrović, S. (1993a): Izjednačenje po kriteriju maksimalne korelacije. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 27–36, Zagreb.
- Petrović, S. (1993b): Maximal correlation adjustment in physical geodesy. *Geodesy and Physics of the Earth*, 242–245, Springer, Berlin.
- Petrović, S., Čolić, K. (1994): Estimating the density jump at the Mohorovičić discontinuity from the correlation with the geoid. *Manuscripta geodaetica*, Vol. 20, 46–51.
- Petrović, S., Čolić, K., Vučetić, N., Medak, D. (1993): Comparing Various Solutions for the Mohorovičić Discontinuity Shape in the Dinaric-Pannonian Region. *Geodesy and Physics of the Earth*, 159–162, Springer, Berlin.
- Rapp, R.H., Bašić, T. (1992): Oceanwide Gravity anomalies from Geos-3, Seasat and Geodat altimeter data. *Geophysical Research Letters*, Vol. 19, No. 19, 1979–1982, Washinton.
- Roić, M. (1994): Erfassung von nicht signalisierten 3D-Strukturen mit Videotheodoliten. (Dissertation), *Geowissenschaftliche Mitteilungen*, Nr. 42, TU Wien, Wien.
- Rožić, N. (1994): Povezanost funkcijskih modela posrednih i uvjetnih mjerenja. *Geodetski list*, 3, 233–246.
- Solarić, N. (1991a): Automatic Time Recording in Determination of Astronomical Latitude and Longitude using an Astrolabe and an HP41CX. *Astrophysics and Space Science* 177: 169–173.
- Solarić, N. (1991b): Automatic Grid Azimuth by Hour Angle of the Sun, a Star or a Planet using an Electronic Theodolite Kern-E2. *Astrophysics and Space Science* 177, 175–179.
- Solarić, N. (1993a): Uređaj za precizno određivanje korekcije sata. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 61–66, Zagreb.
- Solarić, N. (1993b): Automatizacije iz geodetske astronomije i praktične geodezije. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 165–176, Zagreb.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1992): Accuracy of the Automatic Astronomical Azimuth Determination by Polaris with Leica-Kern E2 Electronic Theodolite. *Surveying and Land Information Systems*, 2, 80–85.
- Solarić, N., Solarić, M., Benčić, D. (1992): Projekt i izgradnja kalibracijske baze Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. *Geodetski list*, 1, 7–25.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1993a): Automatische Zeitregistrierung mit einem Laptop-Computer Toshiba T1600 und Genauigkeitsanalyse. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden*, 6, 101–105.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1993b): The Second Improved Variant of Automatic Time Recording Using a Laptop Toshiba T1600 Computer. *Hvar Obs. Bulletin* 1, 47–54.
- Solarić, N., Špoljarić, D. (1993c): Automatsko registriranje vremena pomoću laptop Toshiba T1600. *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja 1962–1992*, 53–60, Zagreb.
- Solarić, N., Frančula, N., Bilajbegović, A. (1993): Prof. dr. Krešimir Čolić redoviti član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. *Geodetski list*, 2, 95–100.
- Solarić, N., Špoljarić, D., Lukinac, Z. (1994): Accuracy of Automatic Astronomical Azimuth Determination by Astronomical Methods with the Leica-Kern E2 Theodolite. *Surveying and Land Information Systems*, 1, 5–19.
- Šimičić, K. (1992): Abhängigkeit der Messgenauigkeit mit Fernrohren an geodätischen Instrument von der Okularlage. *Allgemeine Vermessungsnachrichten*, 297–304.

Terzić, P. (1993): Geografska širina opservatorija Maksimir određena s deklinacijama zvijezda u sustavu FK5 i reducirana na »CIO« pol. Geodetski list, 3, 189–198.

GEODESY IN CROATIA 1991–1994

This is the first brief review of the achievements made by the Croatian geodetic scientists so far within the scope of single fields covering all 5 sections of IAG. For the period from 1991 to 1994, it has taken into consideration the results of the work done by 41 authors operating in the geodetic activity of the Republic of Croatia accompanied by the collaboration of 13 experts from abroad.

Primljeno: 1996–01–10