

application. The prototype application has been improved by means of programming new and improved existing solutions. Enhanced interactions (automatic presentation of photographs from the station) and functionality (through animation of tram lines and a new search function) using new geovisualization tools tourists have at their disposal are presented. An examination of proposed improvements in applications in real situations

with tourists in the streets of Zagreb is also presented. Tourist interviews with explanation of the application is described along with a discussion and an overview of results on signs, usability and functionality, and about the acceptability of suggested improvements for an average tourist.

Stanislav Frangeš

Marijan Marjanović, PhD in Technical Sciences

Marijan Marjanović defended his PhD thesis *Application of GPS Surveys to Determination of Horizontal and Vertical Movements of the Adriatic Microplate* at the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb on March 20, 2009. The thesis was evaluated by a committee consisting of Prof. Dr. Željko Bačić, Prof. Dr. Tomislav Bašić (mentor) and Prof. Dr. Bojan Stopar from the Faculty of Civil Engineering and Geodesy of the University of Ljubljana.

Marijan Marjanović was born in Zagreb on July 26, 1966. After finishing elementary school in Zagreb, he attended the Boris Kidrič educational centre, followed by geodetic orientation of the Civil Engineering School Centre Zvonko Brkić. He graduated in 1992 at the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb, where he also received his MSc by defending his master's thesis *Adjustment and Analysis of EUREF and CROREF GPS Campaigns in the Republic of Croatia*. He worked as a trainee at the Geodetic Administration of the Republic of Croatia from 1992 to 1993, and at the Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt am Main from 1993 to 1997, and after that again at the State Geodetic Administration. In 2003, he was nominated the chief of the Department for Basic Geodetic Works in the State Survey Sector.

The evaluation committee report reads as follows:

The dissertation manuscript contains 312 A4 pages, a list of references with 163 titles, 19 web pages, summaries in Croatian and English, a list of tables, a list of figures and the author's brief biography. The thesis is divided into eight chapters:

1. Introduction
2. Tectonic plate movement
3. Adriatic microplate
4. Satellite geodesy
5. Bernese GPS program system
6. GPS survey data processing
7. Result analysis
8. Conclusion

In the first chapter, the applicant describes the research area – the Adriatic microplate, with a representation of basic results of existing research and an overview of development of geodetic surveying methods applied in geodynamic research

to determine discrete point coordinates and their movement velocities. The chapter continues with a representation of the extent of the research and goals with basic indicators of available GPS survey data (campaigns) collected during 11 years. There is also a brief description of IT equipment used to process vast amounts of raw GPS surveys.

The second chapter describes the emergence of Earth and its continents, the structure of Earth's crust and development of the tectonic plate movement theory. Represented are basic factors causing moving forces which move tectonic plates, as well as ways of their separation. Stress is put on the importance of many geoscientific (geology, geophysics, geodynamics, seismology, geomorphology, geodesy) research that contribute to the understanding of complex processes on the surface of the Earth and below it. This is followed by a definition of the kinematical tectonic plate movement model, elements defining it and methods for its determination, with stress put on the increasing application of satellite geodesy methods, which are highly accurate and are used to improve existing and develop new models. More important kinematical tectonic plate movement models are described in chronological order (P071, RM2, APKIM, REVEL, PB2002, NUVEL, ITRF2000, ITRF2005) as well as data and methods used to determine them. Their importance for defining global coordinate systems is also noted.

The first chapter first describes the area of the Mediterranean as the border area between the African and the Eurasian lithospheric plates, marked with a series of faults, cracks and tectonic wholes. The chapter continues with a representation of geologic and tectonic characteristics of the Adriatic microplate, as well as a detailed overview of existing research in the area which were based on various input data and various surveying methods. Results of those geologic, seismologic and geodynamic research point to three main groups. The first are results by scientists who assume the Adriatic microplate is an extension of the African plate, stressing that its movement is in the direction of northwest. The second group of scientists describe the Adriatic microplate as an independent plate, supporting their claim with the fact that numerous earthquakes have epicentres in its border area and the structure of Earth's crust itself. The third group assumes the Adriatic microplate itself is divided into two parts and is independent of the African plate. Finally, there is a brief description of the beginnings of using the GPS survey method for the needs of geodynamic research in the Republic of Croatia by entering international geodynamic projects, by starting the Croatian geodynamic project CRO

prikazom grada Zagreba uz dodatak multimedijjskih sadržaja koji je izrađen prema rezultatima istraživanja signatura, te prema mogućim scenarijima u kojima se turist pješak u nepoznatom gradu može naći. Dan je niz kartografskih prikaza mogućih rješenja u tim scenarijima i dobivanja geoinformacija pomoću prototipne aplikacije. Provedena su poboljšanja prototipne aplikacije programiranjem novih i poboljšanjem postojećih rješenja. Prikazana su poboljšanja interakcije i funkcionalnosti kroz nove geovizualizacijske alate koji su turistima na raspolaganju. Nadalje,

provedeno je ispitivanje predloženih poboljšanja aplikacije u stvarnim situacijama s turistima na ulicama Zagreba. Intervjuiranje turista uz prethodno objašnjenje rada aplikacije opisano je uz raspravu i prikaz rezultata o signaturama, upotrebljivosti i funkcionalnosti, te općenitoj prihvatljivosti predloženih poboljšanja za prosječnog turista.

Stanislav Frangeš

Marijan Marjanović, doktor tehničkih znanosti

Marijan Marjanović obranio je 20. ožujka 2009. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu disertaciju *Primjena GPS mjerenja za određivanje horizontalnih i vertikalnih pomaka Jadranske mikroploče*. Doktorski rad obranjen je pred povjerenstvom u sastavu prof. dr. sc. Željko Bačić, prof. dr. sc. Tomislav Bačić (mentor) i prof. dr. sc. Bojan Stopar s Fakultete za gradbeništvo in geodeziju Univerze v Ljubljani.



Marijan Marjanović rodio se u Zagrebu, 26. lipnja 1966. U Zagrebu je nakon osnovne škole pohađao obrazovni centar "Boris Kidrič", pa zatim geodetski smjer Građevinskog školskog centra "Zvonko Brkić". Diplomirao je 1992. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je i magistrirao 2002. obranom magistrarskog rada *Izjednačenje i analiza EUREF i CROREF GPS kampanja u Republici Hrvatskoj*. Od 1992. do 1993. radi kao pripravnik u Geodetskoj upravi Republike Hrvatske, od 1993. do 1997. u Institutu für Angewandte Geodäsie u Frankfurtu na Majni, a poslije toga ponovno je u Državnoj geodetskoj upravi. Od 2003. imenovan je na položajno zvanje načelnika Odjela osnovnih geodetskih radova u Sektoru za državnu izmjeru.

U izvještaju Povjerenstva za ocjenu disertacije možemo pročitati sljedeće.

Rukopis doktorske disertacije sadrži 312 stranica A4 formata, popis literature sa 163 naslova, 19 web stranica, sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku, popis tablica, popis slika, tri dodatka te kratki životopis pristupnika. Rad je podijeljen u osam poglavlja:

1. Uvod
2. Gibanje tektonskih ploča
3. Jadranska mikroploča
4. Satelitska geodezija
5. Bernese GPS programski sustav
6. Obrada podataka GPS mjerenja
7. Analiza rezultata
8. Zaključak

U prvom poglavlju pristupnik opisuje područje istraživanja – Jadransku mikroploču, s prikazom osnovnih rezultata dosadašnjih istraživanja te pregledom uloge i razvoja geodetskih meto-

da mjerenja koje se primjenjuju u geodinamičkim istraživanjima za određivanje koordinata diskretnih točaka i njihovih brzina gibanja. U nastavku je prikazan opseg poduzetih istraživanja i zacrtanih ciljeva te su navedeni osnovni pokazatelji o raspoloživim GPS podacima mjerenja (kampanjama), prikupljenim u razdoblju od 11 godina te dan kratki opis IT opreme korištene za obradu ogromne količine sirovih GPS mjerenja.

U drugom poglavlju opisani su nastanak Zemlje i njezinih kontinenata, struktura Zemljine kore te razvoj teorije gibanja tektonskih ploča. Prikazani su osnovni čimbenici koji uzrokuju nastan-

janje pokretačkih sila zbog kojih dolazi do pomicanja tektonskih ploča kao i vrste njihovih razgraničenja. Naglašena je važnost mnogih geoznanosti (geologija, geofizika, geodinamika, seizmologija, geomorfologija, geodezija) koje svojim istraživanjima i rezultatima pridonose boljem razumijevanju složenih procesa na površini i u dubini Zemlje. U nastavku je dana definicija kinematičkog modela gibanja tektonskih ploča, elemenata koji ga definiraju i metoda koje se koriste za njegovo određivanje s naglaskom na sve veću primjenu metoda satelitske geodezije, koje se zbog visoke točnosti upotrebljavaju za unapređenje postojećih i za razvoj novih modela. Kronološki su opisani važniji kinematički modeli gibanja tektonskih ploča (P071, RM2, APKIM, REVEL, PB2002, NUVEL, ITRF2000, ITRF2005) kao i podaci, odnosno metode korištene za njihovo određivanje te naglašena njihova važnost za definiranje globalnih koordinatnih sustava.

U trećem poglavlju opisano je najprije područje Mediterana kao granično područje između Afričke i Euroazijske litosferne ploče, obilježeno nizom rasjeda, pukotina i tektonskih cjelina. Slijedi prikaz geoloških i tektonskih obilježja Jadranske mikroploče kao i detaljan pregled do sada poduzetih istraživanja na tom području koja su se temeljila na različitim polaznim podacima i različitim metodama mjerenja. Rezultati tih geoloških, seizmoloških i geodinamičkih istraživanja ukazuju da ona mogu biti podijeljeni u tri glavne skupine. Prvu skupinu čine rezultati znanstvenika koji pretpostavljaju da je Jadranska mikroploča produžetak Afričke ploče, s naglaskom da njezino pomicanje ima sjeverozapadni smjer. Druga skupina znanstvenika opisuje Jadransku mikroploču kao neovisnu ploču, potkrepljujući svoju tvrdnju činjenicom da mnogobrojni potresi imaju epicentar na njezinu rubnom području te samom strukturom Zemljine kore. Treća skupina znanstvenika pretpostavlja da je sama Jadranska mikroploča podijeljena na dva dijela i da je neovisna o Afričkoj

DYN in 1994 in order to determine and monitor tectonic movements in Croatia, and especially in the area of the Adriatic microplate.

The fourth chapter contains a concise overview of development and survey methods of satellite geodesy with special emphasis on global navigation satellite systems GNSS (GPS, GLONASS, SLR, VLBI). Integral system parts are described, as well as basic characteristics of the system with currently available satellites, their working principles, signal structure, satellite orbit and accuracy measures, errors affecting surveys and models used to eliminate them. In order to understand the material better, there are also descriptions of referent coordinate systems of satellite geodesy, their definitions and applications.

The fifth chapter features the development of the Bernese GPS program system, a scientific software used in research to process all raw GPS surveys. Its purpose is described, as well as basic characteristics and improvements over previous versions of the program and a flowchart clearly representing survey data processing and program structure is given. Due to special importance, the chapter ends with a description of the program for application in geodynamic research.

The sixth chapter is the beginning of the practical part of the thesis. First described are GPS campaigns and projects the surveys were done within, between 1994 and 2005. There is a list and a general map of the surveyed points included into survey data processing (a total of 81). In order to efficiently search and use the vast amount of raw GPS surveys, a special application was developed and a special database created to facilitate search and overview of all GPS campaign and surveyed point data. All realized GPS campaigns: CEGRN, CRODYN, EUREF and national, EUVN, SLOVEN and RETREAT are represented. This is followed by a description of survey data preparation and definition of settings required to work with the Bernese GPS program. What follows is the preparation and application of special models (ocean loading, DE200, ionosphere model, troposphere model) applied during processing to reduce or eliminate potential survey errors. Course of data processing is explained in detail. Procedure is given for preparing and calculating daily solutions of GPS campaigns and calculating the final combined solution which was the first in Croatia intended to calculate the surveyed points' velocity on the basis of GPS surveys executed during 11 years. Results are given for calculating point coordinates and velocities. A special control was made of EUREF point coordinates of the Republic of Croatia with a solution of CRO-94/95/96 data processing, as well as a comparison of control IGS points with official ITRF2000 coordinates. Standard deviations of coordinates obtained on the basis of disagreements in both cases do not show significant deviations (3-4 mm positionally and a somewhat greater value of 9 mm by height in case of EUREF points in Croatia), which is in accordance with the expected a priori accuracy of GPS. The example of the Brusnik point gives the overview of GPS campaign data processing in various survey periods and serves as a very good illustration of coordinate changes in time. In order to determine the vertical movement direction, long-time survey data of sea level change of tide gauges Bakar, Dubrovnik, Rovinj, Split and Zadar were compared with results of determination of ellipsoidal point heights in particular GPS campaigns and in the final combined solution. The trends and correlation coefficients between corresponding survey series were determined. An almost complete negative correlation (-0.99) was confirmed between the mean sea level and change of ellipsoidal heights. Furthermore, on the basis of calculated relative point velocities in relation to the Eurasian plate, calculations were made by using the original adjustment procedure

and applying the least squares method for the first time in Croatia, to obtain reliable parameters of the Euler rotation vector parameters and the Euler pole for the Adriatic microplate, which were then compared with results obtained in various international research performed from 1987 to 2005. Good matching of the results was shown, although different survey types, processing and calculation methods were employed. Finally, by comparing point velocities calculated in the final combined solution, the Croatian absolute kinematical model was determined for the research area and compared with parameters of global kinematical models NUVEL and APKIM, with no significant deviations in relation to values and movement direction on the basis of global models for the Eurasian plate.

The seventh chapter contains a GPS survey, data processing, coordinate calculation and point velocity in final combined solution analysis, as well as data interpretation for determining the Adriatic microplate movement. In order to better analyze the achieved accuracy of data processing and calculated coordinates and point velocities, there is an overview of setting the GPS antenna on surveyed points and the number of GPS campaigns in which the point was surveyed, as well as the survey period difference between the first and the last survey campaign for each point. On the basis of data obtained from existing research, a model of separation and movements of the Adriatic microplate was derived.

Application of GPS Surveys to Determination of Horizontal and Vertical Movements of the Adriatic Microplate

The eighth chapter contains the final overview of the results obtained, applications of GPS survey methods in geodynamic research and the possibility of using the Croatian positioning system CROPOS for further research. Achieved aims of the thesis are described, as well as the importance and advantage of applying the GPS survey method in geodynamic research and the importance of preparing and establishing a GPS network in order to monitor and determine Earth's crust movement. A very high accuracy of determination of point coordinates was achieved in solutions of particular GPS campaigns and the calculation of the final combined solution, especially in the horizontal sense, which is the basic prerequisite for calculating point velocities and geodynamic research. Mean standard deviations of all surveyed points for the height component are somewhat higher than values for the horizontal component, which was expected considering the accuracy of determining ellipsoidal point heights by GPS method is about three times weaker than determination of the horizontal point position. The parameters of the Euler rotation vector and the Euler pole of the Adriatic microplate on the basis of GPS survey data are in accordance with results of existing research, which once again emphasized that movement of the Adriatic microplate can be defined as a relative rotation in relation to the Eurasian plate in the counter-clockwise direction around the pole in the Alps. By establishing CROPOS, geodynamic research could include referent stations of a permanent network in addition to points surveyed in GPS campaigns. CROPOS enables GNSS surveys 24 hours a day, which should together with repeated surveys in

ploči. Konačno, kratko je opisan početak primjene GPS metode mjerenja za potrebe geodinamičkih istraživanja u Republici Hrvatskoj uključivanjem u međunarodne geodinamičke projekte, odnosno pokretanjem hrvatskog geodinamičkog projekta CRO-DYN 1994. godine, a s ciljem određivanja i praćenja tektonskih pomaka na području Hrvatske, posebno na području Jadranske mikroploče.

U četvrtom poglavlju sažeto je dan pregled razvoja i metoda mjerenja satelitske geodezije s posebnim naglaskom na globalne navigacijske satelitske sustave GNSS (GPS, GLONASS, SLR, VLBI). Opisani su sastavni dijelovi sustava, osnovne značajke sustava s trenutno raspoloživim satelitima, načela njihova rada, struktura signala, orbita satelita i mjere točnosti, pogreške koje imaju utjecaja na mjerenja te modeli koji se koriste za njihovo uklanjanje. Radi boljeg razumijevanja te materije u nastavku su opisani referentni koordinatni sustavi satelitske geodezije, dana njihova definicija i primjena.

U petom poglavlju prikazan je razvoj programskog sustava Bernese GPS, znanstvenog softvera koji je u poduzetim istraživanjima upotrebljen za obradu svih sirovih GPS mjerenja. Opisana je njegova namjena, osnovne značajke i unapređenja u odnosu na prethodne verzije programa te dan dijagram toka koji jasno prikazuje tijek obrade podataka mjerenja i strukturu programa. Zbog posebnog značaja na kraju se donosi opis programa u slučaju njegove primjene u geodinamičkim istraživanjima.

Šestim poglavljem započinje prikaz praktičnog dijela doktorske radnje odnosno obrade svih GPS mjerenja. Najprije su opisane GPS kampanje i projekti u okviru kojih su obavljena mjerenja u razdoblju od 1994. do 2005. godine. Dan je popis i pregledna karta mjerenih točaka uključenih u obradu podataka mjerenja (ukupno 81). Radi učinkovitog pretraživanja i upotrebe ogromne količine sirovih GPS mjerenja, razvijena je najprije vlastita aplikacija i kreirana posebna baza podataka koje omogućuju brzo i jednostavno pretraživanje i pregled podataka o svim GPS kampanjama i mjerenim točkama. Sve realizirane GPS kampanje: CEGRN, CRODYN, EUREF i nacionalne, EUVN, SLOVEN i RETREAT prikazane su u nastavku. Slijedi opis pripreme podataka mjerenja i definiranja postavki potrebnih za rad s programom Bernese GPS. Nakon toga prikazana je priprema i primjena posebnih modela (ocean loading, DE200, model ionosfere, model troposfere) koji se tijekom obrade koriste za umanjivanje ili uklanjanje mogućih pogrešaka tijekom mjerenja. U radu je detaljno opisan tijek obrade podataka mjerenja. Dan je postupak pripreme i računanja dnevnih rješenja GPS kampanja te opisano računanje konačnog kombiniranog rješenja koje je po prvi puta u Hrvatskoj imalo za cilj računanje brzina mjerenih točaka na temelju podataka GPS mjerenja obavljenih u razdoblju od 11 godina. U nastavku su prikazani rezultati računanja koordinata točaka i njihovih brzina. Kao posebna provjera ostvarenih rezultata napravljena je usporedba koordinata EUREF točaka Republike Hrvatske s rješenjem obrade podataka mjerenja CRO-94/95/96 kao i usporedba koordinata kontrolnih IGS točaka sa službenim ITRF2000 koordinatama. Standardna odstupanja koordinata dobivena na temelju nesuglasica u oba slučaja ne pokazuju značajnija odstupanja (3-4 mm položajno te nešto veća vrijednost: 9 mm po visini u slučaju EUREF točaka u Hrvatskoj), što je u suglasju s očekivanom apriori točnosti GPS-a. Na primjeru točke Brusnik dan je pregled rezultata obrade podataka mjerenja GPS kampanja u različitim epohama mjerenja i na taj način vrlo ilustrativno prikazane promjene koordinata s vremenom. U svrhu određivanja smjera gibanja u vertikalnom smislu uspoređeni su dugogodišnji podaci mjerenja promjena razine mora na mareografima Bakar, Dubrovnik, Rovinj, Split i Zadar s rezultatima određivanja elipsoidnih visina točaka u upotrebljenim pojedinim GPS kampanjama i u konačnom kombiniranom rješenju, pri čemu su određeni trendovi njihovih promjena i koeficijenti

korelacije između korespondentnih nizova mjerenja. Potvrđena je gotovo potpuna negativna korelacija (-0.99) između promjene srednje razine mora i promjene elipsoidnih visina. Nadalje, na temelju izračunanih relativnih brzina točaka u odnosu na Euroazijsku ploču, izračunani su u originalnom postupku izjednačenja primjenom metode najmanjih kvadrata po prvi puta u Hrvatskoj pouzdani parametri Eulerovog vektora rotacije i Eulerov pol za Jadransku mikroploču, koji su zatim uspoređeni s rezultatima dobivenim u različitim međunarodnim istraživanjima obavljenim od 1987. do 2005. godine. Pokazano je dobro međusobno slaganje tih rezultata, iako su upotrijebljene različite vrste mjerenja, metode obrade i računanja. Konačno, upotrebom brzina točaka izračunanih u konačnom kombiniranom rješenju određen je vlastiti hrvatski apsolutni kinematički model za područje istraživanja koji je potom uspoređen s parametrima globalnih kinematičkih modela NUVEL i APKIM, pri čemu se ne pojavljuju značajnija odstupanja u odnosu na vrijednosti i smjer gibanja temeljem globalnih modela za Euroazijsku ploču.

U sedmom poglavlju dana je analiza obavljanja GPS mjerenja, obrade podataka mjerenja, računanja koordinata i brzina točaka u konačnom kombiniranom rješenju te interpretacija rezultata za određivanje pomaka Jadranske mikroploče. U svrhu bolje analize postignute točnosti obrade podataka mjerenja te izračunanih koordinata i brzina točaka dan je pregled načina postavljanja GPS antene na mjerenim točkama te broj GPS kampanja u kojima je točka mjerena, kao i razlika epoha mjerenja prve i posljednje kampanje mjerenja za svaku točku. Na temelju podataka dosadašnjih istraživanja i postignutih rezultata rada dan je model podjele i pomaka Jadranske mikroploče.

U osmom poglavlju dan je završni osvrt na postignute rezultate, primjene GPS metode mjerenja u geodinamičkim istraživanjima i mogućnost upotrebe hrvatskoga pozicijskog sustava CROPOS za daljnja istraživanja. Ukratko su opisani ostvareni ciljevi rada, značaj i prednost primjene GPS metode mjerenja

Primjena GPS mjerenja za određivanje horizontalnih i vertikalnih pomaka Jadranske mikroploče

u geodinamičkim istraživanjima te važnost pripreme i uspostavljanja GPS mreže u svrhu praćenja i određivanja pomaka Zemljine kore. U rješenjima pojedinih GPS kampanja i računanju konačnog kombiniranog rješenja postignuta je vrlo dobra točnost određivanja koordinata točaka, posebno u horizontalnom smislu, što je osnovni preduvjet za računanje brzina točaka i geodinamička istraživanja. Vrijednosti srednjeg standardnog odstupanja svih mjerenih točaka za visinsku komponentu su nešto veće od vrijednosti za horizontalnu komponentu, što je i očekivano budući da je točnost određivanja elipsoidnih visina točaka GPS metodom mjerenja približno tri puta slabija nego određivanje horizontalnog položaja točke. Određeni parametri Eulerovog vektora rotacije i Eulerovog pola Jadranske mikroploče na temelju podataka GPS mjerenja u skladu su s rezultatima dosadašnjih istraživanja, čime je još jednom naglašeno da se gibanje Jadranske mikroploče može definirati kao relativna rotacija u odnosu na Euroazijsku ploču u smjeru suprotnom od kretanja kazaljke na satu oko pola koji se nalazi u Alpama. Uspostavom CROPOS-a

existing geodynamic points enable further geodynamic research using all data processed so far.

On the basis of reviewing and evaluating the PhD thesis by MSc Marijan Marjanović, graduate engineer of geodesy, members of the committee concluded that he gave several valuable contributions in the area of state survey, satellite and physical geodesy and especially geodynamics, specifically in defining the first Croatian absolute kinematical model for the area of the Adriatic microplate. This primarily refers to the establishment of a functional database of all available GPS surveys during the period 1994–2005 for the area of the Republic of Croatia (and abroad) and producing a special software application for its efficient use, realized optimal solutions to annual values of

coordinates of monitored points, as well as the final combined solution, calculation of reliable values of horizontal point movement and their comparison with current global models for the Eurasian lithospheric plate and the obtained vertical movements of the same points and their comparison with long-time mean sea level change of tide gauges, an original calculation of the Euler rotation vector and the Euler pole for the Adriatic microplate and defining for the first time in Croatia the kinematical model for Croatia, and finally an independent confirmation that the Adriatic microplate is most probably an independent plate divided by the Gargano-Dubrovnik line.

Prepared by M. Lapaine

Almin Đapo, PhD in Technical Sciences

Almin Đapo defended his dissertation titled *Correlation of the Geodetic and Geologic Model of Tectonic Movement on the Example of the Wider Area of the City of Zagreb* at the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb on May 8, 2009. The thesis was defended in the presence of the evaluation committee: Prof. Dr. Damir Medak, Prof. Dr. Boško Pribičević (co-mentor) and Prof. Dr. Ivan Dragičević (co-mentor) from the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering of the University of Zagreb.

Almin Đapo was born on August 17, 1974 in Dubrovnik, where he finished elementary and high school, mathematics and informatics orientation. In 1993, he enrolled the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb. He graduated at the beginning of 2000, mentored by academician Petar Krešimir Čolić and with the thesis *Integration of the Republic of Croatia in the World Absolute Gravimetric Grid – The UNIGRACE Project*. In 2002, he enrolled the postgraduate studies at the Faculty of Geodesy. In 2005, he defended his Master's thesis *Processing and Interpretation of Geodetic Surveys of the Geodynamic Network of the City of Zagreb* at the Faculty of Geodesy in 2005.

Since 2000, he has worked as an external collaborator on the project *Establishment of New Geoid Points on the Territory of the Republic of Croatia*, and in October of the same year, he became a junior researcher on the project *Satellite and Physical Geodesy in the Republic of Croatia* headed by Prof. Dr. D. Medak. In November of 2000, he became a junior assistant at the Institute for Higher Geodesy, which is currently called the Institute for Geomatics of the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb. He currently works as an assistant at the Chair of Hydrography at the same Faculty. He published several scientific and professional papers, and presented papers at several international conferences. He is a member of the Croatian Chamber of Chartered Engineers of Geodesy. He was award-

ed the Rector's Award for best student papers of the University of Zagreb for the paper titled *Three-Dimensional Geodetic Model of the Plitvice Lakes*.

The report by the evaluation committee reads as follows.

The PhD thesis contains 191 A4 pages with text, 118 figures, 20 tables, a list of references with 101 titles, 26 figures and 8 tables in the appendix, summaries in Croatian and English, and a CD with a digital version of the thesis. The thesis is divided into eight chapters:

1. Introduction
2. Geodetic-geodynamic observations
3. Geodynamic network of the city of Zagreb
4. Performed GPS surveys
5. Computer processing of GPS surveys
6. Recent geological structural relations and tectonic activity
7. Comparison of geodetic and geologic data results
8. Conclusion

Since 1997, the Faculty of Geodesy of the University of Zagreb has been conducting scientific work and research related to the application of precise satellite position determination for geodynamic purposes on specially stabilized points in the area of the city of Zagreb. Although the primary goal of the GPS campaign conducted in 1997 was to establish the Base GPS Network of the City of Zagreb as a basis for establishing the homogeneous field of GPS points for the City of Zagreb, repeated surveys in 2001 and 2004 on the entire network accomplished the second planned purpose of the network, i.e. the Geodynamic Network of the City of Zagreb was realized.

u geodinamička bi se istraživanja osim točaka mjerenih u GPS kampanjama mogle uključiti i referentne stanice permanentne mreže. CROPOS omogućava GNSS mjerenja tijekom 24 sata svakoga dana što bi uz ponavljanje mjerenja na postojećim geodinamičkim točkama omogućilo nastavak geodinamičkih istraživanja uz upotrebu svih do sada obrađenih podataka mjerenja i njihovih rezultata.

Na temelju pregleda i vrednovanja doktorske disertacije mr. sc. Marijana Marjanovića, dipl. ing. geod., članovi Povjerenstva zaključili su da je pristupnik u svojem radu dao više vrijednih prinosa u području državne izmjere, satelitske i fizikalne geodezije te posebno geodinamike, naročito pri definiranju prvoga hrvatskog apsolutnog kinematičkog modela za područje Jadranske mikroploče. To se ponajprije odnosi na: uspostavu funkcionalne baze podataka svih raspoloživih GPS mjerenja u razdoblju

1994.–2005. godina za područje Republike Hrvatske (i šire) te izradu vlastite softverske aplikacije za njezinu učinkovitu upotrebu, ostvarena optimalna rješenja za godišnje vrijednosti koordinata praćenih točaka kao i konačno kombinirano rješenje, zatim računanje pouzdanih vrijednosti horizontalnih gibanja točaka i njihova usporedba s aktualnim globalnim modelima za Euroazijsku litosfernu ploču kao i dobivenih vertikalnih gibanja istih točaka i njihovu usporedbu s dugogodišnjim praćenjima promjene srednje razine mora na mareografima, zatim originalno računanje Eulerovog vektora rotacije i Eulerovog pola za Jadransku mikroploču te na taj način zapravo definiranje po prvi puta u Hrvatskoj kinematičkoga modela za Hrvatsku, te konačno vlastitu nezavisnu potvrdu da je Jadranska mikroploča vrlo vjerojatno nezavisna ploča podijeljena na liniji Gargano-Dubrovnik.

Pripremio M. Lapaine

Almin Đapo, doktor tehničkih znanosti

159

Almin Đapo obranio je 8. svibnja 2009. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu disertaciju *Korelacija geodetskog i geološkog modela tektonskih pomaka na primjeru šireg područja Grada Zagreba*. Doktorski rad obranjen je pred povjerenstvom u sastavu prof. dr. sc. Damir Medak, prof. dr. sc. Boško Pribičević (komentor) i prof. dr. sc. Ivan Dragičević (komentor) s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.



Almin Đapo rođen je 17. kolovoza 1974. u Dubrovniku, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju, matematičko-informatički smjer. Godine 1993. upisao se na Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je početkom 2000. pod mentorstvom akademika Petra Krešimira Čolića na temi *Priključenje Republike Hrvatske u svjetsku apsolutnu gravimetrijsku mrežu – Projekt UNIGRACE*. Godine 2002. upisao je poslijediplomski studij na Geodetskom fakultetu. Godine 2005. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu obranio je magistarski rad *Obrada i interpretacija geodetskih mjerenja na Geodinamičkoj mreži Grada Zagreba*.

Od 2000. radi kao vanjski suradnik na projektu *Uspostavljanje novih geoidnih točaka na teritoriju Republike Hrvatske*, a u listopadu iste godine izabran je u zvanje znanstvenog novaka na projektu *Satelitska i fizikalna geodezija u Republici Hrvatskoj* kojeg je voditelj bio prof. dr. sc. D. Medak. U studenome 2000. izabran je u zvanje mlađi asistent u Zavodu za višu geodeziju, danas Zavodu za geomatiku, Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Danas radi kao asistent u Katedri za hidrografiju. Kao autor i koautor objavio je nekoliko znanstvenih i stručnih radova. Prezentirao je radove na više međunarodnih simpozija. Član je Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije. Dobitnik je Rektorove nagrade za najbolje pisane studentske radove

Sveučilišta u Zagrebu za rad pod nazivom *Trodimenzionalni geodetski model Plitvičkih jezera*.

U izvještaju Povjerenstva za ocjenu disertacije možemo pročitati sljedeće.

Doktorski rad sadrži 191 stranicu teksta formata A4, 118 slika, 20 tablica, popis literature sa 101 naslovom, 26 slika i 8 tablica u prilogu, sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku te CD s digitalnom verzijom doktorskog rada. Rad je podijeljen u 8 poglavlja:

1. Uvod

2. Geodetsko-geodinamička opažanja
3. Geodinamička mreža Grada Zagreba
4. Izvedena GPS-mjerenja
5. Računalna obrada GPS-mjerenja
6. Recentni geološki strukturni odnosi i tektonska aktivnost
7. Usporedba rezultata geodetskih i geoloških podataka
8. Zaključak

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu od 1997. godine provodi sustavan znanstvenoistraživački rad vezan uz primjenu preciznog satelitskog određivanja položaja za geodinamičke svrhe na specijalno stabiliziranim točkama na području Grada Zagreba. Iako je prvi i osnovni cilj GPS-kampanje izvedene 1997. godine bila uspostava Temeljne GPS-mreže Grada Zagreba kao osnove za uspostavu homogenog polja GPS-točaka za Grad Zagreb, ostvarenjem ponovljenih mjerenja 2001. i 2004. godine na cjelovitoj mreži, ispunjena je i druga planirana svrha te mreže, tj. ostvarena je Geodinamička mreža Grada Zagreba.