

Glasilo Zveze geodetov Slovenije
Journal of the Association of Surveyors of Slovenia

G EODETSKI

2015

V E S T N I K

ISSN 0351-0271

Letn. 59 | št. 4

Vol. 59 | No. 4

WE  MAPS
INTERNATIONAL MAP YEAR 2015-2016





Geodetski vestnik je indeksiran in povzet v Social Sciences Citation Index (SSCI), Social Scisearch (SSS) in Journal Citation Reports/ Social Sciences Edition (JCR/SSE).

Indeksiran in povzet je tudi v naslednjih bibliografskih zbirkah:

GEOBASE(TM), ICONDA - International Construction Database, COBISS, DOAJ, Civil Engineering Abstracts, GeoRef, CSA Aerospace & High Technology, Database, Electronics and Communications Abstracts, Materials Business File, Solid State and Superconductivity Abstracts, Computer and Information Systems, Mechanical & Transportation, Engineering Abstracts, Water Resources Abstracts, Environmental Sciences

Izdajanje Geodetskega vestnika sofinancira:
Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije

Geodetski vestnik je vpisan v razvid medijev na Ministrstvu za kulturo Republike Slovenije pod zaporedno številko 526.

Geodetski vestnik is indexed and abstracted in Social Sciences Citation Index (SSCI), Social Scisearch (SSCI) and Journal Citation Reports/ Social Sciences Edition (JCR/SSE).

Indexed and abstracted is also in those bibliographic data bases:

GEOBASE(TM), ICONDA - International Construction Database, COBISS, DOAJ, Civil Engineering Abstracts, GeoRef, CSA Aerospace & High Technology Database, Electronics and Communications Abstracts, Materials Business File, Solid State and Superconductivity Abstracts, Computer and Information Systems, Mechanical & Transportation, Engineering Abstracts, Water Resources Abstracts, Environmental Sciences

Geodetski vestnik is partly subsidized by the Slovenian Research Agency.

Geodetski vestnik is entered in the mass media register at the Ministry of Culture of the Republic of Slovenia under No. 526.

GEODETSKI VESTNIK

UDK 528=863
ISSN 0351-0271
EISSN 1581-1328



Letnik 59, št. 4, str. 685–896, Ljubljana, december 2015. Izidejo štiri številke na leto. Naklada te številke: 1200 izvodov.

Barvna različica je prosto dostopna na spletnem naslovu: <http://www.geodetski-vestnik.com>.

IZDAJATELJ

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

E-naslov: info@geodetski-vestnik.com

MEDNARODNI UREDNIŠKI ODBOR

Dr. Ivan Aleksić (Beograd, Srbija)
Dr. Branislav Bajat (Beograd, Srbija)
Dr. Tomislav Bašić (Zagreb, Hrvaška)
Dr. Øystein Jakob Bjerva (Ås, Norveška)
Dr. Giuseppe Borruso (Trst, Italija)
Dr. Raffaella Cefalo (Trst, Italija)
Dr. Urška Demšar (St Andrews, Velika Britanija)
Dr. Henrik Harder (Aalborg, Danska)
Dr. Thomas Kalbro (Stockholm, Švedska)
Dr. Reinfried Mansberger (Dunaj, Avstrija)
Leiv Bjarte Mjøs (Bergen, Norveška)
Dr. Gerhard Navratil (Dunaj, Avstrija)
Dr. Kristof Oštir (Ljubljana, Slovenija)
Dr. Andrea Pödör (Székesfehérvár, Madžarska)
Dr. Alenka Poplin (Iowa, ZDA)
Dr. Anton Prosen (Ljubljana, Slovenija)
Dr. Miodrag Roić (Zagreb, Hrvaška)
Dr. Balázs Székely (Freiburg, Nemčija)
Dr. Joc Triglav (Murska Sobota, Slovenija)
Dr. Arvo Vitikainen (Aalto, Finska)
Dr. John Weber (Michigan, ZDA)
Dr. Klemen Zakšek (Hamburg, Nemčija)

IZDAJATELJSKI SVET

Mag. Blaž Mozetič, *predsednik Zveze geodetov Slovenije*
Mag. Erna Flogie Dolinar, *generalna sekretarka Zveze geodetov Slovenije*
Dr. Anka Lisec, *glavna in odgovorna urednica*
Sandi Berk, *urejanje rubrike Strokovne razprave*
Erik Karbič, *urejanje rubrike Društvene dejavnosti*
Mag. Mojca Foški, *tehnično urejanje in oblikovanje*

TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

Mag. Mojca Foški, *e-naslov: mojca.foski@fgg.uni-lj.si*
Barbara Trobec, *e-naslov: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si*
Dr. Teja Koler Povh, *e-naslov: teja.povh@fgg.uni-lj.si*

GLAVNA IN ODGOVORNA UREDNICA

Dr. Anka Lisec

Tel.: +386 1 4768 560

E-naslov: urednik@geodetski-vestnik.com

PODROČNI IN PODPODROČNI UREDNIKI

Dr. Bojan Stopar, *področni urednik za geodezijo*
Dr. Radoš Šumrada, *področni urednik za geoinformatiko*
Dr. Božena Lipej, *področna urednica za upravljanje in evidentiranje nepremičnin*
Dr. Alma Zavodnik Lamovšek, *področna urednica za načrtovanje in urejanje prostora*
Tomaž Petek, *upravno področje, Geodetska uprava Republike Slovenije*
Miran Brumec
Dr. Marjan Čeh
Mag. Samo Drobne
Mag. Erna Flogie Dolinar
Dr. Dušan Kogoj
Dr. Božo Koler
Dr. Mojca Kosmatin Fras
Dr. Miran Kuhar
Dr. Dušan Petrovič
Dr. Dalibor Radovan
Dr. Maruška Šubic Kovač

LEKTORIRANJE

Manica Baša

UREJANJE SPLETNIH STRANI

Dr. Klemen Kozmus Trajkovski, *e-naslov: web@geodetski-vestnik.com*

TISK

Geodetski inštitut Slovenije

DISTRIBUCIJA

Janez Goršič

TRŽENJE (OGLASNO TRŽENJE)

Zveza geodetov Slovenije
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
E-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

GEODETSKI VESTNIK

UDK 528=863
ISSN 0351-0271
e-ISSN 1581-1328



Vol. 59, No. 4, pp. 685–896, Ljubljana, Slovenia, December 2015. Issued four times a year. Circulation: 1,200 copies.
Free on-line access to the colour version at <http://www.geodetski-vestnik.com>.

PUBLISHER

Association of Surveyors of Slovenia
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
E-mail: info@geodetski-vestnik.com

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Ivan Aleksić, Ph.D. (Belgrade, Serbia)
Branislav Bajat, Ph.D. (Belgrade, Serbia)
Tomislav Bašić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)
Øystein Jakob Bjerva, Ph.D. (Ås, Norway)
Giuseppe Borruso, Ph.D. (Trieste, Italy)
Rafaela Cefalo, Ph.D. (Trieste, Italy)
Urška Demšar, Ph.D. (St. Andrews, Great Britain)
Henrik Harder, Ph.D. (Aalborg, Denmark)
Thomas Kalbro, Ph.D. (Stockholm, Sweden)
Reinfried Mansberger, Ph.D. (Vienna, Austria)
Leiv Bjarte Mjøs (Bergen, Norway)
Gerhard Navratil, Ph.D. (Vienna, Austria)
Krištof Oštir, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)
Alenka Poplin, Ph.D. (Iowa, USA)
Andrea Pödör, Ph.D. (Székesfehérvár, Hungary)
Anton Prosen, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)
Miodrag Roić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)
Balázs Székely, Ph.D. (Freiburg, Germany)
Joc Triglav, Ph.D. (Murska Sobota, Slovenia)
Arvo Vitikainen, Ph.D. (Aalto, Finland)
John Weber, Ph.D. (Michigan, USA)
Klemen Zakšek, Ph.D. (Hamburg, Germany)

PUBLISHING COUNCIL

Blaž Mozetič, M.Sc., *president of The Association of Surveyors of Slovenia*
Erna Flogie Dolinar, M.Sc., *general secretary of The Association of Surveyors of Slovenia*
Anka Lisec, Ph.D., *editor-in-chief*
Sandi Berk, *Editor of the section Professional Discussion*
Erik Karbič
Mojca Foški, M.Sc., *Technical Editor and Design*

TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, M.Sc., e-mail: mojca.foski@fgg.uni-lj.si
Barbara Trobec, e-mail: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si
Teja Koler Povh, Ph.D., e-mail: teja.povh@fgg.uni-lj.si

EDITOR-IN-CHIEF

Anka Lisec, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)
Phone: +386 1 4768 560
E-mail: editor@geodetski-vestnik.com

FIELD AND SUB-FIELD EDITORS

Bojan Stopar, Ph.D., *field editor for Geodesy*
Radoš Šumrada, Ph.D., *field editor for Geoinformatics*
Božena Lipej, Ph.D., *field editor for Real Estate Management and Evidencing*
Alma Zavodnik Lamovšek, Ph.D., *field editor for Spatial Planning*
Tomaž Petek, *Administrative Field (Surveying and Mapping Authority of Republic of Slovenia)*
Miran Brumec
Marjan Čeh, Ph.D.
Samo Drobne, M.Sc.
Erna Flogie Dolinar, M.Sc.
Dušan Kogoj, Ph.D.
Božo Koler, Ph.D.
Mojca Kosmatin Fras, Ph.D.
Miran Kuhar, Ph.D.
Dušan Petrovič, Ph.D.
Dalibor Radovan, Ph.D.
Maruška Šubic Kovač, Ph.D.

PROOFREADING

 Manica Baša

WEB PAGE EDITING

Klemen Kozmus Trajkovski, Ph.D., e-mail: web@geodetski-vestnik.com

PRINT

 Geodetski inštitut Slovenije

DISTRIBUTION

 Janez Goršič

MARKETING (ADVERTISING)

Association of Surveyors of Slovenia,
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-mail: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

VSEBINA CONTENTS

UVODNIK | EDITORIAL

<i>Anka Lisec</i> KAJ VSE BI BILO TREBA ŠE STORITI ...	693
<i>Blaž Mozetič</i> ZEMLJOVID	695

RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Rudi Čop, Damir Deželjin, Robert De Reggi</i>	697
SI DOLOČITEV LOKALNEGA GEOMAGNETNEGA INDEKSA K DETERMINATION OF LOCAL GEOMAGNETIC K-INDEX	
<i>Andreja Švab Lenarčič, Nika Mesner, Kristof Oštir</i>	709
SI PREGLED ALGORITMOV IN PROGRAMSKE OPREME ZA SEGMENTACIJO OPTIČNIH DALJINSKO ZAZNANIH POSNETKOV OVERVIEW OF SEGMENTATION ALGORITHMS AND SOFTWARE FOR OPTICAL REMOTE SENSING IMAGERY	
<i>Jernej Tiran, Luka Mladenovič, Simon Koblar</i>	723
SI DOSTOPNOST DO JAVNEGA POTNIŠKEGA PROMETA V LJUBLJANI PO METODI PTAL ACCESSIBILITY TO PUBLIC TRANSPORT USING THE PTAL METHOD: THE CASE OF LJUBLJANA	
<i>Nedim Tuno, Admir Mulahusić, Dušan Kogoj</i>	736
SI VREDNOTENJE MODELOV TRANSFORMACIJE GEODETSKIH NAČRTOV EVALUATION OF TRANSFORMATION MODELS FOR GEODETIC PLANS	
<i>Ljiljana Živković, Stefano Marani, Sandi Berk, Vesna Dežman Kete, Francesco Trapani, Gianandrea Esposito, Natalija Špeh, Đorđe Milić, Tijana Živanović, Blaž Barborič</i>	752
EN VZPOSTAVITEV INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA SPREMLJANJE PRIVLAČNOSTI OBMOČIJ IN UPRAVLJANJA POLITIK V JUGOVZHODNI EVROPI TOWARDS A MONITORING INFORMATION SYSTEM FOR TERRITORIAL ATTRACTIVENESS AND POLICY MANAGEMENT IN SOUTH EAST EUROPE	
<i>Marko Pavasović, Tomislav Bašić, Marijan Marjanović</i>	767
EN PREGLED ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH PROJEKTOV NA PODROČJU OSNOVNIH GEODETSKIH DEL NA OZEMLJU REPUBLIKE HRVAŠKE V OBDOBJU 1991–2009	

AN OVERVIEW OF SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PROJECTS IN THE FIELD OF BASIC GEODETIC WORKS AT THE TERRITORY OF REPUBLIC OF CROATIA IN PERIOD FROM 1991-2009

<i>Kamil Krasuski, Damian Wierzbicki</i>	789
UPORABA KODE L2C ZA DOLOČITEV UPORABNIKOVEGA POLOŽAJA	
EN UTILIZATION L2C CODE FOR DETERMINATION OF USER'S POSITION	

STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

<i>Sebastjan Meža, Blaž Barborič</i>	809
DOLOČANJE POLOŽAJA V ZAPRTIH PROSTORIH	
INDOOR POSITIONING TECHNOLOGIES	

<i>Tomaž Primožič, Anka Lisec</i>	814
KOMASACIJE IN DRUGE ZEMLJIŠKE OPERACIJE V PROGRAMU RAZVOJA PODEŽELJA SLOVENIJE 2014-2020	
LAND CONSOLIDATION AND OTHER LAND MEASURES IN THE RURAL DEVELOPMENT PROGRAM OF SLOVENIA 2014-2020	

<i>Jurij Režek</i>	823
DEJAVNOSTI V OKVIRU PROJEKTA POSODOBITEV PROSTORSKE PODATKOVNE INFRASTRUKTURE ZA ZMANJŠANJE TVEGANJ IN POSLEDIC POPLAV V LETU 2015	
ACTIVITIES IN THE FRAMEWORK OF THE PROJECT MODERNIZATION OF SPATIAL DATA IN INFRASTRUCTURE TO REDUCE RISKS AND IMPACTS OF FLOODS IN 2015	

<i>Joc Triglav</i>	835
NAŠ ZADNJI POZDRAV SLOMŠKOVI ULICI 19, MURSKA SOBOTA	
OUR LAST FAREWELL TO SLOMŠEK STREET 19, MURSKA SOBOTA	

NOVICE | NEWS

<i>Tomaž Petek</i> NOVICE S PODROČJA DELA GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE	840
<i>Mojca Kosmatin Fras</i> DOKTORJA ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG	845
<i>Mojca Kosmatin Fras</i> DR.ING. JANJA AVBELJ	847
<i>Tėja Japelj</i> SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 8. 2015 DO 30. 10. 2015	849
<i>Aleš Lazar, Klemen Kregar</i> GEO & IT NOVICE	857

DRUŠTVENE DEJAVNOSTI | ACTIVITIES OF THE PROFESSIONAL SOCIETY

<i>Blaž Mozetič, Dušan Petrovič, Rafael Bohak</i> 44. GEODETSKI DAN: ZEMLJOVID ZA DOBRO ODLOČANJE	863
<i>Dušan Petrovič</i> MEDNARODNO LETO KARTE V SLOVENIJI	865
<i>Vesna Mikek</i> LGD NA ELAFITIH	867
<i>Pavel Zupančič</i> STAREJŠI ČLANICE IN ČLANI LGD V REZIJU	870
<i>Irena Rojko, Jernej Nejc Dougan, Grega Šoič</i> USPOSABLJANJE EVROPSKE VESOLJSKE AGENCIJE V MARIBORU ZA RADARSKO DALJINSKO ZAZNAVANJE	872
<i>Aleš Šuntar, Matjaž Hribar</i> I DID IT MY WAY	875
<i>Dušan Novak</i> IN MEMORIAM	877
<i>Brane Kersnik</i> IN MEMORIAM	878
<i>Roman Novšak</i> V SPOMIN	879

NAPOVED DOGODKOV | ANNOUNCEMENTS OF EVENTS

<i>Aleš Lazar</i> KOLEDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV V OBDOBJU JANUAR–MAREC 2015	881
SEZNAM RECENZENTOV ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ČLANKOV GEODETSKEGA VESTNIKA V LETU 2015	884
44. GEODETSKI DAN	886
<i>Janez Slak, Boštjan Pucelj</i> TEODOLIT RUDOLF & AVGUST ROST WIEN XV	888

Slika na naslovnici:

Kum, regionalna gravimetrična izmera. Foto: B. Vizjak

KAJ VSE BI BILO TREBA ŠE STORITI ...

Anka Lisec

glavna in odgovorna urednica Geodetskega vestnika

Dragi bralci in bralke Geodetskega vestnika!

Pred vami je decembrska, lahko bi rekli praznična številka revije, ki prinaša zanimiv nabor strokovnih člankov, predstavljeni so rezultati izbranih strokovnih projektov, veliko pa se je dogajalo tudi na področju društvenih dejavnosti. Zimski večeri so zagotovo kot naročeni, da prelistamo revijo, in verjamem, da se bo za vsakogar našlo kaj zanimivega.

Dolgi decembrski večeri pogosto ponudijo tudi priložnost za razmislek, kaj vse se je zgodilo v preteklem letu, kako uspešni smo bili. Pri tem se nam v misli zelo hitro prikrađejo ideje, kaj bi bilo dobro še storiti, in skoraj nevede že načrtujemo naloge za leto, ki prihaja. Tudi za nami, člani uredniškega odbora Geodetskega vestnika in drugimi soustvarjalci revije, je pestro leto. Kako pomembne so strokovne objave, kako pomembna sta negovanje slovenskega jezika in razvoj strokovne terminologije, se včasih sploh ne zavedamo. V spominu mi večkrat odmevajo besede uglednega profesorja iz tujine, ki je dejal, da je »eden ključnih pogojev za samostojno delovanje in razvoj stroke v neki državi strokovna revija s kakovostnimi znanstvenimi in strokovnimi objavami. [...] Brez tega ne moremo govoriti o samostojnem delovanju na nekem strokovnem področju, o razvoju in prenosu znanja ...« je še dodal.

Veliko je bilo zapisanega, veliko povedanega in veliko prebranega v naši reviji. Lahko bi bilo vsega še več! A ravno to zadržano zadovoljstvo, da ne bom uporabila besede »nezadovoljstvo«, nam da energije in poleta, da se bomo tudi v prihodnje trudili delati dobro, morda bomo kaj dodali ali izboljšali ... Na vrata zagotovo trkajo novi izzivi. Poleg prihajajočega 44. Geodetskega dneva, ki bo v začetku marca v Laškem in na katerega ste že sedaj lepo vabljeni, moram izpostaviti zavidanja vreden mejnik za našo stroko, saj bomo v prihodnjem letu zaznamovali izhajanje že 60. letnika Geodetskega vestnika. Morda niste vedeli, da se s tako dolgo tradicijo ponaša le peščica revij v Sloveniji in da Geodetski vestnik spada v »jagodni« izbor najstarejših slovenskih strokovnih revij!

Ta veliki mejnik napovedujemo ravno v letu, ko zaznamujemo 500 let prvih tiskanih slovenskih besed. V okviru največjega slovenskega upora kmetov na Slovenskem, ki se je začel na posestvu zemljiškega gospoda Jurija Thurna v Kočevju marca 1515 in je bil zatrt v začetku avgusta istega leta, je namreč nastal letak s prvimi tiskanimi slovenskimi besedami, ki so vabile kmete k upor: *Le vkup, le vkup, le vkup, le vkup uboga gmajna* (»*leukhup, leuhkup, leukhup, leuhkup, woga gmaina*«) in *stara prauda*.

S to obletnico velikih nemirov na naših tleh žal sovpadajo tudi nemiri v naši novi veliki državi, v Evropi. Kot da bi dobivali sporočilo, da se moramo predramiti. Več sto let je bila Evropa navajena stalnega napredka. Materializem je – v nekaterih obdobjih bolj, v drugih malo manj – neutrudno izpodrival druge vrednote. In danes, ko Evropo prehitevajo druge velesile, se stara dama počuti izgubljeno. Apatičnost in pesimizem sta zavzela evropske dežele in prebivalstvo, ko Evropa nima več moči, da bi bila prva v materializmu in obvladovala svet.

Toda v Evropi so tudi v preteklosti ljudje kljub prevladujočemu materializmu poznali in zagovarjali druge vrednote. Koliko mislecev se je ukvarjalo s človekom, z njegovimi vrednotami, z družbenimi pojavi, z naravoslovjem in tehniko! Koliko znanja smo zbrali, kaj vse smo odkrili! Tudi ti uspehi so veliki, pa pogosto nanje pozabimo. Morda je čas, da na dan zopet priključimo ta vedenja in spoznanja, te vrednote, ter da pred materializem damo skrb za skupno dobrobit. Ob takem razmišljanju me misli samodejno zapeljejo tudi v našo stroko.

Ko tako opazujem našo stroko in stanje v Sloveniji, se zdi, da vidim preslikavo splošnih družbenih problemov, sicer v nekoliko manjšem merilu. Ugotavljam, da je veliko preveč ljudi zaznamovanih s strahom in negotovostjo. Toda obremenjeni s strahom in negotovostjo ne moremo veliko narediti, kaj šele spremeniti. Otresti se ju moramo, saj smo vendarle inženirska in eksaktna stroka, ki ve, kaj je prav. To spoznanje je toliko bolj pomembno, ker ima naše delo na marsikaterem področju delovanja tudi pomembno vlogo varovanja javnega interesa. Strokovna vedenja in znanja ter odgovorno delo do družbe so zagotovo tudi v naši stroki recept za lepši jutri.

Upam, da Geodetski vestnik vsaj malo prispeva k razvoju stroke ter prenosu znanj in informacij, zato se iskreno zahvaljujem vsakemu posebej in vsem skupaj za lepo sodelovanje v tem letu ter upam na lepo sodelovanje tudi v prihodnje! V prihajajočem letu iskreno želim vsem veliko znanja, navdiha ter uspehov – srečno!

ZEMLJOVID

Blaž Mozetič

predsednik Zveze geodetov Slovenije

Slovenski izraz »zemljo vid«, ki nam ga je zapustil Peter Kozler, avtor *Zemljovida slovenskih dežel*, v sodobni družbi, polni modernih tujih izrazov, kratic, poslovenjenih besed in še česa, v naših ušesih zveni zelo starinsko, zaprašeno in daleč od današnje realnosti. Lahko bi dejali, da spada v tisti prijetni in idilični zgodovinski spomin nekega obdobja. Ne glede na to moramo biti geodeti pošteni do sebe in si priznati, da nam je beseda zemljo vid vseeno pri srcu, saj je tesno povezana z našo stroko, dejansko opisuje objekt našega strokovnega dela, seveda posplošeno, in tudi rezultat oziroma izdelek, seveda spet posplošeno, ki ga od nas pričakujejo naročniki.

Prepričan sem, da ima beseda zemljo vid še en pomen, strateški, ki ga lahko opišemo zelo preprosto. Pri zajemu in analiziranju podatkov, če hočete prostorskih, je naš pogled zelo usmerjen in obrnjen proti zemlji, navzdol. Pri sprejemanju odločitev na podlagi teh podatkov pa mora biti naš pogled usmerjen naprej, daleč čez obzorje, da vidimo, čeprav zaradi refrakcije nekoliko nejasno, kam nas vodijo naše odločitve. Peter Kozler je sprejel vsaj dve taki odločitvi. Premišlujte o njej, ko boste s kozarcem piva nazdravili dnevu samostojnosti in enotnosti konec decembra.

Vsi vsak dan sprejemamo odločitve, ki kratkoročno ali dolgoročno načrtujejo smer gibanja življenja posameznika, družbe, ekonomije, države itd. Na nas geodetih, ki smo posebej poklicani, da se ukvarjamo s prostorskimi podatki v najširšem pomenu, je velika odgovornost, da so naše prostorske informacije kakovostne in korektne. Zato ni naključje, da bo 3. in 4. marca 2016 v Laškem organiziran 44. Geodetski dan z naslovom *Zemljo Vid za dobro odločanje*.

Prepričan sem, da znamo obrisati prah z zemljovida ter ga vplesti v sodobne mreže odločanja in družbe, zato vljudno vabljeni na 44. Geodetski dan!

Vse dobro v letu 2016 in srečno!

DOLOČITEV LOKALNEGA GEOMAGNETNEGA INDEKSA K

DETERMINATION OF LOCAL GEOMAGNETIC K-INDEX

Rudi Čop, Damir Deželjin, Robert De Reggi

UDK: 550.38
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 5. 5. 2015
Sprejeto: 9. 10. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.697-708
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 5. 5. 2015
Accepted: 9. 10. 2015

IZVLEČEK

V članku opisujemo izhodišča za oblikovanje geomagnetnega indeksa **K**, ki ga mednarodna organizacija IAGA (International Association for Geomagnetism and Aeronomy) priporoča za vsakodnevno opisovanje aktivnosti zemeljskega magnetnega polja. Indeks določamo na podlagi zveznih meritev na geomagnetnih observatorijih na površini Zemlje. Meritve smo začeli izvajati v slovenskem delu Istre, kar nam omogoča tudi izračunavanje lokalnega geomagnetnega indeksa **K** za Slovenijo. V Razpravi in zaključkih predstavljamo slabosti indeksa in svoje videnje nadaljnega dela na tem področju.

ABSTRACT

In this article, we present the origin of geomagnetic K-index. The International Association for Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) recommends it for daily descriptions of geomagnetic field activity. The index is based on continuous measurements in a geomagnetic observatory on the Earth's surface. We carried out measurements in Slovene Istria, which enabled us to calculate the local geomagnetic index for Slovenia. In Discussion and Conclusions, we also present some drawbacks of the index and plans for our future activities in this field.

KLJUČNE BESEDE

geomagnetni indeks K, geomagnetno miren dan, geomagnetna nevihta

KEY WORDS

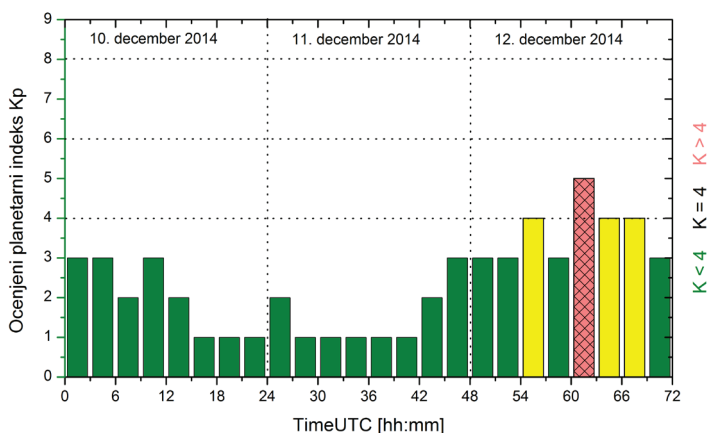
geomagnetic K-index, solar quiet day, geomagnetic storm

1 GEOMAGNETNI INDEKSI

V geomagnetizmu, delu geofizike, se različni geomagnetni indeksi uporabljajo rutinsko. Z njimi spremljamo razmere v zgornjih plasteh atmosfere in medplanetarnem prostoru v bližini Zemlje, ugotavljamo indukcijo v zemeljski skorji in plašču ter proučujemo razmere v tekoči sredici Zemlje in njenem trdem jedru (Love in Remick, 2007; Chapman in Price, 2007). V zadnjih desetih letih je med temi raziskavami dobila svoje mesto tudi klimatologija (Greiner-Mai in Jochmann, 1995; Marsh in Svensmark, 2000; Christiansen, Haigh in Lundstedt, 2007). Mnogo sodobnih tehnologij je namreč odvisnih od stanja v magnetosferi, ionosferi in zemeljski skorji. Pri tem so povezave med magnetosfero, ionosfero in zemeljsko skorjo nelinearne in še ne dovolj raziskane tudi zaradi časovno prekratkih meritev glede na dolžino sončnih ciklov (Rangarajan in Barreto, 2000; Saiz et al, 2013).

Od leta 1868 se neprekinjeno izračunava geomagnetni indeks **aa**. Ta spada med tiste nabore podatkov v geofiziki, ki segajo najdlje v preteklost. Izračunava se na podlagi meritev dveh antipodnih geomagnetnih observatorijev, enega v Angliji in drugega v Avstraliji, ter je podoben planetarnemu geomagnetnemu indeksu **Kp**. Indeks **Kp** je srednja vrednost lokalnih geomagnetnih indeksov **K**, določenih na podlagi meritev na trinajstih referenčnih geomagnetnih observatorijih srednjih geografskih širin na severni in južni polobli.

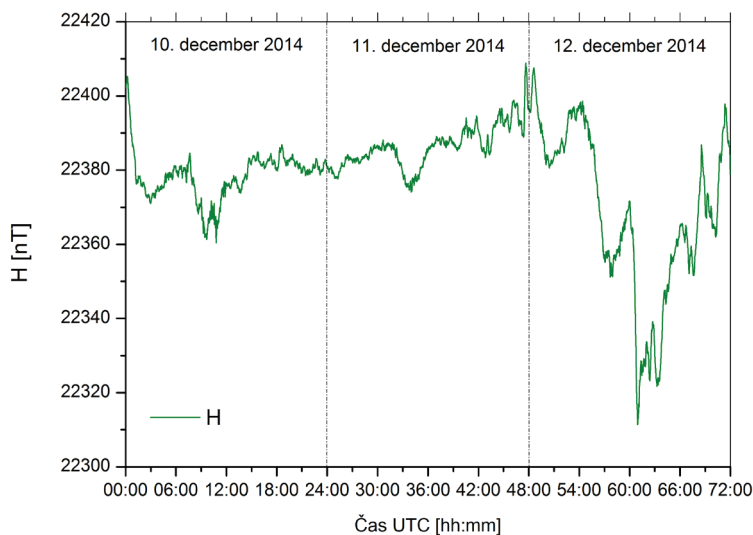
Planetarni geomagnetni indeks **Kp** je danes izhodiščni indeks v geomagnetizmu in aeronomiji, znanosti o zgornjih plasteh atmosfere (slika 1). Njegova vrednost se ocenjuje in nato tudi postprocesira na podlagi meritev na izbranih referenčnih geomagnetnih observatorijih. Poleg stanja celotnega zemeljskega magnetnega polja za širše območje dobro predstavlja tudi razmere v ionosferi.



Slika 1: Ocena planetarnega geomagnetnega indeksa **Kp**. Dvema mirna dnevooma s **Kp** ≤ 3 sledi tretji z geomagnetno nevihto najnižje stopnje **Kp** = 5 (G1, Minor) (NOAA/SWPC, 2014).

Ionosfera ni posebna plast zemeljske atmosfere, temveč so to plasti v njej, od katerih se odbijajo radijski valovi in ki spreminjajo lastnosti v posameznem dnevu in letnih časih (AFGL, 1985; Anderson in Fuller-Rowell, 1999). Zaradi ionizirajočega sevanja Sonca, ki razstavlja molekule zraka pri ustrezno nizkem zračnem tlaku, ionosfero sestavlja hladna plazma. Njena količina se poveča ob izbruhu na Soncu, ko se

poveča sevanje ultravijoličnih žarkov, žarkov X in kozmičnih žarkov. Nastane nevihta v ionosferi (angl.: ionospheric storm), zaradi katere se spremeni lomni količnik mikrovalov in poveča odboj radijskih valov. Zaradi naelektrenih delcev v ionosferi nastajajo v zgornjih plasteh atmosfere električni tokovi, ki vplivajo tudi na magnetno polje Zemlje. Za opis razmer v ionosferi na ožjem območju je bolj kot planetarni geomagnetni indeks **K_p** primeren lokalni indeks **K** z najbližjega geomagnetnega observatorija.



Slika 2: Horizontalna komponenta zemeljskega magnetnega polja H [nT], izmerjena na geomagnetnem observatoriju PIA (Piran) v treh zaporednih dnevih.

Geomagnetni indeks **K** (karakter; nem.: Kennziffer) je v začetku tridesetih let prejšnjega stoletja razvil Julius Bartels (Rangarajan, 1989; Bartels, Heck in Johnston, 1940) z namenom, da bi dobil objektivnejši način vrednotenja necikličnih sprememb zemeljskega magnetnega polja. Svoje pionirsko delo je Bartels opravil v geomagnetnem observatoriju Niemegek (NGK) v Nemčiji, ki je danes eden od referenčnih geomagnetnih observatorijev. Indeks **K** je bil predlagan za splošno uporabo leta 1939 na konferenci predhodnice današnje mednarodne organizacije IAGA v Washingtonu (ZDA). Danes se indeks vsak dan izračunava v sodobnih geomagnetnih observatorijih. Je eden od osnovnih produktov posameznega geomagnetnega observatorija, ki zamenjuje obsežne tabele in grafe meritev ter poenostavlja sicer zahtevne primerjave meritev med observatoriji.

2 SPREMEMBE ZEMELJSKEGA MAGNETNEGA POLJA V GEOMAGNETNO MIRNIH DNEH

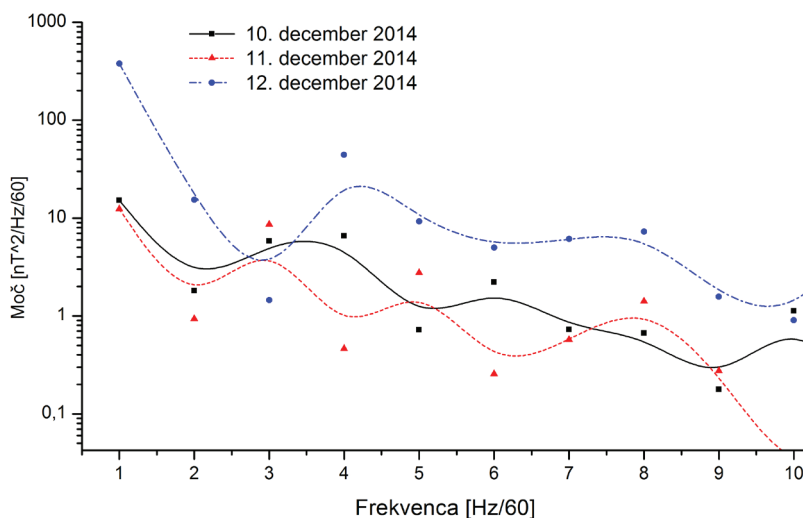
Za vse magnetograme magnetno mirnih dni, izmerjenih na istem mestu, je značilno, da so si med seboj podobni (slika 2). V posameznem letnem času se spreminjajo le po amplitudi (Campbell, 1989). Na geomagnetno polje v geomagnetno mirnih dneh vplivajo:

- električni in zračni tokovi v ionosferi;
- sončni mrki in izbruhi na Soncu;
- lunine mene;
- prevodnost zemeljske skorje.

Primerjave med magnetogrami geomagnetno mirnih dni in dni z geomagnetno nevihto pri slednjih kažejo na večjo prisotnost visokofrekvenčnih sprememb (slika 3).

Geomagnetno miren dan Sq (angl.: solar quiet) je določen s spremembo zemeljskega magnetnega polja, merjenega z magnetometri v dneh brez izrednih sončnih motenj, od katere je odštet vpliv Lune. Najpogosteje se obravnava pet ali osem najbolj mirnih dni v mesecu, v katerih je bil planetarni geomagnetni indeks **Kp** pod izbrano nizko vrednostjo.

Največji vpliv na zemeljsko magnetno polje v geomagnetno mirnih dneh imajo električni tokovi v ionosferi. Ionizirani delci v zgornjih plasteh atmosfere nastajajo zaradi ionizirajočega sevanja Sonca in kozmičnih žarkov. Horizontalni vetrovi v ionosferi jih raznašajo vzdolž silnic zemeljskega magnetnega polja. Delovanje tega električnega dinamika v ionosferi je vse leto predvsem pod vplivom spremembe sončnega sevanja v posameznem dnevu. Stopnjo ionizacije v ionosferi za krajši čas in manj spremenijo sončni mrki in kratkotrajni bliski v sončnih pegah. Na razmere v ionosferi pa vplivajo tudi lunine mene (Lindzen in Chapman, 1969). Njihov vpliv je relativno majhen in se obravnava v daljšem časovnem obdobju na podlagi harmonske analize. Enako lahko iz meritev spremembe geomagnetnega polja izločimo vplive prehodov vremenskih front (Čop, 2015).



Slika 3: Frekvenčna analiza spremembe zemeljskega magnetnega polja, izmerjene na geomagnetnem observatoriju PIA (Piran) v treh zaporednih dnevih.

Na podlagi sferne harmonične analize zemeljskega magnetnega polja v geomagnetno mirnih dnevih na celotni zemeljski obli je bilo ugotovljeno, da se Zemlja ne vede kot enovit električni prevodnik. Notranje zemeljske plasti prevajajo bolje kot pa zunanja skorja (Dobrica et al., 2012; Čop et al., 2008). Na magnetogram geomagnetno mirnega dne torej vplivajo tudi geološke lastnosti območja, na katerem je bil magnetogram izmerjen.

Število geomagnetno mirnih dni (Sq) upada s številom sončnih peg v letu. Leto največje geomagnetne aktivnosti običajno zaostaja za dve ali tri leta za letom z največjo Sončevo aktivnostjo, najbolj geomagnetno mirna leta pa zaostajajo leto ali dve za minimumom v ciklu sončnih peg. V obdobju od 1932 do 1984.

je bilo v geomagnetno mirnih letih od 71 % do 86 % dni v letu s planetarnim geomagnetnim indeksom $Kp \leq 3$, v geomagnetno aktivnih letih pa od 47 % do 57 % (Campbell, 1989).

V geomagnetno mirnih dneh (S_q) se zaradi zelo majhne aktivnosti Sonca poveča vpliv sevanja kozmičnih žarkov iz celotnega vesolja na Zemljo (angl.: Forbush decrease). Učinki kozmičnih žarkov na ionosfero so lahko tudi manjših razsežnosti, obsegajo le nekaj kilometrov in trajajo manj kot eno uro (Parnahaj, Kudela in Kancirova, 2008).

3 VPLIV AKTIVNOSTI SONCA NA ZEMELJSKO MAGNETNO POLJE

Na geomagnetno polje in s tem tudi na plasti zraka na Zemlji vpliva sončni veter, ki izhaja iz zunanjih plasti Sonca. Njegova najbolj pogosta hitrost je med 300 in 800 km/s. To je tok naelektrenih elementarnih delcev, ki v obliki električno nevtralne plazme iz Sončevih zunanjih plasti potuje po celotnem osončju. Pri tem zadene tudi Zemljo. Sestavljajo ga: a) stalni tok spremenljive hitrosti, ki izhaja iz tokovnic kromosfere; b) povečan tok, ki izhaja iz lukenj v koroni Sonca, in c) impulzi ob izbruhih CME (angl.: coronal mass ejection). Slednji izvirajo v globljih plasteh Sonca in jih lahko spremljajo tudi bliski v sončnih pegah (Lockwood, 2013). Izbruhi v koroni Sonca CME so najpogostejši vzrok za nastanek geomagnetnih neviht in tudi izvor sevanja elementarnih delcev velikih energij SEP (angl.: solar energetic particles).

V 60. letih prejšnjega stoletja je bil potrjen obstoj območij M na Soncu, iz katerih izhaja sončni veter večjih gostot in hitrosti (Billings in Roberts, 1964; Svalgaard, 1977). To so luknje v koroni Sonca, ki so jih zaznali s teleskopi na žarke X, nameščenimi na umetnih satelitih. S tem odkritjem je bila pojasnjena časovna razlika med ciklom sončnih peg in ciklom geomagnetnih neviht.

Razmere v osončju (angl.: space weather) najbolj določa Sonce s svojo dejavnostjo. Izbruhi na vidni strani sončnega diska vplivajo na Zemljo, na njeno magnetosfero, atmosfero in biosfero, v treh časovnih zaporedjih (APL, 1997; Langhoff in Straume, 2012):

1. Radiacija elektromagnetnih valov, ki Zemljo doseže v osmih minutah po izbruhu na Soncu in se po osončju širi s svetlobno hitrostjo. Na ionosfero vpliva predvsem povečano sevanje ionizirajočih žarkov X, ki spremeni refrakcijo mikrovalov v njej in s tem vpliva na satelitske navigacijske sisteme. Poveča se absorpcija radijskih valov visokih frekvenc, zaradi česar se prekinjajo brezžične komunikacijske povezave.
2. Povečani emisiji elektromagnetnih valov s Sonca sledijo naelektreni elementarni delci SEP z energijami nad 1 MeV. Zemljo dosežejo v 10 do 30 minutah in najbolj vplivajo na delovanje sodobnih elektronskih naprav ter na biosfero.
3. Če je izbruh na Soncu v bližini osrednjega solarnege meridiana glede na Zemljo, doseže naš planet v 18 do 96 urah tudi sončni veter zelo povečane hitrosti in gostote. Začenja se geomagnetna nevihta ter spremembe v celotni atmosferi in zemeljski skorji. Opaženi so vplivi na delovanje umetnih satelitov, elektroenergetskih sistemov, globokomorskih komunikacijskih kablov, naftovodov in plinovodov.

Veliko meritev, opravljenih z umetnimi sateliti, potrjuje, da geomagnetne nevihte povzročajo izbruhi v koroni Sonca CME pri usmeritvi komponente medplanetarnega magnetnega polja B_z proti jugu (Nikolaeva, Yermolaev in Lodkina, 2011). Takrat se silnice medplanetarnega in zemeljskega magnetnega

polja tako prepletejo, da se geomagnetno polje delno odpre in skozi to razpoko vdre sončni veter, ki razburka magnetosfero.

4 GEOMAGNETNI INDEKS K

Meritve sprememb zemeljskega magnetnega polja na geomagnetnih observatorijih na površini Zemlje so meritve aktivnosti električnih tokov v ionosferi in magnetosferi ter motenj, ki jih ti tokovi povzročajo (Jankowski in Sucksdorff, 1996; Love, 2008). Iz teh meritev izhaja indeks geomagnetne aktivnosti K , ki sloni na skalarni matriki, s katero se popisuje velikost odstopanja od srednjega geomagnetno mirnega dne (Mayaud, 1980).

Za izračunavanje geomagnetnega indeksa K je Julius Bartels izbral triurni interval v času UTC (Coordinated Universal Time; Rangarajan, 1989). Tak interval se je izkazal za primernegega, ker so v njem zajete geomagnetne motnje, ki trajajo od ene do dveh ur, in je dovolj kratek, da se z njim dobro ločita dva zaporedna dogodka, nastala v dnevu (slika 1). Po klasičnem postopku so se iz dnevnega diagrama najprej izločile vse variacije, ki ne prispevajo k indeksu K . Dnevna variacija geomagnetno mirnega dne, vpliv lune in efekt umirjanja po izteku geomagnetnih neviht so se izločevali v časovnem prostoru. Tako pripravljenemu triurnemu delu magnetograma se je odmerila vertikalna razdalja med dvema gladkima krivuljama. Na obravnavani del magnetograma sta bili prislonjeni s spodnje in zgornje strani. Največja vertikalna razdalja med tema gladkima krivuljama je pomenila vrednost geomagnetnega indeksa K za obravnavano triurno obdobje. Prislonjeni krivulji sta bili prilagojeni vsakokratni obliki triurnega dela magnetograma in torej nista bili monotono določeni za vse primere.

Pri nekaterih sodobnih računalniških metodah določevanja geomagnetnega indeksa K se izločajo variacije, ki ne prispevajo k indeksu K , v frekvenčnem prostoru. Ker je postopek za določanje tega indeksa zahteven, je bilo predlaganih kar nekaj poenostavitev, a če bi jih upoštevali, to ne bi bil več geomagnetni indeks K , ki se uporablja že od začetka štiridesetih let prejšnjega stoletja.

Geomagnetni indeks K se je najprej določal iz vseh treh komponent zemeljskega magnetnega polja. Od začetka šestdesetih let prejšnjega stoletja pa se določa tudi samo iz obeh horizontalnih komponent. Komponenta Z je namreč najbolj pod vplivom nenaravnih motenj zemeljskega magnetnega polja.

Za posamezen observatorij mora biti skala geomagnetnega indeksa K standardizirana za vedno. Primerljiva mora biti s skalo indeksa K referenčnega geomagnetnega observatorija Niemegek (NGK). V dovolj dolgem časovnem obdobju mora biti na obeh observatorijih doseženo približno enako število indeksov K z enako vrednostjo. Stopnje v logaritmični skali geomagnetnega indeksa K odražajo velikost motenj. Te motnje se od najnižje stopnje $K = 0$ do najvišje stopnje $K = 9$ po magnitudi med seboj razlikujejo za velikostni razred sto.

Natančno izločanje cikličnih vplivov na spremembo geomagnetnega polja vpliva na točnost določitve indeksa K . Vsakodnevne spremembe geomagnetno mirnih dni (Sq) je težko določiti vnaprej. Z izkušnjami in poznavanjem magnetogramov geomagnetno mirnih dni v različnih letnih časih pa se da indeks K določiti precej objektivno. Razlika v odmeri indeksa K dveh dobro izurjenih merilcev na istem analognem magnetogramu ne presega 20 % in tako rekoč nikoli ne prekorači ene stopnje na skali tega indeksa. Prav za toliko se ti indeksi med seboj razlikujejo, če so določeni na podlagi digitalnih meritev in z ustreznimi namenskimi programskimi orodji.

5 GEOMAGNETNE MERITVE NA OZEMLJU SLOVENIJE

Geomagnetni observatorij je referenčno mesto za geomagnetne meritve na ozemlju, ki ga tak observatorij pokriva. Zato mora biti postavljen na skrbno izbranem kraju, ki ustreza tudi mednarodnim priporočilom (Jankowski in Sucksdorff, 1996). Običajno je izbrani kraj kompromisna rešitev med priporočili in danimi možnostmi. Za vključitev v mednarodno informacijsko mrežo INTERMAGNET (INTERnational Real-time MAGnetic observatory NETwork) mora biti observatorij tudi opremljen po ustreznih priporočilih. Ravno mednarodna povezava mu daje veljavo, saj omogoča mednarodno sodelovanje, preverjanje merilnih rezultatov in pomeni tudi priznanje, da je primeren za opravljanje geomagnetnih meritev.

Osnovni merilni instrument na geomagnetnem observatoriju, katerega meritve se uporabljajo za izračunavanje geomagnetnega indeksa \mathbf{K} , je triosni magnetometer. Z njim je mogoče meriti spremembo vrednosti komponent zemeljskega magnetnega polja v smeri X (geografski sever), Y (vzhod) in Z (nadir) ali spremembo kotov D (magnetna deklinacija) in I (magnetna inklinacija) ter obenem spremembo absolutne vrednosti vektorja zemeljskega magnetnega polja F ali vsaj eno od njegovih komponent. Tak magnetometer je po konstrukciji lahko triosni magnetometer fluksgate (angl.: fluxgate magnetometer) ali pa protonski vektorski magnetometer (angl.: proton vector magnetometer), ki je novejšega nastanka (Marsal et al., 2013). Instrument mora zadoščati najmanj mednarodnim priporočilom za instrumente, ki se uporabljajo na geomagnetnih observatorijih: merilno območje ± 60000 nT, ločljivost 0,1 nT, linearnost $\leq 0,1\%$, časovno lezenje ± 2 nT/dan in temperaturno lezenje $\leq 0,2$ nT/°C (Korepanov, 2006).

Sistematično iskanje primerne kraja za izhodiščne meritve zemeljskega magnetnega polja na ozemlju Slovenije smo začeli v letu 2007 (Paliska, Čop in Fabjan, 2010; Čop, 2011). Poleg mednarodnih priporočil smo upoštevali geološke, seizmološke in hidrološke posebnosti našega ozemlja. V naših razmerah tak observatorij še dodatno ogrožajo vandalizem, gozdni požari in atmosferske prenapetosti (Čop et al., 2014). V februarju 2014 smo pri vasi Sv. Peter nad Sečovljami začeli priprave za postavitve observatorija Sikuri. V vozlišče INTERMAGNET v Edinburgu je bil vključen v prvi polovici decembra 2014 kot testni observatorij (TEST Observatory) s kodo IAGA: PIA (Piran, Slovenia). V testnem obdobju morajo osebje observatorija ter njegova merilna in komunikacijska oprema dokazati, da ustrezajo vsem mednarodnim priporočilom.

6 DOLOČITEV SKALE LOKALNEGA GEOMAGNETNEGA INDEKSA \mathbf{K}

Skala geomagnetnega indeksa \mathbf{K} je določena na podlagi meritev komponent zemeljskega magnetnega polja v triurnih časovnih intervalih (Rangarajan, 1989). Indeks \mathbf{K} je neimenovano število: od 0 za najbolj miren dan do 5, ko nastopa najmilejša oblika geomagnetne nevihte, pa vse do 9 za opis razmer, ko je zemeljsko magnetno polje najbolj razburkano. Jakost geomagnetnih neviht narašča od geomagnetnega ekvatorja proti območjema polarnih sivev. Zato ima vsak observatorij svojo skalo indeksa \mathbf{K} .

Skala indeksa \mathbf{K} je logaritmične oblike, zato zadostuje, da se za nov observatorij najprej določi najmanjša vrednost geomagnetne motnje pri največjem indeksu $\mathbf{K} = 9$ (Love, 2011). Vse ostale največje vrednosti za nižje stopnje indeksa \mathbf{K} se nato določijo iz razmerja, podanega v enačbi (1). V enačbi so indeksi $\mathbf{K}_i^{\text{NGK}}$ geomagnetni indeksi posamezne stopnje i na skali referenčnega observatorija NGK, indeksi $\mathbf{K}_i^{\text{PIA}}$ pa indeksi skale našega geomagnetnega observatorija PIA.

$$K_{\max,i}^{PIA} = K_{\max,i}^{NGK} (K_9^{PIA} / K_9^{NGK}) \quad i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. \quad (1)$$

Končna oblika skale indeksa **K** novega geomagnetnega observatorija se določi na podlagi večletnih meritev in glede na skalo referenčnega observatorija NGK. Praktično pa se poleg magnetne širine tega observatorija upoštevajo še pričakovane največje geomagnetne motnje. Te so določene na podlagi statistične analize do sedaj registriranih dogodkov z ekstremnimi vrednostmi (Thomson, Dawson in Reay, 2011). Pomembno izhodišče pri določevanju najmanjše vrednosti amplitude pri največjem indeksu **K** = 9 so tudi že postavljene lestvice indeksa **K** na okoliških geomagnetnih observatorijih (Stankov, Stegen in Warnant, 2010; Mihajlović, 2010).

Vrednosti indeksov geomagnetne aktivnosti **K** so v dobi analognih instrumentov odmerjali ročno (Mayaud, 1980), danes pa se računajo s posebnimi računalniškimi programi (Bernard, Menvielle in Chambodut, 2011). Ti so lahko razširjeni tudi na nadzor vhodnih podatkov in ovrednotenje končnih rezultatov (Stankov, Stegen in Warnant, 2010). Za določanje indeksa **K** z računalnikom so razvili več algoritmov, ki se delijo v štiri skupine: 1) regresija nad pomičnimi časovnimi okni; 2) regresija z dodatnimi obtežitvami; 3) frekvenčno filtriranje magnetogramov in 4) dekompozicija na podlagi ortogonalnih vektorjev. Med vsemi metodami sta se na podlagi testiranja na ISGI (angl. International Service of Geomagnetic Indices) izkazali dve: metoda FMI (Finnish Meteorological Institute) (Bitterly et al., 1997) in metoda ASm (Adaptive Smoothing method) (Nowozynski, Ernst in Jankowski, 1991). Med seboj se razlikujeta po načinu določanja krivulje Sq za obravnavani dan. Metoda FMI spada v prvo skupino računalniških algoritmov, metoda ASm pa v drugo. Obe sta simulaciji ročnega odmerjanja vrednosti geomagnetnega indeksa **K** in sta uporabni na vseh geomagnetnih observatorijih. Njuni rezultati računanja indeksa **K** so v povprečju enaki referenčnim rezultatom, doseženim z odmerjanjem po tradicionalni metodi ročnega določanja indeksa **K** v 75 % do 84 % primerov. Možnost, da bo razlika več kot eno stopnjo v lestvici indeksa **K**, je manj kot 1 % (Menvielle et al., 1995).

7 IZRAČUN LOKALNEGA GEOMAGNETNEGA INDEKSA K PO METODI ASM

Po metodi ASm je krivulja Sq izločena na podlagi najmanjših kvadratov iz enominutnih podatkov. Za vsako uro je izračunana razlika med najmanjšo in največjo vrednostjo, te vrednosti se nato izločijo. Z omejitvami drugega odvoda in dodatnimi obtežitvami se poudari vpliv mirnih obdobij in zaduši vpliv motenj. Krivulja Sq je določena z minimizacijo izraza (2). Vhodni podatki so enominutne vrednosti $x = (x_1, \dots, x_n)$, izhodni pa $y = (y_1, \dots, y_n)$, ki predstavljajo vrednosti krivulje Sq.

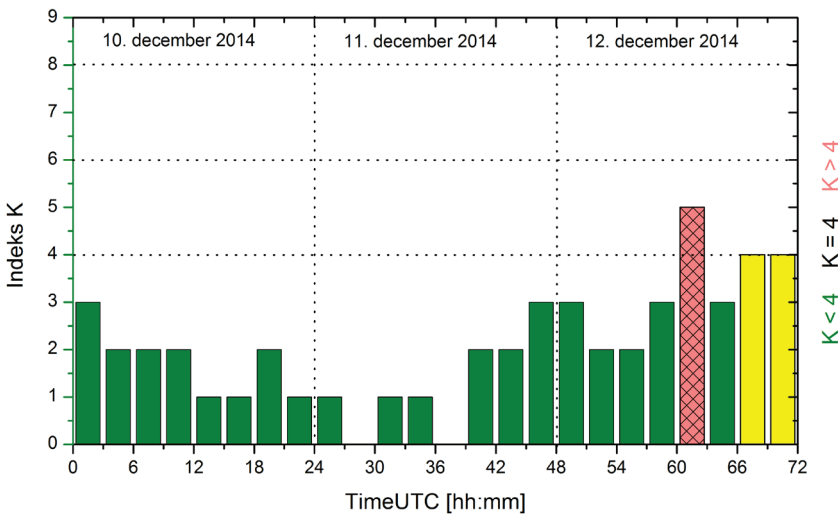
$$\min_{y_1, \dots, y_n} \left[\sum_{i=1}^n \lambda_i^2 (y_i - x_i)^2 + \sum_{i=2}^{n-1} \delta^2 \left(\frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h} \right)^2 \right] \quad (2)$$

V izrazu, iz katerega se izračunajo z minimizacijo vrednosti krivulje Sq, je δ faktor ukrivljenosti zglajene krivulje, $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)$ so koeficienti obtežitve. S koeficientom h je opisana lastnost posameznega observatorija, ki se neposredno vključi v faktor δ . V drugem koraku je ponovljen postopek predhodnega koraka s faktorjem ukrivljenosti δ_j in na novo določenimi utežmi $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_{2d})$. Tako δ_j kot $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_{2d})$ za drugi korak so parametri, ki se določajo za vsak observatorij posebej.

Za popoln opis stanja geomagnetnega polja v enem dnevu je treba določiti osem geomagnetnih indeksov **K**. Za tri zaporedne dneve smo po metodi ASm izračunali vrednosti lokalnih geomagnetnih indeksov **K** za Slovenijo (slika 4). Osnova za ta izračun so bile enominutne srednje vrednosti spremembe zemeljske-

ga magnetnega polja, izmerjene na observatoriju PIA za vsak tekoči, vsak predhodni in vsak naslednji dan. Uporabili smo tudi že predhodno določeno lestvico indeksa **K** za ta observatorij. Primerjava med vrednostmi indeksov **K** za tri zaporedne dneve za Slovenijo (slika 4) z vrednostmi planetarnih geomagnetnih indeksov **Kp** za isto obdobje (slika 1) kaže razliko med učinkom sončnega vetra na območje, ki ga pokriva observatorij PIA, in na celoten planet Zemlja.

Izhodiščno vrednost **K₀** za geomagnetni observatorij PIA smo najprej določili s sferno trigonometrijo iz izhodiščne vrednosti geomagnetnega observatorija NGK. Na območju s polmerom 580 kilometrov od observatorija PIA smo našli devet geomagnetnih observatorijev, ki opravljajo ustrezne meritve za izračun geomagnetnega indeksa **K**. Izhodiščne vrednosti **K₀**, šestih od njih smo uporabili kot drugi približek te vrednosti za geomagnetni observatorij PIA. Pričakujemo, da bo tako določena vrednost obveljala tudi po končanem testnem obdobju tega observatorija.



Slika 4: Vrednosti geomagnetnega indeksa **K** za Slovenijo za tri zaporedne dneve, izračunane na podlagi meritev spremembe zemeljskega magnetnega polja na geomagnetnem observatoriju PIA.

8 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Osnovna slabost indeksa **K** je določanje geomagnetno mirnega dne (**Sq**), ki ni monotono. Magnetogrami geomagnetno mirnih dni so si sicer med seboj podobni, ne pa tudi enaki. Razlika je lahko tolikšna, da povzroči preskok indeksa **K** za eno stopnjo, kar pa je zelo redko. Pri klasičnem določanju tega indeksa se z večjo izurjenostjo operaterjev v geomagnetnem observatoriju ta pogrešek zelo zmanjša, enako velja za večanje jakosti geomagnetnih neviht. Naslednja slabost indeksa je, da lahko en sam impulz v magnetogramu sicer geomagnetno mirnega dne povzroči nesorazmerno visoko stopnjo geomagnetnega indeksa **K**. V praksi pa je pojav enega samega impulza brez dodatnih motenj zelo redek, zato taki pojavi ne zmanjšujejo uporabnosti geomagnetnega indeksa **K**.

Indeks **K** vključuje vse motnje zemeljskega magnetnega polja, ki niso periodičnega značaja. Mednje spadajo tudi motnje, nastale zaradi ionizirajočega sevanja Sonca ob izbruhih na njem. Iz geomagnetnega

indeksa **K** se lahko določi hitrost sončnega vetra (Achem, Rabiou in Onimisi, 2013; Wing et al., 2005), še natančneje pa je to mogoče storiti z dodatnim merjenjem impulzov geomagnetnega polja s periodami med 0,2 sekunde in 600 sekundami (Russell, 1991; Xu, Gannon in Rigler, 2013). Poznavanje teh impulzov v magnetosferi bi nam omogočilo boljše poznavanje razmer tako v magnetosferi kot tudi v ionosferi.

Na podlagi znanega sedanjega lokalnega geomagnetnega indeksa **K** je mogoče napovedati tudi njegove prihodnje vrednosti. Dolgoročne napovedi slonijo na 27-dnevni periodični rotaciji Sonca. Točnejše so kratkoročne napovedi, ki so lahko 72-odstotno zanesljive pri odstopanju napovedanega indeksa za eno stopnjo od dejanskega (Viljanen, Pulkkinen in Pirjola, 2008). Iz merilnih podatkov observatorija na površini Zemlje je namreč zelo težko napovedati pojav zelo velikih geomagnetnih neviht, zaradi česar se zmanjšuje zanesljivost napovedi. Ker so uporabljene statistične napovedi, je pri tem pomembna tudi tradicija geomagnetnega observatorija. Ta zagotavlja zanesljivejše napovedi za uporabnike satelitskih navigacijskih in komunikacijskih sistemov, uporabnike brezžičnih komunikacij in upravljavcev elektroenergetskih sistemov na zemeljski površini ter upravljavcev satelitov v vesolju.

Redno izračunavanje lokalnega geomagnetnega indeksa **K** na geomagnetnem observatoriju PIA nam omogoča primerjavo merilnih rezultatov z rezultati geomagnetnih observatorijev v naši sosesčini in na celotnem planetu Zemlja. To primerjavo potrebujemo zaradi verifikacije merilne opreme in merilnih postopkov na našem observatoriju. Poznavanje lokalnega geomagnetnega indeksa **K** nam omogoča nadaljnje raziskovalno delo na višji ravni, kot če poznamo same merilne podatke. Lažje zaznavamo in nato odkrivamo vplive na lokalno zemeljsko magnetno polje naravnega izvora in tudi motnje, ki jih povzročamo ljudje s svojo dejavnostjo. Za območje celotne Slovenije, ki ga z geomagnetnimi meritvami pokriva geomagnetni observatorij PIA, je pomembno poznavanje lokalnega geomagnetnega indeksa **K** zaradi ocenjevanja vpliva sprememb zemeljskega magnetnega polja na ljudi in ostalo biosfero ter na sodobno tehnologijo.

Potem ko smo vzpostavili vse ustrezne merilne postopke na observatoriju PIA in pričeli redno računati lokalni geomagnetni indeks **K** za območje Slovenije, bomo morali še naprej skrbeti za zanesljivost geofizikalnih meritev in redno vzdrževanje observatorija. Sodelovati pa bomo morali tudi pri uvajanju uporabe geomagnetnega indeksa **K** za Slovenijo, predvsem na področjih, ki so pomembna za naše vsakdanje življenje.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo kolegu Petru Reismanu za pregled besedila in predloge, kako izboljšati vsebino članka. Enaka zahvala velja obema anonimnima recenzentoma ter uredništvu revije Geodetski vestnik.

Literatura in viri:

- Achem, U. C., Rabiou, A. B., Onimisi, M. Y. (2013). Using Locally Generated Magnetic Indices to Characterize the Ionosphere From Magnetic Data Acquisition System (Magdas) Ground Based Observatories in Nigeria. *European Journal of Sustainable Development*, 2(4), 177–190. DOI: <http://dx.doi.org/10.14207/ejsd.2013.v2n2p177>
- AFGL (1985). *Handbook of Geophysics and the Space Environment*. Scientific editor Adolph S. Jursa. Springfield (US): United States Air Force; Air Force Systems Command; Air Force Geophysics Laboratory.
- Anderson, D., Fuller-Rowell, T., (1999). *The Ionosphere*. SE-14. Boulder (US): Space Environmental Center.
- APL (1997). *The Sun and Heliosphere in Three Dimensions*. Report of the NASA Science Definition Team for STEREO Mission. Laurel (US): Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory.
- Bartels, J., Heck, N. H., Johnston, H. F. (1940). Geomagnetic three hour-range indices

- for the years 1938 and 1939. *Journal of Geophysical Research*, 45(3), 309–337. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/te045i003p00309>
- Bernard, A., Menvielle, M., Chambodut, A. (2011). On the influence of the data sampling interval on computer-derived K-indices. *Data Science Journal*, 10(30), 41–46. DOI: <http://dx.doi.org/10.2481/dsj.iaga-07>
- Billings, D. E., Roberts, W. O. (1964). The origin of M-region geomagnetic storms. *Astrophisica Norvegica*, 9(16), 147–150.
- Bitterly, M., Menvielle, M., Bitterly, J., Berthelier, A. A. (1997). Comparison between Computer Derived (FMI Method) and Hand Scaled K Indices at Port Aux Francais and Port Alfred French Observatories. Proceedings of the VIth International workshop on geomagnetic instruments, data acquisition and processing. Editor Jean Rasson. Bruxelles: Académie Royale de Belgique, 136–143.
- Campbell, H. W. (1989). The Regular Geomagnetic-Field Variations During Quiet Solar Conditions. *Geomagnetism*, 3, 385–460.
- Chapman, S., Price, A. T. (2007). The Electric and Magnetic State of the Interior of the Earth, as Inferred from Terrestrial Magnetic Variations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, X*, 229, 427–460.
- Christiansen, F., Haigh, D. J., Lundstedt, H. (2007). Influence of Solar Activity Cycles on Earth's Climate. ISAC Final Report; Scientific Report 2/2007. Copenhagen (DK): Danish National Space Center.
- Čop, R. (2011). Gradnja geomagnetnega observatorija pod Sinjim vrhom nad Ajdovščino. V: M. Kuhar (ur.), *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2010*. Zbornik predavanj. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 59–64.
- Čop, R., Bilc, A., Beguš, S., Fefer, D., Radovan, D. (2008). Magnetne nevihte in njihov vpliv na navigacijo. V: M. Kuhar (ur.), *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2007*. Zbornik predavanj. Ljubljana: Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko, 71–80.
- Čop, R. (2015). Snowstorm at the geomagnetic observatory. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems Discussions*, 4(2), 155–159. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/gi-4-155-2015>
- Čop, R., Milev, G., Deželjin, D., Kosmač, J. (2014). Protection against lightning at a geomagnetic observatory. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems Discussions*, 3(2), 135–141. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/gi-3-135-2014>
- Dobrica, V., Demetrescu, C., Greculeasa, R., Isac, A. (2012). On the crustal bias of repeat stations in Romania. *Annals of Geophysics*, 55(6).
- Greiner-Mai, H., Jochmann, H. (1995). Correlation between the Geomagnetic Field Variations, the Fluctuations of the Earth's Rotation and Climate Change. Scientific Technical Report STR95/08. Potsdam (D): Geoforschung Zentrum Potsdam.
- INTERMAGNET Technical Reference Manual (2012). Version 4.6. Edited by: Benoît St-Louis. Edinburgh (UK): British Geological Survey.
- Jankowski, J., Sucksdorff, C. (1996). Guide for Magnetic Measurements and Observatory Practice. Boulder (US): International Association of Geomagnetism and Aeronomy IAGA.
- Korepanov, V. (2006). Geomagnetic instrumentation for repeat station survey. V: J. L. Rasson, T. Delipetrov (ur.), *Geomagnetics for Aeronautical Safety: A Case Study in and around the Balkans*. Dordrecht: Springer, 145–166. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-5025-1_11
- Langhoff, S., Straume, T. (2012). Workshop Report on Space Weather Risks and Society. NASA/CP–2012–216003. Report of a workshop sponsored by and held at NASA Ames Research Center Moffett Field, California on October 15–16, 2011. Moffett Field (CA, US): National Aeronautics and Space Administration; Ames Research Center.
- Lindzen, S. R., Chapman, S. (1969). Atmospheric Tides. *Space Science Reviews*, 10, 3–188. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00171584>
- Lockwood, M. (2013). Reconstruction and Prediction of Variations in the Open Solar Magnetic Flux and Interplanetary Conditions. *Living Reviews in Solar Physics*, 10(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.12942/lrsp-2013-4>
- Love, J. J. (2008). Magnetic monitoring of Earth and space. *Physics Today*, 61(2), 31–37. DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.2883907>
- Love, J. J. (2011). Secular trends in storm-level geomagnetic activity. *Annales Geophysicae*, 29(2), 251–262. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/angeo-29-251-2011>
- Love, J. J., Remick, K. J. (2007). Magnetic Indices. V: *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism*. Dordrecht (Netherlands): Springer, 509–512. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-4423-6_178
- Marsal, S., Torta, J. M., Curto, J. J. (2013). Temperature sensitivity of variometers: Lessons learnt from Livingston Island geomagnetic observatory. V: P. Hejda, A. Chulliat, M. Catalan (ur.), *Proceeding of the XVth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition, and Processing*. Extended Abstract Volume. San Fernadno; Cadiz (Spain): Real Instituto y Observatorio de la Armada, June 4–14, 2012. *Boletim Roa*, 3 (13), 24–28.
- Marsh, N., Svensmark, H. (2000). Cosmic rays, clouds, and climate. *Space Science Series*, 215–230. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-010-0888-4_21
- Mayaud, P. N. (1980). Derivation, Meaning, and Use of Geomagnetic Indices. *Gophysical monograph 22*. Washington (DC, US): American Geophysical Union.
- Menvielle, M., Papitashvili, N., Hakkinen, L., Sucksdorff, C. (1995). Computer production of K indices: review and comparison of methods. *Geophysical Journal International*, 123(3), 866–886. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246x.1995.tb06895.x>
- Mihajlović, S. (2010). Model izrade geomagnetskog godišnjaka na osnovi baza digitalnih podataka. Beograd: Geodetski zavod; Akademski misao.
- Nikolaeva, N. S., Yermolaev, Y. I., Lodkina, I. G. (2011). Dependence of Geomagnetic Activity during Magnetic Storms on the Solar Wind Parameters for Different Types of Streams. *Geomagnetism and Aeronomy*, 51(1), 49–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/s0016793211010099>
- NOAA/SWPC (2014). Estimated Planetary K index (3 hour data); Begin: 2014 Dec 10 0000 UTC (13. 12. 2014). Boulder (CO, US): NOAA; Space Weather Prediction Center. ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/plots/kp/20141210_kp.gif, pridobljeno 13. 12. 2014.
- Nowozynski, K., Ernst, T., Jankowski, J. (1991). Adaptive smoothing method for computer derivation of K-indices. *Geophysical Journal International*, 104(1), 85–93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246x.1991.tb02495.x>
- Paliska, D., Čop, R., Fabjan, D. (2010). The Use of GIS-based Spatial Multi-criteria Evaluation in the Selection Process for the New Slovenian Geomagnetic Observatory Site. *Annales Ser. hist. nat.* 20(1), 1–8.

- Parnahaj, I., Kudela, K., Kancirova, M. (2008). On Cosmic Ray Decreases, Geomagnetic Storms and CMEs. 22nd Annual Student Conference; Week of Doctoral Students 2013; Prague (CZ): Charles University in Prague; Faculty of Mathematics and Physics, June 3–5, 2014. WDS'13 Proceedings of Contributed Papers, Part II, X, 13–19.
- Rangarajan, G. K. (1989). Indices of Geomagnetic Activity. *Geomagnetism*, 3, 323–384.
- Rangarajan, G. K., Barreto, L. M. (2000). Long term variability in solar wind velocity and IMF intensity and the relationship between solar wind parameters & geomagnetic activity. *Earth Planets Space*, 52(2), 121–132. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/bf03351620>
- Russell, T. C. (1991). The Solar Wind Interaction with the Earth's Magnetosphere: A Tutorial. Department of Earth and Space Sciences and Institute of Geophysics and Space Physics University of California Los Angeles.
- Saiz, E., Cerrato, Y., Cid, C., Dobrica, V., Hejda, P., Nenovski, P., Stauning, P., Bochnicek, J., Danov, D., Demetrescu, C., Gonzalez, D. W., Maris, G., Teodosiev, D., Valach, F. (2013). Geomagnetic response to solar and interplanetary disturbances. *Journal of Space Weather and Space Climate*, 3(A26), 1–20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/swsc/2013048>
- Stankov, S., Stegen, K., Warnat, R. (2010). Local Operational Geomagnetic Index K Calculation (K-LOGIC) from digital ground-based magnetic measurements. TN-RMI-2010-01. Dourbes (B): Royal Meteorological Institute (RMI).
- Svalgaard, L. (1977). Geomagnetic Activity: Dependence on Solar Wind Parameters. SUIPR Report No. 699. Stanford (US): Stanford University; Institute of Plasma research.
- Thomson, W. A., Dawson, B. E., Reay, J. S. (2011). Quantifying extreme behavior in geomagnetic activity. *Space Weather*, 9(10). DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/2011sw000696>
- Viljanen, A., Pulkkinen, A., Pirjola, R. (2008). Prediction of the Geomagnetic K Index Based on its Previous Value. *Geophysica*, 44(1–2).
- Wing, S., Johnson, J. R., Jen, J., Meng, C.–I., Sibeck, D. G., Bechtold, K., Freeman, J., Costello, K., Balikhin, M., Takahashi, K. (2005). Kp forecast models. *Journal of Geophysical Research*, 110(A04). DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/2004ja010500>
- Xu, Z., Gannon, J. L., Rigler, E. J. (2013). Report of Geomagnetic Pulsation Indices for Space Weather Applications. Open-File Report 2013–1166. Reston (US): U.S. Department of the Interior; U.S. Geological Survey.

Čop R., Deželjin D., De Reggi R. (2015). Določitev lokalnega geomagnetnega indeksa K. *Geodetski vestnik*, 59 (4): 697–708.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.697-708

doc. dr. Rudi Čop, univ. dipl. inž. elek.
Zavod Terra Nova, Sv. Peter 115
SI-6333 Sečovelje/Sicciole
e-naslov: rudi@artal.si

Robert De Reggi, univ. dipl. inž. elek.
Zavod Terra Nova, Sv. Peter 115
SI-6333 Sečovelje/Sicciole
e-naslov: robert.dereggi@siol.net

Damir Deželjin, dipl. inž. pom.
Zavod Terra Nova, Sv. Peter 115
SI-6333 Sečovelje/Sicciole
e-naslov: damir.dezeljin@dezo.org

PREGLED ALGORITMOV IN PROGRAMSKE OPREME ZA SEGMENTACIJO OPTIČNIH DALJINSKO ZAZNANIH POSNETKOV

OVERVIEW OF SEGMENTATION ALGORITHMS AND SOFTWARE FOR OPTICAL REMOTE SENSING IMAGERY

Andreja Švab Lenarčič, Nika Mesner, Kristof Oštir

UDK: 528.8.044.6
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02
Prispelo: 24. 6. 2015
Sprejeto: 28. 9. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.709-722
REVIEW ARTICLE
Received: 24. 6. 2015
Accepted: 28. 9. 2015

IZVLEČEK

Sateliti Sentinel in evropska pobuda Copernicus so začeli zagotavljati ogromne količine prostorsko in časovno visokoločljivih posnetkov, ki jih bo za pridobitev končnega rezultata treba obdelati hitro in po možnosti samodejno. Vodilna metoda za interpretacijo optičnih posnetkov z visoko prostorsko ločljivostjo je objektna klasifikacija. To je zahteven postopek razpoznavanja mej objektov (segmentacija) in razvrščanja segmentov v izbrane objektne razrede (klasifikacija). Kakovost rezultatov segmentacije je ključnega pomena, saj neposredno vpliva na kakovost končnih rezultatov objektne klasifikacije. Razviti so številni algoritmi za segmentacijo daljinsko zaznanih podob, ki so – odvisno od namena analize – različno uspešni. Za kakovostno segmentacijo je ključnega pomena poznavanje algoritmov in primernosti njihove uporabe v specifičnih primerih.

V prispevku je predstavljen izbor algoritmov za segmentacijo optičnih posnetkov daljinskega zaznavanja in možnosti njihove uporabe. Podan je tudi pregled programske opreme za objektno klasifikacijo, s poudarkom na postopku segmentacije. Podane informacije o algoritmih in programih za objektno klasifikacijo ne ponujajo klasičnega recepta za najboljšo izbiro, temveč uporabnika »opremijo« z vsem potrebnim znanjem, da bo lahko pri konkretni analizi in v danih okoliščinah pridobil najboljše mogoče rezultate segmentacije.

KLJUČNE BESEDE

daljinsko zaznavanje, segmentacija, objektno usmerjena klasifikacija

ABSTRACT

Sentinel satellites and the European Copernicus programme have begun to provide huge amounts of high spatial and temporal resolution images, which need to be processed quickly and preferably automatically. Object based classification is the most commonly used method for the interpretation of high spatial resolution optical images. It is a challenging process of object borders recognition (segmentation) and classification of segments in the user-defined classes (classification). The quality of the segmentation is crucial because it has a direct impact on the quality of final classification results. Several algorithms have been developed for optical remote sensing imagery segmentation with varying (depending on the purpose of the analysis) accuracy. Knowledge of algorithms and adequacy of application are crucial for high quality segmentation results.

In this paper, we give an overview of optical remote sensing imagery segmentation algorithms and the possibility of their application. Besides, an overview of object based classification software, with a focus on segmentation process, is given. The intent of this paper is not to provide a recipe for the best algorithm and software selection, but to support users with knowledge they might need to be able to obtain the best possible segmentation results of an analysis in given circumstances.

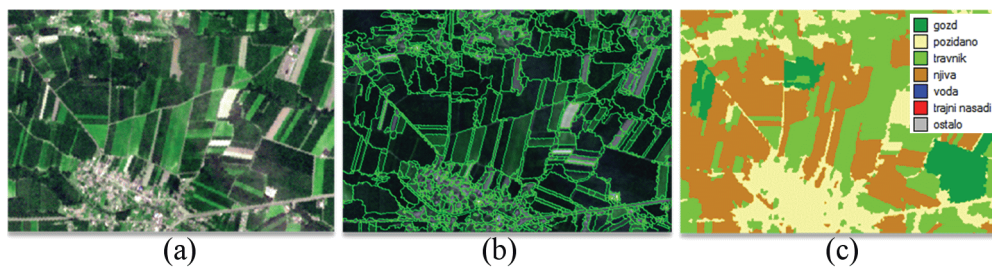
KEY WORDS

remote sensing, segmentation, object based classification

1 UVOD

V svetu, v zadnjem času pa tudi v Sloveniji, se vse bolj množično uporabljajo satelitski posnetki, ki omogočajo pogostejše (tudi vsesezonsko) pridobivanje podatkov na večjih območjih. Informacija (izdelek), ki jo želimo pridobiti iz satelitskega posnetka, je tematska karta, najpogosteje karta pokrovnosti. Karte pokrovnosti imajo velik pomen za številne znanosti o zemeljskem površju. Omogočajo temeljni vpogled v stanje okolja in so ključni podatek za uporabnike, ki potrebujejo ažurne in večkrat posodobljene informacije o površju. Med pomembnimi dejavniki, ki spodbujajo pospešeno rabo podatkov satelitskih sistemov, so tudi novi in izboljšani algoritmi za razpoznavanje in razvrščanje objektov. Nove metode klasifikacije omogočajo pomik od ročne digitalizacije k vse bolj samodejnim postopkom razpoznavanja geografskih objektov.

Zaradi izjemnega povečanja prostorske in delno tudi spektralne ločljivosti satelitskih posnetkov je v zadnjem desetletju tradicionalne pikselske klasifikacijske metode izpodrinila objektno usmerjena klasifikacija. Ta združuje segmentacijo, ki je temeljna faza za razmejevanje elementov geografskih objektov, in klasifikacijo, ki je semantično (kontekstualno) podprta (Veljanovski et al., 2011). Segmentacija razdeli podobo na homogene skupine pikslov (segmente), semantična klasifikacija pa jih nato razvršča v razrede na podlagi njihovih spektralnih, geometričnih, teksturnih in drugih lastnosti (Navulur, 2007) (slika 1).



Slika 1: Postopek objektno usmerjene klasifikacije: predobdelava daljinsko zaznanega posnetka (a), segmentacija (b) in klasifikacija (vektorski sloj pokrovnosti) (c).

Običajno uporabniki več pozornosti namenijo koraku klasifikacije (razvrščanju v razrede). Ta je sicer kompleksna in odvisna od mnogih dejavnikov (uporabljenih podatkov, klasifikacijskega algoritma, izbire učnih vzorcev), a je matematično manj zahtevna in dobro raziskana. Ker s segmentacijo fiksiramo lokacijo, velikost in obliko objektov, ključno in neposredno vpliva na kakovost končne klasifikacije (Blaschke et al., 2008; Marpu et al., 2010). Zato je nikakor ne smemo jemati za trivialen postopek in si zasluži več raziskovalne pozornosti.

Osnovno orodje za izvedbo segmentacije je programska oprema za segmentacijo. Zato je glavni namen članka podati pregled tovrstne programske opreme, primerne za slovenske uporabnike. Ker različna programska oprema vsebuje različne algoritme segmentacije, je v članku podan tudi pregled slednjih. Pri pisanju smo testirali različno programsko opremo in povzeli analize drugih avtorjev, citiranih pri posameznih navedbah. Osredotočili smo se na dosegljivost posamezne programske opreme, njeno zmogljivost, vhodne in izhodne podatke, algoritme segmentacije in uporabniški vidik.

Kakovost, ki jo lahko dosežemo s posamezno programsko opremo, je v članku zajeta le posredno. Bralec si lahko več o oceni kakovosti segmentacije prebere v številnih znanstvenih člankih, tudi preglednih, na primer v Neubert et al., 2008.

Za različne namene klasifikacije so primerne različne značilnosti segmentov. Te so odvisne od algoritma segmentacije, parametrov in vhodnih podatkov, ki jih uporabimo v postopku segmentacije. Primernost algoritmov je opisana v nadaljevanju. Izbira optimalnih parametrov presega okvir tega članka. To velja tudi za izbiro vhodnih podatkov. Omeniti pa velja, da vhodni podatki močno vplivajo na segmentacijo, zato lažje dosežemo dobro kakovost segmentacije s programi, ki poleg osnovnih multispektralnih posnetkov podpirajo tudi različne tematske podatke, kot so digitalni model reliefa, različni vegetacijski indeksi, dejanska raba idr.

2 ALGORITMI SEGMENTACIJE DALJINSKO ZAZNANIH PODOB

Segmentacija se uporablja v daljinskem zaznavanju in številnih drugih vedah (na primer v medicini, strojnemu vidu, prepoznavanju oseb in predmetov). Zato so poznane številne tehnike segmentiranja, pogosto prilagojene posebnemu namenu. Žal večina algoritmov ne upošteva večspektralnih in prostorskih informacij, zato za segmentacijo daljinsko zaznanih posnetkov niso vselej primerni. Razvoj algoritmov segmentacije daljinsko zaznanih podob se je začel, ko so postali dostopni visokoločljivi posnetki (Schiewe, 2002; Blaschke, 2010), saj pikselsko usmerjene metode za tovrstne posnetke niso primerne. Pikselsko usmerjene metode so bile namreč prvotno razvite za klasifikacijo satelitskih posnetkov srednje in nizke ločljivosti. Če te metode uporabljamo za klasifikacijo visokoločljivih posnetkov (prostorske ločljivosti od 5 do 10 metrov), so geografski objekti prikazani z množico pikslov in številnimi podrobnostmi, kar povzroča učinek soli in popra (Gao in Mas, 2008). Vzrok je v razmerju med velikostjo piksla in geografskim objektom, ki je na visokoločljivih posnetkih bistveno manjše kot na srednje- ali nizkoločljivih posnetkih (Blaschke, 2010). K revolucionarnemu premiku v razvoju segmentacije daljinsko zaznanih posnetkov je leta 2000 pripomogla programska oprema eCognition (Baatz in Schäpe, 2000; Blaschke, 2010). Pred tem letom v strokovni literaturi tako rekoč ni zaznati uporabe tovrstnih segmentacij. Po tem se je razvoj močno pospešil in število algoritmov še vedno narašča.

S hitrim razvojem segmentacije daljinsko zaznanih podob sta postala pomembna tudi kategorizacija in pregled obstoječih algoritmov segmentacij. Dey s sodelavci (2010) v preglednem članku navaja, da so v prvotnih kategorizacijah algoritmov segmentacije daljinsko zaznanih posnetkov (Reed in Buf, 1993; Pal in Pal, 1993; Spirkovska, 1993; Schiewe, 2002; Shankar, 2007) algoritme delili na podlagi robov (angl. edge based), točk/pikslov (angl. point/pixel based), regij (angl. region based) ali njihove kombinacije, to je tako imenovani hibridni pristop (angl. hybrid approach). Guo in njegovi sodelavci (2005) so algoritme kategorizirali na podlagi barve (angl. colour based) in teksture (angl. texture based). Najnovejšo kategorizacijo, uporabljeno zgolj za metode analiz podatkov optičnega daljinskega zaznavanja, so predlagali Dey in sodelavci (2010). Od starejših kategorizacij se razlikuje po tem, da jasno razlikuje metode segmentacije glede na tehnike tvorjenja segmentov. Kategorizacijo so razčlenili na tri skupine, ki jih opisujemo v nadaljevanju. Poudariti je treba, da so medsebojno odvisne, zato lahko posamezen algoritem spada v več različnih skupin. V nadaljevanju podajamo kategorizacije glede na pristop k analizi posnetka, merilo homogenosti in postopek tvorjenja segmentov.

2.1 Kategorizacija glede na pristop k analizi posnetka

Splošni metodi kategorizacije analiz podob, ki se uporabljata tudi zunaj področja segmentacije, sta pristopa od spodaj navzgor (angl. bottom-up) in od zgoraj navzdol (angl. top-down). Na področju

segmentacije daljinsko zaznanih posnetkov ju pogosto navajamo kot slikovno voden pristop (od spodaj navzgor) in modelno voden pristop (od zgoraj navzdol) (Guindon, 1997). Rečemo lahko, da pristop od spodaj navzgor oblikuje objekte na podlagi kombiniranja/združevanja pikslov ali skupine pikslov, medtem ko pristop od zgoraj navzdol izhaja iz razdeljevanja celotnega posnetka v objekte na podlagi merila heterogenosti (Benz et al., 2004).

Slikovno voden pristop operira neposredno s piksli posnetka in zaznava objekte izključno na podlagi statističnih lastnosti podobe (Maxwell, 2005). Ta pristop zajema večino metod segmentacij, ki delujejo na podlagi robov. Z izjemo modela razvodij, ki ga glede na pristop k analizi posnetka za klasifikacijo pokrovnosti uvrščamo tudi v modelno voden pristop, slikovno vodenega pristopa ne uporabljamo za klasifikacijo pokrovnosti. V daljinskem zaznavanju je njego uporaba omejena na izločanje reprezentativnih objektov, zato posameznih postopkov slikovno vodenega pristopa v tem članku ne opisujemo.

Modelno voden pristop predvideva, da so objekti na posnetku predstavljeni z značilnim vzorcem. Najpogosteje uporabljani postopki modelno vodenega pristopa so:

- Objekt-okolica (angl. object-background) deluje na podlagi praga spektralnega histograma. Je preveč enostaven model in neprimeren za segmentacijo daljinsko zaznanih posnetkov.
- Nevronski (angl. neural) modeli učijo nevronske mreže predvideti rezultat pri neznanih podatkih. Ta model zaradi kompleksnosti za večino uporabnikov ni privlačen.
- Markovsko naključno polje (angl. Markov random field, MRF) upošteva sosedске odnose. Privlačen je zaradi zmožnosti vključitve spektralnih, teksturnih, kontekstualnih in prostorskih lastnosti podobe. Slabost sta zapletena matematična formulacija in visoka računrska kompleksnost.
- Model mehke logike (angl. fuzzy logic model) v segmentaciji izvira iz metode gručenja. Pri segmentaciji predpostavimo, da segment pomeni mejo med dvema gručama. Najbolj znani metodi gručenja sta metoda k-povprečja (angl. k-means) in metoda povprečnega premika (angl. mean shift) ter njune različice, kot je Edisonova metoda povprečnega premika (angl. Edison mean shift). Modele gručenja zlahka vključimo v kakšen drug model.
- Fraktalni (angl. fractal) model je hierarhični postopek segmentacije, ki uporablja lastnost samopodobnosti fraktalov. Postopek se konča, ko območje doseže predviden prag heterogenosti. Ta model ima možnost vključitve vseh meril homogenosti.
- Večstopenski model (angl. multiresolution) upošteva faktor merila. Merilo objekta se navaja kot stopnja združevanja, pri kateri lahko opišemo posamezen objekt (Benz et al., 2004). Postopek gre lahko od zgoraj navzdol ali od spodaj navzgor (Zhong et al., 2005). V obeh primerih določimo prag za združevanje ali razcepljanje. Večstopenski model je eden izmed najpogosteje uporabljenih algoritmov za segmentacijo.
- Model razvodij (angl. watershed) je matematični morfološki pristop, katerega analogijo najdemo v situaciji poplav (Beucher, 1992). Model vhodno podobo najprej transformira v gradientno podobo, ki jo kasneje obravnava kot topografsko površje, kjer sive vrednosti predstavljajo višino površine na tej lokaciji. Začne se postopek poplavljanja in grajenja jezov. Jezovi predstavljajo meje segmentov. Metoda deluje na podlagi zaznave robov (Carleer et al., 2005).

2.2 Kategorizacija glede na merilo homogenosti

Slikovni objekti so dejanski objekti v naravi, predstavljeni na daljinsko zaznanem posnetku. Na zelo visokoločljivih posnetkih (prostorske ločljivosti približno en meter) lahko slikovne objekte enostavno vizualno interpretiramo (Richards in Jia, 2006), pri čemer upoštevamo elemente, ki temeljijo na merilih homogenosti. Najpomembnejše merilo homogenosti je spektralni podatek (barva oziroma ton). Merila homogenosti sekundarnega pomena so prostorske lastnosti, tekstura, oblika in velikost, terciarnega pa kontekstualne in časovne lastnosti ter predznanje (Richards in Jia, 2006). V nadaljevanju podajamo kratek opis posameznih meril.

- Barva. Najosnovnejše merilo homogenosti je primerjava spektralnih vrednosti sosednjih piksllov. Zaradi enostavnosti uporabe in dobrih rezultatov je najpogosteje uporabljano merilo. Dolgo se je uporabljalo samostojno, danes pa ga običajno kombiniramo z drugimi merili, saj je že dolgo znano, da samo s spektralnimi lastnostmi ni mogoče izvesti dobre segmentacije (Zhong et al., 2005).
- Tekstura. Tekstura opisuje lokalno spreminjanje spektralnih vrednosti na posnetku in jo povežemo z različnimi lastnostmi površine, kot so gladkost, usmerjenost, periodičnost idr. Kvantitativno določanje značilnosti teksture ni preprosto (Richards in Jia, 2006), zato se segmentacija na podlagi teksture še vedno kombinira z drugimi značilnostmi/merili.
- Oblika in velikost. Oblika in velikost sta pomembni pri prepoznavanju in ločevanju naravnih objektov s podobnimi barvnimi lastnostmi, na primer reke in ribnika. Merili sta večinoma komplementarni in se vedno uporabljata v kombinaciji s spektralnimi in teksturnimi merili. Pri tem merilu se uporablja večstopenski pristop segmentacije.
- Kontekst. Kontekst običajno pomeni odnos piksllov z njihovo okolico (Thakur in Dikshit, 1997). Uporabljamo ga skupaj z merili barve ali/in teksture. Kontekst je še posebej uporaben, če želimo večje območje segmentirati kot en segment, na primer pri klasifikaciji pokrovnosti. To merilo vključuje program eCognition, najboljši model za implementacijo tega merila pa je markovsko naključno polje.
- Časovnost. Merilo časovnosti se nanaša na meritve, narejene na posnetkih istega območja in senzorja v različnih časih (Richards in Jia, 2006). Merilo ni neposredno uporabljeno v segmentaciji, ampak se uporablja za zaznavanje sprememb na časovni vrsti posnetkov.
- Predznanje. Predznanje se nanaša na znanje fotointerpretatorja o objektih na posnetku (Richards in Jia, 2006). To je lahko znanje o razredih ali specifičnih objektih na posameznem območju. Vključevanje predznanja v analizo posnetka je korak proti razvoju umetne inteligence (Srinivasan in Richards, 1993). Predznanje je še posebej primerno za segmentacijo kompleksne pokrajine.

2.3 Kategorizacija glede na postopek tvorjenja segmentov

Glede na postopek tvorjenja segmentov govorimo v glavnem o dveh metodah, ki delujeta na podlagi zaznavanja robov (angl. edge detection) in razraščanja območij (angl. region growing).

Metoda na podlagi zaznavanja robov išče močne gradiente na podobi (na primer s Sobelovim filtrom), nato pa zapira območja z algoritmi za ustvarjanje kontur/plastnic, kot je na primer algoritem razvodij (Schiewe, 2002). Metodo uporabljamo pri segmentaciji objektov z značilnimi robovi, kot so zgradbe in vozila. Njena glavna slabost je pojav prekomerne segmentacije, še posebej v gozdu.

Pri metodah, ki temeljijo na razraščanju območij, se podobni piksli postopno združujejo v segmente z upoštevanjem treh meril homogenosti: homogenosti znotraj segmenta, ločenosti od sosednjih elementov in homogenosti oblike (Veljanovski et al., 2011).

3 PREGLED PROGRAMSKE OPREME ZA SEGMENTACIJO

Uporabnikom je na voljo širok nabor komercialne programske opreme za segmentacijo, na primer eCognition, ENVI FX, ERDAS IMAGINE Objective in drugi. Ta oprema pa je avtorsko zaščitena in se praviloma lahko uporablja le kot črna skrinjica. Nakup komercialnega programa je velik finančni zalogaj, saj se cene licenc gibljejo od nekaj tisoč pa do več kot deset tisoč evrov. Odlična alternativa komercialnim programom so prosti in odprtokodni programi, ki so brezplačni in uporabnikom omogočajo svoboden razvoj, saj prosto razpolagajo z izvorno kodo in vso dokumentacijo. Zaradi transparentnosti algoritmov, možnosti lastnega razvoja in brezplačnosti so programi, kot sta InterIMAGE ali Orfeo Toolbox, zelo priljubljeni predvsem pri raziskovalcih pa tudi pri podjetnikih.

Poleg vidika lastništva se programi za segmentacijo med seboj razlikujejo po izvedbi postopka segmentacije (naboru algoritmov, dodatnih funkcijah za izboljšavo segmentacije, trajanju obdelave, največji velikosti območja ipd.), možnosti predobdelave posnetkov in urejanja rezultatov klasifikacije ter po uporabniški izkušnji. Univerzalnega odgovora na vprašanje o najboljšem programu za segmentacijo v tem prispevku ne moremo in niti ne želimo podati, saj je odvisen predvsem od namena analize, ki se izvaja. V nadaljevanju je podan kratek opis izbranih programov za objektno klasifikacijo, s poudarkom na implementaciji postopka segmentacije. V izbor smo uvrstili programe za segmentacijo daljinsko zaznanih podob, ki jih najpogosteje zasledimo v strokovni literaturi, spletnih iskalnikih ter posebnih iskalnikih prostih in odprtokodnih programov. Programsko opremo smo glede na možnosti dostopa razvrstili v tri kategorije: komercialna, odprtokodna in lastniška. V poglavju opisujemo glavne značilnosti vsake izmed njih ter jih primerjamo.

3.1 Komercialna programska oprema

3.1.1 eCognition

Program eCognition je pomenil revolucijo na področju segmentacije daljinsko zaznanih posnetkov (Blaschke, 2010; Benz et al., 2004), saj se je prav z njim pričela širša uporaba objektno klasifikacije. eCognition je profesionalno orodje, ki omogoča izvedbo vseh korakov objektno klasifikacije: pripravo podatkov, analizo spektralnih značilnosti izbranih objektov, segmentacijo, klasifikacijo, poklasifikacijo, izračun statistik, oceno natančnosti in izvoz podatkov v standardno rastrsko ali vektorsko datoteko.

Bistvene prednosti segmentacije s programom eCognition so možnost kombiniranja različnih rastrskih in tematskih podatkov ter kreiranja hierarhične mreže segmentov, ki pomembno vpliva na kakovost segmentacije. Omogoča namreč izvedbo segmentacije v več korakih s postopnim povečevanjem razpoznanih detajlov in natančnosti segmentacije. Uporabniki imajo na razpolago algoritme segmentacije na podlagi razraščanja območja (večstopenjski model), na podlagi iskanja robov (ločevanje kontrastov, angl. contrast split) ter še nekatere druge algoritme, kot so štiriško drevo (angl. quadtree), šahovnica (angl.

chessboard) in spektralna razlika (angl. spectral difference). Algoritme lahko uporabljamo samostojno ali jih kombiniramo.

Obsežnost funkcij in možnosti, ki jih ponuja eCognition, je hkrati prednost in slabost programa. Prednost je, da lahko uporabnik izvede celoten postopek objektne klasifikacije (od priprave podatkov do ocene rezultatov), slabost pa, da obsežnost funkcij zmanjšuje preglednost in enostavnost uporabe programa. Kot pomembno prednost je treba izpostaviti tudi sposobnost programa za obdelavo obsežnih prostorskih območij (na državni ravni) ter za operativno izvedbo celotnega postopka izdelave končnega izdelka – na primer karte pokrovnosti. Slaba stran eCognitiona je predvsem visoka cena in zaprtost programa, saj uporabnik nima nobenega vpogleda v delovanje posameznih algoritmov.

3.1.2 ENVI – Feature Extraction

ENVI (ENvironment for Visualizing Images) je celovito programsko orodje za obdelavo in analizo daljinsko zaznanih posnetkov. Vsebuje številne postopke in algoritme: od geometričnih in radiometričnih popravkov posnetkov do segmentacije, klasifikacije, poklasifikacije, nadaljnje uporabe klasificiranih podatkov ter mnogih drugih obdelav in analiz. Algoritmi večinoma delujejo v skladu s pristopom, ki vodi uporabnika korak za korakom skozi kompleksne naloge (tako imenovani »čarovnik«).

Modul za segmentacijo ENVI Feature Extraction (ENVI FX) je uporabniško prijazen. Poleg vključenosti v celotno programsko okolje ter enostavnosti uporabe je njegova prednost tudi možnost takojšnjega pregleda rezultatov vsakega koraka. Tako lahko uporabnik takoj preveri vpliv izbranih parametrov na segmentacijo, kar zmanjša čas, potreben za optimizacijo parametrov, ki jih je sicer res malo (običajno en za vsak korak). Dodatne prednosti segmentacije z ENVI FX so hitrost obdelave, neomejenost z velikostjo območja obdelave ter možnost uporabe številnih standardnih vhodnih in izhodnih formatov. Zelo pomembna za uporabnike geografskih informacijskih sistemov (GIS) je tudi popolna povezanost s programom ArcGIS. ENVI in s tem tudi ENVI FX lahko uporabljamo iz programa ArcGIS.

Bistvena pomanjkljivost je število algoritmov za segmentacijo. Vgrajen je zgolj algoritem razvodij (watershed), ki sicer v splošnem zagotavlja visoko kakovost segmentacije. Nagnjenost k prekomerni segmentaciji je mogoče izboljšati z algoritmom za združevanje segmentov. Sam algoritem segmentacije sicer ni odprtokoden, lahko pa v programskem jeziku IDL (v katerem je ENVI razvit in ki je priložen programu) prilagajamo postopek segmentacije in ga vključimo v druge postopke obdelave. Uporabniki z več znanja o programiranju lahko v IDL sami napišejo poljuben algoritem segmentacije in ga vključijo v ENVI.

Modul ENVI FX je treba dokupiti kot dodatek k osnovni licenci programa ENVI.

3.1.3 Drugi komercialni programi

Med komercialnimi programi segmentacije najdemo tudi BerkleyImgseg, ERDAS IMAGINE Objective, IDRISI (TerrSet) in InfoPACK. V aplikativnih projektih jih zasledimo le redko, čeprav strokovne primerjave programske opreme za segmentacijo (Neubert et al., 2006) kažejo, da po kakovosti izvedbe večinoma ne zaostajajo bistveno za prevladujočima programoma eCognition in ENVI FX. Vsi lahko obdelujejo poljubno veliko območje, do vsaj 32-bitno podobo in vsi imajo možnost klasifikacije. Sla-

bosti so, najpogosteje, omejenost formata vhodne podobe, nepodpiranje vektorskega izhodnega sloja in pomožnih podatkov, predvsem pa daljše trajanje obdelave.

3.2 Odprtokodna programska oprema

3.2.1 InterIMAGE

InterIMAGE je odprtokodni in brezplačni program za večstopenjsko objektno klasifikacijo posnetkov, ki ga razvija skupina pod vodstvom brazilskega inštituta za vesoljske raziskave INPE (National Institute for Space Research). InterIMAGE je pregleden in enostaven za uporabo, za zahtevnejše uporabnike je na voljo tudi izvorna koda, ki omogoča dodaten razvoj programa. Postopek celotne objektno klasifikacije je zelo dobro podprt, izvaja se na podlagi modela znanja, ki ga definira operater. Klasifikacija poteka po posebnem vrstnem redu, in sicer najprej od zgoraj navzdol (definiranje hipotez), nato od spodaj navzgor (potrditev hipotez), kar zagotavlja višjo kakovost rezultatov. Kljub enakemu poimenovanju pristopa klasifikacije v programu InterIMAGE ne gre enačiti z modelno vodenim in slikovno vodenim pristopom segmentacije. Pri programu InterIMAGE se pristop od zgoraj navzdol in od spodaj navzgor nanaša na zaporedje testiranja hipotez v postopku klasifikacije.

Za segmentacijo podobe je v knjižnici TerrAida, ki je vključena v program InterIMAGE, na voljo pet algoritmov segmentacije: večstopenjski (Baatz in Schape, 2000), aritmetični (povprečne vrednosti slikovnih elementov), šahovnica (razdelitev na enake pravokotnike), segmentacija NDVI (na podlagi vrednosti normiranega diferencialnega vegetacijskega indeksa) in algoritem razraščanja območja (Bins et al., 1996).

Prednosti programa InterIMAGE so visoka kakovost klasifikacije, razpoložljivost različnih algoritmov segmentacije, pregleden in enostaven uporabniški vmesnik ter dobra spletna podpora. Bistvena pomanjkljivost je predvsem omejenost velikosti območja obdelave in nestabilno delovanje programa, predvsem pri obdelavi velikih datotek. Pri večjih območjih je zato rastrsko podobo treba obdelovati po podobmočjih, kar podaljša čas in stroške obdelave. Program je namenjen izključno objektni klasifikaciji, zato mora uporabnik za predobdelavo posnetkov, poklasifikacijo in oceno natančnosti uporabiti druge programe, kar je razmeroma velika pomanjkljivost.

3.2.2 OrfeoToolbox

Orfeo Toolbox (OTB) je hitro rastoča odprtokodna knjižnica za obdelavo daljinsko zaznanih podatkov, ki jo deloma financirata oziroma podpirata francoska vesoljska agencija CNES (Centre national d'études spatiales) in Evropska vesoljska agencija (ESA). V knjižnici je zbrana vrsta algoritmov za celotno obdelavo in analizo daljinsko zaznanih posnetkov. OTB vključuje ortorektifikacijo, transformacije in filtriranje posnetkov, segmentacijo, pikselo in objektno klasifikacijo, obdelavo časovnih vrst posnetkov idr. Knjižnica je na voljo v nekaterih brezplačnih programih (GRASS GIS, QGIS in Monteverdi), lahko pa se implementira v lastne programe. V OTB je za segmentacijo na voljo niz osnovnih algoritmov: algoritem povprečnega premika (angl. mean shift), Edisonov algoritem povprečnega premika (angl. Edison mean shift), algoritem razvodij, algoritem na podlagi vrednosti pikselov z možnostjo definiranja pogojev glede barve, velikosti in oblike segmentov ter algoritem na podlagi morfoloških profilov (Pesaresi in Benediktsson, 2001).

Segmentacija sicer ni omejena z velikostjo območja obdelave, toda pri testiranju programa smo ugotovili, da se pri segmentaciji velikih posnetkov pojavljajo težave. Rezultate je mogoče zapisati v standardno vektorsko (shape) ali rastrsko datoteko.

Bistvena prednost knjižnice algoritmov OTB je, da vsebuje orodja za celostno izvedbo objektne klasifikacije: od predobdelave podobe do segmentacije, poklasifikacije in drugih rastrskih operacij, ter ponuja različne algoritme segmentacije in orodja za oceno kakovosti segmentacije.

3.2.3 Drugi prosti in odprtokodni programi

Med prostimi in odprtokodnimi programi za segmentacijo bi izpostavili tudi programe SPRING (algoritem razraščanja območja in algoritem zaznavanja robov), EDISON (algoritem povprečnega premika), PARBAT (algoritem razraščanja območja), SAGA (algoritem razvodij) in MSEG (generični večstopenski algoritem območij; angl. generic region based multi scale). Po kakovosti rezultata segmentacije včasih uspešno konkurirajo drugim brezplačnim programom, imajo pa vsak svoje omejitve, od katerih so najpogostejše velikost območja obdelave, radiometrična ločljivost, formati vhodnih in izhodnih podob, skromen grafični uporabniški vmesnik in nepodpiranje klasifikacije. Izjema je program SPRING (Spring user guide, 2013), zmogljivo GIS-orodje, ki omogoča obdelavo tako rastrskih kot tudi vektorskih slojev. Zato lahko v tem programu izvedemo celoten postopek objektne klasifikacije, od priprave podatkov do urejanja rezultatov. Slabost pa je, da se zaradi številnih funkcionalnosti programa zmanjšujeta njegova preglednost in enostavnost uporabe. Poleg tega je program SPRING le delno preveden iz portugalskega jezika.

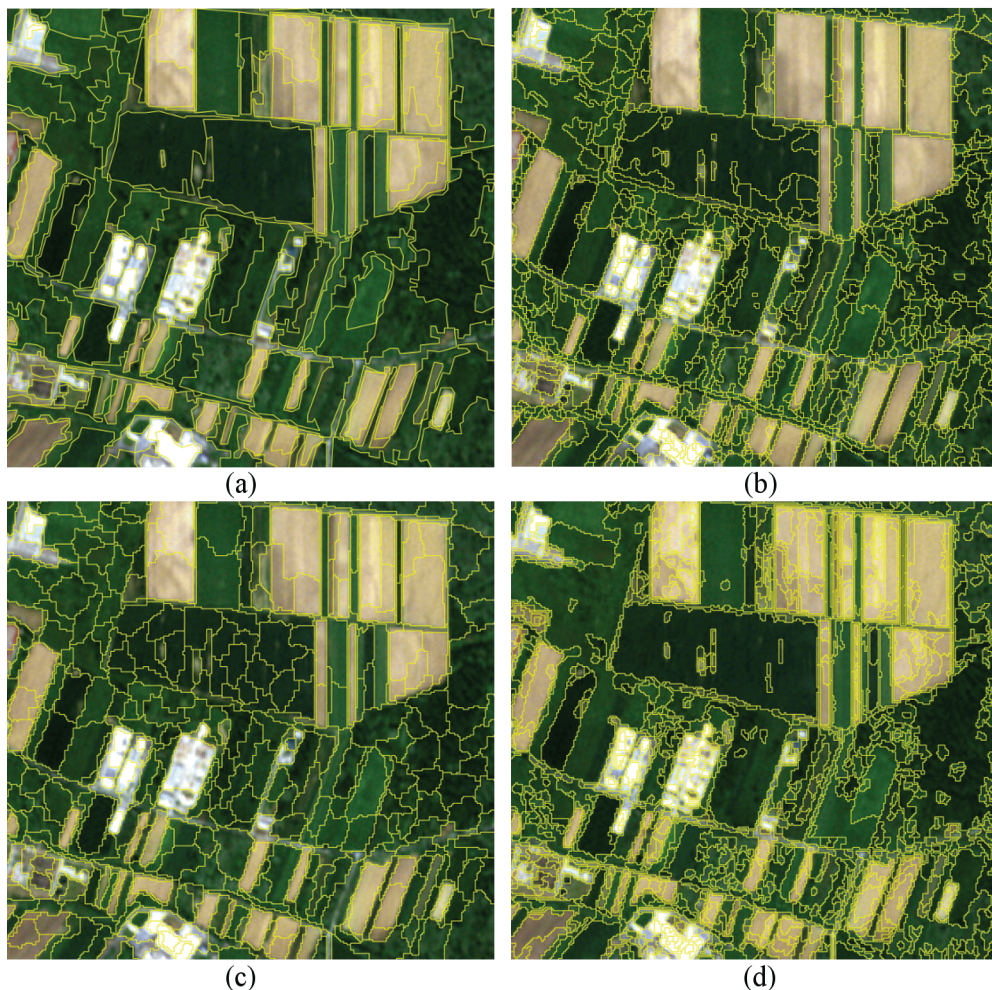
3.3 Lastniški programi

Poleg komercialnih in odprtokodnih programov za segmentacijo obstaja množica programov, ki so jih posamezni uporabniki razvili samostojno. Nekateri lastniški programi so prostodostopni za raziskovalne namene, to so na primer HalconSEG, EWS (Extended WaterShed), RHSEG (Recursive Hierarchical Segmentation), SCRIM (Size-Constrained Region Merging), SegSAR in SEGEN. Delujejo na enakih ali podobnih algoritmih kakor komercialni ali brezplačni programi. Zanje so značilne tudi podobne prednosti in slabosti. Neubert et al. (2006) ocenjujejo, da so segmentacije teh programov večinoma zelo kakovostne. Žal pa so njihovi uporabniški vmesniki zelo različnih kakovosti, včasih so celo v tujem jeziku, ki ga ne znamo, recimo kitajščini (EWS).

3.4 Primerjava programov za segmentacijo

Neubert et al. (2006) je opravil obširno raziskavo programske opreme za segmentacijo, v katero je vključil kar 21 programov. Ugotovil je, da so zaradi raznolikosti vgrajenih algoritmov rezultati segmentacije izredno različni. Primernost posameznega programa je zelo odvisna od namena segmentacije. Kljub tehnološkemu napredku v zadnjih desetih letih ostajajo najbolj pereča težava programov za segmentacijo tehnične težave, kot so pomanjkanje procesne stabilnosti in robustnost uvoznih rutin, ki so odvisne od velikosti in formata podobe, radiometrične ločljivosti, podatkovne strukture in parametrov projekcije. Podrobnejši rezultati raziskave in ocene nekaterih novejših različic programov so na voljo na spletni strani <http://www.ioer.de/segmentation-evaluation/results.html>.

Sami smo na primeru posnetka RapidEye izbranega območja v Sloveniji preizkusili delovanje vseh programov za segmentacijo, do katerih smo imeli dostop. Preizkusili smo 16 programov: eCognition, ENVI FX, InterIMAGE, OrfeoToolbox, ERDAS IMAGINE Objective, BerkleyImseg, IDRISI (TerrSet), SPRING, EDISON, PARBAT, SAGA, MSEG, EWS, RHSEG, SCRIM in SegSAR. Izkazalo se je, da večina ni primerna za namen objektno usmerjene klasifikacije, saj se pri njihovi uporabi kaj hitro srečamo z nevšečnostmi, kot so: izhodni format segmentacije je raster, vhodni posnetek lahko ima zelo omejeno velikost in format, za segmentacijo je na voljo zgolj koda, brez uporabniškega vmesnika, programi so nestabilni, v nam neznanem jeziku, potrebni so vzorci idr. V nadaljevanju zato podrobneje opisujemo delovanje štirih programov, ki so se izkazali kot najboljši. Primere njihovih segmentacij prikazujemo na sliki 2.



Slika 2: Primeri segmentacij posnetka RapidEye, izvedenih s podobnimi nastavitvami in z različno programsko opremo: eCognition (a), ENVI FX (b), InterIMAGE (c) in OrfeoToolbox (d).

V tem prispevku smo pod drobnogled vzeli dva komercialna – eCognition in ENVI FX – in dva odprtokodna programa – InterIMAGE in OrfeoToolbox (knjižnica, implementirana v program MonteVerdi).

Izbrane programe smo analizirali predvsem glede ocene zmogljivosti in podpore pri izvedbi postopka segmentacije. Posamezne programe smo med seboj primerjali glede vhodnih in izhodnih podatkov, segmentacije in uporabniškega vidika.

V kategoriji vhodni in izhodni podatki smo proučili zmogljivost glede formatov zapisa podatkov, velikosti datoteke (velikost območja obdelave) in radiometričnih ločljivosti podatkov. V drugi kategoriji smo ocenili podporo izvedbi postopka segmentacije z razpoložljivostjo različnih algoritmov segmentacije in orodij za oceno kakovosti segmentacije ter s hitrostjo segmentiranja podob in možnostjo uporabe raznovrstnih podatkov (tematski podatki). V zadnji kategoriji smo ocenili splošno uporabniško izkušnjo s posameznim programom. Rezultati analize so podani v naslednjih podpoglavjih.

3.4.1 Vhodni in izhodni podatki

Vsi štirje programi omogočajo uporabo rastrskih in vektorskih podatkov v standardnih zapisih, kot so TIF, IMG, SHP in drugi. Omejitev glede radiometrične ločljivosti ima samo InterIMAGE, v katerem je mogoče obdelovati največ 8-bitne posnetke. eCognition omogoča tudi uporabo oblaka točk laserskega skeniranja, zapisanega v formatu LAS. V vseh programih je mogoče zapisati rezultate segmentacije v datoteko SHP. Velikost območja obdelave ni omejena v komercialnih programih ENVI FX in eCognition, medtem ko obstajajo omejitve glede velikosti datoteke za segmentacijo pri obeh odprtokodnih programih. Za segmentacijo s programom InterIMAGE se priporoča uporaba datotek velikosti do 3.000 x 3.000 pikslov, OTB omogoča segmentacijo nekoliko večjih datotek, vendar teoretično manjših od 10.000 x 10.000 pikslov (v praksi pa nismo mogli obdelati posnetka, večjega od 1.000 x 1.000 pikslov).

Preglednica 1: Primerjava značilnosti vhodnih in izhodnih podatkov štirih programov za segmentacijo.

	eCognition	ENVI FX	InterIMAGE	OTB/Monteverdi
Format vhodnih podatkov	standardni rastrski, vektorski podatki in podatki laserskega skeniranja (LAS)	standardni rastrski in vektorski podatki	standardni rastrski in vektorski podatki	standardni rastrski podatki (celoštevilski tip podatka)
Največja velikost rastrske datoteke	ni omejitve	ni omejitve	3.000 x 3.000 pikslov	10.000 x 10.000 pikslov, v praksi manj
Format izhodne datoteke	rastrski podatki (IMG) in vektorski podatki (SHP)	rastrski podatki (HDR) in vektorski podatki (SHP)	vektorski podatki (SHP)	rastrski podatki (TIF) in vektorski podatki (SHP)
Največja globina	32 bitov	32 bitov	8 bitov	32 bitov

3.4.2 Segmentacija

Z izjemo programa ENVI FX, ki ima za segmentacijo na voljo le en algoritem, imajo preostali trije programi na voljo niz različnih algoritmov, ki jih je mogoče tudi kombinirati med seboj. Vsi programi razen OTB omogočajo uporabo dodatnih tematskih podatkov v postopku segmentacije. eCognition podpira uporabo tematskih podatkov v rastrski in vektorski obliki, InterIMAGE le v vektorski obliki, ENVI FX pa samo v rastrski, vendar lahko v programu ENVI vektorski podatek zlahka pretvorimo v

rastrskega. Hitrost segmentacije je najvišja v programih ENVI FX in OTB. V programu eCognition je malo počasnejša, v programu InterIMAGE pa občutno počasnejša. Kakovost segmentacije je mogoče oceniti samo z orodji, vključenimi v OTB.

Preglednica 2: Primerjava značilnosti postopka segmentacije štirih programov za segmentacijo.

	eCognition	ENVI FX	InterIMAGE	OTB/Monteverdi
Algoritmi segmentacije	različni algoritmi, možnost kombinacije	en algoritem	različni algoritmi, ni možnosti kombinacije	različni algoritmi, možnost kombinacije
Trajanje postopka (glede na ENVI FX)	2	1	4	1
Uporaba tematskih podatkov pri segmentaciji	da, vektorski in rastrski podatki	da, rastrski podatki	da, vektorski podatki	ne
Ocena kakovosti segmentacije	ne	ne	ne	da

3.4.3 Uporabniški vidik

Vsi štirje programi omogočajo izvedbo vseh faz objektivne klasifikacije, tj. segmentacije in klasifikacije. Z izjemo programa InterIMAGE drugi omogočajo tudi celotno predobdelavo posnetkov in izdelavo končnega izdelka na podlagi klasifikacije. Zaradi obsežnosti funkcionalnosti, ki jih podpirata, sta eCognition in OTB manj pregledna in zahtevnejša za uporabo, medtem ko ENVI FX kljub obsežni funkcionalnosti ostaja uporabniku prijazen.

Slabost obeh komercialnih programov je seveda tudi visoka cena. OTB in InterIMAGE poleg tega, da sta brezplačna, dovoljujeta uporabnikom uporabo izvorne kode in lasten razvoj programa.

Preglednica 3: Primerjava uporabniškega vidika štirih programov za segmentacijo.

	eCognition	ENVI FX	InterIMAGE	OTB/Monteverdi
Preglednost	nepregleden	pregleden	pregleden	srednje pregleden
Uporaba	zelo zahtevna	nezahtevna	nezahtevna	srednje zahtevna
Cena	zelo visoka (več kot 10.000 EUR)	visoka cena programa ENVI (do 10.000 EUR, doplačilo za modul ENVI FX)	brezplačen	brezplačen
Možnost lastne nadgradnje algoritmov	ne	ne	da, na voljo je izvorna koda programa	da, na voljo je izvorna koda programa

4 SKLEP

Zaradi raznolikosti vgrajenih algoritmov in celotnih postopkov segmentacije so rezultati segmentacije izredno različni. Enostavnega recepta za izbiro najprimernejše programske opreme za segmentacijo ni

– vsaka ima tako prednosti kot slabosti. Primernost posameznega programa je zelo odvisna od namena segmentacije, znanja o obdelavi satelitskih posnetkov, obvladanja posameznega programskega jezika, sredstev, ki jih imamo na voljo, velikosti območja obdelave in potrebe po hitrosti procesiranja. Pomembno je tudi, ali že imamo na voljo programsko opremo za predobdelavo posnetkov, za klasifikacijo rezultata segmentacije idr.

Pri vsem skupaj se je treba zavedati še nečesa. Četudi ima uporabnik na voljo najprimernejšo programsko opremo za posamezno aplikativno nalogo, so rezultati segmentacije še vedno zelo odvisni od njegovega znanja (vsestranskega razumevanja delovanja posamičnih korakov v postopku segmentacije) in izkušenj. Brez zadržkov lahko trdimo: slabo ali pomanjkljivo znanje – slaba segmentacija. Ne moremo pa trditi, da velja tudi nasprotno. Zelo verjetno je, da bo uporabnik s primernim znanjem tudi brez finančnega vložka izvedel segmentacijo zavidljive kakovosti.

Ker uporabniki objektne klasifikacije običajno niso strokovnjaki za segmentacijo, je treba programsko opremo čim bolj poenostaviti in avtomatizirati. Ta potreba ne izvira zgolj iz pomanjkanja znanja uporabnikov, temveč tudi iz potrebe po hitrosti segmentacije (in klasifikacije). Sateliti Sentinel in evropska pobuda Copernicus so namreč začeli zagotavljati ogromne količine prostorsko in časovno visokoločljivih posnetkov, ki jih bo treba do končnega rezultata obdelati hitro in po možnosti samodejno.

Zahvala

Avtorji se za pomoč pri testiranju programske opreme zahvaljujemo Nataši Đurić. Hvala tudi recenzentoma za prispevek k boljši kakovosti objave.

Literatura in viri:

- Baatz, M., Schäpe, A. (2000). Multiresolution segmentation: An optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. V J. Strobl in T. Blaschke (ur.), *Angewandte geographische informationsverarbeitung*, Heidelberg: Wichmann-Verlag, Vol. XII, str. 12–23.
- Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58(3–4), 239–258.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2003.10.002>
- Beucher, S. (1992). The watershed transformation applied to image segmentation. *Scanning Microscopy Supplement*, 6, 299–314.
- Bins., L. S., Fonseca, L. M. G., Erthal, G. J., li, F. M. (1996). Satellite Imagery Segmentation: a region growing approach. *Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Salvador, Brasil, 14–19 abril 1996, INPE, str. 677–680.
- Blaschke, T., Lang, S., Hay, G. J. (ur.) (2008). *Object-Based Image Analysis: Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications*. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer.
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
- Carleer, A. P., Debeir, O., Wolff, E. (2005). Assessment of very high spatial resolution satellite image segmentations. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71(11), 1285–1294.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14358/pers.71.11.1285>
- Dey, V., Zhang, Y., Zhong, M. (2010). A review on image segmentation techniques with remote sensing perspective. V W. Wagner, B. Székely (ur.), *ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS*, July 5–7, Dunaj, Avstrija.
- Gao, Y., Mas, J. F. (2008). A comparison of performance of pixel-based and object-based classifications over images with various spatial resolution. *Online Journal of Earth Science*, 2, 27–35.
- Guindon, B. (1997). Computer-based aerial image understanding: a review and assessment of its application to planimetric information extraction from very high resolution satellite images. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 23(1), 38–47.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07038992.1997.10874676>
- Guo, D., Atluri, V., Adam, N. (2005). Texture-based remote sensing image segmentation. V *Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, 1472–1475.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/icme.2005.1521710>
- Marpu, P.R., Neubert, M., Herold, H., Niemyer, I. (2010). Enhanced evaluation of image segmentation results. *Journal of Spatial Science*, 55(1), 55–68.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14498596.2010.487850>

- Maxwell, T. (2005). Object-oriented classification: Classification of pan-sharpening quickbird imagery and a fuzzy approach to improving image segmentation efficiency. MScE Thesis. Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, Canada, str. 157.
- Navulur, K. (2007). Multi-spectral image analysis using the object oriented paradigm. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Neubert, M., Herold, H., Meinel, G. (2006). Evaluation of remote sensing image segmentation quality – further results and concepts. Proceedings of the 1st International Conference on Object-Based Image Analysis.
- Neubert, M., Herold, H., Meinel, G. (2008). Assessing image segmentation quality—concepts, methods and application. V. T. Blaschke, S. Lang in G. J. Hay (ur.), Object-Based Image Analysis: Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, str. 769–784. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-77058-9_42
- Pal, N. R., in Pal, S. K. (1991). Entropy: a new definition and its applications. IEEE Transactions on System man and Cybernetics, 21(5), 1260–1270. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/21.120079>
- Pesaresi, M., Benediktsson, A. (2001). A New Approach for the Morphological Segmentation of High-Resolution Satellite Imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 39(2), 309–320. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/36.905239>
- Reed, T. R., du Buf J. M. H. (1993). A review of recent texture segmentation and feature extraction techniques. Computer Vision Graphics and Image Processing: Image Understanding, 57(3), 359–372. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/cviu.1993.1024>
- Richards, J. A., Jia, X. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, str. 67–68, 128–130, 342–352. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-29711-1>
- Schiewe, J. (2002). Segmentation of high-resolution remotely sensed data—concepts, applications and problems. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34(4), 358–363.
- Shankar, B. U. (2007). Novel classification and segmentation techniques with application to remotely sensed images. V: J. F. Peters, A. Skowron, V. W. Marek, E. Orlowska, R. Słowinski in W. Ziarko (ur.), Transactions on Rough Sets VII. Lecture Notes on Computer Science Series 4400. Berlin in Heidelberg: Springer, str. 295–380. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-71663-1_19
- Spirkovska, L. (1993). A summary of image segmentation techniques: NASA technical memorandum; 104022, California, USA. [http stran ne obstaja več](http://stran.ne.obstaja.vc). Vir je bil povzet po Dey et al., 2010.
- Spring User Guide. <http://docs.spring.io/spring/docs/current/spring-framework-reference/htmlsingle>, pridobljeno: 20. 1. 2015.
- Srinivasan, A., Richards, J. A. (1993). Analysis of GIS spatial data using knowledge-based methods. International Journal of Geographic Information Systems, 7(6), 479–500. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02693799308901978>
- Thakur, R. S., Dikshit, O. (1997). Contextual classification with IRS LISS-II imagery. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 52(2), 92–100. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0924-2716\(97\)83004-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0924-2716(97)83004-3)
- Veljanovski, T., Kanjir, U., Oštir, K. (2011). Objektno usmerjena analiza podatkov daljinskega zaznavanja. Geodetski vestnik, 5(4), 641–688. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.04.665-688>
- Zhong, C., Zhongmin, Z., DongMei, Y., Renxi, C. (2005). Multi-scale segmentation of the high resolution remote sensing image. Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 5, 3682–3684. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/igars.2005.1526648>

Švab Lenarčič A., Mesner N., Oštir K. (2015). Pregled algoritmov in programske opreme za segmentacijo optičnih daljinsko zaznanih posnetkov. Geodetski vestnik, 59 (4): 709-722. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.709-722

mag. Andreja Švab Lenarčič, univ. dipl. inž. geod.
Center odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije
Aškerčeva cesta 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: andreja.svab@space.si

Nika Mesner, univ. dipl. inž. geod.
Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: nika.mesner@gis.si

izr. prof. dr. Krištof Oštir, univ. dipl. inž. fiz.
ZRC SAZU, Inštitut za antropološke in prostorske študije
Novi trg 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: kristof@zrc-sazu.si, kristof.ostir@space.si

DOSTOPNOST DO JAVNEGA POTNIŠKEGA PROMETA V LJUBLJANI PO METODI PTAL

ACCESSIBILITY TO PUBLIC TRANSPORT USING THE PTAL METHOD: THE CASE OF LJUBLJANA

Jernej Tiran, Luka Mladenovič, Simon Koblar

UDK: 656.025
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 30. 7. 2015
Sprejeto: 30. 11. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.723-735
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 30. 7. 2015
Accepted: 30. 11. 2015

IZVLEČEK

V prispevku so predstavljeni rezultati modeliranja dostopnosti do javnega potniškega prometa (JPP) z metodo PTAL (angl. Public Transport Accessibility Level) na primeru Ljubljane. Metodo, pri kateri se poleg prostorske dostopnosti do postajališč upošteva tudi pogostost voženj na linijah JPP, smo prilagodili programski opremi ArcGIS in dostopnost izračunali z mrežno analizo na podlagi omrežja pešpoti. Ugotovili smo precej velike prostorske razlike v dostopnosti do avtobusnega mestnega potniškega prometa v Ljubljani, ki je najboljša v širšem mestnem središču in vzdolž večine mestnih vpadnic, najslabša pa na manj gosto poseljenem mestnem obrobju. Podrobneje smo analizirali tudi dostopnost do JPP na izbranih stanovanjskih območjih, v izobraževalnih in trgovskih središčih ter ugotovili slabšo dostopnost novejših gradenj. Prepoznali smo nekatera neskladja med dostopnostjo do JPP in parkirnimi conami, opredeljenimi v Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana.

Metoda PTAL je kljub nekaterim pomanjkljivostim pomemben korak k celovitejšemu modeliranju dostopnosti. Kot podlaga za določanje primerne gostote gradnje in parkirnih normativov ali za optimiziranje omrežja avtobusnih linij je uporabna v prostorskem načrtovanju tudi za druga slovenska večja mesta.

KLJUČNE BESEDE

dostopnost, geografski informacijski sistemi, javni potniški promet, mrežna analiza, PTAL, Ljubljana

ABSTRACT

This article presents modelling results of accessibility to public transport using the PTAL method (Public Transport Accessibility Level) on the case of Ljubljana. The method takes into account the spatial accessibility to bus stops as well as the frequency of bus rides. It was adapted to the ArcGIS software; then, the accessibility was calculated with a network analysis based on the network of footpaths. The results demonstrate notable spatial differences in accessibility to public city bus transport in Ljubljana: it is the best in the wider city centre and along most of the main arterial roads and the poorest in less densely inhabited city outskirts. Accessibility to public transport was analysed in more detail in selected residential areas, educational, and commercial hubs, revealing a lesser accessibility to more recently constructed buildings. In addition, certain inconsistencies appeared between the accessibility to public transport and the parking zones determined in the Implementation Spatial Plan of the City Municipality of Ljubljana.

Despite a few deficiencies, the PTAL method is an important step on the road to a more integral accessibility modelling. The method could also be used for spatial planning in other larger Slovenian cities as the basis for determining the appropriate construction density and parking norms or for optimizing public transport networks.

KEY WORDS

accessibility, public transport, geographical information systems, network analysis, PTAL, Ljubljana

1 UVOD

Javni potniški promet (v nadaljevanju: JPP) je eden najpomembnejših prometnih stebrov v okviru koncepta trajnostnega urbanega razvoja. JPP prebivalcem omogoča vsakodnevna potovanja ne glede na lastništvo prevoznih sredstev ter manj vpliva na okolje in prostor kot avtomobilski promet. Mesta z dobro razvitim sistemom JPP imajo praviloma večjo kakovost bivanja (Litman, 2015).

Eden od pomembnih korakov na poti k večji kakovosti JPP je tudi sistematično merjenje njegove dostopnosti. To je pomembno tako za ocenjevanje kakovosti obstoječega sistema in njegovo posodabljanje kot za učinkovitejše prostorsko načrtovanje. Najenostavnejši pristop k merjenju dostopnosti do JPP je ugotavljanje števila prebivalcev v posamezni oddaljenosti od najbližjega postajališča, ki je še sprejemljiva za hojo. Najbolj uveljavljen polmer v stroki je 500 metrov (glej Bole, 2004; Paliska et al., 2004). Pomanjkljivost takšnega pristopa je, da pri merjenju dostopnosti ne upošteva drugih dejavnikov, ki vplivajo na kakovost storitve in posledično odločitev o uporabi prevoznega načina za neko pot. V literaturi zato najdemo več poskusov razvoja metod, ki upoštevajo več dejavnikov dostopnosti (Hull et al., 2012). Takšne metode so na primer Accessibility Indices (AI), ki vključuje potovalne čase in stroške (Schoon et al., 1999), Level of Service (LOS), ki upošteva pogostost voženj, ure razpoložljivosti storitve, prostorsko pokritost in demografske podatke (Transit Capacity ..., 2003), ter Transit Service Indicator (TSI), ki upošteva pogostost voženj, čas razpoložljivosti storitve, prostorsko pokritost in potovalni čas (Fu in Xin, 2007). Z večanjem števila dejavnikov postajajo rezultati modeliranja bolj natančni, sta pa zahtevnejša zbiranje ter osveževanje vhodnih podatkov in rezultatov.

V slovenskem prostoru prevladujejo izračuni in prikazi, izdelani na podlagi prostorske dostopnosti do najbližjega postajališča v določenem polmeru (na primer Bensa et al., 2009; Kozina, 2010; Zavodnik Lamovšek et al., 2010; Interaktivna shema linij, 2014). Celovitejše metode za merjenje dostopnosti se pri nas še niso povsem uveljavile. Med njimi velja omeniti raziskavo Gabrovca in Boleta (2006), ki sta analizirala dostopnost do avtobusnih postajališč zunaj mestnih naselij in poleg oddaljenosti od postajališč upoštevala tudi pogostost voženj, ter večstopenjski model za določanje uniformnih storitvenih območij avtobusnih postajališč, pri katerem se upoštevata tudi naklon terena in pripravljenost za hojo glede na razdaljo (Paliska et al., 2006). Mestne občine in izvajalci JPP zato nimajo natančnejših podatkov o dostopnosti do JPP, na podlagi katerih bi lahko izboljšali sistem JPP. Tudi v tem lahko iščemo razloge za nizek delež uporabe JPP v slovenskih mestih. V Mestni občini Ljubljana se je leta 2013 na delovni dan z JPP opravilo le 12,6 % potovanj (Klemenčič et al., 2014), kar je še nekoliko manj kot leta 2003 (Anketa po gospodinjstvih ..., 2003).

V pričujočem prispevku je na primeru Ljubljane predstavljena uporaba metode PTAL (*Public Transport Accessibility Level*), ki se kot podlaga za prostorsko načrtovanje od leta 2004 uporablja v londonskem prostorskem načrtu (The London Plan, 2015) ter je ena od bolj uveljavljenih in celovitejših metod za merjenje dostopnosti do JPP. Izhajamo iz pričakovanja, da je mogoče z geografskim informacijskim sistemom (GIS) ustrezno prilagoditi izvirno metodo ter z njo razmeroma preprosto pridobiti natančne in preverljive rezultate dostopnosti do JPP znotraj mesta, ki bi bili koristna podlaga za bolj trajnostno prometno in prostorsko načrtovanje.

2 METODOLOGIJA

2.1 Metoda PTAL

Metodo PTAL sta leta 1992 pričeli razvijati londonski občini Hammersmith in Fulham. Njen prvotni namen je bil določiti območja z dobro dostopnostjo, na katerih bi se zmanjšali parkirni normativi (Measuring Public ..., 2010). Izpopolnjena metodologija je bila leta 2004 vključena v londonski prostorski načrt kot podlaga za določanje primerne gostote gradnje za posamezna območja in preveritev vrednosti koeficienta dostopnosti JPP na mikrolokaciji v postopku pridobivanja projektnih pogojev in gradbenega dovoljenja (The London Plan, 2015). Metoda je bila uporabljena tudi v nekaterih raziskavah (na primer Wu in Hine, 2003).

Izračun koeficienta za izbrano lokacijo z metodo PTAL poteka v več korakih. Najprej se izračuna čas hoje do vseh postajališč JPP znotraj nekega polmera. Sledi izračun povprečnega časa čakanja na posameznih postajališčih na podlagi pogostosti prihodov javnega prometa v nekem časovnem obdobju, na primer med jutranjo prometno konico. Povprečnemu času čakanja je dodan faktor zanesljivosti, ki ponazarja pričakovano zamudo oziroma zanesljivost prihodov različnih oblik javnega prometa.¹ Na podlagi teh treh kazalnikov se izračuna skupni čas dostopa točke obravnave do posameznih točk dostopa do JPP. Ta je podlaga za izračun ekvivalentne frekvence dostopa od vrat do vrat, na podlagi katere lahko določimo koeficient dostopnosti do JPP. Pri izračunu dostopnosti po metodi PTAL se tako upoštevajo:

- pogostost prihodov različnih oblik JPP,
- čas hoje od točk obravnave do točk postajališč JPP,
- število postajališč JPP v polmeru peš dostopnosti in
- zanesljivost različnih oblik JPP.

Metoda PTAL ima tudi nekatere pomanjkljivosti. Tako se med drugim ne upoštevajo hitrost različnih oblik javnega prometa, prijetnost poti do postajališč, kakovost storitve javnega prometa, cene prevoza, preprostost prestopanja in podobno.

2.2 Uporaba metode na primeru Ljubljane

V izvorni metodi se koeficient PTAL računa po posameznih postajališčih za vse linije javnega prevoza hkrati. Zaradi nedostopnosti programske opreme, ki bi neposredno omogočala tak izračun, je bil postopek prilagojen razpoložljivemu in uveljavljenemu programu ArcGIS 10.0 in 10.2 (podrobnejši opis uporabe geoinformacijskih orodij je v Tiran et al., 2014). Koeficiente PTAL smo izračunali za vplivna območja postajališč vsake linije posebej in jih nato sešteli. Zaradi velikega števila izračunov smo uporabili orodje *Model builder*. Postopek je po korakih prikazan na sliki 1.

V izračunu smo upoštevali samo redne avtobusne linije mestnega potniškega prometa (Interaktivna shema linij, 2014; Vozni redi ..., 2014), saj je pogostost uporabe drugih oblik javnega prevoza, kot sta vlak in medkrajevni avtobusni promet, med prebivalci Ljubljane zanemarljiva.

Najprej smo izračunali čas hoje do avtobusnih postajališč (ČH). Ker je pri računanju na podlagi evklidske (zračne) oddaljenosti običajno precenjena prostorska dostopnost (glej Kozina, 2010), smo čas hoje ponazorili z dejansko oddaljenostjo od posameznih postajališč. Izračunali smo jo z mrežno

¹ Ta je pomemben predvsem v mestih, kjer so bistvene razlike v zanesljivosti različnih ponudnikov (na primer podzemna železnica, tramvaj, avtobus).

analizo² na podlagi topološko urejene mreže pešpoti, izdelane na podlagi podatkov o cestnem omrežju in izboljšane z državnim ortofotom, spletno bazo *OpenStreetMap* in terenskim preverjanjem (Kozina in Tiran, 2013).

Čas hoje smo izračunali s tako imenovanimi storitvenimi območji na podlagi dreves poti po ulični mreži z izhodiščem v centroidih posameznih avtobusnih postajališč (po 10-metrskih pasovih od postajališč). Pri tem smo za še sprejemljivo razdaljo za hojo uporabili 640 metrov, kar ob hitrosti 4,8 km/h ustreza osmim minutam hoje. Enaka razdalja in hitrost hoje sta bili uporabljeni tudi v izvorni metodologiji (Measuring Public ..., 2010). Ker smo domnevali, da so prebivalci Ljubljane do postajališč pripravljani hoditi manj časa, smo izračun ponovili še za razdaljo 400 metrov, ki ustreza petim minutam hoje (1).

$$\check{C}H \text{ [min]} = \text{razdalja do postajališč [m]} * 0,0125 \text{ min/m} \quad (1)$$

Sledil je izračun povprečnega časa čakanja (PČČ) na prihod avtobusa. Izračunali smo ga tako, da smo 60 minut delili s številom prihodov avtobusov (posamezne linije) med jutranjo prometno konico, vrednost pa pomnožili z 0,5, saj smo predpostavili, da potniki do postajališč dostopajo naključno oziroma na avtobus v povprečju čakajo polovico časovnega intervala med posameznimi prihodi. Za vsako linijo smo upoštevali število odhodov z začetne postaje med 7.30 in 8.30, ko je pogostost voženj na večini linij največja. V tem času v Ljubljani vozijo avtobusi na 56 rednih linijah. Pri tem smo PČČ izračunali za vsako smer linije posebej, saj se pogostost voženj med obema nekoliko razlikuje (2).

$$P\check{C}\check{C} \text{ [min]} = 0,5 * (60 \text{ min} / \text{število prihodov}) \quad (2)$$

Dobljeno vrednost smo nato prišteli sloju časa hoje do postajališča (3). Tako smo dobili skupni čas dostopa (SČD).³

$$S\check{C}D \text{ [min]} = P\check{C}\check{C} \text{ [min]} + \check{C}H \text{ [min]} \quad (3)$$

Sledila je pretvorba skupnega časa dostopa v ekvivalent frekvence dostopa (EFD) (4).

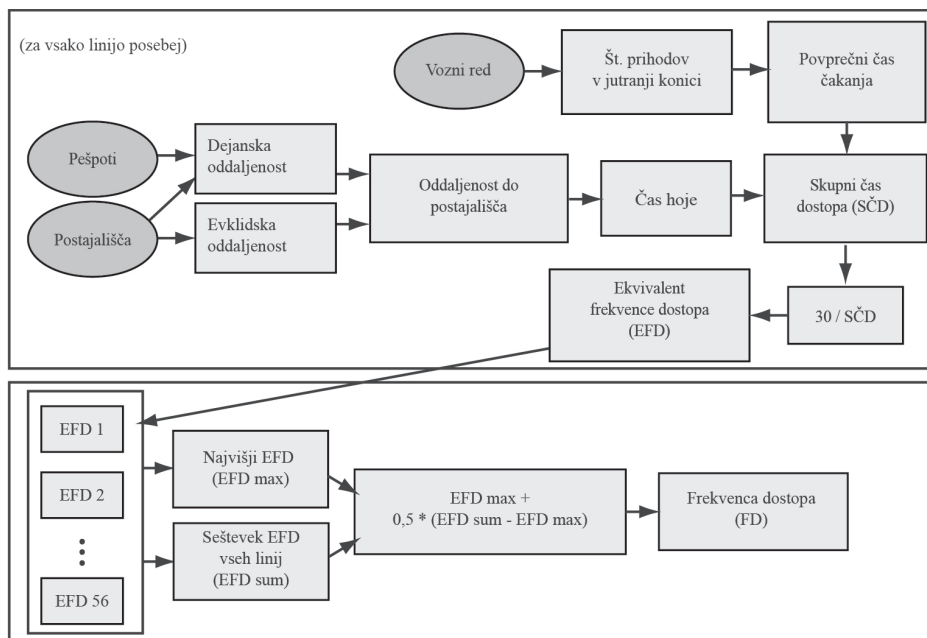
$$EFD = 30 \text{ min} / S\check{C}D \text{ [min]} \quad (4)$$

Območjem, ki so od najbližjega postajališča posamezne linije oddaljena več kot 400 oziroma 640 metrov, smo pripisali vrednost 0. Ko smo izračunali EFD za vse linije, smo določili sloj najboljše dostopnosti od vseh linij (EFD [max]). Nato smo izračunali še seštevek ekvivalentnih frekvenc dostopa (EFD [sum]). V zadnjem koraku smo sešteli EFD [max] in EFD [sum], s čimer smo povečali pomen najbolj pogoste linije. Tako smo dobili vrednosti faktorja dostopnosti (FD), ki smo jih obravnavali na 8-stopenjski lestvici, prevzeti po izvorni metodologiji (5).

$$FD = EFD \text{ [max]} + 0,5 * (EFD \text{ [sum]} - EFD \text{ [max]}) \quad (5)$$

² Uporaba mrežne analize je čedalje bolj pogosta zaradi svoje natančnosti in širše uporabe GIS-ov (glej tudi Zhao et al., 2003; Abley in Williams, 2008; Čeh et al., 2008; Zavadnik Lamovšek et al., 2010).

³ V izvorni metodologiji PTAL se pri izračunu SČD upošteva še faktor zanesljivosti za različne oblike JPP.



Slika 1: Postopek pri izračunu koeficienta dostopnosti do JPP v Ljubljani.

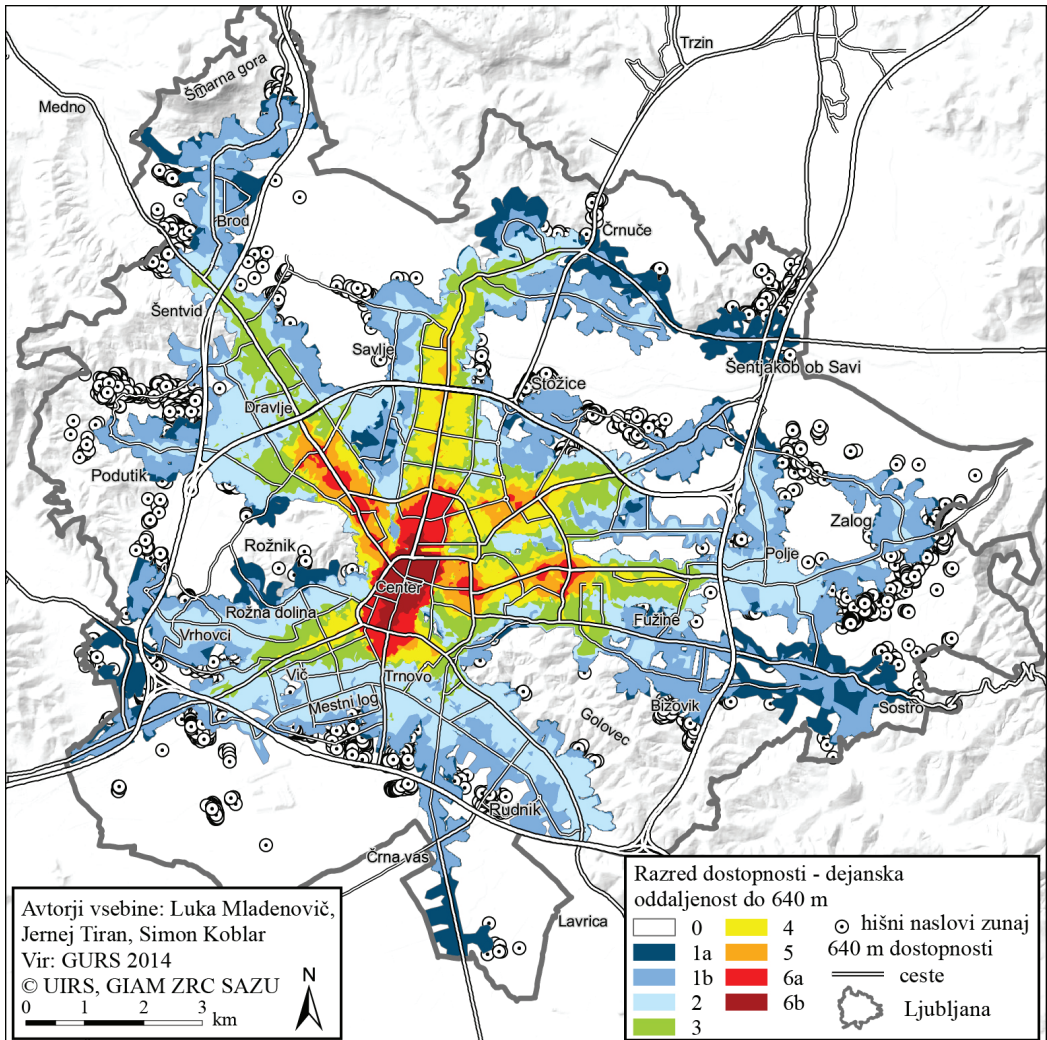
2.3 Izračun gostote prebivalstva

Primernost omrežja JPP glede na razmestitev poselitve smo preverili s primerjavo koeficienta dostopnosti do JPP in gostote prebivalstva. Na gosteje poseljenih območjih je namreč smiselno in gospodarsko bolj upravičeno zagotavljati boljšo dostopnost do JPP, medtem ko na redkeje poseljenih območjih velja nasprotno. Gostoto smo po zgledu drugih avtorjev (Gabrovec in Razpotnik Visković, 2012) opredelili s številom prebivalcev na hektar v 500-metrskem polmeru okrog poseljenih hišnih števil (Centralni register prebivalstva, 2014; Evidenca hišnih števil, 2014). V izračunu povprečne gostote prebivalstva po območjih posameznih razredov dostopnosti pa smo upoštevali le območja, ki so od najbližje poseljene stavbe s hišno številko oddaljena do 100 metrov, in tako iz izračuna izločili neposeljena območja.

3 REZULTATI

Pri obravnavi prostorskih razlik v dostopnosti do JPP smo se omejili na rezultate, dobljene na podlagi 640-metrške oddaljenosti od postajališč. Koeficienti dostopnosti, dobljeni na podlagi 400-metrške oddaljenosti, se namreč spreminjajo na zelo kratke razdalje znotraj posameznih območij, kar otežuje razlago. Vrednosti koeficientov smo vrednotili po izvorni metodi. Iz rezultatov lahko ugotovimo dvoje: da Ljubljana na splošno nima najboljših dostopnosti do JPP in da so razlike v dostopnosti med posameznimi mestnimi predeli precejšnje. Na obeh območjih odlične dostopnosti na primer živi le slaba desetina, na območjih z zelo slabo dostopnostjo pa slaba četrtnina prebivalcev (preglednica 1, slika 2).

Na območjih z odlično dostopnostjo (razreda 6a in 6b) živi 9 % prebivalcev. Najboljšo dostopnost ima osrednji del koridorja »Zmajev rep« (Barjanska–Slovenska–Dunajska cesta); posebno izstopa Bavarski dvor, kjer ustavljajo avtobusi 17 linij mestnega potniškega prometa, kar se odraža v najvišjem faktorju dostopnosti (več kot 70). Manjša območja odlične dostopnosti najdemo še okrog Hrvaškega trga in nekaterih frekventnejših postajališč ob Celovski in Zaloški cesti. Na območjih dobre in zelo dobre dostopnosti (razreda 4 in 5) skupno živi dobra četrtina oziroma 25,5 % prebivalcev. V ta razred se uvrščajo pasovi vzdolž delov ostalih mestnih vpadnic: Dunajske, Šmartinske, Zaloške in Tržaške ceste ter širše mestno središče: Kodeljevo, Prule, Tabor, Vodmat in del Trnovega. Ta območja večinoma ležijo v bližini postajališč, kjer ustavljata vsaj dve razmeroma frekventni liniji. Na območjih srednje dobre dostopnosti (razred 3) prebiva 19,8 % prebivalcev, ta območja pa obsegajo širše zaledje večine mestnih vpadnic.



Slika 2: Prostorski prikaz dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani (razlaga razredov je v preglednici 1).

Na območjih slabe dostopnosti (razred 2) prebiva največ ljudi izmed posameznih razredov (23 %). Ta območja so tudi površinsko najboljše. Med njimi so večji del Dravelj, Viča, Rožne doline, Brda, Polja, Savelj in pas vzdolž Dolenjske ceste. Tam večinoma vozi ena linija JPP s srednjo pogostostjo voženj (na 10 do 15 minut). Na območjih z zelo slabo dostopnostjo (razredi 0, 1a in 1b) skupno živi 22,7 % prebivalcev; tam je pogostost voženj še manjša ali pa avtobusnih linij v bližini sploh ni. Večinoma jih najdemo na obrobju Ljubljane, zanje pa je značilna majhna gostota prebivalstva: urbanizirana podeželska naselja (na primer Gunclje, Jarše, Kleče, Sostro, Tomačevo), skrajna jugozahodni in južni del Ljubljane v bližini južne ljubljanske obvoznice s prevladujočo »podstandardno« gradnjo enodružinskih hiš (Rakova jelša, Sibirija), območja vzdolž Ižanske in Jurčkove ceste, skrajni severozahodni del Ljubljane (Brod, Tacen) in skrajni severni del Ljubljane (večji del Črnuč, Ježa, Nadgorica, Šentjakob ob Savi). Prebivalcev, ki v 640-metrski okolici svojega bivališča nimajo avtobusnega postajališča (razred 0), je 7 %. Med njimi izpostavljamo Kamno Gorico, Kašelj, Sibirijo in Šmartno ob Savi.

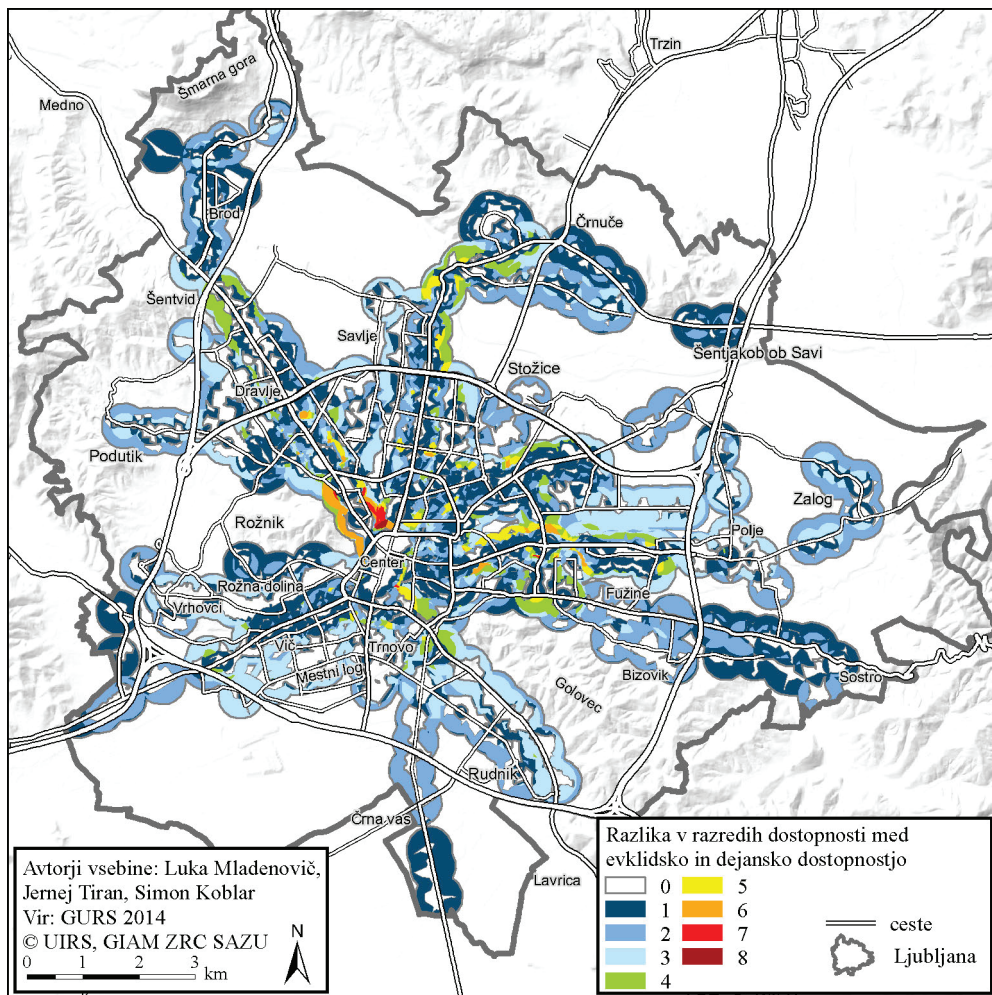
Preglednica 1: Število in delež prebivalcev v posameznih razredih dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani.

Razred dostopnosti	Faktor dostopnosti	Dostopnost	Število in delež prebivalcev (640- metrska oddaljenost od postajališč)	Število in delež prebivalcev (400-metrski oddaljenost od postajališč)
0	0	zelo slaba	18.555 (7,0 %)	61.132 (23,2 %)
1a	0–2,5	zelo slaba	8.572 (3,3 %)	9.499 (3,6 %)
1b	2,5–5	zelo slaba	32.720 (12,4 %)	30.546 (11,6 %)
2	5–10	slaba	60.724 (23,0 %)	74.356 (28,2 %)
3	10–15	srednje dobra	52.272 (19,8 %)	42.404 (16,1 %)
4	15–20	dobra	42.872 (16,3 %)	23.030 (8,7 %)
5	20–25	zelo dobra	24.346 (9,2 %)	11.193 (4,2 %)
6a	25–40	odlična	17.428 (6,6 %)	8.248 (3,1 %)
6b	40 in več	odlična	6.238 (2,4 %)	3.631 (1,4 %)

Dostopnost do JPP je še slabša, če jo izračunamo na podlagi 400-metrške dejanske oddaljenosti od postajališč. Po tem izračunu ima slabo dostopnost do JPP 28,2 % prebivalcev, kar 38,4 % prebivalcev pa ima zelo slabo dostopnost, od česar jih 23,2 % živi zunaj vplivnega območja postajališč.

Izračuna se pomembno razlikujeta glede na evklidsko ali dejansko oddaljenost od avtobusnih postajališč (slika 3). Izračun na podlagi evklidske oddaljenosti faktor dostopnosti v povprečju preceni za 3,70.⁴ Izmed stanovanjskih območij, kjer se pojavljajo največje razlike, izstopajo Župančičeva jama ter del Štepanjskega naselja in Novih Fužin, kjer najbolj pridejo do izraza ovire v prostoru (reka Ljubljanica, železniška proga). Rezultati potrjujejo domnevo, da je za bolj verodostojno računanje dostopnosti do JPP treba uporabiti dejansko oddaljenost od postajališč, izračunano na podlagi mreže pešpoti.

⁴ Razliko smo izračunali po posejelih območjih, opredeljenih s 100-metrskim polmerom od posejelih hišnih števil.



Slika 3: Razlika v dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani med izračunoma na podlagi evklidske in dejanske oddaljenosti od postajališč (izražena v razredih dostopnosti).

3.1 Dostopnost do javnega potniškega prometa na izbranih območjih Ljubljane

Podrobneje smo analizirali tudi dostopnost do JPP na izbranih stanovanjskih območjih, v visokošolskih izobraževalnih središčih in nakupovalnih središčih, za katera so značilne zgostitve ljudi oziroma uporabnikov JPP. Pri stanovanjskih območjih smo se omejili na gosteje poseljena območja – blokovske in večstanovanjske soseske, izobraževalne ustanove in nakupovalna središča pa smo izbrali ekspertno glede na njihov pomen in število uporabnikov.

3.1.1 Stanovanjska območja

S primerjavo rezultatov dostopnosti in gostote prebivalstva smo ugotovili, da večja gostota prebivalstva v Ljubljani bolj ali manj sovпада z boljšo dostopnostjo do JPP (preglednica 2). Če izvzamemo

razreda 6a in zlasti 6b, je dostopnost do JPP linearno, pozitivno in precej tesno povezana z gostoto prebivalstva. Omrežje avtobusnih linij v Ljubljani je torej na splošno primerno z vidika razmestitve poselitve. Velika gostota prebivalstva je namreč ključna za učinkovito in gospodarno delovanje sistema JPP, saj zagotavlja dovolj potencialnih uporabnikov v zaledju postajališč (Gabrovec in Razpotnik Visković, 2012).

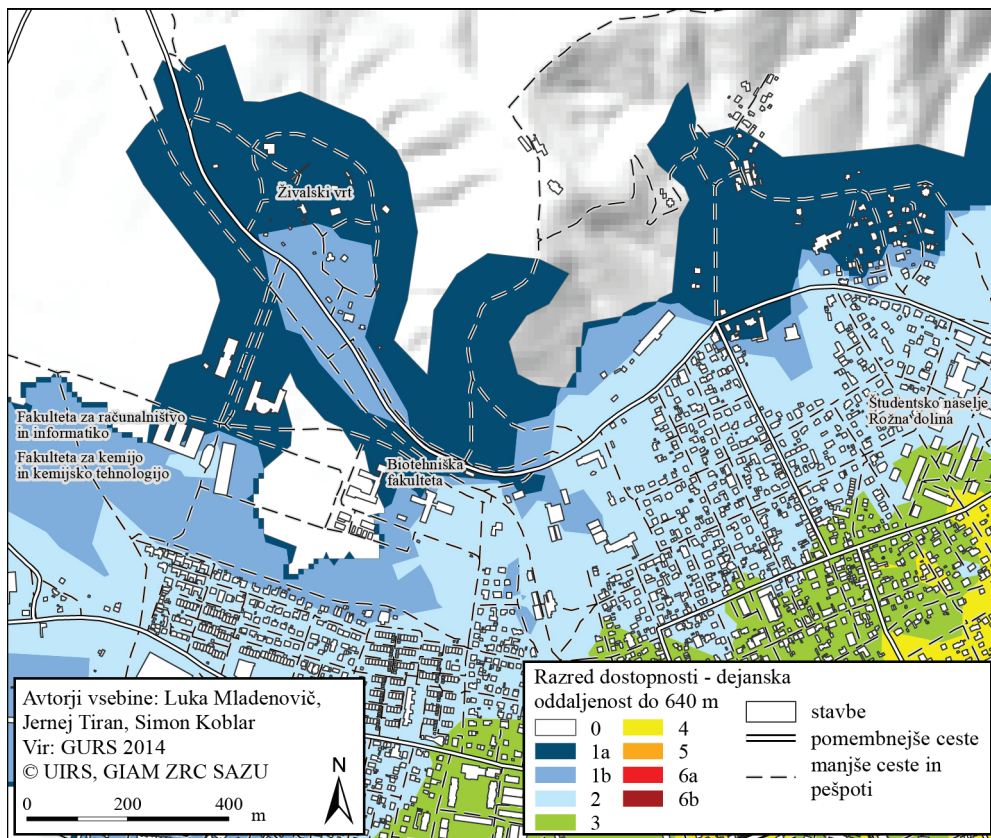
Med večjimi gosteje poseljenimi stanovanjskimi območji imajo odlično dostopnost do JPP novejša mestna središča (Bavarski dvor, Dukičevi bloki, Ferantov vrt, Miklošičeva cesta), šišenske blokovske soseske v neposredni bližini Celovške ceste in spodnji Bežigrad. Nekoliko slabšo, a še vedno dobro ali zelo dobro dostopnost imajo tudi blokovske soseske Savsko naselje, Nove Stožice, Ruski car, Brinje, del Novih Fužin in večina šišenskih sosesk. Podobno dostopnost imajo tudi Prule, Kodeljevo ter novejši soseski Zupančičeva jama in Nove Poljane. Srednje dobro dostopnost imajo terasasti bloki v Kosezah, del Novih Jarš (Beblerjev trg), Dravelj (Brilejeva) in večji del Štepanjskega naselja. Dostopnost do JPP pa je mnogo slabša v veliko novejših soseskah, nastalih po letu 1991, večinoma neodvisno od omrežja avtobusnih linij. Med njimi velja izpostaviti Mostec, Novo Grbino, območja blokovske gradnje ob Jurčkovi in nedavno zgrajeno sosesko Zeleni gaj s faktorjem dostopnosti v razredih 1 in 2. Za primerjavo: od večjih starejših blokovskih sosesk imata nekoliko slabšo dostopnost le večji del Dravelj in del Novih Jarš.

Preglednica 2: Dostopnost do javnega potniškega prometa v Ljubljani v razmerju do gostote prebivalstva.

Razred dostopnosti	Faktor dostopnosti	Dostopnost	Gostota prebivalstva (število prebivalcev/ha)
0	0	zelo slaba	10,7
1a	0–2,5	zelo slaba	11,5
1b	2,5–5	zelo slaba	18,5
2	5–10	slaba	36,4
3	10–15	srednje dobra	54,9
4	15–20	dobra	63,0
5	20–25	zelo dobra	75,2
6a	25–40	odlična	73,6
6b	40 in več	odlična	54,0

3.1.2 Visokošolske izobraževalne ustanove

Eden od kazalnikov kakovosti JPP je tudi navezava omrežja linij na izobraževalna središča. Visoke šole in fakultete so v Ljubljani prostorsko precej razpršene, a najdemo tudi območja njihove večje zgotovitve. Za Bežigradom so tako štiri fakultete in številni študentski domovi s primerno, zelo dobro dostopnostjo do JPP (razred 5). Bistveno slabša je dostopnost novega univerzitetnega središča pod Rožnikom, kjer sta bili ob Biotehniški fakulteti nedavno zgrajeni še dve fakulteti, s čimer bo na območju dnevno prisotnih približno 6000 študentov in več kot 1000 zaposlenih. Kljub novi avtobusni liniji v neposredni bližini območje najdemo le v razredih od 1a do 2 (slika 4), po izračunu na podlagi 400-metrške oddaljenosti pa celo v razredu 0.



Slika 4: Univerzitetno središče pod Rožnikom ima zelo slabo dostopnost do javnega potniškega prometa.

3.1.3 Nakupovalna središča

Med pomembnejšimi viri prometnih tokov velja izpostaviti tudi večja nakupovalna središča. V Ljubljani sta se izoblikovali dve večji središči s prevladujočo trgovsko in storitveno rabo: BTC in Rudnik. Njuno delovanje in prostorska zasnova v glavnem temeljita na dobri dostopnosti z osebnim avtomobilom. Območji sta pod velikim prometnim pritiskom: BTC letno obišče več kot 21 milijonov ljudi (60 let BTC ..., 2015), kar je več kot 50.000 obiskovalcev dnevno. V BTC-ju je v zadnjih letih mogoče opaziti ukrepe za večjo privlačnost in dostopnost tudi za tiste, ki se tja ne pripeljejo z avtomobilom. Tako je bila uvedena brezplačna krožna avtobusna proga, dograjujejo se pločniki in kolesarske steze, na območje se je razširil tudi sistem izposoje koles BicikeLJ. Kljub temu pa dostopnost do JPP glede na veliko število obiskovalcev še ni na pričakovani ravni. Približno polovica BTC-ja ima srednje dobro dostopnost (razred 3), polovica pa zelo slabo ali slabo dostopnost (razredi od 1a do 2). V nakupovalnem središču Rudnik je dostopnost do JPP še slabša, saj je večina območja v razredu 1b.

4 RAZPRAVA

Metoda PTAL je neposredno uporabna v prostorskem načrtovanju, saj bi po zgledu Londona vanj lahko vključili korelacijo med koeficientom dostopnosti do JPP, gostoto gradnje in parkirnimi norma-

tivi. Območja z dobro dostopnostjo do JPP so namreč bolj primerna za večjo gostoto gradnje in imajo manjše potrebe po parkirnih mestih. Mestna občina Ljubljana v Občinskem prostorskem načrtu (2010) opredeljuje tri parkirne cone z različnimi zahtevami po minimalnem številu parkirnih mest. Z vidika naših rezultatov je posebno zanimiva parkirna cona 2, ki obsega širše mestno središče in 100-metrске pasove ob mestnih vpadnicah znotraj avtocestnega obroča, v njej pa je dopustna izgradnja 70 % števila parkirnih mest v primerjavi s »polnim« normativom. Vendar naš izračun kaže, da del te cone (na primer ob Litijski, Dolenjski in večjem delu Barjanske ceste) trenutno nima dovolj dobre dostopnosti do JPP, ki bi upravičila manjše zahtevano število parkirnih mest. Nasprotno pa so nekatera območja z dobro ali zelo dobro dostopnostjo do JPP (zlasti v širšem zaledju Celovške, Dunajske in Zaloške ceste) uvrščena v parkirno cono 3, ki zahteva 100-odstotno izpolnjevanje parkirnega normativa. Na podlagi rezultatov modeliranja z metodo PTAL bi torej lahko popravili zdajšnje meje parkirnih con, da bi bile bolj natančne oziroma bi odsevale dejansko ponudbo JPP na posamezni lokaciji.

Koeficient PTAL se v načrtovalski praksi lahko uporablja tudi za optimiziranje omrežja in pogostosti voženj linij JPP. S primerjavo koeficienta dostopnosti z gostoto prebivalstva, delovnih mest in obiskovalcev je mogoče narediti sistem JPP bolj učinkovit in gospodaren. Na območjih z zdajšnjim (pre)nizkim koeficientom dostopnosti in veliko gostoto dejavnosti, kot sta izobraževalno središče pod Rožnikom ali nakupovalno središče BTC, bi lahko zagotovili ustrezno število potnikov že s povečano pogostostjo voženj ali uvedbo dodatnih linij. Velja tudi nasprotno: vzdrževanje dobre dostopnosti do JPP na območjih z majhno gostoto prebivalstva in dejavnosti zaradi premajhnega števila potnikov ni gospodarsko upravičeno.

Kot smo že omenili, ima metoda PTAL tudi nekatere pomanjkljivosti. Ena od največjih je opredelitev sprejemljive oddaljenosti od postajališč, zaradi katere nastanejo velike razlike v faktorju dostopnosti do JPP na robu območij posamezne oddaljenosti, ki dejansko niso tako izrazite. Ta pomanjkljivost pride še posebno do izraza pri manjših razdaljah. Več kot 400-metrška oddaljenost od postajališča za prebivalce namreč ni nujno prevelika, zlasti v soseskah z varnimi in urejenimi pešpotmi ter slabšimi razmerami za druge načine prevoza, kot je na primer kolesarjenje. Bolj kot z iskanjem še sprejemljive, točno določene oddaljenosti od postajališč, ki jo je v praksi nemogoče določiti, bi bilo metodo PTAL smiselno nadgraditi s funkcijo upada pripravljenosti hoje do avtobusnih postajališč (glej na primer Zhao et al., 2003; Paliska et al., 2006; Kimpel et al., 2007), pri tem pa upoštevati tudi nekatere lastnosti poti, kot so težavnost, varnost in prijetnost.

Pomanjkljivost metode PTAL je tudi neupoštevanje pomena posamezne linije in avtobusnih postajališč. Metoda sicer obteži delni koeficient najbolj pogoste linije, kar je primerno, zlasti če sistem JPP zagotavlja enostavno prestopanje. Kljub temu pa omrežje linij ne odraža nujno dejanskih potreb potnikov, ki lahko za potovanje izberejo katero od manj pogostih linij, ali pa so za pot med dvema, sicer sosednjima predeloma zaradi neobstoječih tangencialnih povezav prisiljeni uporabiti daljšo pot skozi središče mesta, kjer je potovalna hitrost najmanjša. Razlike v pomenu se pojavljajo tudi med posameznimi postajališči, saj se tista bližje končni postaji uporabljajo predvsem za izstopanje, s čimer po uporabnosti niso povsem enakovredna drugim.

5 SKLEP

Na podlagi rezultatov lahko potrdimo svojo izhodiščno tezo. Ugotovili smo, da je mogoče z razpoložljivimi podatki in uveljavljenimi programskimi orodji uporabiti nekoliko prilagojeno metodo PTAL za računanje

dostopnosti do JPP. Metoda daje natančne, preverljive in uporabne rezultate. V koeficient dostopnosti je poleg prostorske dostopnosti do postajališč, izračunane na podlagi omrežja pešpoti, vključena tudi pogostost voženj posameznih linij. Metoda je zato pomemben korak naprej od enostavnejših metod ter hkrati sprejemljiv kompromis med številom vhodnih podatkov in težavnostjo izračuna.

Rezultati so pokazali, da so za Ljubljano značilne precej velike prostorske razlike v dostopnosti do JPP. Najboljšo dostopnost imajo mestno središče vzdolž Slovenske ceste in območja vzdolž večine mestnih vpadnic. Manj spodbuden je podatek o velikem deležu ljudi, ki prebivajo na območjih slabe ali zelo slabe dostopnosti do JPP. Tam prevladujejo območja z manjšo gostoto prebivalstva, kjer večja pogostost voženj ni gospodarna, in novejša stanovanjske soseske, ki so bile zgrajene po letu 1991 brez navezave na omrežje avtobusnih linij. Zelo slabo dostopnost imata tudi novo univerzitetno središče pod Rožnikom in nakupovalno središče Rudnik. Analiza tako kaže na potrebo po izboljšanju dostopnosti do JPP na nekaterih območjih z veliko gostoto prebivalstva, delovnih mest in drugih dejavnosti. Rezultati kažejo, da je smiselno tudi popravek mej parkirnih con, da bi njihovi parkirni normativi odražali dejansko ponudbo JPP na posamezni lokaciji.

Zaradi upoštevanja zadostnega števila dejavnikov, ki vplivajo na uporabo JPP, so rezultati metode PTAL lahko v pomoč pri prostorskem načrtovanju. Če bi se metoda pričela uvajati v načrtovalsko prakso, bi jo bilo smiselno nadgraditi z dodatnimi elementi, s katerimi bi odpravili nekatere njene pomanjkljivosti, in razmisliti o drugačnem vrednotenju dobljenih vrednosti. Opise razredov smo namreč prevzeli po izvorni metodi, slovenska mesta pa po številu prebivalcev in gostoti prometnih tokov niso primerljiva z Londonom. Menimo, da je metoda PTAL zaradi svojih lastnosti uporabna v prostorskem načrtovanju tudi za druga slovenska večja mesta z že razvitim sistemom mestnega potniškega prometa – bodisi kot podlaga za določanje primerne gostote gradnje in parkirnih normativov bodisi za optimiziranje omrežja avtobusnih linij.

Literatura in viri:

- 60 let BTC: z jasno vizijo, inovacijami in partnerskim pristopom od javnih skladišč do inovativnega mesta (3. 1. 2014). http://www.btc.si/031_detail.php?id=841&tip=1, pridobljeno 7. 5. 2015.
- Abley, S., Williams, R. (2008). Public Transport Accessibility Levels. <https://www.ipenz.org.nz/ipenztg/papers/2008/FullPapers/Abley,%20Steve%204.pdf>, pridobljeno 14. 11. 2014.
- Anketa po gospodinjstvih. Raziskava potovalnih navad prebivalcev Ljubljanske urbane regije (2003). Izvajalci: URBI, d.o.o., PNZ Projekt nizke zgradbe, d.o.o., Ninamedia, d.o.o. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urbanizem.
- Bensa, B., et al. (2009). Strokovne podlage urejanja javnega prometa v regiji. Končno poročilo. http://www.rralur.si/fileadmin/user_upload/projekti/Promet/JPP_v_LUR_KP_pog1.pdf, pridobljeno 17. 3. 2014.
- Bole, D. (2004). Geografija javnega potniškega prometa na primeru Ljubljane. *Geografski vestnik*, 76(2), 21–32.
- Centralni register prebivalstva (2014). Ljubljana: Ministrstvo za notranje zadeve RS.
- Čeh, M., Lamovšek Zavodnik, A., Rom, J., Kiderič, D. (2008). Analiza dostopnosti prebivalstva do javnih dejavnosti z javnim potniškim prometom s pomočjo dveh GIS gravitacijskih modelov. V: D. Perko, M. Zorn, N. Razpotnik, M. Čeh, D. Hladnik, M. Krevs, T. Podobnikar, B. Repe in R. Šumrada (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2007–2008* (str. 311–320). Ljubljana: Založba ZRC.
- Evidenca hišnih števil (2014). Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- Fu, L., Xin, Y. (2007). A New Performance Index for Evaluating Transit Quality of Service. *Journal of Public Transportation*, 10(3), 47–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.5038/2375-0901.10.3.4>
- Gabrovec, M., Bole, D. (2006). Dostopnost do avtobusnih postajališč. *Geografski vestnik*, 78(2), 39–51.
- Gabrovec, M., Razpotnik Visković, N. (2012). Ustreznost omrežja javnega potniškega prometa v Ljubljanski urbani regiji z vidika razpršenosti poselitve. *Geografski vestnik*, 84(2), 63–72.
- Hull, A., Papa, E., Silva, C., Joutsiniemi, A. (2012). Accessibility Instruments Survey. V: A. Hull, C. Silva, L. Bertolini (ur.). *Accessibility Instruments for Planning Practice*. COST Office (str. 205–237). <http://www.accessibilityplanning.eu/wp-content/uploads/2012/10/COST-Report-1-FINAL.pdf>, pridobljeno 16. 10. 2014.

- Interaktivna shema linij. Ljubljanski potniški promet. http://www.lpp.si/sites/default/files/lpp_voznoredi/MPP/shema/shema.swf, pridobljeno 15. 3. 2014.
- Kimpel, T., Dueker, K., El-Geneidy, A. (2007). Using GIS to measure the effects of service areas and frequency on passenger boardings at busstops. *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association*, 19(1), 5–11.
- Klemenčič, M., Lep, M., Mesarec, B., Žnuderl, B. (2014). Potovalne navade prebivalcev v Mestni občini Ljubljana in Ljubljanski urbani regiji. Raziskovalno poročilo. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana.
- Kozina, J. (2010). Modeliranje prostorske dostopnosti do postajališč javnega potniškega prometa v Ljubljani. *Geografski vestnik*, 82(1), 97–107.
- Kozina, J., Tiran, J. (2013). Omrežje pešpoti v Ljubljani (podatkovni sloj). Ljubljana: Geografski Inštitut Antona Melika ZRC SAZU.
- Litman, T. (2015). Evaluating Public Transit Benefits and Costs. Best Practices Guidebook. Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/tranben.pdf>, pridobljeno 14. 7. 2015.
- Measuring Public Transport Accessibility Levels. Summary (2010). <http://data.london.gov.uk/documents/PTAL-methodology.pdf>, pridobljeno 25. 3. 2014.
- Občinski prostorski načrt Mestne občine Ljubljana, Izvedbeni del. Uradni list RS, št. 78/2010, 10/2011-DPN, 22/2011-popr. in 43/2011-ZKZ-C, 11441.
- Paliska, D., Drobne, S., Fabjan, D. (2004). Uporaba GIS-a za proučevanje prostorske dostopnosti v analizi povpraševanja po storitvi JPP. V: M. Čeh, D. Hladnik, M. Krevs, D. Perko, T. Podobnikar, Z. Stančič (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003–2004* (str. 79–88). Ljubljana: Založba ZRC.
- Paliska, D., Fabjan, D., Drobne, S. (2006). Večstopenjski model določanja uniformnih storitvenih območij avtobusnih postajališč. V: D. Perko, J. Nared, M. Čeh, D. Hladnik, M. Krevs, T. Podobnikar, R. Šumrada (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2005–2006* (str. 271–277). Ljubljana: Založba ZRC.
- Schoon, J. G., McDonald, M., Lee, A. (1999). Accessibility indices: pilot study and potential use in strategic planning. *Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board*, 1685, 29–38. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/1685-05>
- Tiran, J., Mladenovič, L., Koblar, S. (2014). Računanje dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani z metodo PTAL. V: R. Ciglič, D. Perko, M. Zorn (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2013–2014*. Ljubljana: Založba ZRC.
- Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition. Transit Cooperative Research Programme (2003). Washington, DC: Transportation Research Board. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp100/part%200.pdf>, pridobljeno: 10. 12. 2014.
- Vozni redi Mestnega potniškega prometa – redni. Ljubljanski potniški promet (2014). <http://www.lpp.si/javni-prevoz/voznoredi-mestni-potniski-promet/voznoredi-redni>, pridobljeno 6. 2. 2014.
- Wu, B. M., Hine, J. P. (2003). A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility. *Transport Policy*, 10, 307–320. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00053-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00053-2)
- Zavodnik Lamovšek, A., Čeh, M., Košir, U. (2010). Analiza dostopnosti prebivalcev do javnih dejavnosti z medkrajevnim avtobusnim potniškim prometom. V: D. Perko, M. Zorn, M. (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010* (str. 251–260). Ljubljana: Založba ZRC.
- Zhao, F., Chow, L.-F., Li, M.-T., Gan, A., Ubaka, I. (2003). Forecasting transit walk accessibility: Regression model alternative to buffer method. *Transportation Research Record*, 1835, 34–41. DOI: <http://dx.doi.org/10.3141/1835-05>

Tiran J., Mladenovič L., Koblar S. (2015). Dostopnost do javnega potniškega prometa v Ljubljani po metodi PTAL. *Geodetski vestnik*, 59 (4): 723-735.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.723-735

dr. Jernej Tiran, univ. dipl. geog.

*Geografski inštitut Antona Melika, Znanstvenoraziskovalni center
Slovenske akademije znanosti in umetnosti
Novi trg 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: jernej.tiran@zrc-sazu.si*

dr. Luka Mladenovič, univ. dipl. inž. arh.

*Urbanistični inštitut Republike Slovenije
Trnovski pristan 2, p. p. 4717, SI-1127 Ljubljana
e-naslov: luka.mladenovic@uir.si*

Simon Koblar, univ. dipl. geog.

*Urbanistični inštitut Republike Slovenije
Trnovski pristan 2, p.p. 4717, SI-1127 Ljubljana
e-naslov: koblar.simon@gmail.com*

VREDNOTENJE MODELOV TRANSFORMACIJE GEODETSKIH NAČRTOV

EVALUATION OF TRANSFORMATION MODELS FOR GEODETTIC PLANS

Nedim Tuno, Admir Mulahusić, Dušan Kogoj

UDK: 528.28

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 3. 6. 2015

Sprejeto: 30. 11. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.736-751

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 3. 6. 2015

Accepted: 30. 11. 2015

IZVLEČEK

V delu so kritično ovrednotene aktualne metode, ki se uporabljajo za obdelavo izvorne vsebine analognih geodetskih načrtov, glede na odkrivanje in odpravljanje geometrijskih deformacij ter georeferenciranje geodetskega načrta. Na izbranem testnem območju v Bosni in Hercegovini so podrobno obravnavani vplivi različnih globalnih in lokalnih modelov transformacije na geometrijsko kakovost geodetskih načrtov. Pokazano je, da najboljše rezultate transformacije dosežemo z uporabo lokalnih transformacijskih modelov. Z njimi lahko uspešno odpravimo distorzije geodetskih načrtov, ki so posledica deformacije nosilca načrta in napak pri skeniranju.

ABSTRACT

This paper critically discusses current methods for processing original content of analogue geodetic plans, in terms of identifying and removing geometric deformation and georeferencing of geodetic plans. The effects produced by the use of various transformation models for data in new survey geodetic plans were considered in detail in a characteristic testing area in Bosnia and Herzegovina. The best results of the overall accuracy of geodetic plan transformation are achieved by using local transformational models, which successfully removed the distortions caused by the deformation of plan supporting materials and scanning errors.

KLJUČNE BESEDE

geodetski načrt, geometrijska distorzija, vezna točka, transformacija koordinat, položajna točnost

KEY WORDS

geodetic plan, geometric distortion, tie point, coordinate transformation, positional accuracy

1 UVOD

Med letoma 1953 in 1992 so bili na podlagi rezultatov nove sistematične državne katastrsko-topografske izmere, izvedene s fotogrametričnimi in klasičnimi terestričnimi numeričnimi metodami, izdelani geodetski načrti za 92 % površine Bosne in Hercegovine (skrajšano BiH). V tem obdobju so bila izvedena obsežna snemanja terena, na podlagi katerih je nastala množica topografskih in inženirskih načrtov, ki so izjemno pomembni za tehnični in gospodarski razvoju BiH. S sistematično pretvorbo analognih načrtov nove izmere v digitalno obliko so v BiH začeli v letu 1998 (MapSoft, 2015), te aktivnosti so posebno intenzivirane v zadnjem desetletju. Do leta 2011 je bila digitalna zbirka podatkov geodetskih načrtov (skrajšano DGN) za potrebe katastra izdelana za 45 % površine BiH. Digitalizacija se nadaljuje tudi po letu 2011, tako sta bila v obdobju od sredine leta 2012 do konca leta 2013 vektorizirana dodatna 2 % načrtov v BiH (Ključanin, 2013).

Vzpostavitev zbirke digitalnih načrtov na podlagi obstoječih analognih podlag v različnih merilih in z različnimi podrobnostmi prikaza je enostavnejša in cenejša od izdelave digitalnih načrtov na podlagi izvornih podatkov izmere. Začetni korak digitalizacije je pretvorba načrta iz analogne v digitalno obliko, kar se najpogosteje izvede s skeniranjem. Skenogram geodetskega načrta je treba georeferencirati, to je transformirati iz lokalnega slikovnega koordinatnega sistema v državni koordinatni referenčni sistem. To dosežemo z določitvijo ustreznih transformacijskih parametrov (Gielsdorf in sod., 2003), od katerih je odvisna točnost transformiranih koordinat, oziroma odstopanja izračunanih koordinat od pravih vrednosti koordinat, ki pa jih ne poznamo. Različni postopki transformacij dajo različne končne vrednosti koordinat (Vračarić in Marošan, 2003), to pa povzroča dvome glede izbire in uporabe pravilnega modela transformacije analognih načrtov (Roić in Cetl, 2002). Njegov izbor je najpogosteje povezan z izpolnjevanjem predpisanih meril globalne točnosti transformacije, pri tem pa se modeliranju geometrijskih distorzij posveča zelo malo pozornosti.

Odpravljanje distorzij geodetskih načrtov je bolj zasnovano na uporabi konvencionalnih globalnih enosegmentnih transformacij, pri katerih se načrt obravnava kot celota. Tak pristop je pravilen le, če izvorni analogni načrti izražajo uravnotežene sistematične globalne in lokalne distorzije. Globalna transformacija ni dovolj robustna za modeliranje kompleksnih, hitro spreminjajočih se in nesistematičnih distorzij (Goshtasby, 2005). Te se redno pojavljajo pri vsebinah, ki so nastale med naknadnim vzdrževanjem geodetskega načrta. Napake in nedoslednosti pri transformacijah se najpogosteje odkrijejo šele po vzpostavitvi zbirke podatkov digitalnih geodetskih načrtov in ob njeni uporabi pri postopkih vzdrževanja. To potrjujejo izkušnje številnih katastrskih uslužbencev, ki te podatke uporabljajo vsakodnevno (Lero, 2005). S preučevanjem metod transformacij, ki so zasnovane na večsegmentnem načelu (lokalni modeli, ki se uporabljajo v daljinskem zaznavanju in medicini), je vzkliklo upanje, da bi lahko dale dobre rezultate tudi pri obdelavi skenogramov načrtov celo pri transformacijah nehomogenih vsebin geodetskih načrtov.

Čeprav so bili prvi koraki pretvorbe obstoječih bosansko-hercegovskih analognih načrtov v digitalno obliko narejeni že ob koncu osemdesetih let prejšnjega stoletja (Vukotić in sod., 1989), še ni bila izvedena resna raziskava, vezana na geometrijsko obdelavo geodetskih podlag v BiH. Podobno je z raziskavami in testiranjem transformacije načrtov numerične in fotogrametrične izmere širšega prostora nekdanje Jugoslavije. Do sedaj je tako nastalo zelo malo del, ki bi obravnavala to tematiko. Pomembnejše raziskave na tem področju so opravili Ninkov in Uljarević (1991), Berk (2001), Roić in sod. (2002), Vračarić in

Marošan (2003) ter Stefanović (2007). Veliko pozornosti je posvečeno raziskavam o možnosti transformacije katastrskih načrtov v vektorski obliki, pri čemer so najpomembnejši rezultati na območju nekdanje Jugoslavije doseženi v Sloveniji. Z implementacijo adaptivnega membranskega modela je bila dokazana občutna izboljšava geometrijske kakovosti vektoriziranih katastrskih načrtov (Čeh in sod., 2011; Čeh in sod., 2012). Uspešno je bila rešena tudi težava pretvorbe podatkov grafičnega podsistema zemljiškega katastra v nov državni koordinatni sistem z modelom trikotniške transformacije (Berk in Komadina, 2013; Berk in sod., 2014; Berk in sod., 2015).

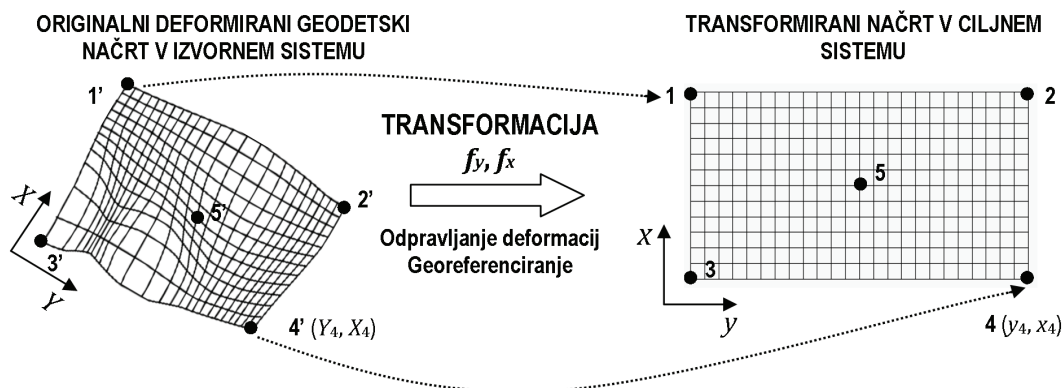
Cilj pričujoče raziskave je bil ovrednotiti možnosti za uporabo različnih metod transformacij za odpravo geometrijskih distorzij in georeferenciranje geodetskih načrtov. Vrednotenje je temeljilo na analizi rezultatov transformacij, ki so bile izvedene na načrtih izbranega testnega območja. Pri tem je bila izvedena transformacija točk iz izvornega koordinatnega sistema načrta v državni koordinatni referenčni sistem na podlagi točk koordinatne mreže načrta, tako kot zahtevata pravilnika za izdelavo DGN v Bosni in Hercegovini (Pravilnik o digitalnom ..., 2004; Pravilnik o bazi ..., 2008).

2 TEORIJA GEOMETRIJSKE OBDELAVE GEODETSKIH NAČRTOV

Pri prenosu izvornih analognih načrtov v digitalne zbirke se srečujemo s pogreški metod izmere, različnimi pogreški izdelave in vzdrževanja analognih načrtov ter pogreški zaradi njihove dimenzijske neobstoynosti, pojavljajo pa se tudi pogreški digitalizacije (Huisman in de By, 2001; Ivković, 2015a).

Skupne položajne pogreške vsebine geodetskih načrtov je mogoče zmanjšati z različnimi metodami geometrijske obdelave. Večino distorzij je treba odpraviti, preden se podatki registrirajo v referenčni geometrijski zbirki. Uspešnost korekcij geometrijskih distorzij je najbolj odvisna od vrste podatkov, ki se transformirajo, in kompleksnosti uporabljenih metod (Burrough in McDonnell, 2006). Korekcija distorzij v osnovi pomeni preslikavo pikslov z njihovih izhodiščnih lokacij v izbrano referenčno mrežo, pri čemer so glavne sestavine tega procesa (Schowengerdt, 2007):

- izbor ustreznega matematičnega modela za odpravo distorzij,
- transformacija koordinat (slika 1) in
- prevzorčenje (interpolacija).



Slika 1: Transformacija geodetskega načrta iz izvornega v ciljni koordinatni sistem (Tuno, 2007).

2.1 Vezne točke

Povezovalne točke, na podlagi katerih se opredeli zveza med lokalnim (izvornim) koordinatnim sistemom načrta in ciljnim sistemom, imenujemo vezne ali identične točke (Riazanoff in Santer, 2006). Pri načrtih nove izmere so te točke običajno oglišča decimetrskih kvadratov koordinatne mreže. Ta so primerna za oceno deformacij lista, saj je njihova razporejenost na listu načrta enakomerna. Tako je mogoče določiti deformacijo lista kot celote pa tudi deformacije posameznih delov lista (Miladinović, 2005). Pravilnika za izdelavo DGN (Pravilnik o digitalnom ..., 2004; Pravilnik o bazi ..., 2008) predpisujeta, da se transformacija točk načrta iz izvornega v ciljni koordinatni sistem izvede z vsemi točkami koordinatne mreže načrta, z izjemo tistih, ki so poškodovane ali slabo vidne.

2.2 Transformacija koordinat

Točke na geodetskem načrtu, ki so bile izvorno določene v državnem koordinatnem sistemu, so po digitalizaciji zaradi deformacij lista, na katerem je bil načrt izrisan, georeferencirane v nekoliko popačenem koordinatnem sistemu (Miladinović, 2005). Da bi na digitaliziranih točkah odpravili vpliv geometrijske distorzije, je treba na podlagi veznih točk določiti način preslikave in nato transformirati vse točke lista načrta (Goshtasby, 2005). Postopek umestitve geodetskega načrta v ciljni koordinatni sistem imenujemo georeferenciranje (Riazanoff in Santer, 2006). Kadar je število veznih točk večje od najmanjšega potrebnega števila za določitev globalnega modela transformacije, se optimalni parametri transformacije običajno določijo z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov ali z grozdenjem (angl. *clustering*) (Goshtasby, 2005).

2.2.1 Razvrstitev transformacij

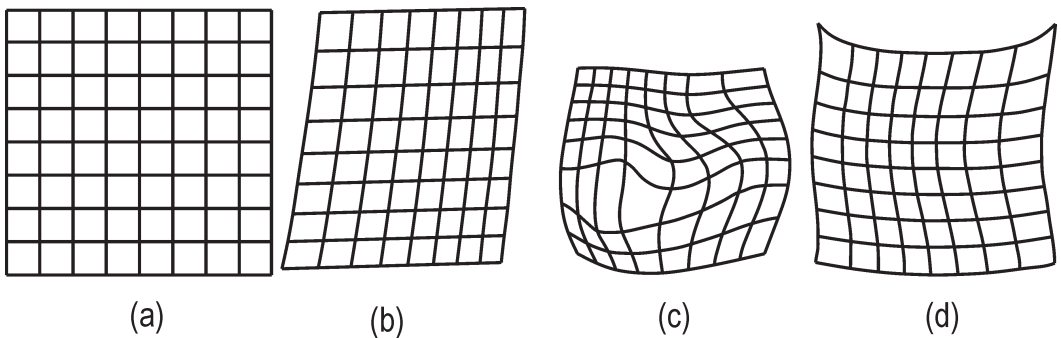
Obstaja več načinov razvrstitve transformacij, ki se uporabljajo pri obdelavi skeniranih geodetskih načrtov. Pri tem so lahko merila način spremembe geometrijskih podatkov, vrste geometrijskih podatkov in podobno. V odvisnosti od tega, ali so transformacijski parametri isti za vse točke ali pa so za izbrane skupine točk različni, transformacije v ravnini delimo na globalne in lokalne. Pri prvih se spremeni celotna vsebina načrta po istih pravilih, medtem ko lokalne transformacije temeljijo na različnih transformacijskih parametrih (Roić in Cetl, 2002).

2.2.2 Funkcionalni modeli transformacije

Transformacijske funkcije, ki povezujejo koordinate pripadajočih točk v izvornem koordinatnem sistemu načrta in ciljnim koordinatnem sistemu, je mogoče vzpostaviti z različnimi metodami (Goshtasby, 2005) (slika 2).

V geodeziji se tradicionalno uporabljajo Helmertova, afina in projekтивna transformacija, katerih opise je mogoče najti v številnih delih, na primer Roić in sod. (2002), Burger in Burge (2009). Pri obdelavi digitalnih posnetkov se danes najpogosteje uporabljajo polinomske transformacije (Ochis in sod., 1997; Berk, 2001; Tuno, 2007 itd.). Ker se s polinomskimi transformacijami izvaja prilagajanje celotnemu območju transformacije, z njimi ni mogoče ustrezno obravnavati lokalnih odstopanj, zato ponujajo omejene možnosti za modeliranje in odpravljanje neuniformiranih in neenakomerno razporejenih distorzij. V zadnjem času se za rešitev te težave vse pogosteje uporablja kolokacija po metodi

najmanjših kvadratov (angl. *least squares collocation* – LSC), pri kateri se v opazovani točki upošteva vpliv distorzije sosednjih točk v odvisnosti od oddaljenosti od opazovane točke (Miladinović, 2005) in tudi različni lokalni modeli transformacije (Fogel in Tinney, 1996; Burger in Burge, 2009). Eden od teh je odsekovna linearna transformacija (angl. *piecewise linear* – PL) (Ochis in sod., 1997; Berk, 2001), ki je implementirana v večini programskih paketov za geometrijsko obdelavo rastrskih slik in se zato uporablja pogosto. Zelo zanimivi so lokalni transformacijski modeli, zasnovani na radialnih baznih funkcijah, kot sta multikvadratna transformacija (angl. *multiquadratic* – MQ) in transformacija po načelih tankoslojnega zlepka (angl. *thin plate spline* – TPS) (Fogel in Tinney, 1996; Goshtasby, 2005; Bohdal, 2007), pa tudi transformacija z metodo lokalne utežene sredine (angl. *local weighted mean* – LWM) (Goshtasby, 2000). Ti transformacijski modeli do sedaj pri obdelavi geodetskih načrtov niso bili uporabljeni.



Slika 2: Izhodiščna slika (a) in transformirane slike kot rezultat polinomske (b), TPS (c) in multikvadratne (d) metode (Goshtasby, 2000).

3 OCENA KAKOVOSTI TRANSFORMIRANIH PODATKOV GEODETSKEGA NAČRTA

Pri oceni znanstvene, strokovne in praktične vrednosti geodetskih načrtov je najpomembnejše merilo ocenjevanja geometrijska (položajna) točnost (Ivković, 2015b). Položajna točnost je opisana z zanesljivostjo položaja neke točke v modelu geoprostora ($x \pm \sigma_x, y \pm \sigma_y, z \pm \sigma_z$) glede na pravi položaj te točke v prostoru (x, y, z) (Radojčić in sod., 2011). Pri ocenjevanju kakovosti prostorskih podatkov se uporabljajo številne metode. Točnost položaja se najpogosteje ocenjuje na podlagi empiričnega standardnega odklona globalne transformacije σ_r , izračunanega iz popravkov koordinat veznih točk r_{yx} , ki so bile uporabljene za definiranje transformacijskega modela. Bolj zanesljivo se točnost ocenjuje na podlagi kontrolnih točk (Riazanoff in Santer, 2006).

Načine za oceno položajne točnosti geoprostorskih informacij opredeljujejo različni standardi. Družina mednarodnih standardov ISO 19100 določa samo osnovna načela in splošne postopke ocene. Standardi, ki podrobneje urejajo to problematiko, se pojavljajo šele na nacionalni ravni (Radojčić in sod., 2011). Pregled aktualnih standardov za ocenjevanje položajne točnosti sta pripravila Ariza in Atkinson (2008).

Za preverjanje kakovosti geodetskih načrtov je zelo uporaben ameriški nacionalni standard za točnost prostorskih podatkov (angl. *National Standard for Spatial Data Accuracy*) (NSSDA, 1998). Standard NSSDA predpisuje, da morajo biti izbrane točke enakomerno razporejene v skupini podatkov, in opredeljuje merila za reprezentativnost vzorca podatkov o prostoru, ki pokriva območje oblike pravokotnika

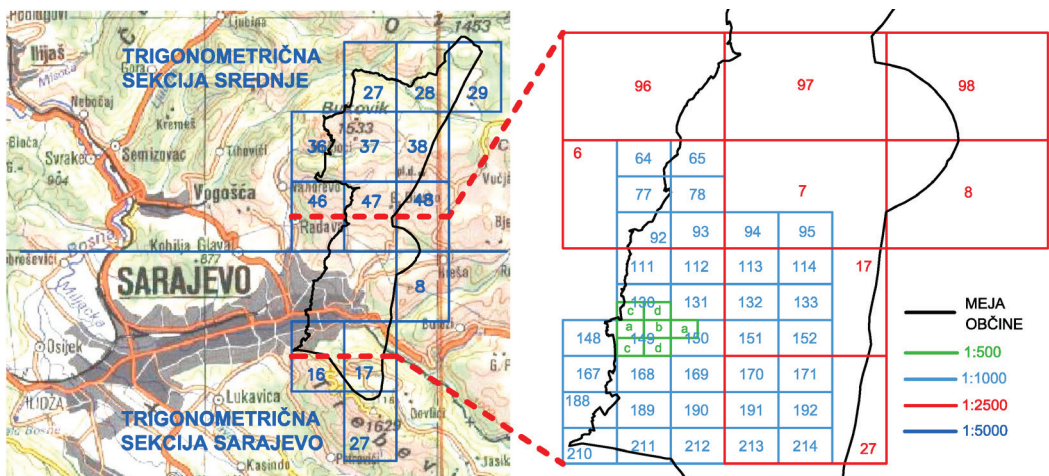
(glede na list načrta). Najmanjše število kontrolnih točk na obravnavanem območju je 20. Pri standardu NSSDA se za oceno položajne točnosti kot izhodiščna ocena uporablja koren srednjega kvadratnega pogreška, označen z *RMSE* (angl. *root mean square error*), ki se določi iz vrednosti koordinatnih razlik *dy* in *dx* med merjenimi in referenčnimi koordinatami. Na podlagi skupnega položajnega odstopanja *RMSE_r*, se računa horizontalna točnost z intervalom zaupanja 95 % (NSSDA, 1998; Radojčić in sod., 2011).

4 ANALIZA POLOŽAJNE TOČNOSTI TRANSFORMACIJE GEODETSKIH NAČRTOV NA PRAKTIČNEM PRIMERU

Analizirali smo točnost različnih transformacijskih modelov, ki jih lahko uporabimo pri obdelavi skeniranih geodetskih načrtov. Za popolno oceno vpliva uporabljene metode transformacije na kakovost podatkov digitaliziranih načrtov nove izmere Bosne in Hercegovine bi bilo treba testirati vzorce celotnega območja države. To je v okviru omejene raziskave nemogoče. Izbrano je bilo reprezentativno testno območje, ki najbolj odraža stanje geodetskih načrtov v vsej državi.

4.1 Izbira testnega območja, priprava in obseg podatkov

Analiza različnih modelov ravninskih transformacij skeniranih geodetskih načrtov v bosansko-hercegovski državni koordinatni sistem (skrajšano BHDKS) je izvedena na vzorcu 55 listov načrtov občine Stari Grad, Sarajevo (slika 3), ki obsega območje s površino 49,7 km². Raziskava je izvedena na listih načrtov, ki so bili konec šestdesetih let prejšnjega stoletja izdelani v štirih različnih merilih (1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2500, 1 : 5000) na podlagi podatkov klasične terestrične izmere in fotogrametrične izmere. Res je, da ta vzorec ni v celoti reprezentativen za vse geodetske načrte v BiH, je pa s skrbno izbiro omogočen vpogled v številne sistematične pojave. Na načrtih izbranega območja so prikazana območja, ki se razlikujejo glede na poseljenost, obliko reliefa in nadmorsko višino terena. Izbrani načrti so izdelani na različnih materialih, uporabljali so jih različno pogosto, kar pomeni, da se ni pri vseh enako intenzivno spreminjala vsebina v okviru večdesetletnega vzdrževanja zemljiškega katastra. Izbira območja ponuja veliko možnosti, da se na podlagi obdelave velikega števila načrtov pridobijo rezultati, iz katerih je mogoče izločiti ekstremne pojave.



Slika 3: Razdelitev na liste načrtov testnega območja občine Stari Grad, Sarajevo.

Priprava podatkov za raziskavo je bila zelo obsežna in zahtevna. Zajetih podatkov je bilo veliko, del jih je bilo treba iz izvorne analogne oblike pretvoriti v digitalno obliko zapisa. Obsežna je bila analiza pravilnosti in verodostojnosti podatkov, prevzetih iz različnih virov, nujne pa so bile tudi dopolnilne računske obdelave za del podatkov, ki v izvorni obliki niso bili uporabni. Rezultat uspešnih pripravljanih del je obsežen niz dovolj kakovostnih prostorskih podatkov, ki so dobra podlaga za testiranje izbranih transformacijskih modelov ter analizo kakovosti transformiranih podatkov. Analiza temelji na naslednjih vsebinah izbranih listov geodetskih načrtov:

- koordinate oglišč kvadratov in pravokotnikov koordinatne mreže (5858 točk),
- koordinate trigonometričnih veznih in linijskih točk (2492 točk) in
- koordinate detajlnih točk (5485 točk).

4.2 Ocena položajne točnosti za različne transformacijske modele

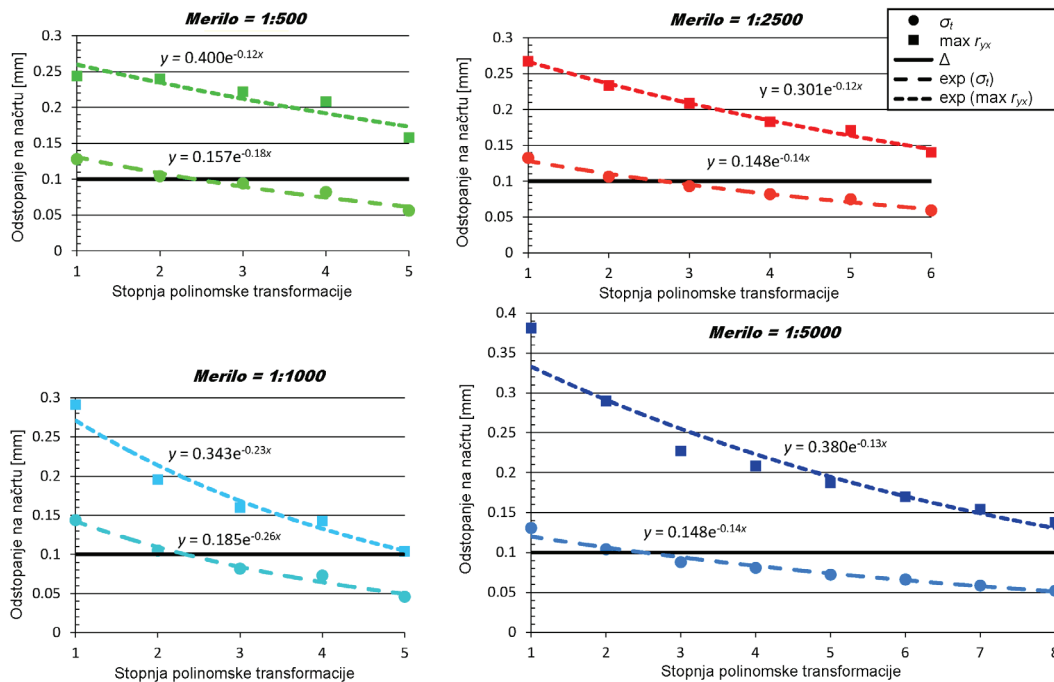
Za potrebe raziskave različnih transformacijskih modelov za transformacijo skeniranih geodetskih načrtov je bila uporabljena lastna avtorska programska oprema PlanTra (PLAN TRANSformacija), napisana v programskem jeziku Visual Basic for Application (VBA).

4.2.1 Ocena položajne točnosti globalnih transformacij na podlagi popravkov koordinat veznih točk koordinatne mreže

Parametri ocene točnosti globalnih transformacij na podlagi popravkov koordinat veznih točk (54 točk na listih načrtov merila 1 : 500 in 1 : 1000, 70 točk na listih načrtov merila 1 : 2500 in 130 točk na listih načrtov merila 1 : 5000) kažejo, da so rezultati (pričakovano) najslabši pri uporabi Helmertovega transformacijskega modela. Helmertova transformacija daje pri bolj deformiranih listih načrta izjemno slabe rezultate, kar še posebej velja za načrte merila 1 : 5000.

Pri obdelavi vseh 55 obravnavanih listov načrtov dobimo najboljše rezultate s polinomsko transformacijo 5. stopnje (načrti merila 1 : 500 in 1 : 1000), 6. stopnje (načrti merila 1 : 2500) in 8. stopnje (načrti merila 1 : 5000). Trend sprememb vrednosti standardnega odklona transformacije σ_t in največjega položajnega popravka r_{yx} , v odvisnosti od stopnje uporabljene polinomske transformacije je mogoče modelirati z eksponentno funkcijo (slika 4).

Helmertova, afina in projektivna transformacija glede na rezultate analize ne ustrezajo tehničnim normativom za transformacijo načrtov, predpisanim z bosansko-hercegovskima pravilnikoma o DGN (Pravilnik o digitalnom ..., 2004; Pravilnik o bazi ..., 2008). Pravilnika določata merila, ki jih morajo izpolniti načrti v postopku georeferenciranja. Vrednost standardnega odklona odstopanj točk koordinatne mreže od teoretičnih vrednosti po transformaciji mora biti manjša od praga točnosti transformacije, ki znaša $\Delta = 0,1 \text{ mm} \cdot M$ (M je modul merila). Zahtevanemu pragu točnosti pri načrtih testnega območja ustreza polinomski transformacija najmanj 2. stopnje. Čeprav je torej očitno, da je mogoče sprejemljive rezultate doseči že z bikvadratno transformacijo, se v praksi najpogosteje uporablja polinomski transformacija 4. ali višje stopnje.

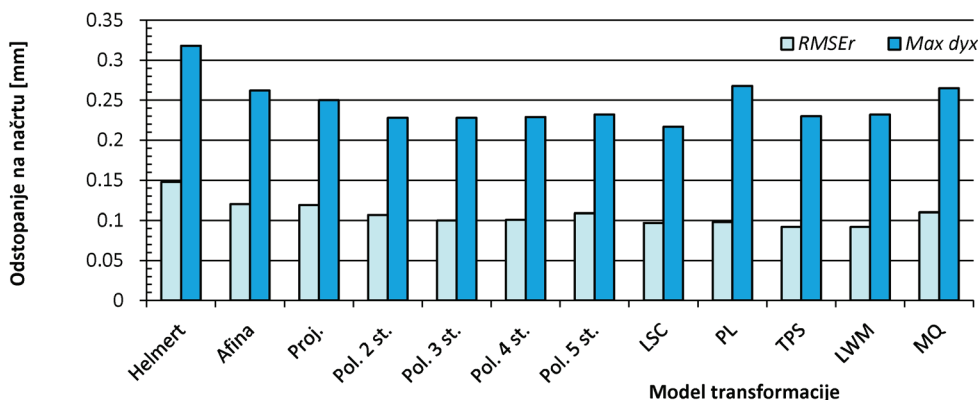


Slika 4: Trend sprememb vrednosti standardnih in največjih položajnih odstopanj na veznih točkah v odvisnosti od izbrane stopnje polinomske transformacije za liste načrtov različnih meril.

4.2.2 Ocena položajne točnosti na podlagi kontrolnih točk pomožne koordinatne mreže

Osnovno koordinatno mrežo načrtov merila 1 : 1000 sestavljajo kvadrati velikosti 100 mm × 100 mm in pravokotniki 50 mm × 100 mm. Na nekaterih listih teh načrtov je koristen prostor zapolnjen tudi s pomožno koordinatno mrežo, pri kateri je razmik med oglišči kvadratov 50 mm. Na vsak list so z velikim koordinatografom kartirali 122 točk pomožne mreže in nanесли točke osnovne koordinatne mreže. Vsa koordinatna mreža je bila torej kartirana z isto natančnostjo in pri isti postavitvi nosilca načrta na koordinatografu. Pomožne točke koordinatne mreže zato ponujajo odlično možnost za oceno vplivov uporabljenih transformacijskih modelov, definiranih na 54 točkah osnovne koordinatne mreže. Vozlišča pomožne koordinatne mreže so bila uporabljena kot kontrolne točke za oceno točnosti transformacijskih metod po standardu NSSDA.

Rezultati kažejo, da je koordinatna mreža na skeniranih načrtih zelo homogena. Pri vseh transformacijskih modelih (z izjemo Helmertovega) je zagotovljeno, da so na več kot 90 % kontrolnih točk odstopanja manjša od $0,2 \text{ mm} \cdot M$. Odstopanja, večja od $0,3 \text{ mm} \cdot M$, se pri nekaterih modelih sploh ne pojavljajo (npr. LSC in TPS), pri drugih pa jih je zanemarljivo malo (na primer pri polinomskih transformacijah in PL). Če grobo primerjamo povprečne vrednosti $RMSE$, in največja položajna odstopanja $\text{Max } d_{yx}$, se zdi, da so vrednosti uravnotežene za vse uporabljene transformacijske modele (slika 5). Po merilih standarda NSSDA dajejo lokalni transformacijski modeli najboljše rezultate pri 65 % načrtov. Ob upoštevanju rezultatov vseh raziskanih načrtov se je kot najboljši izkazal transformacijski model TPS.



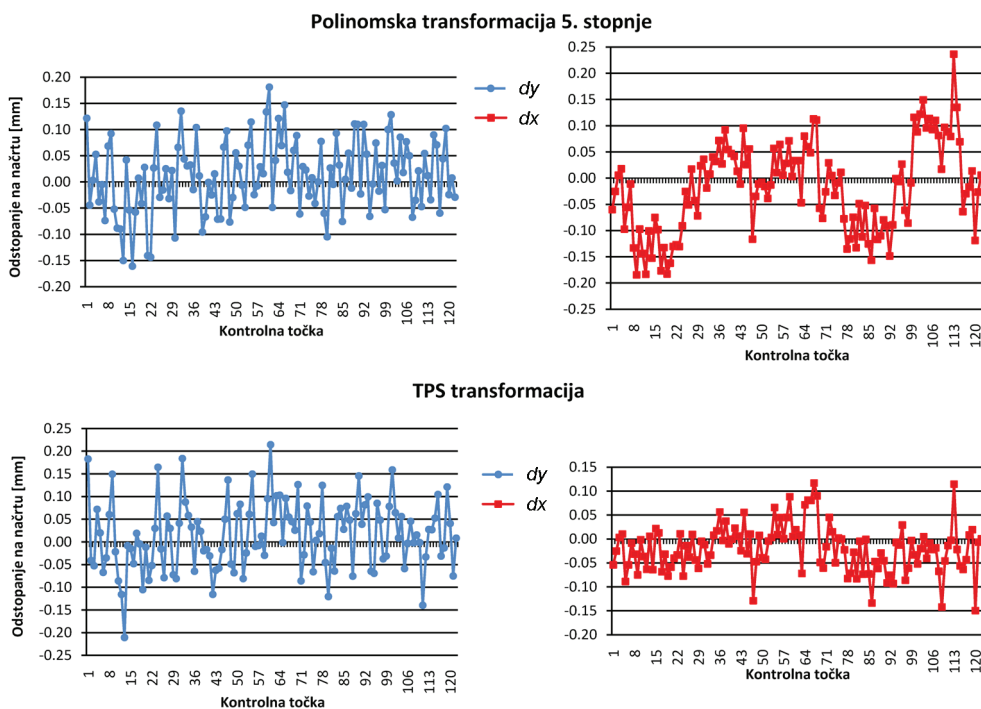
Slika 5: Povprečna vrednost korena srednjega kvadratnega pogreška $RMSE_r$, in največje položajno odstopanje $Max d_{xy}$ na kontrolnih točkah pomožne koordinatne mreže pri različnih modelih transformacije.

Če primerjamo vrednost povprečne $RMSE_r$ za TPS- in polinomsko transformacijo 5. stopnje (model, ki pri obravnavanih globalnih transformacijah na podlagi točk osnovne koordinatne mreže, podglavljav 4.2.1, zagotavlja najboljše rezultate), vidimo, da daje transformacijski model TPS za 15 % boljši rezultat. Zahteva $d_{yx} < 0,1 \text{ mm} \cdot M$ je z uporabo transformacijskega modela TPS izpolnjena za 73 % kontrolnih točk, pri polinomski transformaciji 5. stopnje pa je pogoj izpolnjen le na 57 % kontrolnih točkah. Vrednosti σ_r in $RMSE_r$ so pri afini transformaciji in polinomski transformaciji 2. stopnje tako rekoč enake. Z naraščanjem stopnje polinoma se razlike teh vrednosti povečujejo. Pri polinomski transformaciji 5. stopnje, s katero se georeferencirajo načrti v okviru uradnih projektov izdelave DGN, so vrednosti standardnega odklona σ_r v povprečju celo za 55 % manjše od $RMSE_r$.

Z grafičnim prikazom pretvorbe obravnavanih listov geodetskih načrtov v BHDKS je mogoče dobiti vpogled v kakovost uporabljenih transformacijskih modelov. Na sliki 6 so prikazane razlike teoretičnih vrednosti koordinat in izravnanih digitaliziranih koordinat vozlišč pomožne koordinatne mreže na listu načrta SA111 merila 1 : 1000 z uporabo polinomske transformacije 5. stopnje in transformacije TPS. Za boljšo interpretacijo grafikonov je treba poznati vrstni red zajema točk koordinatne mreže. Koordinate točk so v izvornem koordinatnem sistemu čitane v zaporedju po osi y od leve proti desni in po osi x od juga proti severu. Iz grafikonov je razvidno, da so razlike izravnanih in teoretičnih vrednosti koordinat skoncentrirane okrog ničelne osi, nekoliko pravilnejši razpored in manjša odstopanja so dosežena z modelom TPS. Če upoštevamo točnost digitalizacije (Stefanović, 2007), lahko ugotovimo, da je porazdelitev razlik koordinat obravnavanih modelov naključna. To potrjuje tudi test normalnosti, ki pokaže, da so odstopanja koordinat točk pomožne koordinatne mreže po osi y in x normalno porazdeljena.

Rezultati, predstavljeni na sliki 6, prikazujejo točnost uporabljenih transformacijskih modelov. Za ilustracijo lokalnih geometrijskih značilnosti transformacij vizualizirajmo položajno točnost z vektorji pomikov, to je vektorji razlik teoretičnih in izravnanih vrednosti koordinat točk koordinatne mreže (slika 7). Na veznih in kontrolnih točkah ostajajo po transformaciji posamezna odstopanja, ki predvsem kažejo na stopnjo homogenosti podatkov. Slika 7 jasno kaže, da so spremembe smeri in velikosti vektorjev pomikov med izvornim in ciljnim koordinatnim sistemom zelo izražene pri afini transformaciji. Na delih načrta so odstopanja grupirana in se kažejo v določeni smeri, kar kaže na lokalne sistematične vplive. Vektorji

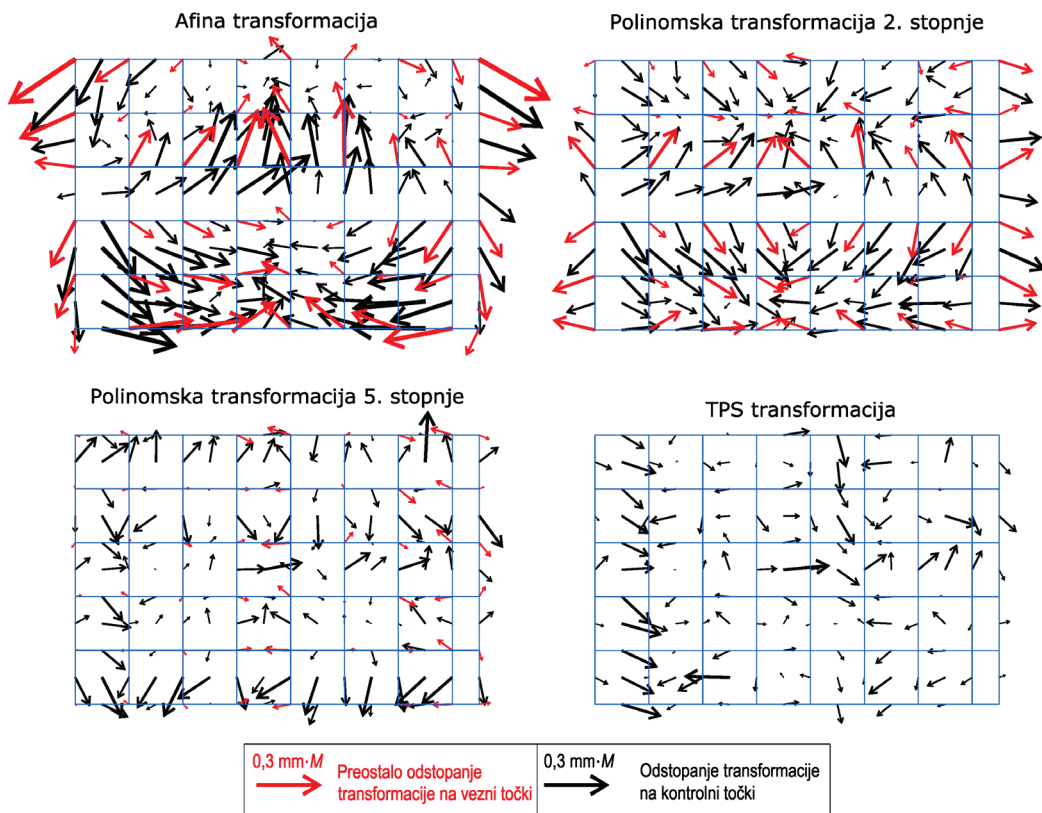
pomikov so si na veznih in bližnjih kontrolnih točkah zelo podobni. Afina transformacija se zato lahko uspešno uporabi za preučevanje zakonitosti porazdelitve distorzij tako na točkah, na podlagi katerih se določijo transformacijski parametri, kot tudi na točkah, ki so predmet transformacije.



Slika 6: Porazdelitev odstopanj na kontrolnih točkah pomožne koordinatne mreže lista načrta SA111 v merilu 1 : 1000, dobljenih s polinomsko transformacijo 5. stopnje in transformacijo TPS.

Odstopanja afine transformacije na celotnem listu načrta zelo nihajo, največja so v zgornjem levem in desnem vogalu načrta. Vektorji razlik koordinat kažejo, da se lokalni sistematični vplivi z afino transformacijo bistveno ne odstranijo. Višanje stopnje polinoma pri polinomskih transformacijah se odrazi v spremembah odstopanj na posameznih točkah. Najboljši rezultat v smislu homogenosti dobimo s polinomsko transformacijo 5. stopnje. Enakomerna razporeditev in razmiki vozlišč osnovne koordinatne mreže na geodetskih načrtih nove izmere zagotavljajo, da se distorzije lahko učinkovito odstranijo s polinomskimi transformacijami višjih stopenj. Na območju med veznimi točkami se pri tem ne pojavljajo nezaželene geometrijske deformacije.

Še boljše rezultate, kot jih daje polinomska transformacija 5. stopnje, daje transformacija TPS. Pri njej so vektorji pomikov manjši, spremembe smeri in spremembe velikosti pa manj izrazite. S tem je potrjena predpostavka, da je mogoče s pravilno izbiro transformacijskega modela odpraviti velik del sistematičnih vplivov. Tudi pri modelu TPS vektorji pomikov v nekaterih primerih kažejo na lokalno sistematičnost v smeri in velikosti, vendar pa so te spremembe med bližnjimi točkami majhne in postopne. To kaže, da je mogoče s transformacijo TPS eliminirati del sistematičnih vplivov na ožjem območju, pri čemer se geometrijski odnosi med točkami na širšem območju ne spremenijo.



Slika 7: Preostala odstopanja po transformaciji točk koordinatne mreže lista načrta SA111 v merilu 1 : 1000 pri afini in polinomskih transformacijah ter modelu TPS-transformacije.

Z ustreznim modelom transformacije lahko odpravimo deformacije listov skeniranih načrtov. Položajna točnost vsebine načrtov, ocenjena s pomožno koordinatno mrežo, je tako rekoč enaka točnosti njihovega kartiranja in digitalizacije.

4.2.3 Ocena položajne točnosti na podlagi kontrolnih točk geodetske osnove

V analizo točnosti je vključena tudi geodetska mreža, ki je bila na liste kartirana pri prvotni izdelavi analognega geodetskega načrta. Teoretične (prave) vrednosti koordinat vzamemo iz trigonometričnega obrazca št. 25, digitalizirane koordinate točk pa obravnavamo kot merjene vrednosti. Analiza po standardu NSSDA je izvedena na podlagi koordinat 2492 točk (637 točk za načrte merila 1 : 500, 1139 točk za načrte merila 1 : 1000, 290 točk za načrte merila 1 : 2500 in 426 točk za načrte merila 1 : 5000).

Izračunana povprečna vrednost $RMSE$, točk geodetske osnove je v mejah od $0,10 \text{ mm} \cdot M$ do $0,15 \text{ mm} \cdot M$ (merila 1 : 500 in 1 : 1000) ter od $0,15 \text{ mm} \cdot M$ do $0,20 \text{ mm} \cdot M$ (merila 1 : 2500 in 1 : 5000). Na načrtih meril 1 : 2500 in 1 : 5000 so za oceno točnosti uporabljene tudi geodetske točke, nanese na dele načrtov, ki so bili izdelani s pomanjšanjem listov načrtov večjih meril. To je najverjetnejši razlog,

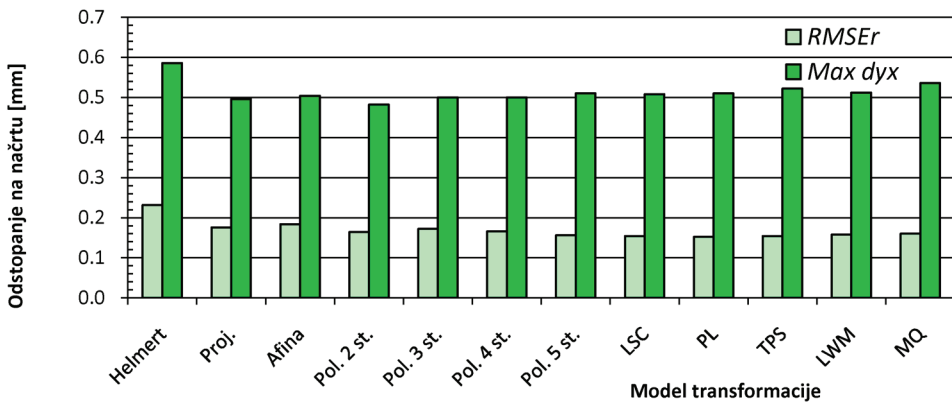
da je tu točnost slabša. Večje odstopanje od $0,3 \text{ mm} \cdot M$ ima statistično zanemarljivo število geodetskih točk. Na načrtih meril $1 : 500$ in $1 : 1000$ je za 95% točk $d_{yx} < 0,2 \text{ mm} \cdot M$.

Primerjava rezultatov ocene točnosti transformiranih načrtov merila $1 : 1000$ na podlagi točk pomožne koordinatne mreže (podpoglavje 4.2.2) in na podlagi točk geodetske mreže kaže, da drugi način daje za približno 25% večje vrednosti $RMSE_r$. Rezultati transformacije na podlagi točk geodetske mreže so torej slabši. Razlog za to je verjetno v postopku kartiranja. Del geodetskih točk ni bil kartiran na velikem koordinatografu skupaj s koordinatno mrežo, ampak naknadno. S tem je točnost kartiranja slabša, je pa tudi zelo odvisna od geodetskega strokovnjaka, ki je kartiranje izvedel. Pravilnost izvedbe postopka, sposobnost in odgovornost geodetskega strokovnjaka so odločilno vplivali na kakovost položaja naknadno kartiranih geodetskih točk na načrtu.

4.2.4 Ocena položajne točnosti na podlagi kontrolnih detajlnih točk

Zanima nas kakovost koordinat detajlnih točk, določenih z različnimi transformacijskimi modeli. Oceno omogoča primerjava teh koordinat s koordinatami, dobljenimi z obdelavo izvornih podatkov izmere. Izhajali smo iz terenskih zapisnikov detajlne izmere in skic izmere, vključno z dopolnilnimi kontrolnimi merami. Na podlagi podrobnega pregleda obsežnega gradiva so bile izračunane koordinate 5485 detajlnih točk (80% ortogonalne izmere in 20% polarne izmere – tahimetrije).

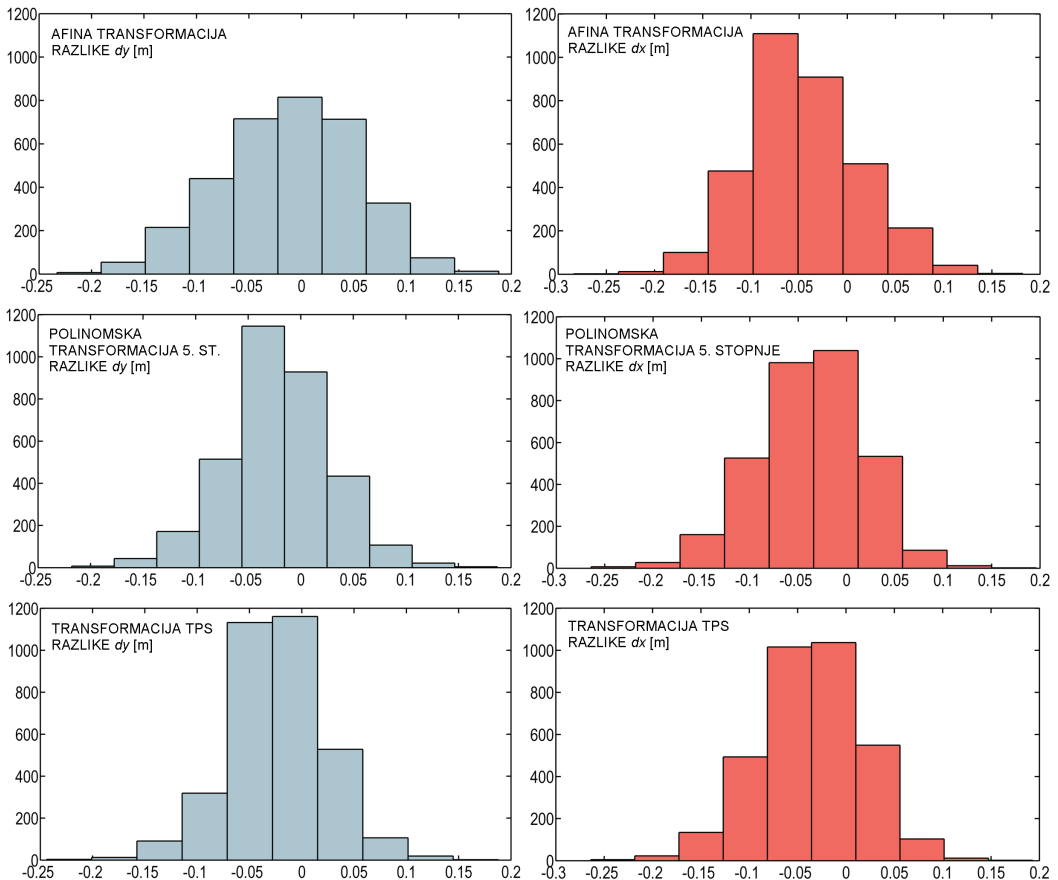
Rezultati primerjave koordinat detajlnih točk, izračunanih iz izvornih podatkov izmere, s koordinatami teh točk, dobljenimi s transformacijo iz izvornega sistema v BHDKS po standardu NSSDA, so v strnjeni obliki prikazani na sliki 8.



Slika 8: Povprečna vrednost korena srednjega kvadratnega pogreška $RMSE_r$ in največje položajno odstopanje $Max d_{yx}$ na detajlnih točkah na načrtu merila $1 : 500$ pri različnih modelih transformacije.

Statistične cenilke točnosti kažejo, da so najboljši rezultati dobljeni z uporabo metode LSC, polinomske transformacije 5. stopnje in transformacijskega modela TPS. Razlike transformiranih in teoretičnih koordinat detajlnih točk na načrtu merila $1 : 500$ so za 20% večje od primerljivih razlik koordinat točk geodetske osnove. To je razumljivo glede na to, da detajlne točke na načrt niso nanesene z velikim koordinatografom obenem s koordinatno mrežo, ampak se je njihovo kartiranje izvedlo naknadno z ortogonalnimi in polarnimi koordinatografi (čemusom in polarnim transporterjem). Neizbežni majhni

pogreški se pojavljajo pri postavitvi (centriranje in orientiranje) in sami uporabi koordinatografa. Poleg tega se je kartiranje detajlnih točk pogosto izvedlo na podlagi geodetskih točk, ki na načrt niso bile kartirane obenem z geodetsko mrežo, ampak naknadno. Posledica tega je nehomogena natančnost kartiranja detajlnih točk in točk koordinatne mreže. Povprečne vrednosti $RMSE_r$ v odvisnosti od uporabljenega transformacijskega modela zato znašajo od $0,15 \text{ mm} \cdot M$ do $0,20 \text{ mm} \cdot M$, kar je več od pričakovane vrednosti $0,1 \text{ mm} \cdot M$ (Ivković, 2015b). Pri transformacijskih modelih, ki dajejo najboljše rezultate, znaša za približno 80 % detajlnih točk $RMSE_r < 0,2 \text{ mm} \cdot M$, medtem ko je približno 4 % točk obremenjenih z odstopanji, večjimi od $0,3 \text{ mm} \cdot M$.



Slika 9: Histogrami razlik teoretičnih in transformiranih koordinat detajlnih točk lista načrta SA 149b v merilu 1 : 500 pri uporabi afine, polinomske transformacije 5. stopnje in TPS-transformacije.

Podrobno je obravnavan list načrta SA 149b v merilu 1 : 500, na katerem je na celotnem koristnem prostoru enakomerno razporejenih 3374 detajlnih točk, za katere so izračunane koordinate na podlagi izvornih meritev. Razlike teoretičnih in transformiranih koordinat so na obravnavanem načrtu nepričakovano velike, še posebej, če upoštevamo točnost metodologije za izdelavo analognega načrta in točnost digitalizacije. Porazdeljujejo se v intervalih dolžine 406 mm po osi y in 460 mm po osi x (podatki za polinomske transformacije 5. stopnje). Porazdelitev odstopanj prikazujemo s histogrami na sliki 9. Uvedeno

je ustrezno število statističnih razredov iste širine znotraj celotnega intervala. Čeprav histogrami (slika 9) po obliki spominjajo na normalno porazdelitev, statistični testi potrjujejo, da je empirična porazdelitev razlik koordinat značilno različna od normalne. Preverjanje, ali so razlike transformiranih in teoretičnih koordinat detajlnih točk po osi y in x (dy_i in dx_i , $i = 1 \dots n$) normalno porazdeljene glede na parametre, $RMSE_y$, $RMSE_x$, je izvedeno s testom Jarque-Bera (Thadewald in Büning, 2007). Testi so pokazali, da razlike koordinat niso normalno porazdeljene pri nobenem od obravnavanih transformacijskih modelov. To kaže na nehomogenost rezultatov transformacije v smislu točnosti, oziroma glede na prisotne preostale sistematične pogreške.

Obstoj sistematičnih pogreškov potrdimo ali ovržemo z intervalnimi ocenami za matematično pričakovane razlike koordinat po osi y in x . Pri analizi srednjih vrednosti je treba ugotoviti, ali se te vrednosti značilno razlikujejo od nič. Vsako značilno odstopanje od nič namreč kaže, da so v rezultatih prisotni sistematični pogreški. Sum o prisotnosti sistematičnih pogreškov v koordinatnih razlikah dy in dx je ovržen, če je izpolnjen pogoj:

$$\bar{d} - t_{(\alpha/2, n-1)} \cdot \frac{RMSE}{\sqrt{n}} < 0 < \bar{d} + t_{(\alpha/2, n-1)} \cdot \frac{RMSE}{\sqrt{n}}$$

kjer je t vrednost iz Studenove porazdelitve s stopnjo značilnosti $\alpha/2$, za $n - 1$ prostostno stopnjo (Radojčić i dr., 2011). Izračunani intervali niti za en model, s katerim je list načrta SA 149b transformiran iz izvornega v ciljni koordinatni sistem, ne vključujejo ničle, kar potrjuje prisotnost sistematičnih pogreškov.

5 SKLEP

Kakovost georeferenciranja geodetskih načrtov je v marsičem odvisna od znanja, koncentracije in skrbnosti strokovnjakov, ki postopek izvajajo, pa tudi od uporabljenega transformacijskega modela. Potrjeno je, da je mogoče z globalnimi polinomskimi transformacijami, pri katerih se koeficienti transformacijske funkcije določijo na podlagi koordinatne mreže načrta, uspešno odpraviti distorzijo, ki je posledica deformacije nosilca načrta in napak skeniranja. Enakomerna razporeditev in gostota vozlišč koordinatne mreže zagotavljata, da s polinomskimi transformacijami višjih stopenj uspešno odpravimo navedena odstopanja brez pojava oscilacij v prostoru med veznimi točkami. Priporočil o izogibanju uporabe polinomov višjih stopenj za geometrijsko obdelavo rastrskih podatkov se torej na podlagi ugotovitev raziskave pri obdelavi skenogramov geodetskih načrtov ni treba držati.

Najkakovostnejši rezultati geometrijske transformacije geodetskih načrtov so bili doseženi s transformacijskimi tehnikami, zasnovanimi na radialnih baznih funkcijah, od katerih se je kot najboljša pokazala metoda tankoslojnega zleпка (TPS).

Analiza transformacij detajlnih točk na podlagi točk koordinatne mreže načrta kaže, da so razlike teoretičnih in transformiranih koordinat posledica ne samo pogreškov digitalizacije, ampak tudi pogreškov kartiranja točk koordinatne mreže in (naknadno) detajlnih točk. To pomeni, da pri transformaciji iz izvornega v ciljni koordinatni sistem na podlagi točk koordinatne mreže, kot zahtevajo uradni predpisi, z nobenim postopkom ni mogoče v celoti odpraviti napak, narejenih pri izdelavi analognega geodetskega načrta.

Literatura in viri:

- Ariza, L. F., Atkinson, G. A. (2008). Analysis of Some Positional Accuracy Assessment Methodologies. *Journal of Surveying Engineering*, 134(2), 45–54. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:2\(45\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:2(45))
- Berk, S. (2001). Možnosti transformacije katastrskih načrtov grafične izmere v državni koordinatni sistem. *Geodetski vestnik*, 45(1–2), 91–108.
- Berk, S., Fabiani, N., Fajdiga, D., Oven, K., Komadina, Ž., Čeh, M., Lisec, A., Pavlovič Prešeren, P., Stopar, B. (2015). Verifikacija vsedravnega modela transformacije med D48/GK IN D96/TM. *Geodetski vestnik*, 59(1), 159–167.
- Berk, S., Fajdiga, D., Fabiani, N., Černič, B., Bajec, K., Mivšek, E., Oven, K., Čeh, M., Ferlan, M., Lisec, A., Mencin, A., Pavlovič Prešeren, P., Sterle, O., Trobec, B., Stopar, B. (2014). Kontrola, izboljšava in verifikacija modela trikotniške transformacije za potrebe prehoda sloja ZK in drugih prostorskih podatkovnih zbirk iz D48/GK v D96/TM na pilotnem območju IOGU Ljubljana. Končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.
- Berk, S., Komadina, Ž. (2013). Local to ETRS89 datum transformation for Slovenia : triangle-based transformation using virtual tie points. *Survey Review*, 45(328), 25–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/1752270611Y.0000000020>
- Bohdal, R. (2007). Picture Deformation Recovery of Cadastral Maps. *Journal of Electrical Engineering*, 58(7/5), 67–71.
- Burger, W., Burge, M. J. (2009). *Principles of Digital Image Processing: Core Algorithms*. London: Springer-Verlag.
- Burrough, P. A., McDonnell, R. (2006). Principi geografskih informacionih sistema. Prevod iz angleškega jezika B. Bajat in D. Blagojević. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Čeh, M., Lisec, A., Ferlan, M., Šumrada, R. (2011). Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra. *Geodetski vestnik*, 55(2), 257–268. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.02.257-268>
- Čeh, M., Šumrada, R., Ferlan, M., Švab, B., Lisec, A. (2012). Application of membrane homogenization method on Slovenian cadastral index map. *FIG Working Week 2012, Rim, Italija*, 6.–10. maj 2012. Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage. *Proceedings. Rim: FIG, 2012*, 10 str.
- Fogel, D. N., Tinney, L. R. (1996). Image Registration using Multiquadric Functions, the Finite Element Method, Bivariate Mapping Polynomials and the Thin Plate Spline. Santa Barbara, Kalifornija, ZDA: National Center for Geographic Information and Analysis.
- Gielsdorf, F., Gruendig, L., Aschoff, B. (2003). Geo-Referencing of Analogue Maps with Special Emphasis on Positional Accuracy Improvement Updates. *FIG Working Week 2003, Pariz, Francija*, 13.–17. april 2003, 8 str.
- Goshtasby, A. A. (2000). Transformation Functions. CiteSeer⁴. https://www.researchgate.net/publication/2316646_Transformation_Functions, pridobljeno 23. 4. 2015.
- Goshtasby, A. A. (2005). 2-D and 3-D Image Registration for Medical, Remote Sensing, and Industrial Applications. Hoboken, New Jersey, ZDA: John Wiley & Sons, Inc.
- Huisman, O., de By, R. A. (ur.) (2001). *Principles of Geographic Information Systems*. Enschede, Nizozemska: The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC).
- Ivković, M. (2015a). Digitalni planovi. Interna skripta. www.geof.unizg.hr/~mivkovic/nastava_files/DP-mivkovic.pdf, pridobljeno 20. 4. 2015.
- Ivković, M. (2015b). Geodetski planovi. Interna skripta. <http://bs.scribd.com/doc/234237254/Geodetski-planovi-M-Ivkovic#scribd>, pridobljeno 30. 4. 2015.
- Ključanin, S. (2013). INSPIRATION: National report Bosnia and Herzegovina (Act. 1.3) – District Brcko. Zagreb: Projekt INSPIRATION – Spatial Data Infrastructure in the Western Balkans, projekt ID: EuropeAid/130907/C/SER/Multi. http://www.gfa-group.de/web-archive/inspire/www.inspiration-westerbalkans.eu/5/8/9/9/0/3/Nacionalno_IPP_izvjesce_Distrikt_Brcko.pdf, pridobljeno 2. 11. 2015.
- Lero, M. (2005). Metodologija održavanja i obnove katastra nepokretnosti u RS-BiH. Doktorska disertacija (delovna verzija). Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- MapSoft (2014). Beograd: Preduzeće za geometriku MapSoft, d.o.o. <http://www.mapsoft.rs/index.php/sr/gis-softver/mapsoft/mapsoft>, pridobljeno 5. 1. 2015.
- Miladinović, M. (2005). Geodetski planovi. <http://www.scribd.com/doc/203228058/91Geodetski-Planovi-MM#scribd>, pridobljeno 4. 11. 2013.
- Ninkov, T., Uljarević, B. (1991). Razmatranje problema prevođenja grafičkih baza u digitalni oblik. V: J. Kobolica, D. Štemberger, M. Gostović, B. Borozan, E. Rončić in R. Ribarovski (ur.). *Savetovanje nove tehnologije u geodeziji: Zbornik radova* (str. 127–137). Neum, BiH: Savez geodetskih inženjera i geometara Jugoslavije.
- NSSDA – Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy (1998). Reston, Virginija, ZDA: Federal Geographic Data Committee (FDGC), Subcommittee for Base Cartographic Data.
- Ochis, H., Russell, E. C., Hoffer, R. M. (1997). Comparison of a Triangulation-Based Piecewise Transformation to Polynomial-Based Geometric Correction Algorithms. *ACSM ASPRS annual convention and exposition. Remote sensing and photogrammetry*, 3, 215–225.
- Pravilnik o bazi podataka katastra nekretnina (2008). Sarajevo: Federalna uprava za geodetske i imovinsko pravne poslove. <http://www.fgu.com.ba/bs/pravilnici.html?file=files/Stranice/PDF>, pridobljeno 5. 1. 2014.
- Pravilnik o digitalnom geodetskom planu (2004). Službeni glasnik Republike Srpske, 13(43). <http://www.rgurs.org/dokumenti/pravilnici/Pravilnik%20o%20digitalnom%20geodetskom%20planu.pdf>, pridobljeno 7. 4. 2015.
- Radojčić, S., Borisov, M., Božić, B. (2011). Položajna tačnost geografskih informacija i savremeni standardi za njeno ocenjivanje. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 91(2), 99–112. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/GSGD1102099R>
- Riazanoff, S., Santer, R. (2006). Quality of Raster Data. V: R. Devillers in R. Jeansoulin (ur.), *Fundamentals of Spatial Data Quality* (str. 61–88). London: ISTE Ltd. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470612156.ch4>
- Ročić, M., Cetl, V. (2002). Transformacije geometrijskih podataka u katastru. *Geodetski list*, 79(3), 155–170.
- Ročić, M., Cetl, V., Matijević, H., Kapović, Z., Mastelić Ivić, S., Ivšić, I. (2002). Prevođenje katastarskih planova izrađenih u Gauss-Kruegerovoj projekciji u digitalni vektorski oblik – postupci i procedure. Zagreb: Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Schowengerdt, R. A. (2007). *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*. Burlington, Massachusetts: Elsevier Inc.

- Stefanović, S. (2007). Komparativna analiza postojećih programa za georeferenciranje. Geodetska služba, 107–108, 5–11.
- Thadewald, T., Büning, H. (2007). Jarque–Bera test and its competitors for testing normality: A power comparison. Journal of Applied Statistics, 34(1), 87–105. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02664760600994539>
- Tuno, N. (2007). Polinomska transformacija u georeferenciranju. Geodetski glasnik, 39, 38–46.
- Vračarić, K., Marošan, S. (2003). Podela duži u datoj srazmeri primenjena na digitalizaciju koordinata tačaka. Geodetska služba, 32(3), 9–15.
- Vukotić, Nj., Senić, N., Šimić, S. (1989). Primjena CAD/CAM sistema na obradi planova i karata u komasaciji. V: M. Gostović, D. Štemberger, V. Rančković, L. Barcal in Z. Galić (ur.), Savetovanje geodezija i informacijski sistemi u prostoru, katastra zemljišta: Zbornik radova (str. 213–225). Jajce, BiH: Savez geodetskih inženjera i geometara Jugoslavije.

Tuno N., Mulahusić A., Kogoj D. (2015). Vrednotenje modelov transformacije geodetskih načrtov. Geodetski vestnik, 59 (4): 736-751.
DOI: 10.15292/geodetski-vestni.2015.04.736-751

doc. dr. Nedim Tuno, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Sarajevu, Građevinski fakultet
Patriotske lige 30, BIH-71000 Sarajevo, Bosna in Hercegovina
e-naslov: nedim_tu@yahoo.com

izr. prof. dr. Dušan Kogoj, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: dusan.kogoj@fgg.uni-lj.si

izr. prof. dr. Admir Mulahusić, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Sarajevu, Građevinski fakultet
Patriotske lige 30, BIH-71000 Sarajevo, Bosna in Hercegovina
e-naslov: amulahusic@yahoo.com

VZPOSTAVITEV INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA SPREMLJANJE PRIVLAČNOSTI OBMOČIJ IN UPRAVLJANJA POLITIK V JUGOVZHODNI EVROPI

TOWARDS A MONITORING INFORMATION SYSTEM FOR TERRITORIAL ATTRACTIVENESS AND POLICY MANAGEMENT IN SOUTH EAST EUROPE

Ljiljana Živković, Stefano Marani, Sandi Berk, Vesna Dežman Kete, Francesco Trapani, Gianandrea Esposito, Natalija Špeh, Đorđe Milić, Tijana Živanović, Blaž Barborič

UDK: 711(497.6)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04

Prispelo: 1. 10. 2014

Sprejeto: 29. 11. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.752-766

PROFESSIONAL ARTICLE

Received: 1. 10. 2014

Accepted: 29.11.2015

IZVLEČEK

Trajnostni in uravnotežen razvoj območij, ki temelji na prostorskih razvojnih politikah, potrebuje strateških prioriteta in ciljem podrejeno informacijsko podporo. Takšna informacijska podpora mora zagotavljati učinkovit proces odločanja kot tudi učinkovito usklajevanje sektorskih politik. Da bi v prihodnosti dosegli in uresničili prednostno dogovorjene naloge, je Evropska unija začela z izvajanjem strategij, direktiv in pobud, kot so Evropa 2020, INSPIRE etc.. Te informacijsko usmerjene strategije naj bi zagotovile ustrezne odgovore glede razvojnih potreb kot tudi podporo pri oblikovanju ustreznih politik. Osem partnerskih držav in regij si je s projektom "Ocena privlačnosti območij v Jugovzhodni Evropi", ki je bil izbran na četrtem razpisu transnacionalnega programa JV Evropa, zadalo cilj oblikovanja zasnove informacijskega sistema za spremljanje stanja v prostoru na območju Jugovzhodne Evrope. Ta naj bi predstavljal pomoč odločevalcem v prostoru pri sprejemanju kakovostnih, podatkovno zasnovanih odločitev. Osrednja tema projekta je bil pojem privlačnosti območij. Članek predstavlja metodologijo in rezultate projekta.

KLJUČNE BESEDE

prostor, prostorski razvoj, prostorski informacijski sistem, spremljanje stanja v prostoru, privlačnost prostora, EU, jugovzhodna Evropa

ABSTRACT

Policy-based management towards sustainable and cohesive territorial development needs a strategic priorities oriented information platform. This information platform should secure an effective decision-making process as well as an efficient coordination of sectoral policies and activities. In order to achieve and implement commonly agreed development priorities in the future, the European Union have launched several strategic initiatives, such as Europe 2020, INSPIRE, etc. These strategies ones are expected to provide appropriate responds to development needs, as well as to support the creation of relevant policies. Aiming to establish a territorial monitoring information system in SEE region, eight countries have launched the project "Territorial Attractiveness Assessment in South East Europe" within the 4th Call of SEE Transnational Cooperation Programme. Such an information system is, needed to build a region-wide information platform for an efficient decision-making and coordination of strategic actions towards smart, sustainable and inclusive growth. The pilot domain of project was territorial attractiveness. This article provides a description of project's main results.

KEY WORDS

Space, spatial development, spatial information system, territorial monitoring system, territorial attractiveness, EU, South East Europe

1 INTRODUCTION

In order to ensure equal and sustainable development opportunities throughout Europe, European Union (EU) has committed its strategic and regulating efforts as well as funding supports to remove existing structural disparities within its different areas and domains. Therefore, the main aim of the EU Regional Policy (InfoRegio, 2014) is to provide development mechanisms and solutions for European regions to retain their specificities while being able simultaneously to compete, innovate, adopt principles of smart and inclusive growth, and implement sustainable and cohesive development tools in general.

Within the EU Regional Policy special attention has been delegated to EU border areas, especially candidates and potential candidates' countries (like Serbia, FYR Macedonia, Bosnia and Herzegovina, etc.). In order to upgrade their development level, and to make them able to compete and develop in a sustainable and balanced manner, EU has launched South East Europe Transnational Cooperation Programme (SEE Programme, 2014). The aim of this article is to provide an overview of the main objectives and results produced during activities of building the technological framework for the regional monitoring information system proposed within the project "Assessing Territorial Attractiveness in South East Europe" (Attract-SEE Project – below just project) (Attract-SEE, 2014), which ran within the 4th Call of the SEE Programme (Priority: Development of transnational synergies for sustainable growth areas; Area of intervention: Promote a balanced pattern of attractive and accessible growth areas).

2 MONITORING OF REGIONAL DEVELOPMENT IN SOUTH EAST EUROPE

The EU Regional Policy (InfoRegio, 2014) and its goals are operationalized also through the Europe 2020 strategic objectives in general (Europe 2020, 2014) and Territorial Agenda (TA) 2020 for spatial development in particular (TA, 2014). In both documents, the importance of the territorial cohesive development dimension has been emphasized along economic and social ones. Furthermore, these strategic documents identify priorities, targets and initiatives for an inclusive, sustainable and smart growth within the EU territory to be reached till 2020, thus providing a common vision and directions for national and regional territorial development policies management and planning, both for Member and Candidate states.

However, in order to implement these common territorial directions, a set of updated, comprehensive, selective and structured data and information for each region is needed. Thus, EU has launched two other initiatives, namely Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE, 2014) and European Observation Network for Territorial Development and Cohesion (ESPON, 2014). Both initiatives provide a basis and preconditions for a balanced, smart, inclusive and sustainable territorial development planning, monitoring and management within EU and Europe in general.

Nevertheless, those programs have not been fully implemented either in all EU Member states or in the Candidate ones, like Serbia, FRY of Macedonia or Bosnia and Herzegovina despite increasing demand for data and information for making decisions and creating reality-adjusted development policies. Therefore, the aim of the Attract-SEE Project was to overcome those deficiencies in information and related tools at national level, and provide preconditions to build the SEE-wide monitoring information system for territorial development decision-making and policies management, coordination and implementation.

In order to define the scope of activities and results within the Attract-SEE Project, existing national practices in the domain of territorial development monitoring and related information system development in partner countries had been analyzed.

2.1 Territorial development monitoring practices in SEE

On one side, the study of national territorial development monitoring information systems and their current statuses in eight countries participating in the Attract-SEE Project (Austria, Croatia, Hungary, Italy, Slovenia, Serbia, FYR of Macedonia and Bosnia and Herzegovina), revealed a prevailing lack or just early development stages of these systems as well as monitoring data collections. On the other side, all project partner countries recognized a need to develop comprehensive and updated territorial development monitoring tools as well as data collection activities, where some of the partners have already legally prescribed them (URL 1).

In general, this study included a comparative analysis of several dimensions of territorial monitoring practices in each country regarding their legal, institutional, financial, technological, coordination and decision-making processes. As expected the analysis revealed not only many differences among the project partners, but also common demands to develop territorial monitoring information system and data collection activities that would support development policies, strategies management as well as decision-making processes.

In other words, the performed regional study revealed that despite mutual differences and disadvantages, significant efforts are being invested into the information system establishment for territorial development planning and management. In addition all partner countries have been implementing EU standards (like ESPON or INSPIRE) and initiatives and programs' recommendations (prescribed within Europe 2020 and TA 2020) in an uneven manner, but there exist strong awareness of benefits of cross-border and transnational cooperation as well as exchange of relevant best practices and lessons learned.

This study emphasized all necessary components for the regional territorial development monitoring information system establishment in the SEE region, whose technical components are described in this article.

2.2 The background of the Attract-SEE Project

Based on the previous study of partner countries' relevant practices and needs, the main aim of Attract-SEE Project was to define the framework for the establishment of territorial development monitoring information system in the SEE region, which would be consisting of national monitoring systems and would provide a common platform for informed and timely strategic decision-making and cross-border policies coordination (Neuschmid et al., 2013; URL 2). This framework is assumed not only to reflect the latest knowledge and trends in data management and information system development, but also to include relevant EU strategies and policies principles as well as different EU information-related programs' standards and recommendations.

Since the research duration period was limited to 24 months, implementation objectives were directed towards identification, definition and description of the regional framework and its components for

territorial attractiveness management as pilot development feature. Furthermore, all these components as well as the regional framework in general were presupposed to be applicable to any other feature of territorial development and relevant policy management. These common framework components needed for building an efficient, harmonized and interoperable regional territorial development monitoring system (which are in the focus of this article) include:

- Territorial attractiveness definition;
- Territorial attractiveness indicators;
- Data harmonization and interoperability model; and
- Reporting format on territorial attractiveness.

Besides above, expected results assumed also establishment of national and transnational –i.e. regional– networks of territorial development decision-makers and other stakeholders by organizing several national and international workshops. The main task of these networks was to coordinate and translate relevant EU policies to the national ones, and to monitor and evaluate their implementation, relying on emerging regional monitoring information system with indicators, in this case for territorial attractiveness (URL 3, URL 4).

3 METHODOLOGY

3.1 Aims and methodology

In order to achieve objectives and accomplish expected results of the work, project scope and implementation have been divided and organized thematically in work packages that consisted of activities and tasks identified as necessary for each component of regional territorial development framework definition. Due to a complex nature of regional territorial development and information system implementation and establishment, various qualitative and quantitative methods were applied, including: analysis-synthesis; value-adding; comparison; generalization; categorization; statistical and graphical methods; modelling; descriptive method and others. These methods have been included in a number of linked activities listed in the next logical flow of steps:

- Step 1: Analysis and comparison of existing practice in partner countries regarding territorial development monitoring information system and policy management;
- Step 2: Establishing national stakeholder networks for decision-making and policies coordination and implementation;
- Step 3: Defining territorial attractiveness by Territorial Capitals and Assets;
- Step 4: Defining a set of territorial attractiveness indicators relevant for SEE region attractiveness description and identity preservation;
- Step 5: Determination of methodology to define indicators for territorial attractiveness;
- Step 6: Development of data and metadata harmonization and interoperability model for collecting and storing values for territorial attractiveness indicators; and
- Step 7: Identification of reporting format on territorial attractiveness appropriate for regional/national policy implementation, monitoring and evaluation.

Since the focus of this article is on presentation of the information system for regional territorial attractiveness monitoring and policy coordination in SEE, (above listed) methodological steps 3 to 7 that

are directly connected to this system components definition and creation are described more into detail in the next lines.

3.2 Information system for territorial attractiveness and policy management

Based on previous experiences and collected best practices, it was agreed that the national information systems for territorial attractiveness monitoring and policy management need to have minimum four common components in order to compose regional territorial attractiveness monitoring system in SEE in future. Methods and approaches applied for these four components determination included:

- *Territorial attractiveness definition (Step 3)*

In order to identify territorial attractiveness definition that would support determination of main objectives and components for future territorial attractiveness development and policy management in SEE, applicable outputs and recommendations resulted from relevant and/or similar initiatives supported by EU/EC have been collected, analyzed and selected, like:

- ESPON ATTREG Project definition and identified Territorial Capitals and Assets for territorial attractiveness development and management (ATTREG, 2012);
- Europe 2020 Strategy with goals for smart, sustainable and inclusive growth; and
- Territorial Agenda 2020 approach to cohesive territorial development in Europe;

- *Territorial attractiveness indicators and their definition (Step 4 and 5)*

Based on the common definition of territorial attractiveness identified in previous Step 3, selection method following agreed principles of data availability, relevance and compactness has been applied (URL 5) to identify set of common territorial attractiveness indicators. In order to support indicators data reuse and future territorial and thematic expansion of information system, partner countries have analyzed ESPON indicators definition method, based on INSPIRE metadata approach, and created method for defining selected territorial attractiveness indicators. In other words, using selection method, partner countries identified set of parameters for describing every indicator by combining existing data management standards and recommendations (like, INSPIRE (INSPIRE, 2014) and Plan4all (Plan4all, 2012)) with relevant project partners' previous experiences;

- *Territorial attractiveness data harmonization and interoperability model (Step 6)*

Following INSPIRE and Plan4all Project's recommendations, relevant project partners' national initiatives and experiences, as well as common territorial attractiveness definition and indicators identified in previous steps, common data harmonization and interoperability model was built. For this purpose, partner countries used Unified Modelling Language (UML) for structuring and visualizing future common database of regional information system for territorial attractiveness development monitoring and management;

- *Territorial attractiveness reporting format for national and transnational level (Step 7)*

Finally, based on analysis of outputs from previous methodological steps, as well as input from Step 1 and 2 and project partners previous experiences in the fields of territorial development reporting, appropriate common format for reporting on national and regional – transnational-territorial attractiveness status was created.

After implemented methodological approach, main components of common information system for monitoring territorial attractiveness and related policy coordination in SEE region were defined. These components and their characteristics are generally presented and assessed in the next chapter.

4 RESULTS AND DISCUSSION

The main challenge in the process of defining framework component for information system for monitoring territorial attractiveness in the SEE region was the identification of solutions applicable to each partner-country's specificities, in the sense of their different territorial development vision, needs and resources capacity.

Therefore, the components of this future monitoring information system were created to support standardized and reusable outputs, on one side, and further content and thematic expansion with other territorial development features (besides attractiveness). Additionally, in technical sense, the components of future regional monitoring information system were defined to allow object-oriented character and scalability, where each component of this system would be (software) platform independent.

4.1 Regional information system for monitoring territorial attractiveness

Starting from previously identified needs and preconditions, the establishment of a regional information system for monitoring territorial attractiveness aimed at informed decision-making and policy coordination assumed four common components:

- Common territorial attractiveness definition (URL 6);
- Set of common territorial attractiveness indicators and their definition (URL 7, URL 8);
- Common data harmonization and interoperability model (URL 9); and
- Common format for territorial attractiveness reporting at national and transnational level (URL 10).

As part of the framework for an efficient and effective regional territorial monitoring system establishment, partner countries created and/or strengthened stakeholder networks at the beginning and throughout the project period by way of four national workshops (URL 11), creating thus ownership and commitment preconditions for its successful implementation and future sustainability. (URL 3) Finally, the aimed policy coordination process and right decision-making were facilitated further by the Policy coordination process handbook (URL 4) prepared to provide spatial planners and other stakeholders with practical instructions to create better coordination mechanisms in strategic territorial development processes.

Above listed regional information system for territorial attractiveness monitoring components are described in the next four chapters, followed by a discussion on their implementation implications.

4.1.1 Definition of territorial attractiveness

Territorial attractiveness within the Attract-SEE Project was defined as capacity of certain Territorial Capitals and Assets to attract and retain target groups (tourists, residents, migrants and companies/invest-

ments) by already existing or developed advantages (environmental, economic and human, anthropic, socio-cultural, and institutional), imposed by relevant policies and their goals.

Two levels of attractiveness were recognized: 1) internal attractiveness that assumes the capacity of retaining the reached level of development, attractiveness and population already residing on a certain territory, and 2) external attractiveness that assumes the capacity for internationalization, that is, attracting new development, residents and investments on a certain territory (Figure 1).

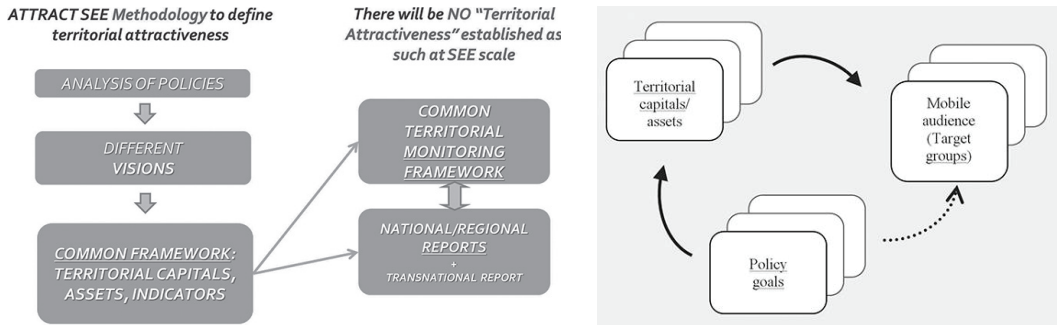


Figure 1: Territorial attractiveness concept and framework (URL 2, URL 6).

4.1.2 Indicators of territorial attractiveness

In order to describe territorial attractiveness as a measurable and manageable category, each selected Territorial Capital/Asset was described with one or more indicators that each partner found relevant for national and regional territorial attractiveness development. Following that approach, next set of 41 indicators was selected as needed for assessment and management of territorial attractiveness both on national and SEE region level (see also Table 1):

- Environmental Capital – 10 indicators;
- Anthropic Capital – 5 indicators;
- Socio-Cultural Capital – 6 indicators;
- Economic/Human Capital – 15 indicators; and
- Institutional Capital – 5 indicators.

Selected common territorial attractiveness indicators were further elaborated and categorized by purpose (pressure, state or response) (URL 7), by targeted mobile audience (companies/investments, tourists, residents and migrants) (URL 6), and by spatial coverage (M stands for mandatory and refers to transnational core indicators, O stands for optional national indicators, while C stands for national/transnational indicators for which data should be collected, if the same exist; Table 1).

Table 1: List of common territorial attractiveness compiled by survey of partner countries, and based on existing databases, like from different sources of Eurostat, OECD, European Commission, European Environmental Agency, United Nations, UNECO, World Bank, ESPON projects (URL 8).

No.	Territorial asset	Indicator	Purpose	Mandatory	Target group
ENVIRONMENTAL CAPITAL					
1		Greenhouse gas emission (Europe 2020 indicator)	State	M	
2	Environmental quality	Air pollution: PM10	State	M	Tourists, Residents, Migrants
3		Air pollution: Ozone concentration	State	M	
4		Population connected to urban waste water treatment with at least secondary treatment	Response	M	
5		Artificial surface by Corine Land Cover	Pressure	M	
6	Territorial/ ecosystem integrity	Protected Areas for biodiversity: Habitats Directive (% of terrestrial protected areas) (Natura2000)	State	O	Companies/ Investments, Tourists, Residents
7		Ecosystem services	State	O	
8		Electricity generated from renewable sources	Response	M	
9	Natural resources and energy	Consumption of water per capita	Pressure	M	Companies/ Investments, Residents
10		Share of Renewable Energy in Final Energy Consumption by NUTS 2 regions (%) (Europe 2020 indicator)	Response	O	
ANTHROPIC CAPITAL					
11	Urban quality	Surface of urban green [ha or %] or m2 of urban green space per capita	State	O	Companies/ Investments, Residents, Migrants
12		Urban/rural population (or Urban rural classification)	State	C	
13	Landscape quality	% of terrestrial area protected (total and by ecological region)	State	M	Tourists, Residents
14	Infrastructures	Population (or households) with accessibility to high-speed broadband (1 Mbit/second up and down)	State	M	Companies/ Investments, Tourists, Residents, Migrants
15		Accessibility by road, rail, air	State	O	
SOCIO-CULTURAL CAPITAL					
16	Culture	Number of theatres, museums, galleries and public libraries per 10,000 inhabitants	State	M	Tourists, Residents, Migrants
17		European cultural sites on the UNESCO World Heritage List, 2010	State	M	
18		Life expectancy at birth by sex (Europe 2020 indicator)	State	M	
19	Quality of life	Gross disposable household income	State	M	Companies/ Investments, Tourists, Residents, Migrants
20		People at risk of poverty or social exclusion (Europe 2020 indicator) or % in risk of poverty	Pressure	M	
21		Gender imbalances	Pressure	O	

No.	Territorial asset	Indicator	Purpose	Mandatory	Target group
ECONOMIC/HUMAN CAPITAL					
22		Population aged 25-64 with tertiary education	State	M	
23		Numbers employed in the Research & Development out of the total labour force	State	M	Companies/ Investments, Residents, Migrants
24	Knowledge & Innovation	Research & Experimental Development expenditure as % of GDP (Europe 2020 indicator)	Response	M	
25		Patent applications submitted to the Office European Patent per million population	State	M	
26		Employment rate 20-64 years by sex [%] (regional) (Europe 2020 indicator)	State	M	Companies/ Investments, Residents, Migrants
27	Employment	Youth unemployment rate	Pressure	M	
28	Specializations /	Share of employment by sector	State	M	Companies/ Investments
29	Key sectors	Share of each sector in GDP	State	O	
30		Number of overnight stays of tourists per capita per year	Pressure	M	Companies/ Investments, Tourists
31	Tourism	Share of tourism related employment in total employment	State	M	
32	Investment Promotion	Building permits (Commercial, Industrial, Institutional, Residential) [in €]	State	M	Companies/ Investments, Migrants
33		% of GDP of foreign direct investment	Response	M	
34		Population growth rate	State	M	
35	Population	% of population in age 20-64 years	Pressure	M	Residents, Migrants
36		Ageing index	Pressure	M	
INSTITUTIONAL CAPITAL					
37	Governance	Administrative cases/issues that can be initiated and/or arranged online (or in other electronic format)	State	O	Companies/ Investments, Residents
38		Composition of local government expenditures	State	M	
39		Number of foreign students and/or professors	State	C	
40	International relations	Number of Cross-border European projects	State	O	Companies/ Investments, Migrants
41		Number of European cooperation projects (except cross-border)	State	O	

In order for selected common territorial attractiveness indicators data to be collected in consistent and comparable way, and to be reusable by other development initiatives in future, each indicator was described in uniform way by using parameters of identified indicator definition (Table2).

Table 2: Sheet for indicator definition (URL 9).

Parameter	Description of spatial indicator
Name	Name of the spatial indicator
Inspire ID	Unique identifier of the indicator; the ID is composed of (1) a namespace and (2) a unique number; the namespace is composed of the 'organization' and the acronym 'SI' (spatial indicator) Source: Inspire Generic Conceptual Model D2.5_v3.2 Identifier Management
Asset	Asset to which the indicator belongs (environmental quality, natural resources/energy, urban quality, quality of life, etc.)
Capital	Capital to which the asset belongs (environmental capital, anthropic capital, etc.)
Definition	Detailed definition of the indicator
Purpose	Description why the indicator is needed, its purpose and objectives
Determination	Way of calculating the indicator
Maintenance/ publishing frequency	Frequency with which changes and additions are made to the indicator value; update frequency of the indicator value. Values: continual, daily, weekly, fortnightly, monthly, quarterly, biannually, annually, as Needed, irregular, not Planned, unknown. Source: ISO 19115(
Data source	Recommended data source for indicator calculation; link to metadata profile: "resource title (dataset name)" and "responsible organization" (for the dataset)
Geographic name	Area that is covered by the indicator (Name of the region, country)
Statistical level	Spatial level of the indicator (transnational, national, NUTS 2, NUTS 3)
Type	Indicator type, e.g. pressure, state, response/performance indicator

4.1.3 Data harmonization and interoperability model

Based on previously developed indicator definition (Chapter 4.1.2) and taking into account relevant initiatives for developing EU-wide spatial data infrastructures for environmental and related policies support (INSPIRE), data model was built using the Unified Modeling Language – UML (Figure 2) for common territorial attractiveness indicators description. Created model secures indicators' data harmonization and interoperability essential for distributed information system establishment, like this regional monitoring information system would be (URL 9).

Developed object-oriented and scalable model for management of territorial attractiveness data consists of core metadata and indicators data classes and enumerations, and provides storage for five indicators' dimensions: spatial, thematic, lineage, temporal and dataset. Besides this, developed data model for monitoring territorial attractiveness was based on a couple of rules agreed among project partners, which are needed for achieving comparability of indicator values by different dimensions (as criteria).

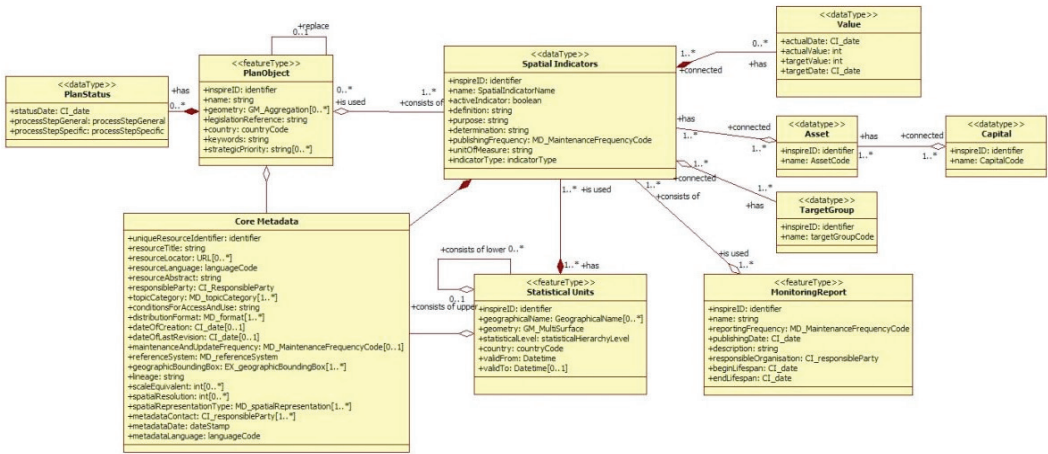


Figure 2: UML data model for database of common monitoring information system for territorial attractiveness policy coordination in the SEE region (URL 9).

4.1.4 Territorial attractiveness reporting format

Proposed territorial attractiveness reporting format was based on national policy management processes of partner countries, as well as their relevant stakeholders’ decision-making needs. Thus, due to administrative and policy scope differences among partner countries, specific rules were applied to achieve the appropriate level of content homogeneity among eight national reports, needed for preparing the synthesis report for the territorial attractiveness status of SEE region as a whole (URL 10).

In general, the proposed format of territorial attractiveness reporting at national level includes two parts: (1) description of national policies and/or strategies relevant for territorial attractiveness management, and (2) presentation of the values and trends for selected common indicators. Graphical presentation of territorial attractiveness for monitoring was based on the existing NUTS 3 classification, or equivalent (EUROSTAT, 2014). Annual period was agreed for the indicator values calculation, and year 2013 as reference epoch. In order for development linear trends to be identified, indicators’ data were collected for 5-year period (2008–2012), where and if possible (URL 12), and method of least square was applied for time series processing. Annual indicator trend was determined as a percentage of growth/decline of the indicator value per year. As an example of the national attractiveness report indicator presentation, consumption of water per capita in Slovenia is shown in Figure 3.

In addition, transnational territorial attractiveness report provides a comparative overview of common Territorial Capitals and Assets in the SEE region, identifying the relations between different cross-cutting policy priorities and different targets/audiences. Without the ambition to define any sort of ranking, it provides a general analysis of common indicators values over the SEE area for those years with available data. As an example of the transnational attractiveness report indicator presentation, the consumption of water per capita is shown in Figure 4.

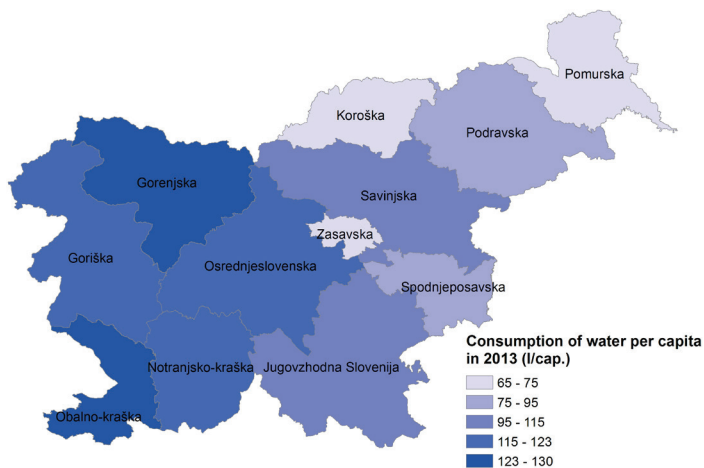


Figure 3: Daily consumption of water per capita in Slovenia in 2013 (URL 13).

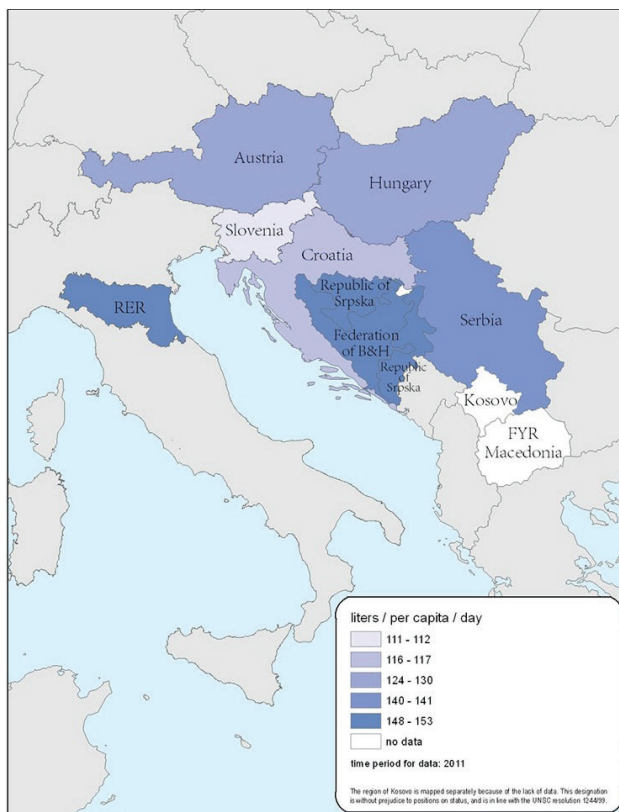


Figure 4: Consumption of water per capita in SEE in 2011 (URL 10).

4.2 Discussion

It is expected that the proposed monitoring information system for territorial attractiveness policies coordination in the SEE region would ensure an easy, comparable and comprehensive evaluation of both territorial attractiveness status and relevant policies' goals in future. In order to achieve this aim, this regional monitoring system would rely on continuously developing Information and communications technology (ICT) advantages, as well as current and new EU initiatives relevant for spatial data management and territorial development in general.

At national level, the monitoring of indicators' values relevant for territorial attractiveness, and consequent policy goals evaluation against them and identified target groups, would provide an informed and reliable basis for a proper decision-making and strategic action planning. In consequence, by supporting active communication within the established national stakeholders' network, proposed monitoring information system would help to discover discrepancies among national sectoral strategic goals, and thus increase the overall efficiency of shrinking public development resources within each partner country, both horizontally among different domains and vertically among administration levels.

On the SEE level, the proposed regional monitoring information system would support better communication and effective action coordination between national networks of decision-makers and policy managers in future. In other words, it is expected that the here proposed monitoring information system would provide a much easier comparison of territorial attractiveness status and identified strategic goals between countries, and thus increase the number of initiatives which cooperate and exchange good practices in domain of EU policies translation and integration in national/regional level (specially between Member and bordering/Candidate states).

Finally, the Attract-SEE Project has demonstrated the importance and value of exchanging different practices, approaches and views regarding territorial attractiveness and development in general in Europe. In addition, it is estimated by partners that project results would provide a good basis and show relevant directions for a further and faster building and improvement of modern information platforms in the SEE region in future, supported by other projects and initiatives within National spatial data infrastructures (NSDI) and other sectoral Spatial data infrastructures (SDIs) domain.

5 CONCLUSION

In an increasingly dynamic and complex modern working and living environment, eight countries have recognized the need and launched the Attract-SEE Project with a specific objective to create a common territorial attractiveness monitoring information system. Being at the core of a broader territorial monitoring framework, namely ESPON, this regional monitoring information system is planned to secure an informed and timely strategic decision-making on the one side, and a better coordination of strategic goals and activities in general within SEE region, on the other.

In the short run, it is expected that developed project results and achieved goals would provide valuable insights into territorial attractiveness feature throughout the SEE region and participating countries themselves. In the long run, the same concept of territorial development monitoring should be possible

to apply also on the other territorial development features, identified as critical for cohesive, balanced and sustainable development within relevant EU policies and strategy documents. Consequently, it is expected that project would directly generate further implementation and adoption of recommendations and results in the domain of data and information management, resulting from different EU development initiatives in future. And, indirectly, especially partners from Candidate states assume that the results and benefits of the Attract-SEE project activities would stimulate new collaborations and wider engagement of local decision-makers on relevant EU directives adoption within national practice and regulations.

Since the main result of the project is just identification of a framework, that is, a definition of common components needed to establish regional territorial monitoring system establishment in the SEE, where national development policies still demand mutual coordination and adjustment to EU policies, project partners think that here developed outputs could be a good start platform for new project activities, where some results should be operationalized and become part of ICT-enabled governmental services.

References:

- Attract-SEE (2014). SEE Transnational Cooperation Programme: Attract-SEE Project. <http://www.attract-see.eu>, accessed 21. 1. 2014.
- ATTREG (2012). ESPON: ATTREG Project. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/attreg.html, accessed 23. 2. 2014.
- Čerba, O., and other partners involved in Task 4.2 (2010). Plan4all: Conceptual Data Models for Selected Themes. <http://www.slideshare.net/plan4all/d42-conceptual-data-models-for-selected-themes>, accessed 1. 3. 2014.
- ESPON (2014). European Union: ESPON 2020 Programme. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/, accessed 16. 2. 2014.
- Europe 2020 (2014). European Commission: Europe 2020 Strategy. http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm, accessed 3. 2. 2014.
- EUROSTAT (2014). Eurostat: NUTS - NOMENCLATURE OF TERRITORIAL UNITS FOR STATISTICS – Overview. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/overview>, accessed 1. 3. 2014.
- InfoRegio (2014). European Commission: Regional Policy. http://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/what/investment-policy/, accessed 2. 2. 2014.
- INSPIRE (2014). European Commission: Infrastructure for Spatial Information in the European Community. <http://inspire.ec.europa.eu>, accessed 7. 2. 2014.
- Neuschmid, J., Eizinger, C., Barborič, B., Guaragno, G., Miklavčič, T., Marani, S., Živković, Lj., Altomare, F., Milič, Đ., Esposito, G., Selva, A. (2013). Attract-SEE – Assessing Territorial Attractiveness in South East Europe: Establishing a Common Territorial Monitoring Framework. »Planning Times« – 18th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society (REAL CORP 2013). Rome, Italy, 20–23 May 2013. http://www.corp.at/archive/CORP2013_102.pdf, accessed 22. 2. 2014.
- Plan4all (2012). eContentplus: Plan4all project. <http://portal.plan4all.eu/simplecms/?menuID=1&action=article&presenter=Article>, accessed 7. 2. 2014.
- SEE Programme (2014). European Commission: South East Europe Transnational Cooperation Programme. http://www.southeast-europe.net/en/about_see/programme_presentation/index, http://www.southeast-europe.net/en/about_see/programme_presentation/index, accessed 2. 2. 2014.
- TA (2014). European Commission: Territorial Agenda of the European Union 2020. <http://www.eu2011.hu/files/bveu/documents/TA2020.pdf>, accessed 1. 2. 2014.
- URL 1. Attract-SEE Project: Territorial Monitoring Systems in the Countries Participating in the ATTRACT-SEE Project. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/TMS%20in%20the%20Countries%20Participating%20in%20the%20ATTRACT%20SEE%20project_report.pdf, accessed 11. 2. 2014.
- URL 2. Attract-SEE Project: Common Territorial Monitoring Framework. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/TMS%20in%20the%20Countries%20Participating%20in%20the%20ATTRACT%20SEE%20project_report.pdf, accessed 15. 2. 2014.
- URL 3. Attract-SEE Project: Guidelines for preparation of Stakeholder Involvement Plans (SIP) in Attract-SEE regions/ countries. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Guidelines_for_SIP.pdf, accessed 11. 2. 2014.
- URL 4. Attract-SEE Project: Policy Coordination Process Handbook. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Policy%20coordination%20process%20handbook_draft4.pdf, accessed 11. 2. 2014.
- URL 5. Attract-SEE Project: Report on the Analysis of Metadata Overviews. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Report_Metadata_Overview.pdf, accessed 1. 3. 2014.
- URL 6. Attract-SEE Project: Defining "Territorial attractiveness". <http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Attractiveness.pdf>, accessed 20. 2. 2014.
- URL 7. Attract-SEE Project: Methodology for the definition of indicators. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/4.2_Methodology_for_indicator_definition_v1.0.pdf, accessed 20. 2. 2014.
- URL 8. Attract-SEE Project: List of common set of indicators in SEE. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/List_of_common_set_of_indicators_in_SEE.pdf, accessed 20. 2. 2014.

see.eu/sites/default/files/GI_Indicator_SEE_final_report_28_10_2013.pdf, accessed 30. 3. 2014.

URL 9. Attract-SEE Project: Data harmonisation and common interoperability model with data model. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Attract-SEE_A3.3_Data_Model_v1.0.pdf, accessed 20. 2. 2014.

URL 10. Attract-SEE Project: Transnational attractiveness synthesis report. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Transnational%20attractiveness%20report%20%28WP%204.3%29_final%20%2821st%20July%2C%202014%29.pdf, accessed 19. 2. 2014.

URL 11. Attract-SEE Project: Policy coordination. <http://www.attract-see.eu/en/tags/policy-coordination>, accessed 29. 2. 2014.

URL 12. Attract-SEE Project: Common territorial attractiveness indicators datacollection. <http://www.attract-see.eu/sites/default/files/Common%20territorial%20attractiveness%20indicators%20data%20collection.pdf>, accessed 30. 2. 2014.

URL 13. Attract-SEE Project: National territorial attractiveness reportSlovenia. http://www.attract-see.eu/sites/default/files/National_attractiveness_report_Slovenia.pdf, accessed 2. 3. 2014.

Živković Lj., Marani S., Berk S., Dežman Kete V., Trapani F., Esposito G., Špeh N., Milič Đ., Živanović T., Barborič B. (2015). Towards a monitoring information system for territorial attractiveness and policy management in South East Europe. *Geodetski vestnik*, 59 (4): 752-766.

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.752-766

Ljiljana Živković, Ph.D. and MBA
Republic Agency for Spatial Planning
Kralja Milutina 10a
11000 Belgrade, Serbia
e-mail: liliانا.zivkovic@gmail.com

Marani Stefano
ERVET Spa
via Morgagni 6
IT-40100 Bologna, Italy
e-mail: smarani@ervet.it

Sandi Berk, BSc in surveying
Geodetic institute of Slovenia
Jamova cesta 2
SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: sandi.berk@gis.si

Vesna Dežman Kete, BSc in surveying, BSc in geography
Geodetic institute of Slovenia
Jamova cesta 2
SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: vesna.dezman@gis.si

Francesco Trapani
ERVET Spa
via Morgagni 6
IT-40100 Bologna, Italy
e-mail: ftrapani@ervet.it

Gianandrea Esposito
ERVET Spa
via Morgagni 6
IT-40100 Bologna, Italy
e-mail: gespozito@ervet.it

Assoc. Prof. Natalija Špeh, Ph.D.
Environmental Protection College
Trg mladosti 2
SI-3320 Velenje, Slovenia
e-mail: natalija.speh@vsvo.si

Đorđe Milič, M.Sc. in spatial planning
Republic Agency for Spatial Planning
Kralja Milutina 10a
11000 Belgrade, Serbia
e-mail: djordje.milic@rapp.gov.rs

Tijana Živanović, M.Sc. in spatial planning
Republic Agency for Spatial Planning
Kralja Milutina 10a
11000 Belgrade, Serbia
e-mail: tijana.zivanovic@rapp.gov.rs

Blaž Barborič, BSc in geography
Geodetic institute of Slovenia
Jamova cesta 2
SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: blaz.barboric@gis.si

PREGLED ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH PROJEKTOV NA PODROČJU OSNOVNIH GEODETSKIH DEL NA OZEMLJU REPUBLIKE HRVAŠKE V OBDOBJU 1991–2009

AN OVERVIEW OF SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PROJECTS IN THE FIELD OF BASIC GEODETIC WORKS AT THE TERRITORY OF REPUBLIC OF CROATIA IN PERIOD FROM 1991–2009

Marko Pavasović, Tomislav Bašić, Marijan Marjanović

UDK: 528«1991-2009»(497.5)
 Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02
 Prispelo: 25. 11. 2014
 Sprejeto: 1. 10. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.767-788
 REVIEW ARTICLE
 Received: 25. 11. 2014
 Accepted: 1. 10. 2015

IZVLEČEK

V članku je opisana kronologija vseh osnovnih geodetskih del z glavnimi projekti in dobljenimi rezultati, ki so bila izvedena, odkar je mednarodna javnost priznala Hrvaško kot suvereno in neodvisno državo do leta 2009, kar je obdobje 18 let. Predstavljeni so tudi podedovani (HDKS, AVD1875 in HVRS1875) in novi, uradno sprejeti (HTRS96, HVRS71 in HGRS03) geodetski referenčni sistemi Republike Hrvaške ter tudi razvoj starega (DAT_ABMO z modelom geoida HRG2000) in novega (T7D2006 in T7D2009 z modelom geoida HRG2009) transformacijskega modela za Republiko Hrvaško.

ABSTRACT

The article describes chronology of all basic geodetic works through main projects details and obtained results in period from recognition of Croatia as a sovereign and independent state by the international public to 2009 that is in period of 18 years. Article also describes inherited geodetic reference systems of Republic of Croatia (HDKS, AVD1875 and HVRS1875) and the new adopted official ones (HTRS96, HVRS71 and HGRS03) as well as development of old (DAT_ABMO with HRG2000 geoid model) and new coordinate transformation models (T7D2006 and T7D2009 with HRG2009 geoid model) of Republic of Croatia.

KLJUČNE BESEDE

kronologija, osnovna geodetska dela, geodetski referenčni sistemi, transformacijski modeli

KEY WORDS

chronology, basic geodetic works, geodetic reference systems, transformation models

1 INTRODUCTION

“Consequences” of Croatia’s existence as a part of former Austrian-Hungarian Monarchy (1901) are seen in geodetic aspect as well. Republic of Croatia has historically inherited horizontal (2D) coordinate reference system as colloquially called “HDKS” (cro. *Hrvatski državni koordinatni sustav*), “Hermannskögel”, “HR1901” or “MGI1901”. HDKS was realized by astro-geodetic measurements of Military Geodetic Institute (MGI) in 1st order triangulation network, inhomogenously adjusted in 7 separate blocks (Figure 1) by conditional measurements (Bašić et al., 2000). Fundamental point (origin) (P_0) of HDKS was situated at *Hermannskögel* hill, near Vienna ($H = 542$ m). Coordinates of the origin ($\varphi_0 = 48^\circ 16' 15''.29$, $\lambda_0 = 33^\circ 57' 41''.06$ from *Ferro*) and the orientation to the nearby hill *Hundesheimer Berg* ($A = 107^\circ 31' 41''.70$) were determined by astro-geodetic measurements as well (Bašić et al., 2000). HDKS represents local (non-geocentric) geodetic datum, defined by 5 parameters: 2 for surface definition (ellipsoid semi-major axis - a ; flattening - f) and 3 position parameters (φ_0 , λ_0 , h_0 or vertical deflection components - ξ_0 , η_0 with geoid undulation - N_0) (Bašić, 2005a). Surface parameters define the mathematical approximation of Earth’s shape - ellipsoid. For HDKS *Bessel 1841* rotation ellipsoid was selected. Position parameters, defining the fundamental point (origin) are indexed with “0” (zero) because its initial values must be *a priori* known or arbitrarily selected. If arbitrary position parameters are selected, equality follows: $\xi_0 = \eta_0 = N_0 = 0$. This equality causes superposition of geodetic and astronomical coordinates ($\varphi_0 = \Phi_0$; $\lambda_0 = \Lambda_0$) that is superposition of normal and vertical at P_0 . Equality $N_0 = 0$ causes the superposition of ellipsoidal and orthometric height ($h_0 = H_0$) that is coincidence of ellipsoid and geoid surfaces at P_0 . Above described procedure of absolute orientation of 1st order triangulation network for local geodetic datum definition is the fundament of astro-geodetic measuring technique (Čubranić, 1972). Transformation to projection plane is ensured using *Gauss-Krüger* vertical cylindrical projection (adopted in 1924) (Borčić, 1976) with division of the territory of Republic of Croatia in two meridian zones (5th and 6th). Looking from historical point of view to height component as indispensable part of compound coordinate reference system (CCRS), Republic of Croatia has inherited two reference height systems/datums, based on two levelling networks of highest order: Austrian Precise Levelling (cro. *Austrijski precizni nivelman* – APN) and 1st High Accuracy Levelling (cro. *I. nivelman visoke točnosti* – INVT) (Figure 2).

APN was conducted in period from 1874 to 19016 including whole southern and southeastern part of former Austrian-Hungarian Monarchy, that is territories of today’s Croatia, Slovenia and Bosnia and Herzegovina (Rožić, 2001). At the 2nd Conference of Government Commissioners in 1867, APN was suggested to be a basis for height system realization. The holder and contractor was also MGI from Vienna. During levelling measurements at APN, no gravimetric measurements along levelling sides were performed, so the adopted height system was normal-orthometric. Reference surface for this height system (mean sea level – geoid) was determined using one year measurements in 1875 at tide gauge in *Trieste*, mole *Sartorio* (Feil et al., 1993) with 1 cm accuracy (Rožić, 2001). This height system was colloquially called “Austrian Height Datum 1875” (cro. *Austrijski visinski datum 1875* – AVD1875). After the World War II, the only height basis of former Yugoslavia was the one from APN which indicates that there were no levelling measurements between two World Wars. Since the long period of APN establishment has passed, Federal Geodetic Administration of Yugoslavia ordered a revision of APN benchmarks. After the revision and taking in consideration the state of preservation of APN benchmarks, in 1946 MGI from

Belgrade started levelling measurements at INVT. The configuration of INVT was mostly coincided with APN with additional benchmarks stabilizations along levelling lines. Levelling measurements lasted till 1955 with some repeating measurements till 1963. There were no gravity measurements as well so the adopted height system was again normal-orthometric with same origin at mole *Sartorio*. The main characteristic of INVT was that it didn't satisfy the conditions for levelling of high accuracy (with reference probable error $u_0 = \pm 1.33 \text{ mm}\sqrt{\text{km}}$). Reference height system based on INVT (and APN) was called "Croatian Reference Height System 1875" (cro. *Hrvatski visinski referentni sustav 1875 – HVRS1875*).

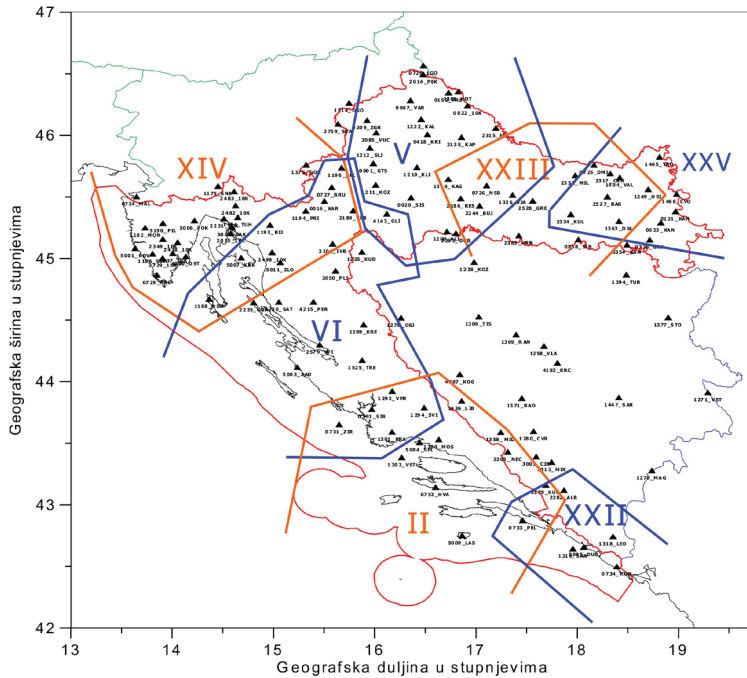


Figure 1: Adjustment blocks of Austrian-Hungarian 1st order triangulation network (Bašić et al., 2000).

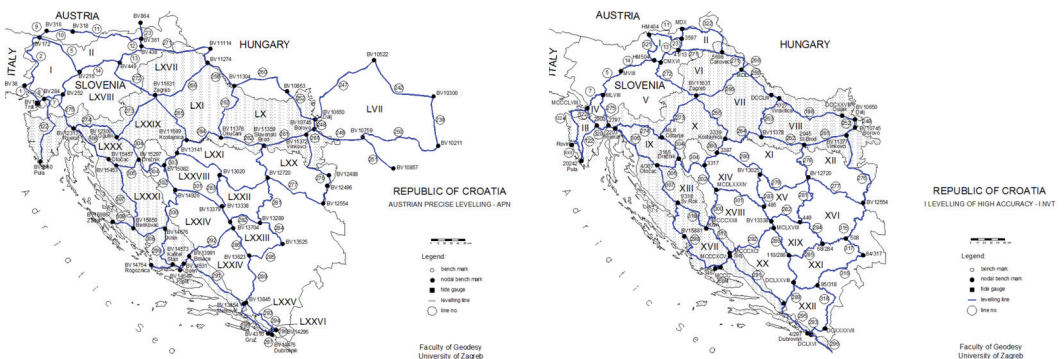


Figure 2: Configuration of APN (left) and INVT (right) networks at territories of Croatia, Slovenia and Bosnia and Herzegovina (Rožić and Razumović, 2009).

2 CHRONOLOGY OF STATE SURVEY IN CROATIA FROM 1991 TO 2004

The application of satellite surveying techniques (GPS) in Croatia started in late 80's and in the beginning of 90's of 20th century (Bilajbegović et al., 1989). In 1991 former Croatian Ministry of Science and Technology financed scientific project "Basic geodetic works of Croatian spatial information system" (cro. *Osnovni geodetski radovi informacijskog prostornog sustava Republike Hrvatske*), with Full Professors Asim Bilajbegović and Miljenko Solarić as main researchers. Under the mentioned project, first dual frequency *Ashtech* GPS receivers with possibility of registration of C/A code were obtained. Despite the war conditions, the adoption of GPS measuring technique resulted with first domestic and international GPS measuring campaigns in period from 1991 to 1993 (Solarić M. et al., 1996): CROATIA'91 – 3 stations in collaboration with Austria, Italy and Slovenia, inclusion in international project TYRGEONET'91 – 3 stations in Croatia (*Hvar, Pula* and *Zadar*) in collaboration with Italy and Slovenia, TYRGEONET'92 – 4 stations in Croatia (*Hvar, Pula, Zadar* and *Kozjača*) in collaboration with Italy and Slovenia with goal of determining crustal movements at area of Tyrrhenian and Adriatic Sea, inclusion in scientific project AGREF'92 – 10 stations in Croatia with goal of determining crustal movements at area of Austria, Slovenia and northern part of Croatia, ZAGORJE'92 - 10 stations in Croatia in collaboration with Slovenia, IGS'92 – 5 stations in Croatia in collaboration with 40 countries worldwide, BRZA PRUGA '93 – 10 stations in Croatia for the purposes of former State Hydrographic Institute, SLAVONIJA'93 – 8 stations in Croatia for the purposes of Croatian Ministry of Defense and inclusion in international scientific project ADRIATIC MICROPLATE '93 - 1 station in Croatia (*Hvar*).

The period from 1991 to 1993 was of particular importance for Croatian geodesy. The recognition of Croatia as a sovereign and independent state by the international public, influenced on its provisional membership in International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in 1992 (and later in 1995 at IUGG XXI General Assembly held in Boulder full membership) and opened the door to international scientific collaboration.

In 1992 for the first time at the territory of Republic of Croatia (northwestern part) astro-geodetic relatively orientated geoid was computed (Čolić et al., 1993). Furthermore, in 1993 the first geoid model for Adriatic Sea, based on satellite altimetry missions' data (Bašić, 1993) and first gravity geoid using FFT method (Bašić and Čolić, 1993) were computed as well. During 1993 2nd High Accuracy Levelling (cro. *II. nivelman visoke točnosti - IINVT*) levelling data started to sort, which 11 years later would be a basis for the new reference height system. In 1994 with the help of IfAG (ger. *Institut für Angewandte Geodäsie*; today's *Bundesamt für Kartographie und Geodäsie - BKG*), for the first time Republic of Croatia was included in EUREF (Regional Reference Frame Sub-Commission for Europe) GPS measuring campaigns (EUREF'94) with collaborating measuring campaign with Slovenia called CROSLO'94 (Figure 3) at 15 1st order trigonometric points using dual frequency GPS receivers *Trimble 4000 SSE*, which later would be a basis for the new horizontal reference system (Čolić et al., 1996; Marjanović and Bašić, 2001). Relying on CROSLO'94 measuring campaign, first series of measurements in Croatian Geodynamic Project - CRODYN (CRODYN'94) were obtained. CRODYN'94 (Figure 3) included 17 stations (4 EUREF permanents stations, 5 tide gauges and 8 geodynamic stations) with the goal of monitoring crustal movements at the area of Adriatic Sea (Bašić et al., 2000).

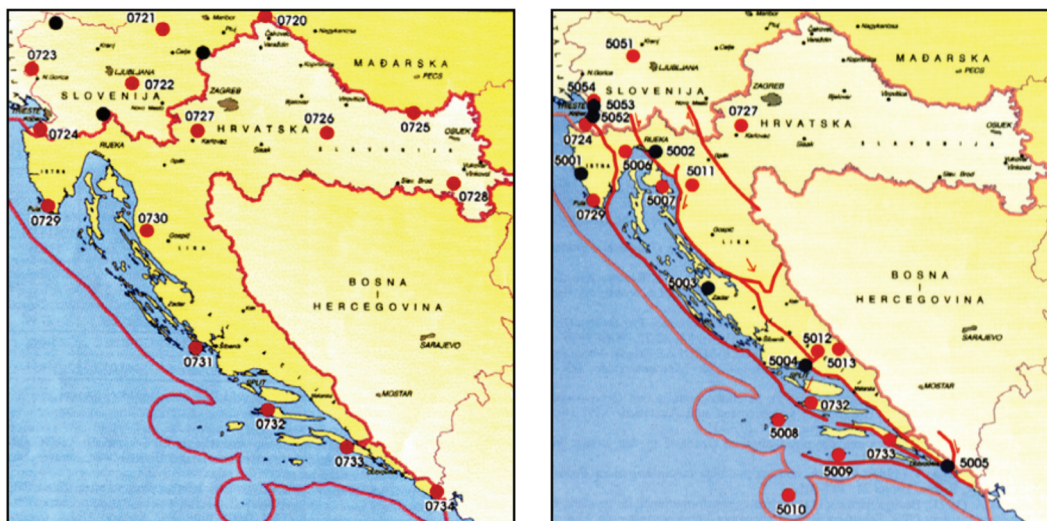


Figure 3: CROSL0'94/EUREF'94 (left) and CRODYN'94 (right) GPS measuring campaigns (Bašić et al., 2000).

In 1994 Republic of Croatia was included in Central Europe Regional Geodynamics Project (CERGOP) project that is in Central European GPS Geodynamic Reference Network (CERGN) with GPS measurements at 1st order trigonometric point *Brusnik* (near Jastrebarsko), which continues in 1995 with GPS measurements at same location (Čolić, 1996; Medak et al., 2002). Furthermore, in same year, Croatia continued its participation in TYRGEONET project with TYRGEONET'95 GPS measuring campaign at station *Hvar*. In effort of Republic of Slovenia to establish reference GPS network, in September 1995 Slovenia and Croatia organized GPS measuring campaigns SLOVENIA'95 (47 stations) and CROREF'95 (14 stations) (Marjanović and Bašić, 2001).

Significant progress in the field of gravity determination was inclusion of Croatia in project “Unification of Gravity Systems in Central Europe“ (UNIGRACE) in 1996 with absolute gravity measurements at four absolute gravity stations (part of today’s Croatian “Zero-order gravimetric network”): *Zagreb-Puntijarka*, *Zagreb-Maksimir*, *Pula* and *Makarska* (Bašić and Markovinović, 2002). Absolute gravity measurements were obtained using *FG5-101* absolute gravimeter in collaboration with IfaG. The second EUREF GPS campaign - CROREF'96 (Figure 4) was held in period of 29th August to 12th September 1996. Project was divided in four phases with last phase as CRODYN'96 geodynamic measuring campaign (Bašić et al., 2000).

Year 1997 was a turning point that is the beginning of modernization at the field of basic geodetic works in Croatia. In May 1997 Croatia was included in EUVN'97 project with 8 official stations (*Bakar-tide gauge*, *Busnik-EUREF*, *Dubrovnik-tide gauge*, *Gradište-EUREF*, *Split-tide gauge*, *Zagreb-benchmark*, *Rovinj-tide gauge*, *Plitvička jezera-benchmark*) and 5 additional stations (not part of EUVN'97: benchmarks in *Kostajnica*, *Livno*, *Metković*, *Virovitica* and station *Institute for Photogrammetry, Geodetic Services, Design and Implementation in Zagreb-ZZF*) (Marjanović and Rašić, 1999). The goal of EUVN project was unification of different height systems of European countries. During April and May 1997 Republic of

Croatia started one of the biggest geodetic projects at its territory - establishment and survey of so called "10-km GPS network" (Bašić et al., 2002a). The first phase of establishment and survey of "10-km GPS network" included: northwestern part (Istra and Gorski Kotar), middle part and eastern part (Slavonija) of Croatian territory (Figure 5).



Figure 4: CROREF'96/CRODYN'96 GPS measuring campaigns (Bašić et al., 2000).

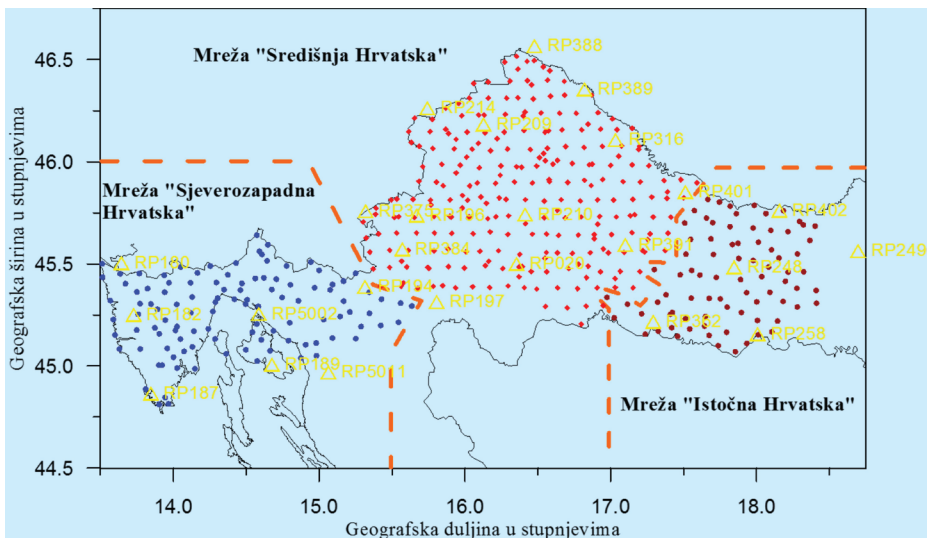


Figure 5: Part of "10-km GPS network" established in 1998 (Bašić et al., 2002a).

In first phase of project total number of 377 new stations were established, while survey besides new points included 62 existing trigonometric points and 25 reference stations. The goal of "10-km GPS network" project was the establishment of unique homogenous field of geodetic basis of Croatia that is

homogenization of inherited horizontal reference system (HDKS). For the study of local tectonic activity in October 1997 the first series of measurements at “Basic GPS network of City of Zagreb” (cro. *Temeljna mreža Grada Zagreba - TM ZG*) (established during June 1997) (Figure 6) were performed.



Figure 6: “Basic GPS network of City of Zagreb” (TM ZG) (Markovinović et al., 2011).

Within TM ZG project total number of 33 new stations were established (32 stations with special built pillars and 1 station with underground stabilization - *1028 Trg Kralja Tomislava*). TM ZG consists of 43 stations (33 new + 1st order trigonometric point-*1041 Kozjača*, 2 former city permanent stations-*1038 GZAOP* and *1043 Katastar Sesvete*, 2 stations at buildings-*1039 ZZF* and *1036 Medvedgrad*, 2 stations with quality stabilization-*1014 GTŠ* and *1021 Kalibracijska baza* with 3 adjustment fixed 1st order trigonometric points-*210 Kloštar Ivanić*, *196 Samoborska Plješevica* and *514 Sljeme*, which coordinates were obtained from CROREF’96 GPS measuring campaign) (Čolić et al., 1996; Medak and Pribičević, 2002; Bašić, 2006). The establishment of TM ZG had a double goal: basis for establishment of homogeneous filed of points and basis for tectonic activity monitoring at the area of City of Zagreb (from 2001 TM ZG takes over a function of/becomes “Geodynamic network of City of Zagreb”).

Significant efforts in regional gravity field research, establishment of local GPS homogeneous fields and regional monitoring of tectonic activity were made in 1998. For the first time at the territory of Republic of Croatia absolutely orientated geoid surface HRG98 (Figure 7) was calculated with internal accuracy of ± 5 cm over whole territory of Croatia (Bašić et al., 1999; Bašić et al., 2000). Shortly after, improved solution HRG98A was calculated as well (Bašić and Brkić, 1998). In calculation of HRG98, for the first time, gravity point data, recalculated to free air anomalies at GRS80 level-ellipsoid were used. Furthermore, 200 astro-geodetic points with known vertical deflection components (recalculated from HDKS to global geodetic datum), ERS-2 satellite altimetry data and 28 GPS-levelling points (for absolute orientation of geoid surface) were taken into calculations as well (Bašić et al., 2000).

In the field of establishment of local GPS homogenous fields it’s important to highlight the project

“Establishment of GPS homogeneous field of points of City of Zagreb”. Whole project was divided in eastern and western part (Bašić, 2006). Measurements were taken in period from February to December 1998 at 4128 new established points. In September 1998 CRODYN project was continued with third measuring campaign - CRODYN'98 (Altiner et al., 2006) with GPS observations at 34 stations. Second part of UNIGRACE project in Croatia was conducted during 1999 and 2000 and included absolute gravity measurements at absolute gravity stations *Dubrovnik* and *Osijek* using *FG5-206* and *FG5-101* absolute gravimeters (Medak et al., 2001; Bašić and Markovinović, 2002). After UNIGRACE project, Republic of Croatia has established “Zero-order gravity network” (Figure 7).

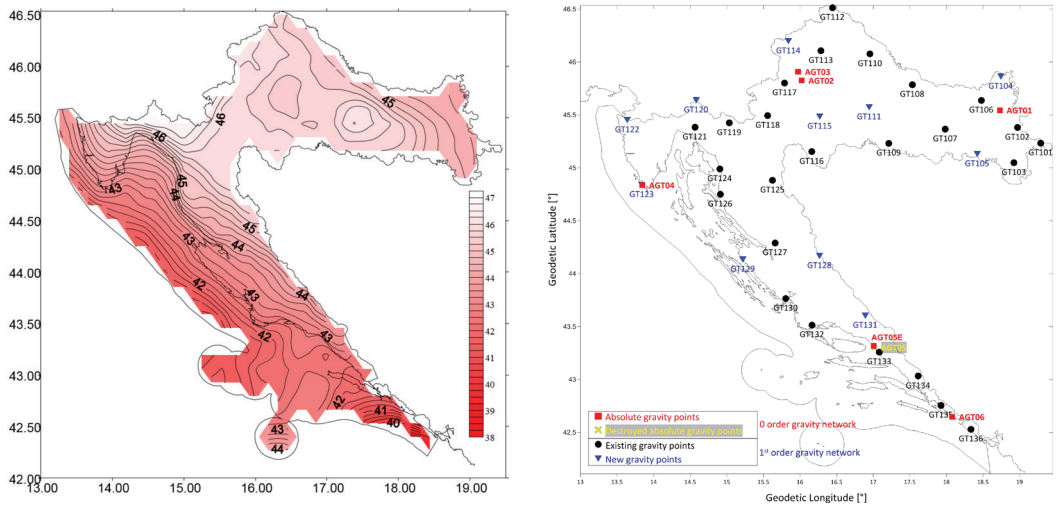


Figure 7: HRG98 geoid model in meters (left) (Bašić et al., 2000) and “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” (right) (Bašić and Markovinović, 2002).

In October 2000 Republic of Croatia was included in IGS network of permanent GPS stations with stations *Osijek* (DOMES No. 11901M001) and *Dubrovnik* (DOMES No. 11901M002). Initial coordinates of both stations are obtained from two micro-geodetic networks with adjustment fixed points included in CROREF'96 (for Osijek: *Valpovo*, *Tvrđa Osijek* and *Gradište*; for Dubrovnik: *Dubrovnik-tide gauge* and *Ilin Vrh*) (Medak and Pribičević, 2001).

During 2000 several important project regarding to national Croatian geodetic datums were performed. In January 2000 Croatian State Geodetic Administration (CSGA) and Faculty of Geodesy - University of Zagreb (GEOF UNIZG) signed a contract of project “Geodetic and Cartographic Datum of Republic of Croatia” with special contract addition “Suggestion of official geodetic datums of Republic of Croatia”. For the preparation of this study, scientists from GEOF UNIZG were engaged: for horizontal and gravimetric datum - *Prof. dr. sc. Tomislav Bašić*, for height datum - *late Prof. dr. sc. Ladislav Feil* and for cartographic projections - *Prof. dr. sc. Miljenko Lapaine*. The analysis of inherited horizontal datum (HDKS) indicated to inhomogeneity of 1st order trigonometric network (1-2 m at state level, few dm at county levels and ~10 cm at city level), caused by separate adjustment of 7 blocks (Figure 8). For the first time, transformation parameters for the territory of Republic of Croatia between inherited horizontal

datum (HDKS) and European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) based on 120 identical points were computed. Height transformation was ensured using HRG98 geoid model with 3D transformation accuracy of $\pm 0.873\text{ m}$ over the territory of Croatia (Bašić et al., 2000; Bašić and Bašić, 2000). The final result of this project was suggestion that the solution of CROREF'96 GPS measuring campaign in epoch 1996.7 would be a realization of ETRS89 for the territory of Croatia with GRS80 level-ellipsoid as mathematical approximation of Earth's shape. Parallel with the end of this project, works towards new geoid solution - HRG2000 (Figure 8) have started.

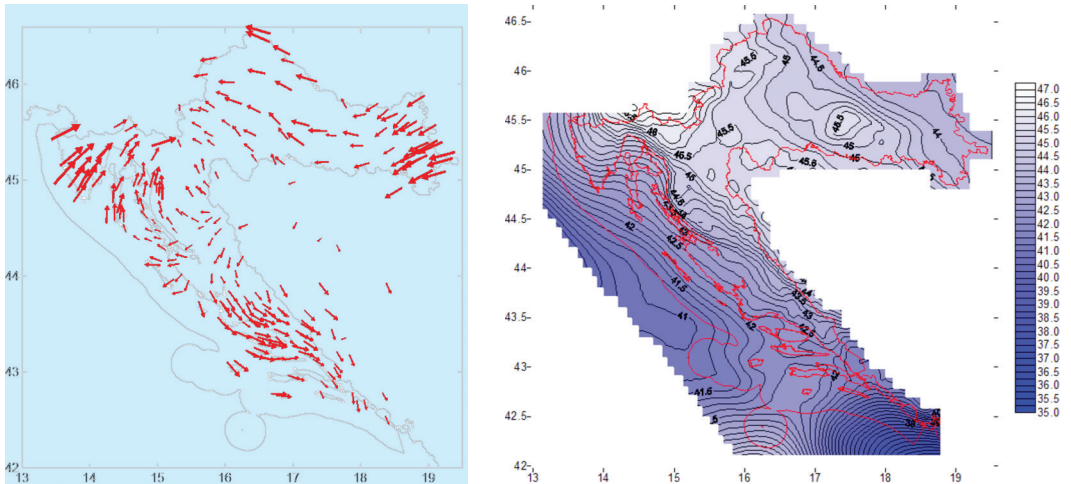


Figure 8: Inhomogeneity of 1st order trigonometric network (left) (Bašić et al., 2000) and HRG2000 geoid model in meters (right) (Bašić, 2001).

Absolute orientation of HRG2000 surface was obtained by 138 GPS-levelling points which was significant effort due to HRG98. Internal accuracy of HRG2000 is from $\pm 1\text{-}2\text{ cm}$ for the most of Croatia territory to $\pm 5\text{ cm}$ at edge border areas (Bašić, 2001).

In period from June to December 2000 within the GEOF UNIZG project for CSGA “The study and suggestion of new gravity network of Republic of Croatia” (Bašić et al., 2001) revision of 1st order gravity network of former Yugoslavia which covers the territory of Croatia was made. From 84 so called major gravimetric points of former Republic, 35 were found while 45 were destroyed. Developed proposal of new Croatian gravimetric network included: “Zero-order gravity network of Republic of Croatia” - consists of 6 UNIGRACE absolute gravity stations (AGT) which together with “1st order gravity network of Republic of Croatia” (25 stations from former 1st order gravity network of Yugoslavia + 11 new stations) forms “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” (Figure 7). Also, besides proposal of new Croatian gravimetric network, “Gravimetric calibration base of Republic of Croatia” was proposed as well. It consists of 8 stations: absolute gravity station-AGT03 (*Zagreb-Puntijarka*), GT117, GT118, GT125, GT127, GT130, GT132 (1st order gravimetric network stations-GTs) and absolute gravity station-AGT05/AGT05E (*Makarska/Malakološki muzej*).

In 2001, a significant role in the area of basic surveying work played the results of the project “Development of service programs for usage of Croatian official geoid data and coordinate transformation between HDKS and ETRS89” (Bašić et al., 2002b). Within the mentioned project computer programs IHRG2000 and DAT_ABMO were developed. IHRG2000 (cro. *Interpolacija Hrvatski geoid 2000*) is computer program with purpose of interpolation (bilinear or spline) of HRG2000 geoid surface for an arbitrary point in area of model calculation DAT_ABMO (cro. *Datumska transformacija Altamimi Boucher model*) is computer program for coordinate transformation between HDKS and ETRS89.

2.1 DAT_ABMO - coordinate transformation program

DAT_ABMO is coordinate transformation program which included the usage of several sets of transformation parameters (Helmert's 7-parameters) for transformation between inherited horizontal reference system of Croatia (HDKS) and global reference system based on GRS80 (mostly ETRS89), that is its realization previously transformed from ITRFyy (datum of actual precise GPS ephemeris) for current epoch of measurements and moved to epoch 1989.0 using NNR-NUVEL-1A global velocity model of Eurasian tectonic plate. Sets of transformation parameters included in DAT_ABMO are (Bašić et al., 2002b; Šljivarić, 2010): set of unique parameters for the whole territory of Croatia with and without geoid model (Bašić et al., 2000; Bašić and Bačić, 2000), parameters for 7 blocks (2nd, 5th, 6th, 14th, 22nd, 23rd, and 25th) of Austrian-Hungarian 1st order trigonometric network, transformation parameters for Croatian counties according to territorial-administrative structure from the end of 20th century, parameters at city levels for homogeneous GPS fields of cities and official EUREF transformation parameters from ITRF94, ITRF96, ITRF97 and ITRF2000 to ETRS89. Complete practical transformation from ETRS89 to HDKS was ensured using two computer programs: DAT_ABMO and IHRG2000. Most of surveyors used DAT_ABMO for transformation of GPS measurements in HDKS that is in former official cadastral documentation. As HDKS is compound coordinate reference system with height component determined in HVRS1875, ellipsoidal height obtained from GPS measurements had to be reduced for geoid undulation (GPS levelling) interpolated from HRG2000 (based on HVRS1875 and implemented in IHRG2000) so that accurate transformation procedure to HDKS could be performed.

The results in article Marjanović and Bačić (2001) would mark all future basic geodetic works in Croatia with use of GPS technology. In mentioned article combined solution of CROSLO'94, CROREF'95 and CROREF'96 GPS measuring campaigns for 78 points of 1st order trigonometric network that later would be a basis for realization of new Croatian terrestrial reference system (“Basic GPS network of Republic of Croatia” or “1st order GPS network of Republic of Croatia”) is given. During November and December 2001 CSGA continued the project of “10-km GPS network” with measurements in 3 separate blocks: Task A - covered the eastern part of Croatia (*Podunavlje*), Task B - covered the area of *Primorje* and *Northern Dalmatia* and Task C - covered the area of *Southern Dalmatia*, with 417 new established points (Figure 9), 123 existing trigonometric points and 26 reference points with coordinates in ITRF96 (e1995.55) (Bašić et al., 2002a). In June 2001 GEO UNIZG delivered to CSGA expert studies on geodetic and cartographic datums, reviewed by foreign experts: *E. Brockmann* (Swisstopo, Switzerland), *B.-G. Harsson* (Kartverket, Norway) and *J. Ihde* (BKG, Germany). Also in June 2001 Croatia was included in CEGRN'2001 GPS measuring campaign with CERGOP-2 stations *Brusnik*

and *Hvar Observatory*, IGS stations *Dubrovnik* and *Osijek* and permanent GPS stations *Zagreb-GZAOP* and *Pula* (Solaric M., 2004).

In July 2002 GEOF UNIZG and CSGA signed a contract on project “Unique adjustment of 10-km GPS network of Republic of Croatia” (Bašić et al., 2002a). Within this project the adjustment of all 6 blocks of network established in 1997 and 2001 using 63 reference stations (with coordinates in ITRF96, e1999.6) was performed. Selected reference points (63) were part of combined solution from Marjanović and Bačić (2001). Unified GPS network counted 1054 stations (“2nd order GPS network”): 798 new points of homogeneous field (HP), 193 trigonometric points of homogeneous field (TP) and 63 stations of reference field (RP) (Figure 9).

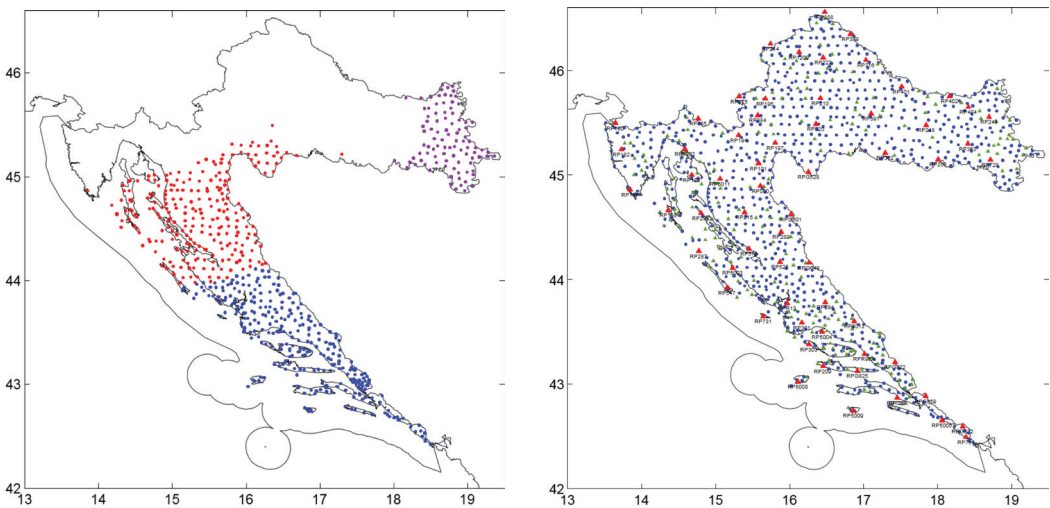


Figure 9: Part of “10-km GPS network” established in 2001 (left) and complete “10-km GPS network” (1054 points) (right) (Bašić et al., 2002a).

The analysis of obtained 3D accuracy after the unique adjustment of “10-km GPS network” showed that: 945 points (93.01%) had standard deviation less than 3 cm, 44 points (4.33%) had standard deviation larger than 3 cm but less than 4 cm, 17 points (1.67%) had standard deviation larger than 4 cm but less than 5 cm and 10 points (1.00%) had standard deviation larger than 5 cm, that is total of 71 points had standard deviation larger than 3 cm (Bašić et al., 2002a). Since HRG2000 geoid model was available, new unique set of transformation parameters for transformation between HDKS and ETRS89 using 241 identical points were computed. With 3D accuracy of $\pm 0.820\text{ m}$ this solution was an improvement to one from Bašić et al. (2000), Bašić and Bačić (2000).

In period from June to August 2003 within the project “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” (Bašić et al., 2004a) zero-series of relative gravimetric measurements on “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” (defined by former project from 2001 “The study and suggestion of new gravimetric network of Republic of Croatia”) were performed. Measurements were performed using *Scintrex CG-5 AUTOGRAV* and with two *Scintrex CG-3M* relative gravimeters at 42 locations. For gravimetric datum definition (due to IGSN71) absolute gravity values at 4 absolute gravity stations

(AGT) were taken into consideration (AGT01-*Osijek*, AGT03-*Zagreb-Puntijarska*, AGT04-*Pula* and AGT06-*Dubrovnik*). During gravity measurements it was found that absolute gravimetric station in *Makarska* (AGT05) was destroyed so the measurements were performed at it eccentric station AGT05E (*Malakološki muzej*) (Figure 7). Within the project total amount of 30 000 km were traveled via personal vehicle. Horizontal calibration base was also a part of this project. It was realized from AGT03 to AGT05E with $\Delta\varphi \approx 2.6^\circ$ and $\Delta g = 104.57 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$.

In 2003 CSGA requested three addition expert studies from GEO UNIZG experts for the preparation of final documentation for the adoption of new geodetic datums and cartographic projections (Bašić, 2005b; Feil and Rožić, 2005; Lapaine, 2005).

3 NEW OFFICIAL GEODETIC DATUMS OF REPUBLIC OF CROATIA

Existing inhomogeneity of inherited horizontal datum (HDKS), state of preservation and the period of survey of 1st order gravimetric network of former Yugoslavia, unsatisfying accuracy criteria of precise levelling of high accuracy for APN and INVT, which are the basis for the definition of HVRS1875 and generally poor documentation of inherited reference systems as well as following the modern European trends were more than good reasons to introduce changes. On the proposal of the Working Group from University of Zagreb - Faculty of Geodesy (formed on request by CSGA), on 4th August 2008 the Government of Republic of Croatia brought “Decision on establishing new official geodetic datums and map projections of Republic of Croatia” (cro. *Odluka o utvrđivanju novih službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske*) (NN, 2004). According to Decision, Republic of Croatia has adopted a new horizontal reference system called “Croatian Terrestrial Reference System 1996” (cro. *Hrvatski terestrički referentni sustav 1996* - HTRS96), based on ETRS89 with GRS80 level-ellipsoid as a mathematical approximation of Earth’s shape. The realization of HTRS96 (reference frame) represents the network of 78 permanently stabilized stations (Figure 10) with coordinates determined within combined solution of the GPS measuring campaigns: CROSLO’94 (ITRF96, e1994.4), CROREF’95 (ITRF96, e1995.7) and CROREF’96 (ITRF96, e1996.7) in mutual epoch of measurements 1995.55 (Marjanović and Bašić, 2001).

The new height datum of Republic of Croatia (based on same Decision) is realized with the network of 2nd High Accuracy Levelling (IINVT) which was stretched over the territory of former Yugoslavia (Figure 10). Levelling measurements on IINVT were performed in relatively short period from 1970 to 1973. Changes in IINVT network were related to extensions of INVT network along modern roads and railroads and inclusion of APN and INVT benchmarks at places of its overlapping (Rožić, 2001). Mean seal level was determined by measurements at 5 tide gauges at eastern shore of Adriatic Sea: *Koper* (Slovenija), *Rovinj*, *Bakar*, *Split* and *Dubrovnik* for period of 18.6 years and epoch defined on 1st July 1971 (e1971.5). MGI from Belgrade performed gravimetric measurements at only one part of IINVT network so the adapted height system was once again normal-orthometric. IINVT unlike APN and INVT matched the modern criteria of levelling oh high accuracy with reference probable error $u_0 = \pm 0.79 \text{ mm} \sqrt{\text{km}}$. The framework of IINVT are 5 regularly distributed so called “funda-

mental benchmarks”: *Koprivnica, Kostajnica, Knin, Otočac* and *Strizivojna* (Klak et al., 1995). The height system with mean seal level determined by 5 tide gauges and realized by IINVT benchmarks in epoch 1971.5 is called “Croatian Reference Height System 1971” (cro. *Hrvatski visinski referentni sustav 1971 - HVRS71*).

Republic of Croatia also adopted new gravimetric datum based on IGSN71 and GRS80 normal gravity field. New gravimetric reference system is realized by “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” (6 absolute gravity stations from “Zero-order gravimetric network of Republic of Croatia” and 36 gravity points of 1st order gravimetric network of Republic of Croatia”) (Figure 7) with measured gravity values in summer 2003. New gravimetric reference system of Croatia is called “Croatian Gravimetric Reference System 2003” (cro. *Hrvatski gravimetrijski referentni sustav 2003 - HGRS03*).

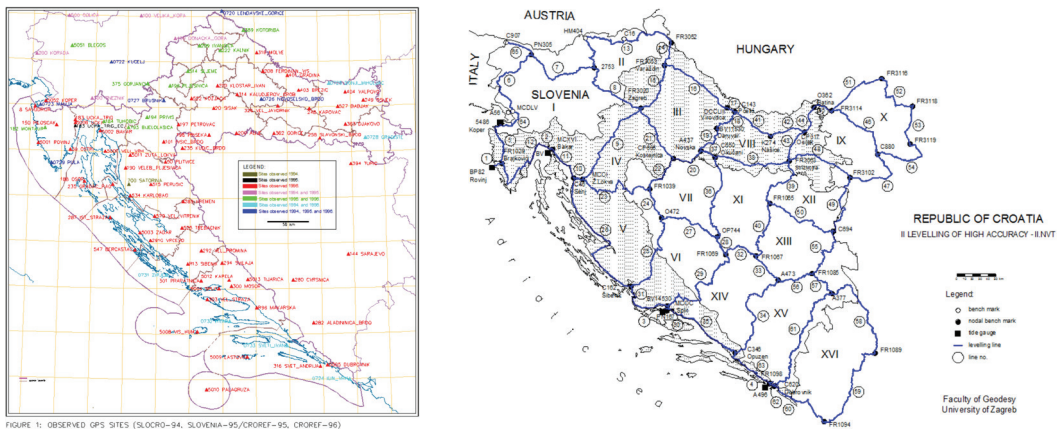


Figure 10: HTRS96 (left) (Marjanović and Bačić, 2001) and HVRS71 (right) (Rožić and Razumović, 2009).

According to mentioned Decision, Republic of Croatia has also adopted a new plane cartographic projection for cadaster and detail state topographic cartography - Transverse Mercator (TM). New cartographic projection is based on HTRS96 and unifies the territory of Republic of Croatia in one unique meridian projection zone with mean meridian defined at 16°30’ and mean meridian scale of 0.9999. According to ISO (2003) rectangular plane coordinates marks *y, x* (from inherited Gauss-Krüger projection) are changed to *E* (easting) and *N* (northing). False easting constant remains the same like within inherited projection (500 000 m). Reference mark of the new projection coordinate system is HR_ETRS89/TM, while an alias is coordinated with the new horizontal reference system - HTRS96/TM. Practical mathematical formulas for conversion from ellipsoidal to plane coordinates are the same as ones for inherited cartographic projection with some changes in notation (Lapaine and Tutić, 2007).

The final deadline for implementation and official usage of new Croatian geodetic datums was 1st January 2010.

4 CHRONOLOGY OF STATE SURVEY IN CROATIA FROM 2004 TO 2009

In July 2003 CSGA and GEOF UNIZG signed a contract on project “Project and stabilization of micro-gravimetric networks at five absolute gravity stations (Bašić et al., 2006b). The purpose of micro-gravimetric networks is preservation of absolute gravity stations. Project included stabilization of three eccentric points for each absolute gravity station of “Zero-order gravimetric network of Republic of Croatia” except for AGT02 (*Zagreb-Maksimir*) and AGT03 (*Zagreb-Puntijarka*). For those two stations total of three eccentric points were stabilized because of their nearness. Eccentric points are distanced 0.5-5 km from AGTs. According to criteria, the differences between gravimetric measurements at two eccentric points should not be larger than $2 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$ while locations should be geologically and hydrologically stable. Project also included the connection of eccentric points to “10-km GPS network” (for position determination) and to IINVT (for height component determination). Project was delivered in September 2004.

After the unique adjustment of “10-km GPS network” it was logical to fit “GPS network of City of Zagreb” into HDKS. Therefore in April 2004 Institute for Cadastre and Geodetic Affairs of City of Zagreb and GEOF UNIZG signed a contract on project “Geodetic-geodynamic study of area of City of Zagreb” with special subproject “The matching of GPS network of City of Zagreb into HDKS” (Bašić, 2006). Within this project readjustment of TM ZG in HTRS96 was made. Also the readjustment of eastern and western part of GPS homogeneous field of points of City of Zagreb was made as well. Comparison of new adjustment with previous one from 1998 indicated to large number of bad optimized vectors in adjustment from 1998. The new adjustment of TM ZG showed that due to time shift of adjustment fixed coordinates, the whole network suffered a few mm of position translation and height shift of -2 cm. Transformation from HTRS96 (that is ETRS89) to HDKS was ensured by transformation parameters, which were calculated according to 90 identical points in both systems. Spatial (3D) accuracy of calculation of transformation parameters was $\pm 12.0 \text{ cm}$ and thanks to HRG2000 geoid model, height transformation accuracy was $\pm 1.0 \text{ cm}$.

In May 2005 CSGA, Institute for Cadastre and Geodetic Affairs of City of Zagreb and GEOF UNIZG signed a contract on project “Design and establishment of 2nd order gravimetric network of City of Zagreb and gravimetric survey of micro-gravimetric networks of absolute gravity stations” (Bašić et al., 2006c). Within the project 2nd order gravimetric network for the whole territory of Croatia was designed. Designed 2nd order gravimetric network of Croatia was planned to be connected to: “10-km GPS network” for position determination, IINVT benchmarks (HVR571) for height determination and “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” for relative gravity measurements. Within the part of project financed by Institute for Cadastre and Geodetic Affairs of City of Zagreb, 2nd order gravimetric network of City of Zagreb (which is based on TM ZG and nearby points of “10-km GPS network”) relative gravimetric and levelling measurements were performed. Gravimetric measurements were performed on total of 34 locations (33 stations of TM ZG and 1 station of 1st order gravimetric network of former Yugoslavia) (Figure 11) with connection to “Zero-order gravimetric network of Republic of Croatia” at AGT02 and AGT03 for network datum definition (IGSN71). Precise levelling measurements were performed on total

of 39 locations (34 + AGT02, AGT03 and their eccentric points) with connection to IINVT benchmarks: FR3020, R109, R2077, R19774 and R5968 with total length of all sides in levelling figures (20) of 794.9 km (Figure 11). Mean standard deviation of adjusted levelling measurements of 1.32 cm and for gravimetric measurements $2.45 \cdot 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ indicate to high reliability of performed measurements.

In November 2005 and April 2006 relative gravimetric and precise levelling measurements were performed on 4 established micro-gravimetric networks (total of 12 points), defined within the project "Design and stabilization of micro-gravimetric networks at five absolute gravimetric stations-1st phase" (Bašić et al., 2006d).

In September 2005 CSGA, within joint collaboration of CSGA, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia and Federal Geodetic Administration of Bosnia and Herzegovina measurements in CROREF'05 GPS measuring campaign were performed. Measurements were obtained in two 24h sessions at total of 40 locations: 28 in Croatia, 7 in Slovenia and 5 in Bosnia and Herzegovina. In adjustment procedure, 5 IGS stations were used (4 fixed and 5 control stations) (Marjanović et al., 2006). Accuracy (RMS), obtained from repeated daily solutions of $\pm 0.6 \text{ mm}$ (N), $\pm 0.7 \text{ mm}$ (E) and $\pm 2.8 \text{ mm}$ (U) indicate to high quality of performed measurements. Comparison with combined solution of CRO/94/95/96 from Marjanović and Bašić (2001) in ETRS89 ($\pm 12.0 \text{ mm}$ for position and $\pm 9.3 \text{ mm}$ for height) indicated to possibility of bad stabilizations of observed stations and to differences between ITRF96 and ITRF2000 realizations (in which CRO/94/95/96 and CROREF'95 were adjusted) and between used velocity models NNR-NUVEL-1A and ITRF2000 as well.

After the adoption of new geodetic datums, established GPS homogeneous fields of following cities (in period from 1996 to 2001) were needed to be homogenized and fitted into new horizontal reference system: *Karlovac, Varaždin, Čakovec-Nedeljšće, Prelog, Sisak, Velika Gorica, Samobor, Krapina, Zabok, Križevci, Koprivnica, Orahovica, Đakovo, Našice, Osijek-Ivanovac, Split, Plitvička jezera, Kanal Dunav-Sava and Babina Greda*. GPS homogeneous fields of following cities count total of 8330 stations (Bašić et al., 2006e). Homogenization is done by readjustment of GPS homogeneous fields of cities fixing the reference stations of combined solution for realization of HTRS96 from Marjanović and Bašić (2001) and by fixing points of "10-km GPS network". Coordinates of adjustment fixed stations were previously transformed to ITRF96 in mean epoch of measurements 2000.5 using DAT_ABMO transformation model.

During April 2005 Republic of Croatia was included in EUVN_DA project by widening of existing EUVN network (8 stations) from 1997 with 12 (Figure 11) additional stations (Grgić et al., 2006).

New established stations were connected to HVR571, UELN and HGRS03. Station coordinates were determined due to ITRF2000 (e2005.34) with 4 IGS (GRAZ, MATE, ZIMM and WTZR) adjustment fixed stations and later transformed to ETRS89 using DAT_ABMO transformation model.

Also in April 2005, CSGA and GEO UNIZG signed a contract on project "Development of unique transformation model-HTRS96/HDKS" (Bašić et al., 2006a). Main goal of this project was to develop a unique transformation model between inherited (HDKS) and new adopted horizontal reference

system (HTRS96) with accuracy better than 15 cm in all components and to implement it in a proper software solution.

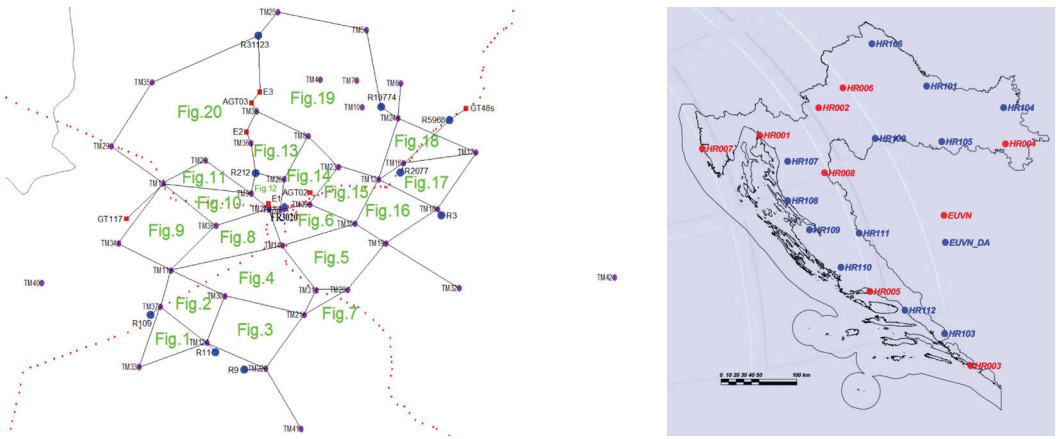


Figure 11: “2nd order gravimetric network of City of Zagreb” (left) (Bašić et al., 2006c) and EUVN'97 & EUVN_DA stations in Croatia (right) (Grgić et al., 2006).

4.1 T7D2006 transformation model

The project “Development of unique transformation model-HTRS96/HDKS” (Bašić et al., 2006a) resulted with first grid transformation model in Croatia called “T7D” (T-transformation, 7-parameter, D-distortion). This model was a result of detail analysis of series of transformation model of European and worldwide countries. T7D consists of unique (Helmert's) 7-parameter 3D transformation HDKS \leftrightarrow HTRS96 for the whole territory of Croatia and distortion model calculated on the basis of 1780 identical points in both systems (Figure 12). Distortion model was calculated in 60"×90" grid by LSC method with usage of empiric covariance function for every coordinate component - plane projection coordinates in N-S and E-W direction and for height component in HVRS1875 with usage of HRG2000 geoid model. Unique transformation parameters for the whole territory of Croatia ensure horizontal (2D) transformation accuracy of ± 71 cm that is spatial (3D) of ± 74 cm. Horizontal transformation accuracy of T7 transformation once again pointed out to existing inhomogeneity of 1st order triangulation network of Austrian-Hungarian Monarchy (Figure 12).

After the prediction of distortion component in HDKS and inclusion of height discrepancy between HVRS1875 and HVRS71 (calculates on the basis of 5000 identical benchmarks in both systems), created unique transformation model T7D2006 ensured horizontal (2D) transformation accuracy of ± 5 cm, that is spatial (3D) of ± 7 cm. T7D2006 transformation model was integrated in official Croatian coordinate transformation software “T7D”.

Significant work in field of state survey were performed by former Croatian Geodetic Institute (CGI) in period from 2007 to 2008. From the end of February to the end of April 2007 GNSS measurements were performed on “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” with purpose of coordinate and

height determination. GNSS measurements were adjusted in ITRF2005 realization (e2005.24). Height determination was performed by precise levelling measurements to existing benchmarks of IINVT. Coordinate transformation to HDKS and ETRS89 was performed using “T7D” transformation software (Grgić et al., 2007).

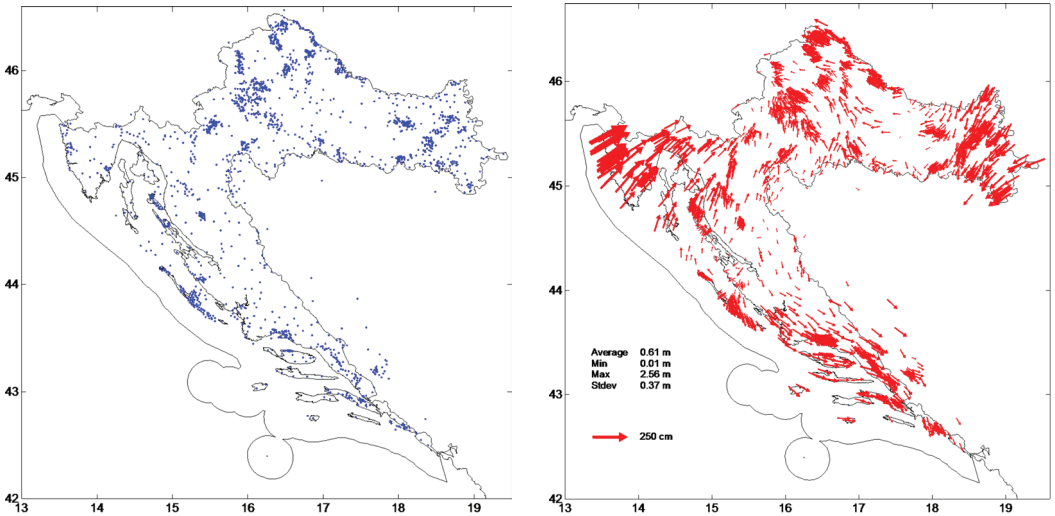


Figure 12: Distribution of 1780 identical points in HDKS and HTRS96 for creation of T7D2006 (left) and existing inhomogeneity of 1st order triangulation network of former A-U Monarchy after T7 transformation in 1780 points (right) (Bašić et al., 2006a).

In article Barišić et al. (2007) the project plan of “2nd order gravimetric network of Republic of Croatia” with 206 new stations and average density of 30 km was presented. Project also included re-observation of “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” and densification of “1st order gravimetric network of Republic of Croatia” to land and islands. In September and October 2007 “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” was extended to north Adriatic islands with total of 16 stations: 7 old and 9 new (Repanić et al., 2008). The extension of “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” to islands withdrew the need for realization of HVRS71 at islands as well. For that purposes in November 2007 trigonometric levelling to island Rab was performed (Grgić et al., 2008a) as well as to islands Cres, Krk and Pag (Grgić et al., 2008b). In April 2008 first series of gravimetric measurements on “2nd order gravimetric network of Republic of Croatia” within “Pilot project Istra” at 15 new stabilized locations were performed (Barišić et al., 2008). CGI performed the extension of “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” to middle south Adriatic islands. In September 2008 “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” was extended with 5 new stations (2 at island Dugi otok, 1 at island Pašman, 1 at island Žirje and one at land in place Pakoštane) (Repanić et al., 2009) while in September 2009 “Basic gravimetric network of Republic of Croatia” was also extended with 9 new gravimetric stations: 2 at island Hvar, 1 at island Brač, 1 at island Vis, 1 at island Korčula, 1 at island Lastovo and 1 at island Mljet (Repanić et al., 2010).

The period of 18 years from 1991 to 2008 resulted with many projects and expert studies in the field of

basic geodetic works of Republic of Croatia. All results of pass projects and expertise brought the idea for one of the most important projects in the field of basic geodetic works of Republic of Croatia - "New geoid model of Republic of Croatia and improvement of T7D transformation model" (Bašić, 2009). The main reason for this project was the fact that T7D2006 transformation model was developed on the basis of relatively small amount of irregularly distributed points and that HRG2000 model was compliant with inherited height system HVRS1875. This project was started with the establishment of 500 GNSS-levelling points with geoid undulations determined in relation to HVRS71 by connecting GNSS-levelling points to the nearest benchmarks of IINVT with known heights in HVRS1875 and in HVRS71 while coordinates were determined using CROPOS real-time high-precise positioning service. From 500 GPS-levelling points, 495 were selected for the absolute orientation of the new geoid model HRG2009. GNSS-levelling points had a double purpose: the absolute orientation of the new geoid surface and determination of outer accuracy of old geoid model HRG2000. Standard deviation of 9.3 cm in 495 GNSS-levelling points pointed out to high accuracy of HRG2000 geoid model despite that fact that it was calculated with the relatively small amount of data. In addition to the need for the new geoid model was also the fact that new combined geopotential solution EGM2008 has maximal order and degree of 2160 (2190) which corresponds to wavelength of 9 km, while old geoid model was computed using EGM96 (with order and degree of 360 and wavelength of 55 km). Standard deviation of differences between geoid undulation of 495 selected GNSS-levelling points and geoid undulations from EGM2008 was 4.8 cm. Topographic influences were obtained from Croatian SRTM 3"×3" DTM (Bašić and Buble, 2007). The calculation of HRG2009 geoid model (Figure 13) was performed on the basis of 30 000 carefully selected free air anomalies at GRS80. Calculation limits were the same like for HRG2000 but with denser grid 30"×45" which corresponds to spatial resolution of ~1×1 km. Inner accuracy at 495 GNSS-levelling points of 2.7 cm indicates to very high accuracy and calculation reliability. Independent outer accuracy was calculated in 59 equally distributes GNSS-levelling points which weren't included in model calculation. The standard deviation of differences between geoid undulations in those points and geoid undulation interpolated from HRG2009 of 3.5 cm indicates to very high absolute reliability of the new geoid model.

4.2 T7D2009 transformation model

Within the project "New geoid model of Republic of Croatia and improvement of T7D transformation model" (Bašić, 2009) the task was also to improve the old T7D2006 (Bašić et al., 2006a) transformation model. During 2009 CSGA together with its cadastral offices organized densification of transformation points to 5029 with coordinates in HTRS96 and HDKS (Figure 13).

Later the number of 5029 transformation was supplemented with additional 171 points. Total of 5200 identical points in HDKS and HTRS96 were used to calculate unique transformation parameters (T7 transformation) with horizontal (2D) transformation accuracy of ± 79.3 cm that is spatial (3D) of ± 80.4 cm and height transformation accuracy of ± 12.9 cm thanks to HRG2009 geoid model. Distortion modeling was performed using LSC technique like within T7D2006 model in 60"×90" regular grid over the whole territory of Croatia. Discrepancies between HVRS1875 and HVRS71 are taken from Croatian height transformation model - HTMV08 v.1 (Rožić, 2009) and together with T7D2009 model implemented

in new version of T7D computer software solution. After the distortion modelling (T7 + distortion), horizontal (2D) and spatial (3D) inner transformation accuracy in 5200 identical points were ± 5.8 cm and thanks to new HRG2009 geoid solution, height transformation accuracy was just few millimeters. The comparison of T7D heights with the 59 independent GNSS-levelling control points with standard deviation of differences of 3.5 cm for both height systems (HVRS1875 and HVRS71) indicate to equal level of confidentiality of T7D heights and HRG2009 heights.

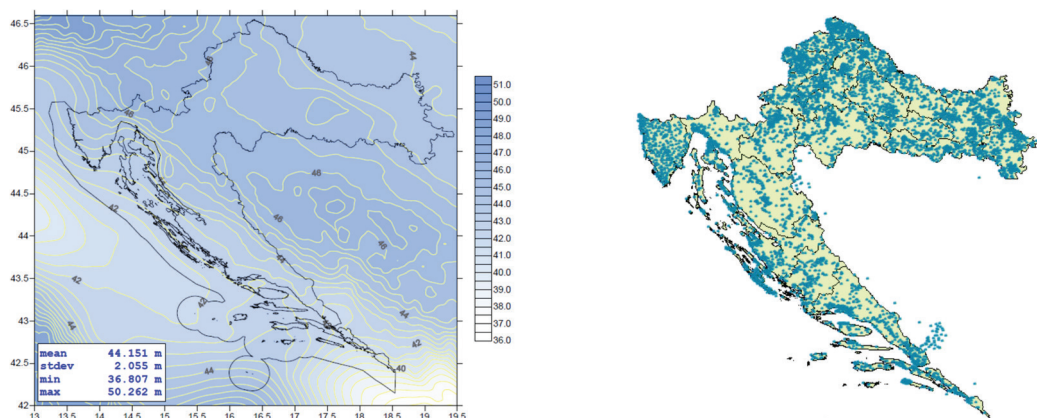


Figure 13: HRG2009 geoid model in meters (left) and 5029 HDKS/HTRS96 transformation points for T7D2009 transformation model (right) (Bašić, 2009).

5 CONCLUSION

The period of 18 years from 1991 to 2009 resulted with many projects in the field of basic geodetic works in Republic of Croatia. Most of them were the result of collaboration of CSGA and GEOF UNIZG. Thanks to these projects we can be sure that Republic of Croatia always had an intention to follow modern European trends in geodetic aspect. After the establishment of national positioning system of Republic of Croatia - CROPOS in 2008 and built T7D2009 transformation model within it, all future geodetic projects in Croatia will and are surely relied on CROPOS as unavoidable part of today's everyday geodetic practice.

Acknowledgements

Authors would like to thank to CSGA for collaboration, support and financing basic geodetic works projects through all these years.

References:

- Altiner, Y., Marjanović, M., Medved, M., Bašić, L.J. (2006). Active Deformation of the Northern Adriatic Region: Results from the CRODYN geodynamical experiment. In N. Pinter, G. Grencery, J. Weber, S. Stein, S. and D. Medak (Eds.), Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop: The Adria Microplate, GPS Geodesy, Tectonics and Hazards, 4th-7th April 2004, Veszprem. NATO Science Series: IV. Earth and Environmental Sciences, Vol. 61. Springer, pp. 257–267. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4235-3_18
- Barišić, B., Repanić, M., Grgić, I., Likar, M., Lučić, M., Bašić, T. (2008). Gravimetrijska mreža II. reda Republike Hrvatske. In T. Bašić (Ed.), I. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije, Opatija 24.-26. listopada 2008. Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006-2009, pp. 190–201.

- Barišić, B., Repanić, M., Grgić, I., Bašić, T., Liker, M., Lučić, M., Markovinić, D. (2007). Gravity measurements on the territory of the Republic of Croatia - past, current and future gravity networks. In T. Bašić (Ed.), *International Symposium on Terrestrial Gravimetry: Static and mobile measurements, 20th-23rd August 2007, St. Petersburg, Russia*. Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006.-2009, pp. 104–114.
- Bašić, T. (2009). Novi model geoida Republike Hrvatske i poboljšanje T7D modela transformacije. *Elaborat za Državnu geodetsku upravu Republike Hrvatske*. Zagreb: Faculty of Geodesy, University of Zagreb, pp. 1–68.
- Bašić, T., Buble, G. (2007). Usporedba globalnog modela visina SRTM3 s postojećim digitalnim modelima reljefa na području Hrvatske. *Geodetski list* 60(2), 73–91.
- Bašić, T. (2006). Uklapanje GPS mreže Grada Zagreba u Hrvatski državni koordinatni sustav. In M. Bosiljevac (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima 2004./2005. godine*, pp. 73–85.
- Bašić, T., Šljivarić, M., Buble, G. (2006a). Izrada jedinstvenog transformacijskog modela HTRS96/HDKS. *Elaborat za Državnu geodetsku upravu Republike Hrvatske*, pp. 1–133.
- Bašić, T., Rezo, M., Markovinić, D. (2006b). Projekt i stabilizacija točaka mikrogravimetrijskih mreža na pet apsolutnih gravimetrijskih točaka-I. faza. In M. Bosiljevac (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2004./2005. godine*, pp. 29–42.
- Bašić, T., Markovinić, D., Rezo, M. (2006c). Uspostava gravimetrijske mreže II. reda na području Grada Zagreba. In M. Bosiljevac (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2004./2005. godine*, pp. 87–100.
- Bašić, T., Markovinić, D., Rezo, M. (2006d). Mikrogravimetrijske mreže i projekt gravimetrijske mreže II. reda Republike Hrvatske. In M. Bosiljevac (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2004./2005. godine*, pp. 43–55.
- Bašić, T., Rezo, M., Markovinić, D. (2006e). Homogenizacija GPS-polja gradova na novi položajni datum Republike Hrvatske. In M. Bosiljevac (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2004./2005. godine*, pp. 1–11.
- Bašić, T. (2005a). *Državna izmjera*. Interni rukopis. Zagreb: Faculty of Geodesy, University of Zagreb.
- Bašić, T. (2005b). Izrada dokumentacije za usvajanje službenog položajnog i gravimetrijskog datuma Republike Hrvatske. In I. Landek (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2003. godine*, pp. 1–13.
- Bašić, T., Markovinić, D., Rezo, M. (2004a). Osnovna gravimetrijska mreža Republike Hrvatske. In I. Landek (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2002. godine*, pp. 51–65.
- Bašić, T., Rezo, M., Markovinić, D. (2002a). Jedinstveno izjednačenje 10-km GPS mreže Republike Hrvatske. *Elaborat za Državnu geodetsku upravu Republike Hrvatske*. Zagreb: Faculty of Geodesy, University of Zagreb, pp. 1–128.
- Bašić, T., Šljivarić, M., Rezo, M., Markovinić, D., Jelčić, J. (2002b). Izrada uslužnih programa za korištenje podataka službenog hrvatskog geoida i transformaciju koordinata između HDKS-a i ETRS-a. *Dar _AMBO*. Znanstveno-stručni projekt za Državnu geodetsku upravu Republike Hrvatske. Zagreb: Faculty of Geodesy, University of Zagreb, pp. 1–35.
- Bašić, T., Markovinić, D. (2002). Gravimetrijska mreža i kalibracijska baza Republike Hrvatske. In T. Bašić (Ed.), *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu povodom 40. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.-2002*, pp. 81–93.
- Bašić, T., Rezo, M., Markovinić, D. (2001). Studija stanja i prijedlog nove Gravimetrijske mreže Republike Hrvatske. In I. Landek (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2000. godine*, pp. 33–42.
- Bašić, T. (2001). Detaljni model geoida Republike Hrvatske HRG2000. In I. Landek (Ed.), *Izvješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2000. godine*, pp. 11–22.
- Bašić, T., Bačić, Ž. (2000). Transformation between the Local and Global Geodetic Datum in Croatia. XX EUREF Symposia, 22th -24th June 2000, Tromsø, Norway. pp. 229–236.
- Bašić, T., Markovinić, D., Rezo, M., Hećimović, Ž., Šljivarić M., Špoljarić D. (2000). *Prijedlog službenih geodetskih datuma Republike Hrvatske*. *Elaborat za Državnu geodetsku upravu Republike Hrvatske*. Zagreb: Faculty of Geodesy, University of Zagreb, pp. 1–93.
- Bašić, T., Brkić M. (1998). The Latest Efforts in the Geoid Determination in Croatia. In *Bollettino di Geofisica teorica ed applicata*. 2nd Joint Meeting of the International Gravity Commission and the International Geoid Commission, 7-12 September, Trieste, pp. 1–5.
- Bašić, T., Brkić M., Sünkel H. (1999). A New, More Accurate Geoid for Croatia. *Physics and Chemistry of the Earth (A- Solid Earth and Geodesy, Special Issue, 24(1))*, 67–72. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1464-1895\(98\)00012-x](http://dx.doi.org/10.1016/S1464-1895(98)00012-x)
- Bašić, T. (1993). Primjena satelitske altimetrije u istraživanju Zemljinog polja sile teže na Jadranu. In L. Feil (Ed.), *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u povodu 30. obljetnice samostalnog djelovanja (1962.-1992.)*, pp.1–8.
- Bašić, T., Čolić, K. (1993). Gravity Field Determination for the Territory of Croatia - Preliminary Results. In H. Montag and Ch. Reigber (Eds.), *International Association of Geodesy Symposia*, pp. 137–140. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-78149-0_34
- Bilajbegović, A., Solarić, M., Bačić, Ž., Hećimović, Ž. (1989). Globalno pozicijsko određivanje osnova i primjena. *Geodetski list*, 7–9, 231–254.
- Borčić, B. (1976). *Gauss-Krügerova projekcija meridijanskih zona*. Sveučilišna naklada Liber. Zagreb.
- Čolić, K., Pribičević, B., Švehla, D. (1999). 3-D Geodynamic Network of Broader Area of City of Zagreb. In K. Čolić and H. Moritz (Eds.), *Proceedings of the Second International Symposium Geodynamics of the Alps-Adria Area by means of Terrestrial and Satellite Methods, September 28-October 2, Zagreb and Graz* pp. 75–86.
- Čolić, K. (1996). *Geodezija u Hrvatskoj 1991–1994*. *Geodetski list*, (1), 17–28.
- Čolić, K., Bašić, T., Seeger, H., Gojčeta, B., Altiner, Y., Rašić, L.J., Medić, Z., Pribičević, B., Medak, D., Marjanović, M., Prelogović, E. (1996). *Hrvatska u EUREF'94 i projekt CRODYN*. *Geodetski list*, (4), 331–354.
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, S., Pribičević, B., Ratkajec, M. (1993). Improved Geoid Solution for Slovenia and a Part of Croatia. In H. Montag and Ch. Reigber (Eds.), *International Association of Geodesy Symposia*, pp. 141–144. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-78149-0_35

- Čubranić, N. (1972). Viša geodezija-drugi dio. Zagreb: Tehnička knjiga Zagreb.
- Feil, L., Rožić, N. (2005). Izrada dokumentacije za usvajanje službenog visinskog datuma Republike Hrvatske. In I. Landek (Ed.), *Izvjješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2003. godine*, pp. 15–37.
- Feil, L., Klak, S., Rožić, N. (1993). Određivanje visinskih pomaka na području Republike Hrvatske. Zbornik radova 1990.–2000. – in memoriam profesor emeritus dr. sc. Stjepan Klak.
- Grgić, I., Lučić, M., Repanić, M., Bašić, T., Liker, M., Barišić, B. (2008a). Height transmission from mainland to the island Rab in the Republic of Croatia. In T. Bašić (Ed.), *XVIII EUREF Symposia*, 18–21 June, London. Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006.–2009., pp. 145–154.
- Grgić, I., Lučić, M., Repanić, M., Lučić, M., Barišić, B., Liker, M., Bašić, T. (2008b). Prijenos visina na otoke sjevernog Jadrana. In T. Bašić (Ed.), *I. simpozij ovlaštenih inženjera geodezije*, Opatija 24.–26. listopada 2008. Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006.–2009., pp. 171–189.
- Grgić, I., Barišić, B., Bašić, T., Lučić, M., Repanić, M., Liker, M. (2007). Fundamental gravity network of the Republic Croatia in the function of control and improving of national and European geoid model. In T. Bašić (Ed.), *XVII EUREF Symposia*, 6–9 June, London. Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006.–2009., pp. 82–94.
- Grgić, I., Barišić, B., Hećimović, Ž. (2006). Realization of EUVN densification project in the Republic of Croatia. In T. Bašić (Ed.), *XVI EUREF Symposia*, 14th–17th June 2006, Riga. Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006.–2009., pp. 9–21.
- International Organization for Standardization – ISO (2003). *ISO19111: Geographic Information – Spatial Referencing by Coordinates*. Geneva: ISO Copyright Office, pp. 1–43.
- Klak, S., Feil, L., Rožić, N. (1995). Visinski sustav Republike Hrvatske. In N. Rožić (Ed.), *Dani hrvatskih geodeta, IX susret, radni materijal*, Rovinj, 21.–23.4.1995. Zbornik radova 1990.–2000. – in memoriam profesor emeritus dr. sc. Stjepan Klak.
- Lapaine, M., Tutić, D. (2007). O novoj službenoj kartografskoj projekciji Hrvatske: HTRS96/TM. *Kartografija i geoinformacije*, 6, 34–53.
- Lapaine, M. (2005). Izrada dokumentacije za usvajanje prijedloga službenih kartografskih projekcija Republike Hrvatske. In I. Landek (Ed.), *Izvjješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2003. godine*, pp. 39–43.
- Marjanović, M., Bačić, Ž., Bašić, T. (2006). CROREF-05 GPS campaign – preliminary results. *XVI EUREF Symposia*, 14–17 June, Riga, pp. 1–6.
- Marjanović, M., Bačić, Ž. (2001). Computation of combined solution of EUREF GPS campaigns 1994–96 in Republic of Croatia. In *EUREF simpoziju u Dubrovniku od 16. do 19. svibnja*.
- Marjanović, M., Rašić, L. J. (1999). Results of the EUVN GPS Campaign in Croatia. In K. Čolić and H. Moritz (Eds.), *Proceedings of the Second International Symposium Geodynamics of the Alps-Adria Area by means of Terrestrial and Satellite Methods*, September 28–October 2, Zagreb and Graz pp. 203–2013.
- Markovinović, D., Rezo, M., Bjelotomić, O., Pavasović, M., Bašić, T. (2011). Kontrola visina na točkama GPS mreže Grada Zagreba uporabom VPPS servisa CROPOS sustava. In T. Bašić (Ed.), *Zbornik radova – 2. CROPOS konferencija*. Zagreb: Državna geodetska uprava Republike Hrvatske, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska komora ovlaštenih inženjera geodezije, Hrvatsko geodetsko društvo, pp. 147–157.
- Medak, D., Pribičević, B. (2002). Geodinamička mreža Grada Zagreba. In T. Bašić (Ed.), *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu povodom 40. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.–2002.*, pp. 145–156.
- Medak, D., Pribičević, B., Đapo, A. (2002). Međunarodni projekti za priključivanje Hrvatske Europskoj geodetskoj zajednici (1992–2001). In T. Bašić (Ed.), *Zbornik Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu povodom 40. obljetnice samostalnog djelovanja 1962.–2002.*, pp. 71–80.
- Medak, D., Pribičević, B., Đapo, A. (2001). Priključenje Republike Hrvatske u svjetsku apsolutnu gravimetrijsku mrežu-druga faza projekta UNIGRACE. In I. Landek (Ed.), *Izvjješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2000. godine*, pp. 23–32.
- Medak, D., Pribičević, B. (2001). Croatian Permanent Stations within International GPS-service for Geodynamics. *Hvar Observatory Bulletin*, 25(1), 61–73.
- Narodne novine br. 110 (2004). Odluka o utvđivanju novih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske.
- Repanić, M., Bjelotomić, O., Lučić, M., Kršulović, D., Bašić, T. (2010). Proširenje Osnovne gravimetrijske mreže RH na otoke južnog Jadrana – gravimetrijska mjerenja. Tehničko izvješće. Zagreb: Hrvatski geodetski institut, pp. 1–121.
- Repanić, M., Liker, M., Lučić, M., Horakova, P., Bašić, T. (2009). Proširenje Osnovne gravimetrijske mreže RH na otoke srednjeg Jadrana – gravimetrijska mjerenja. Tehničko izvješće. Zagreb: Hrvatski geodetski institut, pp. 1–103.
- Repanić, M., Barišić, B., Grgić, I., Liker, M., Lučić, M., Bašić, T. (2008). Extension of the Croatian Fundamental gravity network to the north Adriatic islands. *Gravity, Geoid and Earth Observation GGEO 2008*, 23–26 July, Chania, Greece. In T. Bašić (Ed.), *Zbornik radova Hrvatskog geodetskog instituta 2006.–2009.*, pp. 137–144.
- Rožić, N. (2009). Hrvatski transformacijski model visina – HTMV08-v.1. In M. Bosiljevac (Ed.), *Izvjješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima 2006.–2008. godine*, pp. 23–46, Zagreb.
- Rožić, N., Razumović, I. (2009). Vertical crustal movements on the Croatian territory. *Proceedings to the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF)*, Florence, 27–30 May.
- Rožić, N. (2001). Fundamental levelling networks and height datums at the territory of the Republic of Croatia. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 36(2), 231–243. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ageod.36.2001.2.10>
- Solarić, M. (2004). Sudjelovanje Republike Hrvatske u simultanim GPS-mjerenjima mreže CEGRN 2001 geodinamičkog projekta CERGOP-2. In I. Landek (Ed.), *Izvjješća Državne geodetske uprave o znanstveno-stručnim projektima iz 2002. godine*, pp. 93–104.
- Solarić, M., Biljebegović, A., Junašević, M., Ambroš, F., Gigrovski Detelić, B., Džapo, M., Ivković, M., Hećimović, Ž., Barković, Đ., Bačić, Ž., Podunavac, B. (1996). Pregled ostvarenih rezultata na znanstvenom projektu Osnovni geodetski radovi informacijskog prostornog sustava Republike Hrvatske. *Geodetski list*, 50(73), 29–39.
- Šljivarić, M. (2010). Optimizacija metodologije trodimenzionalnih međudatumskih transformacija u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Zagreb: Faculty of Geodesy, University of Zagreb.

Bašić T., Pavasović M., Marjanović M. (2015). An overview of scientific and professional projects in the field of basic geodetic works at the territory of republic of Croatia in period from 1991–2009. *Geodetski vestnik*, 59 (4): 767–788. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.767-788

Prof. Tomislav Bašić, Ph.D.

University of Zagreb, Faculty of Geodesy
Fra Andrije Kačića Miošića 26, HR-10000 Zagreb, Croatia
e-mail: tomlav.basic@geof.hr

Marijan Marjanović, Ph.D.

Croatian State Geodetic Administration
Gruška, HR-10000 Zagreb, Croatia
e-mail: marijan.marjanovic@dgu.hr

Marko Pavasović, Ph.D.

University of Zagreb, Faculty of Geodesy
Fra Andrije Kačića Miošića 26, HR-10000 Zagreb, Croatia
e-mail: marko.pavasovic@geof.hr

Tomislav Bašić, Marko Pavasović, Marijan Marjanović | PREGLED ZNANSTVENIH I STROKOVNIH PROJEKTOVA NA PODROČJU OSNOVNIH GEODETSKIH DEL NA OZEMLJU REPUBLIKE HRVAŠKE V OBDOBJU 1991–2009 | AN OVERVIEW OF SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PROJECTS IN THE FIELD OF BASIC GEODETIC WORKS AT THE TERRITORY OF REPUBLIC OF CROATIA IN PERIOD FROM 1991–2009 | 767-788 |

UPORABA KODE L2C ZA DOLOČITEV UPORABNIKOVEGA POLOŽAJA

UTILIZATION L2C CODE FOR DETERMINATION OF USER'S POSITION

Kamil Krasuski, Damian Wierzbicki

UDK: 528.2
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 17. 2. 2015
Sprejeto: 12. 11. 2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.789-808
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 17. 2. 2015
Accepted: 12. 11. 2015

IZVLEČEK

V članku je opisanih nekaj primerov določanja položaja v sistemu GPS (angl. Global Positioning System) z novo kodo L2C. Za matematični izračun določitve položaja je bila uporabljena metoda absolutnega določevanja položaja s stohastično obdelavo. Predstavljeni so primeri rezultatov določevanja položaja sprejemnika, pri čemer smo uporabili metodo absolutnega določevanja položaja, vključno z vplivi pogreška položaja satelita z uporabo Lagrangejevega polinoma ter rotacije in plimovanja Zemlje, Sagnacovim vplivom, vplivi pogreška ure satelita, vplivi ionosfere in troposfere ter drugih pogreškov oddajnika in sprejemnika. Izvirna programska koda je bila napisana v programskem jeziku Scilab 5.4.1. v 64-bitnem sistemu Windows. Kodna opazovanja v obliki zapisa RINEX (angl. Receiver Independent Exchange Format) so bila za časovni interval med 20:00:00 in 23:59:30 na dan 6. 1. 2015 pridobljena s permanentne postaje WROC v Wrocławu na vzhodnem Poljskem. Izračun je bil opravljen za štiri serije z intervalom registracije opazovanj 30 sekund. Rezultati ocene položajne točnosti v geocentričnem referenčnem sistemu kažejo, da je srednji pogrešek določitve koordinat manjši od 8,5 metra, kar je primerljivo s točnostjo, ki jo zagotavlja koda L1C. Praviloma bi morali biti rezultati boljši, toda število satelitov GPS s kodo L2C je bilo nestabilno. Dodatno je treba poudariti, da je znašal srednji pogrešek ure sprejemnika nekaj manj kot 8 metrov, kar ustreza $2,7 \cdot 10^{-8}$ s.

KLJUČNE BESEDE

GPS, metoda absolutnega določevanja položaja, koda L2C, sistematični pogreški, točnost določanja položaja

ABSTRACT

The article describes a few tests of standalone positioning in Global Positioning System (GPS) with the utilization of a new L2C code. Single Point Positioning (SPP) method in stochastic processing was applied as a mathematical formulation in computations. Measurement models of the SPP method such as interpolation satellite position using Lagrange polynomial, Earth rotation effect, Sagnac effect, satellite clock bias, ionosphere delay, troposphere delay, satellite and receiver instrumental biases are discussed based on study cases. The source code of the program was written in Scilab 5.4.1 software language under the 64-bytes Windows system. Code observations in Receiver Independent Exchange format (RINEX) file (between 20:00:00 – 23:59:30) for 06.01.2015 were taken from WROC station in Wrocław in eastern Poland. Adjustment processing was carried out over 4 sessions with a time interval of 30 seconds. The preliminary results of positioning accuracy in geocentric frame, presented by mean errors of each coordinate, are less than 8.5 meters and they are comparable to the accuracy of L1C code. Generally, positioning accuracy in experiments is expected to be higher but the number of GPS satellites with L2C code was very unstable. Additionally, mean errors of the receiver clock were shown in the paper with a maximum value of less than 8 meters, which equals about $2.7 \cdot 10^{-8}$ s.

KEY WORDS

GPS, single point positioning method, L2C code, systematic errors, positioning accuracy

1 INTRODUCTION

The fundamental conception of the GPS system is developed to determine the user's position in each point on the Earth over 24 hours. Currently, beside the GPS system, also GLONASS, BEIDOU and GALILEO satellite systems are utilized in positioning across the whole world. The basic idea of positioning based on coordinates estimation (usually XYZ in geocentric frame or BLH in geodetic frame) uses code and phase observations. Carrier phase data (L1/L2) are very precise observations (with an accuracy of about 1 ± 3 mm) and should be applied in precise positioning method such as PPP (Precise Point Positioning) method, DGPS (Differential GPS) technique or RTK (Real Time Kinematic) method (Abdel-Salam, 2005; Zheng, 2006). Code observations (C1/P1/P2) are greater noisily but they are very popular in many applications in post-processing and near real time. Especially, SPP (Single Point Positioning) method is a universal solution for estimation of coordinates in standalone positioning and navigation. The SPP method prefers C1 or P1 code as an input data for numerical computations. The C1 code is an acquisition code with a standard deviation of between 3 and 30 meters.

In contrast to C1 code, P1 code is more precise (about 1 ± 3 m), but it is very hard to reconstruct, because the same sequence is repeated after 266 days (Seeber, 2003). Significantly, P1 code has got an encrypted version as a P(Y) code with a chipping rate of 10.23 MHz, but P(Y) code is designed only for military users. In civil applications, the relation between P1 and C1 code is called instrumental biases and marked as a DCB P1-C1. It also is very important for receivers with cross-correlation (e. g. C1/P2), without access to P1 code (Dach et al., 2007). In this way, the accuracy of the new P1 code is similar to C1 code, but the precision of pseudorange was changed. In practice C1 code is still more preferable and beneficial for civil users in the SPP method.

Generally, the SPP method is used into two modes (static and kinematic). Moreover, the static mode is utilized in absolute positioning of a single receiver in post-processing. Kinematic mode is preferred in real time applications for determining vehicle (such as car or aircraft) coordinates. In static mode for single measurement epoch 4 parameters are estimated, it means 3 coordinates (XYZ) and one receiver clock as a parameter of time transfer. Of course, geocentric coordinates can be also applied for obtained temporary velocity (or temporary acceleration) and attitude angles (e. g. in kinematic mode). The minimal number of measurements in a single epoch for position estimation is equal 4, but one freedom degree is needed for the adjustment processing of GPS observations. In the case of all measurement epochs in all sessions unknown numbers of estimated parameters will be equal $3 + 1 \times S \times NT$ (in static mode) and $3 \times S \times NT + 1 \times S \times NT$ (in kinematic mode), where S is number of all sessions, NT is number of measurements epochs in single sessions. The least square method is recommended as a mathematical model for solving user's position, but Kalman filter can be also applied. For GNSS dual-frequency receivers, C1 code observations from other navigation systems are utilized in the SPP method. In this case the receiver clock parameter should be estimated for each GNSS system as information about the difference of time scale between GNSS systems. It is called an inter-system bias of the receiver clock. Currently the SPP method can be applied in GPS, GLONASS, BEIDOU and GALILEO systems. The typical accuracy of the SPP method is less than 10 m with a probability of 95% using C1 code observations (Kaplan et al., 2006).

The GPS system is still being modernized and new satellites have been launched on the orbital plans. Actually, the GPS system is divided into 4 generations, e. g.: Block II-A, Block II-R, Block II-RM and

Block II-F. Among these generations, only two blocks (II-RM and II-F, exactly now 15 satellites) can transmit the new L2C code on the 2nd frequency (1227.6 MHz) in the GPS system (Leandro et al., 2008). The L2C code consists of two codes, these are known as L2 CM (Civil Moderate) and L2 CL (Long). The L2 CM code is 20 ms long and includes 10230 chips, while L2 CL code is repeated every 1.5 s and has got 767250 chips. The relation of times longer between L2 CL and L2 CM codes is close to 75. Each code (L2 CM and L2 CL) is generated by MRSRG (Multiple Return Shift Register Generator) with a chipping rate of 511.5 kbps and it can be described using 27-degree polynomial. The final frequency of L2C code is the same as L1 C/A code (when CM and CL codes are combined), but the spectrum power is less than 2.3 dB, which causes the SNR value to be higher than L1 C/A code. Additionally, civil navigation messages (CNAV) are modulated on the L2 CM with bit rate 25 bps (Fontana et al., 2009; Iswariya et al., 2013, Kwon et al., 2011; Wang, 2010; Yao, 2007).

In this paper the possibilities of L2C code for GPS standalone positioning are presented. For this purpose raw observations from RINEX file from WROC reference site were utilized. Station coordinates were estimated using the SPP method and the code source of program was written in Scilab 5.4.1 software. The other attributes of the SPP method such as systematic and geometric errors with examples were shown also. The mathematical formulation of the SPP method (e. g. least square method) has been described in detail. The paper is organized in 4 sections: 1. Introduction, 2. Mathematical model of SPP method for L2C code, 3. Experiments and Results, 4. Conclusions.

2 THE MATHEMATICAL MODEL OF THE SPP METHOD FOR L2C CODE

2.1 Observations modelling

2.1.1 Geometric range term

The basic equation of the SPP method can be described as follows:

$$p = d + C \cdot (dto - dts) + Ion_2 + Trop + SDCB_{C2} + RDCB_{C2} \quad (1)$$

where:

- p - pseudorange L2C from RINEX file,
- d - geometric distance between satellite and receiver,
- C - speed of light,
- dto - receiver clock,
- dts - satellite clock,
- Ion_2 - ionosphere delay on 2nd frequency in the GPS system,
- $Trop$ - troposphere delay,
- $SDCB_{C2}$ - satellites instrumental biases for L2C code,
- $RDCB_{C2}$ - receiver instrumental bias for L2C code.

At first, raw observations L2C from RINEX file (usually in 2.10 or 2.11 format) must be annexed as input data for adjustment processing. Information such as pseudoranges, time interval, time of measurement epoch, number of observations and Satellite Vehicle (SV) number should be read from RINEX file to Scilab 5.4.1 software. These parameters are converted from string character to numerical format. Now,

the reception time from RINEX file, it means measurement epoch, and pseudorange value are utilized for the determination time of signal transmission (Sanz Subirana et al., 2013), as below:

$$t_s = t_{RINEX} - \frac{p}{C} - dts \tag{2}$$

where:

- t_s - time of signal transmission,
- t_{RINEX} - measurement epoch from RINEX file.

Equation (2) is the basic solution for providing information about the time of the signal travelling through the atmosphere (without iterative computations) and it is utilized in gLAB software. The time t_s is also applied for estimating satellite position using 9-degrees Lagrange polynomial based on 10 nodes. Mathematical formulation for interpolation satellite position can be written (Bidikar et al., 2014):

$$r(t_s) = \begin{bmatrix} X(t_s) \\ Y(t_s) \\ Z(t_s) \end{bmatrix} = \frac{(t_s - t_2)(t_s - t_3) \dots (t_s - t_{10})}{(t_1 - t_2)(t_1 - t_3) \dots (t_1 - t_{10})} \cdot \begin{bmatrix} X(t_1) \\ Y(t_1) \\ Z(t_1) \end{bmatrix} + \dots + \frac{(t_s - t_1)(t_s - t_2) \dots (t_s - t_9)}{(t_{10} - t_1)(t_{10} - t_2) \dots (t_{10} - t_9)} \cdot \begin{bmatrix} X(t_{10}) \\ Y(t_{10}) \\ Z(t_{10}) \end{bmatrix} \tag{3}$$

where:

- $X(t_1), \dots, Z(t_{10})$ - satellite coordinates from Precise Ephemeris file,
- $X(t_s), \dots, Z(t_s)$ - satellite coordinates estimated on the epoch t_s .

Equation (3) is repeated for each satellite in iterative scheme in sequential process for all measurement epochs from RINEX file. Satellite coordinates in Precise Ephemeris file (with abbreviation „*.SP3” or „*.EPH”) are expressed in geocentric frame (e. g. IGS or ITRF) with interval 15 minutes. The 1-hours data of „*.SP3” file includes four epochs of SV position and for the whole day (for 24-hours data) it will be equal to 96 epochs. The typical precision of satellite coordinates in „*.SP3” file is about a few millimeters, but the basic unit of „*.SP3” format is 1 km. Together with satellite coordinates, in „*.SP3” file, precise clocks for each satellite are available also. Sometimes velocity components with clock rates are implemented in „*.SP3” file as additional information about SV position (Hilla, 2010). Currently „*.SP3” file is produced by the Analysis Centers (AC are a part of IGS service, a list of the AC is available at: <http://igs.org/about/analysis-centers>) as a final, rapid and ultra-rapid product. Similar to the GPS system, GLONASS, GALILEO and QZSS satellite positions are provided and distributed in Precise) Ephemeris format.

Satellite coordinates in equation (3) should be also corrected for Earth rotation effect (Schüler, 2001), as below:

$$r = \begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X(t_s) \cdot \cos \Omega + Y(t_s) \cdot \sin \Omega \\ -X(t_s) \cdot \sin \Omega + Y(t_s) \cdot \cos \Omega \\ Z(t_s) \end{bmatrix} \tag{4}$$

where:

- Ω - rotation angle during the signal travel, $\Omega = \omega \cdot \left(\frac{p}{C} + dts \right)$,
- ω - angular velocity of the Earth, $\omega = 7,2921151467 \cdot 10^{-5}$ [rad/s].

Table 1: Influence of Earth rotation effect on the satellite position at epoch 20:00:00 GPS Time (06.01.2015).

SV Number	$r_x = X_s - X(t_s)$ [m]	$r_y = Y_s - Y(t_s)$ [m]	$r_z = Z_s - Z(t_s)$ [m]
1	78.479	80.854	0.000
12	-57.829	-136.991	0.000
15	-3.964	-112.820	0.000
17	102.573	-50.969	0.000
24	-49.950	-73.850	0.000

Results of Earth rotation effect on the satellite position for the study cases are presented in Table 1. Especially the differences between two vectors r and $r(t_s)$ are visible for r_x and r_y component and these values can reach up to more than ± 100 m. From the other side r_z component is 0 and its influence is negligible for Z coordinate. An alternative solution of r vector is described in paper (Zhang, 2007), where Sagnac effect is added as follows:

$$d = \|R - r\| = \|R - r(t_s)\| \pm \delta R \tag{5}$$

where:

- $\| \|$ - vector norm, R - vector with receiver coordinates, $R = [x_R, y_R, z_R]^T$,
- $\|R - r\|$ - geometric distance between satellite (after Earth rotation correction) and receiver,
 $\|R - r\| = \sqrt{(x_R - X_s)^2 + (y_R - Y_s)^2 + (z_R - Z_s)^2}$,
- $\|R - r(t_s)\|$ - geometric distance between satellite (without Earth rotation correction) and receiver,
 $\|R - r(t_s)\| = \sqrt{(x_R - X(t_s))^2 + (y_R - Y(t_s))^2 + (z_R - Z(t_s))^2}$,
- δR - Sagnac effect, $\delta R = \frac{\omega \cdot (X(t_s) \cdot y_R - Y(t_s) \cdot x_R)}{C}$.

Sagnac effect has a major significance for the determination of geometric distance between each satellite and receiver. If equation (5) is applied to the obtained interpolated satellite position and Sagnac effect is omitted, then d parameter is not a true value (see Table 2). Generally Sagnac effect is classified as a geometric error and it is a very important bias in precise positioning (e. g. PPP method).

Table 2: Influence of Sagnac effect on the satellite position at epoch 20:00:00 GPS Time (06.01.2015).

SV Number	$\ R - r\ $ [m]	$\ R - r(t_s)\ $ [m]	δR [m]
1	25021404.561	25021420.396	-15.832
12	23374077.089	23374060.700	16.444
15	20880163.182	20880156.093	7.066
17	21949529.442	21949544.633	-15.160
24	21386663.719	21386650.696	13.016

2.1.2 Satellite clock error

The satellite clock should be modelled in the SPP method as a parameter of time transfer. Each GPS satellite is equipped in a few stability atomic clocks, e. g. Cesium, Rubidium or Hydrogen Maser. Onboard satellite clocks (with Allan deviation better than 10^{-14} s) are still monitored and corrected by a control segment and

their values are compared with GPS Time (GPST) scale in the US Naval Observatory (USNO) in the USA. Usually twice per day, clock biases are calculated and uploaded to GPS satellites. The 2-degree polynomial function can be applied to determining the approximate value of satellite clock error (de Jonge, 1998), as below:

$$dts_{BRD} = a_0 + (t_s - t_0) \cdot a_1 + (t_s - t_0)^2 \cdot a_2 \tag{6}$$

where:

- a_0 - clock offset in [s],
- a_1 - clock drift in [s/s],
- a_2 - clock drift rate in [s/s²],
- t_0 - reference time of ephemeris data in broadcast message.

Polynomial coefficients are available in sub-frame one in broadcast navigation message, but these parameters enable the recovery of clock error with an accuracy of more than 5 ns (about 1.5 m). Perhaps a better solution can be utilized satellite clock data from „*.SP3” file (accuracy of clock error less than 1 ns). It is worth mentioning that clock errors in „*.SP3” file are expressed in microsecond unit and the magnitude of satellite clock accuracy is less than 3 ns (in case of ultra-rapid product). Similar to satellite coordinates, clock biases are estimated using 9-degrees Lagrange polynomial function, as follows:

$$dts_{SP3} = \frac{(t_s - t_2)(t_s - t_3) \dots (t_s - t_{10})}{(t_1 - t_2)(t_1 - t_3) \dots (t_1 - t_{10})} \cdot dts(t_1) + \dots + \frac{(t_s - t_1)(t_s - t_2) \dots (t_s - t_9)}{(t_{10} - t_1)(t_{10} - t_2) \dots (t_{10} - t_9)} \cdot dts(t_{10}) \tag{7}$$

where:

dts_{SP3} - interpolated clock biases at epoch t_s .

Information about precise satellite clock bias is available in „*.CLK” file with sample rate 30 seconds or higher. In this case satellite clock error (with accuracy close to few cm) can be modelled using 1st or 2nd order of polynomial function. In the submitted paper, satellite clock values are estimated based on data only from „*.SP3” file.

Example comparison results of satellite clock offsets were shown in Table 3. The difference of satellite clock bias between „*.SP3” file and navigation message is called satellite clock shift and it can equal a few meters, while Selective Availability (SA) is turned off. The satellite clock shift depends on polynomial degree for „*.SP3” data and polynomial coefficients in broadcast message. However, the satellite clock parameter is eliminated if differential techniques are applied in processing of GPS observations for receivers’ network.

Table 3: Comparison of clock biases based on precise ephemeris file and broadcast data at epoch 20:00:00 GPS Time (06.01.2015).

SV Number	dts_{SP3} [m]	dts_{BRD} [m]	$\delta dts = dts_{SP3} - dts_{BRD}$ [m]
1	-3130.986	-3130.708	-0.278
12	77749.896	77749.375	0.521
15	-67388.932	-67387.994	-0.938
17	-44509.045	-44506.431	-2.613
24	-12394.403	-12394.401	-0.002

2.1.3 Atmosphere delays

The L2C code is delayed and lengthened when the signal travels through atmosphere (e. g. ionosphere and troposphere). Ionosphere is the upper zone of atmosphere with a boundary of between 100 and 1000 km. The structure of ionosphere is divided into four regions: D, E, F1 and F2. These layers are very different, especially in electron density concentration and height coverage. One quality is common for each layer, it means reaction with cosmic and ultraviolet radiations, which causes free electrons to be removed from ionosphere zone. If the electromagnetic wave (e. g. GPS signal) meets with these electrons it can be the beginning of GPS signal degradation. Moreover ionosphere has a dispersive nature and signal delay is a function of wave frequency also. In case of any type of positioning (e. g. standalone, precise, kinematic, navigation etc.), ionosphere delay can change receiver coordinates about a few or more meters. Ionosphere delay (referenced to 1st frequency) is a modelled based on „Geometry Free” linear combination, but instrumental biases DCB should be also determined (Bosy, 2005; Schaer, 1999). Ionosphere delay in „Geometry Free” linear combination is expressed using VTEC (Vertical TEC) term, which is evaluated from „IONEX” file. Currently, Analysis Centers (such as the JPL, the CODE, the ESA/ESOC, the NRCAN) and the UPC in Spain provide ionosphere maps in „IONEX” format in temporal resolution 2 hours or higher. In practice, VTEC parameters from „IONEX” file can reduce ionosphere delay to 80÷90%, and typically they are applied in precise positioning (e. g. differential technique) using phase observations. In standalone positioning and navigation (where code observations are a basic measurements), the Klobuchar model is utilized for single frequency (L1) receivers. The parameters of the Klobuchar model are transmitted in broadcast message and reduce ionosphere delay only to 50÷60%. For observations on 2nd frequency in GPS system, ionosphere delay can be obtained as follows (Klobuchar, 1987):

$$Ion_2 = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \cdot Ion_1 \tag{8}$$

The Ion_1 term in equation (8) expresses ionosphere delay referenced to L1 frequency in GPS system based on the Klobuchar model, as below:

$$Ion_1 = \begin{cases} F \cdot \left[5 \cdot 10^{-9} + A \cdot \left(1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \right) \right], & \text{if } |x| < 1.57 \\ F \cdot 5 \cdot 10^{-9}, & \text{if } |x| > 1.57 \end{cases} \tag{9}$$

where:

F - mapping function, $F = 1 + 16 \cdot (0,53 - El)^3$,

El - elevation angle, $A = \begin{cases} \sum_{j=1}^4 \alpha_j \cdot \phi_j, & \text{if } A \geq 0 \\ 0, & \text{if } A < 0 \end{cases}$,

α_j, β_j - coefficients from navigation message,

ϕ_j - geomagnetic latitude, $x = \frac{2 \cdot \pi \cdot (T_0 - 50400)}{P}$,

$$T_0 \quad - \text{local time, } P = \begin{cases} \sum_{j=1}^4 \beta_j \cdot \phi_j, & \text{if } P \geq 72000 \\ 72000, & \text{if } P < 72000 \end{cases}.$$

In contrast to ionosphere layer (where ionosphere refraction index for group delay is always higher than 1, $n_{gr} > 1$ and ionosphere refraction index for phase delay is always less than 1, $n_{ph} < 1$), troposphere layer is an independent zone related to GPS electromagnetic waves and the troposphere refraction index is always higher than 1, $n_{trop} > 1$. In addition, troposphere delay cannot be eliminated using linear combination and only empirical or theoretical models are applied to reduce this effect. Usually troposphere delay consists of two components: hydrostatic and wet. The hydrostatic term is a major part of troposphere delay (approximately 90%) and it is easy to estimate, because it is a function of air pressure on the Earth surface. The wet component (about 10%) is very hard to modelling, because it is a function of water vapour in the atmosphere (Bosy et al., 2006; Cai, 2009). The total troposphere delay is a sum of hydrostatic and wet components and can be described as follows:

$$Trop = m_h \cdot Trop_h + m_w \cdot Trop_w \quad (10)$$

where:

$Trop_h$ - troposphere zenith delay for hydrostatic component,

m_h - mapping function for hydrostatic component,

$Trop_w$ - troposphere zenith delay for wet component,

m_w - mapping function for wet component.

In the SPP method two troposphere models are preferred: Hopfield and Saastamoinen. In submitted paper, simple troposphere model is utilized from gLAB software (Sanz Subirana et al., 2013):

$$Trop = m_{el} \cdot (Trop_h + Trop_w) \quad (11)$$

where:

$$m_{el} = m_h = m_w = \frac{1,001}{\sqrt{0,002001 + \sin^2(El)}},$$

$$Trop_h = 2,3 \cdot \exp(-0,116 \cdot 10^{-3} \cdot H_{el}),$$

$$Trop_w = 0,1,$$

H_{el} - ellipsoidal height.

Ionosphere delay as well as troposphere delay has a positive value for code measurements, because the refraction index for each delay (n_{gr} and n_{trop}) is higher than 1. Therefore these delays are subtracted from code observations as systematic errors. In the SPP method, both delays can be modelled from 5° of elevation angle. Example results of ionosphere and troposphere delays as a function of elevation angle were visualized in Figure 1. The troposphere delay for lower elevation angle can reach more than 20 m. In case of ionosphere delay value, the magnitude of error is less than 5 meters in minor solar activity (epoch of calculation is 20:00:00 GPS Time). In connection with the elevation angle, the troposphere delay should be respected as symmetric bias and ionosphere delay as asymmetric bias. The symmetric bias has an impact on the vertical coordinate in GPS positioning, but asymmetric bias can change the baseline between two receivers, which causes horizontal coordinates displacement.

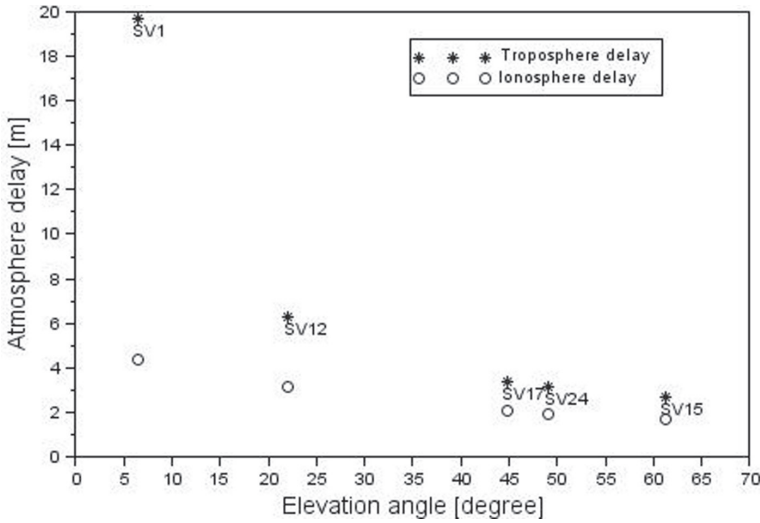


Figure 1: Atmosphere delays in elevation function at epoch 20:00:00 GPS Time (06.01.2015).

2.1.4 Instrumental biases

Different electronic hardware in satellites and receivers was the reason that systematic errors such as instrumental biases must be applied in adjustment processing. Instrumental biases of satellite are defined as a time delay between generation and transmission of each code observation. On-board atomic clocks have the most significance in determining a true value of satellite instrumental biases. Receiver instrumental bias is called the travel time from antenna channel to receiver hardware (Hong, 2007; Lin, 2001). For L1 users in the GPS system, total group delay (e. g. TGD) is utilized in standalone positioning and navigation. TGD parameters are contained in navigation message in sub-frame seven and they have been calibrated and provided by the Jet Propulsion Laboratory (JPL) since 1999. The magnitude order of TGD is between 6 and -21 ns, with an accuracy of about 0.5 ns (Spits, 2011). The other role of TGD is based on satellite clock correction (Witchayangkoon, 2000), as below:

$$\begin{aligned}
 dts_{L1P} &= dts_{BRD} - TGD, \text{ for } L1 \\
 dts_{L2P} &= dts_{BRD} - \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \cdot TGD, \text{ for } L2
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

where:

dts_{L1P} , dts_{L2P} - satellite clock biases for code observations on 1st and 2nd frequency in GPS system.

Equation (12) is preferred only for P-code observations, so it cannot be adequate for L2C measurements. Instrumental biases for L2C code are estimated using „Geometry Free” linear combination as follows:

$$L1C - L2C = STEC + SDCB_{C1C2} + RDCB_{C1C2}
 \tag{13}$$

where:

$L1C$, $L2C$ - raw code observations,

STEC - ionosphere delay at 1st frequency, $STEC = Ion_1$,
SDCB_{C1C2} - Satellite Differential Code Bias,
RDCB_{C1C2} - Receiver Differential Code Bias.

GPS C1-C2 DCB ESTIMATION BY TST FOR DAY 6, 2015			06-JAN-15 15:30

DIFFERENTIAL (C1-C2) CODE BIASES FOR SATELLITES AND RECEIVERS:			
PRN / STATION NAME	VALUE (NS)	RMS (NS)	
*** *****	***** **	***** **	
G01	-2.588	0.324	
G03	-4.058	0.317	
G05	3.264	0.104	
G06	-5.933	0.117	
G07	5.448	0.142	
G09	-0.750	0.174	
G12	4.454	0.082	
G15	3.450	0.199	
G17	6.414	0.170	
G24	-5.186	0.082	
G25	-5.762	0.073	
G27	-3.697	0.279	
G29	1.993	0.055	
G30	-2.730	0.169	
G31	5.681	0.153	
G WROC	13.968	0.260	

Figure 2: DCB C1-C2 for WROC station for 06.01.2015.

Example results of DCB C1-C2 are presented in Figure 2, which includes instrumental biases for each satellite and receiver in universal „*.DCB” format. The magnitude order of SDCB C1-C2 is about ±7 ns with an accuracy of less than 0.4 ns. SDCB delays depend on themselves because the reference sum of SDCB amounts to 0 and SDCB delays can translate relate to the gravity center of SDCB. RDCB C1-C2 parameter is respected as an average bias and it should be stable over a day of measurements. DCB C1-C2 term contains only differential relation between absolute hardware delay on 1st and 2nd frequency for L1C and L2C code in the GPS system. For the purpose of hardware delay reconstruction for individual code observations, equation (14) must be applied (Gao, 2008):

$$\begin{aligned}
 DCB_{C1} &= SDCB_{C1} + RDCB_{C1} = \frac{DCB_{C1C2}}{1 - \gamma} \\
 DCB_{C2} &= SDCB_{C2} + RDCB_{C2} = \frac{\gamma \cdot DCB_{C1C2}}{1 - \gamma}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

where:

$$\gamma = \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^2.$$

2.2 Adjustment processing

After the measurements modelling process, unknown parameters in equation (1) should be separated from other terms, as follows:

$$p + C \cdot dt_s - Ion_2 - Trop - SDCB_{C2} - RDCB_{C2} = \sqrt{(x_R - X_s)^2 + (y_R - Y_s)^2 + (z_R - Z_s)^2} + C \cdot dt_o \quad (16)$$

Receiver coordinates (x_R, y_R, z_R) on the right side of equation (16) can be expressed using approximate coordinates (x_0, y_0, z_0) from RINEX file and vector with corrections of coordinates $(\delta x, \delta y, \delta z)$:

$$\begin{cases} x_R = x_0 + \delta x \\ y_R = y_0 + \delta y \\ z_R = z_0 + \delta z \end{cases} \quad (17)$$

If receiver coordinates are replaced by terms from equation (17), then linearization process based on Taylor series is carried out for parameter d (Xu, 2007):

$$d = d_0 + \frac{\partial d}{\partial x} \cdot \delta x + \frac{\partial d}{\partial y} \cdot \delta y + \frac{\partial d}{\partial z} \cdot \delta z \quad (18)$$

where:

$$d_0 - \text{approximate distance between satellite and receiver, } d_0 = \sqrt{(x_0 - X_s)^2 + (y_0 - Y_s)^2 + (z_0 - Z_s)^2},$$

$$\left(\frac{\partial d}{\partial x}, \frac{\partial d}{\partial y}, \frac{\partial d}{\partial z} \right) - \text{partial derivatives.}$$

Now equation (16) can be described as follows:

$$p + C \cdot dt_s - Ion_2 - Trop - SDCB_{C2} - RDCB_{C2} - d_0 = \frac{\Delta x}{d_0} \cdot \delta x + \frac{\Delta y}{d_0} \cdot \delta y + \frac{\Delta z}{d_0} \cdot \delta z + C \cdot dt_o \quad (19)$$

where:

$$\frac{\partial d}{\partial x} = \frac{\Delta x}{d_0}, \quad \frac{\partial d}{\partial y} = \frac{\Delta y}{d_0}, \quad \frac{\partial d}{\partial z} = \frac{\Delta z}{d_0},$$

$$\Delta x = x_0 - X_s,$$

$$\Delta y = y_0 - Y_s,$$

$$\Delta z = z_0 - Z_s.$$

In matrix form, equation (19) can be expressed as below (Grewal et al., 2000):

$$\begin{cases} \mathbf{H} \cdot \Delta \mathbf{r} - \mathbf{l} = \mathbf{v} \\ \left[\begin{array}{ccc|c} \frac{\Delta x_1}{d_1} & \frac{\Delta y_1}{d_1} & \frac{\Delta z_1}{d_1} & 1 \\ \frac{\Delta x_2}{d_2} & \frac{\Delta y_2}{d_2} & \frac{\Delta z_2}{d_2} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\Delta x_n}{d_n} & \frac{\Delta y_n}{d_n} & \frac{\Delta z_n}{d_n} & 1 \end{array} \right] \cdot \begin{bmatrix} \delta x \\ \delta x \\ \delta x \\ C \cdot dt_o \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{bmatrix} \end{cases} \quad (20)$$

where:

- H** - matrix with coefficients, matrix is full rank,
 $\Delta\mathbf{r}$ - vector with unknown parameters, length of $\Delta\mathbf{r}$ equals to 4 for single measurement epoch,
I - vector with difference between measurements and modelled parameters, $\mathbf{I} = p + C \cdot dt_s - Ion_2$
 - $Trop - SDCB_{c_2} - RDCB_{c_2} - d_0$,
v - residuals vector, sum of residuals is 0.

In the SPP method, equation (20) is solved using least square method in stochastic processing (Petrovski, 2014):

$$\Delta\mathbf{r} = (\mathbf{H}^T \cdot \mathbf{P}_1 \cdot \mathbf{H})^{-1} \cdot \mathbf{H}^T \cdot \mathbf{P}_1 \cdot \mathbf{I} \quad (21)$$

where:

- \mathbf{P}_1** - weight matrix of the measurements, $\mathbf{P}_1 = \frac{m_0^2}{m_i^2}$,
 m_0^2 - unit variance a priori, $m_0 = 1$,
 m_i - standard deviation of pseudorange, $m_i = \frac{c_x}{\sin(El)}$,
 c_x - accuracy of pseudorange L2C.

Mean errors (standard deviations) of unknown parameters are obtained as follows (Hofmann-Wellenhoef et al., 2008):

$$\mathbf{Mx} = \text{diag} \left(\sqrt{\delta_0^2 \cdot N^{-1}} \right) = [Q_x \quad Q_y \quad Q_z \quad Q_{dto}]^T \quad (22)$$

where:

- diag* - diagonal values of covariance matrix $\delta_0^2 \cdot N^{-1}$,
 δ_0^2 - unit variance a posteriori, $\delta_0 = \sqrt{\frac{v^T \cdot P_1 \cdot v}{n - k}}$,
 n - number of observations for single measurement epoch,
 k - number of unknown parameters for single measurement epoch, $k = 4$,
 \mathbf{N}^{-1} - cofactor matrix of the adjusted parameters, $\mathbf{N}^{-1} = (\mathbf{H}^T \cdot \mathbf{P}_1 \cdot \mathbf{H})^{-1}$,
 Q_x - standard deviation of coordinate X,
 Q_y - standard deviation of coordinate Y,
 Q_z - standard deviation of coordinate Z,
 Q_{dto} - standard deviation of the receiver clock.

Adjustment processing is repeated for each measurement epoch according to the time interval in RINEX file. Unknown parameters $\Delta\mathbf{r}$, unit variance a posteriori δ_0^2 and mean errors (standard deviations) \mathbf{Mx} are estimated for each epoch in each measurement session.

3 EXPERIMENTS AND RESULTS

In research tests, GPS observations are taken from WROC station in Wroclaw city in Lower Silesia in western Poland. WROC station is located on the roof of the Institute of Geodesy and Geoinformatics in Wroclaw University of Environmental and Life Sciences and the current station is equipped with

receiver LEICA GR25 with antenna LEIAT504GG LEIS. The GNSS permanent station WROC is a part of the IGS service (more information at URL1), ASG-EUPOS system (URL2) and since 2014 it has been utilized in MGEX campaign as a first site in Poland (URL3). The new technical infrastructure of WROC site enables the tracking of signals from GNSS systems such as GPS, GLONASS, GALILEO, QZSS, BEIDOU and SBAS. In the case of GPS observations, receiver LEICA GR25 can collect C1, C2, P2, C5 for code measurements and L1, L2, L5 for phase measurements. The input data- RINEX file, broadcast message („*.NAV” file) and Precise Ephemeris file were downloaded from BKG server (URL4) and from CODE website (URL5) respectively. The RINEX data (with an interval of 30 seconds) includes observations for 4 sessions between 20:00:00 – 23:59:30 for the 6th of January in 2015.

The main options in source code of application, which was written in Scilab 5.4.1 Editor, was configured, as below:

- a) RINEX file type: RINEX 2.11;
- b) source of ephemeris data: Precise Ephemeris;
- c) method of satellite position determination: interpolation using 9-degree Lagrange polynomial;
- d) Earth rotation correction: applied;
- e) source of satellite clock data: Precise Ephemeris;
- f) method of satellite clock determination: interpolation using 9-degree Lagrange polynomial;
- g) ionosphere delay: Klobuchar model;
- h) source of coefficients in Klobuchar model: navigation message (IONEX file not applied);
- i) troposphere delay: Simple model;
- j) instrumental biases: applied;
- k) method of instrumental biases estimation: „Geometry Free” linear combination based on SciTEC Toolbox 1.0.0 software (Krasuski, 2014);
- l) satellite/receiver phase center offset/variation: not applied;
- m) multipath effect: not applied;
- n) mathematical model of user’s position determination: least square estimation in stochastic processing;
- o) number of measurement sessions: $s = 4$;
- p) number of measurement epochs in one session: 120;
- q) processing mode: static;
- r) basic observations: L2C code;
- s) accuracy of L2C pseudorange: $c_x = 3 \cdot \gamma = 4.941$;
- t) cut off elevation: 5° ;
- u) reference frame: IGS08;
- v) number of unknown parameters for a single measurement epoch: $k = 4$;
- w) number of observations for a single measurement epoch: $n > 4$;
- x) approximate coordinates of user’s position: based on RINEX file;
- y) output solution of coordinates: XYZ in geocentric frame;
- z) receiver clock: estimated parameter.

3.1 Session 1

In the first experiment, mean errors (standard deviations) of unknown coordinates were estimated and compared in Figure 3. The average value for mean errors of Coordinate X amounts to 2.677 m, with maximum and minimum value between 4.591 m and 0.579 m, respectively.

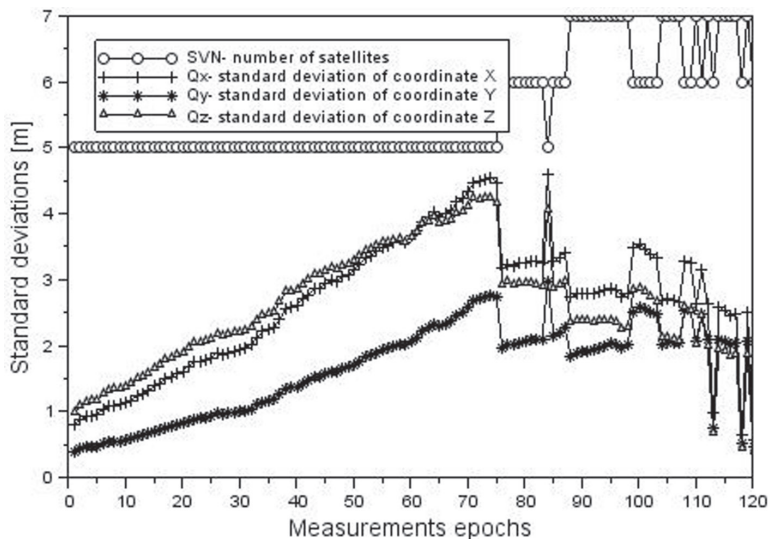


Figure 3: Standard deviations of receiver coordinates for session 1.

From epoch 1 to epoch 75, mean errors Q_x are increased with a constant number of available satellites. From epoch 76 to epoch 120, mean errors of coordinate X are still decreased, but very irregularly. The major reason for this problem is the unstable number of GPS satellites (between 5 and 7) in the sky. Moreover mean errors Q_x in the final epochs of session 1 are less than 1 m. A similar trend to Q_x parameter can be seen for Q_z component. The magnitude order of mean errors Q_z is between 0.402 m and 4.238 m, with a mean value of about 2.578 m. Quotient Q_z and Q_x terms for all epochs is very close to 1 (exactly 0.991) with a standard deviation of 0.156. Mean errors Q_z are increased between epochs 1÷75, and after that they fall down. In case of Q_y parameter, mean errors of this component are the smallest with comparison to Q_x and Q_z terms. The average result of Q_y term equals to 1.649 m with maximum and minimum value between 2.980 m and 0.396 m, adequately. Since epochs 1÷75, mean errors Q_y increase between 0.396 m and 2.749 m. From epoch 76, mean errors of coordinate Y are decreased if SV number is still increasing. Sometimes, just like in epoch 84, the mean error of each geocentric coordinate can grow, if 5 satellites are visible in the sky. The relation between Q_y and Q_x components equals to 0.606 with a standard deviation of 0.102. In the case of a quotient between Q_y and Q_z terms, this value amounts to 0,645 with standard deviation 0.219.

3.2 Session 2

In the second test the accuracy of each coordinate is very stable over 120 measurements epochs, because SV number is rather constant (between 6 and 7). The average error of X coordinate equals 1.882 m with maximum and minimum result between 2.622m and 0.387m. If SV number amounts to 7, then mean errors Q_x are decreased (see Figure 4). From epoch 48, mean errors Q_x increase until epoch 120. The mean error for 70 epochs is less than 2 m, which corresponds with about 59% of all mean errors of X coordinate. In the case of Q_y term, the mean value of accuracy amounts to 1.598 m and magnitude order between 0.322 m and 2.026 m. Component Q_y has a small mean error with comparison to Q_x and Q_z parameters. The quotient between Q_y and Q_x terms is exactly 0.862 with a standard deviation of 0.061. The mean value of positioning accuracy of Z coordinate is about 1.841 m, with a tolerance level of between 0.267 m and 3.301 m.

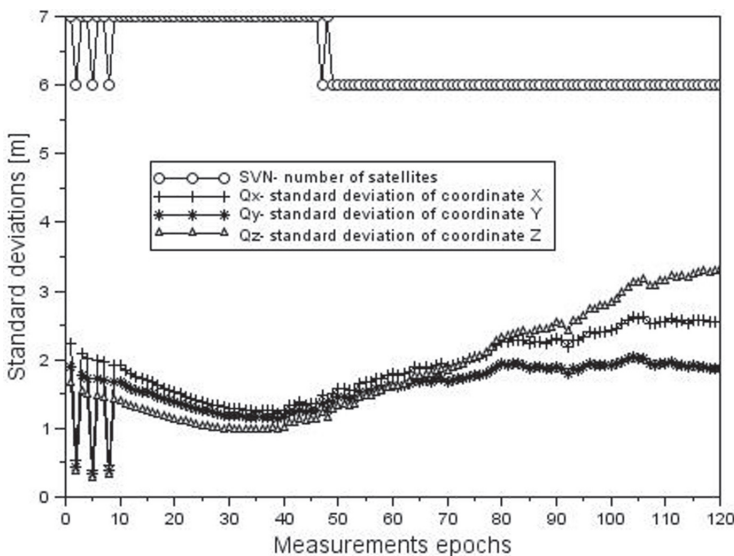


Figure 4: Standard deviations of receiver coordinates for session 2.

The minimum and maximum results of the mean error of each coordinate can be noticed for Z coordinate. The correlation between Q_z and Q_x is close to 0.937 with a standard deviation of 0.184 (similar results as in session 1). In the case of the relation between Q_y and Q_z terms, this coefficient equals to 0.965 with a standard deviation of 0.229. Similar quotients of mean errors of each coordinate in session 2 only underline that positioning accuracy is well and less than in session 1.

3.3 Session 3

In the third experiment positioning accuracy changes for the worse in comparison to the first and second tests (see Figure 5). Especially the number of GPS satellites (between 6 and 8) is not a constant which has a major influence on the accuracy of each coordinate.

The average value of mean errors Q_x equals to 3.326 m, with an accuracy level of between 2.068 m and 6.152 m. In the case of Q_y term, the mean result of accuracy amounts to 2.044 m, with a magnitude order of between 1.383 m and 3.671 m. The average value of mean errors Q_z is about 3.513 m, with a

tolerance level of between 2.719 m and 5.633 m. The correlation between Q_y and Q_x terms amounts to 0.623 with standard deviation 0.047 (similar to session 1). In the case of the relation between Q_z and Q_x parameters, this index is close to 1.111 with a standard deviation of 0.173. The quotient of Q_y and Q_z components is about 0.572 with a standard deviation of 0.050 (approximate result like in session 1). The general positioning accuracy of each coordinate in session 3 includes many anomalies, e. g. in the same points where SV number is various.

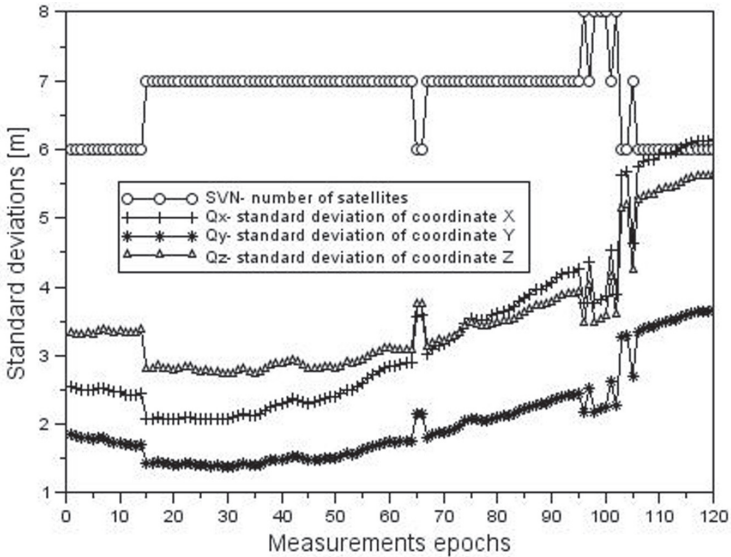


Figure 5: Standard deviations of receiver coordinates for session 3.

3.4 Session 4

The positioning accuracy of geocentric coordinates XYZ is presented in Figure 6. Mean errors of each coordinate are highest in session 4 in comparison to the rest of the experiments. In particular two coordinates (X and Z), have a low level of accuracy. The average value of Q_x component is about 6.472 m, whereas the minimum and maximum results equal to 5.123 m and 6.889 m. In the primary phase of session 4 (between epochs 1÷47), mean errors of X coordinate are very variable and irregular, because the number of GPS satellites was unstable. From epoch 48, where the SV number amounts to 6, the characteristic of this error was quite constant (between 6.5 m and 7 m). Between epochs 1÷47, Z coordinate has the same trend as X coordinate. However, from epoch 48, the mean errors of Z term begin to increase to value 8.5 m. General accuracy Q_z is between 4.729 m and 8.485 m in session 4, with average value equal to 6.789 m, respectively.

In contrast to X and Z coordinates, mean errors of Y coordinate have better accuracy. The mean result of accuracy amounts to 4.261 m, with a magnitude order of between 3.097 m and 4.611 m. After epoch 48, behaviour of mean errors Q_y are more stable, as in the case of X and Z terms. The correlation between Q_y and Q_x terms amounts to 0.657 with a standard deviation of 0.028 (similar to sessions 1 and 3). The relation between Q_z and Q_x parameters is exactly 1.045 with a standard deviation of 0.102

and what is important, based on 4 sessions this index is very stable with a magnitude order of between 0.9 and 1.2. The quotient of Q_y and Q_z components is about 0.632 with a standard deviation of 0.038 (similar to sessions 1 and 3).

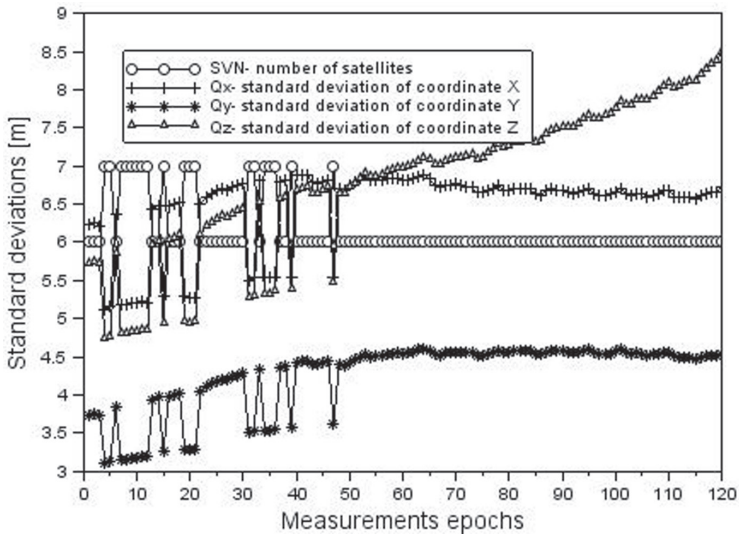


Figure 6: Standard deviations of receiver coordinates for session 4.

3.5 Standard deviation of the receiver clock

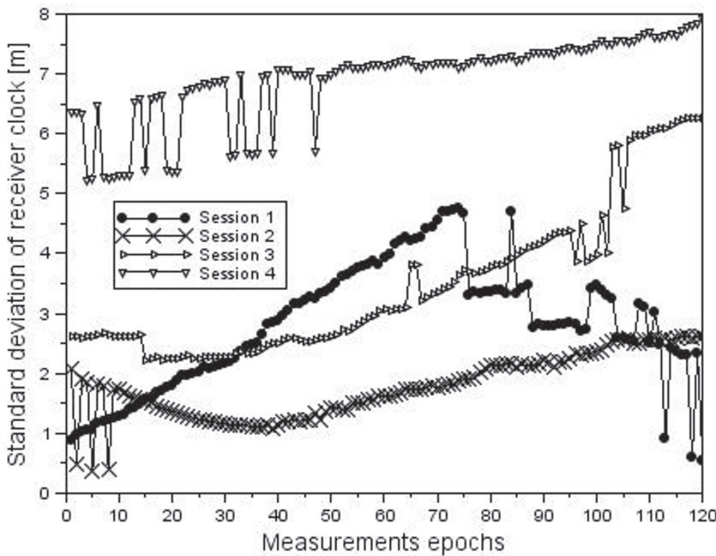


Figure 7: Standard deviation of receiver clock after 4 sessions.

Standard deviation Q_{dto} of the receiver clock has a major significance in time transfer and the SPP method can reconstruct the receiver clock bias on the level 10^{-9} s. The accuracy results of the receiver clock

for each session were presented in Figure 7. For session 1, the typical standard deviation of the receiver clock is about 2.799 m, with a tolerance level of between 0.529 m and 4.752 m, respectively. Mean errors of the receiver clock bias are very variable, because SV number is not a constant over the measurement period. In session 2, the standard deviation of the receiver clock is more stable with a magnitude order of between 0.350 m and 2.627 m. The average result of mean errors of the receiver clock is close to 1.766 m, which corresponds with value $5.894 \cdot 10^{-9}$ s in time transfer. The standard deviation Qdto of the receiver clock in session 3 has a growing trend between values 2.226 m and 6.277 m, whereas the average value of mean errors equals to 3.493 m. The worst results of receiver clock accuracy were in session 4. The mean result of receiver clock accuracy amounts to 6,929 m, with a magnitude order of between 5.230 m and 7.958 m. The conclusion of receiver clock accuracy is quite simple- if the number of GPS satellites is constant in session, then the characteristic of mean errors of the receiver clock is very regular without gross error and erroneous measurements.

4 CONCLUSIONS

In the submitted paper, possibilities of utilization L2C code in GPS positioning were presented. The L2C code is a new type of signal in the GPS system and currently it is transmitted by 15 satellites (e. g. SV1, SV3, SV5, SV6, SV7, SV9, SV12, SV15, SV17, SV24, SV25, SV27, SV29, SV30 and SV31). The structure and short characteristic of L2C code was described also. More users will prefer L2C code in standalone positioning and navigation for determining coordinates in geocentric or geodetic frame. A mathematical formulation based on the SPP method was applied in adjustment processing for stochastic approach. The SPP method was characterized in detail, together with systematic and geometric errors. Measurement models such as interpolation satellite position using Lagrange polynomial, Earth rotation effect, Sagnac effect, satellite clock bias, ionosphere delay, troposphere delay, satellite and receiver instrumental biases were presented with example results. Adjustment processing was carried out in iterative scheme for each measurement epoch in each session. The raw observations with L2C code were taken from WROC reference station in eastern Poland. Computations were executed in 4 sessions (between 20:00:00 – 23:59:30) with a time interval of 30 seconds. In the first test, positioning accuracy was less than 4.3 m for each coordinate, but mean errors of Y parameters was the smallest, about 0.6 time with comparison to the rest of the coordinates. In the second experiment the number of GPS satellites was constant (between 6 and 7), which had major significance in that the accuracy of each coordinate was very stable and less than 3.3 m. Achieved positioning accuracies were very irregular and included few anomalies in session 3, because the SV number was still various. Mean errors for each coordinate were increased for all sessions, which is not optimistic for standalone positioning and navigation. Besides, the accuracy of coordinates in session 4 can reach up to 8.5 m (in case of Z term), which is a very large value in GPS positioning at night, whereas the influence of ionosphere delay decreases. From the other side, after 4 sessions the positioning accuracy for each coordinate is less than 10 m. More tests are needed to better understand how L2C code has an impact on the position estimation. The accuracy of the receiver clock must be monitored also within the limits of precise time transfer. Based on 4 experiments, the standard deviation of the receiver clock was less than 8 m, which equals about $2.7 \cdot 10^{-8}$ s.

References:

- Abdel-Salam, M. (2005). Precise Point Positioning using un-differenced code and carrier phase observations. Dissertation thesis. Calgary: University of Calgary.
- Bidkar, B., Rao, G. S., Ganesh, L., Kumar MNVS S. (2014). Satellite clock error and orbital solution error estimation for precise navigation applications. *Positioning*, 5, 22–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/pos.2014.51003>
- Bosy, J. (2005). Precise processing of satellite GPS observations in local networks located in mountain areas. *Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu*, 522, 155 p.
- Bosy, J., Borkowski, A. (2006). Troposphere modelling in local GPS network. EUREF Publication No. 15, *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, 38, pp. 356–362.
- Cai, C. (2009). Precise Point Positioning using dual-frequency GPS and GLONASS measurements. Dissertation thesis. Calgary: University of Calgary.
- Dach, D., Hugentobler, U., Fridez, P., Meindl, M. (2007). *Bernese GPS Software Version 5.0*. Bern: University of Bern.
- de Jonge, P. J. (1998). A processing strategy for the application of the GPS in networks. *Publications on Geodesy* 46, Delft.
- Fontana, R. D., Cheung, W., Novak, P. M., Stansell Jr, T. A. (2009). *The New L2 Civil Signal*.
- Gao, Y. (2008). GNSS biases, their effect and calibration. *IGS Workshop 2008, Florida*.
- Grewal, M. S., Weill, L. R., Andrews A. P. (2000). *Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration*. New York: John Wiley & Sons, Inc. Publication. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/0471200719>
- Hilla, S. (2010). The Extended Standard Product 3 Orbit Format (SP3-c). National Geodetic Survey, Silver Spring, MD 20910-6233, USA. https://igs.cb.jpl.nasa.gov/igs_cb/data/format/sp3c.txt, accessed: 15. 2. 2015.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E. (2008). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more*. Wien & New York: Springer.
- Hong, C. K. (2007). Efficient Differential Code Bias and ionosphere modeling and their impact on the network-based GPS positioning. Dissertation thesis. The Ohio State University.
- Iswariya, B. R., Kumar H. N. (2013). FFT based acquisition techniques of GPS L2C signals. *Ictact Journal on Communication Technology*, 4(4).
- Kaplan, E. D., Hegarty, C. J. (2006). *Understanding GPS: Principles and Applications*, 2nd edition. Norwood: Artech House, Inc.
- Klobuchar, J. A. (1987). Ionospheric time-delay algorithm for single-frequency GPS users. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, AES-23(3), 325–331. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/taes.1987.310829>
- Krasuski, K. (2014). Estimation instrumental biases IFB based on GLONASS observations. *Geodesy Review*, 12/2014.
- Kwon, K. C., Shim D. S. (2011). Rapid acquisition of CM and CL code for GPS L2C software receivers. *Journal of Electrical Engineering & Technology*, 6(5), 723–730, DOI: <http://dx.doi.org/10.5370/JEET.2011.6.5.723>
- Leandro, R. F., Thirumurthi, T., Sukeová, L., Langley, R. B., Santos M. C. (2008). Analysis of GPS L2C signal quality and its impact on PPP performance. *ION NTM 2008, San Diego, CA*, 28–30 January 2008.
- Lin, L. S. (2001). Remote Sensing of ionosphere using GPS measurements. 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5–9 November, Singapore.
- Petrovski, I. G. (2014). *GPS, GLONASS, Galileo, and BeiDou for Mobile Devices*. New York: Cambridge University Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9781139565455>
- Sanz Subirana, J., Juan Zornoza J. M., Hernández-Pajares, M. (2013). *GNSS Data Processing, Volume I: Fundamentals and Algorithms*. ESA Communications. Noordwijk: ESTEC.
- Schaer, S. (1999). Mapping and predicting the Earth's ionosphere using Global Positioning System. Dissertation thesis. Neunundfünfzigster Band volume 59. Zürich.
- Schüler, T. (2001). On ground-based GPS tropospheric delay estimation. Dissertation thesis. Heft 73. München: Universität der Bundeswehr München.
- Seeber, G. (2003). *Satellite Geodesy. 2nd completely revised and extended edition*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/9783110200089>
- Spits, J. (2011). Total Electron Content reconstruction using triple frequency GNSS signals. Dissertation thesis. Liège: Université de Liège.
- Wang, D. (2010). Performance evaluation of GPS L1/L2 positioning with partial availability of the L2C signals. Master thesis. Calgary: University of Calgary.
- Witchayangkoon, B. (2000). *Elements of GPS Precise Point Positioning*. Dissertation thesis. The University of Maine.
- Xu, G. (2007). *GPS Theory, Algorithms and Applications*, 2nd edition. Berlin & Heidelberg & Postdam: Springer-Verlag.
- Yao, D. (2007). Interference effects on GPS L2C signal acquisition and tracking. Master thesis. Calgary: University of Calgary.
- Zhang, J. (2007). Precise velocity and acceleration determination using a standalone GPS receiver in real time. Dissertation thesis. Melbourne: Royal Melbourne Institute of Technology.
- Zheng, Y. (2006). Generation of network-based differential correction for Regional GNSS Services. Dissertation thesis. Queensland University of Technology.
- URL1: <http://igs.cb.jpl.nasa.gov/network/site/wroc.html>
- URL2: <http://www.asgeupos.pl>
- URL3: <http://igs.org/mgex>
- URL4: <http://igs.bkg.bund.de/file/rinexsearch>
- URL5: <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/2015>
- URL6: <http://igs.org/about/analysis-centers>

Krasuski K., Wierzbicki D. (2015). Utilization L2C code for determination of user's position. Geodetski vestnik, 59 (4): 789-808.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.04.789-808

Kamil Krasuski, M.Sc.
Team of Satellite Techniques
Zawiszy Czarnego 16, 08-530 Dęblin
Poland
e-mail: kk_deblin@wp.pl

Damian Wierzbicki, Ph.D.
Military University of Technology
Department of Geodesy and Civil Engineering
Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, Poland
e-mail: dwierzbicki@wat.edu.pl

DOLOČANJE POLOŽAJA INDOOR POSITIONING V ZAPRTIH PROSTORIH TECHNOLOGIES

Sebastjan Meža, Blaž Barborič

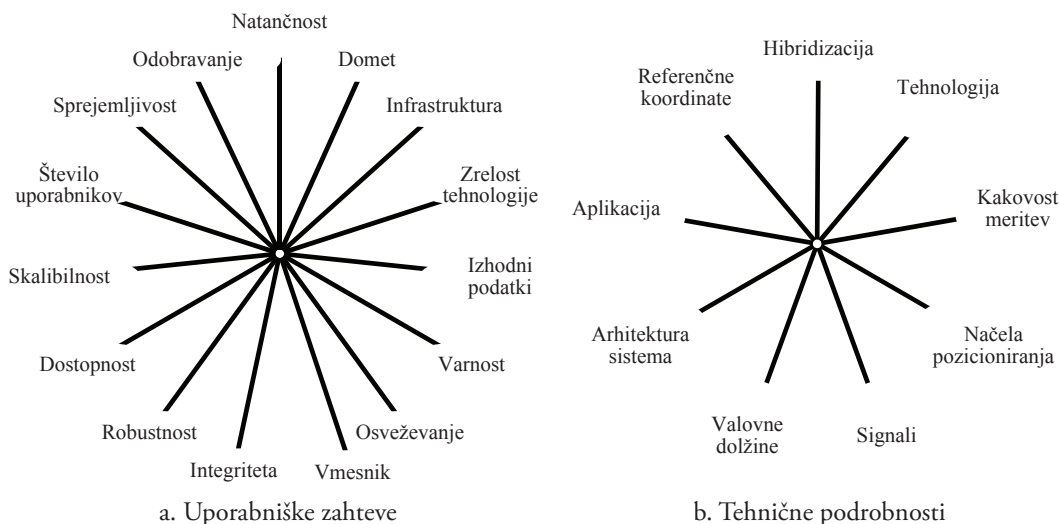
V članku so povzete prednosti in slabosti tehnologij za določanje položaja v zaprtih prostorih. Osnovni namen je utemeljiti izbor tehnologije, uporabljene v mobilni aplikaciji – tehničnem pripomočku za slepe in slabovidne osebe, ki so ga razvili v projektu Infrastrukturni in tehnološki potencial za vključevanje oseb s posebnimi potrebami v sistem vzgoje in izobraževanja. Aplikacija temelji na tehnologiji iBeaconov. Lahko se uporablja kot sredstvo za opozarjanje slepih in slabovidnih oseb na bližino ovir oziroma kot orientacijski dodatek, ki uporabniku poda informacije o pomembnih točkah v okolici.

1 UVOD

Učinkovitost navigacijsko-orientacijskih sistemov je odvisna predvsem od zanesljivosti delovanja in natančnosti. GNSS (angl. *global navigation satellite system*) je tehnologija, ki na prostem precej dobro ustreza tem zahtevam. Večji izziv je določanje položaja v zaprtih prostorih, kjer GNSS-signala ni oziroma je zaradi odbojev neuporaben za kakovostno določanje položaja. Cenovna dostopnost in množična uporabnost dostopnih točk WiFi omogoča vse večjo pokritost urbanih prostorov s tovrstnim brezžičnim omrežjem in je podlaga za pojav pionirskih komercialnih produktov (Google Maps, 2013; Ekahau, 2015), ki so namenjeni predvsem pomoči pri orientaciji v velikih prostorih, na primer v letaliških terminalih. Sistemi pa še daleč niso zreli za množično uporabo. Raziskave so namreč pokazale, da triangulacija, temelječa zgolj na WiFi-signalu, ni dovolj natančna (Zhang in sod., 2015; Li in sod., 2015). Še večji je razkorak med teorijo in praktično uporabo, ko želimo opisane tehnologije uporabiti kot pripomoček za orientacijo oseb s posebnimi potrebami. Pripomočki, namenjeni slepim in slabovidnim osebam, morajo biti zelo dobro preizkušeni. Še večjo skrb je treba nameniti zanesljivosti, saj nedelovanje pri teh skupinah uporabnikov povzroča večje težave kot pri večinski populaciji.

2 MERILA ZA IZBOR TEHNOLOGIJE

Pri izboru tehnologije za določanje uporabnikovega položaja v prostoru je treba na eni strani upoštevati potrebe in želje končnih uporabnikov ter na drugi strani zmožnosti tehnologij, ki so v danem prostoru in času na voljo. Na sliki je prikazan večrazsežen optimizacijski problem, ki ga je bilo treba rešiti pred pričetkom razvoja aplikacije (slika 1).



Slika 1: Merila za izbor tehnologije (Matuz, 2012).

3 TEHNOLOGIJE ZA DOLOČANJE POLOŽAJA V ZAPRTIH PROSTORIH

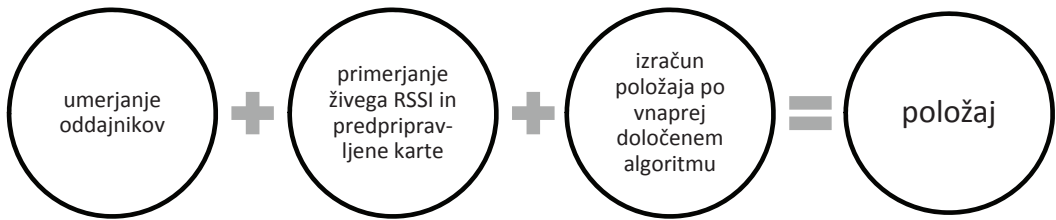
V akademskih krogih se razprave in poskusi, povezani z določanjem položaja v stavbah, vrstijo že več let. Eden izmed pionirskih sistemov za sledenje ljudi v zaprtih prostorih je bil izdelan leta 1992, ko so predstavili ActiveBadgeLocationSystem (Want in sod., 1992). Sistem je temeljil na infrardeči svetlobi, z njim pa je bilo mogoče slediti medicinskemu osebju v bolnišnicah. Sledilo je mnogo preizkusov, ki so bili bolj ali manj vezani na vnaprej pripravljeno laboratorijsko okolje. Ključni preboj je nastopil s pojavom in množično uporabo brezžičnih računalniških omrežij v povezavi s pametnimi telefoni in tabličnimi računalniki. Obstaja množica tehnologij, ki jih je mogoče uporabiti v zaprtih prostorih, na primer RFID, Bluetooth, GSM, WiFi, ultrazvok, infrardeči oddajniki. V nadaljevanju sta predstavljena WiFi (angl. *Wireless Fidelity*) in nizkoenergijski Bluetooth (angl. *Bluetooth Low Energy – BLE*), tehnologiji, ki ju je mogoče uporabiti na komercialno dostopnih mobilnih napravah, pametnih telefonih in tabličnih računalnikih. Obe temeljita na merjenju jakosti sprejetega signala (angl. *received signal strength indication – RSSI*).

3.1 WiFi Fingerprinting

Metoda prstnega odtisa WiFi (angl. *WiFi Fingerprinting*) deluje na podlagi vzorčenja jakosti radijskega signala, posnetega na dani lokaciji v prostoru. Natančnost je odvisna jakosti signala, gostote oddajnikov, enakomernosti njihove razporeditve ter fizičnih ovir med oddajniki in sprejemnikom. Nadalje je natančnost odvisna od kakovosti podatkovnega niza referenčnih vrednosti RSSI, na podlagi katerih se ustvari virtualna karta jakosti signala. V dobrih razmerah je mogoče doseči natančnost približno enega metra (Faragher in Harle, 2014). Določanje položaja po metodi prstnih odtisov je tristopenjski proces (slika 2).

Vsaka referenčna točka na virtualni karti vključuje izmerjeno vrednost vseh dosegljivih dostopnih točk – WiFi-oddajnikov. V realnem času se na sprejemniku kontinuirano meri RSSI in izračunava oddalje-

nost od različnih dostopnih točk. Podatki se nato primerjajo s podatkovno bazo, v kateri so zapisane informacije o položajih referenčnih točk. Za izračun oddaljenosti od referenčne točke na podlagi RSSI je mogoče uporabiti raznovrstne algoritme (Chen in Kobayashi, 2012).



Slika 2: Koraki določanja položaja po metodi prstnih odtisov (Chan in Sohn, 2012).

Slabosti predstavljenega načina so zahtevno in dolgotrajno umerjanje sistema, stroškovna neučinkovitost, če prostori še niso dobro in enakomerno pokriti z WiFi-oddajniki, ter energetska potratnost – zaradi nenehnih meritev RSSI se poraba energije na mobilnih napravah precej poveča.

3.2 iBeacon in nizkoenergijski Bluetooth

V literaturi se pogosto zamenjujeta izraza iBeacon in svetilnik (angl. *beacon*). iBeacon je tehnološki standard podjetja Apple, ki dovoljuje mobilnim aplikacijam, delujočim na platformi iOS oziroma Android, iskanje signalov okoliških svetilnikov in oddajanje lastnih signalov. Oddajniki delujejo po že navedeni tehnologiji nizkoenergijski Bluetooth.



Slika 3: Delovanje standarda iBeacon (iBeaconInsider, 2015).

Standard Bluetooth je tehnologija za brezžično komunikacijo na majhnih razdaljah med napravami, ki omogoča prenos podatkov med njimi. BLE je energijsko varčnejša in cenejša različica standardizirane tehnologije. Določanje položaja z iBeaconi je podobno kot pri metodi prstnega odtisa WiFi. Obakrat sprejemnik meri RSSI, na podlagi katerega se izračuna oddaljenost od oddajnika. Poglavitna prednost

iBeaconov pred WiFi je standardizacija delovanja. Tako iOS kot novejša različica operacijskega sistema Android imajo algoritme zaznave svetilnikov vgrajene v osnovni nabor funkcionalnosti. Standardiziran je nabor in način zapisa podatkov, ki jih svetilnik oddaja. Druga prednost uporabe iBeaconov je stroškovna učinkovitost: 1) cena oddajnika je nižja od cene oddajnika WiFi in 2) ne potrebujemo omrežne povezave in električne napeljave do oddajnika, saj se svetilniki napajajo z baterijo.

4 IZBOR TEHNOLOGIJE

Izbor tehnologije za izdelavo mobilne aplikacije je potekal po merilih, predstavljenih v poglavju 2. Pri tem je bil poudarek na uporabniških zahtevah ciljne populacije slepih in slabovidnih oseb. Pri izboru smo upoštevali predvsem vmesnik, robustnost, prilagodljivost in stroškovno učinkovitost.

4.1 Vmesnik

Navadno kot vmesnik razumemo uporabniški vmesnik, torej interakcijo med človekom in napravo. Ta lahko poteka prek besedil, grafičnih prikazov, glasovnih sporočil itd. V našem primeru so bili pomembni tudi vmesniki med strojnimi napravami. IBeaconi so s tega stališča bolj primerni, saj so algoritmi merjenja razdalje med svetilnikom in prenosno napravo že integrirani v operacijska sistema iOS in Android. Pri drugih načinih določanja položaja je ta operacija bolj zapletena.

4.2 Robustnost in prilagodljivost

Robustnost sistema je določena z odpornostjo proti fizičnim poškodbam, tatvinam, motnjam in nepooblaščenemu dostopu. Svetilniki so majhni oddajniki, ki jih je mogoče v tavnih primerih brez večjih popravkov sistema zamenjati. Prilagodljivost sistema je odvisna do strojne in podporne programske opreme. Pri načrtovanju sistema smo izkoristili prednosti, ki jih ponujajo majhnost in enostavna prenosljivost svetilnikov. Prilagodljivost se odraža tudi v njihovi dostopnosti in stroškovni učinkovitosti, saj z izjemo postavitve svetilnika na vnaprej določeno lokacijo ni drugih posegov v prostor.

5 SKLEP

Uporaba tehnologije za določanje položaja v zaprtih prostorih ima ob upoštevanju opisanih pomanjkljivosti mnogo prednosti. Pripomočki za orientacijo oseb s posebnimi potrebami v zaprtih prostorih morajo biti zanesljivi in dobro preizkušeni. Izbrana tehnologija za izdelavo mobilne aplikacije je stroškovno učinkovita, prilagodljiva ter povezljiva z operacijskima sistemoma iOS in Android. Izdelan sistem omogoča, da nam aplikacija na mobilni napravi posreduje minimalne količine podatkov o zaznanih oddajnikih, aplikacija na strežniku pa jih obdela in (uporabnikovi) mobilni napravi vrne podatek o izračunanem položaju.

V okviru projekta »Infrastrukturni in tehnološki potencial za vključevanje oseb s posebnimi potrebami v sistem vzgoje in izobraževanja« je bila razvita mobilna aplikacija, ki je še na stopnji prototipa. Glavna težava, s katero smo se srečevali, je nekonsistentnost vhodnih podatkov RSSI. Za izboljšanje natančnosti določanja položaja in zmanjšanje tveganj, povezanih z nedelovanjem svetilnikov, bo treba razširiti nabor vhodnih podatkov s povečanjem števila teh svetilnikov.

Literatura in viri:

- Chan, S., Sohn, G. (2012). Indoor Localization Using Wi-Fi Based Fingerprinting and Trilateration Techniques for LBS Applications. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives, XXXVIII-4/C26, 1–5. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-4-C26-1-2012>
- Chen, Y., Kobayashi, H. (2002). Signal Strength Based Indoor Geolocation. Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Communications – ICC'02, 1, 436–439. New York, ZDA, 28. april–2. maj 2002.
- Ekahau (2015). Real-Time Location System. <http://www.ekahau.com/real-time-location-system/case-studies>, pridobljeno 18. 11. 2015.
- Faragher, R., Harle, R. (2014). An Analysis of the Accuracy of Bluetooth Low Energy for Indoor Positioning Applications. Proceedings of the 27th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation – ION GNSS+ 2014. Tampa, Florida, ZDA, 14.–18. september 2014.
- Google Maps (2013). <http://www.google.com/maps/about/partners/indoormaps>, pridobljeno 18. 11. 2015.
- iBeaconInsider (2015). "What is iBeacon? A guide to Beacons", <http://www.ibeacon.com/what-is-ibeacon-a-guide-to-beacons>, pridobljeno 19. 11. 2015.
- Li, Y., He, Z., Nielsen, J., Lachapelle, G. (2015). Using Wi-Fi/Magnetometers for Indoor Location and Personal Navigation. IPIN 2015 – 6th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation. Banff, Alberta, Kanada, 13.–16. oktober 2015.
- Matuz, R. (2012). Indoor Positioning Technologies. Habilitation Thesis. Zurich, Švica: ETH.
- Want, R., Hopper, A., Falcão, V., Gibbons, J. (1992). The Active Badge Location System. Journal ACM Transactions on Information Systems, 10(1), 91–102.
- Zhang, C., Subbu, K. P., Luo, J., Wu, J. (2015). GROPING: Geomagnetism and cROwdsensing Powered Indoor Navigation. IEEE Transactions on Mobile Computing, 14(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TMC.2014.2319824>

dr. Sebastjan Meža, univ. dipl. inž. grad.
 Geodetski inštitut Slovenije
 Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
 e-naslov: sebastjan.meza@gis.si

Blaž Barborič, univ. dipl. geog.
 Geodetski inštitut Slovenije
 Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
 e-naslov: blaz.barboric@gis.si

KOMASACIJE IN DRUGE ZEMLJIŠKE OPERACIJE V PROGRAMU RAZVOJA PODEŽELJA SLOVENIJE 2014–2020

LAND CONSOLIDATION AND OTHER AGRICULTURAL LAND MEASURES IN THE RURAL DEVELOPMENT PROGRAMME OF SLOVENIA 2014–2020

Tomaž Primožič, Anka Lisec

Za udejanjenje strateških ciljev na področjih prostorskega razvoja in infrastrukturne opremljenosti, prehranske varnosti, zagotavljanja obnovljivih virov energije ter varstva narave in okolja mora država usmerjati in nadzorovati rabo prostora ter z ustreznimi instrumenti omogočiti prilagajanje rabe zemljišč začrtanim smernicam. Zemljiške operacije, kot so komasacije, so lahko eden temeljnih instrumentov za usmerjanje rabe prostora na urbanih in ruralnih območjih. Pri tem komasacije opredelujemo kot instrument za preurejanje parcelne in lastniške strukture, vključno z urejanjem ustreznega dostopa do zemljiških parcel, gradnjo druge ustrezne infrastrukture in izvedbo ukrepov, ki so ključni za izkoriščanje zemljišč v skladu z načrtovano oziroma dovoljeno rabo. S komasacijami torej zagotovimo pomembne pogoje za dejansko opravljanje funkcije, kot je dovoljena oziroma načrtovana v planskih aktih.

V Sloveniji imamo veliko več izkušenj na področju tako imenovanih »komasacij kmetijskih zemljišč«, ki so določene v Zakonu o kmetijskih zemljiščih (ZKZ, 2011), kot na področju izvajanja urbanih komasacij. Predmet prvih, to je komasacij po Zakonu o kmetijskih zemljiščih, so poleg kmetijskih zemljišč sicer lahko tudi gozdna, nezazidana stavbna in druga zemljišča ter naprave na njih. Poleg daljše tradicije na področju komasacij kmetijskih zemljišč v Sloveniji na izvajanje komasacij pomembno vpliva finančna podpora za izvajanje komasacij in drugih agrarnih operacij. Namen prispevka je predstaviti sistem finančne podpore za izvajanje zemljiških operacij – poleg komasacij tudi agromelioracij in namakalnih sistemov – v okviru programa razvoja podeželja. Ravno se je izteklo obdobje izvajanja zemljiških operacij v okviru Programa razvoja podeželja RS 2007–2013 (PRP 2007–2013), ki bi ga lahko označili kot uspešno, Program razvoja podeželja RS 2014–2020 (PRP 2014–2020) pa prinaša na tem področju nekaj sprememb.

1 ZEMLJIŠKE OPERACIJE V KMETIJSKEM PROSTORU – AGRARNE OPERACIJE

Pridelava hrane, podnebne spremembe, oskrba z energijo, širjenje naselij in območij infrastrukturnih objektov kot tudi trajnostno upravljanje naravnih virov in ohranjanje biotske raznovrstnosti prinašajo nove zahteve glede rabe zemljišč na podeželju (slika 1) in še povečujejo pritiske na ruralni prostor, tako se pogosto srečujemo s konflikti glede rabe tal. Sodobne zemljiške operacije niso več specifični ukrepi kmetijske oziroma gozdarske politike, temveč združujejo različna področja urejanja prostora. Poleg prizadevanj za izboljšavo pogojev za kmetijsko pridelavo in gozdarstvo s spremembo zemljiškolastninske strukture se z zemljiškimi operacijami izboljša omrežje poljskih poti ter druga prometna infrastruktura, urejajo vodne razmere tal, ureja krajina in

izvajajo okoljski ukrepi, izvajajo projekti varovanja narave ter druge vrednote oziroma danosti kmetijskega prostora (Hartvigsten 2014; Thomas, 2014; Lisec in sod. 2015; Lisec, Primožič in Punčuh, 2015).

Posledično se tudi koristi investicij v zemljiške operacije ne ocenjujejo le z vidika neposredne gospodarske koristi v kmetijski pridelavi ali gozdarstvu. Predvsem v Nemčiji in skandinavskih državah pri prednostih in koristih komasacij kmetijskih in gozdnih zemljišč poleg neposrednih gospodarskih izpostavljajo še družbene in okoljske koristi. Prednosti komasacij kmetijskih zemljišč, to je zložbe zemljiških parcel, spremljajočih infrastrukturnih projektov ter drugih ukrepov urejanja prostora, so številne in bi jih lahko v grobem razdelili v naslednje skupine (Lisec, Primožič in Punčuh, 2015):

1. **gospodarske koristi za kmetijski sektor:** podpora kmetijstvu in izboljšanje pogojev za kmetijsko pridelavo, zmanjšanje stroškov kmetijske pridelave (na primer prevoznih stroškov), večje možnosti za varovalne ukrepe proti naravnim nesrečam (na primer mreža proti toči) ipd.;
2. **prednosti za lastnike in najemnike zemljišč:** izboljšanje pogojev za kmetijsko pridelavo in zagotavljanje pravne varnosti lastnikom s kakovostnim evidentiranjem zemljišč v zemljiškem katastru in zemljiški knjigi;
3. **kakovostne nepremičninske evidence:** zagotavljanje kakovostnih podatkov in informacijske podpore za izvajanje ukrepov zemljiške politike ter za zagotavljanje pravne varnosti nosilcem pravic na nepremičninah (op. v slovenski strokovni javnosti se mnogokrat navaja Nizozemska kot država, ki ima kakovosten kataster nepremičnin zaradi večkratne izmere celotne države v preteklem stoletju; manj je poudarjeno, da praviloma ni šlo za nove izmere, ampak za katastrsko preurejanje (komasacije) urbanih in ruralnih območij) – glej tudi Triglav (2008 in 2014);
4. **boljši pogoji za razvoj drugih dejavnosti v prostoru,** kot je na primer rekreacija: urejanje kmetijske krajine, vključno z urejanjem zelenih površin in poljskih poti, učnih in kolesarskih poti ipd.;
5. **koristi za okolje:** zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov pri kmetijski obdelavi in dostopanju do zemljiških parcel, izvajanje okoljskih ukrepov in ukrepov varovanja pred naravnimi nesrečami v okviru zemljiških operacij;
6. **koristi za družbo,** ki se kaže v razvoju podeželja, prehranski in socialni varnosti podeželja ter države, zagotavljanju pogojev za uravnotežen regionalni in trajnostni razvoj ipd.



Slika 1: Večfunkcionalnost podeželskega prostora, Posavje (fotografija: A. Lisec).

V Sloveniji določa zemljiške operacije v kmetijskem prostoru, tako imenovane agrarne operacije, Zakon o kmetijskih zemljiščih (ZKZ, 2011). Zakon izvira iz leta 1996 ter v splošnem ureja upravljanje in varovanje kmetijskih zemljišč, katerih obseg se v Sloveniji stalno manjša zaradi zaraščanja na eni strani ter širitve pozidave in gradnje infrastrukturnih objektov na drugi strani. Po zakonu so agrarne operacije medsebojna menjava kmetijskih zemljišč, arondacije, komasacije in melioracije, ki se delijo na agromelioracije, namakanje in osuševanje kmetijskih zemljišč. Pobudo za agrarne operacije dajejo lastniki kmetijskih zemljišč oziroma njihove skupnosti ali druge pravne osebe po pooblastilu lastnikov zemljišč.

V okviru programov razvoja podeželja PRP 2007–2013 in PRP 2014–2020 so se izvajale in se načrtujejo naslednje agrarne operacije, kot je opredeljeno v Zakonu o kmetijskih zemljiščih (ZKZ, 2011):

- **komasacije:** obsegajo ukrepe zložbe zemljišč oziroma zemljiških parcel, kot so evidentirane v zemljiškem katastru in zemljiški knjigi, na nekem območju in ponovne razdelitve med prejšnje lastnike tako, da dobi vsak čim bolj zaokrožena zemljišča. Predmet komasacije so kmetijska zemljišča, lahko pa tudi gozdovi, nezazidana stavbna in druga zemljišča na komasacijskem območju ter naprave na teh zemljiščih (ZKZ, 2011: 55. člen);
- **agromelioracije:** obsegajo ukrepe, s katerimi se izboljšujejo fizikalne, kemijske in biološke lastnosti tal ter izboljšuje dostop na kmetijsko zemljišče. Agromelioracije obsegajo ukrepe za izravnavo zemljišč, krčitev grmovja in dreves, nasipavanje rodovitne zemlje, odstranitev kamnitih osamelcev, ureditev poljskih poti, izdelavo teras, ureditev gorskih in kraških pašnikov, ureditev manjših odvodnjavanj, apnenje in založno gnojenje. Agromelioracije se delijo na zahtevne in nezahtevne (ZKZ, 2011; 80. člen);
- **namakanje:** obsega ukrepe in naprave za zagotovitev vode, njeno distribucijo in rabo z namenom zagotoviti rastlinam optimalno vlago v tleh. Namakalne sisteme delimo na velike namakalne sisteme, ki so namenjeni večjemu številu uporabnikov za skupno rabo po namakalnem urniku, ter male namakalne sisteme, namenjene enemu ali več uporabnikom, ki pa uporabljajo namakalni sistem neodvisno drug od drugega (ZKZ, 2011: 79. člen).

Slovenska zakonodaja ukrepe urejanja poljskih poti, izravnave zemljišč, krčitve grmovja in dreves ipd. uvršča med ukrepe agromelioracij in ne komasacij, kar je nekoliko nenavadno tako glede mednarodne primerljivosti kot praktično. Nove parcelne strukture ne moremo začeti uporabljati, če niso zagotovljene ustrezne razmere za dostopanje do zemljišč in njihovo rabo, zato v evropskih državah z dolgoletnimi izkušnjami instrument komasacije poleg parcelnega in lastniškega preurejanja zemljišč vključuje tudi vse ustrezne spremljajoče ukrepe, ki so ključnega pomena za rabo zemljiških parcel (gradnja poljskih poti, urejanje vodnega režima, urejanje krajine).

2 IZKUŠNJE NA PODROČJU IZVAJANJA AGRARNIH OPERACIJ V SLOVENIJI

Prvi zakon, ki je urejal agrarne operacije na območju današnje Slovenije, sega v daljno leto 1883, toda v prvih desetletjih na območju današnje Slovenije ni bilo množičnih izvedb. Najbolj intenzivno v zgodovini urejanja kmetijskih zemljišč na Slovenskem je zagotovo obdobje po drugi svetovni vojni, predvsem obdobje 1981–1990, ko je bilo uvedenih največ agrarnih operacij. K temu so pripomogli zakonodaja, shema financiranja in takratna organiziranost strokovne službe, ki je vodila postopke agrarnih operacij. Na območju Slovenije je bilo po drugi svetovni vojni do leta 1990 v komasacije vključenih več kot

52.000 hektarjev zemljišč (Kokolj Prošek, 2001; Lisec in Primožič, 2013; Lisec in sod., 2013). V tem obdobju je bilo približno 72.000 hektarjev zemljišč vključenih v projekte osuševanja, na nekaj manj kot 70.000 hektarjih zemljišč so se izvedle agromelioracije, namakalni sistemi pa so bili zgrajeni na nekaj več kot 5800 hektarjih zemljišč (Borec, 1997). Intenzivnemu uvajanju agrarnih operacij pa ni sledila učinkovita izvedba, zato je bilo v prvem obdobju tranzicije v tržno gospodarstvo v Sloveniji veliko težav pri dokončevanju že začelih projektov (Cerjak in Prosen, 2001; Lisec in sod., 2014).

Med prehodom na tržno gospodarstvo v Sloveniji ni bilo veliko politične podpore za dolgoročna vlaganja v kmetijska gospodarstva v obliki agrarnih operacij. Tako je bilo veliko zadržanosti glede njihovega izvajanja. Področje je bilo sicer na novo urejeno z Zakonom o kmetijskih zemljiščih iz leta 1996, ki z nekaj spremembami velja še vedno (ZKZ, 2011). Zaradi programa sanacij komasacij (dokončevanje nedokončanih komasacij iz obdobja nekdanje Jugoslavije) ter nekaterih (sicer redkih) primerov komasacij in spremljajočih agromelioracij se je znanje na tem področju v praksi ohranilo, nadgrajevalo in prenašalo na nove generacije strokovnjakov, čeprav za to ni bilo sistemsko poskrbljeno. Slabosti takratnega stihijskega pristopa in razpršenih pristojnosti se kažejo še danes kot slabo poznavanje postopkov in pomanjkanje izkušenj pri vodenju oziroma odločanju v okviru postopkov komasacij in drugih zemljiških operacij na lokalni in regionalni ravni – tudi v javnih institucijah, ki so zakonsko pristojne za odločanje v postopkih zemljiških operacij (upravne enote, geodetske pisarne, zemljiška knjiga, sektorske institucije – nosilci urejanja prostora ipd.). Znanje in izkušnje so zelo lokalno razporejeni, predvsem na kmetijsko intenzivnih območjih, kot so pomurska in podravska regija, savinjska, spodnjeposavska ter jugovzhodna regija (Lisec in sod., 2013).

Kljub začetni zadržanosti in omejeni podpori za izvajanje zemljiških operacij v Sloveniji je treba omeniti, da smo ena redkih držav iz skupine vzhodnoevropskih in bližnjih evro-azijskih držav z nekdanjim družbeno-planskim gospodarstvom (poleg nekdanje Vzhodne Nemčije, Češke, Slovaške, Litve in Poljske), v kateri se postopki zemljiških operacij financirajo in uspešno izvajajo (preglednica 1), kar v poročilih izpostavljajo tudi pri Organizaciji za prehrano in kmetijstvo pri Združenih narodih (Hartvigsen, 2014).

Preglednica 1: Izvajanje komasacij v nekdanjih tranzicijskih vzhodnoevropskih in bližnjih evro-azijskih državah (vir podatkov: Hartvigsten, 2014; osebna komunikacija).

	<i>Izvajanje komasacij s spremljajočimi ukrepi v kmetijskem prostoru</i>	<i>Program izvajanja komasacij s spremljajočimi ukrepi v kmetijskem prostoru</i>
<i>Ukrepi se redno izvajajo</i>	Češka, Litva, Nemčija (nekdanja Vzhodna Nemčija), Poljska, Slovaška, Slovenija	Češka, Litva, Nemčija (nekdanja Vzhodna Nemčija), Poljska, Slovaška, Slovenija
<i>Načrtovani prvi projekti oziroma programi</i>		Bolgarija, Estonija, Hrvaška, Latvija, Makedonija
<i>Izveden en ali več pilotnih projektov, ni pa rednih dejavnosti</i>	Albanija, Armenija, Bolgarija, Bosna in Hercegovina, Estonija, Hrvaška, Kosovo, Latvija, Madžarska, Makedonija, Moldavija, Romunija, Srbija	Albanija, Armenija, Bosna in Hercegovina, Kosovo, Madžarska, Moldavija, Romunija, Srbija
<i>Do leta 2014 ni bilo niti pilotnih projektov</i>	Azerbajdžan, Belorusija, Črna gora, Gruzija, Rusija, Ukrajina	Azerbajdžan, Belorusija, Črna gora, Gruzija, Rusija, Ukrajina

3 ZEMLJIŠKE OPERACIJE V SLOVENIJI V OKVIRU PRP 2007–2013 IN PRP 2014–2020

Komasacije ter druge zemljiške operacije, kot so opredeljene v Zakonu o kmetijskih zemljiščih (2011), so v Sloveniji večinoma financirane le v okviru programa razvoja podeželja, medtem ko drugih namenskih virov trenutno ni na voljo. Program razvoja podeželja Republike Slovenije je skupni programski dokument Slovenije in Evropske komisije, ki je programska podlaga za črpanje finančnih sredstev iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja (EKSRP). Program odraža nacionalne prednostne naloge države, ki jih je Slovenija opredelila na podlagi analize danosti in stanja kmetijstva, živilstva in gozdarstva, pa tudi vpetosti teh gospodarskih panog v dogajanje na podeželju in celotnem prostoru. Podlaga za črpanje finančnih sredstev EKSRP v programskem obdobju 2007–2013 (dejansko se črpanje izteka s koncem leta 2015) je Program razvoja podeželja 2007–2013 (PRP 2007–2013), podlaga za črpanje v programskem obdobju 2014–2020 pa Program razvoja podeželja RS 2014–2020 (PRP 2014–2020).

Program pripravlja, spremlja, nadzoruje in vrednoti Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS. Agencija RS za kmetijske trge in razvoj podeželja (ARSKTRP) je kot akreditirana plačilna agencija odgovorna za obravnavo vlog, administrativni nadzor, izvajanje nadzora na terenu pred odobritvijo izplačil, izvajanje in računovodstvo izplačil upravičencem.

3.1 Izvedeni projekti zemljiških operacij v okviru PRP 2007–2013

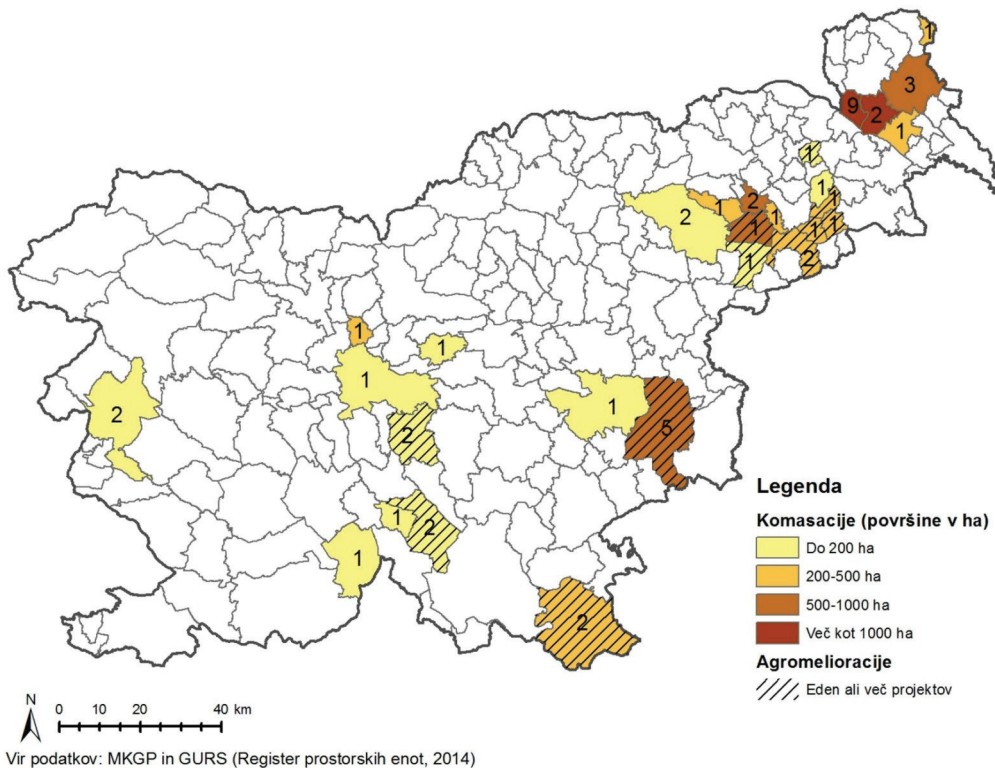
S programom razvoja podeželja RS 2007–2013 (PRP 2007–2013) je bila uvedena finančna podpora zemljiškim operacijam z ukrepom 125 – *izboljšanje in razvoj infrastrukture, povezane z razvojem oziroma prilagoditvijo kmetijstva*, ki se je delil na štiri dejavnosti:

- komasacije,
- agromelioracije na komasacijskih območjih,
- gradnja velikih namakalnih sistemov in
- tehnološke posodobitve velikih namakalnih sistemov.

Za komasacije in agromelioracije na komasacijskih območjih je bilo objavljenih šest javnih razpisov. Finančno je bilo podprtih (vir podatkov: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS):

- 51 projektov komasacij na skupni površini 10.370 hektarjev, za katere je bilo dodeljenih nekaj več kot 12,2 milijona evrov nepovratnih sredstev, in
- 21 projektov agromelioracij na komasacijskih območjih na površini 3671 hektarjev, za katere je bilo dodeljenih nekaj več kot 2,9 milijona evrov nepovratnih sredstev.

V obravnavanem obdobju so za vsaj en projekt komasacij ali agromelioracij finančna sredstva v okviru PRP 2007–2013 prejele naslednje občine: Beltinci, Cerkvenjak, Črnomelj, Dornava, Gorišnica, Grosuplje, Hajdina, Hodoš, Juršinci, Kidričevo, Krško, Ljubljana, Loška Dolina, Majšperk, Markovci, Moravče, Moravske Toplice, Murska Sobota, Nova Gorica, Rače-Fram, Ribnica, Sevnica, Slovenska Bistrica, Slovenske Konjice, Sodražica, Starše, Tišina, Videm, Vodice (slika 2). Kot je bilo že navedeno, je izvajanje agrarnih operacij z geografskega vidika izredno osredotočeno na območja, na katerih je delež kmetijske rabe zemljišč nad slovenskim povprečjem. Tam so se razvile tudi dobre prakse, ki se sedaj prenašajo na sosednje občine.



Slika 2: Prikaz občin, ki so bile ali so v programskem obdobju 2007–2013 v okviru javnih razpisov vključene v shemo sofinanciranja komasacij (prikazano je število projektov komasacij) in agromelioracij z ukrepom 125 (Lisec in Primožič, 2013).

Na področju namakalnih sistemov je bilo podprtih sedem uvedb novih velikih namakalnih sistemov na skupno 1753 hektarjih, za kar je bilo dodeljenih 10,6 milijona evrov (namakalni sistemi Ormož–Velika Nedelja, Gorišnica–Moškanjci (I. faza), Kalce–Naklo (II. faza), Blanca, Gorišnica–Moškanjci (dokončanje I. faze), Nemščak–Beltinci in Rakičan–Muzge). Poleg tega sta bili izvedeni dve tehnološki posodobitvi velikih namakalnih sistemov na skupno 396 hektarjih kmetijskih zemljišč, za kar je bil dodeljen skoraj milijon evrov (velika namakalna sistema Letuš in Šmatevž v Savinjski dolini).

V obdobju Programa razvoja podeželja RS 2007–2013 so bile v okviru ukrepa 121 – *naložbe na kmetijska gospodarstva* dodatno podprte naložbe v male namakalne sisteme, in sicer za gradnjo črpališča, sekundarnega in primarnega voda ter nakup opreme. V ta namen je bilo dodeljenih nekaj več kot 0,9 milijona evrov, in sicer za gradnjo črpališča, sekundarnega in primarnega voda ter za nakup opreme (Lisec, Primožič in Punčuh, 2015).

3.2 Predvidena podpora zemljiškim operacijam v okviru PRP 2014–2020

Program razvoja podeželja RS 2014–2020 (PRP 2014–2020) je Evropska komisija uradno potrdila dne 13. 2. 2015, tako je Slovenija v skupini prvih držav članic, ki lahko izvajajo ukrepe novega programskega obdobja. Skupno so načrtovani ukrepi za razvoj slovenskega kmetijstva in podeželja ocenjeni na nekaj več kot 1,1 milijarde evrov, od tega bo Slovenija prejela 838 milijonov evrov iz proračuna EU. Program

razvoja podeželja RS 2014–2020 se osredotoča na tri glavna področja, s katerimi bo Slovenija zagotavljala izboljšanje biodiverzitete (29 % vključenih kmetijskih zemljišč), stanja voda (25 % vključenih kmetijskih zemljišč) in tal (27 % vključenih kmetijskih zemljišč), konkurenčnost **kmetijskega sektorja** (3,4 % kmetijskih gospodarstev bo prejelo podpore za naložbe) in socialno vključenost ter lokalni razvoj podeželskih območij (PRP 2014–2020):

- ukrep M1 – prenos znanja in dejavnosti informiranja (12.500.000 evrov);
- ukrep M2 – službe za svetovanje, službe za pomoč pri upravljanju kmetij in službe za zagotavljanje nadomeščanja na kmetijah (10.768.000 evrov);
- ukrep M3 – sheme kakovosti za kmetijske proizvode in živila (1.738.666 evrov);
- **ukrep M4 – naložbe v osnovna sredstva (228.127.149 evrov):**
 - podukrep M4.1 – podpora za naložbe v kmetijska gospodarstva,
 - podukrep M4.2 – podpora za naložbe v predelavo/trženje in/ali razvoj kmetijskih proizvodov,
 - **podukrep M4.3 – podpora za naložbe v infrastrukturo, povezano z razvojem, posodabljanjem ali prilagoditvijo kmetijstva in gozdarstva:**
 - operacija: izvedba agromelioracij na komasacijskih območjih,
 - operacija: izgradnja velikih namakalnih sistemov,
 - operacija: tehnološke posodobitve velikih namakalnih sistemov,
 - operacija: ureditev gozdne infrastrukture;
- ukrep M6 – razvoj kmetij in podjetij (125.343.333 evrov);
- ukrep M7 – osnovne storitve in obnova vasi na podeželskih območjih (10.000.000 evrov);
- ukrep M8 – naložbe v razvoj gozdnih območij in izboljšanje sposobnosti gozdov za preživetje (59.481.066 evrov);
- ukrep M9 – ustanovitev skupin in organizacij proizvajalcev (2.227.950 evrov);
- ukrep M10 – kmetijsko-okoljska-podnebna plačila (203.607.386 evrov);
- ukrep M11 – ekološko kmetovanje (60.200.000 evrov);
- ukrep M13 – plačila območjem z naravnimi ali drugimi posebnimi omejitvami (265.933.333 evrov);
- ukrep M14 – dobrobit živali (16.368.000 evrov);
- ukrep M16 – sodelovanje (20.062.500 evrov);
- ukrep M19 – podpora za lokalni razvoj v okviru pobude LEADER (lokalni razvoj, ki ga vodi skupnost) (52.365.613 evrov).

Zemljiške operacije se v Programu razvoja podeželja RS 2014–2020 podpirajo v okviru podukrepa M04.3 – *podpora za naložbe v infrastrukturo, povezano z razvojem, posodabljanjem ali prilagoditvijo kmetijstva in gozdarstva* (M04 – naložbe v osnovna sredstva). Pri podukrepu M04.3 so naložbe namenjene za razvoj kmetijske in gozdarske infrastrukture, s čimer naj bi izboljšali upravljanje kmetijskih in gozdnih zemljišč ter gospodarjenje z njimi. V okviru tega podukrepa se izvajajo naslednje operacije:

- agromelioracije na komasacijskih območjih,
- gradnja velikih namakalnih sistemov,
- tehnološke posodobitve velikih namakalnih sistemov in
- ureditev gozdne infrastrukture.

V okviru agromelioracij na komasacijskih območjih se podpirajo zahtevne in nezahtevne agromelioracije. Osuševanje kmetijskih zemljišč pri tem ni dovoljeno. V okviru izvedenih agromelioracij se podpirajo tudi komasacije, s katerimi se povečujejo obdelovalni kosi (parcele) posameznih lastnikov kmetijskih zemljišč na komasacijskem oziroma agromelioracijskem območju. Načrt je izvesti ukrep na približno 10.000 hektarjih zemljišč. Namen operacije gradnja novih velikih namakalnih sistemov je, da se voda za potrebe namakanja pripelje od vodnega vira. V obdobju do leta 2020 je predvidena gradnja novih velikih namakalnih sistemov na 2400 hektarjih.

Novi program PRP 2014–2020 prinaša spremembe pri katastrskem preurejanju zemljišč (komasacij), saj sta združena instrumenta komasacije in agromelioracije. Z vidika praktične izvedbe je to razumljivo, saj je treba posamezne dejavnosti, ki se po naši zakonodaji sedaj uvrščajo med agromelioracijske ukrepe (urejanje in gradnja poljskih poti, odstranjevanje skalnih osamelcev, urejanje krajine ipd.), izvesti skupaj z novim parcelnim strukturiranjem prostora. Operacija »*agromelioracije na komasacijskih območjih*« **je sicer skladna** z zamislijo o celovitem urejanju kmetijskega prostora, toda z izzivom se bomo srečali pri njenem izvajanju, saj sta v praksi to še vedno dva ločena postopka, za katera sta pristojni dve različni instituciji (odločbo o uvedbi komasacije izda krajevno pristojna upravna enota, odločbo o uvedbi zahtevne agromelioracije pa ministrstvo, pristojno za kmetijstvo).

Sedaj se pripravlja sprememba Zakona o kmetijskih zemljiščih, s katero pa težava ne bo v celoti odpravljena. Predviden je sicer instrument agromelioracije na komasacijskih območjih, na področju agrarnih operacij pa se spremembe nanašajo predvsem na člene, ki urejajo agromelioracije in hidromelioracije – manj pa komasacije.

4 SKLEP

Spreminjajoči se načini kmetijske pridelave in tehnološki razvoj, zahteve urbanega razvoja ter varovanja narave in okolja, podnebne, demografske in druge spremembe zahtevajo pravno in fizično preurejanje zemljišč na podeželju. Države, kot je Slovenija, ki se v preteklosti niso dovolj intenzivno prilagajale na drugačne zahteve in pogoje rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč z ukrepi zemljiških operacij, se srečujejo z dodatnimi težavami neugodne lastniške in parcelne strukture kmetijskih gospodarstev, s težavami neurejenega dostopa do zemljiških parcel, s težavami slabe kakovosti podatkov katastrov nepremičnin in zemljiških registrov ipd. (Izvedba agromelioracij na komasacijskih območjih, 2015).

Program razvoja podeželja je že v preteklem obdobju precej pripomogel k izvajanju zemljiških operacij v kmetijskem prostoru. Verjamemo, da se bodo projekti zemljiških operacij nadaljevali tudi v okviru programa PRP 2014–2020. Žal so finančni viri omejeni in jih je veliko manj od že izkazanega interesa, zato bo treba razmisliti tudi o drugih namenskih virih v podporo izvajanju komasacij in drugih agrarnih operacij v zelo kratkem času. Prepogosto se spregleda tudi zakonsko predpisana zaveza investitorjev pri gradnji večjih infrastrukturnih objektov, da je treba odpraviti škodo na zemljiščih z ustreznimi zemljiško-ureditvenimi ukrepi. Možnosti za množično katastrsko preurejanje zemljišč je še več – ne le na podeželju, tudi na urbanih območjih. Zakonodajo je sicer treba osvežiti, a tudi v okviru sedanjega zakonskega okvira se da doseči lepe uspehe. V preteklem obdobju izvajanja komasacij kmetijskih zemljišč se je jasno pokazalo, da rezultati so, če je le volja. Tako so komasacije uspešno izvajali predvsem na območjih, na katerih so se posamezni zanesenjaki, tudi v lokalnih geodetskih pisarnah, z vso vnemo zavzemali za njihovo uvajanje in uspešno izvedbo. Upamo, da v naslednjem obdobju ne bo več treba zapisati »posamezni«.

Literatura in viri:

- Borec, A. (1997). Vloga agrarnih operacij pri razvoju kmetijstva in podeželja. V: E. Erjavec, L. Juvančič (ur.). Učinki reforme slovenske kmetijske politike. Ljubljana: Društvo agrarnih ekonomistov Slovenije, 197–206.
- Cerjak, M., Prosen, A. (2001). Komasaacija v zadnjem desetletju, razvoj agrarnih operacij in Evropska unija. Posesna sestava in kmetijska politika. XVI. posvet Kmetijske svetovalne službe Slovenije, Bled. KGZ Slovenije, 64–77.
- Hartvigsen, M. (2014). Land reform and land fragmentation in Central and Eastern Europe. *Land Use Policy*, 36, 330–341. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.08.016>
- Izvedba agromelioracij na komasacijskih območjih (2015). Informacijska brošura za operacijo Izvedba agromelioracij na komasacijskih območjih iz naslova podukrepa 4.3 Podpora za naložbe v infrastrukturo, povezano z razvojem, posodabljanjem ali prilagoditvijo kmetijstva in gozdarstva, Programa razvoja podeželja Republike Slovenije 2014–2020. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.
- Kokolj Prošek, J. (2001). Zemljiške operacije, izboljšanje posesne strukture ter priprava ustrezne zakonodaje. V: Posesna sestava in kmetijska politika. XVI. posvet Kmetijske svetovalne službe Slovenije. Bled: KGZ Slovenije, 58–63.
- Lisec, A., Primožič, T. (2013). Stanje in izzivi zemljiških operacij v Sloveniji. V: J. Nared (ur.), D. Perko (ur.), N. Razpotnik Viskovič (ur.). Nove razvojne perspektive. Ljubljana: Založba ZRC, 127–135.
- Lisec, A., Primožič, T., Pintar, M., Bovha, D., Ferlan, M., Prosen, A., Šumrada, R., Čeh, M., Drobne, S. (2013). Analiza stanja in izzivi na področju komasacij kmetijskih zemljišč. *Geodetski vestnik*, 57(4), 673–690. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2013.04.673-690>
- Lisec, A., Primožič, T., Ferlan, M., Šumrada, R., Drobne, S. (2014). Land owners' perception of land consolidation and their satisfaction with the results – Slovenian experiences. *Land Use Policy*, 36, 550–563. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.003>
- Lisec, A., Čeh, M., Drobne, S., Ferlan, M., Foški, M., Šumrada, R., Trobec, B., Zavodnik Lamovšek, A., Cvejič, R., Golobič, M., Grčman, H., Penko Seidl, N., Perpar, A., Pintar, M., Prus, T., Udovč, A., Bovha, D., Čater, L., Gnilšek, J., Jevšnik, D. in Novak, P. (2015). Študija možnosti izvajanja zemljiških operacij na zavarovanih in varovanih območjih. Končno poročilo projekta. Ljubljana in Celje: Univerza v Ljubljani – Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo in Biotehniška fakulteta, Geodetski zavod Celje d. o. o.
- Lisec, A., Primožič, T., Punčuh, B. (2015). Izzivi dejavnosti preurejanja zemljiških parcel v slovenskem kmetijskem prostoru. *Logistika v kmetijstvu*. Novo mesto, 12. november 2015.
- Primožič, T. (2014). Komasaacije in drugi postopki urejanja kmetijskih zemljišč – stanje in možnosti v Programu razvoja podeželja 2014–2020. Zbornik posveta 42. Geodetskega dne: Preurejanje zemljišč kot izziv. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije in Ljubljansko geodetsko društvo, 57–67.
- PRP 2007–2013. Program razvoja podeželja RS za obdobje 2007–2013. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.
- PRP 2014–2020. Program razvoja podeželja RS za obdobje 2014–2020. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.
- Thomas, J. (2014). Safeguarding real property rights and rational use by conflicting private and public interests – the German approach. *Geodetski vestnik*, 58(3), 517–534. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.517-534>
- Triglav, J. (2008). Komasaacije zemljišč ob gradnji infrastrukturnih objektov v Prekmurju. *Geodetski vestnik*, 52(4), 795–811.
- Triglav, J. (2014). Komasaacije kot prostorska in lastninsko-pravna »metla«. Zbornik posveta 42. Geodetskega dne: Preurejanje zemljišč kot izziv. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije in Ljubljansko geodetsko društvo, 81–90.
- ZKZ (2011). Zakon o kmetijskih zemljiščih. Uradno prečiščeno besedilo ZKZ UPB2. Uradni list RS, št. 71/2011 in 58/2012.

Tomaž Primožič, univ. dipl. geog.

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS
Dunajska cesta 22, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: tomaz.primozic@gov.si

izr. prof. dr. Anka Lisec, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si

DEJAVNOSTI V OKVIRU PROJEKTA POSODOBITEV PROSTORSKE PODATKOVNE INFRASTRUKTURE ZA ZMANJŠANJE TVEGANJ IN POSLEDIC POPLAV V LETU 2015

ACTIVITIES IN THE FRAMEWORK OF THE PROJECT MODERNIZATION OF SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE TO REDUCE RISKS AND IMPACTS OF FLOODS IN 2015

Jurij Režek

Marsikdo, ki ni vpet v dejavnosti projekta **Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav**, žal ni seznanjen z njegovim namenom, obsegom in potekom. Morda se kvečjemu tu in tam pojavi kaka informacija o posamezni dejavnosti, ki jo vzamemo na znanje, a je ne znamo povezati oziroma vpeti v širši kontekst. Namen pričujočega sestavka je tako podati celovitejšo sliko o projektu. V njem je podan opis dejavnosti, ki so se izvajale v letu 2015, in je povzetek poročila, ki bo dostopno na spletnih straneh projekta in v tiskani različici. Besedila zanj so prispevali mag. Klemen Medved, Tomaž Petek, Marjana Duhovnik in Boštjan Savšek kot vodje posameznih podprojektov, Primož Kete, Primož Kogovšek ter mag. Jurij Režek kot vodja projekta.

1 FINANČNI MEHANIZEM EGP

Finančni mehanizem Evropskega gospodarskega prostora (EGP) in Norveški finančni mehanizem (EEA Grants in Norway Grants) sta mehanizma, v katera so vključene Norveška, Islandija in Lihtenštajn. Sredstva, ki jih prispevata, so namenjena zmanjševanju gospodarskih in socialnih razlik v EGP ter kreptvi dvostranskih odnosov z državami upravičenkami, ki jih je petnajst. Med njimi je tudi Slovenija.



V zadnjih letih se krepi sodelovanje Slovenije z državami donatorkami, ki si prizadevajo okrepiti medsebojne odnose s spodbujanjem skupnega izvajanja projektov slovenskih subjektov in subjektov v državah donatorkah. Odličen primer takšnega sodelovanja je tudi Geodetska uprava RS (GURS), na kateri so že v prejšnjem finančnem obdobju 2004–2009 s sredstvi donacij izvajali projekt, ki je bil za slovensko geodezijo prelomen, saj je bila vzpostavljena horizontalna sestavina državnega koordinatnega sistema in sistem državnega omrežja 15 stalnih postaj GNSS (globalni navigacijski satelitski sistem), imenovan SIGNAL. Kakovostna izvedba ter izvrstno sodelovanje geodetskih služb Slovenije in držav donatork sta pripeljala do nadaljevalnega projekta.

V obdobju 2009–2014 je Republika Slovenija iz obeh finančnih mehanizmov prejela skoraj 27 milijonov evrov donacij. Področja financiranja so okolje in podnebne spremembe, civilna družba, človekov in socialni razvoj, kulturna dediščina, raziskave in štipendije ter dostojno delo in tristranski dialog.

V finančni perspektivi 2009–2014 je Geodetska uprava RS pridobila donacijo za izvajanje projekta *POSODOBITEV PROSTORSKE PODATKOVNE INFRASTRUKTURE ZA ZMANJŠANJE TVEGANJ IN POSLEDIC POPLAV*. V njegovem okviru bomo vzpostavili še višinsko sestavino državnega koordinatnega sistema ter podatkovni sloj osnovnih topografskih in hidrografskih podatkov, ki bosta skladna z načeli in pravili direktive INSPIRE.

Beseda vodje projekta

Iztekata se dve leti dve leti uspešnega izvajanja projekta. Dejavnosti, predvidene za to obdobje, so izvedene skoraj v celoti v skladu z načrtom del, bolj izpostavljen kot prej pa je projekt v strokovnih krogih in javnosti. V okviru rebalansa državnega proračuna za leto 2015 smo na novo preračunali projektna sredstva za leti 2015 in 2016 ter skladno s tem tudi prilagodili načrt del za leto 2015. Zaradi nepremakljivega konca projekta (april 2016) se je veliko nalog skoncentriralo v letošnjem letu, vendar se je njihova izvedba do konca leta 2015 zelo približala načrtu. Če je projektno ekipo v letu 2014, zaradi zamude ob začetku projekta, ki je znašala skoraj leto in pol glede na potrjeno projektno dokumentacijo, skrbelo, kako bomo lahko projekt izvedli do aprila 2016, smo bili v novembru letos obveščeni, da je Urad za finančne mehanizme (UFM) v Bruslju sprejel sklep o podaljšanju projekta za sedem mesecev. Tako je konec projekta premaknjen v november 2016, s čimer je olajšano njegovo dokončanje, ki bi bilo sicer nakopičeno v štiri mesece. Za leto 2016 je namreč načrtovanih precej ključnih del – tako strokovnih (izračuni, delavnice, uvajanje sistemov) kot promocijskih (objave, konference) –, katerih kakovost bo vplivala na končno oceno projekta in za katera bo sedaj vendarle dovolj časa.

Izboljšana je tudi vidnost projekta v medijih in strokovni javnosti. Nekatera dela so se namreč že prevesila iz razvojnega okolja v izvedbo in prakso. Najbolj je bila izpostavljena fizična postavitev državnih geodetskih točk 0. reda; vsakdo si lahko že ogleda njihovo gradbeno izvedbo na Prilozju, Kogu, Arehu, Šentvidu pri Stični in Koradi, ali pa se je lahko s tem seznanil v številnih medijskih objavah. Pomen projekta in prostorske, predvsem geodetske infrastrukture je bil predstavljen na strokovnem srečanju urbanistov in prostorskih planerjev, na katerem je bila obravnavana problematika položajne, predvsem višinske komponente geodetskih in drugih prostorskih podatkov, ki se uporabljajo.

Projekt je bil predstavljen na mednarodnem geodetskem dnevu, v njegovem okviru je bila izvedena tudi slovenska konferenca INSPIRE, na kateri so se udeleženci razšli s spoznanjem, da je treba organizirati še več podobnih srečanj. Na področju topografskih podatkov je bila kot spremljajoči učinek projekta spodbujena širša strokovna razprava o potrebi po sistematičnem delu države na podatkih topografije. Na področju voda pa je bila izvedena kakovostna mednarodna strokovna delavnica udeležencev z ministrstva za okolje in prostor (MOP), Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) in izvajalcev s področja hidrološko-hidravličnega modeliranja, skupaj s partnerji iz Norveške. Medijsko je bil odmeven tudi akcijski načrt interventnih dejavnosti zaradi poplav, katerega izvajanje je podprto z opremo, pridobljeno v okviru projekta.

Vsa strokovna dela na podprojekti so večinoma potekala v skladu s prenovljenim načrtom del za leto 2015, redke zamude so bile predvsem posledica dejstva, da so bile naloge vezane na izvajanje terenskih del geodetske izmere in s tem odvisne od vremenskih razmer. Izpostaviti je treba, da so člani ekipe, ki morajo kombinirati svoje vsakodnevne, redne službene zadolžitve in dejavnosti na projektu, zelo obremenjeni, saj to od njih zahteva dodatna strokovna usklajevanja in vodenje administracije, predpisane v projektu (poseben sistem poročanja, komunikacija z nadzornim organom, posebno vodenje finančnega poslovanja).

2 CILJI PROJEKTA

Za obvladovanje poplavne ogroženosti potrebujemo najrazličnejše vrste prostorskih podatkov o objektih v prostoru in značilnostih prostora, tako naravnih kot grajenih. Za natančnejšo določitev območij, na katerih lahko nastane poplavna nevarnost, in ovrednotenje poplavne ogroženosti so poleg zgodovinskih podatkov o poplavnih dogodkih bistvenega pomena točni topografski in hidrografski vhodni podatki. To so podatki, ki jih najdemo bodisi na temeljnih topografskih načrtih ali v zbirki topografskih podatkov, pri čemer je treba poudariti predvsem podatke o vodnem omrežju Slovenije (hidrografiji), o modelu terena, nadalje podatke o zgradbah in gospodarski infrastrukturi, vse in vsak posebej pa skupaj s podatki o njihovi nadmorski višini, izraženi v skupnem, državnem referenčnem sistemu.

Pravih prostorskih podatkov, prostorske podatkovne in geodetske referenčne infrastrukture v ta namen še nimamo. Imamo zajete topografske podatke o vodotokih, ki pa po popolnosti in natančnosti ne ustrezajo današnjim zahtevam. V zbirki topografskih podatkov sta manj kot dve tretjini območja Slovenije zajeti v natančnosti, ki ustreza prikazu v merilu 1 : 5000, od teh pa je morda polovica starejša od deset let. Tudi ortofoto, kot slika površja, je žal samo georeferenciran rastrski prikaz brez višinske predstave.

Temelj za določanje in izražanje koordinat prostorskih podatkov sta državni geodetski horizontalni in višinski sistem. Slednji ne zagotavlja zanesljivih višinskih podatkov in ne omogoča določanja višin s satelitskim višinomerstvom z ustrežno točnostjo. Višinska natančnost sedanjega modela kvazigeoida je slabša od 20 centimetrov. Natančnost sedanjih nivelmanskih mrež, izmerjenih v 70. letih, znaša približno 15 centimetrov. Tak višinski sistem ne ustreza namenom sodobne družbe ter ne daje zanesljive podlage za verodostojno odločanje, načrtovanje in izvajanje gradbenih posegov pri protipoplavnih in drugih prostorskih ukrepih.

Za razpoložljivost in uporabo prostorskih podatkov, ki se vodijo pri različnih upravnih organih, je treba izdelati tudi standardizirane spletne storitve, ki uporabnikom omogočajo iskanje in pridobivanje teh podatkov. Nakazane vrste podatkov in spletne storitve so obvezni sestavni del nacionalne infrastrukture za prostorske podatke, katere vzpostavljanje je določeno z okoljsko direktivo INSPIRE in posledično s slovensko zakonodajo. Predpisane so podatkovne strukture, modeli podatkov ter obvezna vzpostavitev in uporaba skupnega evropskega koordinatnega sistema. V Sloveniji nimamo še ničesar od naštetega. Treba je torej vzpostaviti tudi prostorsko podatkovno infrastrukturo, ki zagotavlja ustrezne podatke v standardiziranih podatkovnih strukturah in referenčnem sistemu.

Stanje v Sloveniji organizirano izboljšujemo z vrsto dejavnosti in projektov, od katerih je eden pomembnejših ***Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav.*** Njegovi neposredni udeleženci prihajajo iz Geodetske uprave RS (vodstvo), ministrstva za okolje in

prostor ter Agencije RS za okolje. Projekt se sofinancira z donacijo finančnega mehanizma EGP, tako da ima pomembno vlogo v njem tudi služba vlade za razvoj in evropsko kohezijsko politiko (SVRK). Za projekt sta pomembna oba mednarodna partnerja, vanj sta namreč vključeni tudi norveška in islandska geodetska uprava. Donacija iz finančnega mehanizma EGP v strukturi financiranja pomeni približno 58 % sredstev. K temu Republika Slovenija prek SVRK neposredno prispeva 10 % vrednosti projekta, preostanek pa so proračunska sredstva geodetske uprave ter ministrstva za okolje in prostor oziroma vodnega sklada. V celoti so za projekt namenjeni tri milijoni evrov.

Projekt je sestavljen iz štirih podprojektov, v okviru vsakega pa se izvaja precej dejavnosti, ki so med seboj povezane, tako znotraj vsakega podprojekta kot med njimi. Za vsako so opredeljeni trajanje in viri za izvedbo. Finančne vire moramo v skladu z navodili finančnega mehanizma EGP strukturirati tudi po vrstah stroškov (storitve, oprema, zemljišča ...), po proračunskih postavkah, spremljati moramo izvajanje in izpolnjevanje zahteve za poročanje. Tako se oblikuje dobro razdelan načrt projekta (izvedbeni, finančni), katerega izvajanje in spremljanje narekuje projektno organizacijo dela in sprotno (včasih tudi krizno) vodenje celotnega projekta.

Pomemben element projekta je tudi vzpostavljanje sodelovanja in povečevanje operativnosti organov javne uprave. Udeleženci iz različnih organov moramo, kar žal prevečkrat še ni običaj, tvorno sodelovati in usklajevati dejavnosti. Pri tem je koristno tudi, da nadzor izvajata tako SVRK kot UFM, zaradi česar se sama po sebi povečuje potreba po sodelovanju, zavedanje o odgovornosti in motiviranost. S projektno organiziranostjo, jasnimi in preglednimi cilji ter roki za izvedbo podprojektov si projektna skupina prizadeva za doseganje skupnega cilja: vzpostaviti državni geodetski referenčni, predvsem višinski sistem, primerljiv z evropskimi standardi, podlago novega topografskega sistema, ki bo redefinicija tega, kar je bila praksa v prejšnjem stoletju, hkrati bomo posodobili del podatkovnih podlag na področju hidrografije ter izvedli del nalog, ki jih od nas zahteva direktiva INSPIRE.

2.1 Podprojekt Topografska baza (TOPO)

Vodja podprojekta TOPO je Marjana Duhovnik. Cilji podprojekta so:

- sprememba obstoječega topografskega podatkovnega modela skladno s podatkovnimi pravili INSPIRE (opravljeno v 2014),
- vzpostavitev fizičnega modela podatkov topografske baze in razvoj programske opreme za upravljanje podatkov (opravljeno v 2014),
- migracija obstoječih topografskih podatkov v nov podatkovni model,
- zajem topografskih podatkov skladno z novimi navodili,
- razvoj metod in postopkov za vzdrževanje topografskih podatkov ter
- izdelava omrežne storitve za prikaz topografskih podatkov.

V letu 2015 so bila opravljena dela, opisana v nadaljevanju.

Migracija obstoječih topografskih podatkov v nov podatkovni model

Migracija je prenos obstoječih podatkov v novo podatkovno strukturo, skupaj z izvedbo kontrol in vključitvijo nekaterih novih vsebin. Za migracijo topografskih podatkov v nov državni topografski podatkovni model je bil zadolžen Geodetski inštitut Slovenije v sodelovanju z družbo Monolit. Izvedena je bila v

obsegu, opredeljenem v predhodni nalogi *Sprememba obstoječega topografskega podatkovnega modela glede na podatkovna pravila INSPIRE*.

V migracijo so bili zajeti naslednji podatkovni sloji:

- topografski podatki: DTK 5 (stavba, visok objekt, cesta, železniška proga, os žičnice, vegetacija, zemljišče v posebni rabi),
- podatki zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (ZK GJI): osi elektrovodov,
- digitalni model reliefa: DMR 5 in
- podatki o zemljepisnih imenih: register zemljepisnih imen (REZI).

Migracija topografskih podatkov hidrografije se izvaja v okviru podprojekta Hidrografija, pri katerem se prenašajo testni podatki, ki so bili zajeti iz podatkov aerofotografiranja leta 2013. V nadaljevanju bodo namreč v bazo vključeni podatki za celotno Slovenijo, ki se zajemajo v letu 2015 v okviru drugega projekta.

Migracija je bila izvedena v več fazah. Najprej so bila za vsak podatkovni sloj določena pravila. Predmet je bila obstoječa vsebina podatkovnih slojev, hkrati se je izvajala določitev dodatnih atributov glede na nov podatkovni model, tistih, ki so bili enostavno izračunljivi ali pa so veljali enotno za vse objekte v posameznem sloju. Prevetren je bil predlog migracije iz predhodne naloge, določene so bile dodatne vsebine oziroma opuščene nekatere vsebine podatkovnega modela, za katere se je izkazalo, da nimamo podatkov.

V drugi fazi migracije je bila izvedena analiza obstoječih podatkov, ki je obsegala preverjanje atributne in geometrijske skladnosti obstoječe vsebine s starimi pravili za zajem. Glede na število napak in kompleksnost njihove odprave (fotogrametričen zajem in posamična obravnava vsakega primera) so bile nekatere skupine napak odpravljene, druge pa v dokumentirani obliki predane v poznejše odpravljanje.

V tretji fazi so bile pripravljene migracijske datoteke za vsak podatkovni sloj v tehnični obliki in formatu, ki sta bila najbolj optimalna za zapis v novo podatkovno bazo z novim podatkovnim modelom. Razviti so bili tudi mehanizmi (križne tabele in tabele odvisnih atributov), ki omogočajo avtomatizirano obravnavo odvisnih atributov in ponujajo dodatne možnosti za preslikavo vrednosti atributov pri vzdrževanju podatkov.

V zaključni fazi migracije je bila izvedena celovita kontrola (vrednosti atributov, število objektov, položaj objektov ...) med vhodnimi podatki (migracijske datoteke) in izhodnimi podatki (datoteke podatkovnih slojev v skladu z novim podatkovnim modelom).

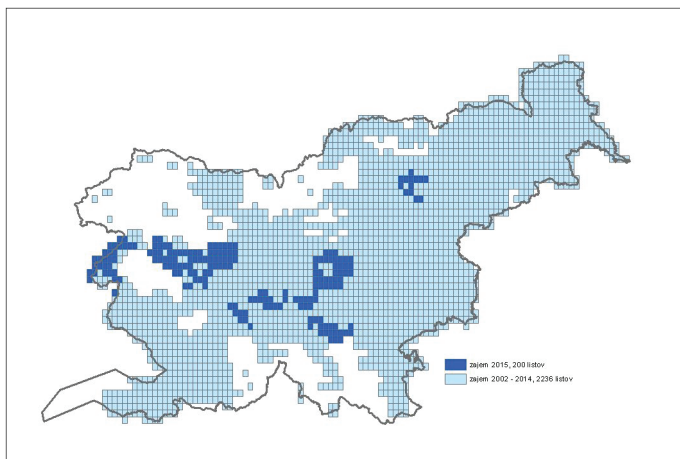
Zajem topografskih podatkov skladno z novimi navodili

Pripravljena so nova navodila za zajem vseh vrst topografskih podatkov, ki so bili v predhodnih nalogah podprojekta TOPO določeni za migracijo v nov državni topografski podatkovni model in se bodo zajemali/obnavljali v okviru zajema topografskih podatkov. To so podatki, ki se uvrščajo v teme INSPIRE: pokrovnost, raba, zgradbe, komunalne in javne storitve, transportna omrežja in hidrografija. Navodila za zajem vsebujejo objektni katalog z opisi objektnih tipov, njihovimi atributi in šifranti ter pravila za zajem in določanje atributov posameznih objektnih tipov.

Zajem topografskih podatkov se izvaja v letih 2015 in 2016. Zajeti bodo topografski podatki za objektna področja Zgradbe, Transport in Raba za 200 listov nove razdelitve karte v merilu 1 : 5000 (slika 1). Na-

logo izvajajo podjetja Geodetski zavod Celje, Geodetska družba, Igea in DFG Consulting. Vsebinsko in atributno kontrolo zajetih podatkov izvaja Geodetski inštitut Slovenije, terensko kontrolo pa Geodetska uprava RS.

Osnovni viri za identifikacijo in zajem geometrije prostorskih objektov ter določitev njihovih lastnosti (vsebinski atributi) so stereopari cikličnega aerofotografiranja Slovenije in podatki laserskega skeniranja Slovenije. Za dodatno identifikacijo objektov, določitev dodatnih lastnosti in posebnih vsebinskih atributov se uporabljajo dopolnilni viri za zajem (državne topografske karte, ortofoto, kataster stavb, zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture, banka cestnih podatkov).



Slika 1: Območje zajetih topografskih podatkov in območje testnega zajema.

2.2 Podprojekt Geodetski referenčni sistem (GRS)

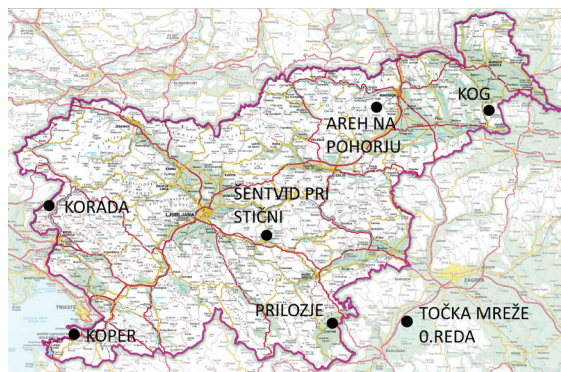
Vodja podprojekta GRS je mag. Klemen Medved. Cilji podprojekta so:

- vzpostavitev nacionalne kombinirane geodetske mreže,
- vzpostavitev vertikalne sestavine ESRS in
- vzpostavitev modela kvazigeoida za območje Slovenije.

Vzpostavitev nacionalne kombinirane geodetske mreže

Vzpostavitev nacionalne kombinirane geodetske mreže oziroma tako imenovane mreže 0. reda, ki bo dolgoročno zagotovila kakovostno georeferenciranje v Republiki Sloveniji, se počasi končuje. Zgrajenih je vseh pet novih točk. Poleg točk Prilozje in Kog, ki sta bili postavljeni že v letu 2014, so bile v letu 2015 postavljene še tri nove točke: Areh na Pohorju, Šentvid pri Stični in Korada. V mrežo bo vključena tudi točka Koper, ki je hkrati že mareografska postaja in ena od 16 GNSS-postaj slovenskega omrežja SIGNAL (slika 2).

Na točkah Prilozje in Kog je nameščena vsa geodetska in druga oprema. Točka Prilozje je opremljena z dvema GNSS-postajama, inklinometrom in meteorološko postajo, točka Kog pa z eno GNSS-postajo in inklinometrom. Vsi podatki se neprekinjeno pošiljajo v nadzorni center (služba za GNSS na Geodetskem inštitutu), kjer se ustrezno obdelujejo in shranjujejo.



Slika 2: Razporeditev točk 0. reda na območju države.

V septembru 2015 je bila odprta geodetska točka 0. reda Prilozje, ki je bila kot prva od točk mreže slovesno predana v uporabo.

Tudi na točkah Aréh na Pohorju, Šentvid pri Stični in Korada je geodetska oprema nameščena, točke bodo kmalu prešle v operativno uporabo, saj se končuje vzpostavljanje telekomunikacijskih povezav. Oprema za točko Koper je že nabavljena in bo v kratkem nadomestila sedanjo opremo omrežja SIGNAL. Za nadzor nad delovanjem omrežja in ustrezno obdelavo podatkov sta bila nabavljena programska oprema proizvajalca Alberding in program Bernese.

Točke geodetske mreže 0. reda so temeljni del državnega prostorskega koordinatnega sistema. Povezujejo njegovo horizontalno in vertikalno sestavino. Za polno vključitev mreže v sistem je treba na vsaki točki izvesti geodetske meritve, ki vključujejo klasična, GNSS-, gravimetrična in nivelmanska opazovanja. Prva serija meritev je izvedena na vseh točkah mreže.

Za spremljanje lokalne stabilnosti točk je treba periodično izvajati geodetske meritve v sami mikromreži vsake točke. Fizična stabilizacija točk 0. mreže je zahtevna, saj so to najbolj stabilne točke na našem ozemlju. Njihovi premiki namreč lahko pomenijo, da se tudi koordinate vseh točk na območju Slovenije zaradi geodinamike spreminjajo glede na okolico.

Popolni operativni vzpostavitvi celotnega omrežja bo sledila »kampanja EUREF«, s katero se bo obstoječa slovenska realizacija koordinatnega sistema ETRS89 (evropski terestrični referenčni sistem) povezala z geodetsko mrežo 0. reda. Tako bo z novo mrežo mogoče dolgoročno zagotavljati kakovosten slovenski geodetski referenčni sistem.

Vzpostavitev vertikalne sestavine ESRS

Nadaljevala se je nivelmanska izmera preostalih poligonov, vključenih v novo slovensko nivelmansko mrežo 1. reda. Izmerjenih je bilo več kot 200 kilometrov nivelmanskih linij. S koncem leta 2015 bo nivelmanska izmera končana in podatki pripravljeni za končno izravnavo mreže v sistemu geopotencialnih kot. Skupno bo v mrežo vključenih približno 2000 reperjev v skupni dolžini več kot 1800 kilometrov nivelmanskih linij.

Na podlagi analize obstoječih gravimetričnih podatkov detajlnih točk, ki večinoma izhajajo še iz nekdanje države, je bila ugotovljena potreba po dodatni detajlni (regionalni) gravimetrični izmeri (slika 3). Območje izmere vključuje predvsem severozahodni, osrednji in jugovzhodni del Slovenije, in sicer v obliki grida z velikostjo celice 4 km × 4 km, vse skupaj okoli 600 točk.



Slika 3: Regionalna gravimetrična izmera.

Vzpostavitev modela kvazigeoida za območje Slovenije

Vse nove gravimetrične točke so izmerjene z relativnim gravimetrom z navezavo na osnovno gravimetrično mrežo, koordinate so določene z GNSS-sprejemniki. Izmera je končana. Po obdelavi in izračunu meritev se bodo vsi podatki uporabljali za izračun novega slovenskega nacionalnega kvazigeoida. Izmerjenih je tudi približno 60 tako imenovanih »GNSS-niveliranih« točk, ki so enakomerno razporejene po ozemlju Slovenije in se bodo uporabljale za vpetje novega kvazigeoida.

2.3 Podprojekt INSPIRE

Vodja podprojekta INSPIRE je Tomaž Petek. Cilji podprojekta so:

- izdelava in izvedba programa izgradnje zmogljivosti ter promocija direktive INSPIRE,
- priprava navodil za medopravilnost in usklajenost zbirk prostorskih podatkov ter posodobitev metapodatkovnega sistema,
- preoblikovanje zbirk prostorskih podatkov distribucijskega okolja GURS skladno s pravili INSPIRE,
- izdelava omrežnih storitev iskanja, vpogleda, prenosa, preoblikovanja podatkov ter
- vključitev omrežnih storitev in metapodatkov v slovenski in evropski geoportal INSPIRE.

V letu 2015 so bile vzpostavljene omrežne storitve, izvedli sta se dve manjši aktivnosti v okviru nalog podpore upravljanju podprojekta in oblikovanja strateških dokumentov ter organizacije in informiranja.

Izdelava omrežnih storitev iskanja, vpogleda, prenosa, preoblikovanja podatkov in vključitev omrežnih storitev v slovenski in evropski geoportal INSPIRE

V podprojektu so bile skladno z zahtevami direktive INSPIRE izdelane nove omrežne storitve iskanja za vse metapodatke, že obstoječe omrežne storitve iskanja pa so bile usklajene z zahtevami direktive INSPIRE.

Sedaj je na slovenskem geoportalu INSPIRE javnosti na voljo spletni vpogled za podatke hidrografije, ortofotoposnetkov, registra prostorskih enot in nekaterih drugih zbirk prostorskih podatkov. V sklepnih fazah je razvoj storitev vpogleda, preoblikovanja in priklica drugih storitev za topografske in hidrografske podatke. Na podlagi pridobljenih izkušenj pri izdelavi omrežnih storitev so bila pripravljena navodila in usmeritve za uskladitev omrežnih storitev za prostorske podatke, ki niso podrejene direktivi INSPIRE. Z njihovo uporabo bomo še dodatno podprli zagotavljanje medopravnosti na področju prostorskih podatkov v Sloveniji.

Vse izdelane omrežne storitve so vključene v slovenski geoportal INSPIRE, na voljo pa bodo tudi na evropskem geoportalu INSPIRE (<http://www.geoportal.gov.si/> in <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>).

Podpora upravljanju podprojekta in oblikovanje strateških dokumentov

V okviru te naloge je bila zagotovljena operativna podpora za delo na podprojektu. Obsegala je pomoč pri koordinaciji in upravljanju podprojekta ter administrativno in tehnično podporo pri delovanju posameznih skupin (projektne skupina INSPIRE – pripravlja in izvaja aktivnosti, povezane s podprojektom, ter nacionalna kontaktna točka – povezovalna točka med Evropsko unijo in Slovenijo pri izvajanju direktive INSPIRE). Pripravljena so bila izhodišča za povezovanje rezultatov podprojekta z drugimi prioritarnimi dejavnostmi na področju prostorskih podatkov, ki so usmerjene v poenostavljeno izmenjavo podatkov znotraj javne uprave in za zunanje uporabnike (eProstor). Dopolnjena so bila priporočila za uskladitev podatkovne politike s trendi na tem področju, ki stremijo k zagotavljanju odprtih podatkov (»open data«), in uporabo odprtih licenc za lažjo ponovno uporabo (prostorskih) podatkov v skladu z določili Zakona o infrastrukturi za prostorske podatke (ZIPI) in direktive INSPIRE. Za lažji dostop do informacij glede izvajanja direktive INSPIRE v Sloveniji so bile dopolnjene strokovne podlage za zagotavljanje dostopa za institucije in organe EU in za zagotavljanje medopravnosti. Pri izvajanju aktivnosti, povezanih s slovensko infrastrukturo za prostorske podatke, pa je pomembno tudi mednarodno sodelovanje za izmenjavo primerov dobrih praks in konkretnih rešitev pri izvajanju direktive INSPIRE.

Oblikovani so strateški dokumenti izhodišč za vključevanje slovenske infrastrukture za prostorske informacije v regionalne in globalne pobude s tega področja, kot so: iniciativa Združenih narodov za globalno upravljanje prostorskih podatkov (UN-GGIM), iniciativa Evropske komisije za prostorski okvir Evropske Unije (EULF), projekt evropskega lokacijskega okvirja (ELF) in iniciativa za sodelovanje pri vzpostavljanju prostorskih podatkov in infrastrukture prostorskih podatkov v državah Donavske regije (DRDSI).

Organizacija, informiranje in usposabljanje v podprojektu INSPIRE

V okviru te naloge je bil v letu 2015 izveden slovenski »dan INSPIRE« ter pripravljena vrsta promocijskega in informativnega gradiva (slika 4). Osrednja tema dogodka so bile omrežne storitve, o katerih so predavatelji predstavili primere dobre prakse iz različnih evropskih držav, kot tudi stanje na tem področju v Sloveniji. Udeleženci so se razšli s pozitivnimi mnenji in upanjem po ponovitvi takšnega dogodka v prihodnosti.



Slika 4: Promocijsko in informativno gradivo.

2.4 Podprojekt Hidrografija (HIDRO)

Vodja podprojekta HIDRO je Boštjan Savšek (MOP). Cilji podprojekta so:

- prepis podatkov testnega zajema hidrografije (320 listov) v zbirko topografskih podatkov na GURS,
- posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za izboljšanje operativnih hidroloških sistemov in
- posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture na področju vodne infrastrukture za izboljšanje upravljanja voda.

Namen podprojekta je nadgraditi in izboljšati učinkovitost delovanja služb za upravljanje voda in hidroloških napovedi, tako da se prične vzpostavljati enotna centralna podatkovna struktura za upravljanje voda ter se novi izdelki in ugotovitve vključijo v proces izdelave hidrološke napovedi za učinkovitejše varstvo pred poplavami. Vse nove zbirke podatkov bodo izpolnjevale zahteve INSPIRE v zvezi z zagotavljanjem dostopa in uporabo zbirk prostorskih podatkov.

Podprojekt HIDRO je v sklepni fazi. Prepis testnega zajema podatkov hidrografije, ki je zajeta in opremljena z atributi v skladu z zahtevami direktive INSPIRE, je tako rekoč končan. Podatki laserskega skeniranja površja so vključeni v modele hidrološke prognoze, s čimer se je izboljšala njihova natančnost. Pridobljeni bodo še prvi izdelki obdelav satelitskih posnetkov, ki bodo dostopni prek spletnih servisov in na voljo analitikom v hidrološki prognozi. Popisovalci vodne infrastrukture še posodablajo evidence in na testnih območjih na terenu zajemajo nove objekte. Pripravlja se tudi dokument Politika za vzdrževanje hidrografske podatkovne baze.

Produkti podprojekta niso usmerjeni zgolj k ciljem projekta, ampak se kot deli sestavljanke vključujejo v mnogo širši mozaik procesov upravljanja voda, zmanjševanja poplavne ogroženosti in prenavljanja evidenc prostorskih podatkov. Po lanskih precej obsežnih poplavah v Sloveniji smo z rojdi in programsko opremo, pridobljeno v okviru podprojekta HIDRO, in z obstoječo infrastrukturo za prostorske podatke podprli

medijsko izjemno odmeven akcijski načrt interventnih aktivnosti zaradi poplav, ko je bilo mogoče tako rekoč v realnem času spremljati izvajanje interventnih del na terenu.

S strojno opremo, kupljeno v projektu, lastnim znanjem in obstoječo prostorsko infrastrukturo je bila vzpostavljena brezplačna distribucija podatkov LIDAR.

Prepis podatkov testnega zajema hidrografije v zbirko topografskih podatkov na GURS

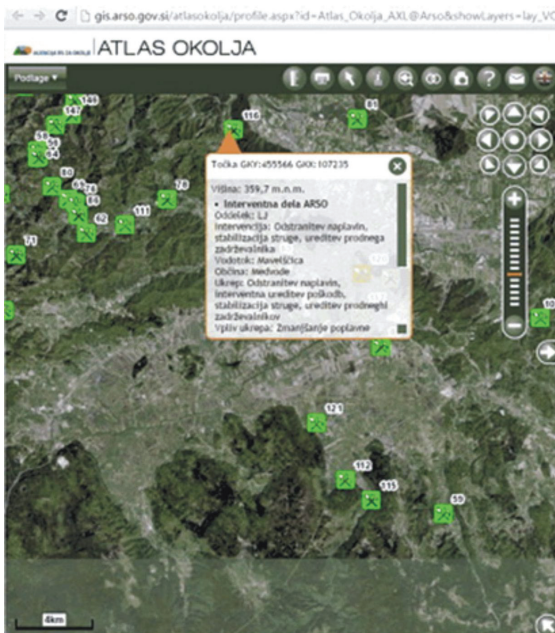
Določena bodo pravila in postopki za migracijo vzorčne hidrografske podatkovne zbirke, skladne s podatkovnimi specifikacijami INSPIRE, v nov državni topografski podatkovni model. Izvaja se testna migracija vzorčne hidrografske podatkovne zbirke (320 listov, tj. približno 10 % površine Slovenije).

Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za izboljšanje operativnih hidroloških sistemov

Zasnova sistema vzdrževanja podatkov hidrografije – določeni bodo še tehnični in upravni postopki za osveževanje in vzdrževanje podatkov za vsako od organizacij, ki je pristojna za vodenje podatkov o hidrografiji.

Vključitev analize satelitskih posnetkov v hidrološko prognozo – v aplikacijo VodePRO bodo vključeni produkti, pridobljeni s sateliti Sentinel. Tako bomo dobili reden vir podatkov o vodnih površinah, ki ga bomo lahko v hidrološki prognozi uporabljali za različne analize (kontrola podatkov, modeliranje razlivanja vode itd.).

Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture na področju vodne infrastrukture za izboljšanje upravljanja voda



Slika 5: Spletna aplikacija za vnos in upravljanje objektov vodne infrastrukture.

Izvedeno je bilo testiranje in odpravljanje napak na spletni aplikaciji za vnos in upravljanje objektov vodne infrastrukture (slika 5). Pripravljena so navodila za testni popis infrastrukture, določena prioriteta območja testnega popisa in opredeljeno fazno izvajanje nalog. Izvaja se terenski popis vodne infrastrukture in pregled finančnega dela (osnovna sredstva). Po koncu se izvede verifikacija zajetih podatkov in se končajo dela na testnem območju.

3 SKLEP

Za širjenje informacij o projektu, razumevanje in prepoznavnost zelo strokovno naravnane projekta ter njegovega prispevka na lokalni in nacionalni ravni moramo obveščati splošno in tudi strokovno javnost. Projekt se dotika področij geodezije, topografije ter hidrologije in direktive INSPIRE, ki ureja izhodišča za vzpostavitev evropske infrastrukture za podatke o prostoru in okolju v državah članicah.

V letu 2015 smo na področju vidnosti projekta naredili velik korak naprej ter poskrbeli za boljše seznanjenost strokovne in splošne javnosti z njegovimi rezultati. Tako smo predvsem povečali zavedanje o pomenu projekta, spodbudili sodelovanje med različnimi sektorji, ozaveščali o koristih, ki jih rezultati projekta prinašajo posamezniku oziroma skupnosti.

V tem letu je bila objavljena vrsta strokovnih člankov o tematikah, obravnavanih v projektu:

- *Aktivnosti pri vzpostavitvi sodobnega geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji*. Geodetska (r)evolucija, Zbornik posveta 43. Geodetskega dne;
- *Lahko slabi prostorski podatki »spremenijo tok vode«?*. Urbani izziv, posebna izdaja, št. 5;
- *Nacionalno poročilo o realizaciji geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji za obdobje 2014–2015*. 25. simpozij EUREF;
- *Odprtje prve državne geodetske točke 0. reda – Prilozje*. Geodetski vestnik, letnik 59, št. 3;
- *Geodetska infrastruktura: besmiselni trošak ili element državnosti?*. Zbornik 8. simpozija HKOIG.

Informiranje o projektu je potekalo tudi z rednimi objavami novic, najavami dogodkov in posredovanjem drugih povezanih informacij na spletni strani projekta <http://www.gurs-egp.si/>, z objavami sporočil na spletni strani Geodetske uprave RS in ministrstva za okolje in prostor, z objavami strokovnih člankov v strokovnih glasilih, s predavanji na strokovnih in drugih dogodkih doma in v tujini ter s poročanjem medijev o posameznih dogodkih v tiskanih ali elektronskih glasilih, prek radia in televizije. Za zagotovitev popolnejše informacije o projektu pa smo se potrudili tudi s celovito objavo o projektu kot pomembni dejavnosti geodetske uprave in geodetske stroke v tej zadnji letošnji številki Geodetskega vestnika, ki bo doseгла širše geodetsko bralstvo.

mag. Jurij Režek
Geodetska uprava RS
Zemljemerska ulica 12
SI-1000 Ljubljana
e-naslov: jurij.rezek@gov.si

NAŠ ZADNJI POZDRAV SLOMŠKOVI ULICI 19, MURSKA SOBOTA

OUR LAST FAREWELL TO SLOMŠEK STREET 19, MURSKA SOBOTA

Joc Triglav

1 POZITIVEN POGLED NAZAJ

V petek, 18. septembra 2015, ko smo se sodelavci območne geodetske uprave Murska Sobota ob koncu letošnje selitve poslovili od poslovnih prostorov na Slomškovi ulici 19 v Murski Soboti, je bil topel in sončen dan. V prvem nadstropju stare sodne stavbe, zgrajene leta 1903, je geodetska uprava poslovala od konca leta 1963, torej več kot pol stoletja. Po drugi svetovni vojni se je takratni katastrski urad po sili razmer večkrat selil iz vedno premajhnih in neprimernih prostorov v vse večje prostore. Predvsem masovne nove izmere v Prekmurju v desetletjih po drugi svetovni vojni so s svojimi obsežnimi geodetskimi in katastrskimi elaborati, kartografskim gradivom ter katastrskim operatom zahtevale primerne, suhe in dovolj velike poslovne prostore za nemoteno delo uslužbencev in poslovanje geodetske uprave. Poslovni prostori na Slomškovi ulici 19 v Murski Soboti so te pogoje ob zadnji selitvi pred dobrega pol stoletja v celoti izpolnili in jih kakovostno izpolnjevali tudi v nadaljevanju (slika 1).



Slika 1: Kolektiv OGU Murska Sobota pred stavbo starega sodišča na Slomškovi ulici 19 v Murski Soboti, kjer so bili v prvem nadstropju stavbe vse od jeseni 1963 pa do 18. septembra 2015 poslovni prostori geodetske uprave. (Foto: Borut Bencak, 18. 9. 2015)

Naši hodniki (slika 2) in pisarne so bili vsa ta desetletja dovolj veliki, da so lahko sprejemali dolge »procesije« strank, tudi med občasnimi intenzivnejšimi in množičnimi postopki geodetske uprave. V prejšnjem stoletju so bile to predvsem obsežne nove izmere in komasacije, v tem stoletju pa najprej nekaj let postopki v zvezi s kmetijskimi subvencijami in v zadnjem desetletju predvsem postopki v zvezi s popisom nepremičnin in poznejšim obveščanjem o njihovem množičnem vrednotenju. Bila so obdobja, ko smo delovne in psihične napore med dolgotrajnim navalom strank in pod budnim očesom »prijaznih« medijev komaj zmogli, a nam je s skupnimi močmi vedno uspelo.



Slika 2: Hodniki geodetske uprave v stavbi starega sodišča so prostorni, a smo jih ob slovesu skupaj z gosti lepo zapolnili. (Foto: Borut Bencak, 18. 9. 2015)

V teh prostorih se je na geodetski upravi izmenjalo veliko uslužbencev, ki jih je odlikoval inovativen pristop k izvajanju strokovnih nalog ter velika skrbnost in vestnost pri delu. Mladi smo se učili od starejših, da bi pozneje lahko prenašali znanje in dobre izkušnje naprej na mlajše sodelavce. V teh prostorih se je geodetska uprava desetletja razvijala iz povsem analogne v vse bolj digitalno službo. Danes obdeluje, vodi in vzdržuje geodetske podatke in evidence v celoti digitalno.

2 DAN SLOVESA

Uslužbenci geodetske uprave smo v velikih, svetlih in zračnih prostorih kljub napornemu delu skupaj preživeli veliko lepih trenutkov. Zato smo se ob koncu selitve skupaj odločili, da se od prostorov in stavbe tudi dostojno poslovimo. Naše sodelavke so se za to priložnost resnično izkazale in spekle raznovrstno božansko pecivo, dobro pa smo poskrbeli tudi za vso drugo jedačo in pijačo (sliki 3 in 4). Na poslovilno srečanje smo povabili sodelavce z zemljiške knjige, s katerimi smo vsa desetletja sobivali v isti stavbi, se družili in odlično sodelovali ter tako dosegli zavirljive rezultate v medsebojni usklajenosti evidenc. Povabili smo tudi sodelavce sodnika za prekrške, s katerimi smo si izmenjali poslovne prostore. Geodetska

uprava se je namreč preselila v prostore sodnika za prekrške, ti pa so se skupaj z drugimi sodelavci sodišča preselili v prostore, ki smo jih doslej uporabljali mi. Na povabilo so se odzvali tudi nekateri sodelavci sodišča, s katerimi smo intenzivneje sodelovali med poletno selitvijo, varnostniki in še nekateri od tistih, s katerimi smo se vsak dan srečevali na hodnikih sodišča.



Slika 3: Mmmmmm ... naše sodelavke so se izkazale in za slovo od starih prostorov spekle vrhunsko pecivo ... (Foto: Borut Bencak, 18. 9. 2015)



Slika 4: ... primerno pa smo poskrbeli tudi za druge brbončice. (Foto: Borut Bencak, 18. 9. 2015)

Ob dobri hrani nam je hitro stekel jezik in v prijetnem ozračju je čas hitro minil. Obujali smo spomine, in to dobre spomine, na čase in dogodke, ki smo jih skupaj doživeli. Po veselem druženju, ki se je

raztegnilo v petkove popoldanske ure, smo v kolektivu geodetske uprave stari sodni stavbi pomahali v slovo in zaželeli našim naslednikom, da bi se v teh prostorih počutili vsaj tako dobro, kot smo se tu vsa ta leta in desetletja počutili mi (slika 5).



Slika 5: Trenutek, ko smo uslužbenci OGU Murska Sobota stavbi starega sodišča na Slomškovi ulici 19 in našim prostorom v prvem nadstropju pomahali v slovo. (Foto: Borut Bencak, 18. 9. 2015)

3 POHVALE IN ZAHVALE

Naša selitev je bila zelo zahteven projekt, ki je trajal od aprila do sredine septembra, saj je bilo treba izmenično preseliti dva organa in tri različne arhive, kar je bil poseben izziv že zaradi logistike, še zlasti pa izjemne obsežnosti najrazličnejšega gradiva. V tem obdobju smo se vsi sodelavci geodetske uprave znali organizirati, stopiti skupaj in po svojih najboljših močeh opraviti svoje delo. Pri tem smo vsak dan konstruktivno sodelovali s pristojnimi uslužbenci in funkcionarji na okrožnem in okrajnem sodišču v Murski Soboti, tako da so vsi udeleženi organi in njihovi zaposleni kljub medsebojni selitvi lahko delovali čim bolj nemoteno.

Med selitvijo so nam bili v veliko pomoč in podporo sodelavci iz glavnega urada Geodetske uprave RS, med katerimi se posebej zahvaljujemo:

- Saši Frece za izjemno vsestransko sprotno neprecenljivo operativno pomoč in stalno zanesljivo podporo,
- Janezu Slaku za vso skrbnost in učinkovitost na finančno-izvedbeni ravni,
- Urošu Mladenoviču za skrb pri načrtovanju računalniškega omrežja.

V kriznih trenutkih selitve so nam z zagotovitvijo primerne prostora za naš zelo obsežen analogni kartografski arhiv priskočili na pomoč v geodetski pisarni Radovljica, za kar se posebej zahvaljujemo Bogdani Šuvak in Franciju Tomšetu.

Za brezhibno izvedeno selitev gradiv in opreme se zahvaljujemo selitvenemu servisu Milan Erbežnik, s. p., ki nam je svojimi bistrimi, krepkimi in skrbnimi fanti bistveno olajšal fizična bremena. Hvaležni

smo tudi številnim podjetjem in podjetnikom, ki so s svojimi storitvami in izdelki poskrbeli, da smo se lahko pravočasno preselili v primerno urejene nove prostore. Mizarji, montažerji, inštalaterji, elektricarji, telekomovci, pleskarji, reprografiki, upravnik, vodovodar, ključavničar, kovinarji in ostali – z vsemi po vrsti smo dobro sodelovali, da so bila dela izvedena v dogovorjenem obsegu in kakovosti ter v okviru časovnega načrta. Za to, da smo stare prostore in opremo naslednikom predali v brezhibno čistem stanju, je vzorno poskrbela naša odlična čistilka Renata. Hvala tudi kolegu Borutu, da je trenutke našega slovesa z velikim občutkom tako lepo ujel v svoj fotografski objektiv in nam jih shranil v nepozaben spomin.

Tudi po selitvi še potekajo številne naloge in aktivnosti na poslovnem administrativno-finančnem področju, ki jih skupaj z nami skrbno izvajajo sodelavke na glavnem uradu Geodetske uprave RS, za kar se jim v kolektivu OGU Murska Sobota iskreno zahvaljujemo.

4 OPTIMISTIČEN POGLED NAPREJ

Po slovesu od starih prostorov smo šli svojim novim poslovnim prostorom naproti z zavedanjem, da je treba še marsikaj postoriti, preden se jim bomo prilagodili in jih postopoma »posvojili« kot svoj novi službeni dom. Postopoma bodo odpravljene vse pomanjkljivosti, nedokončane malenkosti bodo kmalu »stopile na svoje mesto«. V kolektivu OGU Murska Sobota smo v danih prostorskih razmerah desetletja živeli in delali po načelu »bigger is better« (slov. večje je boljše), po selitvi pa bomo poiskali in poskušali koristno uporabiti prednosti načela »small is beautiful« (slov. majhno je lepo). Predvsem pa upamo in si želimo, da bodo novi prostori uslužbencem geodetske uprave zagotavljali urejen in stabilen službeni dom vsaj nekaj desetletij. Pri tem pa se dobro zavedamo, da nobeni poslovni prostori sami po sebi ne morejo narediti in ne naredijo dobrega kolektiva, temveč si lahko dober kolektiv naredimo le mi sami z dobrim medsebojnim razumevanjem in sodelovanjem. Ta misel, ki se je vsak dan potrdila v obdobju naše selitve, naj bo popotnica in stalna vodnica vsemu našemu prihodnjemu delu!

dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.
Območna geodetska uprava Murska Sobota
Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota
e-naslov: joc.triglav@gov.si

NOVICE S PODROČJA DELA GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE

Tomaž Petek

Spoštovane bralke in bralci Geodetskega vestnika. V naslednjih vrsticah je povzetih nekaj dejavnosti, ki so potekale na področju delovanja državne geodetske službe od izida pretekle številke pa do dne, ko smo oddajali prispevke za številko, ki jo držite v rokah.

SLOVENSKI DAN INSPIRE

V ponedeljek, 21. septembra 2015, je v okviru projekta *Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav* in organizaciji Geodetske uprave RS potekala prva slovenska konferenca INSPIRE z mednarodno udeležbo predavateljev. Osrednja tema so bile omrežne storitve, predavatelji pa so predstavili primere dobre prakse iz različnih evropskih držav in že uresničene slovenske projekte, pri čemer se je pokazala zavidljiva raven izvajanja direktive INSPIRE. Udeležence je pozdravila državna sekretarka na ministrstvu za okolje in prostor mag. Tanja Bogataj. V uvodnem nagovoru je poudarila pomen enostavno dostopnih in kakovostnih prostorskih podatkov za zagotavljanje trajnostnega razvoja ter učinkovitega upravljanja prostora in okolja.

Na konferenci se je zbralo več kot 70 udeležencev iz javnega in zasebnega sektorja, ki so poleg koristnih predavanj izkoristili čas za medsebojno spoznavanje in prenos izkušenj pri izvajanju direktive INSPIRE. Vsa predavanja v obliki PPT-predstavitev so zbrana na *spletni strani* projekta, kjer je na ogled tudi nekaj zanimivih fotografij. Udeleženci so se razšli s sporočilom, da si takšnih srečanj želijo tudi v prihodnje, in upanjem, da bo Slovenski dan INSPIRE postal tradicionalen.

GURS JE SEPTEMBRA OBJAVIL POROČILO O TRGU NEPREMIČNIN V SLOVENIJI ZA PRVO POLLETJE 2015

V prvem polletju letošnjega leta smo na slovenskem nepremičninskem trgu evidentirali približno 13.300 sklenjenih kupoprodajnih poslov z nepremičninami. Njihova vrednost je znašala okrog 720 milijonov evrov. V primerjavi z drugim polletjem 2014 je bilo število sklenjenih poslov manjše za tri odstotke, njihova vrednost pa se je nominalno znižala za dobrih enajst odstotkov. Ne glede na to je še vedno prisoten trend naraščanja števila sklenjenih poslov, ki se je vzpostavil po višku krize v prvem polletju 2009, ko je nepremičninski trg dosegel dno, in je posledica postopnega oživljanja trga. Hkrati se je nadaljeval

trend padanja realne vrednosti sklenjenih poslov, ki je predvsem posledica padanja cen nepremičnin. Umiritev prometa v prvi polovici letošnjega leta je logična posledica največje oživitve trga stanovanjskih in poslovnih nepremičnin po letu 2010, ki smo ji bili priča lani. Po končnih podatkih za leto 2014 se je v primerjavi z drugim polletjem 2013 v drugem polletju 2014 število prodaj stanovanjskih nepremičnin povečalo za 29 odstotkov, poslovnih nepremičnin pa za 38 odstotkov.

GENERALNA SKUPŠČINA EUROGEOGRAPHICSA

Od 5. do 7. oktobra 2015 je bila v Beogradu organizirana redna letna skupščina združenja evropskih, geodetskih, kartografskih in katastrskih uprav, ki deluje pod imenom Eurogeographics. Generalne skupščine se je udeležilo 140 gostov iz 46 držav. V uvodnem delu konference je predstavnik belgijske vlade Frank Leyman predstavil nekaj primerov povezovanja aktivnosti eUprave z uporabo prostorskih podatkov. V predavanju je poudaril pomen kakovostnih in predvsem enostavno dostopnih prostorskih podatkov v procesih, ki jih državna uprava izvaja za državljane in na drugih področjih življenja. Povezavo med projektom ELF in njegov prispevek k programom eUprave na evropski ravni je predstavil predstavnik Nemčije Hansjoerg Kutterer, ki je svojo predstavitev povezal s primeri dobre prakse iz nemških zveznih dežel.

Sledile so predstavitve o uporabi odprtih podatkov na primeru Danske in povezavi prostorskih podatkov s statističnimi podatki in vzpostavljanjem infrastrukture za prostorske podatke, kot sta to storili Srbija in Estonija. V popoldanskem delu zasedanja je bila organizirana vrsta okroglih miz, na katerih so sodelovali prisotni generalni direktorji in obravnavali naslednje aktualne teme:

- razvoj skupne vizije za nadaljevanje projekta ELF;
- kakšni izzivi so pred državnimi geodetskimi službami in kako se bomo odzvali na njihovo spremenjeno vlogo v prihodnje;
- kako se bodo državne geodetske službe odzvale na nove možnosti za pridobivanje prostorskih podatkov.

Naslednji dan konference je bila najprej organizirana sekcija, namenjena regionalnemu sodelovanju, v okviru katere so bili predstavljeni primeri sodelovanja med geodetskimi in katastrskimi upravami z zahodnega Balkana in iz nordijskih držav. Slednje so pripravile strategijo skupnega sodelovanja, ki vsebuje šest skupnih strateških ciljev, in sicer: zadovoljevati potrebe skupnosti, vloga geodetskih služb v prihodnje, zagotavljati storitve in podatke za prihodnost, postati učinkovita organizacija, skrbeti za jasne kompetence in sodelovanje na mednarodnem področju. Poleg strategije so za vsakega od navedenih ciljev vzpostavili delovne skupine in program dela zanje.

Sodelovanje na območju držav zahodnega Balkana je predstavil Lorenc Cala, direktor albanskega državnega organa za geoprostorske informacije ASIG, ki usklajuje vzpostavljanje infrastrukture za prostorske podatke v Albaniji in je bil ustanovljen leta 2013 na podlagi zakona iz leta 2012. Govornik je opisal izkušnje in koristi, ki jih imajo sodelujoče agencije od projekta IMPULS, s katerim naj bi zagotovili usklajen in harmoniziran pristop k vzpostavljanju infrastrukture za prostorske informacije v regiji. V okviru te sekcije so države zahodnega Balkana tudi formalno predale podatke Eurogeographicsu za potrebe izvajanja skupnih projektov in zagotavljanja izdelkov na ravni združenja.

V drugem delu zasedanja je predstavnik evropske agencije za okolje EEA Stefan Jensen predstavil prizadevanja agencije na področju zagotavljanja temeljnih podatkovnih nizov v okviru programa Copernicus

in projekta CORDA (angl. *core reference data access*). V dinamični razpravi, ki je sledila predstavitvi, so bila postavljena številna vprašanja, povezana z zagotavljanjem izvornih podatkov iz držav članic in njihovo uporabo na vseevropski ravni v primerjavi z zagotavljanjem novih zbirk podatkov na ravni EEA. Prevladalo je mnenje, da morajo osnovna načela INSPIRE še vedno ostati edini cilj zagotavljanja prostorskih podatkov na ravni EU, vendar je treba razumeti, da je treba v obdobju do leta 2021 nekatere vsebine še vedno zagotavljati po načelu od zgoraj navzdol, sicer bi se lahko zgodilo, da ne bi imeli na voljo vseh ustreznih vsebin.

Popoldne je bil izveden še formalni del generalne skupščine združenja Eurogeographics. Obravnavano je bilo poročilo upravnega odbora združenja o aktivnostih v letu 2015 ter predstavljen program del za leto 2015 in finančni načrt združenja. Vsi navedeni dokumenti so bili sprejeti na koncu zasedanja, ko je bilo opravljeno tudi glasovanje o novih članih upravnega odbora. Na volitvah novih članov upravnega odbora sta bila izvoljena predstavnika Avstrije (Werner Hoffman) in Rusije (Igor Vasilijev). Naslednja generalna skupščina EuroGeographicsa bo v Budimpešti od 2. do 4. oktobra 2016.

Zadnji dan srečanja je bilo izvedeno drugo plenarno zasedanje odbora strokovnjakov Združenih narodov za globalno upravljanje prostorskih informacij (UN-GGIM) za Evropo. Predstavljeni so bili rezultati po prvem letu delovanja regionalnega odbora UN-GGIM Evropa. Irena Vojačkova je v uvodnem nagovoru udeležencem predstavila aktivnosti, ki se izvajajo v okviru Programa Združenih narodov za razvoj (UNDP), ter kako geografski podatki prispevajo k učinkovitemu upravljanju nalog razvojnega programa OZN in obvladovanju posledic naravnih nesreč.

Predstavniki nevladne organizacije Flowminder Linus Bengtsson je v vabljenem predavanju orisal delovanje organizacije, ki se ukvarja s podatki o zdravstvenem stanju prebivalstva (www.flowminder.org). Pri obravnavanju in analiziranju podatkov o zdravstvenem stanju prebivalcev in stanju nalezljivih bolezni po svetu uporabljajo podatke o prebivalstvu, podatke mobilnih operaterjev in geografske podatke ter podatke, pridobljene iz tako imenovanega »crowdsoucinga«. Nekaj primerov je dostopnih na spletni strani www.worldpop.org.

Sledila je predstavitev vloge in pomena geoprostorskih podatkov pri doseganju 17 ciljev vzdržnega razvoja, ki jih je sprejela generalna skupščina OZN na zasedanju septembra 2015. Veliko pozornosti je bilo namenjene tudi uporabi podatkov o prostoru in okolju pri izdelavi in spremljanju kazalnikov za doseganje ciljev vzdržnega in trajnostnega razvoja. Predstavljen je bil dopolnjen dokument z naslovom *UN GGIM Vision document*, v katerem so zbrane strateške usmeritve delovanja skupine in je dostopen na spletu (www.unggim.org). Naslednje plenarno zasedanje UN-GGIM Evropa bo 5. oktobra, in sicer prav tako v Budimpešti.

SKLEPNA KONFERENCA PROJEKTA REGISTRACIJE NEPREMIČNIN V MAKEDONIJI

Dne 3. 11. 2015 je bila v Skopju organizirana sklepna konferenca v okviru projekta Registracija nepremičnin v katastru nepremičnin Republike Makedonije, ki ga je v zadnjih desetih letih z dvema posojiloma v skupni vrednosti 21 milijonov evrov financirala Svetovna banka. Na povabilo generalnega direktorja makedonske agencije za kataster nepremičnin sta se v imenu slovenske geodetske uprave dogodka udeležila Anton Kupic in Tomaž Petek.

Na konferenci so bili predstavljeni rezultati posameznih sklopov projekta, ki jih je v preteklih letih uresničila agencija za kataster nepremičnin Makedonije. Projektne aktivnosti so bile usmerjene v naslednje naloge:

1. vzpostavitev katastra nepremičnin za celotno ozemlje Republike Makedonije;
2. racionalizacijo procesov in postopkov registracije nepremičnin ter uvajanje avtomatizacije in informacijske tehnologije;
3. izboljšanje institucionalne zmogljivosti in usposobljenosti človeških virov agencije za kataster nepremičnin za uresničitev strateških ciljev agencije;
4. razvoj učinkovitega sistema za upravljanje prostora in nepremičnin ter izvajanja politike upravljanja za učinkovito delovanje trga nepremičnin.

S projektom so zagotovili 100-odstotno pokritost države s katastrom nepremičnin, v katerem je sedaj registriranih 4,1 milijona zemljiških parcel in 748.167 zgrajenih objektov. Vzpostavljena je bila tudi mreža stalnih GNSS-postaj, sestavljena iz aktivnega in pasivnega dela, kakor tudi višinska in gravimetrična mreža visoke natančnosti. Z novo programsko in računalniško opremo so avtomatizirali postopke registracije nepremičnin, tako da je mogoče na primer neko dejanje v pravnem prometu izvesti v enem dnevu, pred desetimi leti pa so bili zanj potrebni trije meseci. V obdobju 2005–2015 so povečali obseg izvedenih sprememb in transakciji za 94 %. Število vpisanih hipotek se je povečalo za 188 %. Tako so za 87,12 % ozemlja Republike Makedonije vzpostavljeni katastrski načrti v digitalni obliki, ki se tudi vzdržujejo popolnoma digitalno. V novem registru trga nepremičnin je evidentiranih 4007 pravnih poslov z doseženo ceno nepremičnine. Med izvajanjem projekta so s pomočjo tujih svetovalcev izdelali tudi 32 strateških študiji in drugih ključnih dokumentov. Agencija za kataster nepremičnin se sedaj samofinancira v višini 64,7 %, merjenje zadovoljstva strank pa je pokazalo oceno 3,94 na lestvici 5 točk.

Neposredni uporabniki rezultatov projekta so državljani Republike Makedonije, predvsem lastniki nepremičnin, investitorji, nepremičninski posredniki, banke, notarji in organi javne uprave, ki lahko odslej v realnem času izvajajo promet in upravljanje nepremičnin na območju Republike Makedonije. Podrobnejši rezultati, doseženi v projektu, so na voljo v zaključnem poročilu na spletni stran agencije za kataster nepremičnin (<http://www.katastar.gov.mk/en/Brosura.pdf>).

ODPRTJE RAZSTAVE MAPS FOR EUROPE

Združenje evropskih geodetskih, kartografskih in katastrskih uprav EuroGeographics je v sodelovanju z Eurostatom, statističnim uradom Evropske komisije, in pod pokroviteljstvom evropske komisarke Marianne Thyssen v torek zvečer v avli palače Berlaimont na sedežu Evropske komisije v Bruslju odprlo razstavo z naslovom Maps for Europe.



Razstavni prostor na sedežu Evropske komisije. (Foto: EG)

Na dogodku sta govorila Eurostatov direktor in predsednica združenja EuroGeographics. Oba govornika sta poudarila pomen geografskih informacij za učinkovito delovanje organov Evropske unije in vseh njenih članic. Podprla sta rezultate projekta z naslovom Evropski lokacijski okvir (ELF), ki na vseevropski ravni zagotavlja omrežne storitve za uradne in standardizirane geografske podatke z računalništvom v oblaku.

Na razstavi so predstavljeni dosednji rezultati evropskega projekta ELF, ki kažejo, kako lahko kakovostni in enostavno dostopni podatki o prostoru in zemljiščih prispevajo k delu Evropske komisije na področjih zaščite pred poplavami in drugimi naravnimi nesrečami, k inteligentnemu upravljanju prometa ter h krepitvi gospodarske rasti. Seveda pa to niso edina področja, na katerih je treba zagotavljati vzdrževane in usklajene geoprostorske informacije, enako velja za številne druge evropske pobude. Razstava bo v naslednjih dveh tednih prispevala k boljšemu razumevanju in uporabi geoprostorskih podatkov med obiskovalci sedeža Evropske komisije v Bruslju.

Tomaž Petek

Geodetska uprava RS

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: tomaz.petek@gov.si

DOKTORJA ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OSKAR STERLE, DOKTOR ZNANOSTI

Dne 19. oktobra 2015 je na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG) doktorsko disertacijo zagovarjal mag. Oskar Sterle, univ. dipl. inž. geod. Soglasje k temi disertacije je dala komisija za doktorski študij UL na 20. redni seji dne 21. septembra 2011. Za mentorja bil imenovan prof. dr. Bojan Stopar.

Avtor: Oskar Sterle
Naslov: Časovno odvisne geodetske mreže in koordinatni sistemi
Mentor: prof. dr. Bojan Stopar
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5376/1/BG0017_Sterle.pdf

V nalogi je prikazan teoretični in praktični vidik vzpostavitve novega koordinatnega sistema na podlagi ponovljenih opazovanj GNSS, ki se definira v petih korakih. V prvem določimo natančne koordinate geodetskih točk, ki jih nato v drugem koraku uskladimo z globalnim koordinatnim sistemom. V tretjem koraku v globalnem koordinatnem sistemu za geodetske točke, na podlagi ponovljenih izmer GNSS, določimo koordinate v referenčni epohi s pripadajočimi vektorji hitrosti. Vzpostavitev lastnega koordinatnega sistema je četrti korak, ki ga izvedemo s časovno odvisno prostorsko transformacijo. Na podlagi ocenjenih vektorjev hitrosti v novem koordinatnem sistemu lahko v zadnjem, petem koraku s kolokacijo po metodi najmanjših kvadratov določimo še geokinematični model obravnavanega območja.

Praktični del naloge smo izvedli na podlagi ponovljenih geodetskih opazovanj GNSS na območju Slovenije in njene okolice v zadnjih 20 letih. Opazovanja smo pridobili na točkah pasivnega omrežja in stalno delujočih postajah. Poleg prikaza vzpostavitve koordinatnega sistema smo analizirali natančnost in točnost že vzpostavljenega koordinatnega sistema na podlagi opazovanj GNSS, ki se v Sloveniji uradno uporablja že od leta 2008.

ALEŠ MARSETIČ, DOKTOR ZNANOSTI

Dne 26. januarja 2015 je na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG) doktorsko disertacijo zagovarjal Aleš Marsetič, univ. dipl. inž. geod. Soglasje k temi disertacije je dala komisija za doktorski študij UL na 20. redni seji dne 21. septembra 2011. Za mentorico je bila imenovana doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, za somentorja pa izr. prof. dr. Krištof Oštir.

Avtor: Aleš Marsetič
 Naslov: Samodejna ortorektifikacija visokoločljivih optičnih satelitskih posnetkov
 Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras
 Somentor: izr. prof. dr. Krištof Oštir
 URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5388/1/BG0028_Marsetic.pdf

V doktorski disertaciji je bil razvit popolnoma samodejen postopek za ortorektifikacijo optičnih satelitskih posnetkov brez posredovanja operaterja med obdelavo. Ortorektificirani posnetek je v državnem koordinatnem sistemu in je primerna podlaga za prostorske analize. Izdelan izvirni postopek povezuje več različnih metod v enoten in robusten sistem za samodejno izdelavo ortoposnetkov.

V disertaciji je opisan celoten postopek samodejne ortorektifikacije, ki ga sestavljajo štiri osnovni moduli: modul za branje in pripravo metapodatkov, modul za samodejno določanje oslonilnih točk, modul za izračun parametrov geometričnega modela in modul za izvedbo ortorektifikacije.

Poleg modulov so predstavljeni poskusi s posnetki RapidEye in WorldView-2. Opravljeni poskusi so omogočili ovrednotenje delovanja samodejnega postopka določanja točk, geometričnega modela, izločanja grobih napak in oceno položajne točnosti ortoposnetkov. Rezultati testov kažejo, da lahko samodejni postopek izdelava ortoposnetke s položajno točnostjo približno dveh pikslov ali manj, tudi če je med samodejno določenimi oslonilnimi točkami prisotnih več grobih napak.

Doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2

SI-1000 Ljubljana

e-naslov: mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si

DR.-ING. JANJA AVBELJ

Dr.-Ing. Janja Avbelj, univ. dipl. inž. geod., diplomantka Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani je 1. decembra 2015 na Tehniški univerzi v Münchnu (Technische Universität München) uspešno zagovarjala doktorsko disertacijo z naslovom ***Fusion of Hyperspectral Images and Digital Surface Models for Urban Object Extraction*** (*Združevanje hiperspektralnih posnetkov in digitalnih modelov površja za zaznavanje urbanih objektov*).

Avtor: Janja Avbelj

Naslov: **Fusion of Hyperspectral Images and Digital Surface Models for Urban Object Extraction**

(Združevanje hiperspektralnih posnetkov in digitalnih modelov površja za zaznavanje urbanih objektov)

Mentor: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Richard H. G. Bamler

URL: <http://dgk.badw.de/index.php?id=12> (objavljeno predvidoma v januarju 2015)

»Slika je vredna tisoč besed!« Ta rek dobi novo dimenzijo, ko obravnavamo sliko, ki je hiperspektralni posnetek z več deset, ali celo več sto spektralnimi kanali. Koliko besed je torej vreden hiperspektralni posnetek? Hiperspektralni posnetki vsebujejo informacije o geometriji in materialih objektov, ki so prikazani na njih. Če je poleg takšnega posnetka dostopen tudi digitalni model reliefa oziroma površja istega območja, ki vsebuje informacije o geometriji in višini objektov, potem lahko z združevanjem (angl. fusion) dveh tovrstnih podatkov presežemo njuno skupno informacijsko vrednost. Sprememba materiala v hiperspektralnem posnetku, prav tako kot sprememba višine v digitalnem modelu reliefa oziroma površja, pomeni rob objekta. Združevanje podatkov iz raznovrstnih virov je mogoče na podlagi robov, ki so skupna značilnost opazovanih objektov. Informacijska vrednost hiperspektralnih posnetkov, digitalnih modelov reliefa oziroma površja in robov objektov je vsekakor vredna »na tisoče besed«.

V disertaciji so obravnavani štirje raziskovalni problemi. V prvem delu je obravnavano zaznavanje robov in objektov iz posnetkov, ter pokazano, da ima pomen za posamezna merila. Zato je predlagana zaznava verjetnosti robov v posnetkih v linearnem prostoru različnih meril (angl. linear scale space). Verjetnosti robov iz raznovrstnih posnetkov so združene na podlagi kombinacije Gaussovih porazdelitev, kjer so verjetnosti a priori določene na podlagi tako imenovanih verjetnostih zaupanja (angl. confidence probability).

V drugem delu sta analizirana dva matematična modela za izravnavo premočrtnih poligonov po metodi najmanjših kvadratov. Eden od modelov ima strog pogoj pravokotnosti, medtem ko je pri drugem ta pogoj sproščen. Novost so vpeljane uteži opazovanj, ki so izpeljane iz združenih verjetnosti robov, določenih iz hiperspektralnega posnetka in digitalnega modela površja v linearnem prostoru meril.

V tretjem delu je določena nova metoda, poimenovana metrika PoLiS, za primerjavo poligonov, pridobljenih iz posnetkov daljinskega zaznavanja. Metrika PoLiS primerja poligone, in ne le točk, je neobčutljiva za dodatne

točke na robovih poligonov in, glede na majhne spremembe v translaciji, rotaciji in merilu med primerjanima poligonoma, sprememba njene vrednosti je dobro predstavljena z linearno funkcijo.

*V zadnjem, četrtem delu je analizirana izvedljivost vseh predlaganih metod v eno procesno verigo. Eksperiment je izveden na 17 parih hiperspektralnih posnetkov in digitalnih modelov površja s štirimi različnimi prostorski-
mi ločljivostmi med 0,3 in 4,0 metra. Združevanje informacij na podlagi verjetnosti robov iz raznovrstnih posnetkov pripelje do bolj popolnih in pravilnih rezultatov zaznanih in izravnanih poligonov.*

Doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2

SI-1000 Ljubljana

e-naslov: mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si

SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 8. 2015 DO 30. 10. 2015

Teja Japelj

Jesen je čisto zares prišla in pisano obarvala naravo. Poteka spravilo še zadnjih pridelkov z vrtov in njiv, preden nas preseneti prvi sneg. Jesen lahko poimenujemo kar kraljico barv, saj domišljija narave v tem obdobju res ne pozna meja. Barvna paleta rastlinskega odevala je toliko pestrejša, kolikor večje so temperaturne razlike med nočjo in dnevom, ob tem pa ne sme manjkati sonca.

S prihodom jesenskega obdobja so na naši fakulteti poskrbeli za dobro statistiko zagovorov zaključnih del tudi študenti, ki jih je bilo nemalo.

Drugostopenjski študij geodezije in geoinformatike sta zaključili dve študentki. Na univerzitetnem študiju geodezije sta se uspešno opravljene diplomske naloge veselila dva študenta, na visokošolskem študiju geodezije en študent, na prvostopenjskem študiju geodezije in geoinformatike 27 študentov, na prvostopenjskem študiju tehničnega upravljanja nepremičnin pa devet študentov. Naj jim ob tej priložnosti čestitamo za uspeh.

GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA, 2. STOPNJA

Daša Natlačen: Uporaba programa Insight3D za izdelavo 3D-modela stavbe
 Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras
 Somentor: asist. dr. Dejan Grigillo
 URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5236/1/BGD004_Natlacen.pdf

V zadnjem desetletju je povezovanje bližnjefotogrametrije in računalniškega vida prevzelo vodilno vlogo pri 3D-modeliranju objektov. Velik napredek so tako doživela programska orodja, ki omogočajo pridobivanje prostorskih podatkov iz niza fotografij, posnetih iz različnih perspektiv. Iz pestrega nabora programskih orodij, ki so danes dostopna na trgu, smo si za nalogo izbrali program Insight3D, da bi ga preizkusili, ker z njim še nimamo praktičnih izkušenj. Glavni cilj naloge je spoznati se s programom Insight3D ter izdelati 3D-model izbranega objekta, v četrti ravni podrobnosti (LOD3) po standardu CityGML. Na začetku naloge so na kratko opisane teoretične osnove, na podlagi katerih deluje program Insight3D, sledijo navodila za izgradnjo 3D-modela, največji del magistrske naloge pa obsega obdelavo fotogrametrično zajetih podatkov ter opis težav, s katerimi smo se soočili pri uporabi programa Insight3D. Na koncu smo primerjali še tri programska orodja, ki delujejo po istem principu in so med uporabniki najbolj priljubljena. Geometrično točnost izdelanega 3D-modela smo ocenili na podlagi fotogrametričnih meritev dolžin na izdelanem 3D-modelu in geodetskih meritev teh dolžin v naravi.

Ana Matičič: Opazovanje jamskih vhodov s termalnimi satelitskimi podatki

Mentor: izr. prof. dr. Krištof Oštir

Somentor: dr. Žiga Kokalj

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5382/1/BGD005_Maticic.pdf

Termalni satelitski posnetki prikazujejo termično sevanje zemeljskega površja in so uporabni na mnogih področjih. Njihova prednost je, da je zajem podatkov brezkontakten, celovit in periodičen, kar omogoča časovno primerjavo podatkov. V tej nalogi smo s termalnimi satelitskimi podatki opazovali jamske vhode. V prvem delu naloge so predstavljeni program Landsat in značilnosti satelita Landsat 8. Postopek določitve temperature tal s satelitskimi termalnimi posnetki je opisan na splošno in za različne rabe tal. Kraške jame imajo posebno mikroklimo, ki je odvisna od mnogih dejavnikov. Opredelili smo značilnosti jamskih vhodov, ki so pomembne za potrebe magistrske naloge. Drugi del je praktični del naloge, kjer so izbrani primerni jamski vhodi in termalni satelitski posnetki. S slednjimi smo opazovali temperaturo jamskih vhodov glede na njihovo okolico v obliki dveh pravokotnih prečnih profilov. Zaradi spremembe jamske klime med različnimi letnimi časi smo opravili obdelave poletnih in zimskih posnetkov. Analiza rezultatov je pokazala, da je pri nekaterih jamskih vseh mogoče opaziti temperaturno anomalijo, a bi to lahko povežali tudi z reliefom. Pri veliki večini jam ni opaziti pričakovanih temperaturnih razlik.

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GEODEZIJE

Aleksander Ulbin: Analiza sprememb namenske rabe prostora v občinah Cerčno in Kobarid ter v celotni severni Goriški regiji

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5386/1/GEU981_Ulbin.pdf

Naloga se ukvarja s spremembami v namenski rabi prostora na izbranem območju severne Goriške regije. V prvem delu se naloga osredotoča na občini Cerčno in Kobarid ter na tamkajšnjo spremembo namenske rabe prostora v obdobju, ko so veljale še prostorske sestavine dolgoročnih in srednjeročnih planov občin, ter v obdobju, ko je začel veljati občinski prostorski načrt, kar v praksi pomeni desetletno obdobje. Grafično in numerično so obdelani podatki o spremembi osnovne namenske rabe na območju celotne občine, nato pa so v občinskih središčih še podrobneje opredeljene spremembe v podrobni namenski rabi prostora.

V drugem delu naloga ob pridobljenih rezultatih o osnovni namenski rabi privzame še rezultate iz preostalih petih občin: Bouca, Brd, Idrije, Kanala in Tolmina, ki so jih v predhodnih zaključnih delih obdelale avtorice Martina Perdih, Nina Kerpan in Ksenija Kotar. Ko smo te podatke združili v smiselno celoto, so se začele kazati podobnosti in razlike med občinami, ki sicer ležijo na geografsko precej enovitem območju, vendar ga hkrati definirajo tudi ostali dejavniki, kot so oddaljenost od gravitacijskih centrov ali turizem. Splošne ugotovitve kažejo, da so se v zadnjem desetletju na tem področju območja, namenjena stavbnim zemljiščem, zmanjšala, hkrati se je zgodila precejšnja sprememba med območji kmetijski in gozdnih zemljišč, kjer so se območja, namenjena slednjim, na račun opuščanja kmetijstva in zaraščanja kmetijskih površin precej povečala.

Blaž Krevh: Določitev vertikalnega gradienta težnosti v stavbi FGG

Mentor: doc. dr. Miran Kuhar

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5385/1/GEU980_Krevh.pdf

Diplomska naloga opisuje relativne meritve težnostnega pospeška v stavbi Fakultete za gradbeništvo in geodezijo z relativnim gravimetrom Scintrex CG-3M. V stavbi so bile izvedene dvakratne meritve težnostnega pospeška na sedmih točkah v sedmih nadstropjih FGG. Na podlagi merjenih razlik težnega pospeška ter znanih višinskih razlik med točkami smo nato izračunali vrednosti vertikalnega gradienta težnosti. Pridobljene rezultate smo preračunali v različnih programih in jih primerjali med seboj. Nato smo primerjali izračunane vrednosti vertikalnega gradienta dejanske težnosti s teoretično vrednostjo vertikalnega gradienta normalne težnosti.

VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJ GEODEZIJE

Matej Majerič: Samodejno iskanje talne cestne signalizacije na ortofotu

Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentor: asist. dr. Dejan Grigillo

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5237/1/GEV416_Majeric.pdf

V diplomskem delu je opisan postopek samodejnega iskanja talne cestne signalizacije na ortofotu, izdelanem iz letalskih posnetkov. Kandidate za talno signalizacijo smo na ortofotu poiskali s postopki digitalne obdelave slik, njihov končni položaj pa potrdili z uporabo slikovne korelacije. Izdelali smo lasten program v programskem jeziku Matlab, s katerim smo postopek preizkusili na praktičnem primeru.

GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA, 1. STOPNJA

Andreja Ambrožič: Preračun podatkov elaboratov preteklih katastrskih izmer za izboljšavo kakovosti ZPK

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentor: asist. dr. Marjan Čeh

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5317/1/BGG098_Ambrozic.pdf

Anita Anželak: Terenska izmera na območju gozda za oceno kakovosti višin, določenih z aerolaserskim skeniranjem: delovišče v Radovljici

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5335/1/BGG085_Anzelak.pdf

Katja Benčina: Geodetska dela pri izgradnji montažnega objekta Incom

Mentor: doc. dr. Božo Koler

Somentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5357/1/BGG083_Bencina.pdf

Ana Čampa: Primerjalna analiza podatkov franciscejskega katastra za Kranjsko in aktualnega zemljiškega katastra
Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec
Somentor: asist. dr. Marjan Čeh
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5319/1/BGG099_Campa.pdf

Nac Ermenc: Vpliv horizontalne oddaljenosti od stalne postaje GNSS na točnost določitve položaja
Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovič Prešeren
Somentor: doc. dr. Miran Kuhar
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5313/1/BGG104_Ermenc.pdf

Sabina Glavič: Topografski prikaz stanja po posegu v prostor
Mentor: doc. dr. Božo Koler
Somentorja: doc. dr. Miran Kuhar
 asist. Tilen Urbančič, univ. dipl. inž. geod.
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5327/1/BGG094_Glavic.pdf

Valentin Hegediš: Analiza možnosti vključitve podatkov preteklih katastrskih izmer v izboljšavo kakovosti ZKP
Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec
Somentor: asist. dr. Marjan Čeh
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5321/1/BGG100_Hegedis.pdf

Špela Jazbec: Primerjava višin iz GNSS-višinomerstva in iz DMP-ja, izdelanega z malim brezpilotnim letalnikom
Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
Somentor: asist. dr. Dejan Grigillo
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5260/1/BGG091_Jazbec.pdf

Maja Jezernik: Spreminjanje namenske rabe prostora s primerjavo podatkov občinskih prostorskih aktov na primeru občin Mežica in Ravne na Koroškem
Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek
Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5311/1/BGG105_Jezernik.pdf

Helena Kenda: Analiza arhivskih gradiv zemljiškega katastra na območju francoske izmere
Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec
Somentor: asist. dr. Marjan Čeh
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5323/1/BGG101_Kenda.pdf

Matic Klančičar: Kinematične terestrične meritve

Mentor: izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič

Somentor: asist. Gašper Štebe

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5333/1/BGG089_Klancisar.pdf

David Klepej: Primerjalna analiza sistemov prostorsko podatkovne infrastrukture v Sloveniji in na Islandiji

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5324/1/BGG102_Klepej.pdf

Leon Kogelnik: Izračun volumna nasipa v realnem času izmere z uporabo tehnologije GNSS

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5355/1/BGG086_Kogelnik.pdf

Maja Kozole: Izdelave elaborata za vpis širokopasovnega omrežja elektronskih komunikacij v občini Krško v ZK GJI

Mentor: doc. dr. Božo Koler

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5356/1/BGG087_Kozole.pdf

Klemen Lovenjak: Analiza natančnosti in uporabnosti enofrekvenčnih GNSS- senzorjev

Mentor: prof. dr. Bojan Stopar

Somentorja: asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

asist. Gašper Štebe

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5308/1/BGG107_Lovenjak.pdf

Andreja Medved: Določitev kakovosti izbranih oslonilnih točk iz projekta CAS 2012– 2014

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5315/1/BGG103_Medved.pdf

Klemen Oset: Uporaba satelitskih sistemov GPS in GLONASS v geodetski izmeri

Mentor: prof. dr. Bojan Stopar

Somentor: asist. mag. Oskar Sterle

http://drugg.fgg.uni-lj.si/5328/1/BGG095_Oset.pdf

Tanja Ovsenik: Kontrola oblike hrbtišča Bloudkove velikanke

Mentorica: doc. dr. Božo Koler

Somentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5329/1/BGG096_Ovsenik.pdf

Matic Pogačnik: Določitev ploskve lokalnega geoida na območju Radovljice

Mentor: doc. dr. Miran Kuhar

So mentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5249/1/BGG081_Pogacnik.pdf

Viktorija Stojčeska: Primerjalna analiza sistema zemljiškega katastra v Makedoniji in Sloveniji

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentor: viš. pred. dr. Miran Ferlan

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5309/1/BGG106_Stojceska.pdf

Aljaž Škrabar: Ocena kakovosti določitve položaja z različnimi trajanji opazovanj pri RTK-metodi izmere GNSS

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentor: doc. dr. Miran Kuhar

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5358/1/BGG084_Skrabar.pdf

Miha Trstenjak: Izmera GNSS za določitev mej rabe zemljišč in primerjava s stanjem na ortofotu

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentorja: izr. prof. dr. Anka Lisec

doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5331/1/BGG092_Trstenjak.pdf

Mateo Turčič: Terestrično lasersko skeniranje prelivne stene male hidroelektrarne Melje za izračun deformacij

Mentorica: doc. dr. Simona Savšek

Somentor: Klemen Kregar

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5332/1/BGG093_Turcic.pdf

Ana Vendramin: Primerjava določitve položaja v omrežju SIGNAL pred in po vključitvi GNSS-stalne postaje v Idriji

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovič Prešeren

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5359/1/BGG082_Vendramin.pdf

Kaja Vršec: Primerjalna analiza podatkov franciscejskega katastra za Štajersko in aktualnega zemljiškega katastra

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentor: asist. dr. Marjan Čeh

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5334/1/BGG090_Vrsec.pdf

Iztok Žuber: Izdelava programa za izračun prostornin zemeljskih del

Mentor: doc. dr. Božo Koler

Somentorja: asist. Tilen Urbančič

doc. dr. Tomaž Dobravec
 URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5375/1/BGG108_Zuber.pdf

Borut Žula: Analiza kakovosti metod za določanje položaja v aktivnih omrežjih GNSS

Mentor: prof. dr. Bojan Stopar

Somentor: asist. mag. Oskar Sterle

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5330/1/BGG097_Zula.pdf

TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN, 1. STOPNJA

Mateja Bohinc Niculović: Spreminjanje namenske rabe prostora s primerjavo podatkov občinskih prostorskih aktov na primeru občin Šenčur in Vodice

Mentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5360/1/BTU051_BohincNiculovic.pdf

Tanja Elsner: Predlog umestitve gorsko kolesarskih poti v Občini Litija in Šmartno pri Litiji

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentor: asist. Gašper Mrak

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5367/1/BTU046_Elsner.pdf

Andrej Hlača: Preizkus instrumentov Leica TC605L in Leica TCRP1201+ po standardu ISO 17123-3

Mentor: doc. dr. Božo Koler

Somentor: asist. Tilen Urbančič

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5363/1/BTU047_Hlaca.pdf

Natali Komadina: Geodetska dela pri legalizaciji nezakonito zgrajenih objektov v Republiki Hrvaški

Mentor: viš. pred. dr. Miran Ferlan

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5364/1/BTU048_Komadina.pdf

Ambrož Ložar: Izdelava spletne karte varnih poti za gibalno ovirane osebe na območju ožjega središča Ljubljane

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: mag. Roman Renner

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5365/1/BTU049_Lozar.pdf

Maja Mauko: Vpliv razdalje na delovno mobilnost v urbana središča Slovenije

Mentor: viš. pred. mag. Samo Drobne

Somentor: doc. dr. Mitja Lakner

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5366/1/BTU050_Mauko.pdf

Domen Ovčar: Ocena kakovosti določitve položaja z RTK-metodo izmere na višjih nadmorskih višinah

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentor: doc. dr. Miran Kuhar

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5368/1/BTU045_Ovcar.pdf

Žan Pavlin: Predlog prostorske ureditve območja Krajevne skupnosti Velike Poljane v Občini Ribnica

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentor: asist. Gašper Mrak

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5361/1/BTU052_Pavlin.pdf

Karin Rkman: Spreminjanje rabe prostora na vinorodnih območjih

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5362/1/BTU053_Rkman.pdf

GEO & IT NOVICE

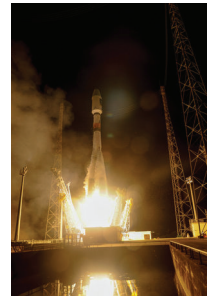
Aleš Lazar, Klemen Kregar

Izstrelitev novih satelitov Galileo

Enajstega septembra so iz Francoske Gvajane izstrelili 9. in 10. satelit evropskega globalnega satelitskega navigacijskega sistema Galileo. Raketa Soyuz je vzletela ob 2.08 po času GMS. Vse faze poleta so potekale po načrtih in brez težav. Zgornja faza je satelita v orbiti poslala tri ure in 48 minut po vzletu. Postopek postaja rutinski. Z vedno več sateliti v vesolju in novimi postajami na tleh po vsem svetu bo Galileo kmalu imel globalni doseg. Dan polne operativnosti se nezadržno bliža, sporočajo vodje projekta.

Letos pričakujemo izstrelitev še dveh satelitov, njihova proizvodnja v Nemčiji in Združenem kraljestvu pa je že dobila stalen ritem. Tudi vsa dosedanja testiranja, tako vesoljskega kot zemeljskega segmenta, dajejo odlične rezultate. Naslednje leto bodo satelite začeli v vesolje pošiljati z nosilno raketo Ariane 5, ki bo lahko nesla štiri satelite hkrati.

Kaj pa se dogaja s 5. in 6. satelitom, ki zaradi napake v zgornji fazi izstrelitve letita po eliptični tirnici, morala pa bi po skoraj krožni? Strokovnjaki iz Ese so njuni tirnici že malo popravili in še vedno ugotavljajo, ali bosta kdaj operativna. Satelita sta medtem po naključju postala zelo zanimiva za znanstvenike. Uporabijo ju lahko za testiranje Einsteinove splošne teorije relativnosti z višjo stopnjo natančnosti, kot je bila dokazana doslej. Čeprav so tirnici zaokrožili, se satelita še vedno vsak dan v vsakem krogu spuščata in dvigata za 8500 kilometrov, in prav to stalno spreminjanje višin je dragoceno za raziskovalce.



Einstein je pred sto leti trdil, da gre čas počasneje, ko si bližje masivnemu objektu. Najbolj značilno je bilo to potrjeno leta 1976, ko je satelit Gravity Probe A ponesel vodikovo atomsko uro 10 tisoč kilometrov stran od Zemlje. Poskus je teorijo potrdil na 0,000140 %. Ure GNSS-satelitov morajo biti izjemno natančne. Upoštevati morajo, da v orbiti tečejo nekaj deset mikrosekund hitreje kot na zemlji, kar bi pri navigaciji pomenilo kar deset kilometrov na dan. Zaradi boljše ure, razpotegnjenе orbite, ki ustvarja spremenljiv zamik časa, in možnosti stalnega spremljanja bodo lahko s 5. in 6. satelitom štirikrat povečali natančnost, ki jo je dosegel Gravity Probe A.

Vir: Esa, november 2015 – <http://www.esa.int>

Microsoft in ESRI sodelujeta pri vključevanju lokacijskih podatkov v internet stvari

»Internet stvari (angl. *Internet of Things*, krat. IoT) je enolično prepoznavanje različnih fizičnih predmetov in njihova navidezna predstavitev na internetu« (Wikipedia, 2015). Danes je v internet povezanih več milijard ljudi prek osebnih računalnikov, tablic in pametnih telefonov, do leta 2020

pa naj bi bilo na splet priklopljenih že 50 % naprav, ki niso standardne komunikacijske naprave. Tako se nanj lahko povežejo televizorji, hladilniki in drugi gospodinjski aparati, avtomobili, dvigala, industrijski stroji itd.

Primeri, kako je mogoče s podatki iz mnogih virov prek IoT izboljšati razumevanje in obvladovanje stvari, sta avtomobilska industrija in koncept pametnih mest. Podjetje za prevoz dragocenosti z oklepniimi tovornjaki lahko v realnem času zazna nenavadno zamudo svojega vozila in ustrezno ukrepa. Mesto lahko zmanjša prometne zastoje z vzpostavitvijo inteligentne storitve izposoje avtomobilov (angl. *car-sharing*). Oblasti in podjetja lahko uporabljajo podatke IoT za povečevanje varnosti, zmanjševanje onesnaževanja in podobno.

V današnjem digitalnem svetu imajo lokacijske storitve večjo vrednost kot kadarkoli doslej. Povezujejo različne tehnologije, sektorje in discipline ter jim pomagajo razumeti, kako se ljudje in viri gibajo in vedejo v svetu. Eksplozija naprav z možnostjo določitve lastnega položaja je tlakovala pot lokacijskim analizam v oblaku interneta stvari, ki družbam pomaga delati hitreje in pametneje kot kdaj prej.

Microsoftov programski paket za upravljanje v IoT se imenuje Azure. V sodelovanju s podjetjem ESRI bodo vanj vključili možnosti lokacijskih storitev in prostorskih analiz. Vključitev ESRIjevih GIS-storitev v MS Azure bo omogočila uporabo »real-time« lokacijskih storitev v minuti namesto mesecih. ESRI namerava v okviru Azura ponuditi tudi vključevanje drugih podatkov, kot so podatki o vremenu, topografijah cest, prometu. Zaznavali bodo lahko vzorce in na podlagi strojnega učenja uporabniku ponudili različne napovedi.

Microsoft in ESRI bosta uporabnikom omogočila vpogled, kje so njihove stvari ter kaj počnejo v realnem času, in sicer po vsem svetu.

Vir: Microsoft, november 2015 – <http://blogs.microsoft.com/iot/>

Partnerstvo med Leico in NCTechom

Leica Geosystems se je povezala s škotskim podjetjem NCTech, ki oblikuje in proizvaja panoramske 360° sisteme za zajemanje visokoločljivih realističnih fotografij. Ti sistemi poleg zajema avtomatizirajo in racionalizirajo celoten potek slikovne dokumentacije objektov, so natančni, konsistentni, uporabljajo jih lahko kdorkoli in kjerkoli.



V Leicin program za obdelavo oblakov točk Leica Cyclone lahko sedaj prek podatkovne baze kamere samodejno uvozimo in uskladimo posnetke HDR (High Dinamic Range), zajete z NCTechovo kamero iSTAR. Tako izdelamo pobarvane oblake točk hitreje in enostavneje.

»Za sodelovanje z NCTechom se nismo odločili samo zaradi atraktivnih slik, ampak predvsem zaradi natančnosti, s katero je mogoče slike uskladiti z oblaki točk. Sistem iSTAR naredi visokokakovostne slike z natančnostmi, ki si jih lahko samo želimo,« je povedal Faheem Khan, podpredsednik razvoja za Leica Cyclone High-Definition Surveying. »Vključitev te možnosti v Leica Cyclone popolnoma optimizira potek dela in zagotovi maksimalno produktivnost.«

Poprej je uporabnik Cyclona lahko do iSTARove baze slikovja dostopal skozi NCTechovo aplikacijo ColorCloud, ki je ponujala pobarvane oblake točk v formatu E57. Po novem izvoz in vnovični uvoz teh visokokakovostnih podatkov ni več potreben, s čimer se pospeši in poenostavlja celoten postopek izdelave 3D-oblaka točk.

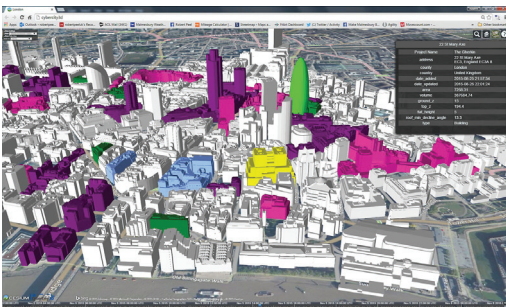
V NCTechu pravijo, da so nad sodelovanjem z Leico navdušeni, saj uporabnikom Cyclona po vsem svetu omogoča barvanje oblakov točk z njihovim panoramskim slikovjem iSTAR. »iSTAR se trudi zajemati najnatančnejše barvne podatke karseda hitro in vsi imamo korist, ko se ti podatki lahko popolnoma integrirajo v aplikacije naših partnerjev.«

Vir: Point of Begining, november 2015 – <http://www.pobonline.com>

CyberCity 3D bo izdeloval 3D-interaktivne karte mest

Podjetje CyberCity 3D, ki je specializirano za pametne 3D-stavbe, je razvilo platformo za pametno kartiranje mest. Mestnim oblastem in planerjem želijo omogočiti prikazovanje njihovih mest v 3D. S preprosto aplikacijo, do katere je mogoče dostopati z vsako napravo, povezano na internet, bodo omogočili prikaz obstoječih in prihodnjih planov mest, predlaganega razvoja in shem skupaj z ustreznimi podatki.

CyberCity 3D za karte pametnih mest se uporablja kot aplikacija, ki vključuje planiranje, prevoz, okolje in turizem. Modeli so popolnoma interoperabilni in bodo delovali na večini programskih orodij, kot so GIS in paketi za 3D-oblikovanje. V aplikacijo se prenašajo neposredno z interneta v realnem času, za kar se uporablja odprta arhitektura Cesium. Virtualni globus, ustvarjen za dinamično vizualizacijo podatkov, pa omogoča ogled 3D-modelov na tablicah, telefonih, namiznih in prenosnih računalnikih.



Za izdelavo visokoločljivih modelov stavb iz stereofotografij CyberCity 3D uporablja patentiran proces 3D-modeliranja. Pametne stavbe tako že vsebujejo metrike, kot so višina in naklon strehe. Različna mesta so že začela izkoriščati CyberCity 3D za podporo urbanističnemu planiranju, ekonomskemu razvoju, oceni tveganja poplav, načrtovanju prevoza ipd.

V Združenem kraljestvu se je CyberCity 3D povezal s podjetjem za letalsko kartiranje Bluesky, v katerem skrbi za ogromne knjižnice podatkov, ki pokrivajo 150.000 km² digitalnih letalskih posnetkov. S tem

CyberCity 3D omogoča dostop do urbanih središč za 3D modeliranje. CyberCity ima celo dostop do BlueSkyeve državne karte drevja, digitalne karte, ki zajema več kot 300 milijonov dreves po vsej Britaniji, ta pa dodajajo uporabno dimenzijo projektom 3D-pametnih mest.

Vir: Geoinformatics, november 2015 – <http://www.geoinformatics.com/>

Voyager 1 v medzvezdnem prostoru in najdba medzvezdnega severa

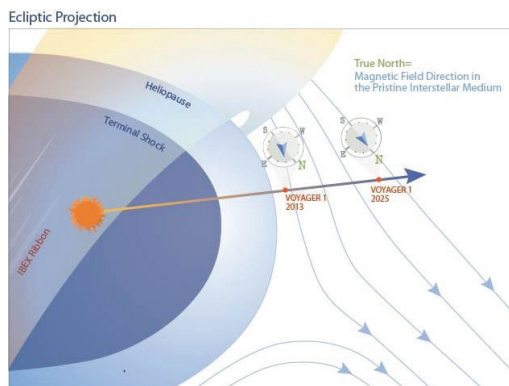
Sonda **Voyager 1** je na poti proti ozvezdju Alfa Kentavra polnih 38 let. Kot najhitreje potujoči izdelek človeških rok je premerila že skoraj 20 milijard kilometrov (New Horizons jih je do zdaj »le« pet milijard) in je tako z več vidikov zgodovinska. Med njene velike dosežke se uvršča tudi vstop v medzvezdni prostor, kar je zgodovinska prelomnica za človeštvo. Slavna zapustitev našega osončja se je zgodila **25. avgusta 2012**. Takrat je sonda prešla mejo med heliosfero, torej prostorom, ki ga s svojim vetrom obvladuje Sonce, in območjem, kjer je »glavni« veter drugih zvezd. Iskanje verodostojnih dokazov ni potekalo brez zapletov, predvsem zaradi okvare na enem izmed pomembnih instrumentov (*Plasma Wave Subsystem*), ki meri gostoto delcev v okolici plazme. Ker neposredne potrditve brez meritev v znanosti ni, je Nasa morala začeti iskati druge načine. Na pomoč ji je priskočilo Sonce, ki je proti sondi poslalo večji izbruh, »nevihto«. Ta je bila dovolj močna, da je začel prostor (oziroma plazma) okoli Voyagerja vibrirati. Nasa je samo še izmerila, koliko te vibracije vplivajo na sondo, in prek intenzivnosti tresenja izračunala gostoto delcev v okolici.

Leta 2009 je misija **IBEX**, ki iz orbite okoli Zemlje išče oddaljene sledove interakcij na robu heliosfere, zaznala nenavaden, skrivnosten curek delcev. Analize so pokazale, da je po vsej verjetnosti prišel neposredno iz medzvezdnega prostora, IBEX pa je izmeril, točno iz katere smeri. S tem je našel »prvobitni« **sever**: severni pol velikega, medzvezdnega magnetnega polja.

Naso je zmotilo, da je Voyager ob izhodu iz heliosfere »prvobitni« sever zaznal drugje. Rešitev je našla skupina raziskovalcev pod vodstvom univerze v Novem Hampshiru. Ključen je bil korak nazaj, pogled »zunaj kvadrata« s procesom triangulacije skozi daljšo terminsko izmero. V objavi so pojasnili, da se skozi leta Voyagerjev sever počasi, a vendar vse bolj pomika prav tja, kamor kaže IBEX.

To pomeni dvoje. Prvič: Voyager je zares v medzvezdnem magnetnem polju, sicer se ne bi pomikal proti velikemu, medzvezdnemu severu. Drugič: Voyager je zapustil tudi heliopavzo in je na območju, kjer Sončev magnetizem »nariva« medzvezdni veter, kar povzroča distorzije. To bi lahko primerjali z vplivom čolna, ki se premika, na gladino vode. Enako povzroča distorzije in preusmerja tudi medzvezdno magnetno polje.

Po besedah avtorjev raziskave bo Voyager čez deset let prišel v »čistejšo« regijo medzvezdnega prostora, kjer osončje ne bo več pačilo magnetnih silnic. Nekje do takrat naj bi sicer človeštvo izgubilo stik z njim.



Voyager leta 2012 ni zapustil širšega sončnega sistema, kot se pogosto in napačno sklepa. Širši sončni sistem vključuje tudi ogromen (sicer še vedno teoretičen) Oortov oblak, dom ledenih teles, kometov in prtljkavih planetov. Mejo Oortovega oblaka naj bi Voyager prestopil šele čez 30.000 let.

Naj spomnimo, da je bil glavni inženir za izdelavo enega izmed Voyagerjevih instrumentov Slovenec Anton Mavretič. Še več, »njegov« instrument Plasma Science (PLS) je eden ključnih za določanje meje med heliopavzo in plazmo, ki prihaja iz smeri drugih zvezd.

Vir: MC RTV Slovenija, oktober 2015 – <http://www.rtvsl.si/znanost-in-tehnologija/>

DJI Agras MG-1



Podjetje DJI, eden vodilnih proizvajalcev brez-pilotnih letalnikov, je izdalo svojo prvo napravo za kmetijstvo. Letalnik, imenovan **Agras MG-1**, je namenjen za škropljenje posevkov. Je odporen proti prahu in vodi ter sestavljen iz antikorozivnih materialov. Mogoče ga je spirati, je tudi enostaven za skladiščenje in prenašanje.

Osem rotorjev lahko ponese več kot deset kilogramov tekočine za škropljenje pridelkov ter »obdelava«

med 7 in 10 arov na uro. Letalnik lahko leti do 8 m/s in prilagaja moč pršenja glede na hitrost letenja, s čimer se zagotovi enakomerna pokritost. V želji, da se uporabijo optimalne količine tekočine, letalnik med poletom v realnem času spremlja teren pod seboj ter s tem ohranja višino in razdaljo do rastlin.

Glede na teren lahko uporabnik izbere samodejni, polsamodejni in ročni način delovanja. Na voljo so štiri zamenljive keramične šobe, ki jih poganja motor. Šobe omogočajo več tisoč ur škropljenja. Zaradi rotorjev škropivo doseže steblo in liste blizu tal s potiskom zraka navzdol.

Ogrodje letalnika je zaprto. Vgrajen ima centrifugalni hladilni sistem, ki je zasnovan tako, da tudi do trikrat podaljša življenjsko dobo motorja. Trojna filtracija prekinja vnos megle, prahu in velikih delcev. Ko letalnik leti, zrak vstopi v njegovo ogrodje prek sprednjega dovoda. Nato se filtrira v notranjost in gre do motorja, kjer zajame toploto iz vseh komponent in celotne strukture. Toplota se nato odvaja s pihanjem v okoliško ozračje.

Če se mora letalnik vrniti v bazo na polnjenje ali po škropivo, se bo vrnil na svojo zadnjo položajno točko z vgrajeno funkcijo inteligentnega spomina ter nadaljeval škropljenje, kjer je končal.

Po besedah proizvajalca je Agra MG-1 štiridesetkrat bolj učinkovit kot ročno škropljenje.

Vir: GPS World, december 2015 – <http://gpsworld.com/>

Tarče za zračno fotogrametrijo, artefakti stare dobe

V petdesetih in šestdesetih letih 20. stoletja, v obdobju analogne zračne fotogrametrije, je bilo na zemeljskem površju ustvarjenih veliko tarč za potrebe izvedenosti posnetkov iz zraka. Nekaj jih je nastalo kasneje, nekaj pa jih je celo še vedno v uporabi, ne glede na njihovo nejasno zgodovino. Večina teh talnih

oznaki je narejenih po zgledu tistih, ki sta jih zasnovala ameriško letalstvo in ameriška vesoljska agencija Nasa (pred letom 1958 njena predhodnica NACA). To so ploščadi iz betona oziroma asfalta, ki merijo $23,78 \times 16,15$ metra ter so na debelo prekrte s plastmi črne in bele barve. Vzorec, s katerim je poslikana vsaka tarča, sestavlja niz vzporednih in pravokotnih črt, ki se ponavljajo v približno 15 različnih velikostih v razmerju 5 : 1, ponekod jih spremlja bel kvadrat.

V zračni fotogrametriji se tovrstno testiranje uporablja za notranjo kalibracijo fotoaparata in določitev ločljivosti optičnega instrumenta s skupino najmanjših črt, ki jih je še mogoče razločiti. Vzorec je narejen po zgledu tabel za preizkušanje ločljivosti iz leta 1951. Tabela je znana tudi pod oznako **MIL-STD-150A**.

Mnogo takšnih tarč za preverjanje ločljivosti je v puščavi **Mojave** v ameriški zvezni državi Kalifornija, ki je eno od najpomembnejših območij za razvoj in preizkušanje nadzornih letal. Nekatera najbolj napredna letala, ki so jih proizvedli v ZDA, na primer modela *A12*, *SR-71 Blackbird* in *U-2*, niso oborožena, temveč so pravzaprav zasnovana kot leteče kamere. Letalo *X-15*, ki še vedno ohranja rekord najhitrejšega letala s posadko, je v petdesetih letih 20. stoletja letelo nad temi tarčami, opremljeno s kamerama *Fairchild* in *Hycan*, ki sta bili usmerjeni proti tlu. Tudi brezpilotna letala, ki so jih prav tako veliko razvijali in preizkušali v puščavi Mojave, so zasnovali kot nosilce za kamere.

Leta 2006 je ameriško letalstvo uradno nehalo uporabljati analogne tarče, ne da bi jih nadomestili z drugimi. Preskusni vzorci danes v naravi tako večinoma samevajo in propadajo. So prostemu očesu skriti, a vendar na ogled celemu svetu, saj jih razkrivajo satelitski posnetki digitalne dobe.

Vir: MC RTV Slovenija, oktober 2015 – <http://www.rtvlo.si/znanost-in-tehnologija/>; Center za tolmačenje rabe tal, oktober 2015 – <http://www.clui.org/>

Morda niste vedeli:

- Hrvaški projekt e-Građani (eDržavljeni) je bil 28. oktobra 2015 na svetovnem vrhu o odprtem partnerstvu vlad razglašen za najboljši evropski projekt na področju eUprave. Portal eGrađani je bil vzpostavljen junija 2014. Do oktobra 2015 ga je uporabilo več kot 200.000 državljanov, ki dnevno posredujejo v reševanje več kot 13.000 prošenj. Portal je tesno povezan še z dvema drugima projektoma eUprave. Prvi je »osebni poštni predal«, ki ponuja varno elektronsko komunikacijo med državljani in javno upravo. Drugi pa je Nacionalni identifikacijski in avtentikacijski sistem (NIAS), ki zagotavlja enkratno preverjanje in avtentikacijo javnih elektronskih storitev. (Vir: Portal NIO, november 2015)

Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.
3D ATA, d. o. o.

Ulica Mirka Vadnova 1, SI-4000 Kranj
e-naslov: lazarales@gmail.com

Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: klemen.kregar@fgg.uni-lj.si

44. GEODETSKI DAN: ZEMLJOVID ZA DOBRO ODLOČANJE

ČETRTEK, 3. MARCA, IN PETEK, 4. MARCA 2016, V LAŠKEM

Zveza geodetov Slovenije in Celjsko geodetsko društvo ob evropskem dnevu geodetov in geoinformatikov napovedujeta 44. Geodetski dan, ki bo 3. in 4. marca 2016 v Laškem. V četrtek, 3. marca 2016, sta na sporedu slavnostna otvoritvena akademija v počastitev evropskega dneva geodetov in geoinformatikov ter praznovanje 60. obletnice Geodetskega zavoda Celje. V petek, 4. marca 2016, bo strokovni posvet z naslovom *ZemljoVid za dobro odločanje*.

Leti 2015 in 2016 je Mednarodno kartografsko združenje ICA s podporo Organizacije združenih narodov razglasilo za mednarodno leto kart. Karte so že od nekdanj najprimernejši in najbolj razširjen način za predstavljanje stanja prostora. Namenjene so uporabnikom, ki na podlagi prikazanih vsebin sprejemajo odločitve pri raznovrstnih dejavnostih v prostoru.



S pojavom novih tehnologij, ki omogočajo enostavno ter mnogo bolj dostopno pridobivanje, shranjevanje, analiziranje in predstavljanje prostorskih podatkov, sta se oblika in vloga kart bistveno spremenili. Jasno določena merila kart so postale ravni ločljivosti podatkov, nekoč homogena pokritost ozemlja države s kartami je postala vsebinsko in časovno heterogena. Poleg pooblaščenih (državnih) institucij so prostorske podatke začela zajemati in uporabnikom ponujati največja multinacionalna podjetja, ki lahko s kapitalom zagotavljajo vse boljše storitve in podatke za velika območja. Naglo se povečuje krog uporabnikov prostorskih podatkov ter nabor storitev, prilagojenih uporabnikom. Obenem se med (laičnimi) uporabniki pojavljajo povsem prostovoljno naravnane pobude za zbiranje in posredovanje prostorskih podatkov, katerega potencial je pridobitev velike količine prostorskih podatkov (sicer nezanesljive kakovosti) tudi za velika območja v kratkem času.

Tradicionalne analogne karte na papirju dopolnjujejo in nadomeščajo tehnološko sodobnejše oblike – baze topografskih podatkov ali topografske baze, orodja geografskih informacijskih sistemov in drugih aplikacij pa omogočajo enostavnejše, celovitejše ter delno samodejne postopke analiz in sintez nad topografskimi in katastrskimi podatki. Kartografske prikaze uporabniki zaznavamo na najrazličnejših digitalnih medijih, mobilnih napravah. Kart je tako danes več kot kadarkoli, njihovih uporabnikov in pogostnosti uporabe pa prav tako.

Tema tokratnega Geodetskega dneva bo tako vsaj posredno povezana s kartami, za katere nam je Peter Kozler zapustil lep slovenski izraz **zemljovid**. Predavanja in razprave se bodo nanašali na široko področje prostorskih podatkov, s poudarkom na topografskih in katastrskih prostorskih podatkih. Obravnavali bomo nove tehnologije za zajem in obdelavo prostorskih podatkov, metode za zagotavljanje kakovosti podatkov in storitev, načine njihovega posredovanja uporabnikom, ki se na podlagi teh podatkov **odločajo** pri vsakodnevnih dejavnostih načrtovanja, upravljanja in uporabe prostora. Pri tem mnogokdaj niso pozorni na kakovost uporabljenih podatkov in posledice uporabe podatkov brez upoštevanja poznane kakovosti.

V dopoldanskem delu bodo vlogo in pomen prostorskih podatkov predstavili gostje iz tujine: predsednik mednarodnega kartografskega združenja ICA ter eden najbolj prepoznavnih avtorjev knjig in prispevkov s področja prostorskih podatkov in kartografije prof. dr. Menno-Jan Kraak iz Nizozemske; dr. Frank Gielsdorf in Berndt Ashof, ki v Nemčiji delujeta na področju homogenizacije zemljiškega katastra in usklajevanja uradnih prostorskih podatkov, ter prof. dr. Miljenko Lapaine, avtor novega državnega koordinatnega sistema Hrvaške. Sledila bodo predavanja vabljenih predavateljev iz Slovenije ter Slovencev, ki delujejo na tujem. Ti bodo predstavili najsodobnejše tehnološke možnosti za zajem in predstavljanje prostorskih podatkov, stanja topografskih podatkov v Sloveniji in njihove harmonizacije z mednarodnimi pobudami, kot je direktiva INSPIRE.

Na voljo bo dovolj časa za strokovno razpravo, ogled razstavnih prostorov podjetij in institucij, razstave prepoznavnih kart iz različnih obdobj, pa tudi za praktičen poskus uporabe različnih tehnoloških oblik kart. Seveda je obvezen del Geodetskega dneva tudi druženje, zato vas vse vljudno vabimo marca v Laško.

Več informacij lahko najdete na: <http://cgd.si/sl-SI/4477/geodetski-dan>.

V imenu programskega odbora:

predsednik programskega odbora

dr. Dušan Petrovič

predsednik Zveze geodetov Slovenije

mag. Blaž Mozetič

predsednik Celjskega geodetskega društva

Rafael Bohak



MEDNARODNO LETO KARTE V SLOVENIJI

Dušan Petrovič

Mednarodno leto karte 2015 in 2016, ki ga s podporo Organizacije združenih narodov organizira mednarodno kartografsko združenje ICA, je bilo na svetovni ravni uradno razglašeno na 16. kongresu ICA 23. avgusta v brazilskem Riu de Janeiru. Ker se na svetovni ravni kartografi srečujemo le enkrat na dve leti, je razumljivo, da bo večina aktivnosti mednarodnega leta karte izvedena v okviru delovanja komisij in po posameznih državah članicah. V nekaterih državah so s posameznimi dogodki, kot so predavanja, razstave ali posveti, začeli že takoj ali celo že tudi pred uradno svetovno razglasitvijo, vse v skladu z možnostmi in zamislili.

V Sloveniji smo začetek mednarodnega leta karte razglasili na praznovanju 25-letnice Orientacijske zveze Slovenije v nedeljo, 18. oktobra. Na prireditvi v filmskem gledališču v Idriji, eni izmed zibelk športne orientacije v Sloveniji, ki sta jo povezovala televizijski športni znanec Tomaž Hudomalj in lokalna orientacista Katjuša Poljanšek, so predstavili razvoj in posebnosti orientacijskega teka, športa, neločljivo povezanega z izdelavo in uporabo orientacijskih kart, ki so najbolj poenotene med vsemi vrstami kart na svetu. Prireditve je vzbudila veliko zanimanja v lokalnem okolju, poleg orientacistov vseh generacij so se je udeležili predsednik Olimpijskega komiteja Slovenije Bogdan Gabrovec, župan Idrije Bojan Sever, predstavniki Planinske zveze Slovenije, Zveze tabornikov Slovenije, z izjemo preminulega kolega Romana Novšaka tudi vsi nekdanji vodje odbora za orientacijo pri Planinski zvezi Slovenije iz obdobja pred ustanovitvijo Orientacijske zveze Slovenije. Med osrednjimi točkami sta bila uradni začetek mednarodnega leta karte v Sloveniji in podelitev priznanja 8-letnemu učencu iz OŠ Antona Martina Slomška Vrhnika, ki je na mednarodnem tekmovanju otroških risb s kartografsko tematiko, razpisanem ob konferenci v Riu de Janeiru, za svojo risbo *Ves svet je na isti ladji* v kategoriji otrok med 6 in 8 let prejel prvo nagrado ocenjevalne žirije. Priznanje sva mu izročila Krešimir Keresteš, organizator izbirnega tekmovanja v Sloveniji, in doc. dr. Dušan Petrovič, predsednik Sekcije za kartografijo pri Zvezi geodetov Slovenije.



Slika 1: Razglasitev mednarodnega leta karte.



Slika 2: Izročitev priznanja Andražu Umku.

Po prireditvi smo v bližnji mestni galeriji v Idriji odprli razstavo orientacijskih kart, tako sodobnih, današnjih, kot tistih, ki so jih uporabljali na orientacijskih tekmovanjih v Sloveniji od 60. let prejšnjega stoletja vse do danes. Razstavo, ki je le eden v množici pisanih dogodkov v okviru mednarodnega leta kart v Sloveniji, so si v tednu dni ogledali *učenci* idrijskih šol in krajanje Idrije, v prihodnjih mesecih pa bo, še dodatno obogatena, obiskala tudi nekatere druge kraje.



Slika 3: Posnetek z razstave kart.

dr. Dušan Petrovič

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
e-naslov: dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si*

LGD NA ELAFITIH

Vesna Mikek

Iti ali ne iti? Vprašanje, ki je prenekaterega člana Ljubljanskega geodetskega društva mučilo v prvi polovici septembra. Tisoč petsto kilometrov vožnje v treh dneh? A smo šli. V Dubrovnik in na najvišji vrh otoka Šipana. Skoraj za poln avtobus se nas je nabralo.

V oblaku sevniškega Prahu, z večkrat preizkušenim in vzorno prilagojenim vodičem Sebastjanom ter usklajenima dolenskim voznikoma Božem in Damjanom, smo pet minut pred petkom zapustili Ljubljano. Prvo jutranjo kavico smo pili na sončni terasi hotela Jadran v Neumu. Na vprašanje potnice, s čim lahko v Bosni plačujemo, nas je vodič pomiril »primaju sve što liči na novac«. Kje so že tisti tolarji, ki smo jih pozabili menjati ...

Ob 10.30, točno ob dogovorjeni uri, smo na Pilah, pred glavnim vhodom v staro mestno jedro Dubrovnika, srečali lokalno vodičko Heleno. Gospa je Slovenka, ki jo je usoda pred leti presadila v biser Dalmacije. Poleg vodenja slovenskih turistov obvladuje tudi delo medicinske sestre. Znanje, ki ji pri vodenju turistov skozi pregreto kamenje zgodovinskega mesta verjetno večkrat pride prav. Za varčne je pomemben podatek, da ni v Dubrovniku nič zastoj – razen vode pri velikem in malem Onofrijevem vodnjaku, ki je celo pitna.

Vodička nas je seznanila z drobnimi posebnostmi mesta in zgodovino, ki se je za Dubrovnik pričela nekje v 7. stoletju. Največji razcvet je mesto doživelo v 15. in 16. stoletju, v obdobju Dubrovniške republike. Uspeh je temeljil predvsem na dobri organizaciji vodenja, odlični diplomaciji in močnem trgovskem ladjevju. Trgovali so zlasti s srebrom, bakrom in svincem, živosrebrovo rudo, soljo, začimbami ter s hrano, predvsem z žitom, rižem, kavo in sladkorjem. Temelje Dubrovniške republike je dodobra zamajal potres leta 1667, ki je porušil večino stavb. Svoje je k usodi mesta prispeval še požar, ki je sledil potresu. Svetnik in zaščitnik mesta sveti Vlaho ni pomagal, umrli sta skoraj dve tretjini prebivalcev, vključno z vrhom oblasti. Mesto so zgradili na novo, takšno, kot ga vidimo še danes. Gospodarstvo pa si ni več opomoglo. Presenetil nas je podatek, da Neum danes pripada Bosni, ker ga je dubrovniška oblast poklonila Osmanom. Dubrovniška republika je propadla leta 1808, ko je Napoleon ozemlje zasedel ter ga priključil italijanskemu kraljestvu in leto kasneje Ilirskim provincam. Pet let zatem je Dubrovnik postal del Avstro-Ogrske, nato Jugoslavije, Hrvaške ...

Vodička nas je popeljala po Stradunu, glavni ulici, ki povezuje glavni vhod Pile s Staro lukko. Ob velikem Onofrijevem vodnjaku, takoj za vhodom, stoji nekdanji samostan sv. Klare, kamor so zapirali neomožene hčerke bogatih Dubrovničanov. Nasproti je cerkva sv. Spasa, zdaj galerija, ki je edina prestala rušilni potres. Najpomembnejše stavbe stojijo ob glavni ulici, v njih so prebivali dubrovniški veljaki. V strahu pred ponovnim požarom so imele hiše kuhinje v najvišjem nadstropju. V mestu je veliko sakralnih objektov z bogatimi vsebinami, med njimi tudi srbska pravoslavna cerkev z lepo zbirko ikon, džamija in sinagoga, v kateri je muzej. Nasproti Knežjega dvora stoji cerkev sv. Vlahe, katedrala, v kateri lahko med drugimi umetninami občudujemo Tizianovo sliko Marijinega vnebovzvetja nad oltarjem.

Obzidje, ki obdaja staro mestno jedro, ima troje vrat – mestna vrata Pile, skozi katera smo vstopili, severna mestna vrata in vrata ob Stari luki, kjer smo skupni ogled končali. Vsa so v preteklosti zapirali

ob 20. uri. Zaradi preprečevanja širjenja bolezni so se morali popotniki in trgovci pred vstopom v mesto za tri tedne ustaviti v lazaretih ob stari luki.

Po slovesu od dubrovniške Slovenke nam je bil poklonjeno še nekaj časa za samostojno seznanjanje s starim mestom, njegovimi kulinaričnimi in kulturnimi posebnostmi. Sledil je transfer v Babin Kuk do hotela oziroma hotelov, saj so nas nastanili kar v štirih. Krivo je bilo neurje, ki je dan pred našim prihodom mesto temeljito zalilo in zasulo s točo, pri tem pa je poplavilo tudi nam namenjene sobe.

Popoldne smo si organizirali vsak po svoje. Nekaj se nas je odločilo za kohanje na dubrovniški »Copacabana beach« in vrnitev v mesto, drugi so se nazaj proti Pilam odpravili takoj, z lokalnimi avtobusi. Večina se je povzpela na Srđ, 415 metrov visok hrib nad starim mestnim jedrom. Nanj peljeta gondolska žičnica in ozka cesta, čeprav so se najbolj športni odpravili kar peš. Po približno štiristo stopnicah skozi mesto so nadaljevali vzpenjanje po serpentinasti romarski poti. Trud je bil pošteno poplačan z razgledom z vrha. Vse mesto, bleščeča modrina morja z Elafitskimi otoki, Pelješcem, Mljetom, Lastovom, Cavtatom in Konavljami ležijo kot na dlani. Na vrhu so restavracija, razgledna ploščad, križ in ostanki trdnjave z Muzejem domovinske vojne.

Sobota je bila namenjena osvajanju največjih Elafitskih otokov in enega vrha. Elafitski ali Jelenji otoki so najverjetneje dobili ime zaradi svoje oblike. Sestavlja jih osem otokov, pet otočkov in nekaj čeri: Daksa, Koločep, Sv. Andrija, Lopud, Ruda, Šipan, Mišjak, Jakljan, Kosmeč, Goleč, Crkvine, Tajan, Olipa. Naseljeni so le trije. V pristanišču Gruž smo se vkrcali na manjšo barkačo, ki je pogumno oddrdrala proti največjemu med njimi, Šipanu. Pravijo mu tudi Zlati otok.

Ob razgibani zahodni obali smo pripluli do Šipanske luke, največjega kraja na otoku. Po nešteti stopnicah smo se kar takoj povzpeli iz vasi proti Veljemu vrhu. Ob poti in na njej je bilo vse polno zrelih rožičev. Nad vasjo smo dosegli cesto, a kmalu zopet zavili na markirano pot, ki pa je postajala vse ožja, markacij je zmanjkalo, le še kakšen kamnit močic ali prazna pločevinka piva sta kazala smer. Na Veljem vrhu (243 m) je bilo ob anteni komaj dovolj prostora za vse. Malica, nekaj fotk, in že smo se vračali proti morju. Žejni in pregreti smo se zbrali v prvi konobi, za ogled otoških znamenitosti nam je zmanjkalo energije. Pa je bil otok poseljen že v rimskih časih in hrani kar nekaj arheoloških ostankov, a so opaznejše sledi novodobnega magnata. Otok ima danes okoli 500 prebivalcev, ki živijo v dveh naseljih – Šipanski Luki in Suđurađu. Ukvarjajo se predvsem z ribolovom, gojenjem vinske trte, agrumov, fig in oljkarstvom.

Namesto za ogled otoka smo se odločili za obisk še enega od Elafitov, Lopuda. Domačini mu pravijo tudi Otok kapitanov. Zaznamujejo ga bujna vegetacija, parki, veliko cerkvic (v 16. stoletju celo trideset) in samostanov. Najopaznejši med njimi je frančiškanski samostan iz 15. stoletja. Začetki Lopuda, edinega naselja na otoku, segajo že v antiko. Vodič Sebastjan nam je obljubljal kohanje na najlepši peščeni plaži, imenovani Šljun. Vetru, ki nas je neprijazno sprejel, smo ušli, ko smo se podali v notranjost otoka, med vinograde in nasade oljk. Obljubljenih deset minut hoje se je za večino pohodnikov več kot podvojilo. Prispeli smo v miren zaliv, s turkizno zelenim morjem, mivko, dvema zasilnima lokalčkoma in eno, močno nagnjeno kabino. Kohanje v ne premrzlem, komaj še septembrskem morju se je nadvse prileglo. Za vrnitev smo raje izbrali turistične avtomobilčke. V luki so nas pričakali močan veter in besno razpenjeni valovi, ki so ob izplutju krepko zibali našo lupinico, potniki na krmi pa so bili deležni tudi morske prhe. K sreči se je morje za otokom umirilo, tako da smo brez morske bolezni in drugih zapletov zapluli v dubrovniško luko Gruž.

Zadnji dan smo se že zjutraj napotili proti domu. Na stojnicah v rodovitni dolini Neretve smo nakupili vitamine, med in nekaj drugih pridelkov tamkajšnjih kmetov. Mesto z največkrat spremenjenim imenom

– Ploče (Ploča, Aleksandrovo, Porto Tolero, Ploča, Kardeljevo, Ploče, Kardeljevo, Ploče) smo videli le od daleč. Približno na polovici poti, tako smo vsaj mislili, v Benkovcu, smo se ustavili na kosilu. Medtem ko smo uživali ob domačih aperitivih in slastni teletini izpod peke, se je okoli Velebita krepila burja. Presegla je še sprejemljive Bofore in morali smo spremeniti smer vožnje. Namesto po avtocesti proti Zadru smo se podali proti Gračcu, prečkali slikovito reko Zrmanjo ter se po stari cesti vzpenjali po nekoliko mirnejšem pobočju Velebita. Voznika sta bila tako navdušena nad magistralco, da sta po njej nadaljevala vožnjo vse do Karlovca. Vmes sta nas presenetila še s postankom za restavracijo Macola v Korenici, kjer imajo manjši živalski vrt z medvedjim parom, srnami, jeleni, perjadjo, dvema merjascema in obilico blata.

Vožnja se je s spremenjeno smerjo krepko podaljšala in prihoda v Ljubljano smo se razveselili šele v poznih večernih urah.



Slika 1: Začetek ogleda Dubrovnika. (Foto M. Muck)



Slika 2: Pogled na Dubrovnik. (Foto M. Ažman)



Slika 3: Skupinska slika na Veljem vrhu, najvišjem vrhu otoka Šipan (243 m). (Foto M. Muck)



Slika 4: Pred pristankom na otoku Lopud. (Foto M. Muck)



Slika 5: Dobrote, ki jih ponujajo stojnice v dolini Neretve. (Foto M. Muck)

STAREJŠE ČLANICE IN ČLANI LGD V REZIJU

Pavel Zupančič

Tudi letos sta Miloš in Stane nam starejšim članicam in članom Ljubljanskega geodetskega društva pripravila zanimivo popotovanje. Šli smo med zamejske Slovence na italijansko stran, v Rezijo. Po deževni sredi je bilo vreme v četrtek, 8. oktobra 2015, lepo. Peljali smo se proti Primorski. Prvič smo se ustavili pred Gorico na zajtrku. Sendviče smo dobili pri avtobusu, na kavo pa smo šli na bencinsko črpalko. Nadaljevali smo pot proti Vidmu po lokalni cesti, s katere so se ponujali čudoviti razgledi na vse strani. Videm smo si ogledali iz avtobusa in nadaljevali pot proti severu ob reki Tagliamento, ki ima širok bel prod in barvo, podobno naši Soči. Pred Moggio Udinese smo zavili desno v dolino Rezije (slika 1).

V kraju Ravance nas je sprejel predsednik kulturnega društva »Ta rozajanski dum« Sandro Quaglia. V dvorani kulturnega doma je zelo živo opisoval zgodovino Rezije, največ pa je govoril o rezijanskem dialektu, njihovih navadah, glasbi, plesu, celo zaplesal je z eno od naših udeleženk. Zanimivo je, da se Rezijanci sami ne imenujejo Slovenci, pravijo, da so samo »naši«, Slovincem pa rečejo »ta bovški«. Šli smo tudi v muzej naravnega parka Julijske Predalpe. Park je podoben Triglavskemu narodnemu parku. Varuje neokrnjeno naravo in živalstvo v njem, varuje tudi pred naseljevanjem in prometom. Velik je približno 100 km², vendar se nikjer ne stika s Triglavskim narodnim parkom.

V Ravancah smo si ogledali župnijsko cerkev (slika 2). Prvotna cerkvena, ki je stala tu, naj bi obstajala že leta 1099. Današnja cerkev je nastajala v naslednjih stoletjih, zelo je bila poškodovana med potresom leta 1976, danes je povsem obnovljena. Do leta 1933 so v cerkvi govorili »po naše«. Takrat so začeli prihajati italijanski župniki, ki ne znajo rezijanskega dialekta, verniki pa pojejo še vedno »po naše«. Naš gostitelj Sandro je na koncu v cerkvi zelo lepo zapel njihovo velikonočno pesem v rezijanščini.



Slika 1: Kažipot za Rezijo.



Slika 2: Župnijska cerkev v Ravancah.

Odpeljali smo se v vas Solbico, kjer je zelo bogat brusaški muzej. Rezijanci so bili potujoči brusači, popravljali so orodje, dežnike, brusili nože, britve, medicinsko orodje. Potovali so po sosednjih deželah. Razstavljeno je njihovo orodje, največ je koles za vožnjo, ki so bila prirejena za poganjanje brusa (slika 3).

Rezija ima dvanajst vasi, deset jih je še naseljenih. Pred potresom je bilo tam kakih 2000 prebivalcev, zdaj jih je še približno 800. Ob potresu je bilo veliko hiš in hlevov podrtih, nadomestili so jih z montažnimi hišami brez hlevov, veliko ljudi se ni več vrnilo v Rezijo.

Po končanem programu smo se vrnili po dolini Rezije do magistralne ceste, po njej smo se peljali proti severovzhodu, ne po avtocesti, zato da smo lahko uživali v lepih razgledih po okoliških hribih. Peljali smo se skozi Trbiž in naprej mimo Kranjske Gore. Za krajši čas smo zavili v Planico ter si ogledali nove smučarske skakalnice in gradbišča smučarskega centra.

Ob 17h smo prispeli do lovske kočice nad Žirovnico v dolini Završnice, ki je ob poti proti Valvasorjevemu domu na Stolu. Po treh urah prijetnega druženja ob obilni in dobri večerji ter pijači smo se zadovoljni odpeljali proti Ljubljani. Prijazen šofer avtobusa Ivan iz podjetja Nened d.o.o. nas je res varno pripeljal, za kar se mu iskreno zahvaljujemo. Prav tako zaslužita izredno pohvalo tudi Miloš in Stane. Naše upanje pa je, da tudi drugo leto krenemo v še neznano ter se zopet vidimo v tako velikem številu, še naprej zdravi, veseli in na koncu tudi srečni (slika 4).



Slika 3. Kolo za vožnjo, ki je bilo prirejeno za poganjanje brusa in je razstavljeno v brusaškem muzeju v Solbici.



Slika 4: Skupinska slika udeležencev izleta v Rezijo.

*Pavel Zupančič, upokojenec
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: pismo@lgd.si*

*Fotografije: Lija in Miloš Šušteršič
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: lija.milos@gmail.com*

USPOSABLJANJE EVROPSKE VESOLJSKE AGENCIJE V MARIBORU ZA RADARSKO DALJINSKO ZAZNAVANJE

Irena Rojko, Jernej Nejc Dougan, Grega Šoič

V začetku septembra je na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru potekalo enotedensko usposabljanje za radarsko daljinsko zaznavanje *6th ESA Training Course on Radar Remote Sensing*. Med približno tridesetimi udeleženci iz Evrope in širše nas je bilo malo manj kot pol Slovencev, od tega štirje predstavniki geodetske stroke, in sicer absolventi magistrskega študija geodezije in geoinformatike. Organizator, Evropska vesoljska agencija (ESA), s tovrstnimi brezplačnimi usposabljanji širi poznavanje in uporabo prosto dostopnih podatkov in programske opreme. Gre za radarske posnetke, pridobljene s satelitom Sentinel-1, in ustrezen programski paket SNAP.



SLIKA 1: Udeleženci Esinega izobraževanja Radar Remote Sensing Course 2015 v Mariboru. (Vir: <http://www.trisat.um.si/esaradar/>)

V okviru usposabljanja se je pred nami zvrstilo mnogo strokovnjakov s področja radarske tehnologije (SAR). Predavanja so se delila na štiri sklope. Uvodno predavanje s pregledom področja radarskega daljinskega zaznavanja je vodil dr. Francesco Sarti (ESA). Nadaljevali smo z osnovami radarskega daljinskega

zaznavanja in fizikalnim ozadjem delovanja sistemov. To področje nam je predstavil dr. Christian Thiel (Univerza v Jeni). Prvi dan smo se tako spoznali z delovanjem tehnologije SAR.

Sledila so predavanja bolj aplikativne narave, ki nam jih je predstavil dr. Francesco Holecz (SAR-Map). Govor je bil predvsem o določanju rabe tal na podlagi radarske polarimetrije. Na praktičnem primeru nam je dr. Holecz opisal, kako za mnoge države pridelovalke riža letno ocenjujejo predvideno količino pridelanega riža. Z diferencialnim interferometričnim radarskim daljinskim zaznavanjem nas je seznanil vodja oddelka za misije SAR pri nemški vesoljski agenciji (Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt) dr. Paco Dekkar. Podal nam je vpogled v razvoj področja in potencialne prihodnje misije.

Zaključna predavanja so bila posvečena pomorskim aplikacijam SAR. Dr. Martin Gade nam je predstavil uporabo tehnologije SAR za sledenje ladjam, iskanje naftnih madežev, spremljanje vetra in podobno. Vsakemu sklopu predavanj je sledila praktična vaja na računalniku, pri čemer smo se spoznali s programskim paketom SNAP.

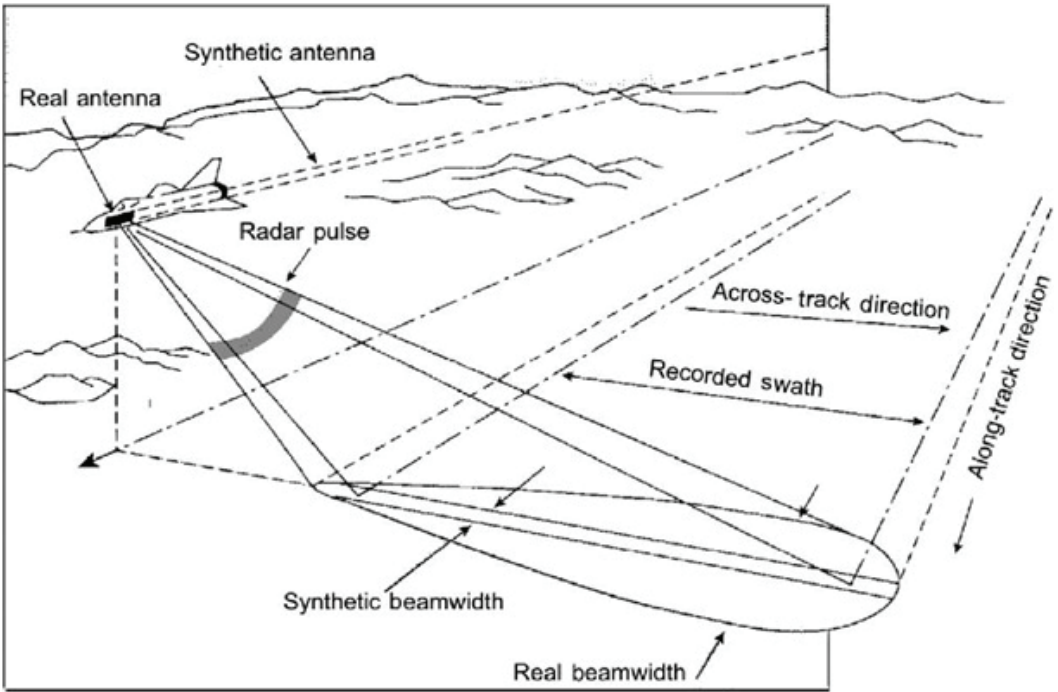
Udeleženci smo na tečaju spoznali osnove iz teorije in prakse, zato lahko zdaj samostojno uporabimo pridobljeno znanje. Podatki in programska oprema so torej brezplačno na voljo na Esinih spletnih straneh. Široka uporaba tehnologije SAR je zabeležena v mnogih virih in gotovo se v njih najde tudi kakšna zamisel za slovenske uporabnike. Za tiste, ki tehnike SAR še ne poznate, dodajamo kratek opis.

NA KRATKO O TEHNOLOGIJI SAR

SAR je kratica za angleški izraz *synthetic aperture radar*, kar v slovenskem prevodu pomeni sintetično odprinski radar. Kot pove že ime, sistem za delovanje uporablja radarske valove. Taka radarska naprava je najpogosteje nameščena na raziskovalnih letalih ali vgrajena v satelitske sisteme, saj je ključnega pomena za njeno delovanje premikanje platforme. Med premikanjem sistem stalno oddaja in sprejema radarske valove ter hkrati beleži svojo lokacijo v prostoru. S takim postopkom SAR namreč navidezno poveča velikost sprejemne antene, s čimer izboljša prostorsko ločljivost posnetkov.

Sistemi SAR spadajo med aktivne sisteme, saj so hkrati oddajniki in sprejemniki valov, s katerimi opazujejo cilj. Zelo uporabna lastnost tehnologije SAR je uporaba radarskih valov, ki brez težav prehajajo skozi oblake. Sistemi SAR beležijo intenziteto odbitih radarskih valov, zato so dobljeni posnetki vedno v črno-belih tonih, pri njihovi interpretaciji si pomagamo z obarvanjem različnih vrednosti intenzitete. SAR se zelo pogosto uporablja pri nalogah daljinskega zaznavanja za slikanje oziroma kartiranje površja Zemlje in tudi površij različnih planetov ter drugih objektov našega osončja.

Pri tehnikah obdelave radarskih posnetkov sta zelo pogosta postopka radarska polarimetrija in radarska interferometrija, kjer se poleg izmerjene intenzitete odboja kot ključen podatek uporablja pridobljena faza valovanja. Rezultati radarskega snemanja in naknadnih postopkov obdelave so lahko dvorazsežne slike in trirazsežni modeli.



SLIKA 2: Prikaz snemanja površja s sistemom SAR. (Vir: <http://what-when-how.com/remote-sensing-from-air-and-space/synthetic-aperture-radar-remote-sensing/>)

Irena Rojko, dipl. inž. geod (UN)
e-naslov: irena.rbs@gmail.com

Grega Šoič, dipl. inž. geod (UN)
e-naslov: grega.soic@gmail.com

Jernej Nejc Dougan, mag. inž. geod. in geoinf.
e-naslov: nejcdougan@gmail.com

I DID IT MY WAY

Aleš Šuntar, Matjaž Hribar

Kranj, poletje. Sončen, vroč dan, nebo brez oblaka, življenje utripa v pisanih barvah. V ozadju nam poje Frank Sinatra pesem, ki je bila tvoj življenjski moto in si nam jo namenil v slovo: »I Did It My Way«. Kakšna simbolika! Prav takšno kot ta dan je bilo tvoje življenje: pisano, svetlih barv, živahnega utripa. In takšna kot ta pesem je bila tvoja življenjska pot: neponovljiva, pozitivna, polna svobode ... le tvoja.

Oaza miru, ciprese. Črni kravati. Stojiva na žgočem soncu. Tiha, misli letijo. Ne, ne toliko žalostna, bolj osamljena. Čutiva potrebo po piki na i, zadnji debati, moškem pozdravu s cmokom v grlu. Stojiva tiha, misli letijo.

Čutiva, da je stanje dokončno, nerešljivo. Učil si naju, da ni nič nerešljivo, da je vse le izziv, priložnost za novo, več in bolje. Rabiva debato, korekcije, usmeritve, rabiva mentorja, moderatorja! Midva pa sva sama, osamljena. Pred novim izzivom, kako iz tega narediti priložnost. A kako?

Mislita, koncentrirano mislita, tako si naju učil! Očitno imata napačen zorni kot, poglejta na problem širše, iz drugih perspektiv.

Misliva nate kot na pedagoga. Poznala sva te tako rekoč vse poklicno življenje, vedno si bil najprej človek, bil pa si tudi vzgojitelj, vedno si izbiral svojo pot, kako oblikovati ljudi in kako oblikovati odnose z njimi. Skozi tvoje roke je šlo veliko mladih, sreča za nas, v življenje smo odnesli nekaj veliko vrednega, tvojo popotnico, tvoj odnos do dela, stroke, sočloveka. Bil si pedagog, pedagog po srcu, to prenašal taktno, nevsiljivo vedno in povsod na mlade in stare. Nisi se zadovoljil s predavanji na FGG, predaval si tudi na srednjih ter drugih visokih in takrat višjih šolah.

Misliva nate kot na geodeta. Vedno si bil konstruktiven, znal si povezovati na vseh ravneh (univerza, geodezija, študentje, sodelavci), nikoli nisi razdiral ali spodbujal konfliktov, vedno si povezoval, gladil, združeval. Vedno znova sva se čudila, kako ti uspe! Tak si bil, človek z veliko začetnico. Hvala ti, Peter. V geodezijo si vnesel nov veter tudi na področju stroke in vloge geodezije v slovenski družbi. V času, ko si začel z informatiko, smo bili geodeti pionirji na tem področju in eni najbolje šolanih informatikov, računalničarjev pri nas. Še danes nas je kar nekaj po centrih za informatiko v podjetjih v Sloveniji. Da ne govorimo o zemljiškem katastru, komasacijah, kjer te je bilo res veselje poslušati na predavanjih. Skupaj smo bili v številnih razvojnih pa tudi povsem gospodarsko naravnanih projektih. Nikoli ne bova pozabila, ko si razlagal, da če želimo narediti nekaj dobrega, ekonomsko uspešnega, širši družbi koristnega, razmislimo, kakšno bo stanje na danem področju čez pet, deset let, prilagodimo projekt oziroma izdelke stanju razvoja, ki bo takrat.

Misliva nate kot na vizionarja, raziskovalca. Razumel si aktualne potrebe družbe, a si znal razumeti tudi prihodnje. Od vsega začetka si razumel, da se mora univerza – poleg delovanja na področju izobraževanja in razvoja stroke – povezovati z gospodarstvom, da je tudi to njena naloga in vloga v družbi. Že leta 1992 si razmišljal o novih oblikah izobraževanja, pa ne samo razmišljal, skupaj smo ustanovili Inštitut za geografske informacijske sisteme. Ideja je bila vizionarska, celo preveč za takratni čas. Razumemo jo lahko šele danes, če si podrobneje preberemo novo finančno perspektivo 2014–2020. Ja, Peter, vedel si že pred 20 leti!

Misliva nate kot na stratega, pionirja. Bilo ti je jasno, da geodezija ni le tehnika in tehnologija. Učil si naju, da sta tehnika in tehnologija koristni le v službi družbe in napredka. Da je treba razumeti probleme v družbi in da problemi niso problemi, temveč potrebe. Potrebe pa kličejo po rešitvah, zato jih morava videti kot priložnosti. Potem je samo od naše sposobnosti in širine odvisno, ali bomo priložnosti izkoristili. In če družba ne razume naših rešitev, to ni težava družbe, temveč moramo mi poskusiti poiskati novo, primernejšo rešitev. Bila sva ponosna, da sva Geodeta, s tabo je bila geodezija stroka, ki je kotirala visoko v naši družbi, bila je spoštovana. V tvojem času se je vzpostavil močan zasebni sektor kot dodatno vodilo razvoja geodezije. Ja, bil si pionir in mi smo bili s tabo, tvoja pot je bila in postala tudi najina, naša pot.

Peter, počasi se nama svita, potrebne so druge perspektive. Tvoja zapuščina ni materialna, je duhovna. Ti si velik človek, mentor, vzornik, nedosegljivi ideal »geodetskega intelektualca«. Ne potrebujemo debate, dovolj je, da zapreva oči, pomisliva, kako bi ti ravnal v najini koži, in stvari postanejo jasne, lahke, obvladljive. Zaznamoval si naju predvsem kot človeka, pa tudi kot geodeta in menedžerja, vse za to, da sva našla in uspešno razvila vsak svojo pot.



Nisi odšel prvič. Ne, nikoli nisi bežal, nikoli nisi bil šibek. Vedno si odšel z razlogom in dostojanstveno. Odšel si, ker si dosegel svoje cilje, ker si potreboval nova obzorja in izzive. Odšel si, da si dal prostor drugim, mlajšim. Odšel si, da si se izognil nekaterim ljudem in nepotrebnim konfliktom. Odšel si, ker si bil močan in si imel možnost izbire.

Ja, prof. dr. Peter Šivic, razumeva, tudi zadnjič odhajaš kot gospod, brez nepotrebnih besed in velikih zahval. Saj okrog nas vendar utripa življenje, živahno, pisano in svetlih barv. Ne bova se zahvaljevala, le obljubiva ti, da bova kot doslej nadaljevala in nadgrajevala tvojo pot geodeta, vizionarja in stratega ter po svoje sooblikovala naš ponos, geodezijo in nov rod geodetov!

V večnost naj ti poje Frank Sinatra pesem v slovo: »I Did It My Way«.

mag. Aleš Šuntar, univ. dipl. inž. geod.
Igea d. o. o.
Koprska 94, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: ales.suntar@igea.si

mag. Matjaž Hribar, univ. dipl. inž. geod., PMBA
Monolit d. o. o.
Letališka 33d, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: matjaz@monolit.si

DUŠAN NOVAK – IN MEMORIAM



(31. 10. 1958–6. 11. 2015)

Sredi lepega sončnega jesenskega dne je v nas zarezala vest, da se je poslovil naš sodelavec, geodet, Dušan Novak.

Rodil se je 31. oktobra 1958 v Velikem Lipju v Suhi Krajini. V kmečki družini, navajeni skromnosti in trdega dela, je živel še s tremi sestrami. Po osnovni šoli so mu starši kljub slabemu materialnemu položaju omogočili šolanje na srednji gradbeni šoli (geodetski odsek) v Ljubljani. Leta 1977 ga je končal in se 1. avgusta 1977 kot geodetski tehnik zaposlil na Geodetski upravi skupščine občine Novo mesto.

Začel je kot pripravnik geodet, z meritvami po naročilu strank, na terenu in v pisarni. To delo je opravljal z veliko volje in energije. Kot športniku po duši je delo na terenu še posebno ugajalo, rad je tudi delal z ljudmi. Ves čas svoje aktivne delovne dobe je bil zaposlen na geodetski upravi.

Menjale so se lokacije službe, menjale so se vlade, sistemi in celo država. Menjalo se je delo in način dela, ki ga je začel kot geodet, in ostal je geodet.

V zadnjih letih je delal na področju registra prostorskih enot. Z veliko vnemo se je lotil projekta urejanja hišnih števil in registra nepremičnin. Želel si je, da bi imele stranke zadeve urejene. Bil je natančen, neutrujen, dosleden. Včasih je obstajal vtis, da bi nekatere težave lahko rešili drugače, a bil je prepričan v svoje delo.

Ob tem trenutku prihajajo na dan spomini in dogodki na dolgoletnega sodelavca. Začnejo se takrat, ko smo kot pripravniki na geodetski upravi pričeli delati v stavbi na Novem trgu 1, ki je že davno porušena, skupaj smo se selili v stavbo na Novi trg 6, skupaj preživljali mraz in vročino, pa tudi razne prigode, naslednja selitev je bila za nekaj časa v stavbo na Rozmanovi ulici in na koncu v Bršljin.

Za njim bo v arhivu geodetske uprave ostalo veliko terenskih skic in drugih zapisov, pri katerih je bil dosleden. Zavedal se je, da je to eden od pogojev za poznejšo uporabnost podatkov.

V Stranski vasi pri Žužemberku si je z ženo ustvaril dom in družino, ki mu je pomenila vse in iz katere je črpal energijo.

Ob tem ne morem mimo misli, da je zaspal, kot bodo zaspale njegove rože in drevesa, ki jih je sadil in negoval z vsem žarom in veseljem. Toda rože se bodo spomladi prebudile in spominjale na Dušana. Ob slovesu mu želimo miren počitek in si želimo, da bodo rože in drevesa, o katerih je s takšnim žarom govoril, čim dlje spominjale nanj.

Dušan, hvala ti, da smo bili tvoji sodelavci!

Majda Meštrič

BRANE KERSNIK – IN MEMORIAM



(1958–2015)

Dragi Brane,

Smrt se izlila je v blede obličje,
Pogled je zaplaval v neznani pokoj,
Ni več trpljenja ne bolečine,
Življenje je tvoje končalo svoj boj.

Brane, pretreseni smo obnemeli, ko smo zvedeli za kruto resnico, da si se za vedno poslovil od nas. Žalost nam stiska srce, prenekatera solza nam zdrsne po licu in nemo priča, da si bil naš.

Kleno in možato si se boril z zahrbtno boleznijo, toda žal je bila končni zmagovalec ona.

Zamrl je tvoj korak po hodnikih geodetske uprave, zamrl je tvoj prijazno hudomušni glas »kaj imate spet, saj bom pripravil«. Nikoli več nam ne boš nosil bombonov, prvega grozdja in jabolk, ki si jih nabral na svojem vrtu. Ja, žal so to le še spomini, še kako boleči ob dejstvu, da ob smrti ni vrnitve, da smrt pomeni konec. Kako prav je imel Dante, ko je zapisal:

»Najhujša vseh je bolečina ob smrti, veselih srečnih dni spomin.«

Te bolečine, ti spomini pa niso le suhoparne črke, napisane na listu papirja, ki jih zbledi čas, te bolečine in spomini bodo v naših srcih ostali dolgo, dolgo.

Brane, slovo ne bi bilo popolno, če ne bi bilo združeno z veliko zahvalo za vse, kar si storil v svojem življenju, zahvalo za vse, kar si podaril času in ljudem, zahvalo za vse prijetne ure, ki smo jih preživeli s teboj, in teh ni bilo malo.

Kosovelove vrstice pravijo:

»Sedaj, ko si odšel in si zaprt sam vase
ter o svoji bolesti molčiš, le v sivo temino razmišljaš, kako zaman hrepeniš.«

Brane, še enkrat hvala za vse, počivaj v miru.

*Bogdana Šuvak,
geodetska pisarna Radovljica*

ROMAN NOVŠAK – V SPOMIN



(1955–2015)

Osemnajstega novembra je bila na geodetski upravi žalostna dolga sredo. V popoldanskih uradnih urah, ko običajno sprejemamo stranke, odločamo o urejanju meja in parcelaciji parcel ter urejamo podatke o nepremičninah, smo se poslovili od svojega sodelavca, vodje, svetovalca, izvedenca, člana in prijatelja Romana Novšaka.

Noben problem ni tako velik, da se ga ne bi dalo rešiti, je dejal.

Tako se je loteval vsega, kar je prišlo predenj v življenju, službi in drugod.

Po gimnaziji v Brežicah je nadaljeval študij na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. Za diplomsko nalogo si je kot planinski zanesenjak izbral temo Izmera Severne triglavske stene z metodo terestrične fotogrametrije in izvedenotenje narisa. Zahtevna naloga o izmeri naše najmogočnejše stene – s kolegom Vešligajem sta pod mentorstvom profesorja Miroslava Črnivca zanjo porabila vsak več kot 1500 ur dela.

A noben problem ni tako visok, da se ga ne bi dalo rešiti, bi rekel Roman.

Po diplomski se je zaposlil na geodetski upravi občine Sevnica in leta 1982 postal njen načelnik. Krajši čas je vodil oddelek za prostor občine Sevnica. Pri reorganizaciji geodetske uprave je pripomogel, da je leta 1995 nastala območna geodetska uprava Sevnica, ki obsega geodetske pisarne v Sevnici, Krškem in Brežicah. Vodil jo je v časih, ki so bili bolj ali manj burni za geodetsko službo. Pod njegovim vodstvom je OGU Sevnica med prvimi v Sloveniji pretvorila vse podatke zemljiškega katastra v digitalno obliko. Prav tako je bilo z njegovim sodelovanjem izvedenih več pilotnih projektov, pri katerih je OGU Sevnica kot testno območje preverila nova programska orodja, nove načine evidentiranja nepremičnin, novo evidenco katastra stavb, uvajanje povezave z zemljiško knjigo in davčno upravo, nove načine digitalnega arhiviranja geodetske dokumentacije in drugo.

A noben problem ni tako nov, da se ga ne bi dalo rešiti, bi rekel Roman.

Na ravni geodetske uprave Republike Slovenije je aktivno sodeloval v več komisijah in projektih skupinah, pri pripravi zakonodaje, predpisov in navodil. Predaval je na geodetskih posvetih, seminarjih, medresorskih strokovnih srečanjih ter slušateljem na izobraževanjih za geodetsko izkaznico. Bi je tudi član strokovne izpitne komisije za pridobitev geodetske izkaznice.

Kot soustanovitelj Društva sodnih izvedencev in cenilcev geodetske stroke Slovenije je bil tudi njegov drugi predsednik in predavatelj s področja izvedeništva. Pri reševanju posameznih zahtevnejših primerov urejanja meja je uporabil veliko strokovnega znanja, pa tudi izkušenj in »jeklenih« živcev. Ob uvedbi vrednotenja nepremičnin in pripravah na nepremičninski davek se je pojavilo veliko zahtevnih primerov.

A noben problem ni tako zahteven, da se ga ne bi dalo rešiti, bi rekel Roman.

Bil je zelo prizadeven član Dolenjskega geodetskega društva in njegov večkratni predsednik. Dejavno je negoval mednarodne stike s predstavniki geodetske stroke v tujini. Sodeloval je pri pripravi turistične, pregledne in mestne karte Sevnice. Strastno je zbiral arhivsko gradivo s področja geodezije v Posavju. Kot član Zveze geodetov Slovenije je leta 2006 sodeloval pri prenovi slovenske geodetske zbirke na gradu Bogenšperk. Leta 2013 je dobil priznanje Zveze geodetov za pomemben prispevek k razvoju stroke in uspehe pri doseganju ciljev Zveze geodetov Slovenije.

A noben problem ni tako obširen, da se ga ne bi dalo rešiti, bi rekel Roman.

Dragi Roman!

Življenje ti je bilo velik izziv. Zanimanje in strast sta te gnala za velikimi in malimi stvarmi. Vsako si hotel raziskati, preveriti, ji priti do dna ali vzroka. Na sestankih, predavanjih in posvetih smo vsi vedeli, da se boš javil, oglasil, komentiral, vprašal. Navadili smo se na tvoje maile, poslane sredi noči.

Rad si užival v mnogih lepih stvareh. V številkah, besedah, zgodovini, naravi, gibanju, plesu. Tvoj neizčrpni vir energije je bil navdih za vse nas.

Noben problem ni tako težak, da se ga ne bi dalo rešiti, si rekel.

Žal ti tega zadnjega, samo tvojega, ni uspelo.

Sodelavci te bomo pogrešali – odprto knjigo izkušenj, zgodb, dogodivščin.

Vzel si si čas, prisluhnil, pomagal, povezoval.

Ponosni smo, da smo sodelovali s teboj in del tvoje poti hodili skupaj.

Ob naslednjih dolgih sredah, ko bomo tvoji sodelavci končevali delovnik in ugašali luči, se bomo spomnili nate. Na strokovnjaka neizmerno radovednega uma in ustvarjalnega nereda.

Na brlečo lučko v tvoji pisarni izza kupa spisov, dokumentov in knjig, na tvojo energijo in strast ter na tvoj žar v očeh.

»Ljudje bodo pozabili, kaj ste govorili,
Ljudje bodo pozabili, kaj ste naredili,
Vendar ne bodo pozabili, kako so se v vaši družbi počutili.«

Maya Angelou

Počivaj v miru!

Tvoji sodelavci

KOLENDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV

V OBDOBJU JANUAR–MAREC 2016

Aleš Lazar

V SLOVENIJI

-
- 22.–23. januar 2016 **8. Informativa**
Ljubljana, Slovenija
Spletna stran: <http://www.informativa.si>
-
- 27.–29. januar 2016 **IFAM & INTRONIKA 2016**
Celje, Slovenija
Spletna stran: <http://www.icm.si/>
-
- 3.–4. marec 2016 **44. Geodetski dan**
Laško, Slovenija
Spletna stran: <http://cgd.si/sl-SI/4477/geodetski-dan>

V TUJINI

-
- 18.–20. januar 2016 **Defence Geospatial Intelligence Conference 2016**
London, Velika Britanija
Spletna stran: <http://dgi.wbresearch.com/>
-
- 27.–28. januar 2016 **SkyTech 2016**
London, Velika Britanija
Spletna stran: <http://www.skytechevent.com/>
-
- 2.–4. februar 2016 **The Unmanned Systems Expo (TUSEXPO)**
Haag, Nizozemska
Spletna stran: <http://tusexpo.com/>
-
- 8.–12. februar 2016 **IGS Workshop 2016**
Sydney, Avstralija
Spletna stran: <http://igsworkshop2016.org/>

10. februar 2016	2nd FIG Young Surveyors North American Meeting Lausanne, Švica Spletna stran: http://www.fig.net/organisation/networks/ys/
10.–12. februar 2016	EuroCOW 2016 Lausanne, Švica Spletna stran: http://www.eurocow2016.org/
18.–19. februar 2016	7th International Conference “Geodesy, Mine Survey and Aerial Photography. At the turn of the centuries” Moskva, Rusija Spletna stran: http://www.con-fig.com/
22.–24. februar 2016	International LiDAR Mapping Forum (ILMF) Denver, ZDA Spletna stran: http://www.lidarmap.org/international/
26. februar 2016	Esri DevSummit DC Washington, ZDA Spletna stran: http://www.esri.com/events/devsummit-dc
1.–2. marec 2016	map.apps Days Münster, Nemčija Spletna stran: http://www.conterra.de/
7.–8. marec 2016	EuroSDR Educational Service 2016 Varšava, Poljska Spletna stran: http://www.eurocdr.net/education/current
7.–8. marec 2016	18. Münchner Tage für nachhaltiges Landmanagement München, Nemčija Spletna stran: http://www.bole.bgu.tum.de/index.php?id=159
16.–18. marec 2016	GIS Ostrava 2016 Ostrava, Češka Spletna stran: http://gis.vsb.cz/gisostrava/
23.–24. marec 2016	World Water Works Antwerp, Belgija Spletna stran: http://www.worldwaterworks.nl

-
29. marec 2016 **Latin American Remote Sensing Week**
Santiago of Chile, Čile
Spletna stran: www.lars.cl
-
30. marec–1. april 2016 **3rd Joint International Symposium on Deformation Monitoring**
Dunaj, Avstrija
Spletna stran: <http://www.jisd2016.org/>

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja z zemljišči in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali v tujini pošiljajte na e-naslov: lazarales@gmail.com.

Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.
3DATA, d. o. o.
Ulica Mirka Vadnova 1, SI-4000 Kranj
e-naslov: lazarales@gmail.com

SEZNAM RECENZENTOV ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ČLANKOV GEODETSKEGA VESTNIKA V LETU 2015

THE LIST OF GEODETSKI VESTNIK'S REVIEWERS OF SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL ARTICLES IN THE YEAR 2015

Dr. Ivan R. Aleksić (Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Srbija)

Dr. Tomaž Ambrožič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Željko Bačić (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvaška)

Katja Bajec (Sinergise, d. o. o.)

Dr. Tomislav Bašić (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvaška)

Sandi Berk (Geodetski inštitut Slovenije)

Mag. Gregor Bilban (Geoservis, d. o. o.)

Dr. David Bole (Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti)

Dr. Boštjan Brank (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Mario Brkić (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvaška)

Dr. Andreja Cirman (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta)

Dr. Marjan Čeh (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Andrej Černe (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta)

Mag. Samo Drobne (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Miran Ferlan (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Andrej Glavica (Geodetska uprava RS)

Dr. Lidija Globevnik (Inštitut za vode RS)

Dr. Mojca Golobič (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)

Dr. Helena Grčman (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)

Dr. Dejan Grigillo (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Jelena P. Gučević (Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Srbija)

Mag. Jelka Hudoklin (Acer Novo mesto, d. o. o.)

Dr. Primož Južnič (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta)

Urša Kanjir (Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti)

Dr. Zdravko Kapović (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvaška)

Dr. Dušan Kogoj (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Božo Koler (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

Dr. Mojca Kosmatin Fras (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

- Mag. Jure Kostanjšek (Avto-moto zveza Slovenije)
- Dr. Marko Krevs (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta)
- Dr. Miran Kuhar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Simon Kušar (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta)
- Dr. Miljenko Lapaine (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Hrvaška)
- Dr. Božena Lipej (Evropska pravna fakulteta v Novi Gorici)
- Dr. Aleš Marjetič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Mag. Klemen Medved (Geodetska uprava RS)
- Dr. Aleš Mlakar (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)
- Dr. Domen Mongus (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko)
- Dr. Polona Pavlovčič Prešeren (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Tomaž Petek (Geodetska uprava RS)
- Dr. Simon Rusjan (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Simona Savšek (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Mag. Martin Smodiš (Geodetska uprava RS)
- Dr. Oskar Sterle (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Bojan Stopar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Mojca Šraj (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Gašper Štebe (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Maruška Šubic Kovač (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Radoš Šumrada (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Joachim Thomas (Münster, Nemčija)
- Dr. Mihaela Triglav Čekada (Geodetski inštitut Slovenije)
- Aleš Veršič (Agencija RS za okolje)
- Dr. Milivoj Vulić (Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta)
- Dr. Alma Zavodnik Lamovšek (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Matija Zorn (Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti)
- Dr. Vesna Zupanc (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)
- Dr. Marijan Žura (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

ZVEZA GEODETOV SLOVENIJE IN CELJSKO GEODETSKO DRUŠTVO VABITA NA



Celjsko
geodetsko
društvo



44. GEODETSKI DAN

Z NASLOVOM

ZemljoVid za dobro odločanje

četrtek, 3. marca, in petek, 4. marca 2016, v Laškem

V četrtek, 3. marca 2016, bo potekala slavnostna akademija v počastitev 5. evropskega dneva geodetov in geoinformatikov ter praznovanje 60. obletnice Geodetskega zavoda Celje, v petek, 4. marca 2016, pa strokovni posvet z naslovom ZemljoVid za dobro odločanje.

Tema tokratnega geodetskega dne bo povezana s kartami, kar nakazuje že naslov prireditve, v katerem smo uporabili star slovenski izraz za karto znanega kartografa Petra Kozlerja – ZemljoVid. Tematika sovпада z mednarodnim letom kart, ki ga je razglasilo mednarodno kartografsko združenje ICA s podporo Organizacije združenih narodov.

Na posvetu nam bodo predavali ugledni predavatelji iz tujine in priznani domači strokovnjaki. Pri tem se bomo dotaknili širšega področja prostorskih podatkov, predvsem topografskih in katastrskih prostorskih podatkov. Razpravljali bomo o tehnologijah za zajem in obdelavo podatkov, metodah za zagotavljanje kakovosti, načinih njihovega posredovanja uporabnikom, ki se na podlagi teh podatkov odločajo pri vsakodnevem načrtovanju, upravljanju in rabi prostora.

Verjamemo, da bo predavanja popestrila spremljajoča razprava, saj je namen takih dogodkov tudi izmenjava mnenj in izkušenj. Zato lepo vabljeni k udeležbi na prireditvi!

Več informacij lahko najdete na: <http://cgd.si/sl-SI/4477/geodetski-dan>.

V imenu programskega odbora:

predsednik programskega odbora

dr. Dušan Petrovič

predsednik Zveze geodetov Slovenije

mag. Blaž Mozetič

predsednik Celjskega geodetskega društva

Rafael Bohak

THE ASSOCIATION OF SURVEYORS OF SLOVENIA AND THE CELJE SOCIETY OF SURVEYORS
ARE ANNOUNCING THE



Celjsko
geodetsko
društvo



44th SLOVENIAN LAND SURVEYING DAY

ENTITLED

ZemljoVid (Maps) for Good Decisions

to be held on 3 March and 4 March, 2016, in Laško, Slovenia.

To mark the 5th Day of the European Surveyor and Geoinformation, and the 60th anniversary of the Celje Land Survey Institute (Geodetski zavod Celje), the festal event will take place on Thursday, 3 March 2016. A professional conference entitled ZemljoVid for good decisions will be held on Friday, 4 March 2016.

The topic of the 44th Slovenian land surveying day will be linked to maps, as can be seen from the title of the event. Here, the old Slovenian expression for map is used – ZemljoVid, published by a well-known cartographer Peter Kozler. The event is also connected with the International Map Year, which was announced by the International Cartographic Association (ICA) and is supported by the United Nations (UN).

Eminent guests from abroad and professionals from Slovenia will give us interesting lectures in the fields related to spatial data, with the emphasis on topographic and cadastral data. Discussions will include the topics of new technologies for capturing and modelling of spatial data, methodologies for ensuring data quality and quality of our services, data distribution approaches to different users, who use this data for their decisions in everyday activities of planning, management and use of our space.

We believe that the talks will stimulate lively accompanying discussions since such events are also intended to encourage exchange of views and experience between the participants. You are cordially invited to participate in this event. For more information, please visit the website: <http://cgd.si/sl-SI/4477/geodetski-dan>.

On behalf of the Programme Committee:

Chair of the Programme Committee
dr. Dušan Petrovič

President of the Association of Surveyors of Slovenia
mag. Blaž Mozetič

President of the Celje Society of Surveyors
Rafael Bohak

V Geodetskem vestniku predstavljamo različne stare geodetske instrumente. Gradivo pripravlja mag. Janez Slak, ki je tudi dal pobudo, da bi popisali vse instrumente, ki so se na Slovenskem v javnem in zasebnem sektorju uporabljali pri vzpostavitvi in vzdrževanju zemljiškega katastra. Z njim sodeluje Boštjan Pucelj, ki instrumentarij slikovno dokumentira.

Naj povabimo vse, ki imate doma kakšen geodetski instrument (predvsem iščemo priprave izpred leta 1950), da to sporočite mag. Janezu Slaku (janez.slak1@gov.si), ki ga bo vključili v svojo opisno evidenco.

TEODOLIT RUDOLF & AVGUST ROST WIEN XV

Teodolit R & A. Rost je proizvod znanega dunajskega podjetja in spada med nonijske teodolite z vertikalnim pollokom. Za odčitavanje kotov je nameščen po en nonij na krog, nad katerim je nameščena lupa za lažje odčitavanje, ki se vzdolž nonija koncentrično premika. Leto izdelave sega v začetek 20. stoletja. Instrument je opremljen z busolo istega proizvajalca. Razdelba horizontalnega kroga in vertikalnega polkroga je vgravirana v srebrno kovino. Instrument omogoča minutno natančnost odčitavanja horizontalnega in vertikalnega kroga. Merjenje distanc z odčitavanjem razdelbe na lati omogoča Reichenbachov nitni križ. Iz arhivskih podatkov geodetske uprave Krško je razvidno, da so se s tem instrumentom opravljale meritve vse do leta 1965.





Ul. XIV divizije 10
SI 3000 Celje

t +386 3 42 56 700
f +386 3 42 56 727

e-mail: info@gz-ce.si
www.gz-ce.si

Geodetski zavod **Celje**

LAND CADASTRE
ZEMLJIŠKI KATASTER

INTERNATIONAL PROJECT

mednarodni projekti

GIS applications
GIS aplikacije

knjave@geoz.si
www.geoz.si

IACS CONTROLS
IAKS kontrole

LASER SCANNING

LASERSKO SKENIRANJE

CONTROL OF ANIMALS
KONTROLA ŽIVALI

DIGITAL DATA BASES

DIGITALNE BAZE PODATKOV

research
raziskave

TOPOGRAPHY
TOPOGRAFIJA

spatial plans
prostorski načrti

local plans
občinski plans

statistika
statistical services

real estate
nepremičnine

developmet
razvoj

LAND MANAGEMENT
UREJANJE ZEMLJIŠČ

DALJINSKO ZAZNAVANJE
REMOTE SENSING

PUBLIC INFRASTRUCTURE CADASTRE
kataster GJI

AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEMS
KMETIJSKI INFORMACIJSKI SISTEMI

LAND CONSOLIDATION
KOMASACIJE

civil surveying
inženirska geodezija

SPATIAL DATA
PROSTORSKI PODATKI

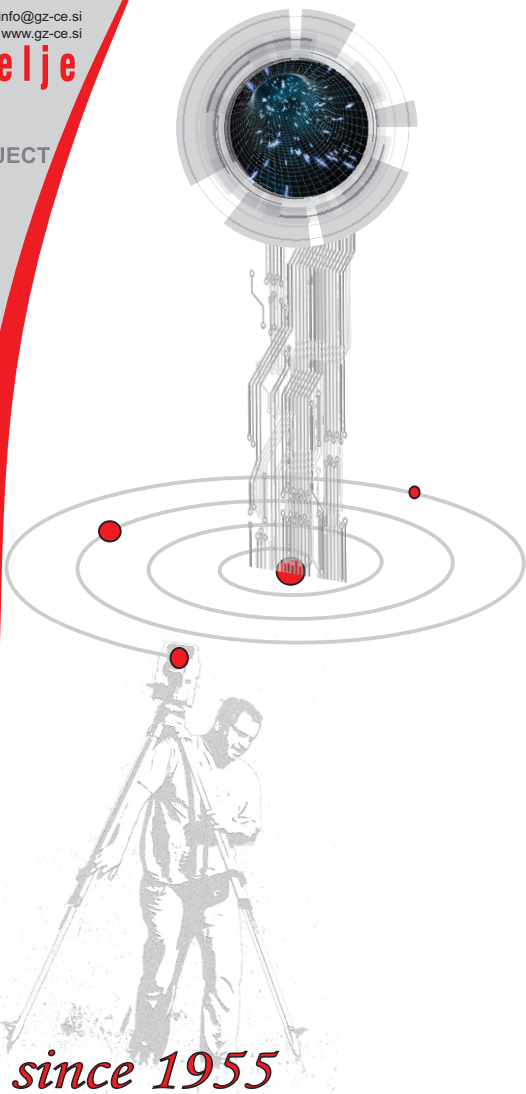
BUILDINGS CADASTRE
KATASTER STAVB

CARTOGRAPHY
KARTOGRAFIJA

spatial plans
prostorski načrti

CURRENT STATE ANALYSIS
ANALIZA STANJA

SPATIAL PLANNING AND MANAGEMENT
NAČRTOVANJE IN UREJANJE PROSTORA



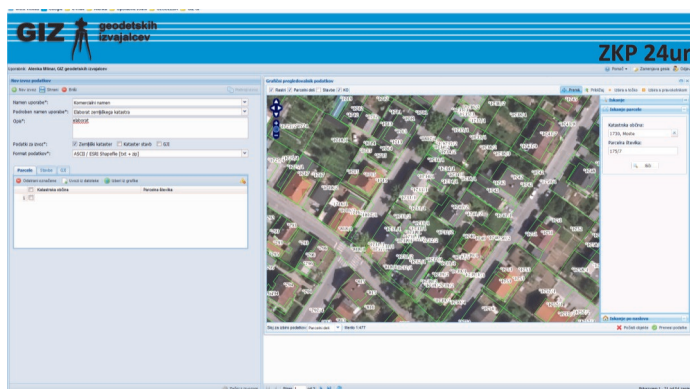
since 1955

IZRAVNAJMO TENZIJE POSLOVNEGA SVETA,
PODAJMO SI ROKE DRAGI POSLOVNI PARTNERJI
IN KRENIMO SKUPAJ NOVIM IZZIVOM NAPROTI!

HIVALA VAM ZA SKUPNIH 60 LET!

ELEKTRONSKI DOSTOP DO PODATKOV ZEMLJIŠKEGA KATASTRA, KATASTRA STAVB IN ZBIRNEGA KATASTRA GJI

ZKP 24 UR



Vse dodatne informacije dobite na
spletni strani GIZ GI
www.giz-gi.si

ali po elektronski pošti
giz-gi@giz-gi.si.





GLOBALNI INŽENIRING ZA SLOVENSKI IZVOZ

**RIKO POVEZUJE SLOVENSKA PODJETJA ZA PRODORN
VSTOP V NAJZAHTEVNEJŠA OKOLJA.**

Najboljša podjetja, njihova tehnološka znanja, rešitve in produkte skozi prestižne projekte povežemo v nove dosežke skupne odličnosti.

Uspeh je vedno celovit – tudi zato, ker podpiramo umetnost in kulturo in druge vrednote, ki plemenitijo življenje v Rikovih okoljih.



RIKO®
Globalni inženiring
za srečo ljudi

www.riko.si



Vesele praznike in srečno novo leto 2016



GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
tel.: 01 200 29 00, faks: 01 425 06 77, e-pošta: info@gis.si
medmrežje: www.gis.si



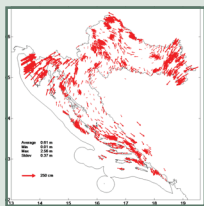


*Za dva groša fantazije
v žepu moraš le imet,
pa že delaš coprnije,
da vse lepši je ta svet.*

*Še v dežju ti sonce sije,
zvezde klatiš dol z neba,
za dva groša fantazije,
tukaj sreča je doma.*

Franc Miličinski - Ježek



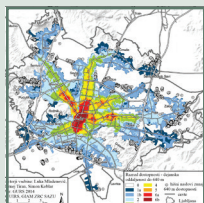


GEODETSKI VESTNIK

Glasilo Zveze geodetov Slovenije

Journal of the Association of Surveyors of Slovenia

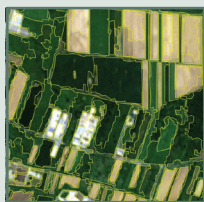
ISSN 0351-0271 | letn./Vol. 59 | št./No. 4 | str./pp. 685-896 |



RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

Rudi Čop, Damir Deželjin, Robert De Reggi

DOLOČITEV LOKALNEGA GEOMAGNETNEGA INDEKSA K
DETERMINATION OF LOCAL GEOMAGNETIC K-INDEX

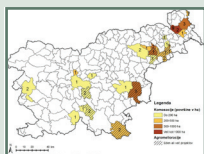


Andreja Švab Lenarčič, Nika Mesner, Kristof Oštir

PREGLED ALGORITMOV IN PROGRAMSKE OPREME ZA SEGMENTACIJO OPTIČNIH
DALJINSKO ZAZNANIH POSNETKOV
OVERVIEW OF SEGMENTATION ALGORITHMS AND SOFTWARE FOR OPTICAL
REMOTE SENSING IMAGERY

Jernej Tiran, Luka Mladenovič, Simon Koblar

DOSTOPNOST DO JAVNEGA POTNIŠKEGA PROMETA V LJUBLJANI PO METODI PTAL
ACCESSIBILITY TO PUBLIC TRANSPORT USING THE PTAL METHOD: THE CASE OF LJUBLJANA



Nedim Tuno, Admir Mulahusić, Dušan Kogoj

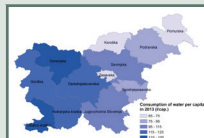
VREDNOTENJE MODELOV TRANSFORMACIJE GEODETSKIH NAČRTOV
EVALUATION OF TRANSFORMATION MODELS FOR GEODETIC PLANS

Ljiljana Živković, Stefano Marani, Sandi Berk, Vesna Dežman Kete, Francesco Trapani,

Gianandrea Esposito, Natalija Špeh, Đorđe Milić, Tijana Živanović, Blaž Barborič

VZPOSTAVITEV INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA SPREMLJANJE PRIVLAČNOSTI
OBMOČIJ IN UPRAVLJANJA POLITIK V JUGOVZHODNI EVROPI

TOWARDS A MONITORING INFORMATION SYSTEM FOR TERRITORIAL ATTRACTIVENESS
AND POLICY MANAGEMENT IN SOUTH EAST EUROPE



Marko Pavasović, Tomislav Bašić, Marijan Marjanović

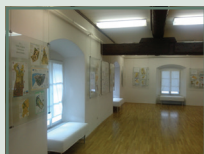
PREGLED ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH PROJEKTOV NA PODROČJU OSNOVNIH GEODETSKIH
DEL NA OZEMLJU REPUBLIKE HRVAŠKE V OBDOBJU 1991–2009

AN OVERVIEW OF SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL PROJECTS IN THE FIELD OF BASIC GEODETIC
WORKS AT THE TERRITORY OF REPUBLIC OF CROATIA IN PERIOD FROM 1991-2009



Kamil Krasuski, Damian Wierzbicki

UPORABA KODE L2C ZA DOLOČITEV UPORABNIKOVEGA POLOŽAJA
UTILIZATION L2C CODE FOR DETERMINATION OF USER'S POSITION



ISSN 0351-0271



9 770351 027001

Dostopno na | available at: <http://www.geodetski-vestnik.com>