

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

GEODETSKI

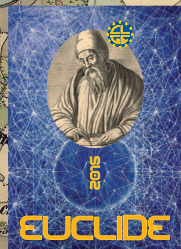
2015

V E S T N I K

ISSN 0351-0271

Letn. 59 | št. 1

Vol. 59 | No. 1





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, 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, 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. 1, str. 1 – 218, Ljubljana, marec 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. Rafaella 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 (Fraiberg, 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. 1, pp. 1–218, Ljubljana, Slovenia, March 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)
Rafaella 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. (Freiberg, 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, *Editor of the section Activities of the Professional Society*
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 (SMA)*
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> ČEZ PLANKE ...	9
<i>Blaž Mozetič</i> NA PREPIHU (R)EVOLUCIJE	11

RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Matjaž Koželj, Jure Slatinšek, Tomaž Ambrožič</i>	13
SI JAMOMERSKE MERITVE PRI GRADNJI JAŠKA NOP II	
MINE SURVEILLANCE MEASUREMENTS DURING THE BUILDING OF NOP II SHAFT	
<i>Dejan Paliska, Samo Drobne, Giuseppe Borruso, Massimo Gardina, Daša Fabjan</i>	28
SI ANALIZA TRŽNIH OBMOČIJ TREH LETALIŠČ V ZGORNJEJADRANSKI REGIJI	
ANALYSIS OF CATCHMENT AREAS OF THREE AIRPORTS IN THE UPPER ADRIATIC REGION	
<i>Radoš Šumrada</i>	42
SI SLOVENSKI, EVROPSKI IN MEDNARODNI STANDARDI ZA PROSTORSKE PODATKE	
SLOVENIAN, EUROPEAN AND INTERNATIONAL STANDARDS FOR SPATIAL DATA	
<i>Matjaž Mikoš, Mojca Lorber, Andreja Istenič Starčič</i>	56
SI VARSTVO OKOLJA IN UNIVERZITETNI ŠTUDIJ TEHNIKE	
ENVIRONMENT PROTECTION AND UNIVERSITY TECHNICAL CURRICULUM	
<i>Domen Nahtigal, Bojan Grum</i>	71
SI SEGMENTACIJA IN VREDNOSTI OKVIR PREFERENC POTENCIALNIH KUPCEV STANOVANJ	
EN SEGMENTATION AND THE VALUE FRAME OF BUYERS OF RESIDENTIAL APARTMENTS	
<i>Zora Živanović, Branka Tošić, Marko Krevs</i>	102
MULTIKRITERIJSKA ANALIZA KOT METODA ZA OPREDELJEVANJE	
SREDNJE VELIKIH MEST: PRIMER OSREDNJE SRBIJE	
EN MULTIPLE-CRITERIA ANALYSIS AS A METHOD FOR DEFINING	
MEDIUM-SIZED CITIES: THE EXAMPLE OF CENTRAL SERBIA	
<i>Branko Milovanović, Stevan Marošan, Marko Pejić, Milutin Pejović</i>	116
MODELIRANJE ODZIVA STEBRA MOSTA NA POSKUSNO OBREMENITEV	
Z UPORABO METODE PODPROSTORA	
EN MODELLING BEHAVIOUR OF BRIDGE PYLON FOR TEST LOAD USING SUBSPACE METHOD	

<i>Anna Maria Kowalczyk</i>	135
UPORABA TEORIJE BREZLESTVIČNIH OMREŽIJ PRI MODELIRANJU OMREŽIJ KRAJINSKIH ESTETSКИH VREDNOT NA URBANIH OBMOČJIH	
EN THE USE OF SCALE-FREE NETWORKS THEORY IN MODELING LANDSCAPE AESTHETIC VALUE NETWORKS IN URBAN AREAS	

STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

<i>Domen Mongus, Denis Horvat</i>	153
GLIDAR: NAPREDNO ORODJE ZA OBDELAVO LIDARSKIH PODATKOV GLIDAR: ADVANCED TOOL FOR LIDAR DATA PROSESSING	
<i>Sandi Berk, Niko Fabiani, Dominik Fajdiga, Katja Oven, Žarko Komadina, Marjan Čeh, Anka Lisec, Polona Pavlovčič Prešeren, Bojan Stopar</i>	159
VERIFIKACIJA VSEDRŽAVNEGA MODELA TRANSFORMACIJE MED D48/GK IN D96/TM VERIFICATION OF LOCAL TO ETRS89 DATUM TRANSFORMATION MODEL FOR SLOVENIA	
<i>Joc Triglav</i>	168
E PLURIBUS UNUM: STARE KARTE, NOV POGLED E PLURIBUS UNUM: OLD MAPS, NEW VIEW	
<i>Mojca Kosmatin Fras</i>	178
TRIGLAVSKI LEDENIK V KNJIGI MONOGRAPH ON TRIGLAV GLACIER	

NOVICE | NEWS

<i>Alenka Kovač, Tomaž Petek</i> NOVICE Z GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE	182
<i>Teja Japelj</i> SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 11. 2014 DO 31. 1. 2015	187
<i>Aleš Lazar, Klemen Kregar</i> GEO & IT NOVICE	190

DRUŠTVENE DEJAVNOSTI | ACTIVITIES OF THE PROFESSIONAL SOCIETY

<i>Aleksander Sašo</i> STROKOVNA ESKURZIJA ZA ŠTUDENTE GEODEZIJE V TRSTU	196
<i>Klemen Lovenjak</i> STROKOVNA ESKURZIJA ŠTUDENTOV GEODEZIJE NA GORENJSKO	198
<i>In Memoriam</i> JANKO KODER (1950–2014)	201

NAPOVED DOGODKOV | ANNOUNCEMENTS OF EVENTS

<i>Aleš Lazar</i> KOLEDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV V OBDOBJU APRIL–JUNIJ 2015	202
43. GEODETSKI DAN GEODETSKA (R)EVOLUCIJA	206
SPONZORJI	

Slika na naslovnici:

Mozaični prikaz območja ob reki Muri med Kapelo in Radenci na desnem bregu ter Petanjci na levem bregu Mure prikazuje izseke iz topografskih kart različnih vojaških topografskih izmer habsburške monarhije. Sliki v levi polovici mozaika prikazujeta približno isto območje, izmerjeno s 1. izmero (zgoraj levo) in 3. izmero v merilu 1 : 75 000 (spodaj levo). Sliki v desni polovici mozaika prikazujeta malo širše območje, izmerjeno z 2. izmero (zgoraj desno) in 3. izmero v merilu 1 : 25 000 (spodaj desno). Na slikah je nazorno vidno spreminjanje struge reke Mure skozi čas. V spodnjem desnem kotu je na obeh slikah v levi polovici mozaika vidna cerkev Sv. Magdalene na Kapeli, ki je bila vključena v stopinjska merjenja dunajskega poldnevniškega loka (lat. Meridianus Viennensis), ki jih je v letih 1762–1767 po nalogu cesarice Marije Terezije izvedel jezuitski matematik in geodet Joseph Liesganig (1719–1799), ko je vzdolž dunajskega poldnevnikar izmeril 22 trikotnikov prve triangulacije 1. reda na območju habsburške monarhije. Vir kart: <http://mapire.eu/>.

ČEZ PLANKE ...

Anka Lisec

glavna in odgovorna urednica Geodetskega vestnika

Prijeten občutek optimizma in sveže energije nas je navdal v teh dneh na hodnikih naše fakultete, na kateri so se v okviru informativnih dni oglasili zvedavi in navdušeni dijaki, ki jih zanima študij geodezije in geoinformatike. Ko po eni strani razočarano ugotavljam, da so vrata za nove zaposlitve, celo za prakse in pripravništva, že nekaj let skorajda zaprta v številnih javnih in zasebnih organizacijah, tudi v geodetski stroki, ne morem mimo misli, da imam velik privilegij. Privilegirani smo vsi, ki nam je dano, da delamo z mladimi, neobremenjenimi prihodnjimi strokovnjaki, ki neutrudno in hvaležno sprejemajo naše znanje. Takemu hvaležnemu občinstvu je poleg klasičnih znanj užitek predstavljati najnovejša izkustva našega znanstveno-raziskovalnega dela, ki jih sami pridobivamo v okviru znanstvenega in strokovnega dela doma in v tujini. Še več, skorajda ni predavanja, na katerem se tudi mi, pedagogi, ne naučimo česa novega iz zanimivih razprav s študenti, če ne drugega, vsaj pogledati na kakšno težavo oziroma izziv s povsem druge plati. In to nas vse bogati. Bogastvo je v tem, da znamo pogledati malo širše, iz drugega zornega kota, prek meja »umetno izoblikovanih skupin«.

Zakaj ni teh privilegijev – privilegijev medgeneracijskega sodelovanja, privilegijev sodelovanja z različnimi institucijami in strokami – deležno več ljudi? Pravzaprav vse navedeno sploh ne bi smeli biti privilegiji, ampak utečena praksa. Pri tem želim posebej izpostaviti pomen medgeneracijskega sodelovanja. Jasno je in tudi zgodovinski viri pričajo, da se razvoj brez zdrave kontinuitete, brez medgeneracijskega sodelovanja, enostavno ne izide. Tako delovanje je obsojeno na neuspeh, na propad! Antropologinja Vesna Vuk Godina v svoji knjigi Zablode postsocializma pravi, da se v naši družbi hote ali nehote oblikujejo »preživetvene skupine«, kot razlog pa navaja naše zgodovinske težnje k organizaciji majhnih, preglednih socialnih skupin za preživetje. Pri tem izpostavlja, da se v takih skupinah preživetveno ne nagraduje delo in njegova kakovost, ampak članstvo. Medtem ko člane skupine veže visoka solidarnost in tolerantnost, čeravno morda posameznik ne dela dobro, je solidarnost do članov drugih skupin omejena, močno odvisna od »koristi za preživetje« za neko skupino, dodaja znana antropologinja. Tudi besedna zveza »čez planke« ima v slovenskem pogovornem jeziku pogosto negativen pomen (*pog. skakati čez planke, čez plot*); povezavo lahko iščemo z že opisano tradicionalno organizacijo življenja v majhnih preživetvenih skupinah, vse, kar presega te meje, pa ni v redu. Pa vendarle, kaj bi bilo, če bi bili popolnoma izolirani v skupinah? Mar ne dobimo veliko idej ravno s tem, ko sodelujemo z različnimi ljudmi, iz »različnih

skupin«? Če bi se v naši družbi zavedali, kakšno bogastvo prinaša sodelovanje med različnimi v družbi izoblikovanimi skupinami, bi, srčno verjamem, presegli vsa najbolj optimistična razvojna pričakovanja; prepričana sem, da podobno velja tudi za razvoj stroke. Navsezadnje imamo v pogovornem jeziku tudi besedno zvezo »biti zaplankan«, ki negira pozitivnost organizacije oziroma delovanja v izoliranih skupinah (*slabš. nerazgledan, omejen: zaplankan človek; imeti koga za zaplankanega / zaplankano življenje*).

Osredotočenost na preživetje zaokroženih skupin je ključna težava v naši družbi. Pojav zapiranja posameznih skupin pred drugimi je še bolj izrazit v kriznih časih, kar pa ima ravno nasprotni učinek od želenega – kljub morda kratkoročnemu preživetju tak pristop namesto napredka dolgoročno prinaša nazadovanje. Pravi recept za uspeh na dolgi rok je sodelovanje. Ni dovolj sodelovanje znotraj skupin, treba je razviti sodelovanje na širši ravni, med skupinami – med organizacijami, strokami, oddelki znotraj organizacij, med generacijami. *Smo pripravljeni pogledati čez planke? Smo pripravljeni za splošno dobrobit delovati tudi prek meja naših umetnih vrčičkov? Smo pripravljeni podreti namišljene meje in odpreti vrata za sodelovanje tudi tistim, ki niso v našem vrtu?*

V uredništvu Geodetskega vestnika se za meje vrčičkov niso zmenili že predhodniki. S svojo širino in odprtostjo so posredno poudarjali, da so ograje le v namišljenem svetu in jih v stvarnosti ni, za kar se jim iskreno zahvaljujem. Pred vami je tako spet vsebinsko pestra številka. Pri prebiranju znanstvenih in strokovnih člankov se boste lahko sprehodili od klasične geodezije, geoinformatike do nepremičninske tematike in prostorskega načrtovanja. Veseli me, da se mednarodni trendi geodetske stroke, ki danes daleč presega ozko klasično geodetsko področje izmere in opazovanja Zemlje kot celote ter njenih delov, odražajo tudi v našem raziskovalnem in strokovnem delu ter posledično v vsebini Geodetskega vestnika. Ob bežnem pregledu avtorstev objavljenih člankov boste opazili, da so mnogi prispevki plod sodelovanja med avtorji različnih institucij in strok. Hvala vsem, ki prispevate h kakovosti naše revije, hkrati vsem prijazno povabilo k sodelovanju!

Namišljene ograje vrčičkov z našimi skupnimi močmi vse bolj izginjajo tudi v širši stroki! Želim vam jasen razgled daleč naokoli!

NA PREPIHU (R)EVOLUCIJE

Blaž Mozetič

predsednik Zveze geodetov Slovenije

Ko se človeku porodi ideja, je vedno revolucionarna. Zadnjo besedo razumite kot predlog hitre, velike, korenite in pomembne spremembe na področju človekovega delovanja, kamor spada tudi geodetska stroka. Čas, okoliščine in zmožnosti, ki jih lahko opišemo kot evolucijo, pa šele izkristalizirajo uspešnost ali neuspešnost naše ideje.

Geodetska stroka v razvitih državah postaja ena ključnih pri razvoju gospodarstva in družbe nasploh, saj poleg standardnih področij delovanja praviloma prevzema glavno vlogo pri razvoju prostorske podatkovne infrastrukture, ki jo danes postavljamo ob bok preostalim pomembnim infrastrukturam, na primer prometni in telekomunikacijski. Prevzemanje glavne vloge vključuje odpiranje geodetske stroke navzven, njeno javno izpostavitev, odgovornost ter povezovanje z državo, lokalnimi skupnostmi in drugimi deležniki, kar prinaša številne izzive in priložnosti, predvsem pa nove ideje.

Odločitev, ali bomo (o)stali na prepihu in staknili pljučnico, ali pa bomo raje razvili jadra in ujeli veter novih izzivov in priložnosti na področju gospodarstva in razvoja države, novih tehnologij in potreb uporabnikov, ki se ponujajo geodetski stroki, je naša avtonomna odločitev. Vsekakor priporočam drugo možnost, pri kateri bomo krmilo trdno držali v rokah sami, medtem ko je zdravljenje pljučnice s pilulami, ki ti jih predpišejo drugi, grenko in dolgotrajno.

Hiter razvoj novih tehnologij na eni strani in splošen družbeni razvoj na drugi strani prinašata geodetski stroki številne izzive. Odgovor na vprašanje »Ali so revolucionarne ideje že dosegle evolucijsko pozitivne učinke in rezultate v geodetski stroki?« pa boste dobili, če se nam pridružite na 43. Geodetskem dnevu, ki bo v četrtek in petek, 9. in 10. aprila 2015, v Kosovelovem domu v Sežani.

Prisrčno vabljeni!

Srečno!

JAMOMERSKE MERITVE PRI GRADNJI JAŠKA NOP II

MINE SURVEILLANCE MEASUREMENTS DURING THE BUILDING OF NOP II SHAFT

Matjaž Koželj, Jure Slatinšek, Tomaž Ambrožič

UDK: 528.3:622.016.2
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04
Prispelo: 29.1.2014
Sprejeto: 19.2.2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.013-027
PROFESSIONAL ARTICLE
Received: 29.1.2014
Accepted: 19.2.2015

IZVLEČEK

Premogovnik Velenje gradi nov jašek NOP II za izvoz premoga iz jame. Ustje jaška, ki ga zakoličimo na površini, in dno jaška, ki ga pričakujemo v projektirani točki v jami, morata biti v istem prostorskem koordinatnem sistemu. Izhodišče izmere so izbrane točke na površini, ki so stabilne, oziroma zelo dobro poznamo njihovo smer in hitrost premikanja v času. Prenos koordinatnega sistema iz površine v jamo lahko izvedemo z meritvami po različnih metodah. Rezultat meritev in izračunov so koordinate točk v jami, ki so v istem koordinatnem sistemu kot točke na površini. Iz njih lahko brez večjih težav zakoličimo projektirani jašek NOP II. Na začetku naloge smo si zastavili cilj, da bi čim bolj natančno določili koordinate izhodiščnih točk. Na podlagi analize dobljenih rezultatov lahko sklenemo, da smo vsako fazo dela izvedli zelo dobro in dosegli zastavljeni cilj.

ABSTRACT

The Velenje Coal Mine is building a new shaft NOP II for the transportation of coal from the mine. The entrance of the shaft, which is determined on the surface, and the bottom of the shaft, which is expected in the point determined at the bottom of the shaft, must be within the same vertical and horizontal coordinate system. The starting points for the measurements are the points determined on the surface, which are stable or have a determined direction and velocity. The transfer of the coordinate system from the surface into the shaft can be carried out with the measurements using various methods. The results of the measurements and the calculations are the coordinate points in the shaft that are in the same coordinate system as those on the surface. They are very suitable for the determination of the designed NOP II shaft. At the beginning of this task, we planned to determine the coordinates of the starting points with a maximum precision. Based on the results of an analysis, we can conclude that we performed each phase of the work very well and achieved the tasks set.

KLJUČNE BESEDE

simulacije, jamomerske meritve, grezenje, izravnava, analiza rezultatov

KEY WORDS

simulations, mine surveying, mechanical plumbing, adjustment, analysis of the results

1 UVOD

Pri pridobivanju premoga v Premogovniku Velenje smo pred leti načrtali smernice za optimiranje proizvodnega procesa z odkopavanjem premoga na dveh odkopih obenem. Odkopa sta locirana v jamah Preloge in Pesje ter v severozahodnem in srednjem delu premoške kadunje. Večji del prog za odvoz premoga iz jame je v vzhodnem delu premoške kadunje, saj so bile izdelane v času, ko je bila glavnina odkopavanja premoga v tem delu premoškega sloja. Zaradi racionalizacije odvoza premoga iz jame je bila sprejeta odločitev o gradnji izvoznega jaška, zaradi česar se bodo transportne poti skrajšale za več kot 4 kilometre.

Ustje jaška na površini in dno jaška v jami morata biti v istem koordinatnem sistemu, zato smo v ta namen izvedli vsa dela za doseg cilja naloge. Povezava jame na površino se v Premogovniku Velenje izvaja vsakih nekaj desetletij, zato je bilo treba vzpostaviti optimalno obliko mreže geodetskih točk, izbrati primerno mersko opremo, pomožni pribor, način stabilizacije in signalizacije točk, določiti vrste meritev in vse meritve izvesti s kar največjo natančnostjo. Dobljene terestrične meritve je bilo treba ustrezno obdelati.

Odločili smo se, da bomo jamo povezali s površino po dveh poteh: s prostorskim poligonom po poševnem jamskem prostoru, imenovanem odvozni nadkop Pesje, ter z grezenjem in merjenjem globine v jašku NOP.

Na površini smo vzpostavili mrežo geodetskih točk, ki smo jim z natančno izmero GNSS določili izhodiščne koordinate. Vzpostavljeno mrežo točk smo z izmero GNSS v preteklosti večkrat ponovili tako, da smo določili, katera izmed merjenih točk je stabilna, oziroma za nestabilne točke določili njihovo premikanje v času. Terestrične meritve na površini smo po eni strani končali z navezavo grezila z oznako *NOPM* na odvozišču jaška NOP (vrh jaška), po drugi strani pa smo v mrežo vključili poligonski točki *KLAS1* in *KLAS2* na vrhu nadkopa Pesje, s poligonom nadaljevali po odvoznem nadkopu Pesje ter ga končali z navezavo grezila na dovozišču v jašku NOP (dno jaška). Tako smo dobili sklenjeno zanko v položajnem smislu.

V višinskem smislu smo nivelmanske meritve začeli na izhodiščnem reperju *PEPA* in po eni strani končali nivelmanski poligon prek točk *NOP* in *PP* na reperju *JEK* na odvozišču jaška NOP, po drugi strani pa smo iz točk *NOP* in *PP* s trigonometričnim višinomertvom prek poligonskih točk po odvoznem nadkopu Pesje in srednjem prekopu končali višinski poligon na reperju *RJ27*, ki je blizu dovozišča v jašku NOP. Višinsko zanko smo sklenili z merjenjem globine v jašku NOP ter navezavo na reper *JEK* na površini in reper *RJ27* v jami.

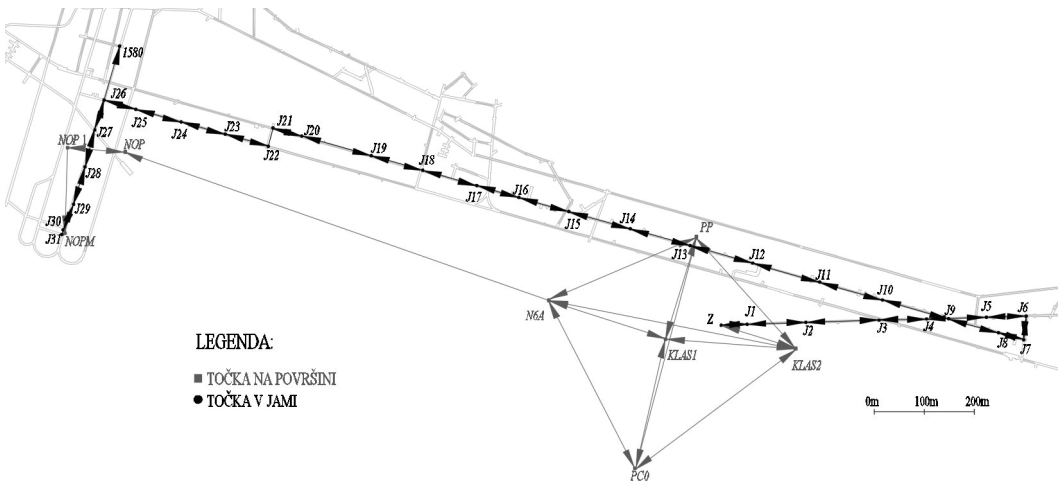
V sklenjeni položajni in višinski zanki imamo nadštevilo število meritev, zato je mogoče odkriti morebitne grobe pogoške med merjenji in mogoča je izravnava meritev, s katero dobimo optimalne vrednosti koordinat točk in pripadajoče natančnosti izračuna koordinat točk.

Na podlagi dobljenih rezultatov smo opravili analizo, s katero smo dokazali, da je bila vsaka faza dela izvedena zelo dobro.

2 SIMULACIJA MERITEV IN DOLOČITEV OPTIMALNEGA POLOŽAJA POLIGONSKIH TOČK V JAMI

Oblika geodetske mreže močno vpliva na natančnost določitve koordinat točk. Na površini je položaj točk odvisen od konfiguracije terena in objektov na površini. V jami pa je položaj točk odvisen od velikosti jamskih prostorov, geometrije križišč, pregibov jamskih prostorov in razporeditve opreme v njih.

Na površini smo izmed točk opazovalnih mrež Premogovnika Velenja izbrali tiste, ki so v bližini ustja nadkopa Pesje. Vse so redno opazovane s terestričnimi metodami in metodami GNSS, poznamo tudi njihov vektor hitrosti premika (Stopar in Sterle, 2011, 2012; Vrabc, Pavlovčič Prešeren in Stopar, 2006). Kot najbolj primerne za izvedbo obravnavane naloge smo izbrali točki *PP* in *PCO* iz opazovalne mreže Pesje ter točki *NOP* in *N6A* iz opazovalne mreže Premogovnika Velenje. Dodali smo jim še tri točke. Točka *NOP1* je namenjena navezavi geodetske mreže na površini od točke *NOP* do grezila *NOPM* v jašku *NOP*, točki *KLAS1* in *KLAS2* pa sta namenjeni povezavi geodetskih točk na površini s poligonskimi točkami v odvoznem nadkopu Pesje (slika 1). Točke na površini in v jami nam bodo izhodiščne točke pri zakoličbi ter določitvi položajnih koordinat grezil v novem jašku *NOP II*.



Slika 1: Položaj merskih točk na površini in v jami.

Za stabilizacijo poligonskih točk v jami smo izbrali jamske prostore, v katerih je kljub obstoječi opremi (zračilna vrata, transportni trakovi, presipna mesta, žlote za prezračevanje ...) mogoče izvajati meritve. Poskušali smo upoštevati pravilo enako dolgih vizur in se poskušali izogniti ostrim kotom. Vpliv geometrije poligona smo sproti analizirali s simulacijami meritev. Simulirane meritve smo izravnali po metodi najmanjših kvadratov, tako kot pozneje dejansko opravljene meritve. Po več poskusih simuliranja meritev za različne geometrije poligona smo dobili končno obliko poligona v jami. V izbrani obliki poligona je bila natančnost določitve koordinat poligonskih točk največja. Tak poligon smo pozneje realizirali z meritvami. Na sliki 1 je prikazana tlorisna situacija merskih točk za povezavo jame na površino. V jami smo v stropu jamske proge na nekaj lokacijah vzpostavili baze, ki jih lahko uporabimo pri prihodnjih meritvah, tudi tistih za gradnjo jaška *NOP II*. Baze v jami so točke *Z*, *J1*, *J6*, *J7*, *J19*, *J20*, *1580* in *J27*. Pod te točke smo instrument in reflektorje centriralni s kar največjo natančnostjo s preizkušenim preciznim optičnim grezilom, preostale točke pa smo prosto postavili na prej izbrani položaj, saj bi za centriranje pod točko porabili preveč časa pri izmeri celotnega poligona.

3 STABILIZACIJA MERSKIH TOČK

Stabilizacija merskih točk je ključnega pomena za korektno izvedbo meritev. Od načina stabilizacije je odvisna natančnost centriranja instrumenta in reflektorja ter posredno natančnost določitve njihovih

koordinat. Točke *NOP*, *N6A*, *PP* in *PC0* so stabilizirane z betonskim stebrom (slika 2). Vanj je vgrajena plošča z vijakom za prisilno centriranje trinožnega podstavka, na katerega med meritvami pritrdimo elektronski tahimeter ali precizni reflektor. Druge točke na površini so stabilizirane z jeklenim klinom, dolgim 20 centimetrov (slika 2). Tako so stabilizirane »pomožne« točke *NOPI*, *KLAS1* in *KLAS2*. Pogrešek signaliziranja teh točk smo izločili tako, da trinožnega podstavka med izmero nismo premaknili.



Slika 2: Stabilizacija točke z betonskim stebrom in jeklenim klinom.

V jami so točke baz *J6*, *J7*, *J19*, *J20* in *1580* stabilizirane v stropu jamske proge z jeklenim sidrom premera 24 milimetrov in dolžine 50 centimetrov. Na koncu je sidro odrezano pod kotom 45° , na sredini prirezane ploskve pa je izvrtina premera 2 milimetra, ki je namenjena obešanju svinčnice za grobo postavitev stativa (slika 3) in določa center točke. Po grobem centriranju s svinčnico smo le to sneli in nato na luknjico jeklenega sidra s preciznim optičnim grezilom precizno centralni trinožni podstavek. Za stabilizacijo točk od *J27* do *J31* smo uporabili posebne, za to nalogo konstruirane nosilce, ki smo jih vgradili v bok jamske proge vzdolž zahodnega prekopa (slika 3). Tak način stabilizacije merskih točk smo uporabili, ker smo morali nanje priviti podnožja instrumenta, saj smo iz zadnjih dveh točk *J30* in *J31* vizirali na grezilo v jašku *NOP*. Vseh drugih merskih točk v jami pa nismo trajno stabilizirali. Na mesto, določeno s simulacijo, smo postavili stativ in nanj trinožni podstavek z elektronskim tahimetrom oziroma precizno prizmo. Tako kot »pomožne« točke na površini je tudi te točke označevalo presečišče osi instrumenta oziroma precizne prizme, zato jih med izmero nismo smeli premakniti.



Slika 3: Stabilizacija merske točke v stropu in boku jamske proge.

Višinske točke so stabilizirane s čepi sodčkaste, valjaste ali kroglaste oblike. Na betonskih stebrih je bila višinska točka plošča, na katero smo privili trinožni podstavek. V jami smo določili reper *RJ27* (slika 4), ki se uporablja kot višinsko izhodišče za vse višinske navezave v jami. Na vseh merskih točkah je bila višinska točka presečišče vseh treh osi elektronskega tahimetra oziroma precizne prizme.



Slika 4: Izhodiščni reper *RJ27* v jami.

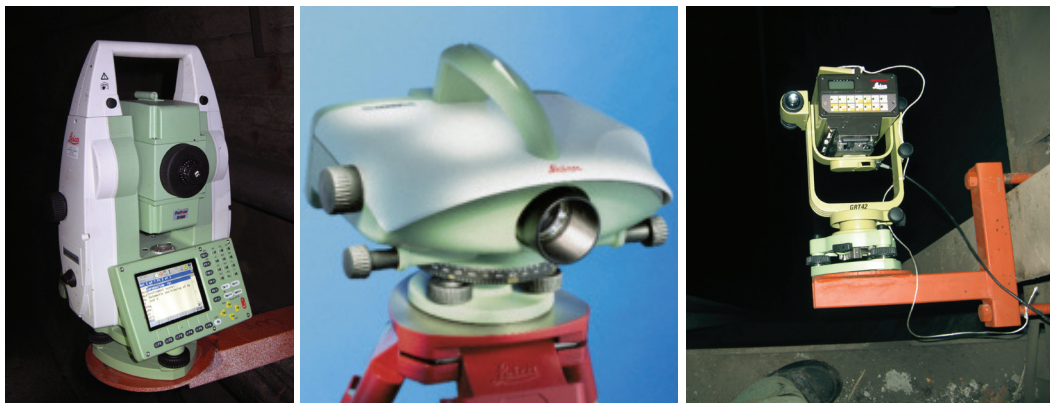
Ocenjujemo, da smo z izbranimi načini stabilizacije dosegli natančnost centriranja velikostnega reda najmanj milimeter, kar zadostuje za naše potrebe.

4 IZVEDBA MERITEV

Želena velika natančnost določitve točk, razpoložljiv čas in način obdelave podatkov so močno vplivali tudi na izbiro merske opreme. Vsa oprema, ki smo jo uporabili, je med najnatančnejšimi na trgu ter je bila pred meritvami servisirana in certificirana na pooblaščenem servisu. Tudi izbrane metode izmere omogočajo pridobivanje natančnih merskih podatkov.

4.1 Izbor instrumentarija

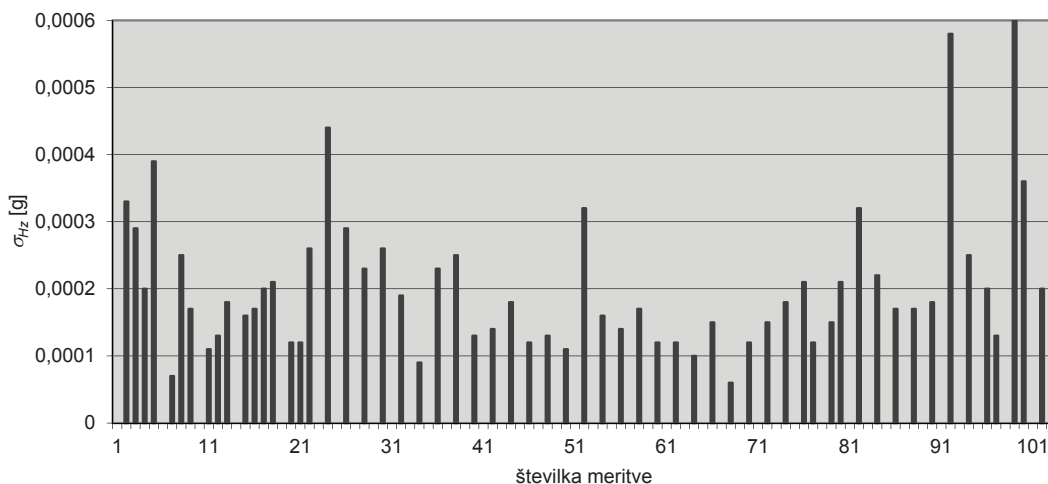
Meritve vseh horizontalnih smeri, zenitnih razdalj in poševno merjenih dolžin smo opravili z elektronskim tahimetrom Leica Geosystems TCRA 1201+ (natančnost merjenja kotov: $\sigma_{\text{ISO-THEO}}$ je 1" oziroma 0,3 mgona in natančnost merjenja dolžin: $\sigma_{\text{ISO-EDM}}$ je 1 mm; 1,5 ppm) – slika 5. Izmero višinskih razlik smo na površini opravili z nivelirjem Leica DNA 03 z lato GPCL3 (natančnost merjenja višinske razlike: $\sigma_{\text{ISO-LEV}}$ je 0,4 mm/km). Izmero globine jaška smo opravili z elektronskim razdaljemerom Distomat Leica DI3000S (natančnost merjenja dolžin: $\sigma_{\text{ISO-EDM}}$ je 3 mm; 1 ppm). Vsa centriranja merske opreme pod merskimi točkami baz v jami smo opravili s preciznim optičnim grezilom (zenitlotom) Leica WILD ZNL (natančnost centriranja: 1 mm/30 m). Za signalizacijo točk smo uporabili komparirane precizne reflektorje Leica GPH1P. Poleg naštetega instrumentarija smo uporabili še precizni psihrometer z ločljivostjo 0,1 °C in precizni barometer z ločljivostjo 0,01 mbara in relativno natančnostjo 0,01 %.



Slika 5: Elektronski tahimeter Leica TCRA 1201+, nivelir Leica DNA 03 (URL 1), distomat Leica DI3000S.

4.2 Meritve horizontalnih smeri

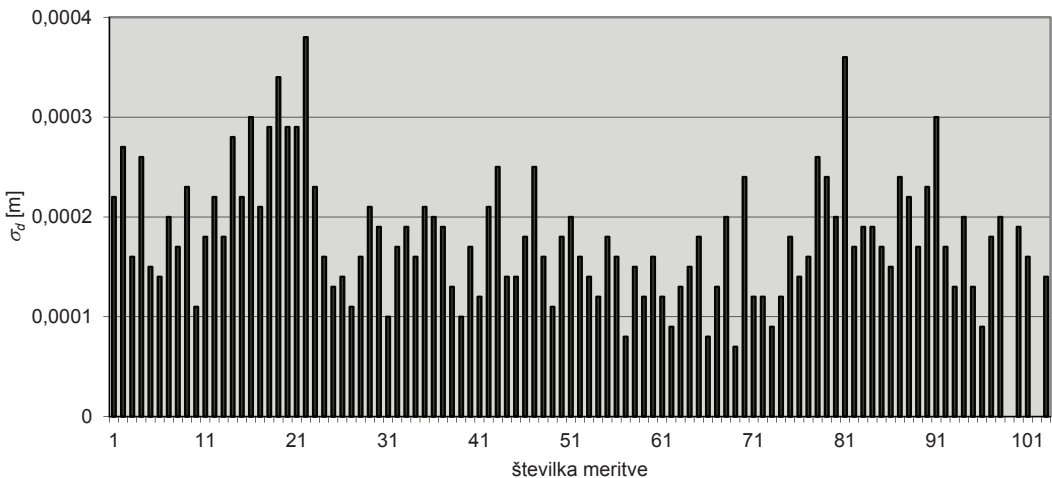
Meritve horizontalnih smeri smo izvedli z girusno metodo, in sicer v sedmih girusih (Miculinič, 2007). Na vsakem stojišču smo nato izračunali aritmetične sredine merjenih reduciranih horizontalnih smeri, ki smo jih nato uporabili v izravnavi položajne mreže, in standardne deviacije aritmetičnih sredin merjenih horizontalnih smeri (graf 1). Ker smo horizontalne smeri reducirali na začetno smer, ima ta smer standardno deviacijo 0 gonov. Tako se iz grafa 1 vidi, da smo najprej merili na površini, kjer smo na posameznih točkah imeli 4 ali 5 smeri, nato smo nadaljevali meritve na poligonskih točkah v nadkopu Pesje in končali z viziranjem na grezilo v jami. Natančnost ene meritve je bila manjša od 0,0006 gona, znašala je 0,0010 gona. Ta meritev je iz $J30$ na grezilo – zelo težko je natančneje vizirati na 2 milimetra debelo žico. Vpliv tega pogreška pa je majhen, saj je to kratka vizura (približno 7 metrov) in znaša 0,05 milimetra.



Graf 1: Natančnost merjenih horizontalnih smeri.

4.3 Meritve dolžin

Hkrati z meritvami horizontalnih smeri smo merili poševne dolžine. Običajno smo izmerili 14 dolžin proti posamezni točki, iz katerih smo izračunali aritmetično sredino in njihovo standardno deviacijo, ki jo prikazujemo na grafu 2. Pri stojšču instrumenta smo za redukcijo meteoroloških popravkov merili meteorološke parametre: suho in mokro temperaturo, relativno vlažnost (na nekaterih stojščih) in zračni tlak; običajno trikrat na posameznem stojšču. Za izračun meteoroloških popravkov smo upoštevali temperaturo t in zračni tlak p ter delni tlak vodne pare e ali relativno vlažnost η . Za izračun lomnega količnika za normalno atmosfero smo uporabili koeficiente iz Ciddor-Hill (1999), dejanski lomni količnik pa smo izračunali po enačbi Barrell&Sears (Kogoj, 2005). Upoštevali smo prvi popravek hitrosti (saj je drugi za naše dolžine zanemarljiv). Na podlagi psihrometriških meritev smo določili velikost delnega tlaka vodne pare po Sprungovi enačbi za Assmannov aspiracijski psihrometer. Tlak nasičene vodne pare smo določili po Magnus-Tetensovi enačbi. Če smo izmerili relativno vlažnost zraka, smo velikost delnega tlaka vodne pare izračunali po enačbi iz literature (Alduchov in Eskridge, 1996). Za meteorološke vplive reducirane dolžine smo nato preračunali v tetive na ničelni nivojski ploskvi, te v krožni lok na tej ploskvi in končno v dolžine v Gauß-Krügerjevi projekcijski ravnini, ki smo jih uporabili v izravnavi položajne mreže.



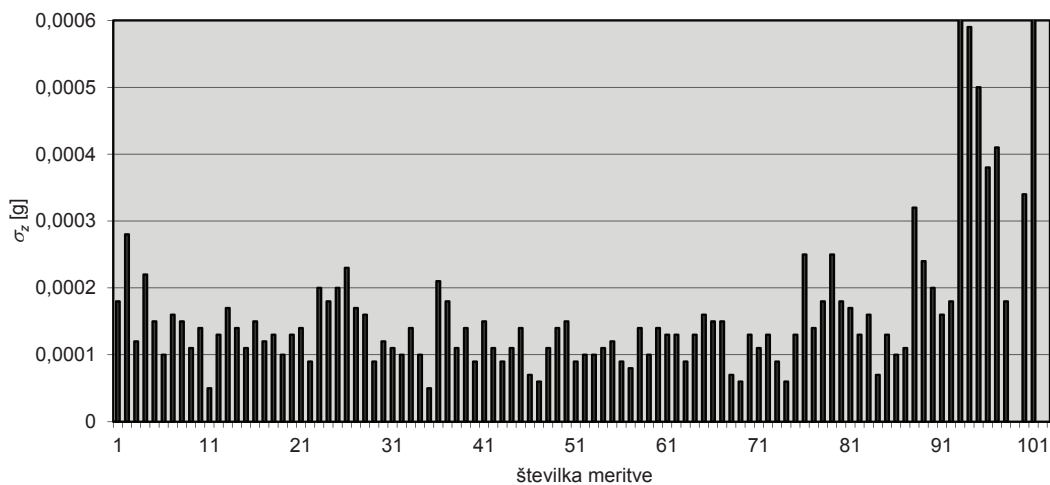
Graf 2: Natančnost merjenih dolžin. Manjkata 99. meritev iz J30 na grezilo in 102. meritev iz J31 na grezilo, pri katerih ni bilo mogoče izmeriti dolžine.

4.4 Meritve višinskih razlik s trigonometričnim višino merstvom

Med poligonskimi točkami v jami smo višinske razlike določili s trigonometričnim višino merstvom. To metodo smo uporabili, ker:

- je velika višinska razlika med točkami na površini in točkami na najnižjem obzorju v jami (približno 420 metrov),
- so bile dolžine med poligonskimi točkami relativno kratke (najdaljša je bila 146 metrov) in je vpliv vertikalne refrakcije na merjene zenitne razdalje majhen,
- je bistveno hitrejša od geometričnega nivelmana,
- bi bilo težavno postavljanje stativa z nivelirjem in late v jamskih progah,
- smo dosegli želeno natančnost.

Zenitne razdalje smo merili obenem z meritvami horizontalnih smeri. Na posameznem stojišču smo nato izračunali aritmetične sredine zenitnih razdalj proti merjenim točkam, ki smo jih uporabili za izračun višinskih razlik. Izračunali smo tudi standardne deviacije aritmetičnih sredin zenitnih razdalj (graf 3). Iz grafa vidimo, da smo od 91. meritve naprej, ko smo na točkah od *J27* do *J31* za stojišče uporabili posebne nosilce (slika 3), dosegli nekoliko manjšo natančnost merjenih zenitnih razdalj, kar nakazuje na rahlo nestabilnost stojišča. Kljub temu pa ni nobena standardna deviacija aritmetičnih sredin zenitnih razdalj presegla 0,0010 gona.



Graf 3: Natančnost merjenih zenitnih razdalj.

Na nekaterih geodetskih točkah na površini (*NOP*, *PP* in *Z*) smo merili višino instrumenta zato, da smo povezali višinske razlike, izračunane s trigonometričnega višinomernstva in izmerjene z geometričnim nivelmanom. Višino instrumenta smo izmerili v treh položajih zgornjega dela instrumenta na pol milimetra natančno. Iz izmerjenih zenitnih razdalj, za meteorološke vplive reduciranih poševnih dolžin in izmerjenih višin instrumenta smo izračunali višinske razlike med točkami. Izmero višinskih razlik smo v jami končali na reperju *RJ27*, tako da smo pri horizontalni vizuri elektronskega tahimetra odčitali vrednost na merskem traku, postavljenem navpično na reperju (slika 6). Merski trak smo uporabili, ker na reperju *RJ27* ni mogoče postaviti nivelmanske late vertikalno.

4.5 Meritve višinskih razlik z geometričnim nivelmanom

Med geodetskimi točkami na površini smo višinske razlike izmerili z geometričnim nivelmanom. To metodo smo uporabili, ker:

- je med točkami na površini velika razdalja in bi vertikalna refrakcija močno vplivala na merjenje zenitnih razdalj,
- med točkami ni velike višinske razlike (približno 13 metrov).

Pri niveliranju smo vedno pazili, da:

- smo nivelirali iz sredine,
- dolžina vizure ni nikoli presegla 40 metrov,

- vizura ni bila preblizu tal (vsaj 0,4 metra nad tlemi),
- smo lato postavili vertikalno z rektificirano dozno libelo,
- smo med meritvami uporabljali držalo za lato,
- smo nivelirali v ugodnih vremenskih razmerah.

Niveliranje smo začeli na izhodiščnem reperju *PEPA*, ki je višinsko izhodišče vseh višinskih izmer na Premogovniku, in nadaljevali prek točk *NOP*, *PP* in *Z* do reperja *JEK* (slika 6), ki je nekaj metrov oddaljen od jaška *NOP*.

4.6 Meritve globine jaška *NOP*

Meritve višinskih razlik s trigonometričnim višinomerstvom po jami in z geometričnim nivelmanom na površini smo želeli povezati v višinsko zanko. Za to smo morali izmeriti globino v jašku *NOP*. V jami smo povezavo izvedli z izmero višinske razlike med reperjem *RJ27* (glej sliko 6) in preciznim reflektorjem, ki smo ga postavili na stativ, nameščen na odru v jašku *NOP*. Po odru med meritvami seveda nismo hodili. Po navezavi smo prizmo reflektorja usmerili vertikalno proti površini.



Slika 6: Navezava na reper *RJ27* v jami (levo zgoraj), na reper *JEK* na površini (desno zgoraj), reflektor na nosilcu tik pod odvoziščem na jašku *NOP* – pogled od zgoraj proti jami (levo spodaj) in instrument na isti merski točki kot prej reflektor – pogled od strani (desno spodaj).

Na površini smo izmerili višinsko razliko med reperjem *JEK* ob jašku NOP (glej sliko 6) in reflektorjem, nameščenim na posebnem nosilcu, ki smo ga pritrdili v jašku (glej sliko 6). Po navezavi na odvozišču smo reflektor zamenjali z elektronskim razdaljemerom Distomat Leica DI3000S in večkrat izmerili globino jaška do prizme (glej sliko 6). Med merjenjem globine smo na površini in v jami merili meteorološke parametre, s katerimi smo pozneje reducirali izmerjeno globino. Tako smo sklenili zanko višinske mreže.

4.7 Grezenje v jašku NOP

Geodetsko mrežo na površini in poligon v jami smo zaključili na grezilu v jašku NOP. Na površini smo grezilo vpeli v tako imenovano marko grezila *NOPM* (slika 7). Nad marko grezila smo s preciznim optičnim grezilom natančno centralizirali na stativ privit trinožni podstavek in v tej točki zaključili geodetsko položajno mrežo na površini. Za določitev vertikalnega položaja grezila smo v jami za grezilom v bok jaška pritrdili po meri izdelan nosilec, na katerega smo namestili ravnili z razdelbama za odčitavanje skrajnih leg nihaja grezila v dveh pravokotnih smereh. Skozi daljnogled elektronskega tahimetra, ki smo ga postavili na točkah *J30* in *J31*, smo v obeh pravokotnih smereh opazovali nihanje grezila v skrajnih levih in skrajnih desnih legah. Na podlagi zapisanih odčitkov smo izračunali aritmetično sredino odčitkov in grezilo vpeli na izračunani vrednosti. Na sliki 7 je prikazan nosilec za vpenjanje grezila z ravnili v jami v jašku NOP. Na tako vpeto grezilo smo nato iz merskih točk *J30* in *J31* vizirali na sredino grezila (žice), izmerili horizontalni smeri in tako sklenili poligon v jami.



Slika 7: Vpenjanje marke grezila na površini (levo) in v jami (desno) ter signaliziranje marke grezila s preciznim reflektorjem na površini (sredina).

Iz opisanega je razvidno, da smo uporabili najnatančnejšo opremo, ki nam je bila na voljo v Sloveniji. Ves potek meritev je bil največji poudarek na kar največji natančnosti meritev. Posledica izbora merskega instrumentarija, pribora in metod izmere je dosežena velika natančnost izmerjenih količin, kar je razvidno iz grafov 1, 2 in 3, kjer je srednja vrednost standardnih deviacij aritmetičnih sredin merjenih horizontalnih smeri 0,18 mgon, merjenih dolžin 0,2 milimetra in merjenih zenitnih razdalj 0,13 mgon. Dosežena natančnost izmerjenih količin je torej večja od tovarniško deklarirane natančnosti uporabljenega instrumenta, kar kaže na odlično opravljene meritve, dobro izbrane razmere pri merjenju, metode izmere in pomožni instrumentarij. Samo s kakovostnimi merskimi vrednostmi je mogoče natančno določiti iskane količine, to so koordinate poligonskih točk baz in višin reperjev v jami.

5 IZRAVNAVA MERITEV

Višinsko in položajno mrežo smo izravnali ločeno. Meritve smo izravnali po metodi najmanjših kvadratov popravkov meritev, ali matematično zapisano:

$$\Phi = \mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v} = \text{minimum}, \tag{1}$$

kjer je:

\mathbf{v} ... vektor popravkov opazovanj,

\mathbf{P} ... matrika uteži vektorja opazovanj.

Tako smo dobili najverjetnejše vrednosti neznank, to je koordinat točk, s pripadajočimi natančnostmi.

Pred izravnavo smo definirali enačbe opazovanj. Zvezo med merjeno višinsko razliko (izmerjeno z geometričnim nivelmanom ali trigonometričnim višinomerstvom) in višinami točk zapišemo:

$$F: \quad \Delta h_{ij} - (H_j - H_i) = 0. \tag{2}$$

Enačba popravkov merjene višinske razlike ima obliko:

$$v_{\Delta h_{ij}} + \delta H_i - \delta H_j = \Delta h_{ij}^0 - \Delta h_{ij}. \tag{3}$$

V položajni mreži smo enačbe opazovanj uporabili za sestavo lineariziranih enačb popravkov opazovanj. Linearizacija je potekala z razvojem v Taylorjevo vrsto, pri čemer smo zanemarili člene višjih stopenj od prve. Zvezo med merjeno horizontalno smerjo in koordinatnimi neznankami ter orientacijsko neznanko zapišemo:

$$F: \quad r_{ij} - \arctan \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} + o_i = 0. \tag{4}$$

Linearizirana enačba popravkov merjene horizontalne smeri ima obliko:

$$v_{r_{ij}} + \frac{\Delta x_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta y_i - \frac{\Delta y_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta x_i - \frac{\Delta x_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta y_j + \frac{\Delta y_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta x_j + \delta o_i = r_{ij}^0 - r_{ij}. \tag{5}$$

Zvezo med reducirano horizontalno dolžino in koordinatnimi neznankami zapišemo:

$$F: \quad s_{ij} - \sqrt{(y_j - y_i)^2 + (x_j - x_i)^2} = 0. \tag{6}$$

Linearizirana enačba popravkov reducirane horizontalne dolžine ima obliko:

$$v_{s_{ij}} + \frac{\Delta y_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta y_i + \frac{\Delta x_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta x_i - \frac{\Delta y_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta y_j - \frac{\Delta x_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta x_j = s_{ij}^0 - s_{ij}. \tag{7}$$

V enačbah od (2) do (7) pomeni:

Δh_{ij} ... merjena višinska razlika med točkama i in j ,

r_{ij} ... merjena horizontalna smer med točkama i in j ,

s_{ij} ... reducirana horizontalna dolžina med točkama i in j ,

y_p, x_p, H_i in y_j, x_j, H_j ... koordinate točk i in j ,

$v_{\Delta h_{ij}}$... popravek merjene višinske razlike,

$v_{r_{ij}}$... popravek merjene horizontalne smeri,

$v_{s_{ij}}$... popravek reducirane horizontalne dolžine,

o_i ... orientacijska neznanka,

$\delta y_p, \delta x_p, \delta H_i$ in $\delta y_j, \delta x_j, \delta H_j$... popravki približnih vrednosti koordinat točk i in j ,

δo_i ... popravek približne vrednosti orientacijske neznanke,

Δh_{ij}^0 ... približna vrednost višinske razlike,

r_{ij}^0 ... približna vrednost horizontalne smeri,

s_{ij}^0 ... približna vrednost reducirane horizontalne dolžine,

$\Delta y_{ij}^0 = y_j^0 - y_p^0, \Delta x_{ij}^0 = x_j^0 - x_p^0, \Delta h_{ij}^0 = H_j^0 - H_i^0$... koordinatne razlike med točkama i in j ,

y_p^0, x_p^0, H_i^0 in y_j^0, x_j^0, H_j^0 ... približne koordinate točk i in j .

5.1 Izravnava višinske mreže

Izravnavo višinske mreže smo izvedli s programom ViMWin, ver. 5.1, okt. 07, avtorjev T. Ambrožiča in G. Turka (Ambrožič in Turk, 2007). Za izhodišče smo izbrali reper *PEPA*. Z meritvami v preteklosti smo dokazali, da je ta reper stabilen. V vseh treh korakih smo uteži izbrali obratno sorazmerne dolžinam med točkami oziroma reperji, torej $p_{ij} = 1/s_{ij}$. Take uteži smo namenoma izbrali tudi za merjene višinske razlike s trigonometričnim višinoomerstvom, saj smo dobili preveč optimistično oceno natančnosti enote uteži, če smo uteži izračunali z izrazom $p_{ij} = 1/s_{ij}^2$. Razlike v višinah reperjev po izravnavi pa so bile pod milimetrom, če smo uteži izračunali po prvi ali drugi zgoraj zapisani enačbi.

Izravnava je potekala v treh korakih. Najprej smo izvedli izravnavo točk, ki smo jim višinske razlike določili z geometričnim nivelmanom, torej *NOP*, *PP*, *JEK* in *Z*. V preglednici 1 so prikazane izravnane nadmorske višine točk s pripadajočo natančnostjo. Iz preglednice je razvidno, da smo dosegli veliko natančnost določitve višin točk, kar je pričakovan rezultat, saj smo uporabili ustrezen instrument, nivelmansko lato, metodo dela, izmera je bila izvedena v ugodnih vremenskih razmerah.

V drugem koraku smo izvedli izravnavo višinskih razlik, izmerjenih s trigonometričnim višinoomerstvom, med točkami geodetske mreže na površini. Natančnosti določitve višin točk so prikazane v preglednici 1 in znašajo od 2,1 do 2,5 milimetra, kar je dober rezultat in potrjuje dobro opravljene meritve. Seveda je natančnost določitve teh točk manjša kot v prejšnjem primeru, saj je geometrični nivelman ena izmed najnatančnejših geodetskih merskih metod.

Preglednica 1: Izravnane višine točk s pripadajočimi natančnostmi.

Reper	H [m]	σ_H [m]	Reper	H [m]	σ_H [m]
<i>NOP</i>	365,3961	0,0010	<i>N6A</i>	405,6207	0,0023
<i>NOPvrh</i>	366,3752	0,0010	<i>PC0</i>	402,4467	0,0025
<i>NOPM</i>	363,9461	0,0010	<i>KLAS1</i>	371,8125	0,0021
<i>JEK</i>	365,1727	0,0010	<i>KLAS2</i>	374,6029	0,0023
<i>PPJ</i>	371,1877	0,0008			
<i>PPZ</i>	371,1667	0,0008			
<i>PPS</i>	371,1794	0,0008			
<i>PPvrh</i>	372,2406	0,0008			
<i>Z</i>	372,3517	0,0009			

V zadnjem koraku smo izvedli izravnavo celotnega sklenjenega višinskega poligona od točke *PPvrh* prek jame do točke *NOPvrh*. Vključili smo seveda tudi izmerjeno globino jaška, ki smo jo reducirali za meteorološke vplive. V preglednici 2 so podane izravnane definitivne višine točk v jami, na katerih smo vzpostavili baze. Dodatno smo izpisali definitivno višino reperja *RJ27* z izračunano natančnostjo določitve, ker je ta reper stabiliziran v srednjem prekopu in se uporablja kot višinsko izhodišče za vse višinske navezave v jami. Iz preglednice 2 je razvidno, da natančnost določitve višin točk znaša od 2,8 do 5,4 milimetra. Glede na dobljene rezultate višinske izravnave lahko ugotovimo, da sta bili izmera in izravnava izvedeni korektno ter lahko izravnane nadmorske višine točk uporabimo za izračun reduciranih dolžin in za vsa nadaljnja jamomerska dela v jami.

Preglednica 2: Izravnane nadmorske višine reperjev s pripadajočo natančnostjo.

Reper	H [m]	σ_H [m]
<i>J1</i>	362,7733	0,0028
<i>J6</i>	227,2582	0,0042
<i>J7</i>	227,267	0,0043
<i>J19</i>	26,9682	0,0054
<i>J20</i>	7,5392	0,0054
<i>RJ27</i>	-41,7273	0,0052

5.2 Izravnava položajne mreže

Izravnavo položajne mreže smo izvedli s programom Gem4, ver. 4.0, okt. 07, avtorjev T. Ambrožiča, G. Turka in Z. Jamška. Ker smo vse smeri in dolžine merili z istim instrumentom, enakim številom girusov, v podobnih razmerah ..., smo vsem smerem dodelili utež 1, vsem dolžinam pa utež, obratno sorazmerno dolžinam. Natančnost smeri a priori smo ocenili na 0,45 mgon, natančnost dolžin pa 0,6 milimetra.

Položajno mrežo smo najprej izravnali kot prosto mrežo in nato kot vpeto mrežo. Izravnava proste mreže je potekala v treh korakih. V prvem koraku smo analizirali meritve po danski metodi, s katero smo poskušali ugotoviti morebitno prisotnost grobih pogreškov med meritvami. V drugem koraku smo

izvedli izračun uteži merjenih količin z upoštevanjem izbranega kriterija, da se referenčni standardni deviaciji pred izravnavo in po njej statistično značilno ne razlikujeta. V tretjem koraku smo opravili test približnih koordinat, s katerim smo videli, ali smo približne koordinate točk dovolj dobro izračunali. Nato je sledila izravnava vpete mreže, ko smo kot dani točki izbrali točki *NOP* in *N6A*, saj njun vektor premika poznamo zaradi večletnih opazovanj v opazovalni mreži Premogovnika Velenje. Njune koordinate smo določili z opazovanji GNSS. V preglednici 3 so prikazane koordinate danih točk *NOP* in *N6A* med izvajanjem obravnavanih meritev.

Preglednica 3: Seznam koordinat danih točk v rudniškem koordinatnem sistemu.

Točka	Y [m]	X [m]
<i>N6A</i>	6531,037	6056,697
<i>NOP</i>	5683,214	6353,125

V preglednici 4 so prikazane izravnane koordinate točk baz v jami in analiza natančnosti. Razvidno je, da natančnost po osi *Y* znaša od 0,6 do 3,7 milimetra, po osi *X* pa od 1,0 do 9,3 milimetra. Dobljeni rezultati so zelo dobri in dokaz, da so bile celotne meritve izvedene izredno strokovno.

Preglednica 4: Izravnane vrednosti koordinat točk baz v jami in analiza natančnosti.

Točka	Y [m]	X [m]	<i>M_y</i> [m]	<i>M_x</i> [m]	<i>M_p</i> [m]	<i>a</i> [m]	<i>b</i> [m]	θ [°]
<i>PP</i>	6826,1430	6183,6447	0,0008	0,0016	0,0018	0,0017	0,0005	156
<i>PC0</i>	6703,4516	5720,8900	0,0019	0,0010	0,0021	0,0020	0,0005	64
<i>KLAS1</i>	6764,3427	5978,6806	0,0006	0,0013	0,0014	0,0014	0,0004	18
<i>KLAS2</i>	7024,8083	5959,9702	0,0007	0,0027	0,0028	0,0027	0,0005	11
<i>NOPI</i>	5567,8081	6361,9312	0,0004	0,0010	0,0011	0,0010	0,0004	5
<i>Z</i>	6875,9547	6006,8981	0,0008	0,0022	0,0023	0,0022	0,0007	10
<i>J1</i>	6927,9284	6008,8676	0,0008	0,0023	0,0024	0,0023	0,0008	8
<i>J6</i>	7486,2482	6024,9357	0,0012	0,0093	0,0094	0,0093	0,0012	179
<i>J7</i>	7479,7853	5978,2096	0,0014	0,0092	0,0093	0,0092	0,0013	3
<i>J19</i>	6175,4614	6345,5406	0,0024	0,0059	0,0064	0,0059	0,0024	2
<i>J20</i>	6035,4555	6384,9270	0,0024	0,0049	0,0055	0,0049	0,0023	176
<i>J27</i>	5622,2761	6397,1230	0,0023	0,0013	0,0026	0,0024	0,0011	109
<i>1580</i>	5671,9864	6564,5963	0,0037	0,0016	0,0040	0,0038	0,0012	106

6 SKLEPNE UGOTOVITVE

Za potrebe natančne zakoličbe jaška *NOP II* smo izvedli povezavo jame na površino. Pri načrtovanju meritev povezave jame na površino smo iskali optimalne možnosti za izvedbo meritev. Z izmero zunanje mreže, izmero poligona po izvoznem nadkopu Pesje in priključitvijo grezila v jašku *NOP* ter merjenjem globine v jašku *NOP* smo izpolnili zahteve jamomerske stroke glede pravilne izvedbe meritev. Meritve so potekale več dni, za odlične rezultate pa je zaslužna geometrija geodetske mreže na površini in poligona v jami, uporabljen instrumentarij in pribor, izbran čas meritev, da so razmere za merjenje dobre, in seveda

uigrana ekipa. Analiza meritev horizontalnih smeri, zenitnih razdalj in poševnih dolžin je pokazala, da smo z izmero v sedmih girusih dosegli natančnejše rezultate za instrument Leica Geosystems 1201 TCRA+, kot jih proizvajalec navaja v specifikaciji za navedeni instrument. S položajno izravnavo vseh meritev smo za točke na površini in točke baz v jami dobili natančnost po osi Y od 0,6 do 3,7 milimetra, po osi X pa od 1,0 do 9,3 milimetra. Z višinsko izravnavo višinskih razlik, ki smo jih dobili z geometričnim nivelmanom, trigonometričnim višinomerstvom in merjenjem globine v jašku NOP, smo za točke na površini, točke baz v jami in bazni reper v jami dobili natančnost od 2,6 milimetra do 5,4 milimetra. Glede na dolžino zaključenega položajnega in višinskega poligona ter zahtevnost izvedbe lahko trdimo, da so dobljeni rezultati zelo dobri in hkrati dokaz, da je bila naloga izvedena izredno strokovno.

Zahvale

Izvedbo tega dela sta omogočila Premogovnik Velenje in Oddelek za geodezijo UL FGG. Brez uigrane ekipe nam tako kakovostnih meritev ne bi uspelo narediti, zato hvala Roku Grilu, Hikmetu Mujiću in Simonu Rožiču.

Literatura in viri:

- Ambrožič, T., Turk, G. (2007). Navodila za uporabo programa ViMWin ver. 5.1, okt. 07. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Alduchov, O. A., Eskridge, R. E. (1996). Improved Magnus Form Approximation of Saturation Vapor Pressure. *Journal of Applied Meteorology*, 35(4), 601–609. DOI: [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450\(1996\)035<0601:IMFAOS>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450(1996)035<0601:IMFAOS>2.0.CO;2)
- Ciddor, P. E., Hill, R. J. (1999). Refractive Index of Air. 2. Group Index. *Applied Optics (Lasers, Photonics and Environmental Optics)*, 38(9), 1663–1667. DOI: <http://dx.doi.org/10.1364/AO.38.001663>
- Kogoj, D. (2005). Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljmeri. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Miculinič, A. (2007). Primerjava natančnosti meritev, izvedenih klasično in z avtomatskim viziranjem, ter analiza rezultatov izravnav. Diplomski naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Stopar, B., Sterle, O. (2011). Mala geodinamična mreža Premogovnika Velenje – MGMPV (poročilo za leto 2010). Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Stopar, B., Sterle, O. (2012). Obdelave opazovanj GNSS od leta 1996 do leta 2011 v Mali geodinamični mreži Premogovnika Velenje (poročilo za leto 2011). Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Vrabc, M., Pavlovčič Prešeren P., Stopar, B. (2006). GPS study (1996–2002) of active deformation along the Periadriatic fault system in northeastern Slovenia: tectonic model. *Geologica Carpathica*, 57(1), 57–65.
- URL 1: http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-DNA03-Leica-DNA10_5287.htm, pridobljeno 23. 1. 2014.

Koželj M., Slatinšek J., Ambrožič T. (2015). Jamomerske meritve pri gradnji jaška NOP II. *Geodetski vestnik*, 59 (1): 13–27.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.013-027

Mag. Matjaz Koželj, univ. dipl. inž. rud.
Premogovnik Velenje d.d.
Partizanska cesta 78, SI-3320 Velenje
e-naslov: Matjaz.Kozelj@rlv.si

Jure Slatinšek, dipl. inž. rud. in geotehnol.
PV Invest, d.o.o.
Koroška cesta 62b, SI-3320 Velenje
e-naslov: jure.slatinsek@pvinvest.si

Izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič, univ. dipl. inž. geod., univ. dipl. inž. rud.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: tomaz.ambrozic@fgg.uni-lj.si

ANALIZA TRŽNIH OBMOČIJ TREH LETALIŠČ V ZGORNJEJADRANSKI REGIJI

ANALYSIS OF CATCHMENT AREAS OF THREE AIRPORTS IN THE UPPER ADRIATIC REGION

Dejan Paliska, Samo Drobne, Giuseppe Borruso, Massimo Gardina, Daša Fabjan

UDK: 332.132:656

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 24.10.2014

Sprejeto: 4.2.2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.028-041

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 24.10.2014

Accepted: 4.2.2015

IZVLEČEK

V prispevku poskušamo razložiti potnikovo izbiro letališča in analiziramo tržna območja treh izbranih letališč v zgornjejadranski regiji. Pri tem zgornjejadransko regijo obravnavamo kot enotno, prostorsko in družbeno-ekonomsko povezano regijo – z vidika naše raziskave pa še kot večletališko čezmejno regijo. Posebnost takšne regije so tudi geografske, politične, gospodarske in družbene značilnosti območja, ki se razteza prek meja štirih držav. Analizo značilnosti potnikov v odhajanju in tržnih območjih letališč Jožeta Pučnika Ljubljana (LJU), Marka Pola Benetke (VCE) in Ronki Trst (TRS) smo opravili na podlagi ankete, izvedene v letu 2011. Vanjo smo vključili popolne podatke 1552 anketiranih potnikov s stalnim prebivališčem v regiji. Značilnosti potnikov v odhajanju smo obravnavali ločeno glede na spol, starost, zaposlenost, namen potovanja in način prihoda do letališča. Prostorsko analizo tržnih območij smo izvedli na podlagi ločene in skupne obravnave prevožene razdalje do izbranega letališča ter namena potovanja v empiričnem modelu tržnega območja obravnavanih letališč. Rezultati pokažejo, da imajo letališča majhna primarna tržna območja, saj več kot 70 % potnikov izvira iz neposredne bližine letališč.

KLJUČNE BESEDE

letališče, tržno območje, zgornjejadranska regija, zračni potniški promet, izbira letališča, večletališka regija, prometna geografija

ABSTRACT

This article seeks to explain passengers' choice of airport and analyse catchment areas of three airports in the Upper Adriatic region. The Upper Adriatic region is considered as a uniform, territorially and socio-economically integrated region – and as a single multi-airport and cross-border region. The analysed region is also specific in terms of its geographical, political, economic, and social characteristics, since it extends beyond the boundaries of four countries. The analysis of outbound passengers and catchment areas of the Ljubljana Jože Pučnik Airport (LJU), Venice Marco Polo Airport (VCE) and Trieste Ronchi dei Legionari Airport (TRS) draws on a survey conducted in 2011. The analysis includes the records of 1552 surveyed passengers with permanent residence in the region. Characteristics of outbound passengers were analysed separately in terms of sex, age, employment, purpose of travel and mode of transportation to the airport. A spatial analysis of airport catchment areas was conducted using the separate and total distances covered to the selected airport, and the purpose of travel in the empirical model of the relevant airport catchment area. The results suggest that small airports have small primary catchment areas, as over 70% of passengers originate in the immediate proximity of airports.

KEY WORDS

airport, catchment area, Upper Adriatic Region, passenger air traffic, airport choice, multi-airport region, transport geography

1 UVOD

Zaradi geopolitičnih sprememb v zgornjejadranski regiji v zadnjih 25 letih lahko danes obravnavano zgornjejadransko obmejno območje kot enoten prostor in skupno regijo. V skupni regiji ima letalski potnik, sedaj brez omejitev, možnost izbire med različnimi letališči, zato jo lahko pojmuje kot skupno večletališko regijo (angl. multi-airport region). V bližnji preteklosti je bila geopolitično razdeljena, mobilnost prebivalstva pa ovirana z državnimi mejami. Dodaten carinski postopek in z njim povezana izguba časa sta potnike odvrčala od izbire letališča v sosednji državi. Prilagajali so se tedanjim razmeram in praviloma izbirali domača letališča, kar je vplivalo na obliko tržnih območij letališč v regiji. Letališča so imela geopolitično omejen trg, ki se je kazal kot prostorsko asimetrično ter nacionalno in, v izbiri letališča, homogeno območje okrog letališča. Na obliko in velikost tržnih območij so poleg dejavnikov trga (ponudbe in povpraševanja) ter prometne infrastrukture vplivale administrativne ovire, kar se je kazalo predvsem v ostro zarezanih in z državnimi mejami oblikovanih tržnih območjih.

Liberalizacija zračnega prometa v evropskem prostoru (ECAA – European Common Aviation Area (ES, 1997) in Agenda 2000 – For a Stronger and Wider Union (CEC, 1997)) sama po sebi ni opazneje vplivala na vzorce porazdelitve potnikov med letališči v regiji. Že z osamosvojitvijo, in pozneje z vstopom Slovenije v Evropsko unijo, predvsem pa v schengenski režim, je čezmejno območje Slovenije in Italije postalo bolj prostorsko in družbeno-ekonomsko integrirano (Bufon, 2011, 2013). Predvidevamo lahko, da so posledično tudi tržna območja letališč postala bolj heterogena. Pomembno vlogo pri preoblikovanju tržnih območij letališč v bolj heterogena in širša območja je imel vsekakor tudi pojav nizkocenovnih prevoznikov v regiji, dokončanje avtocestnega križa v Sloveniji ter, v zadnjem času, pojav prevoznih družb, ki ponujajo organizirane prevoze potnikov do letališč in z njih.

V svetovnem merilu obstaja veliko večletaliških regij, vendar le redke segajo prek meja treh ali celo štirih držav. Avtorji se večinoma osredotočajo na proučevanje večletaliških regij v eni državi, kar je razumljivo, saj se pri proučevanju regij, ki se segajo čez državne meje, pojavljajo težave s pridobivanjem homogenih in primerljivih podatkov za analizo. Glede tega, kot tudi zaradi političnih, ekonomskih in kulturnih razlik, je zgornjejadranska regija nekaj posebnega. Bufon (2002) jo je opredelil kot poseben stični prostor različnih kulturnih in političnih entitet na periferiji Evropske unije (EU), ki je lahko model za druge regije v EU. Pregled geopolitičnih, kulturnih, družbenih in ekonomskih razlik v regiji najdemo v Bufon in Minghi (2000) ter Bufon (2002).

Odločanje potnikov o izbiri letališča v večletaliških regijah je dobro in podrobno raziskana vsebina (Kanafani in Yuan, 1977; Augustinus in Demakopoulos, 1978; Harvey, 1987; Furuichi in Koppelman, 1994; Pels in sod., 2001, 2003; Loo, 2008; Ishii in sod., 2009; Marcucci in Gatta, 2011). Čeprav se rezultati raziskav nekoliko razlikujejo, saj nanje vpliva veliko dejavnikov, je skupno spoznanje, da imata pri izbiri letališča prevladujočo vlogo dostopnost letališča in pogostost (frekvenca) storitve, ki se ponuja. Pomembnost obeh dejavnikov pa se spreminja glede na proučevano geografsko območje, med različnimi skupinami in tudi znotraj različnih skupin potnikov – predvsem sta pomembna razlika med skupinama poslovnih in neposlovnih potnikov ter razlikovanje med potniki z nižjimi/višjimi prihodki. Splošno je poznano, da sta za poslovne potnike (potniki, ki potujejo iz poslovnih namenov) pri odločanju pomembnejša čas dostopa in vozni red, manj pa cena vozovnice. Nasprotno neposlovni potniki pri odločitvi večji pomen pripisujejo ceni vozovnice. Pri tem je treba poudariti, da potniki med

odločanjem posameznim dejavnikom – odvisno od družbeno-ekonomskega okolja – pripisujejo različni pomen (Hess in Polak, 2005, 2006). V zgodnejših raziskavah o postopku odločanja rezultati analiz o vplivu cene vozovnice na izbiro letališča niso enotni, sodobnejše raziskave pa kažejo na zelo pomembno vlogo cene vozovnice pri izbiri letališča, še posebej pri skupini potnikov, ki potujejo iz neposlovnih razlogov (Cohas in sod., 1995; Dresner in sod., 1996; Suzuki in Audino, 2003; Hess in Polak, 2005, 2006; Papatheodorou in Lei, 2006).

V novejših raziskavah lahko najdemo tudi spremembe pri vrednotenju posameznih dejavnikov v postopku izbire letališča in spremembe splošno uveljavljenih zakonitosti. Dresner (2006) ter Huse in Evangelho (2007) navajajo, da se je zaradi svetovne finančne krize spremenil vzorec odločanja pri poslovnih potnikih, ki se sedaj odločajo podobno kot neposlovni potniki (postali so bolj občutljivi za ceno vozovnic in so pripravljene dostopati do bolj oddaljenih letališč, da bi si zagotovili nižjo ceno vozovnice). Tradicionalna jasna delitev potnikov na skupino, ki uporablja nizkocenovne prevoznike, in potnike, ki uporabljajo redne linijske prevoznike (angl. schedule carriers), tako ni več mogoča. S tem je povezano tudi tako imenovano »odtekanje potnikov« (angl. passenger leakage ali airport leakage). Suzuki in Audino (2003) ter Fuellhart (2007) so opredelili ta pojav kot pripravljenost potnikov, da dostopajo do bolj oddaljenega, večjega (regionalnega) letališča, na katerem so cene prevozov nižje in raven storitve, ki se zagotavlja, višja. Stopnja odtekanja je odvisna od različnih dejavnikov, v glavnem pa od razlike v ceni, skupnega časa leta (direkten let/povezan let), destinacije (letališča, ki ponujajo polete v posebne destinacije, privabljajo potnike tudi iz bolj oddaljenih krajev), namena potovanja (v splošnem so potniki, ki ne letijo poslovno, bolj pripravljene dostopati do bolj oddaljenih letališč) in drugih značilnosti letališča (dobra dostopnost z javnim potniškim prevozom, prisotnost trgovin in restavracij na letališču itn.).

Pojav odtekanja potnikov iz tržnega območja enega letališča na drugo letališče močno vpliva na stopnjo prekrivanja in stopnjo homogenosti (v izbiri letališča) tržnih območij. Splošno znano je, da tržna območja niso stalna v času. Zaradi soodvisnosti med potnikovo izbiro letališča in tržnim območjem so dejavniki, ki vplivajo na spremembe v obliki in homogenosti tržnih območij, enaki dejavnikom, ki vplivajo na potnikovo izbiro letališča. To so: voznina, pogostost letov, direktni ali indirektni let, dostopnost letališča in drugi (Innes in Doucet, 1990; Suzuki in Audino, 2003; Phillips in sod., 2005; Zhang in Xie, 2005; Pantazis in Liefner, 2006; Fuellhart, 2007; Loo, 2008; Lian in Ronnevik, 2011). V zadnjem času pa raziskovalci poročajo o zelo močnem vplivu nizkocenovnih prevoznikov na prostorsko razsežnost in homogenost tržnih območij. Spremembe se kažejo predvsem v širitvi tržnih območij letališč, iz katerih letijo nizkocenovni prevozniki, in večji heterogenosti tržnih območij letališč (Pantazis in Liefner, 2006). Če z vseh letališč v regiji leti najmanj en nizkocenovni prevoznik, je učinek nizkocenovnih prevoznikov na tržna območja omejen. V takem primeru je večje nihanje v ceni med prevozniki na enem letališču kot med različnimi letališči, posledično se potniki porazdelijo med prevoznike znotraj letališča in to ne vpliva bistveno na tržno območje (Blackstone in sod., 2006).

Dostopnost letališča, kot bistven dejavnik pri izbiri letališča, se z gradnjo nove in posodobitvijo stare infrastrukture lahko močno spremeni, kar vpliva na širjenje in izboljšanje tržnega območja (Gjerdaker in sod., 2008). Tržno območje letališča ni za vse destinacije enako. Lesihout (2012) ga razčleni po destinacijah in zagovarja, da se bistveno spreminja in razlikuje glede na destinacije potnikov (nekater

imajo majhno tržno območje, druge, za katere letališče ponuja visoko raven storitve – direkten let za relativno nizko ceno –, pa imajo lahko izredno veliko tržno območje). Če enako destinacijo ponuja več konkurenčnih letališč, ima ta destinacija praviloma manjše tržno območje, saj se trg razdeli med vsa konkurenčna letališča, unikatne/nišne destinacije, ki nimajo konkurence, pa imajo praviloma večja tržna območja (Lieshout, 2012).

Tu velja omeniti tudi rezultate dela avtorjev Bašar in Bhat (2004), ki ugotavljata, da se potniki ob možnosti izbire med več letališči odločajo na podlagi predhodnih pozitivnih izkušenj. Fuellhart (2007) o tej trditvi dvomi in razlaga, da se bistveni dejavniki, ki vplivajo na izbiro letališča, spreminjajo počasi (avtor misli predvsem na dostopnost letališča). Bašar in Bhat (2004) navajata tudi, da med odločanjem potniki ne upoštevajo nujno vseh možnosti. Nekateri jih lahko večino zanemarijo in se odločajo le med manjšim številom letališč. Število alternativnih letališč, med katerimi se potniki odločajo, je po njunem mnenju odvisno od različnih dejavnikov: osebnostnih značilnosti potnika, razpoložljivih informacij in informiranosti potnika, značilnosti potovanja in destinacije, potnikovega zaznavanja okolja itd. Tako lahko različni potniki sestavijo različen nabor letališč, med katerimi se pozneje odločajo, ta pa lahko vključuje najbližje oziroma najboljše dostopno letališče ali pa tudi ne.

Iz uvodnega pregleda literature je razvidno, da so spremembe v velikosti in homogenosti tržnega območja letališča rezultat skupnega vpliva različnih dejavnikov (značilnosti letališča, letalskih prevoznikov ter geopolitičnega in družbeno-ekonomskega okolja) ter da sta metodologija in zorni kot proučevanja lahko zelo različna.

V nadaljevanju prispevka najprej predstavimo metodologijo raziskovanja tržnih območij obravnavanih letališč v zgornjejadranski regiji z opisom podatkovnih virov. Sledi predstavitev rezultatov modeliranja – vključno z empiričnimi modeli – tržnih območij obravnavanih letališč in njihovo vrednotenje. Na koncu prispevka podamo sklep.

2 METODOLOGIJA

V članku se proučujejo značilnosti potnikov in tržnih območij letališč v zgornjejadranski regiji na podlagi podatkov, zajetih z anketo. Podatki so bili pridobljeni v okviru projekta ADRIA A / Razvoj dostopnosti za oživitve jadranskega zaledja, 2010–2014 (2014), ki je bil sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013 (2014). Čeprav lahko potniki na širšem območju zgornjejadranske regije izbirajo med številnimi letališči (slika 1), sta bila projekt in posledično tudi raziskava programske usmerjena le na tri letališča: letališče Jožeta Pučnika Ljubljana (LJU), letališče Marko Polo Benetke (VCE) in letališče Ronki Trst (TRS). V anketi smo zajeli podatke, pomembne za analizo tržnega območja, kot so: namen potovanja, način dostopa do letališča, informacijo, med katerimi letališči so se potniki odločali, informacijo o prevladujočih merilih pri izbiri letališča itd. Poleg navedenih podatkov so bili v anketi zajeti osebni podatki potnikov v odhodu in podatki o njihovem kraju bivanja.

Pripravo vprašalnikov in anketiranje sta izvedli dve ločeni organizaciji, za slovensko in italijansko stran posebej. V postopek priprave anketnega vprašalnika so bila s predlogi vključena tudi vsa tri letališča, zaradi česar so bili pri zajemu podatkov uporabljeni trije delno različni anketni vprašalniki. Anketo smo

izvajali v obdobju od januarja do aprila 2011. V članku so predstavljeni samo rezultati, ki so primerljivi med vsaj dvema obravnavanima letališčema.

Skupno je bilo anketiranih 1936 potnikov. Tisti, ki niso imeli stalnega prebivališča v regiji, so bili pozneje po uveljavljeni metodologiji in priporočilih različnih raziskovalcev (podrobno v Pels in sod., 2003) izločeni iz analize. V postopku urejanja podatkov so bili izločeni tudi nepopolni anketni vprašalniki, tako da končni vzorec obsega 1552 anketirancev, od tega 695 na letališču LJU, 301 na letališču TRS in 556 na letališču VCE.

Odgovore anketiranih potnikov smo prostorsko opredelili s poštnimi števkami kraja prebivališča. Tako smo zagotovili prostorsko obravnavo anketiranih podatkov, na podlagi česar je bilo mogoče opraviti prostorske analize tržnih območij. Podatkovno bazo prostorsko opredeljenih potnikov smo uporabili tudi za izračun dolžine poti in časov vožnje do vseh letališč v regiji. Poti so bile ocenjene kot najkrajše poti po mreži pomembnejših državnih cest v programskem paketu Esri ArcMap 9.3.

Glede na uporabljeno metodologijo v raziskavi lahko tržno območje letališča opredelimo kot geografsko območje okrog letališča, iz katerega izvira večina letalskih potnikov v odhodu, mogoče pa so tudi širše opredelitve. Običajno se tržno območje določi na podlagi prevožene razdalje ali z izohronami časa vožnje z avtomobilom do letališča (eno do dve uri vožnje), obstajajo pa tudi bolj kompleksne metodologije. V naši raziskavi smo uporabili prvi pristop. Pri tem smo potnike v odhodu obravnavali ločeno glede na spol, starost, zaposlenost, namen potovanja in način prihoda do letališča. Prostorsko analizo tržnih območij smo izvedli na podlagi ločene in skupne obravnave prevožene razdalje do izbranega letališča in namena potovanja v empiričnem modelu tržnega območja obravnavanih letališč.

Geografske značilnosti tržnih območij obravnavanih letališč in stopnjo odtekanja potnikov med letališči smo analizirali v empiričnem modelu tržnih območij. Pri tem smo uporabili metodo ocenjevanja krivulj upadanja števila potnikov z razdaljo (več o uporabljeni metodologiji v Lian in Ronnevik, 2011). Krivulje smo ocenili z logističnim regresijskim modelom (več o osnovah izvedbe logistične regresije v Logistic regression, 2014). Kot odvisno spremenljivko smo uporabili diskretno dihotomno spremenljivko, ki opisuje potnikovo izbiro letališča v regiji (potnik je izbral letališče = 1, potnik ni izbral letališča = 0). V logističnem regresijskem modelu smo kot pojasnjevalne spremenljivke poleg razdalje do letališča (*dist*) analizirali še različne spremenljivke iz skupine osebnih lastnosti potnikov in značilnosti potovanja (glej preglednico 1).

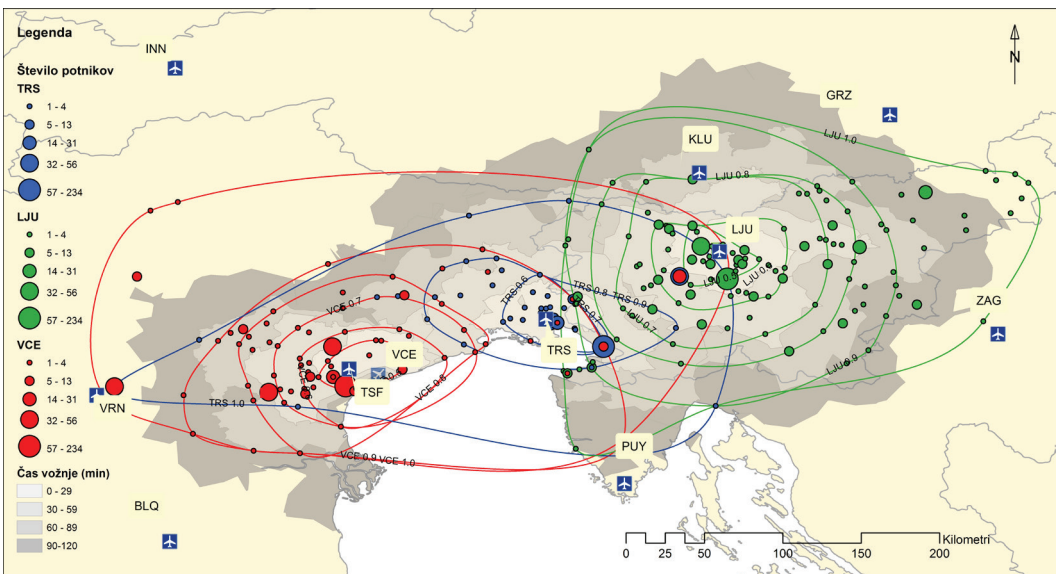
3 TRŽNA OBMOČJA OBRAVNAVANIH LETALIŠČ

Zgornjejadranska regija je še posebej zanimiva za proučevanje homogenosti in prostorske razsežnosti tržnih območij letališč. Razlike med geopolitičnimi, ekonomskimi in kulturnimi značilnostmi posameznih držav značilno vplivajo na izbiro letališča in potniki se lahko odločajo mimo splošno uveljavljenih vzorcev odločanja. S slike 1 vidimo, da v zgornjejadranski regiji obstaja več letališč, ki so medsebojno oddaljena od 200 do 300 kilometrov. Zaradi njihove dobre avtocestne dostopnosti (večina je povezana z avtocestno mrežo koridorjev TEN-T) lahko potniki v odhodu izbirajo med različnimi letališči, ki so med seboj oddaljena od ene do treh ur vožnje z osebnim vozilom.

Primerjava letališke infrastrukture posameznih letališč v regiji pokaže, da imajo letališča med seboj primerljivo infrastrukturo; imajo manjše potniške terminale in uporabljajo le eno vzletno-pristajalno

stezo. Po številu potnikov je največje beneško letališče (VCE). V letu 2012 se letališče VCE na lestevici največjih italijanskih letališč, z več kot 8,2 milijona prepeljanih potnikov, uvršča na peto mesto, in sicer za letališči Rim Fiumicino (36,9 milijona), Milano Malpensa (18,5 milijona), Milano Linate (9,2 milijona) in Bergamo (8,8 milijona) (ENAC, 2013). Letališče TRS pa s skoraj 900.000 potniki najdemo na 24. mestu (prav tam). Tako skupno število prepeljanih potnikov na letališčih VCE, TRS in LJU (1,2 milijona potnikov; SURS, 2013) v letu 2012 presega 10 milijonov.

Čeprav se po številu prepeljanih potnikov letališče VCE precej razlikuje od drugih dveh, imajo vsa tri podobne značilnosti glede povezav in destinacij. Analiza povezav in destinacij na podlagi podatkov, pridobljenih v projektu Adria A, za leto 2012 pokaže, da imajo letališča skupaj 104 direktne povezave z več kot 10.000 potniki letno, od tega 66 letališče VCE, 20 letališče LJU in 15 letališče TRS. Na vseh treh letališčih lahko opazimo podobno strukturo povezav; letalske povezave so pretežno mednarodne in večino usmerjene na območje širše Evrope (vključujoč države nekdanje Ruske federacije in Turčijo). Trem letališčem je skupno tudi, da imajo največ potnikov na linijah, ki jih povezujejo z večjimi evropskimi vozlišči oziroma letališči »hub« (TRS/Rim Fiumicino – 299.659 potnikov, TRS/München – 103.750, TRS/London – 92.608; LJU/Frankfurt – 122.505, LJU/Istanbul – 94.135, LJU/London – 90.255, LJU/München – 73.003, LJU/Pariz – 62.791; VCE/Rim Fiumicino – 729.616, VCE/Pariz – 657.220, VCE/London – 539.626, VCE/Frankfurt – 442.639). Poleg skupnih značilnosti imajo letališča v ponudbi direktnih povezav tudi svoje posebnosti. Beneško letališče je imelo leta 2012 poleg direktnih povezav do skoraj vseh večjih evropskih mest direktne povezave s Severno Ameriko (New Yorkom, Philadelphio, Atlanto, Torontom in Montrealom), Afriko (Tunizijo in Marokom) ter



Slika 1: Tržna območja letališč Jožeta Pučnika Ljubljana (LJU), Marko Polo Benetke (VCE) in Ronki Trst (TRS) v zgornjejadranski regiji (leto 2011).

Arabskim polotokom (Združenimi arabskimi emirati in Katarjem) in je med tremi edino letališče z direktnimi čezatlantskimi linijami. Za tržaško letališče so posebnost direktne nacionalne povezave,

ki so usmerjene proti jugu Italije (Rim, Catania, Trapani, Bari, Neapelj itn.), med nišne mednarodne direktne povezave pa spadajo predvsem povezavi na iberijski letališči Valencia in Girona ter povezava v Tirano (direktno povezavo s Tirano ponuja tudi letališče LJU). Za ljubljansko letališče so značilne direktne povezave z večjimi letališči v severni Evropi ter nišne direktne povezave z balkanskimi državami in Turčijo.

Večino direktnih povezav lahko opredelimo kot »point-to-point«, čeprav posamezne povezave kažejo značilnosti sistema »feeder« za večja evropska vozlišča (predvsem povezave na London, Pariz, Frankfurt, München, Rim). Iz rezultatov analize povezav je mogoče sklepati, da imajo obravnavana letališča predvsem regionalno-evropski značaj, z nekaj povezavami na bolj oddaljena vozlišča, na katerih so mogoče povezave z novimi destinacijami (predvsem Severno Ameriko prek New Yorka, Atlante in Philadelphie ter vzhodom prek Dubaja in Moskve).

V preglednici 1 je podana osnovna opisna statistika vzorca anketiranih na treh obravnavanih letališčih. Prikazani so ločeni rezultati po spolu, starosti, statusu, namenu potovanja, načinu prevoza do letališča, obravnava drugih letališč, povprečnem številu poslovnih in drugih letov na letališču ter povprečni razdalji do letališča.

Na podlagi rezultatov ankete in slike tržnih območij obravnavanih letališč (slika 1) je razvidno, da si letališča delijo tržna območja in medsebojno konkurirajo za potnike v odhodu. Anketa pokaže, da je najbolj pomemben konkurent letališču VCE letališče Treviso (v nadaljevanju: TSF – v tem primeru je upravljavec isti) ter letališče TRS in letališče v Bologni (BLQ). Letališču LJU pa sta resna konkurenca letališči Zagreb (ZAG) in TRS, sledijo še Gradec (GRZ), VCE in TSF. Konkurenca je obojestranska in čeprav podatkov o konkurenčnosti na letališču TRS v anketi nismo zajemali, trdimo, da sta mu največja konkurenta letališči VCE in LJU.

Na sliki 1 opazimo visoko stopnjo koncentracije potnikov v bližini letališč in močno upadanje njihovega števila z večanjem razdalje od letališča. Vidno je tudi, da postaja prostorska porazdelitev potnikov z večanjem razdalje od letališč omejena na posamezne primere, brez prepoznavnega prostorskega vzorca. Upadanje števila potnikov z večanjem razdalje je anizotropno s hitrejšim upadom v smereh konkurenčnih letališč in državnih meja.

Na vseh treh proučevanih letališčih opazimo podoben vzorec prostorske gostitve potnikov v neposredni bližini letališč; večina potnikov izvira iz 60-kilometrskega območja okoli letališč, kar kaže na ozka primarna tržna območja. Na sliki 1 so razvidni tudi znaki odtekanja potnikov med tržnimi območji letališč; izoliniije, ki omejujejo zadnja dva decila potnikov v odhodu z letališč VCE in TRS, so močno preoblikovane v obliko elipse in se v večjem delu površine prekrivajo. Glede na to, da so primarna tržna območja obravnavanih letališč (na sliki 1 ocenjena z izolinijami sedmega decila) precej homogena, lahko sklepamo, da je pojav odtekanja potnikov med tržnimi območji letališč omejen. V nasprotju s tržnima območjema letališč VCE in TRS, ki sta raztegnjeni v smeri vzhod–zahod, opazimo, da ima letališče LJU sploščeno tržno območje na zahodu in raztegnjeno na vzhodu. Izolinija zadnjega decila z manjšim odstopanjem sledi obliki državne meje – v tem decilu so predvsem potniki z izvorom na severovzhodu države. S slike 1 je tudi razvidno, da letališče LJU ne privablja potnikov iz sosednjih držav oziroma je njihov tržni delež zelo majhen.

Preglednica 1: Opisna statistika vzorca anketirancev.

Spremenljivka/razred	Letališče									p vrednost
	LJU			TRS			VCE			
	število	delež	povpr.	število	delež	povpr.	število	delež	povpr.	
Spol	moški	301	43,5 %	175	57,9 %	289	52,0 %			
	ženski	391	56,5 %	127	42,1 %	267	48,0 %			< 10 ⁻⁴
	0–17	17	2,5 %	1	0,3 %	11	2,0 %			
	18–24	131	18,9 %	42	14,0 %	79	14,2 %			
Starostna skupina	25–34	204	29,5 %	68	22,6 %	113	20,3 %			
	35–49	230	33,2 %	99	32,9 %	166	29,9 %			
	50–64	100	14,5 %	76	25,2 %	141	25,4 %			
	65 in več	10	1,4 %	15	5,0 %	46	8,3 %			< 10 ⁻⁴
Status	upokojen	40	5,8 %	23	7,6 %	82	14,7 %			
	študent	154	22,2 %	30	9,9 %	72	12,9 %			
	nezaposlen	15	2,2 %	16	5,3 %	34	6,1 %			
	zaposlen	476	68,5 %	233	77,2 %	368	66,2 %			< 10 ⁻⁴
Namen	posel	319	45,9 %	164	54,3 %	146	26,3 %			
	ostalo	77	11,1 %	66	21,9 %	93	16,7 %			
	študij	20	2,9 %	9	3,0 %	19	3,4 %			
	počitnice	275	39,6 %	60	19,9 %	297	53,4 %			< 10 ⁻⁴
	bus	39	5,6 %	57	18,9 %	146	26,3 %			
	bus+vlak	2	0,3 %	1	0,3 %	21	3,8 %			
Način prevoza	avto	587	84,5 %	228	75,5 %	355	63,8 %			
	avto+bus	4	0,6 %	9	3,0 %	10	1,8 %			
	avto+bus+vlak	2	0,3 %	4	1,3 %	2	0,4 %			
	ostalo	6	0,9 %	2	0,7 %	3	0,5 %			
	taksi	48	6,9 %	0	0,0 %	0	0,0 %			
	vlak	0	0,0 %	1	0,3 %	19	3,4 %			< 10 ⁻⁴
Drugo letališče	ne	406	58,4 %	NA	0,0 %	403	73,5 %			
	da	289	41,6 %	NA	0,0 %	145	26,5 %			< 10 ⁻⁴
Število poslovnih letov			4,92			NA			0,77	< 10 ⁻⁴
Število neposlovnih letov			1,67			NA			0,59	< 10 ⁻⁴
Razdalja do letališča (km)			41,16			36,31			44,45	< 10 ⁻⁴

Opombe: LJU – letališče Jožeta Pučnika Ljubljana, VCE – letališče Marko Polo Benetke, TRS – letališče Ronki Trst. Razlike v deležih med skupinami nominalnih spremenljivk so bile testirane s testom Hi-kvadrat. Za testiranje razlik med povprečji sta bila uporabljena test ANOVA ali test t, za razliko v deležih med dvema spremenljivkama pa test Fisher exact. Razlike so statistično značilne pri stopnji tveganja 5 % ($P < 0,05$).

3.1 Empirični model tržnih območij obravnavanih letališč

Empirični model tržnih območij obravnavanih letališč smo ocenjevali z logističnim regresijskim modelom. Rezultati so krivulje upadanja števila potnikov z razdaljo od letališča.

Rezultati ankete kažejo, da je prevladujoče merilo izbire letališča dostopnost do letališča (70 % potnikov kot prvotno merilo izbire letališča navaja dobro dostopnost). Zato smo najprej preverili pojasnjevalno moč spremenljivke, ki meri prevoženo razdaljo do letališča (*dist*)¹. Kot rečeno, smo v logističnem regresijskem modelu kot pojasnjevalne spremenljivke poleg razdalje do letališča testirali še druge spremenljivke iz skupine osebnih lastnosti potnikov in značilnosti potovanja, vendar se je med vsemi pokazala kot značilna le spremenljivka, ki opisuje namen potovanja (*purp*).

Rezultati pokažejo, da je model kakovosten (P-vrednost Waldovega testa in vrednost Likelihood Ratio sta manjša od 0,05) in da dobro pojasni potnikovo izbiro letališča na vseh treh letališčih (preglednica 2). Negativni koeficienti spremenljivke *dist* povedo, da se tržni delež/tržno območje manjšajo z večanjem prevožene razdalje.

Preglednica 2: Prikaz rezultatov logističnega regresijskega modela.

Letališče	Spremenljivka	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²	<i>dist</i> koeficient (P-vrednost)	<i>purp</i> koeficient (P-vrednost)
LJU	<i>dist</i>	0,477	0,641	- 0,025 (0,000)	-
TRS	<i>dist</i>	0,391	0,625	- 0,049 (0,000)	-
VCE	<i>dist</i>	0,540	0,735	- 0,033 (0,000)	-
LJU	<i>dist, purp</i>	0,479	0,643	- 0,025 (0,000)	- 0,343 (0,014)
TRS	<i>dist, purp</i>	0,399	0,640	- 0,049 (0,000)	- 0,966 (0,000)
VCE	<i>dist, purp</i>	0,549	0,748	- 0,033 (0,000)	- 1,042 (0,588)

Krivulje upadanja tržnega deleža na tržnem območju v odvisnosti od prevožene razdalje na sliki 2 potrjuje predhodno razlago slike 1. Ugotovimo lahko, da ima največje in najbolj homogeno tržno območje letališče VCE. Tržno območje se širi prek tržnega območja letališča TRS in doseže osrednji del tržnega območja letališča LJU. V ožjem območju letališč so tržni deleži precej visoki in homogeni; pri prevoženi razdalji 40 kilometrov imajo posamezna (najbližja) letališča več kot 75-odstotne tržne deleže (VCE približno 92 %, TRS približno 75 % in LJU približno 83 %). Najbolj strmo pada krivulja letališča TRS, kjer se samo polovica potnikov na oddaljenosti 65 kilometrov odloči za to letališče – kar je približno polovico razdalje do dveh konkurenčnih letališč (razdalja po cesti med TRS in LJU je 142 kilometrov, med TRS in VCE pa 118 kilometrov).

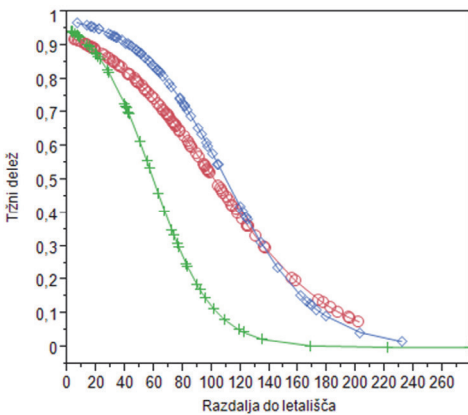
Primarno tržno območje letališča LJU je manj homogeno kot tržno območje letališča VCE. Kljub temu pa krivulja upadanja potnikov pokaže, da letališče LJU glede na letališče VCE lahko pritegne več potnikov, oddaljenih od 135 do 210 kilometrov. Letališče LJU ima najbolj položno funkcijo upadanja v številu

¹ V podobnih raziskavah avtorji namesto razdalje do letališča običajno uporabijo čas vožnje. V tej raziskavi se nismo odločili tako predvsem zaradi pomanjkanja podatkov o kategoriji ceste na italijanski cestni mreži in napak pri povezovanju centroidov izhodišča potnikov na cestno mrežo. Lokacije potnikov smo med izvedbo mrežne analize povezali na mrežo cest s toleranco 10 kilometrov, te napake pa nismo želeli povečevati z uganjanjem o hitrosti dostopa.

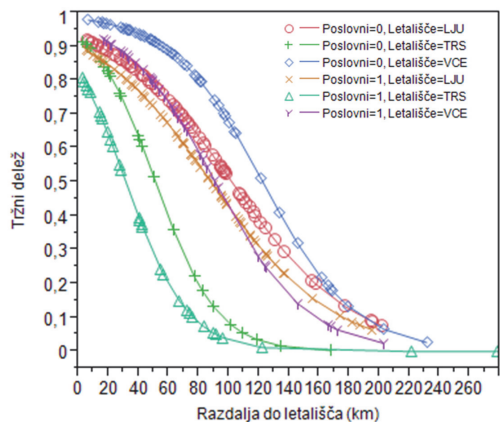
potnikov, ki se pri prevoženih razdalji približno 135 kilometrov seka s krivuljo upadanja letališča VCE. Pri tej razdalji obe letališči ohranjata relativno visoka, 35-odstotna tržna deleža, z večanjem razdalje pa tržni delež letališča VCE primerjalno hitreje pada.

Iz zapsanega bi lahko napačno sklepali, da je letališče LJU konkurenca letališču VCE. Letališče VCE, kot večje letališče, v nekaterih segmentih ponuja boljšo kakovost storitve, predvsem pa, kot letališče, ki je povezano z nizkocenovnim prevoznikom, bolj poceni vozovnice. To pritegne del letalskih potnikov iz bolj oddaljenih krajev, tudi krajev, ki so v ožjem tržnem območju letališč TRS in LJU. Potniki v odhodu z letališča LJU pa pretežno izvirajo iz območja znotraj državne meje Slovenije. Tako se tržno območje letališča LJU ne razteguje v zahodni smeri proti letališču VCE, ampak predvsem na severovzhod, od koder izvirajo tudi najbolj oddaljeni potniki. Za potnike, ki izvirajo iz severozahodnega dela Slovenije, je boljše dostopno letališče ZGB (približno 30 % vprašanih potnikov je povedalo, da so razmišljali o letališču ZGB kot alternativnem letališču), a se vseeno raje odločajo za letališče LJU. Najverjetneje na dokončno odločitev tega dela potnikov vpliva tudi nagnjenost k uporabi domačega letališča (39 % vprašanih na letališču LJU trdi, da vedno letijo s tega letališča; med temi je več kot 60 % poslovnih potnikov) oziroma se odločajo na podlagi predhodnih pozitivnih izkušenj.

V pregledu literature v uvodnem delu članka smo že ugotovili, da je segmentiranje potnikov po namenu potovanja pomembno pri proučevanju izbire letališča. Splošno velja, da je za potnike, ki potujejo v neposlovne namene, bolj pomembna cena vozovnice in so zato pripravljene prepotovati večjo razdaljo do letališča kot poslovni potniki. Spremenljivko namen potovanja smo binarno kodirali v dihotomno vrednost, kjer smo vrednost 1 pripisali poslovnim potnikom. Z vključitvijo pojasnjevalne spremenljivke *purp*, ki opisuje namen potovanja, se je napovedna moč modela nekoliko povečala (glej preglednico 2). Negativni predznaki koeficientov spremenljivke *purp* pokažejo, da poslovni potniki običajno izberejo bližje letališče (bolje dostopno) kot potniki, ki potujejo z neposlovnim namenom. To se v splošnem kaže kot manjše in bolj homogeno tržno območje za poslovne potnike, kar je skladno z rezultati predhodnih raziskav. Na sliki 3 je prikazana krivulja upadanja tržnega deleža v tržnem območju letališč glede na namen potovanja in v odvisnosti od prevožene razdalje.



Slika 2: Tržni deleži v odvisnosti od oddaljenosti bivališča od letališča.



Slika 3: Tržni deleži za poslovne in neposlovne namene potovanja v odvisnosti od oddaljenosti bivališča od letališča.

Za vse komentirane rezultate v empiričnem delu velja, da uporabljena metodologija generira izotropno interpolirane krivulje upadanja, ki predstavljajo povprečno raztezanje tržnih deležev in območij. Dejanska oblika tržnih območij (slika 1) in velikost tržnih deležev pa se po smereh proučevanja lahko bistveno spreminja.

4 SKLEP

Danes lahko obravnavamo zgornjejadransko obmejno območje kot veliko bolj ekonomsko in družbeno povezan prostor kot v preteklosti (Bufon, 2002, 2013). Posebnost te regije se kaže – poleg drugih družbenih, kulturnih in gospodarskih posebnosti – tudi v načinu odločanja letalskih potnikov o letališču odhoda ter v velikosti in homogenosti tržnih območij letališč v regiji. Razlogov, zakaj v splošnem opažamo relativno majhna in homogena primarna tržna območja, je najbrž več. Najprej lahko navedemo geografsko značilnost, to je neposredno bližino letališč večjim mestom v regiji, ki so primaren izvor potnikov. Drugič, na razhajanje z objavljenimi rezultati v predhodnih študijah izbire letališča v večletališčnih regijah gotovo vplivajo tudi značilnosti obravnavanih letališč. Preučevana letališča se po letališki infrastrukturi (vsa tri imajo eno vzletno-pristajalno stezo in manjše potniške terminale) ne razlikujejo veliko, po ponudbi destinacij (vsa ponujajo direktne lete do večjih evropskih vozlišč) in kakovosti storitve pa so vsaj delno primerljiva. Prav tako, za sedaj, v regiji ni večjega regijskega »hub« letališča, ki bi z boljšo ponudbo nasploh in nižjimi cenami privabilo potnike iz celotne regije.

Čeprav smo pričakovali večji vpliv letalskih nizkocenovnih prevoznikov na velikost tržnih območij, tega vpliva v rezultatih analize ni zaznati. Pri interpretaciji vpliva nizkocenovnih prevoznikov na tržna območja moramo biti previdni, saj v anketi nismo neposredno zajeli podatkov o izbiri letalskega prevoznika, ampak smo o tem sklepali iz zajete informacije o načinu izbire letališča (anketiranci so razvrščali pomembnost cene vozovnice pri izbiri letališča). Skupaj z dejstvom, da v raziskavo ni bilo vključeno letališče TSF (kot tipično letališče, povezano z nizkocenovnimi prevozniki), lahko to štejem kot največjo pomanjkljivost raziskave. Na podlagi rezultatov ankete lahko sklepamo, da je bil med raziskavo vpliv nizkocenovnih prevoznikov na tržno območje omejen; letališči VCE in TRS sta privabljali le manjše število, predvsem neposlovnih, potnikov iz bolj oddaljenih krajev. Kot zagovarjajo Blackstone in sodelavci (2006), nekajletni trend širitve ponudbe nizkocenovnih prevoznikov na skoraj vsa letališča ustvarja razmere, v katerih bo v prihodnje vpliv nizkocenovnih prevoznikov na velikost tržnih območij še bolj omejen.

Z oddaljevanjem od letališč se začnejo kazati regijske posebnosti v potnikovem načinu izbire letališča. Neposredno izražena preferenca uporabe domačega letališča slovenskih potnikov, ki je najbrž povezana tudi z zelo nizko razvrščeno ceno vozovnice in pogostostjo storitve v postopku izbire letališča v obeh glavnih tržnih segmentih potnikov², so le nekatere posebnosti, ki jih v številnih študijah izbire letališča ni zaslediti. Pri takem načinu odločanja se potniki ne zanimajo za storitev, ki jo ponujajo konkurenčna letališča v regiji, kar se kaže v velikosti in homogenosti tržnih območij. Navedeni rezultati so lahko le manj posledica neinformiranosti potnikov, saj je iz ankete razvidno, da se 42 % potnikov na ljubljanskem letališču odloča med najmanj dvema letališčema v regiji, na koncu pa, predvsem zaradi dobre dostopnosti, izbere letališče LJU. Pomemben dejavnik pri takem načinu odločanja je gotovo letališka ponudba desti-

² Le 12 % neposlovnih in 4 % poslovnih potnikov na letališču LJU se je odločilo na podlagi cene vozovnice, na podlagi pogostosti letov pa 4 % poslovnih in 3 % neposlovnih potnikov.

nacij. Vsem trem letališčem je skupno, da so leta 2012 ponujala direktno povezavo do velikih evropskih vozlišč (München, Frankfurt, London in Bruselj). Letališči VCE in LJU sta, poleg že navedenih, ponujali direktne povezave v Pariz, Zürich, Istanbul, Amsterdam, Dunaj in Helsinki, letališči VCE in TRS pa direktne povezave v Rim, Bari in Neapelj. Na vseh naštetih destinacijah si letališča medsebojno neposredno konkurirajo. Analiza pokaže, da skupno število potnikov na teh destinacijah predstavlja skoraj polovico (5 milijonov) skupnega prometa treh letališč. Na letališču LJU so, na zgoraj navedenih linijah, zabeležili 62 % skupnega prometa, na TRS 56 % skupnega prometa, na letališču VCE pa 46 % skupnega potniškega prometa. V tržnih razmerah, ko sta si ponudba destinacij in kakovost storitve med letališči podobni, se potniki, ne glede na tržni segment, večinoma odločajo za najbližje letališče. Na podlagi tega nastajajo majhna tržna območja. Kot navaja Lieshout (2012), konkurenca v ponudbi destinacij ustvarja tržne razmere, v katerih si letališča (predvsem na podlagi cene in kakovosti storitve) delijo trg, to pa se odraža v manjših tržnih območjih posameznih letališč. Letališča ponujajo tudi unikatne/nišne destinacije, ki imajo praviloma širša tržna območja, vendar je povpraševanje po teh destinacijah manjše. Prav zaradi razmerja v številu potnikov med konkurenčnimi in nišnimi destinacijami se lahko v empiričnem modelu vpliv nišnih destinacij na tržna območja izgubi v povprečju, kar se odraža v logističnih krivuljah, ki pokažejo relativno majhna in homogena tržna območja.

Na koncu lahko ugotovimo, da kljub prekrivanju tržnih območij letališč v zgornjejadranski regiji med raziskavo ni bilo zaznati bistvenega odtekanja potnikov med letališči. Rezultati empiričnega modela podpirajo tudi trditev, da so tržna območja relativno homogena in da se potniki večinoma odločajo za bližnje letališče. Žal rezultati raziskave zgornjejadranske večletališke regije ne ponujajo jasnega odgovora na vprašanje, kakšna je stopnja integracije skupne letališke regije in kako potniki izkoriščajo prednosti posameznih letališč. Kot kaže, se ponudba premalo razlikuje in med letališči ni potrebnih/večjih razlik v ponudbi destinacij, ceni, kakovosti storitve, frekvenci itd., ki bi spodbudile bolj intenzivno pretakanje potnikov med tržnimi območji.

Pomembno je spomniti, da na tržna območja vpliva skupek medsebojno povezanih in prepletenih splošnih ekonomskih, družbenih in geografskih dejavnikov ter dejavnikov konkurenčnosti letališč in letalskih prevoznikov, ki se lahko na kratek rok spreminjajo in posledično vplivajo na spremembo v ponudbi in povpraševanju. Tako je vprašljivo, ali lahko rezultate raziskave posplošimo in uporabljamo v daljšem časovnem obdobju. Vseeno pa domnevamo, da bodo tržna območja – če v regiji ne bo večjega vozliščnega letališča ali večjih sprememb v ponudbi destinacij – tudi v prihodnje ostajala pretežno homogena in majhna.

Zahvala

Raziskava je potekala v okviru projekta ADRIA A / Razvoj dostopnosti za oživitev jadranskega zaledja, ki je bil sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013.

Literatura

- ADRIA A / Razvoj dostopnosti za oživitve jadranskega zaledja (2014). Projekt v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013. <http://www.adria-a.eu/sl/>, pridobljeno 20. 10. 2014.
- Augustinus, J. G., Demakopoulos, S. A. (1978). Air Passenger Distribution Model for a Multiterminal Airport System. V: Transportation Research Board, Transportation Research Record 673: Transportation Forecasting and Travel Behaviour. Washington, 176–180.
- Başar, G., Bhat, C. (2004). A Parameterized Consideration Set Model for Airport Choice: An Application to the San Francisco Bay Area. Transportation Research Part B, 38, 889–904. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2004.01.001>
- Blackstone, E., Buck, A., Hakim, S. (2006). Determinants of Airport Choice in a Multi-Airport Region. Atlantic Economic Journal, 34(3), 313–326. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11293-006-9024-z>
- Bufon, M. (2002). Experience of Cross-Border Cooperation in the Upper Adriatic. Regional & Federal Studies, 12(4), 177–196. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/714004771>
- Bufon, M. (2011). The Slovenian Borderlands: Between Integration and Marginality. Geographica Timisiensis, 20(2), 19–27.
- Bufon, M. (2013). Researching Elements of Cross-Border Social Cohesion: The Case of Slovene Border Area. European Countryside, 5(2), 89–101. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/euco-2013-0006>
- Bufon, M., Minghi, J. (2000). The Upper Adriatic Borderland: From Conflict to Harmony. GeoJournal, 52(2), 119–127. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013374204149>
- CEC (Commission of European Union) (1997). Agenda 2000 – For a Stronger and Wider Union. <http://europa.eu.int/comm/agenda2000/overview/en/agenda.htm>, pridobljeno 1. 10. 2010.
- Cohas, F., Belobaba, P., Simpson, R. (1995). Competitive Fare and Frequency Effects in Airport Market Share Modeling. Journal of Air Transport Management, 2(1), 33–45.
- Dresner, M. (2006). Leisure versus Business Passengers: Similarities, Differences, and Implications. Journal of Air Transport Management, 12(1), 28–32. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2005.09.006>
- Dresner, M., Lin, J.-S. C., Windle R. (1996). The Impact of Low-Cost Carriers on Airport and Route Competition. Journal of Transport Economics and Policy, 30(3), 309–328.
- EC (European Council) Regulation 2027 (1997). ECAA – Multilateral Agreement on the Establishment of A European Common Aviation Area.
- ENAC (2013). Dati di Traffico 2012. https://www.enac.gov.it/repository/Content-Management/information/N1503236759/Dati_traffico_2012_al28032013.pdf, pridobljeno 1. 10. 2014
- Fuellhart, K. (2007). Airport Catchment and Leakage in a Multi-Airport Region: The Case of Harrisburg International. Journal of Transport Geography, 15(4), 231–244. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.08.001>
- Furuichi, M., Koppelman, F. S. (1994). An Analysis of Air Travelers' Departure Airport and Destination Choice Behavior. Transportation Research, 28A, 187–195.
- Gjerdåker, A., Rønnevik, J., Lian, J. I. (2008). The Road to Lofoten. Effects on Business, Tourism and Aviation. Institute of Transport Economics, Oslo. Report 994.
- Harvey G. (1987). Airport Choice in a Multiple Airport Region. Transportation Research, 21(6), 439–449.
- Hess, S., Polak, J. K. (2005). Mixed Logit Modelling of Airport Choice in Multi Airport Regions. Journal of Air Transport Management, 11(2), 59–68. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2004.09.001>
- Hess, S., Polak, J. W. (2006). Exploring the Potential for Cross-Nesting Structures in Airport-Choice Analysis: A Case Study of the Greater London Area. Transportation Research Part E, 42(2), 63–81. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0004-6981\(82\)90482-6](http://dx.doi.org/10.1016/0004-6981(82)90482-6)
- Huse, C., Evangelho, F. (2007). Investigating Business Traveller Heterogeneity: Low-Cost vs Full-Service Airline Users? Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 43(3), 259–268. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2006.10.005>
- Innes, J. D., Doucet, D. H. (1990). Effects of Access Distance and Level of Service on Airport Choice. Journal of Transportation Engineering, 116(4), 507–516. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1990\)116:4\(507\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(1990)116:4(507))
- Ishii, J., Sunyuong, J., Van Dender K. (2009). Air Travel Choices in Multi-Airport Markets. Journal of Urban Economics, 65(2), 216–227. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jue.2008.12.001>
- Kanafani, A., Yuan, H. S. (1977). An Investigation of Short Haul Air Transportation in the Southeastern United States, NASA Technical Reports Server, NASA-CR-152166.
- Lian, J. I., Rønnevik, J. (2011). Airport Competition – Regional Airports Losing Ground to Main Airports. Journal of Transport Geography, 19(1), 85–92. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.12.004>
- Lieshout, R. (2012). Measuring the Size of An Airport's Catchment Area. Journal of Transport Geography, 25(1), 27–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.07.004>
- Logistic regression (2014). From Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_regression, pridobljeno 1. 10. 2014.
- Loo, B. (2008). Passengers' Airport Choice within Multi-Airport Regions (Mars): Some Insights from a Stated Preference Survey at Hong Kong International Airport. Journal of Transport Geography, 16(2), 117–125. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.05.003>
- Marcucci, E., Gatta, V. (2011). Regional Airport Choice: Consumer Behaviour and Policy Implication. Journal of Transport geography, 19(1), 70–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.10.001>
- Pantazis, N., Liefner, I. (2006). The Impact of Low-Cost Carriers on Catchment Areas of Established International Airports: The Case of Hanover Airport, Germany. Journal of Transport Geography, 14(4), 265–272. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2005.05.002>
- Papatheodorou, A., Lei, Z. (2006). Leisure Travel in Europe and Airline Business Models: A Study of Regional Airports in Great Britain. Journal of Air Transport Management, 12(1), 47–52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2005.09.005>

- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2001). Airport and Airline Choice in a Multi-Airport Region: An Empirical Analysis for the San Francisco Bay Area. *Regional Studies*, 35(1), 1–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00343400120025637>
- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2003). Access to and Competition between Airports: A Case Study for the San Francisco Bay Area. *Transportation Research*, 37A (1), 71–83. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0965-8564\(02\)00007-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0965-8564(02)00007-1)
- Phillips, O. R., Weatherford, L. R., Mason, C. F., Kuncze, M. (2005). Passenger Leaks and the Fate of Small Community Air Service. *Economic Inquiry*, 43(4), 785–794. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ei/cbi055>
- Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007–2013 (2014). <http://www.ita-slo.eu>, pridobljeno 20. 10. 2014.
- SURS (2013), Statistični letopis 2013. Statistični urad Republike Slovenije. Ljubljana.
- Suzuki, Y., Audino, M. J. (2003). The Effects of Airfares on Airport Leakage in Single –Airport Regions. *Transportation Journal*, 42(5), 31–41.
- Zhang, Y., Xie, Y. (2005). Small Community Airport Choice Behaviour Analysis: A Case Study of GTR. *Journal of Air Transport Management*, 11(6), 442–447. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2005.07.008>

Paliska D., Drobne S., Borruso G., Gardina M., Fabjan D. (2015). Analiza tržnih območij treh letališč v zgornjejadranski regiji. *Geodetski vestnik*, 59 (1): 28–41 DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.028–041

Dr. Dejan Paliska, univ. dipl. inž. prom.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet
Pot pomorščakov 4, SI- 6320 Portorož
e-naslov: dejan.paliska@fpp.uni-lj.si

Viš. pred. mag. Samo Drobne, univ. dipl. inž. geod.

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

Mag. Daša Fabjan, univ. dipl. inž. prom.

Univerza na Primorskem, Fakulteta za turistične študije
Obala 11a, SI-6320 Portorož
e-naslov: dasa.fabjan@turistica.si

Izr. prof. dr. Giuseppe Borruso, univ. dipl. ekon.

Università di Trieste, Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali,
Matematiche e Statistiche (DEAMS)
Via Velerio 4/1, IT-34127 Trst
e-naslov: giuseppe.borruso@deams.units.it

Dr. Massimo Gardina, univ. dipl. ekon.

Università di Trieste, Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali,
Matematiche e Statistiche (DEAMS)
Via Velerio 4/1, IT-34127 Trst
e-naslov: massimo.gardina@deams.units.it

SLOVENSKI, EVROPSKI IN MEDNARODNI STANDARDI ZA PROSTORSKE PODATKE

SLOVENIAN, EUROPEAN AND INTERNATIONAL STANDARDS FOR SPATIAL DATA

Radoš Šumrada

UDK: 528+91:004.057.2
 Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04
 Prispelo: 20.8.2014
 Sprejeto: 7.1.2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.042-055
 PROFESSIONAL ARTICLE
 Received: 20.8.2014
 Accepted: 7.1.2015

IZVLEČEK

V članku je opisano dvajsetletno delovanje in zlasti rezultati tehničnega odbora ISO/TC 211 – Geografske informacije/geomatika, ki je razvil približno 66 mednarodnih standardov, tehničnih poročil in dopolnil za področje geoinformatike (standardi ISO z oznako 191xx). Razvoj in usklajevanje dopolnjujeta sprotno delo in posodabljanje že razvitega, kar pomeni, da se sedaj oblikuje približno 24 dodatnih ali revidiranih standardov, popravkov in specifikacij ISO. Predstavljen je tudi hkraten razvoj odprtih standardov na področju geoinformatike (OGC), ki dodatno vpliva na formalno standardizacijo. V članku je opisana sodobna vloga CEN/TC 287 GI, ki privzema mednarodne standarde odbora ISO 211 kot evropske standarde (EN), in tudi delovanje SIST/TC GIG, katerega namen je prevzem navedene skupine standardov in tehničnih poročil v sistem slovenske standardizacije. V sklepu so podane nekatere zadrege in težave, ki se pojavljajo v Sloveniji med uvajanjem in zaradi neuporabe opisanih standardov.

ABSTRACT

This paper presents a twenty-year development and outcomes of ISO technical committee (TC) 211 – Geographic Information/Geomatics, which has developed around 66 ISO standards, technical reports and amendments (group with 191xx ISO number). Further development in the field of geoinformation affects the continuation, maintenance and updating of deliverables that is evident from the TC program for the coming years. The planned output will be a set of additional 24 new or revised ISO standards and technical specifications. The impact of open standards (OGC) in the domain of formal standardization is also outlined. Furthermore, the paper describes the renewed activities of CEN/TC 287 GI, which adopts ISO standards of TC 211 as European standards (EN). Also the role of SIST/TC GIG is presented that follows the activities of both the mentioned technical committees and adopts adequate Slovenian standards (SIST) and technical reports. Furthermore, the conclusions include some considerations about the obstacles and problems arising from the progress and non-acceptance of the mentioned standardization in Slovenia.

KLJUČNE BESEDE

geoinformatika, mednarodni standardi, ISO/TC 211 – Geografske informacije/geomatika, CEN/TC 287 GI, SIST/TC GIG, OGC

KEY WORDS

geoinformation, international standards, ISO/TC 211 – Geographic Information/Geomatics, CEN/TC 287 GI, SIST/TC GIG, OGC

1 UVOD

Predvsem trije razlogi so pomembni za vnovično predstavitev stanja in dosežkov formalne standardizacije na področju geoinformatike. Mineva dvajset let od ustanovitve tehničnega odbora ISO/TC 211 GI/G v letu 1994. Prvotno načrtovano osemletno razvojno obdobje je bilo že večkrat časovno in vsebinsko preseženo. Poleg tega je razvojni in življenjski cikel standardov običajno pet let in tudi to obdobje je bilo od zadnjega opisa dosežkov formalne standardizacije že večkrat preseženo (Šumrada, 2009). Tretji in ne zadnji razlog je splošna in podrobna predstavitev pomena in vloge formalne standardizacije ter neuporabe do sedaj razvitih standardov za področje geoinformatike v Sloveniji, kar pa ostaja pomembna tehnološka težava.

Na področju geoinformatike poteka formalna in odprta standardizacija že dobri dve desetletji. Pri njenem razvoju sodelujejo trije tehnični odbori na treh uradnih ravneh. Na svetovni ravni je to Mednarodna organizacija za standardizacijo ISO (angl. *International Organization for Standardization*), in sicer tehnični odbor (TC) 211 – Geografske informacije in geomatika, katerega domača stran na spletu ponuja podroben opis sestave, delovanja in tekočih dosežkov (ISO/TC 211, 2014). Na ravni Evrope oziroma EU in na ravni evropskega območja proste trgovine (EFTA) zastopa tovrstni razvoj standardizacije spet obujeni tehnični odbor CEN/TC 287 – Geografske informacije Evropskega združenja za standardizacijo CEN (CEN/TC 287, 2014). V Sloveniji od leta 1996 standardizacijo na področju geoinformatike vodi tehnični odbor GIG Slovenskega inštituta za standardizacijo (SIST, 2014). Vzporedno s formalno standardizacijo poteka razvoj odprtokodne industrijske standardizacije, kjer na področju geoinformatike prevladuje združenje Open Geospatial Consortium (OGC, 2014). Zaradi vsebinskih omejitev prispevka je omenjen zgolj pomemben vpliv odprtih specifikacij na formalne standarde. V nadaljevanju so opisane aktivnosti in dosežki vseh treh navedenih tehničnih odborov, pregled stanja in razvitih standardov ter tudi razmere in nekatere težave glede standardizacije na področju geoinformatike v Sloveniji.

2 SKUPINA STANDARDOV ISO/TC 211 – GEOGRAFSKE INFORMACIJE/GEOMATIKA

Usklajeni svetovni standardi na področju geoinformatike so potrebni za opredelitev metod, orodij in servisov za proizvodnjo in upravljanje zbirk prostorskih podatkov. Tehnični odbor ISO (TC) 211 – Geografske informacije/geomatika se ukvarja s standardizacijo geografskih podatkov na svetovni (mednarodni) ravni že dvajset let (ISO/TC 211, 2015). V njem je sedaj dejavnih 35 nacionalnih organizacij za standarde, 32 nacionalnih organizacij pa ima status opazovalk. Zunanjih sodelujočih ustanov, kot so Mednarodna zveza geodetov FIG (fran. *Fédération Internationale des Géomètres*), Mednarodno združenje za geodezijo IAG (angl. *International Association of Geodesy*), Mednarodno kartografsko združenje ICA (angl. *International Cartographic Association*), Mednarodna hidrografska organizacija IHO (angl. *International Hydrographic Organization*), Mednarodno združenje za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje ISPRS (angl. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*), združenje OGC (angl. *Open Geospatial Consortium*) itd., je tudi okrog trideset.

Pomembno je zlasti sodelovanje in usklajevanje standardov s konzorcijem OGC, ki razvija abstraktne in odprte izvedbene specifikacije oziroma industrijske rešitve na področju geoinformatike, te pa so podlaga za razvoj ustreznih programskih orodij. Posebej je treba omeniti tvorno sodelovanje med ISO/TC 211 in OGC (OGC, 2014), katerega skupni cilj je niz vzajemno usklajenih ali prevzetih standardov kot podlag za nadaljnji razvoj. Neposredni rezultat sodelovanja med OGC in ISO/TC 211 so bili predlogi

za nove standarde ISO, ki so izvorno privzeti kot predlogi OGC (RFP): ISO 19119:2006 GI – Servisi (*Services*), ISO 19128:2008 GI – Vmesnik za spletni kartografski strežnik (*Web Map Server – WMS*), GML (*Geography Markup Language*) kot standard ISO 19136:2009 GI, ISO 19142:2010 GI – servis za prostorske pojave na spletu (*Web Feature Service – WFS*) itd.

ISO/TC 211 prav tako posredno sodeluje z mnogimi drugimi tehničnimi odbori Mednarodne organizacije za standardizacijo ISO, Mednarodne komisije za elektrotehniko (IEC), Mednarodnega združenja za komunikacijo (ECMA) ter evropskimi združenji za standardizacijo CEN in CENELEC, s katerimi usklajujejo povezan razvoj sorodnih standardov. Posebej pomembna je usklajena politika in sodelovanje z regionalnimi organizacijami za standardizacijo, kot je evropska CEN, v kateri je začel spet delovati TC 287 – Geografske informacije, ter z nacionalnimi ustanovami, kot so ameriška ANSI (angl. *American National Standards Institute*), britanski BSI (angl. *British Standards Institution*), nemški DIN (nem. *Deutscher Institut für Normung*), kanadski SCC (angl. *Standards Council of Canada*). Slovenski tehnični odbor GIG že od leta 1996 sodeluje v ISO/TC 211 kot opazovalec in v CEN/TC 287 kot aktivni član.

2.1 Pregled razvitih standardnih dokumentov ISO/TC 211

V ISO/TC 211 razvojno delo in vzdrževanje standardov poteka v šestih aktivnih delovnih skupinah in po potrebi v dodatnih občasnih posebnih skupinah. Razvoj standardov je zasnovan projektno in financirajo ga sodelujoče nacionalne ustanove za standardizacijo. Razviti standardi vsebujejo definicije in opise za pojmovno (konceptualno) modeliranje stvarnosti, uporabniške (aplikativne) sheme, terminologijo, kakovostni model in merila za kakovost, metapodatke, servise in storitve, uporabniške profile, dostop do podatkov na spletu in njihovo predstavitev, prenos podatkov med različnimi uporabniki, položajne, posredne in časovne referenčne sisteme, geodetske datume in parametre, metodologijo za objektivne kataloge, vektorsko geometrijo, gridne podatke in podobe, lokacijske storitve za sledenje in navigacijo, specifikacije geodetskih proizvodov, spletne vmesnike in servise itd. Delo pri tovrstni standardizaciji se tudi navezuje na vse obstoječe formalne in industrijske standarde informacijske tehnologije.

V preglednici 1 je prikazan seznam celotne skupine mednarodnih standardov z izvorno kodno oznako 191xx in njihovi nazivi (ISO/TC 211, 2014). Pomen uporabljenih standardnih oznak je: IS – mednarodni standard (angl. *international standard*), TS – tehnična specifikacija (angl. *technical specification*) in TR – tehnično poročilo (angl. *technical report*). Označeni so tudi standardi, ki so v postopku revizije, in podana je njihova razvojna stopnja (angl. *under review*). Dodana je letnica objave ter nekateri popravki, dopolnila in večdelni standardi. Kratki povzetki pomena in vsebine vseh standardov so na voljo na domači strani organizacije ISO (ISO, 2014). V iskalnik standardov se vpiše kodna oznaka (številka) zelenega standarda. Podrobnejša predstavitev vseh navedenih standardov ISO je dostopna tudi na domači strani ISO/TC 211 (2014). Vsi opisi standardov so v angleščini, ki je v ISO tudi uradni oziroma prevladujoči jezik. V preglednici 1 je dodana kratka vsebina oziroma prevod povzetkov pomembnih mednarodnih standardov te skupine, ki so večinoma že postali tudi evropski (EN) in nadalje slovenski standardi (SIST). Posebej je treba izpostaviti prenovljene in podrobneje razdeljene, s splošnega uporabniškega vidika bolj zanimive standarde. To je prenovljen in na več delov razdeljen standard ISO 19001, nov kakovostni model, prenovljen in bolj podroben standard za metapodatke, ki je tudi dopolnjen z novimi shemami za zapise XML itd.

Preglednica 1: Seznam sprejetih standardov in dodatnih dokumentov ISO/TC 211 GI/G (vir: ISO/TC 211, 2014).

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO 6709:2008 Standard representation of latitude, longitude and altitude for geographic point locations (under review – stage 90:93) / ISO 6709:2008/Cor 1:2009	SIST EN ISO 6709:2009 Standardna predstavitev lokacije točk z geografskimi koordinatami / SIST ISO 6709:2008 / Cor 1:2009 – popravki	Prenovljen in dopolnjen je standard za poenoteno podajanje lokacije točk z geografskimi koordinatami.
ISO 19101-1:2014 GI – Reference model – Part 1: Fundamentals	SIST EN ISO 19101-1:2014 GI – Referenčni model – 1. del: osnove	Prenovljen standard podaja zasnovno in osnovna načela za pojmovno modeliranje stvarnega prostora.
ISO/TS 19101-2:2008 GI – Reference model – Part 2: Imagery (under review – stage 90:92)	SIST ISO/TS 19101-2:2009 GI – Referenčni model – 2. del: podobe	Podaja standardno zasnovno in osnovna načela za pojmovno opredelitev modelov rastrskih podob.
ISO/TS 19103:2005 GI – Conceptual schema language (under review – stage 90:92)	SIST ISO/TS 19103:2009 GI – Jezik za konceptualno shemo	Podaja osnovni namen in profil formalnega jezika za modeliranje (UML) in opredelitev konceptualnih shem.
ISO/TS 19104:2008 GI – Terminology (under review – stage 90:92)	SIST ISO/TS 19104:2008 GI – Terminologija	Podaja trijezični terminološki slovar (EN, FF in DE) in splošna napotila za izdelavo ter vzdrževanje slovarjev.
ISO 19105:2000 GI – Conformance and testing (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19105:2005 GI – Ustreznost in testiranje	Podaja osnovna načela za poenoteno testiranje glede skladnosti s skupino standardov ISO 191xx.
ISO 19106:2004 GI – Profiles (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19106:2006 GI – Profili	Podaja načela za poenoteno izdelavo uporabniških profilov kot določen izbor iz enega ali več standardov.
ISO 19107:2003 GI – Spatial schema (under review – stage 90:92)	SIST EN ISO 19107:2005 GI – Prostorska shema	Podaja osnovna načela za uporabo in poenoteno opredeljevanje prostorskih geometrijskih gradnikov.
ISO 19108:2002 GI – Temporal schema (under review – stage 90:93) / ISO 19108:2002/Cor 1:2006	SIST EN ISO 19108:2005 GI – Časovna shema / SIST EN ISO 19108:2009/AC:2008 GI – Časovna shema – Popravek	Podaja osnovna načela časovnih podatkov, osnovnih gradnikov in značilnosti časovnih referenčnih sistemov.
ISO 19109:2005 GI – Rules for application schema (under review – stage 90:92)	SIST EN ISO 19109:2006 GI – Pravila za aplikacijsko shemo	Podaja standardna načela in osnovna pravila za izdelavo skladnih uporabniških shem.

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO 19110:2005 GI – Methodology for feature cataloguing 19110:2005 (under review – stage 90:92) / ISO 19110:2005/Amd 1:2011	SIST EN ISO 19110:2006 GI – Metodologija za objektne kataloge / SIST EN ISO 19110:2006/A1:2011 GI - Metodologija za objektne kataloge – Dopnilo 1	Podaja osnovna načela, standardno metodologijo in dopnila za sestavo objektnih katalogov.
ISO 19111:2007 GI – Spatial referencing by coordinates (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19111:2008 GI – Lociranje s koordinatami	Podaja osnovna načela in metodologijo za opredelitev koordinatnih sistemov ter podajanje prostorskih lokacij s koordinatami.
ISO 19111-2:2009 GI – Spatial referencing by coordinates – Part 2: Extension for parametric values (under review – stage 90:60)	SIST EN ISO 19111:2012 GI – Lociranje s koordinatami – 2. del: razširitev za parametrične vrednosti	Podaja osnovna načela in shemo za parametrično ali pa posredno funkcijsko podajanje prostorske lokacije.
ISO 19112:2003 GI – Spatial referencing by geographic identifiers (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19112:2005 GI – Lociranje z geografskimi identifikatorji	Podaja standardna načela in pravila za poenoteno posredno podajanje prostorske lokacije.
ISO 19115-1:2014 GI – Metadata – Part 1: Fundamentals	SIST EN ISO 19115-1:2015 GI – Metapodatki – 1. del: osnove	Podaja osnovna načela in standardno vsebino tehničnih in administrativnih podatkov o podatkih.
ISO 19115-2:2009 GI – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data (under review – stage 90:92)	SIST ISO 19115-2:2010 GI – Metapodatki – 2. del: razširitev za podobe in mrežne podatke	Podaja osnovna načela in standardno vsebino metapodatkov o mrežnih in rastrskih podatkih. V razvoju je tudi 3. del kot TS s podano shemo za celovit XML-zapis metapodatkov.
ISO 19116:2004 GI – Positioning services (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19116:2006 GI – Lokacijske storitve	Podaja standardna načela ter osnovna pravila za povezavo in izmenjavo podatkov med napravami za določanje lokacije in bazami podatkov.
ISO 19117:2012 GI – Portrayal	SIST EN ISO 19117:2015 GI – Prikazi in opisi geografskih podatkov	Podaja standardna načela, osnovna pravila in shemo za predstavitev prostorskih podatkov ter izdelavo predstavitevnenih znakov, funkcij in zbirk.
ISO 19118:2011 GI – Encoding	SIST EN ISO 19118:2011 GI – Kodiranje	Podaja standardna načela, zahteve in pravila za neodvisno kodiranje in izmenjavo prostorskih podatkov.

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO 19119:2005 GI – Services (under review – stage 90:92) / Amd 1:2008 – Extensions of the service metadata model	SIST EN ISO 19119:2006 GI Servisi / SIST EN ISO 19119:2006/A1:2011 – Storitve – Dopnilo 1: razširitve za metamodel storitev	Podaja standardna načela in osnovna pravila za javne vmesnike, ki jih potrebujejo različni servisi za dostop do baz s prostorskimi podatki.
ISO/TR 19120:2001 GI – Functional standards	SIST-TP ISO/TR 19120:2003 GI – Funkcionalni standardi	Podaja osnovna načela za opredelitev profilov za funkcionalne uporabniške standarde.
ISO/TR 19121:2000 GI – Imagery and gridded data	SIST-TP ISO/TR 19121:2003 GI – Podobe in gridni podatki	Podaja osnovna načela za opredelitev uporabniških gridnih in rastrskih podatkov.
ISO/TR 19122:2004 GI – Qualification and certification of personnel	SIST-TP ISO/TR 19122:2009 GI – Usposobljenost in overitev osebja	Podaja osnovna načela za opredelitev sistema kvalifikacij osebja pri uporabi geoinformatike.
ISO 19123:2005 GI – Schema for coverage geometry and functions (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19123:2007 GI – Shema za geometrijo podatkovnega sloja in funkcije	Podaja osnovna načela, metodologijo in opravila za opredelitev značilnosti raznovrstnih slojev prostorskih podatkov.
ISO 19125-1:2004 GI – Simple feature access – Part 1: Common architecture (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19125-1:2006 GI – Dostop do enostavnih pojavov – 1. del: skupna arhitektura	Podaja standardna načela za različne načine dostopa do prostorskih podatkov.
ISO 19125-2:2004 GI – Simple feature access – Part 2: SQL option (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19125-2:2006 GI – Dostop do enostavnih pojavov – 2. del: možnost SQL	Podaja standardna načela za dostop do podatkov o pojavih v jeziku SQL.
ISO 19126:2009 GI – Feature concept dictionaries and registers (under review – stage 90:92)	SIST ISO 19126:2010 GI – Slovarji za koncepte pojavov in registrov	Podaja osnovna načela za profile uporabniških objektnih katalogov in registrov podatkov.
ISO/TS 19127:2005 GI – Geodetic codes and parameters (under review – stage 90:92)	SIST ISO/TS 19127:2009 GI – Geodetske kode in parametri	Podaja načela in metodologijo za opredelitev in vzdrževanje podatkov o geodetskih kodnih sistemih.
ISO 19128:2005 GI – Web map server interface (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19128:2008 GI – Vmesnik za spletni kartografski strežnik	Podaja standardna načela in vmesnike, ki so skladni s specifikacijo OGC, za spletni kartografski strežnik.
ISO/TS 19129:2009 GI – Imagery, gridded and coverage data framework	SIST ISO/TS 19129:2009 GI – Sestava podob, gridnih in vektorskih podatkovnih slojev	Podaja standardna načela ter opredeljuje sestavine za gridne podobe, rastrsko sestavo in vektorske podatke.

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO/TS 19130:2010 GI – Imagery sensor models for geopositioning (under review – stage 90:92)	SIST EN ISO 19130:2010 GI – Modeli zaznavanja podob za geopozicioniranje	Podaja načela in opredeljuje sestavine za določanje lokacije slikovnih elementov v gridnih podobah.
ISO/TS 19130-2:2014 GI – Imagery sensor models for geopositioning – Part 2: SAR, InSAR, lidar and sonar (under review – stage 90:92)		Podaja načela in opredeljuje sestavine za določanje sestavin, lokacije elementov in metapodatkov v zapisih SAR, InSAR, LIDAR in SONAR.
ISO 19131:2007 GI – Data product specifications (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19131:2008 GI – Opredelitev podatkovnih proizvodov	Podaja poenotena načela za opredelitev podatkovnih proizvodov, ki so skladna s celotno skupino standardov.
ISO 19131:2007/Amd 1:2011 - Requirements relating to the inclusion of an application schema and feature catalogue and the treatment of coverages in an application schema	SIST EN ISO 19131:2008/A1:2011 GI – Opredelitev podatkovnih proizvodov – Dopolnilo 1	
ISO 19132:2007 I – Location based services – Reference model (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19132:2009 GI – Storitve na podlagi lokacije – referenčni model	Podaja poenotena načela in konceptualni model za lokacijske storitve ter razne mogoče povezave.
ISO 19133:2005 GI – Location based services – Tracking and navigation (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19133:2009 GI – Storitve na podlagi lokacije – sledenje in navigacija	Podaja poenoten model zapisa lokacijskih podatkov in povezanih servisov za sledenje, ki delujejo v različnih omrežjih.
ISO 19134:2007 GI – Location based services – Multimodal routing and navigation (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19134:2009 GI – Storitve na podlagi lokacije – večnačinovno usmerjanje in navigacija	Podaja tipe podatkov in povezane operacije za izvedbo ustreznih lokacijskih storitev pri sledenju in navigaciji.
ISO 19135-1:2014 GI – Procedures for item registration – Part 1: Fundamentals (under review – stage 90:92)	SIST EN ISO 19135:2014 GI – Postopki za registracijo prostorskih postavk – 1. del – osnove	Podaja standardna načela in osnovne zahteve za oblikovanje registrov in vzdrževanje enoličnih identifikatorjev prostorskih pojavov.
ISO/TS 19135-2:2012 GI – Procedures for item registration – Part 2: XML Schema Implementation	GI – Postopki za registracijo prostorskih postavk – 2. del: implementacija sheme XML	Podaja shemo za celovito registracijo in zapis prostorskih identifikatorjev v XML-zapisu.

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO 19136:2007 GI – Geography Markup Language (GML) (under review – stage 90:92)	SIST EN ISO 19136:2009 GI – Jezik za označevanje geografskih podatkov (GML)	Podaja standardna načela za uporabo jezika GML za kodiranje pomena in sestave prostorskih podatkov.
ISO 19137:2007 GI – Core profile of the spatial schema (under review – stage 90:92)	SIST EN ISO 19137:2008 GI – Osrednji profil prostorske sheme	Podaja profil kot minimalno shemo, ki je potrebna za zadostno opredelitev geometrije prostorskih podatkov.
ISO/TS 19139:2007 GI – Metadata – XML schema implementation (under review – stage 90:92)	SIST CEN ISO/TS 19139:2010 GI – Metapodatki – implementacija sheme XML	Podaja standardna načela in izvedbeni profil za poenoten zapis podatkov o kakovosti v zapis XML.
ISO/TS 19139-2:2012 GI – Metadata – XML schema implementation – Part 2: Extensions for imagery and gridded data		Podaja standardna načela in izvedbeni profil za poenoten zapis podatkov o kakovosti rastrskih nizov in podob v zapis XML.
ISO 19141:2008 GI – Schema for moving features (under review – stage 90:93)	SIST EN ISO 19141:2009 GI – Shema za premične pojave	Podaja poenotena načela, model in izvedbene metode za podajanje geometrije pomičnih teles.
ISO 19142:2010 GI – Web Feature Service	SIST EN ISO 19142:2011 GI – Spletna storitev za pojave	Podaja standardna načela za spletno vmesnike za dostop do podatkov o prostorskih pojavih, ki so skladni s specifikacijo OGC.
ISO 19143:2010 GI – Filter encoding	SIST EN ISO 19143:2012 GI – Kodiranje s filtrom	Podaja poenoten neodvisen zapis XML za sestavljena poizvedovanja, izbore in razvrščanja podatkov.
ISO 19144-1:2009 GI – Classification systems – Part 1: Classification system structure (under review – stage 90:60) / ISO 19144-1:2009/ Cor 1:2012	SIST ISO 19144-1:2012 GI – Klasifikacijski sistemi – 1. del: struktura klasifikacijskega sistema / SIST EN ISO 19144-1:2012/ AC:2013 GI – Klasifikacijski sistemi – 1. del: Struktura klasifikacijskega sistema – tehnični popravek 1	Podaja poenoteno strukturo za sestavo in izvedbo klasifikacijskega sistema za prostorske pojave ter mehanizme za njihovo skladno registracijo.
ISO 19144-2:2012 GI – Classification systems – Part 2: Land Cover Meta Language (LCML)	SIST ISO 19144-2:2015 GI – Klasifikacijski sistemi – 2. del: metajezik za pokrovnost (LCML)	Podaja standardna načela in meta jezik za zapis poenotenih podatkov o pokrovnosti tal.

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO 19145:2013 GI – Registry of representations of geographic point location	GI – Register predstavitev lokacije geografskih točk	Podaja poenoten postopek za vzpostavitev in vzdrževanje registrov za predstavitev točkovnih prostorskih lokacij.
ISO 19146:2010 GI – Cross-domain vocabularies	SIST EN ISO 19146:2010 GI – Interdisciplinarni slovarji	Podaja standardna načela za povezovanje tehničnih slovarjev, ki so razviti v različnih strokah geoinformatike.
ISO 19148:2012 GI – Linear referencing	SIST EN ISO 19148:2012 GI – Linearno georeferenciranje	Podaja poenoten model in shemo za opredelitev relativnih lokacij v dolžinskih linearnih sistemih.
ISO 19149:2011 GI – Rights expression language for geographic information – GeoREL	SIST ISO 19149:2012 GI – Jezik izražanja pravic za geografske informacije – GeoREL	Podaja besednjak za opredelitev pravic in shemo za poenoten XML-zapis digitalnih licenc za prostorske podatke.
ISO/TS 19150-1:2012 GI – Ontology – Part 1: Framework		Podaja poenoten model in ogrodje za zagotavljanje semantične medopravilnosti prostorskih podatkov.
ISO 19152:2012 GI – Land Administration Domain Model (LADM)	SIST EN ISO 19152:2013 GI – Model domene za zemljiško administracijo (LADM)	Podaja standardna načela in izvedbeni model za podajanje poenotenih podatkov za celovito registracijo zemljišč in zemljiško administracijo.
ISO 19153:2014 GI – Geospatial Digital Rights Management Reference Model (GeoDRM RM)	SIST ISO 19153:2015 GI – Referenčni model za upravljanje geoprostorskih digitalnih avtorskih pravic (GeoDRM)	Podaja standardna načela in izvedbeni model za poenoten zapis, upravljanje in zaščito avtorskih pravic o prostorskih podatkih.
ISO 19154:2014 GI – Ubiquitous public access – Reference model		Podaja splošen referenčni model za javen dostop do prostorskih podatkov.
ISO 19155:2012 GI – Place Identifier (PI) architecture	SIST ISO 19155:2014 GI – Arhitektura lokacijskih identifikatorjev	Podaja poenoten model in izvedbene možnosti za podajanje lokacije v stvarnem in navideznem prostoru.
ISO 19156:2011 GI – Observations and measurements	SIST EN ISO 19156:2013 GI – Opazovanja in meritve	Podaja poenoten pojmovni model ter shemo za opazovanja in vzorčenja prostorskih podatkov.
ISO 19157:2013 GI – Data quality	SIST EN ISO 19157:2015 GI – Kakovost podatkov	Podaja osnovna načela standardnega modela kakovosti za prostorske podatke in metodologijo za določitev poenotenih elementov modela kakovosti.

Standardi in dokumenti ISO	Dokument EN oziroma ustrezen SIST (če že obstaja)	Kratek povzetek vsebine
ISO/TS 19158:2012 GI – Quality assurance of data supply		Podaja osnovna načela za usklajevanje proizvajalčevih in uporabniških vidikov, ki so potrebni za zagotavljanje kakovosti prostorskih podatkov.
ISO/TS 19159-1:2014 GI – Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data – Part 1: Optical sensors		Opređeljuje postopke za kalibracijo letalskih in satelitskih senzorjev, ki se uporabljajo pri daljinskem zaznavanju, ter preverjanje takšnih podatkov.

2.2 Pregled standardov v razvoju in delovnih dokumentov ISO/TC 211

V preglednici 2 so prikazani standardi v prenovi in naslovi novih delovnih oziroma razvojnih projektov (približno 25) ISO/TC 211 (stanje v januarju 2015). Pomen uporabljenih standardnih oznak je: AWI – mednarodni dogovor na delavnici (angl. *international workshop agreement*), CD – osnutek odbora (angl. *committee draft*), D – osnutek (angl. *draft*), DIS – osnutek mednarodnega standarda (angl. *draft international standard*), FDIS – končni osnutek mednarodnega standarda (angl. *final draft international standard*), NP – novi predlog (angl. *new proposal*), TR – tehnično poročilo (angl. *technical report*), TS – tehnična specifikacija (angl. *technical specification*) in WD – delovni osnutek (angl. *working draft*). Že sprejeti standardi, ki so v reviziji ali predelavi, in njihov sedanjí status so že posebej označeni tudi v preglednici 1.

Preglednica 2: Seznam standardov ISO/TC 211 GI/G v prenovi in delovnih dokumentov (vir: ISO/TC 211, 2014).

Standardi v prenovi in razvojni dokumenti
ISO/DTS 19115-3 GI – Metadata – Part 3: XML schema implementation of metadata fundamentals
ISO/NP 19130-1 GI – Imagery sensor models for geopositioning – Part 1
ISO/DIS 19136-2 GI – Geography Markup Language (GML) – Part 2: Extended schemas and encoding rules
ISO/DIS 19147 GI – Transfer Nodes
ISO/DIS 19150-2 GI – Ontology – Part 2: Rules for developing ontologies in the Web Ontology Language (OWL)
ISO/CD 19155-2 GI – Place Identifier (PI) architecture – Part 2: Place Identifier (PI) linking
ISO/DTS 19157-2 GI – Data quality – Part 2: XML Schema Implementation of ISO 19157
ISO/DTS 19159-2 GI – Calibration and validation of remote sensing imagery sensors – Part 2: Lidar
ISO/DIS 19160-1 GI – Addressing – Part 1: Conceptual model
ISO/CD 19160-4 GI – Addressing – Part 4: International postal address components and template languages
ISO/DIS 19162 GI – Well known text representation of coordinate reference systems
ISO/DTS 19163 GI – Content components and encoding rules for imagery and gridded data
ISO/AWI 19164 GI – Registry service
ISO/AWI 19165 GI – Preservation of digital data and metadata

3 TEHNIČNI ODBOR CEN/TC 287 – GEOGRAFSKE INFORMACIJE

3.1 Evropska splošna standardizacija

Na ravni EU in EFTA je CEN (fran. *Comité Européen de Normalisation*) osrednja vseevropska organizacija za splošne standarde (CEN/TC 287 2014), za razvoj elektrotehničnih standardov pa skrbi CENELEC (fran. *Comité Européen de Normalisation Électrotechnique*). Tudi standardi CEN so večinoma objavljeni v angleščini, čeprav sta uradna jezika CEN tudi nemščina in francoščina. Na pobudo nacionalnih članic CEN se za razvoj standardov na nekem področju ustanovi ustrezen tehnični odbor (CEN/TC), ki razvija razne standardne dokumente. Ti so v sklopu CEN lahko:

- evropski standard (angl. *European standard – CEN/EN*) in (začasni) predstandard (angl. *European prestandard – ENV*),
- tehnično poročilo (angl. *technical report – CEN/TR*) in tehnična specifikacija (angl. *technical specification – CEN/TS*) ter
- delovni dogovor CEN (angl. *CWA – CEN workshop agreement*).

Končni ciljni izdelek tehničnih odborov CEN so evropski standardi. EN se sprejme, če zanj glasuje 71 % ali več sodelujočih nacionalnih predstavnikov. Kadar je v Evropski uniji pomembno, da posamezni nacionalni standardi postanejo poenoteni, morajo nacionalni uradi za standardizacijo v celoti privzeti že sprejeti EN kot nacionalni standard. EN postane obvezen za vse članice CEN in te morajo z njim uskladiti lastno (nepriklajeno) standardizacijo v nekajletnem prehodnem obdobju. Za uskladitev pomembnih dokumentov lahko CEN sprejme in uradno objavi tudi ustrezno tehnično poročilo (TR) oziroma tehnično specifikacijo (TS).

3.2 Tehnični odbor CEN/TC 287 – Geografske informacije

Začetek načrtovanja standardizacije in formalnega dela na standardih za področje geoinformatike v Evropski uniji (EU) in EFTA sega v leto 1992, ko so na francosko pobudo ustanovili CEN/TC 287. Uradni naslov tehničnega odbora 287, ki se danes na vseevropski ravni ukvarja s standardizacijo v geoinformatiki, je CEN/TC 287 Geographic Information (GI). Delovanje CEN/TC 287 GI je delno usmerjeno v razvoj lastnih pomožnih tehničnih poročil in specifikacij, ki so namenjeni predvsem za promocijo in pomoč pri uveljavitvi standardov na področju geoinformatike. Glavni cilj pa je predvsem prevzem usklajene skupine standardov ISO/TC 211 v evropsko standardizacijo. Obseg in seznam lastnih razvitih standardnih dokumentov sta podana v preglednici 3 (stanje iz avgusta 2014). Vsi v evropsko standardizacijo že privzeti standardi ISO/TC 211 so posebej označeni v preglednici 1.

Preglednica 3: Seznam v CEN/TC 287 GI sprejetih dodatnih standardnih poročil (vir: CEN/TC 287, 2014)

Uradna oznaka in naslov standardnega dokumenta CEN
CEN/TR 15449-1:2012 GI – Spatial data infrastructures – Part 1: Reference model
CEN/TR 15449-2:2012 GI – Spatial data infrastructures – Part 2: Best practices
CEN/TR 15449-3:2012 GI – Spatial data infrastructures – Part 3: Data centric view
CEN/TR 15449-4:2013 GI – Spatial data infrastructures – Part 4: Service centric view
CEN/TR 15449-5:2014 GI – Spatial data infrastructures – Part 5: Validation and testing

4 SLOVENSKI NACIONALNI ODBOR SIST/TC GIG

Leta 1996 je bil ustanovljen slovenski tehnični odbor GIG kot poseben TC za geografske informacije in geoinformatiko. SIST/TC GIG že od leta 1996 sodeluje v ISO/TC 211 kot opazovalec in v CEN/TC 287 kot aktivni član. Glede na formalno nacionalno opredelitev SIST imajo prednost pri sprejemanju ali prevzemanju evropski standardi (EN). Prvotni razvoj v okviru CEN/TC 287, v katerem je SIST/TC GIG tudi aktivno deloval, se je končal konec leta 1999. Takratni dosežek slovenskega TC je bil prevzem skupine osmih predstandardov (ENV), ki jih je razvil in sprejel CEN/TC 287. V naslednjih letih so postali aktualni mednarodni standardi ISO/TC 211, ki so vsebinska in tehnološka nadgradnja navedenih evropskih ter mnogih nacionalnih in industrijskih standardov (OGC). Od leta 2004 SIST/TC GIG v sistem slovenske standardizacije sproti privzema standarde ISO, ki jih razvija in objavlja ISO/TC 211. Zaradi zahtevnih postopkov pri sprejemanju slovenskih izvornih in privzetih standardov so tovrstni procesi razmeroma zapleteni in dolgotrajni. Formalni postopek prevzema mora potekati prek evropskih standardov, kot jih postopoma privzema CEN/TC 287. V preglednici 1 so z ustreznimi oznakami podani vsi že prevzeti slovenski standardi in dodatni dokument, ki so razen platnic vsi v angleščini. Seznam prevzetih dodatnih evropskih standardnih dokumentov CEN/TC 287 z uradnimi nazivi je podan v preglednici 4 (stanje iz avgusta 2014). Vsi navedeni standardi so tudi v angleščini in se ne prevajajo v slovenščino.

Preglednica 4: Seznam v SIST/TC GIG sprejetih standardnih poročil CEN (vir: SIST, 2014).

Uradni oznaka in naslov standardnega dokumenta SIST
SIST CEN/TR 15449-1:2013 GI – Infrastrukture za prostorske podatke – 1. del: Referenčni model
SIST CEN/TR 15449-2:2013 GI – Infrastrukture za prostorske podatke – 2. del: Dobre prakse
SIST CEN/TR 15449-3:2013 GI – Infrastrukture za prostorske podatke – 3. del: Podatkovno usmerjen vidik
SIST CEN/TR 15449-4:2013 GI – Infrastrukture za prostorske podatke – 4. del: Storitveno usmerjen vidik
SIST CEN/TR 15449-5:2014 GI – Infrastruktura za prostorske podatke – 5. del: Validacija in preskušanje

5 SKLEP

Standard je dokumentiran tehnični in postopkovni dogovor, ki ga sprejmejo potencialni uporabniki. Standardi so rezultat doseženega soglasja o (minimalnem in ciljnem) poenotenju med sodelujočimi akterji. Standardizacija je postopek razvoja, sprejema, uveljavitve in zlasti uporabe standardov. Njen osnovni namen je postopno zmanjšanje raznolikosti med kar največ uporabniki, da se zagotovi jasnost in poenotenje tam, kjer je različnost nezaželena oziroma moteča (SIST, 2014). Obseg dela in pomembnost doseženega razvoja standardov za področje geoinformatike so, kljub dolgotrajnosti, stroškom in obsežnosti, zelo pomembni. Večino dela pri razvoju celotne skupine standardov in tehničnih poročil opravljajo ustrezni strokovnjaki in zunanji izvedenci prostovoljno ali projektni podlagi. Nacionalne organizacije za standardizacijo, ki so formalne članice ISO/TC 211 in CEN/TC, omejeno pokrivajo stroške svojih članov. Sekretariat ISO in norveška organizacija za standardizacijo (NSF) skrbita za protokol, formalno usklajevanje, glasovanje in logistično podporo na ravni ISO/TC 211.

Opravila ob sprejemanju oziroma prevzemu so lažji del nalog SIST/TC GIG. Sledi promocija, uvajanje in dejanska uporaba skupine ali izbranih standardov SIST EN ISO, ki so obsežni, zapleteni in hkrati pomenijo tehnološko zahteven prag poenotenja na področju geoinformatike. Privzeta skupina standardov je izvorno v angleškem jeziku in prevodi standardov zaradi omejitev SIST niso predvideni. CEN/TC

287 je tudi formalni usklajevalec sodelovanja z OGC in skupaj z ISO/TC 211 tudi tehnični koordinator izvedbenih pravil INSPIRE (INSPIRE 2014).

Poleg nacionalnega standarda za prenos prostorskih podatkov (GML) je za konec pomembno poudariti še novosti. To so zlasti standardi, ki na novo določajo celoten poenoten kakovostni model, standarde za podajanje koordinatnih in časovnih sistemov, poenoteno ogrodje za objektivne kataloge, poenotenje uporabniških in zlasti spletnih servisov ter ustreznih aplikacij itd. Najbolj pogosto se omenja, tudi v okviru uredbe o metapodatkih INSPIRE (INSPIRE Si, 2014), prenovljena skupina standardov za opredelitev metapodatkov, vključno s predpisanimi shemami za zapis XML. V okviru izvedbe direktive INSPIRE se sicer redko izrecno navajajo kot profili ali prirejeni izbori nekaterih navedenih mednarodnih standardov za področje geoinformatike.

Pri slovenskih upravljavcih in vzdrževalcih uradnih zbirk prostorskih podatkov je opazen napredek pri uporabi standardov za področje geoinformatike, čeprav navedbe in sklicevanje na standarde pogosto morda niso povsem dosledni. Obe pomembni ustanovi, ki vzdržujeta baze prostorskih podatkov, uspešno uvajata standardizacijo na področju geoinformatike. Pristopi in uporabniške rešitve pri Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO, 2014) in Geodetski upravi Republike Slovenije (E-prostor, 2014), ki so javno dostopne prek spleta, se sicer precej razlikujejo. Vsebinsko je glede na različne podatkovne zbirke to morda opravičljivo, v tehnološkem smislu pa bi lahko stremeli k poenotenim vmesnikom in spletnim storitvam. Opazno je pomanjkanje skupne izvedbene strategije in usklajevanje storitev tudi pri uporabi standardov. Če ne vemo, kam ali kaj bi radi, obstaja precejšnje tveganje, da se ne usmerjamo nikamor. Formalno naj bi z izvedbo in realizacijo direktive INSPIRE presegli opisano stanje in poenotili osrednji geoportal (INSPIRE Si, 2014). Povezava do drugih uporabniških rešitev in njihov opis ter uporaba navedenih standardov v zasebnem sektorju ni poznana oziroma javno dostopna.

Na koncu podajamo še navedbo in kratek opis najbolj opaznih oziroma prek spleta javno dostopnih storitev, ki temeljijo na uporabi geoinformacijskih standardov. Seznam formatov izmenjevalnih datotek za vpis objektov v zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (Zbirni kataster GJI), oziroma sheme GML za preverjanje veljavnosti zapisov s podatki za vnos v bazo GJI, že podpira zapis GML (E-prostor GML, 2014), vendar pa ne povsem zadnje različice jezika GML. Na voljo so tudi posebna navodila za pripravo izmenjalnih datotek. Spletne storitve Geodetske uprave, ki podpirajo odprte standardne servise OGC, lahko uporabljajo le registrirani uporabniki v okviru javne uprave, zato njihovo delovanje ostaja zaprto za preostale uporabnike (E-prostor OGC, 2014). Standardne spletne storitve so WMS (angl. *Web Map Service*), ki posreduje rastrsko ali vektorsko spletno karto, WCS (angl. *Web Coverage Service*), ki vrne izbran podatkovni sloj, ter WFS (angl. *Web Feature Service*), ki posreduje prostorske podatke o izbranem pojavu, in sicer kot zapis GML. Slednji in spletna servisa WMS in WFS so hkrati standardi ISO, EN in SIST. Metapodatki na strežniku Agencije Republike Slovenije za okolje so na voljo prek spleta in načelno za vse zbirke v zapisu xml skladno s staro izvedbo standarda 19115 (ARSO, 2014). Na strežniku ARSO je na voljo tudi javna spletna storitev (WFS) za izdajanje okoljskih prostorskih podatkov (ARSO WFS, 2014). Uporabnik lahko izbere vsebino sloja, prostorski obseg, posamezne attribute, izpis tudi v zapisu GML (stara verzija), kodiranje tudi UTF, a samo referenčni geodetski koordinatni sistem D48/GK.

Literatura in viri:

- ARSO (2014). Geoportal in metapodatki. Agencija RS za okolje. gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page, pridobljeno 20. 12. 2014.
- ARSO WFS (2014). Geoportal WFS. Agencija RS za okolje. gis.arso.gov.si/wfs_web/faces/WFSLayersList.jspx, pridobljeno 22. 12. 2014.
- CEN/TC 287 (2014). Geografske informacije Evropskega združenja za standardizacijo. standards.cen.eu/dyn/www?fp=204:7:0:::FSP_ORG_ID:6268&cs=1463041A-EB6C5E614A612D0C224DCB350, pridobljeno 23. 12. 2014.
- E-prostor (2014). Geoportal in metapodatkovni sistem E-prostor. Geodetska uprava RS. www.e-prostor.gov.si/si/metapodatkovni_sistem, pridobljeno 20. 12. 2014.
- E-prostor GML (2014). Izmenjalni formati GML. Geodetska uprava RS. www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/zbirni_kataster_gospodarske_javne_infrastrukture/zbirni_kataster/elaborati_gji/gml, pridobljeno 22. 12. 2014.
- E-prostor OGC (2014). Spletne storitve E-prostor. Geodetska uprava RS. www.e-prostor.gov.si/si/dostop_do_podatkov/spletne_storitve, pridobljeno 20. 12. 2014.
- INSPIRE (2014). INSPIRE – European portal. inspire.ec.europa.eu/index.cfm, pridobljeno 20. 12. 2014.
- INSPIRE Si (2014). Slovenski INSPIRE geoportal. www.geoportal.gov.si, pridobljeno 20. 12. 2014.
- ISO (2014). Mednarodna organizacija za standardizacijo ISO. www.iso.org/iso/home.html, pridobljeno 19. 11. 2014.
- ISO/TC 211 (2015). Tehnični odbor ISO/TC 211 geografske informacije/geomatika. www.ISOTC211.org, pridobljeno 7. 1. 2015.
- ISO/TC 211 (2014). Predstavitev tehničnega odbora ISO/TC 211 geografske informacije/geomatika. www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?comid=54904, pridobljeno 20. 8. 2014.
- OGC (2014). Odprti standardi Open Geospatial Consortium. www.OpenGeospatial.org, pridobljeno 19. 11. 2014.
- SIST (2014). Slovenski inštitut za standarde. www.SIST.Si, pridobljeno 26. 12. 2014.
- Šumrada, R. (2009). Mednarodni standardi za geografske podatke in informacije. *Geodetski vestnik*, 53(2), 319–329.

Šumrada R. (2015). Slovenski, Evropski in mednarodni standardi za prostorske podatke. *Geodetski vestnik*, 59 (1): 42-55.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.042-055

Izr. prof. dr. Radoš Šumrada, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: Rados.Sumrada@fgg.uni-lj.si

VARSTVO OKOLJA IN UNIVERZITETNI ŠTUDIJ TEHNIKE

ENVIRONMENT PROTECTION AND UNIVERSITY TECHNICAL CURRICULUM

Matjaž Mikoš, Mojca Lorber, Andreja Istenič Starčič

UDK: 378.016:502

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 7.5.2014

Sprejeto: 29.12.2014

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.056-070

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 7.5.2014

Accepted: 29.12.2014

IZVLEČEK

V prispevku je obravnavan univerzitetni študij okoljskega inženirstva (OI) kot del univerzitetnega študija inženirstva, prikazano je tudi, na katerih področjih inženirstva se je okoljsko inženirstvo uveljavilo kot samostojni študij v svetu. Podan je kratek pregled izobraževanja na tem področju v Sloveniji in podrobneje je obravnavano vključevanje študijskega področja okoljskega inženirstva med študijske programe na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Prvi tovrstni univerzitetni program v Sloveniji je bil uveden leta 1998, in sicer štiriletni univerzitetni študij vodarstvo in komunalno inženirstvo (VKI). Program se je leta 2009 preoblikoval v bolonjski dvostopenjski študij vodarstvo in okoljsko inženirstvo (VOI). V članku so prikazani osnovni kazalniki študija VKI (vpis, diplomanti, povprečna ocena, dolžina študija, prehodnost študija), ki se bo formalno iztekel v študijskem letu 2015/16, podana je primerjava s kazalniki za predbolonjski štiriletni univerzitetni študij geodezije.

ABSTRACT

This paper deals with a university degree in Environmental Engineering as a part of university studies in Engineering and shows engineering fields in which environmental engineering studies have been established as stand-alone studies globally. Furthermore, the paper gives a short overview of environmental engineering education in Slovenia, and then looks in detail at the integration of environmental engineering studies with study programmes offered at the Faculty of Civil and Geodetic Engineering, University of Ljubljana. In 1998, the first ever in Slovenia technical studies in environmental engineering were introduced, i.e. the four-year university study Water Management and Communal Engineering (VKI). In 2009, it was transformed into a new two-stage Bologna study programme Water Management and Environmental Engineering (VOI). The paper presents the basic indicators of the VKI studies (enrolment, graduates, average grades, study duration, drop-out), which formally expires in the academic year 2015/16, and compares them with those of the pre-Bologna university study programme in geodetic engineering.

KLJUČNE BESEDE

ekotehnologije, geodezija, komunalno inženirstvo, okoljsko inženirstvo, univerzitetni študijski programi, varstvo okolja, vodarstvo

KEY WORDS

ecotechnology, communal engineering, environmental engineering, environmental protection, geodetic engineering, university study programmes, water management

1 UVOD

Inženirstvo (angl. *engineering*) je pomembna človekova dejavnost, ki se je začela kot vojaško inženirstvo (angl. *military engineering*) in nadaljevala kot gradbeno inženirstvo (angl. *civil engineering*). Obstaja seveda veliko opredelitev, kaj je inženirstvo, a navedimo tisto, ki jo je podal ameriški akreditacijski odbor za inženirstvo in tehnologijo (enakovreden Nacionalni agenciji Republike Slovenije za kakovost v visokem šolstvu – NAKVIS) in inženirstvo opredeljuje kot »poklic, v katerem se poznavanje matematičnih in naravoslovnih znanosti, pridobljenih s študijem, izkušnjami in prakso, razsodno uporablja za razvijanje načinov gospodarnega izkoriščanja materialov in sil narave v korist človeštva« (ABET, 1986).

Strokovne korenine gradbeništva časovno segajo globoko v začetke človeške civilizacije. Organizirano delovanje inženirjev na strokovnem področju gradbeništva pa prvič zasledimo konec 18. in začetek 19. stoletja. V britansko združenje gradbenih inženirjev (Institution of Civil Engineers – ICE, ustanovljeno leta 1818, razvilo se je iz organizacije Smeatonian Society of Civil Engineers, ustanovljene leta 1771 na pobudo Johna Smeatona – »prvega« gradbenega inženirja na svetu) je danes včlanjenih več kot 80.000 inženirjev po vsem svetu, izdaja tudi vrsto serijskih publikacij, med njimi *Proceedings of ICE – Engineering History and Heritage*. Univerza v Glasgowu je kot prva v Veliki Britaniji odprla svoj oddelek za inženirstvo in leta 1840 zaposlila prvega profesorja za področje inženirstva.

Razvoj poučevanja inženirstva v Sloveniji je moral počakati na ustanovitev Univerze v Ljubljani (1919) ter začetek predavanj s področja gradbeništva in drugih tehniških področij v okviru ene od pet ustanovnih fakultet Univerze v Ljubljani, to je Tehniške fakultete (Majes, 2009; <http://www3.fgg.uni-lj.si/o-fakulteti/zgodovina/>).

Inženirji po svetu se po končanem terciarnem izobraževanju poklicno povezujejo v strokovnih zbornicah. Tako se slovenski inženirji na področju graditve objektov vključujejo v Inženirsko zbornico Slovenije (IZS, ustanovljena leta 1996; članica Svetovne zveze inženirskih organizacij WFEO) oziroma delujejo v okviru njenih matičnih sekcij (na primer v matični sekciji gradbenih inženirjev ali matični sekciji inženirjev geodetov); slovenski inženirji lahko pridobijo tudi naziv evropskega inženirja Eur Ing, ki ga podeljuje zveza FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs, ustanovljena leta 1951).

Inženirstvo je torej obširna dejavnost, ki pokriva klasična inženirska področja, kot so gradbeno inženirstvo (gradbeništvo), strojno inženirstvo (strojništvo), elektrotehniško inženirstvo (elektrotehnika), kemijsko inženirstvo in podobno. Na Univerzi v Ljubljani se, tako kot drugod po svetu, ta področja razvijajo na samostojnih oddelkih ali fakultetah.

V preteklosti se je na svetovni ravni področje okoljskega inženirstva (OI) v terciarnem izobraževanju razvijalo iz različnih področij, a s poudarkom na gradbeništvu: od socioloških znanosti, kjer so se študentje posvečali okoljskim vprašanjem – s poudarkom na okoljskem menedžmentu in okoljskem pravu, prek naravoslovnih znanosti, kot so biologija, fizika ali geologija – z usmeritvijo na področje okoljskih znanosti in tehnike okolja, do študijskih programov na področju tehniških znanosti in tehnologije (inženirstva), kot so strojništvo, gradbeništvo ali kemijsko inženirstvo (Alha in sod., 2000).

Iz navedenega je jasno, da se okoljsko inženirstvo lahko razvija na različnih podlagah in se je tako najprej

pojavi kot samostojni drugostopenjski študij ter šele pozneje kot samostojni prvostopenjski študij (v skladu z bolonjskimi tremi stopnjami terciarnega izobraževanja). Sicer se je v Združenih državah Amerike že pred desetletji študij hidrotehnike kot del gradbeništva vse bolj uveljavljal kot samostojni študij upravljanja voda (vodnih virov) oziroma kot študij vodarstva (water management). Podoben razvoj smo doživeli v Sloveniji.

V članku je obravnavano področje univerzitetnega študija OI, prinaša tudi odgovor na vprašanje, kdaj se na področju inženirstva pojavi samostojno področje okoljskega inženirstva (angl. environmental engineering), iz katerih korenin se je razvilo in kakšen je bil njegov razvoj v terciarnem izobraževanju v Sloveniji. Poudarek je na dosežkih prvega univerzitetnega študija okoljskega inženirstva v Sloveniji, tj. leta 1998 vpeljanega univerzitetnega študija vodarstva in komunalnega inženirstva (VKI) na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Zadnji vpis v 1. letnik tega študija je potekal v študijskem letu 2008/09, zadnja predavanja v 4. letniku so se izvedla v študijskem letu 2011/12. Formalno se bo študij končal v študijskem letu 2015/16, ko bodo po tem študijskem programu diplomirali še zadnji študentje.

2 IZOBRAŽEVANJE NA PODROČJU OKOLJSKEGA INŽENIRSTVA V SLOVENIJI

Okoljsko inženirstvo postaja vse pomembnejši sestavni del univerzitetnih študijskih programov, saj izzivi modernega časa zahtevajo aktiven odnos človeka do okolja. Pritiski človekovih dejavnosti na okolje se večajo (hrana, poselitev, turizem, energetski viri, promet ...). Tak razvoj zahteva nova znanja in veščine, vzpostavljene na vsebinah in znanjih, ki se lahko v različnih oblikah posredujejo na nižjih stopnjah izobraževanja (sestavni deli izobraževalnega programa v vrtcih in osnovnih šolah, raziskovalne naloge in tabori, hiše eksperimentov ...).

Na slovenskem univerzitetnem področju so bile vsebine okoljskega inženirstva vključene v klasičnih inženirskih (tehniških) disciplinah, kot sta gradbeništvo in strojništvo. Slovenija je dobila prvi moderni univerzitetni študijski program na področju okoljskega inženirstva šele leta 1998, ko se je na UL FGG po nekajletnih pripravah vpisala prva generacija študentov na štiriletni univerzitetni študij vodarstva in komunalnega inženirstva (VKI). Uvedbi študija VKI so v 15 letih sledile še druge srednje, višje in visoke šole v Sloveniji in tako je ponudba izobraževanja na sekundarni in terciarni stopnji pestra (npr. <http://studentski.net>). Izobraževalni programi so podrobneje prikazani v preglednici 1.

V nadaljevanju prispevka prikazujemo 15-letno prehojeno pot prvega univerzitetnega študija s področja okoljskega inženirstva v Sloveniji, to je predbolonjskega štiriletnega univerzitetnega študija vodarstva in komunalno inženirstvo (VKI). Na podlagi kratkega pregleda zahtevanih kompetenc in veščin diplomanta tovrstnega študija kritično pogledamo nadaljnji razvoj okoljskega inženirstva na UL FGG. Na koncu prispevka in v podkrepitev pravilnosti odločitve za uvedbo univerzitetnega študija VKI leta 1998 smo opravili analizo položaja področja univerzitetnega izobraževanja okoljskega inženirstva na odličnih svetovnih univerzah, po katerih se ozira tudi Univerza v Ljubljani.

Preglednica 1: Izobraževalni programi v Sloveniji s področja okoljskega inženirstva na sekundarni in terciarni stopnji.

Izobraževanje	Raven izobrazbe	Naziv	Šola	Program
srednješolsko (4 leta)	V.	okoljevarstveni tehnik	Srednja šola za gradbeništvo in varovanje okolja, Šolski center, CE	OT
			Srednja gradbena, geodetska in okoljevarstvena šola SGGOŠ v Ljubljani, LJ	OT
			Srednja gradbena šola in gimnazija Maribor, MB	OT
			Šolski center Velenje, VE	OT
			Biotehniška šola v Šolskem centru Ptuj, Ptuj	OT
			Andragoški zavod Maribor – Ljudska univerza, MB	OT
			Srednja lesarska šola v Šolskem centru Škofja Loka	OT
višješolski študij (2 leti, 120 KT)	VI./1	inženir	Zavod za strokovno izobraževanje EDC, KR	VOK
			Višja strokovna šola DOBA, MB	VOK – izredni študij
			Višja strokovna šola v izobraževalno-razvojnem zavodu IZRAZ, LJ	VOK
			Višja šola ERUDIO, LJ	VOK
			Višja strokovna šola v izobraževalnem zavodu Hera, LJ	VOK – izredni študij
			Višja prometna šola na Prometni šoli, MB	VOK
			Višja strokovna šola v Šolskem centru, VE	VOK
Višja strokovna šola v Šolskem centru, Novo mesto	VOK			
visokošolski strokovni študij (3 leta, 180 KT)	VI./2	diplomirani inženir	Visoka šola Varstvo okolja na visokošolskem zavodu B&B, KR	varstvo okolja
			Visoka šola za varstvo okolja, VE	varstvo okolja in ekotehnologije
univerzitetni študij (3 letni, 180 KT)	VII./1	univerzitetni diplomirani inženir	Fakulteta za strojništvo UM, MB	tehniško varstvo okolja
			Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, LJ	vodarstvo in okoljsko inženirstvo
			Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo UL, LJ	tehniška varnost
			Fakulteta za znanosti o okolju UNG, NG	okolje
			Alma Mater Europea ECM, MB	ekoremediacije
magistrski univerzitetni študij (2 letni, 120 KT)	VII./2	magister inženir	Visoka šola za varstvo okolja, VE	varstvo okolja in ekotehnologije
			Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, LJ	vodarstvo in okoljsko inženirstvo
			Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo UL, LJ	tehniška varnost
			Fakulteta za znanosti o okolju UNG, NG	okolje
			Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, LJ	ekotehnologija – izredni študij
			Alma Mater Europea – Evropski center AMEU-ECM, MB	ekoremediacije

Legenda: OT – okoljevarstveni tehnik; VOK – varstvo okolja in komunalna; CE – Celje, KR – Kranj; LJ – Ljubljana, MB – Maribor, NG – Nova Gorica; VE – Velenje

3 ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA (VKI) NA UL FGG

3.1 Začetki študija VKI na UL FGG

Priprave na študij VKI so se začele v zgodnjih devetdesetih letih prejšnjega stoletja kot tehniški študij za 21. stoletje. Po osamosvojitvi Slovenije leta 1991 je v družbi začel naglo upadati interes za tehniško znanje, zaradi česar na številnih študijskih smereh univerzitetnega študija gradbeništva, predvsem na hidrotehnični in komunalni smeri, ni bilo dovolj študentov v višjih letnikih (Majes, 2009). Svoje je k tedanjim trendom dodala tudi mlada slovenska država, ki vse do leta 2002 ni uredila zakonodaje na področju voda in je v 90. letih prejšnjega stoletja izrazito zmanjšala vlaganja v vodno gospodarstvo oziroma vodarstvo in hudourništvo (Horvat, 1995; Mikoš, 2012). Pobudniki in podporniki novega študijskega programa na področju vodarstva in komunalnega inženirstva so bili hidrolog prof. dr. Mitja Brilly (UL FGG), hidrotehnik prof. dr. Eugen Petrešin s Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru in prostorski sociolog doc. dr. Pavel Gantar, takratni minister za varstvo okolja in prostor Republike Slovenije (Brilly in Mikoš, 1997). Program štiriletnega univerzitetnega študija je bil sestavljen iz vsebine hidrotehnične, komunalne in prometne smeri univerzitetnega študija gradbeništva ter dopolnjen z novimi interdisciplinarnimi vsebinami s področja naravoslovja in družboslovja (kemija, meteorologija, vodna mikrobiologija, pravo, prostorska sociologija in ekonomska analiza), zato je bilo k izvajanju novega študijskega programa na UL FGG povabljenih več drugih članic UL (Biotehniška fakulteta, Ekonomska fakulteta, Pravna fakulteta, Fakulteta za družbene vede, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo) (Mikoš, 1998).

Po 15 letih od uvedbe lahko na kratko rečemo, da je študij VKI izpolnil svoje poslanstvo kot prvi svoje vrste na področju okoljskega inženirstva, da je zapolnil prenekatero strokovno luknjo v slovenski družbi, kjer je ob njegovi uvedbi manjkalo ustreznih univerzitetno izobraženih inženirjev z znanji s področja vodarstva in komunalnega inženirstva. Prav zaradi želje po izobraževanju kakovostnih strokovnjakov in hitrega razraščanja ponudbe izobraževalnih programov na drugih izobraževalnih ustanovah nismo nikoli resno razmišljali, da bi vzporedno z univerzitetnim študijem razvili še strokovni študij VKI – navsezadnje smo na UL FGG vseskozi uspešno izvajali redne in izredne strokovne študije s področja gradbeništva in geodezije.

3.2 Analiza študija VKI v primerjavi z univerzitetnim študijem geodezije – rezultati in razprava

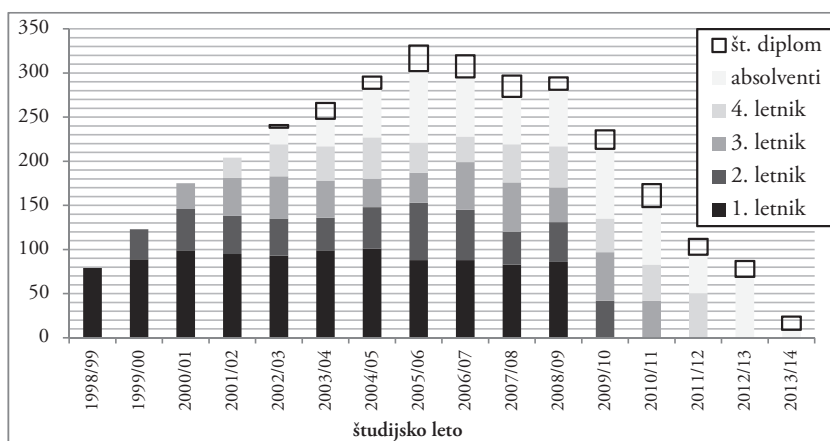
Z analizo samega študija VKI mogoče ne bi dobili popolne slike, zato smo opravili tudi primerjavo z univerzitetnim študijem geodezije na UL FGG, ki je tradicionalen in so ga na UL FGG uvedli veliko pred študijem VKI. Ker sta to edina univerzitetna študija s tako vsebino v Sloveniji, obenem ju izvaja ista ustanova (UL FGG), lahko izbrane kazalnike študija VKI tudi primerjamo z univerzitetnim študijem geodezije.

3.2.1 Podatki o vpisu

Dosežke univerzitetnega študijskega programa lahko vrednotimo zelo različno. V nadaljevanju prikazujemo statistično analizo vpisa na štiriletni univerzitetni študij VKI in analizo števila diplomantov tega programa ter rezultate primerjamo z univerzitetnim študijskim programom geodezije (Geod). Podrobnejši rezultati analize so prikazani zbirno v preglednici 2. Vsi podatki o letih so študijska/akademska leta, ki trajajo od 1. 10. tekočega leta do 31. 9. naslednjega leta.

Preglednica 2: Primerjava izbranih kazalcev dveh analiziranih študijskih programov na UL FGG za obdobje od oktobra 2002 do marca 2014.

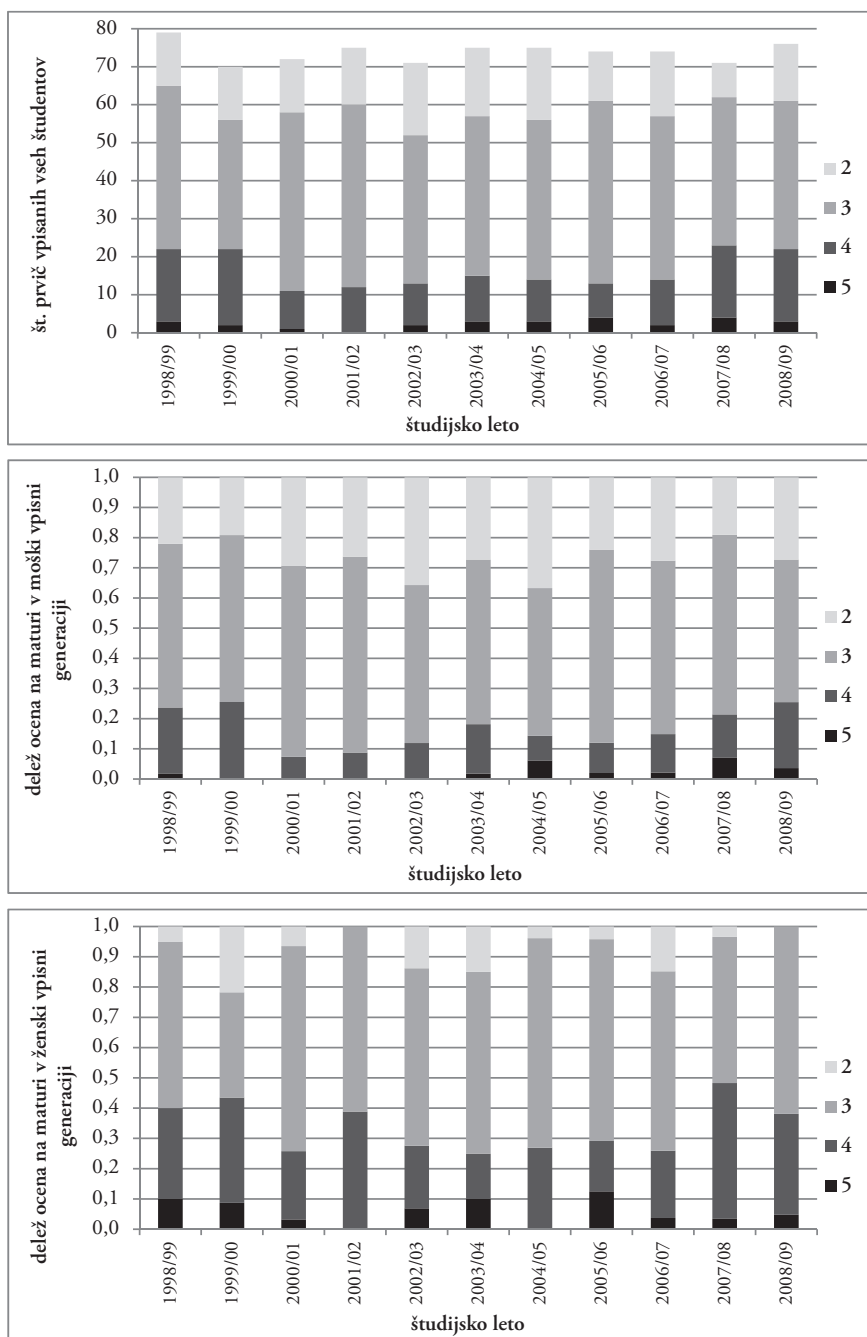
Kazalnik študijskega programa	Štiriletni univerzitetni študijski program					
	vodarstvo in komunalno inženirstvo (VKI)			geodezija		
	moški	ženske	povprečje	moški	ženske	povprečje
končna ocena na maturi (1 do 5)	2,9 ± 0,7	3,3 ± 0,7	3,1 ± 0,7	–	–	3,8 ± 0,7
trajanje študija (leta)	7,1	6,9	7,0 ± 1,6	7,6	6,7	7,2 ± 1,9
najkrajši študij (leta)	4,9	4,0	–	4,3	4,7	–
najdaljši študij (leta)	12,5	13,8	–	18,1	16,9	–
starost ob diplomiranju (leta)	26,4	26,3	26,3 ± 1,8	27,1	26,0	26,6 ± 2,7
najmlajši diplomant (leta)	23,9	23,4	–	23,2	23,5	–
najstarejši diplomant (leta)	31,7	32,9	–	49,5	36,3	–
povprečna ocena izpitov in vaj	7,7	7,9	7,8 ± 0,5	8,0	8,2	8,1 ± 0,4
ocena zagovora na diplomi	9,3	9,3	9,3 ± 1,1	–	–	–
ocena diplomske naloge	9,2	9,2	9,2 ± 0,7	9,0	9,2	9,1 ± 0,8
število diplomantov (delež)	126 (56 %)	99 (44 %)	225 (100 %)	197 (55 %)	164 (45 %)	361 (100 %)
prehodnost kadarkoli v 2. letnik	268 od 544 (49 %)	166 od 268 (62 %)	434 od 812 (53 %)	–	–	–



Graf 1: Vpisni podatki po letnikih in številu diplomantov za štiriletni univerzitetni študijski program VKI na UL FGG za obdobje 1998/99–2013/14 (vir: arhiv UL FGG).

Prva generacija študentov se je vpisala na študij VKI v študijskem letu 1998/99; analiza vpisa obsega 16 študijskih let do vključno 2013/14: skupno je bilo v vse letnike redno vpisanih 3034 študentov (največ 302 študenta v 2005/06), v 1. letnik pa točno 1000 študentov (v 11 študijskih letih do zadnjega vpisa v ta program 2008/2009; nekateri so se seveda lahko vpisali tudi dvakrat ali večkrat (ponavljanje letnika, izredno ponavljanje). Če izločimo ponavljavce, je bilo skupno število študentov VKI, ki so se vsaj enkrat vpisali v 1. letnik, enako 812, od tega je bilo 544 študentov (67 %) in 268 študentk (33 %). Največ vpisanih v 1. letnik študija je bilo 2004/05, in sicer 101 študent, najmanj pa v prvi vpisni generaciji 1998/99, in sicer 79 študentov. Na grafu 1 so prikazane podrobnosti vpisa po letnikih in spremembe po študijskih letih.

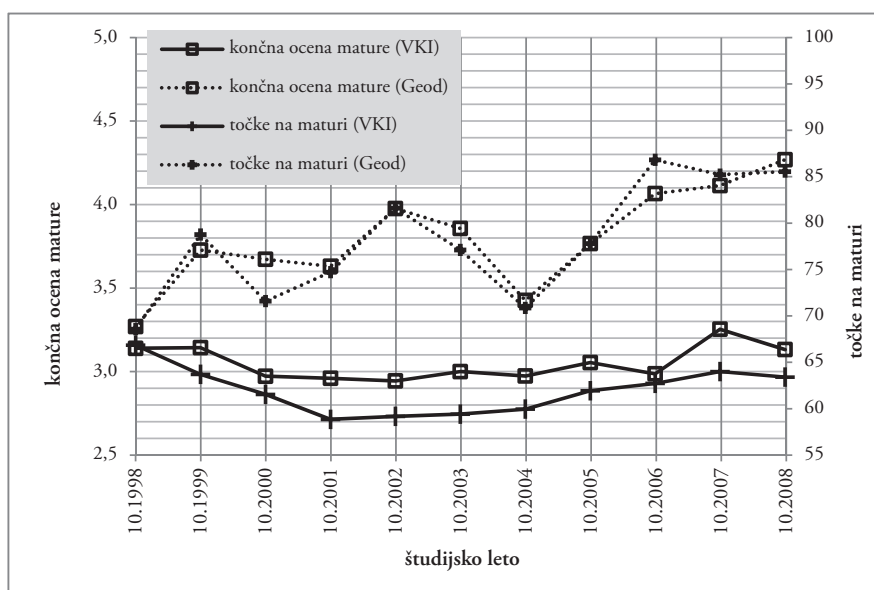
3.2.2 Podatki o uspehu vpisanih dijakov na maturi



Graf 2: Število na novo vpisanih študentov na študij VKI in njihova končna ocena na maturi (odlično (5), prav dobro (4), dobro (3), zadostno (2)) (zgoraj) ter porazdelitev končne ocene na maturi za moško vpisno generacijo (sredina) in žensko vpisno generacijo (spodaj) – vse za študijska leta za obdobje 1998/99–2008/09 (vir: arhiv UL FGG).

Pomemben kazalnik študijskega programa je ob upoštevanju vpisnih mest tudi srednješolski uspeh dijakov, ki se vpišejo na izbrani študijski program. Dijaki pri izbiri študijskega programa navedejo prvoizbrani program in so vanj razvrščeni samodejno, če skupno število prvih prijav ne presega števila razpisnih mest. Za študijski program VKI je bilo akreditiranih 70 vpisnih mest v 1. letnik, vpis pa je bil vedno vsaj tolikšen. Z izjemo prve generacije 1998/99, ko je bilo zanimanje za vpis s prvo željo večje od števila razpisnih mest, so bili na študij vedno sprejeti vsi s prvo željo. Na grafu 2 (zgoraj) prikazujemo število prvič vpisanih študentov v 1. letnik študija VKI (skupaj 812 študentov) in njihove končne ocene na maturi (v povprečju dobro); dijakinje imajo nekoliko višje ocene kot dijaki (preglednica 2). Razliko v končni oceni na maturi med 544 dijaki (67 %) in 268 dijakinjami (33 %), vpisanimi na študij VKI, prikazujemo tudi na grafu 2 ločeno za dijake in dijakinje. Na eni strani so vidne velike razlike med posameznimi študijskimi leti, ki pa so za celo generacijo novih študentov manjše od razlike med dijaki in dijakinjami. Delež med dijakinjami s končno oceno na maturi zadostno (2) je relativno nizek (med 0 in 15 %), pri dijakih pa praviloma nad 20 %. Delež dijakinj s končno oceno na maturi vsaj prav dobro (4) je praviloma nad 25 %, pri dijakih pa praviloma vsa leta pod 25 %. Tak rezultat odpira vprašanje, ali so dijakinje na študiju bolj uspešne.

Za omejitev vpisa na študijske programe na UL FGG je poleg končne ocene na maturi pomemben srednješolski uspeh v 3. in 4. letniku, vendar je zelo težko priti do teh podatkov za vpisane študente. Zato smo kot dodatni kazalnik uspeha dijakov, ki so se vpisali na študij VKI, analizirali povprečno število točk na maturi (največ 100) za posamezno generacijo na novo vpisanih študentov 1. letnika študija VKI in to prikazali na grafu 3, skupaj s povprečno končno oceno mature. Povprečno število točk na maturi se je za generacije študentov VKI spreminjalo v intervalu med 60 in 70. Za primerjavo na grafu 3 prikazujemo enake podatke za študij geodezije, pri čemer je viden izrazito boljši rezultat študentov geodezije na maturi.

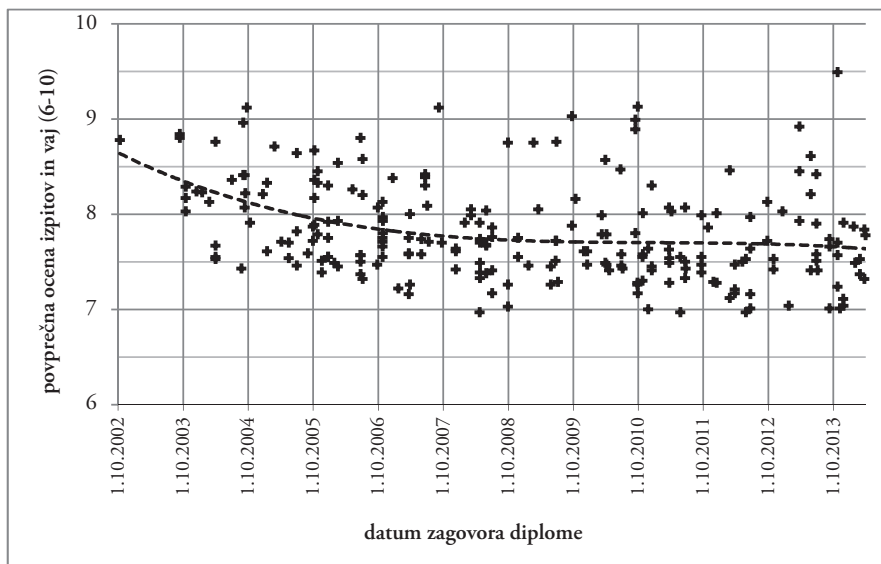


Graf 3: Povprečna končna ocena mature in povprečno število točk na maturi za na novo vpisane študente na univerzitetni študij vodarstva in komunalnega inženirstva (VKI) in univerzitetni študij geodezije (Geod) za obdobje 1998/99–2008/09 (vir: arhiv UL FGG).

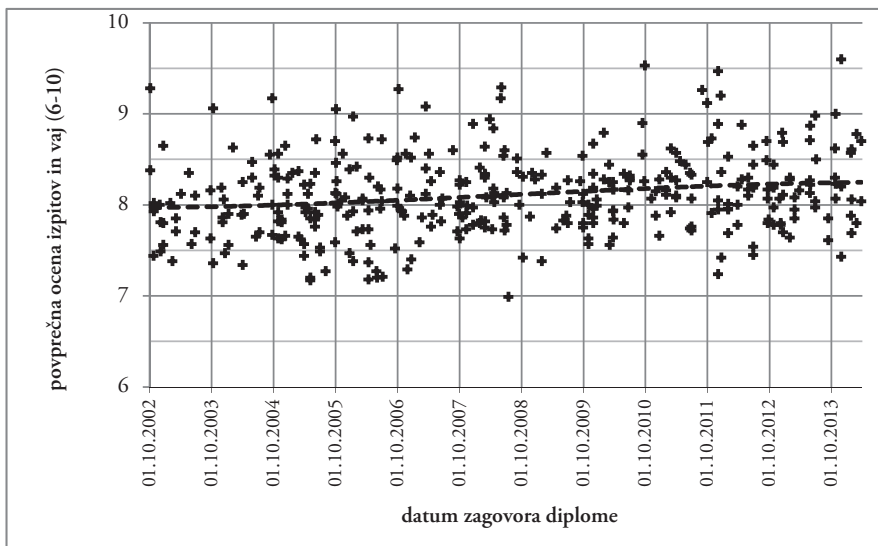
3.2.3 Podatki o povprečni oceni izpitov in vaj

Ali je od uspeha v srednji šoli odvisen tudi uspeh študentov med študijem? Najprej smo analizirali študijski uspeh 225 diplomantov študija VKI, ki so končali študij do konca marca 2014 (preglednica 2; srednja vrednost in standardna deviacija). Povprečna ocena izpitov in vaj diplomantk VKI je rahlo višja kot pri diplomantih VKI, pri obojih je to prav dobro (pod 8,0). Diplomanti univerzitetnega študija geodezije so imeli v primerjavi s študijem VKI boljše povprečne ocene izpitov in vaj (nad 8,0) ter so v povprečju izpolnili pogoj Univerze v Ljubljani za izvolitev v naziv asistenta oziroma pogoj Javne agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost (ARRS) za izpolnitev pogoja za pridobitev statusa mladega raziskovalca.

Ker smo na grafu 3 pokazali, da so se v obravnavanem obdobju 1998–2008 na študij geodezije vedno vpisovali boljši dijaki (glede na uspeh na maturi), medtem ko je pri študiju VKI viden celo izrazit upad v prvih letih po 1998. in potem spet rahel dvig uspeha na maturi, nas je zanimal časovni razvoj povprečne ocene izpitov in vaj diplomantov obeh študijev. Povprečne ocene izpitov in vaj za študij VKI prikazujemo na grafu 4 ter za študij geodezije na grafu 5. Na eni strani lahko sklenemo, da se uspeh na maturi vsaj deloma prenese v povprečni uspeh diplomantov na študiju, na drugi strani pa ugotavljamo, da se vsaj pri študiju geodezije izrazito boljši uspeh dijakov na maturi ni preslikal v izrazito povečanje povprečne ocene izpitov in vaj. Razlog za to bi morda lahko bil trend zviševanja (inflacija dobrih) ocen v osnovni in tudi že srednji šoli, ki se še ni polno prenesel na tretjo stopnjo. Uspeh študentov na študiju je nedvomno odvisen tudi od uspeha v srednji šoli (na maturi). Upad povprečne ocene na študiju VKI pa je tudi posledica vpisa prvih generacij, v katerih so najprej končali najboljši študentje in tako postavili »visoko« izhodiščno povprečno oceno za poznejše generacije. Povprečna ocena izpitov in vaj je tudi dejavnik, ki omogoča ali ovira pridobitev štipendije, in te ocene so pri obeh analiziranih študijskih programih inženirstva relativno nizke.



Graf 4: Povprečna ocena izpitov in vaj diplomantov študija VKI v obdobju oktober 2002–marec 2014 (skupaj je diplomiralo 225 diplomantov) (vir: arhiv UL FGG).



Graf 5: Povprečna ocena izpitov in vaj diplomantov univerzitetnega študija geodezije v obdobju oktober 2002–marec 2014 (skupaj je diplomiralo 361 diplomantov) (vir: arhiv UL FGG).

3.2.4 Podatki o oceni zagovorov in diplomskih nalog

Dodaten kazalnik uspeha študenta pri študiju je ocena zagovora diplomske naloge in diplomske naloge kot končnega izdelka, saj so te ocene skupaj z doseženimi ocenami pri izpitih in vajah vpisane v prilogo k diplomi, ki jo prejme vsak diplomant v slovenščini in angleščini ter je izkaznica njegovega študijskega uspeha. Povprečne ocene zagovora diplomskih nalog se ne razlikujejo bistveno od povprečnih ocen diplomskih nalog in niso odvisne od spola diplomanta ter so za oba študija za približno celo oceno višje od povprečnih ocen izpitov in vaj. Preseneča morda nekoliko nižja povprečna ocena diplomskih nalog na študiju geodezije v primerjavi s študijem VKI, saj imajo diplomanti študija geodezije sicer višje povprečne ocene izpitov in vaj.

3.2.5 Podatki o številu diplomantov

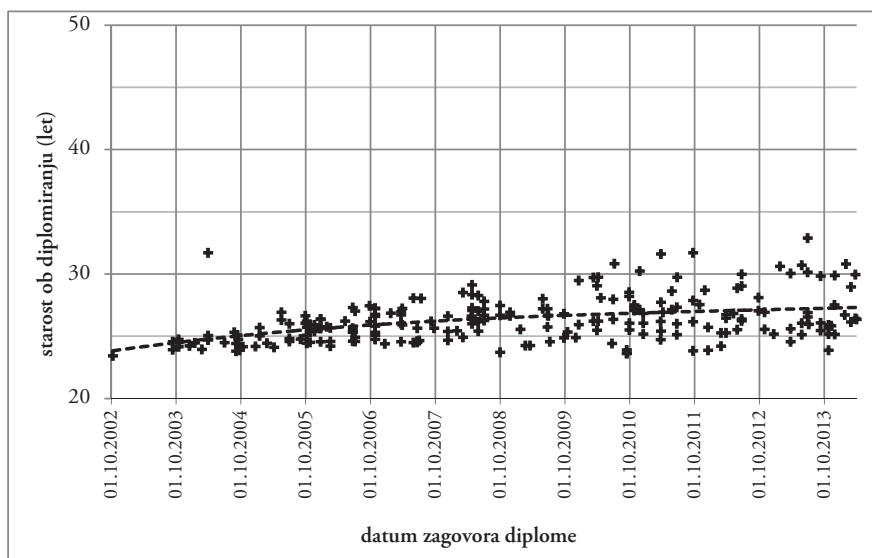
Prva diplomantka je končala študij VKI 10. oktobra 2002. Do konca marca 2014 (graf 1) je na tem študiju diplomiralo 126 študentov in 99 študentk, torej skupaj 225 diplomantov (ženski delež je 44 %). Vidimo, da je delež diplomantk izrazito višji od deleža prvič vpisanih študentk na študij VKI (33 %). Primerjava s študijem geodezije s 361 diplomanti in ženskim deležem 45 % pokaže, da na UL FGG obstajata dva univerzitetna študija (VKI in geodezija), pri katerih je delež študentk in predvsem diplomantk že skoraj polovičen.

3.2.6 Podatki o trajanju študija in starosti diplomantov

Zelo pomemben kazalnik študijskega programa je trajanje študija, ki se ob prehodnosti študentov v višje letnike pogosto uporablja kot bistveni kazalec kakovosti študijskega programa (preglednica 2). Starost ob diplomi je tudi dejavnik trga delovne sile in mladi izobraženi diplomanti vstopajo na trg delovne

sile vse starejši. Ob štirih letih organiziranih oblik študijskega programa je študij od vpisa do diplome trajal za oba študija v povprečju nekaj čez sedem let. Iz primerjave med spoloma lahko ugotovimo, da študentke došturirajo hitreje, razlika s študenti je bolj izrazita na študiju geodezije kot na študiju VKI.

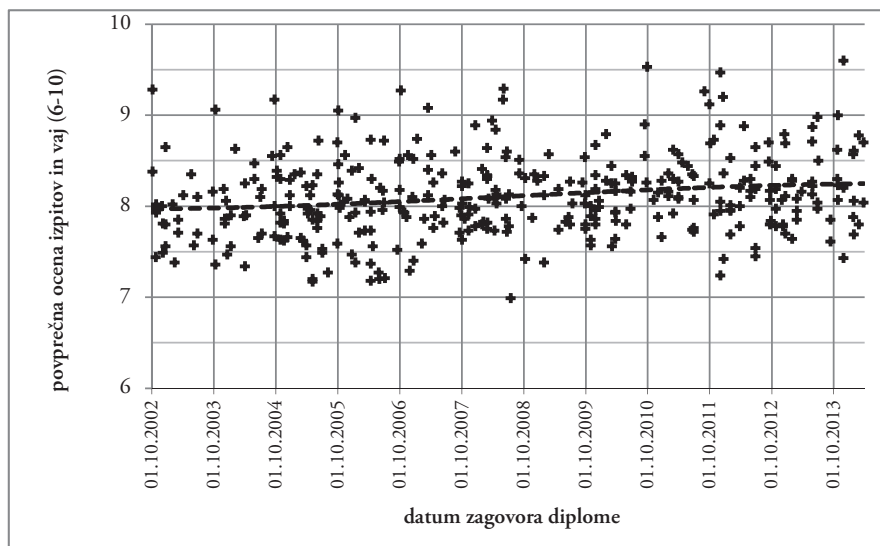
Če analizirana študija v povprečju za diplomante trajata več kot sedem let, koliko so stari diplomanti na dan zagovora diplomske naloge (preglednica 2)? Povprečna starost na študiju VKI ob diplomiranju je bila 26,3 leta; razlike med spoloma tako rekoč ni. Na grafu 6 je prikazana porazdelitev starosti diplomantov VKI ob diplomiranju, povečanje starosti od prve generacije je očitno in seveda logično, saj vpisa na ta študij ni več od študijskega leta 2008/09. Do sedaj je povprečna starost diplomanta naraščala od prve generacije s približno 24 let na današnjih več kot 27 let, pri čemer trend zvišanja še vedno traja – povprečna starost diplomantov VKI ob konca 2015/16 bo tako že blizu 30 let.



Graf 6: Starost 225 diplomantov študija VKI ob diplomiranju v obdobju 2002–2014 (vir: arhiv UL FGG).

Univerzitetni študij geodezije je glede starosti diplomantov podoben študiju VKI (preglednica 2). Povprečna starost diplomantk je bila za eno leto višja od starosti diplomantov študija geodezije. Na grafu 7 je prikazana porazdelitev starosti diplomantov študija geodezije ob diplomiranju, a pri tem ni videti izrazitega trenda. Razlika glede na študij VKI (graf 6) se pojavlja zaradi nekaterih starejših posameznikov, ki so pred vpisom na univerzitetni študij geodezije končali višješolski študij geodezije ali visokošolski študij geodezije in se prepisali na univerzitetni študij geodezije, kar je vodilo v relativno dolgo trajanje študija (tudi veliko več kot deset let). Ker slovenska visokošolska zakonodaja vsakemu posamezniku vsaj enkrat v življenju omogoča brezplačen univerzitetni študij (ob upoštevanju izpolnjevanja pogojev za vpis), se bo v prihodnosti povprečna starost diplomantov univerzitetnih študijev verjetno samo še povečevala.

Dolžina študija ter boljša povprečna ocena izpitov in vaj diplomantov študija geodezije govorita v prid tezi, da obstoja povezava med povprečno oceno dijakov na maturi in uspehom pri študiju, merjenim s povprečno oceno izpitov in vaj ter trajanjem študija, kjer so diplomanti univerzitetnega študija geodezije boljši kot diplomanti študija VKI (trajanje študija, povprečna ocena izpitov in vaj).



Graf 7: Starost 361 diplomantov univerzitetnega študija geodezije ob diplomiranju v obdobju oktober 2002–marec 2014 (vir: arhiv UL FGG).

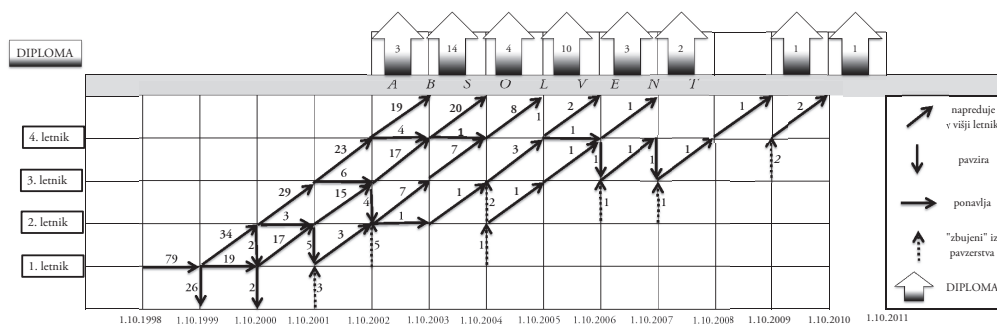
3.2.7 Podatki o prehodnosti študentov

Analiza prehodnosti študentov na različnih stopnjah študija je pomemben kazalnik uspešnosti študijskih programov in s tem tudi akademske ustanove, ki jih izvaja (HEFCE, 2013). Zato smo izvedli analizo prehodnosti vpisanih dijakov za študij VKI. Zadnji diplomant lahko konča študij VKI v akademskem letu 2015/16 (torej do 30. 9. 2016). Dosedanje število diplomantov na tem študiju, to je 225 do konca marca 2014 od skupno 812 vpisanih študentov na ta študij, kaže na zelo visok osip in slabo prehodnost ter s tem na razmeroma težek študij. Na študijskih programih, kjer ni sprejemnih izpitov, je pogosto najslabša prehodnost prav iz 1. v 2. letnik, saj 1. letnik prevzame vlogo selekcije, ki je ni pri vpisu, razen če je interes večji od števila razpisnih mest in fakulteta lahko opravi izbiro v skladu z akreditiranimi merili. Zato smo opravili analizo študija VKI in ugotovili, da nikoli ni doseglo 2. letnika kar 47 % vpisanih študentov, prehodnost je torej znašala le 53 % (preglednica 2), in sicer za študente 49 % in za študentke 62 %. Če primerjamo uspešnost študija VKI s številom diplomantov glede na število študentov, ki so se na študiju kadarkoli vpisali (vsaj) v 2. letnik, je ta uspešnost za študij VKI bistveno boljša, in sicer 52 %, razlika med spoloma pa očitna: 126 diplomantov VKI na 268 vpisanih študentov v 2. letnik ali 47 % in 99 diplomantk VKI na 166 vpisanih študentk v 2. letnik ali 60 %. Uspešnost žensk je torej za 13 odstotnih točk višja kot pri moških. Kakorkoli obračamo številke, je uspešnost študija VKI (verjetnost diplomiranja) manjša od 30 %.

3.2.8 Podatki o prvi generaciji študija VKI (vpis 1998/99)

V podkrepitev zgornjih številok smo pripravili pregled zgodovine prve generacije 79 študentov študija VKI, ki se je vpisala v študijskem letu 1998/99. Zanimiv prikaz je predstavljen grafično na grafu 8. Od skupno 79 študentov prve generacije se je po prvem letu vpisalo v 2. letnik 34 študentov in do konca

marca 2014 je študij VKI končalo z diplomom 38 študentov (48 %). Nikoli ni do 2. letnika od 79 študentov prišlo 24 študentov (30 %). Potencialno bi lahko diplomiralo še največ 17 študentov, ki so se kadarkoli vpisali vsaj v 2. letnik, pa še niso diplomirali na študiju VKI. Tako lahko pričakujemo uspešnost študija VKI blizu ali več kot 50 %, ker bo do konca 2015/16 diplomiralo še nekaj študentov. V število diplomantov bi lahko šteli tudi študente VKI, ki so se morali zaradi prepočasnega študija prepisati na bolonjski študijski program vodarstva in okoljskega inženirstva (VOI), prenovljen študij VKI, in bodo študij morda uspešno končali po novem programu VOI. Če sedaj primerjamo uspešnost prve generacije študija VKI (vpisna generacija 1998/99), merjeno s številom diplomantov glede na tisti del generacije, ki se je kadarkoli vpisal (vsaj) v 2. letnik, je uspešnost prve generacije študija VKI sedaj bistveno boljša: 38 diplomantov na 55 študentov ali 69 % – kar potrjuje oceno pedagogov, ki so jih učili, da je to najboljša in najbolj homogena generacija študentov VKI.



Graf 8: Shema študijske poti prve generacije 79 študentov, vpisanih na študij v študijskem letu 1998/99 (vir: arhiv UL FGG).

3.2.9 Zaposljivost diplomantov

Enako pomembna kot prehodnost vpisanih študentov od vpisa do diplome je zaposljivost diplomantov posameznega študijskega programa ter seveda članice univerze in univerze kot celote. Nedavna raziskava zaposljivosti diplomantov Univerze v Ljubljani (Komljenovič in sod., 2013), opravljena za diplomante v obdobju med letoma 2006 in 2010, je pokazala, da je odstotek diplomantov, ki so se zaposlili v času do 6 mesecev do 12 mesecev po koncu študija in so diplomirali v letih med 2006 in 2010 na UL FGG, vseskozi višji od povprečja Univerze v Ljubljani; še najnižji je bil v letu 2010, in sicer 83,5 % (6 mesecev) ter 89,9 % (12 mesecev), kar je že odraz nastopajoče gospodarske krize v Sloveniji. V letu 2010 se je zaposlilo več diplomantov kot na UL FGG le na osmih članicah Univerze v Ljubljani. Analize za obdobje po letu 2012 še nimamo, vendar je splošno znano, da je zaposljivost zaradi gospodarske krize bistveno slabša. Ob tem se seveda postavi vprašanje, ali je v takih razmerah zaposljivost diplomantov lahko realen kazalec kakovosti študijskega programa. Po študijskem letu 2008/09 nismo več vpisovali v 1. letnik študija VKI. Na prikazane rezultate je vplivala tudi gospodarska kriza, saj študentje v višjih letnikih niso hiteli z diplomom, predvsem če so že imeli delovno mesto in so dali prednost njegovi ohranitvi pred dokončanjem študija. Svoje k razmeram za uspešno dokončanje študija dodajo tudi stroški opravljanja izpitov in same diplome za nevpisane študente brez statusa.

4 SKLEP

V prispevku smo analizirali področje okoljskega inženirstva kot dela inženirstva, s poudarkom na področju izobraževanja. Po pregledu vpetosti izobraževanja na področju okoljskega inženirstva v Sloveniji smo se osredotočili na razmere na UL FGG, kjer smo leta 1998 kot prvi v Sloveniji vpeljali štiriletni univerzitetni študijski program na področju okoljskega inženirstva in ga poimenovali študij vodarstva in komunalnega inženirstva (VKI). Študij VKI se je v okviru bolonjske prenovе posodobil, pridobil nove vsebine s področja okoljskega inženirstva ter se zato preimenoval v študij vodarstvo in okoljsko inženirstvo (VOI) s prvim vpisom v letu 2009/10. Podrobneje smo analizirali študij VKI in ga v izbranih kazalnikih primerjali s štiriletnim univerzitetnim študijem geodezije.

V celotnem obdobju, to je od 1998/99 do 2008/09, se je na študij VKI vpisalo 812 študentov, ti so imeli povprečno končno oceno mature 3,1. Od tega jih je 434 (53-odstotna prehodnost) kadarkoli nadaljevalo študij v 2. letniku in do konca marca 2014 jih je 225 tudi diplomiralo (52-odstotna uspešnost, merjena s številom 434 študentov, vpisanih v 2. letnik), s povprečno oceno izpitov in vaj 7,8 in povprečno oceno diplomske naloge 9,2. Njihov študij je v povprečju trajal 7,0 leta in njihova povprečna starost ob diplomiranju je bila 26,3 leta. Študij po akreditiranem programu VKI lahko študentje končajo do konca študijskega leta 2015/16, zaradi česar se bo dvignila njegova uspešnost, a tudi podaljšalo njegovo povprečno trajanje in zvišala povprečna starost njegovih diplomantov.

Analizirani kazalniki študija VKI, ki smo jih primerjali s tistimi za štiriletni predbolonjski univerzitetni študijski program geodezije in prišli do primerljivih rezultatov, pokažejo, da je bila uvedba študija VKI na UL FGG dobra odločitev. Po kazalnikih, kot so dolžina trajanja študija, starost ob diplomiranju, povprečna ocena izpitov in vaj, ocena diplomske naloge, ter tudi po prehodnosti in zaposljivosti diplomantov je enakovreden študiju geodezije. Zakaj smo izbrali prav študij geodezije? Tudi tega ne ponujajo drugod po Sloveniji, podobno, kot je bil študij VKI ob uvedbi in še dolga leta edini svoje vrste v Sloveniji. Oba študijska programa sta imela tudi podobno vpisno politiko, na študij geodezije se je vpisovalo po 40, nato pa po 30 študentov, na študij VKI pa vseskozi po 70 študentov.

Analiza povprečne ocene izpitov in vaj na študiju VKI je pokazala, da se slabši rezultati vpisne generacije dijakov, ki vstopajo v študij, odražajo tudi na končnem uspehu, in za študij VKI smo lahko od prvih diplomantov leta 2002 do marca 2014 ugotovili padec povprečnega uspeha. Zato je nujno omejiti ponudbo (število razpisnih mest) glede na povpraševanje (število prvih želja na prvem vpisnem roku) ter zaradi zahtevnosti študija na UL FGG doseči vsaj minimalno izbiro pri vpisu in tako vpisovati dijake z boljšim uspehom v srednji šoli (končna ocena mature, uspeh v 3. in 4. razredu srednje šole). To potrjuje tudi analiza uspeha in prehodnosti študija VKI glede na spol študenta, saj so študentke uspešnejše od moških kolegov in v večjem deležu pridejo do diplome (33 % vpisanih študentk in 44 % diplomantk), kar je mogoče vsaj delno pripisati boljšemu uspehu v srednji šoli.

Poleg drugih dejavnikov, ki vplivajo na oceno (težavnost študija, motivacija in zavzetost študentov, pogoji študija ...), je upad povprečne ocene diplomantov VKI nedvomno tudi posledica slabšega znanja študentov iz srednjih šol, kar ob skrbi za ohranitev ravni zahtevanega znanja in veščin za diplomante študijev na UL FGG vodi v slabše ocene ob koncu študija. To dejstvo le potrjuje splošno znano dojemanje mlade generacije, da šteje le diploma (papir), ne pa tudi, kaj stoji za njo. Vse pre pogosto se na izpitih

srečujemo s študenti, katerih glavni interes ni veliko znati in razumeti snov, temveč zgolj opraviti izpit, tudi če dobijo oceno zadostno (6).

Odzivanje na take razmere za pedagoško delo na univerzi presega obravnavo tega prispevka, je pa zelo pomembno vprašanje kakovosti pedagoškega dela v terciarnem izobraževanju in izziv za naslednja študijska leta na UL FGG. Priporočljivo bi bilo izdelati podobne analize tudi za druge študije na UL FGG.

Zahvala

Prispevek je nastal v okviru raziskovanja na temeljnem raziskovalnem projektu ARRS J5-4281 RAZKORAK (2011–2014). Avtorji se zahvaljujejo za pripombe trem anonimnim recenzentom, saj so pripomogle k jasnosti podajanja in lažjemu razumevanju besedila.

Literatura in viri:

- ABET (1986). Annual Report. Accreditation Board for Engineering and Technology. New York.
- Alha, K., Holliger, C., Larsen, B. S., Purcell, P., Rauch, W. (2000). Environmental engineering education – summary report of the 1st European Seminar. *Water Science and Technology*, 41(2), 1–7.
- Brilly, M., Mikoš, M. (1997). Univerzitetni študij vodarstva in komunalnega gospodarstva. *Slovenski vodar*, 4, 37–40.
- HEFCE (2013). Non-continuation rates at English HEIs – Trends for entrants 2005–06 to 2010–11. Higher Education Funding Council for England. Issues Paper April 2013/07, 17 str. <http://www.hefce.ac.uk/pubs/year/2013/201307/name,81697,en.html>, pridobljeno 30. 3. 2014.
- Horvat, A. (1995). Urejanje hudourniških in erozijskih območij. *Ujma*, 9, 243–248.
- Komljenovič, J., Ahčan, M., Vidovič, A., Turk, G., Pejovnik, R. S. (2013). Zaposlenost diplomantov Univerze v Ljubljani: raziskava. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 65 str.
- Majes, B. (ur.) (2009). Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 1989–2009: jubilejni zbornik ob devetdesetletnici Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. UL FGG, Ljubljana, 591 str.
- Mikoš, M. (1998). Na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani bo stekel nov univerzitetni študijski program »Vodarstvo in komunalno inženirstvo«. *Gradbeni vestnik*, 47(3/4), 86–88.
- Mikoš, M. (2012). Prispevek k zgodovinskemu pregledu razvoja hudournišstva in hudourničarstva v Sloveniji – A Contribution to History of Torrent Control Theory and Practice. *Gozdarski vestnik*, 70(10), 429–439.

Mikoš M., Lorber M., Istenič Starčič A. (2015). Varstvo okolja in univerzitetni študij tehnike; *Geodetski vestnik*, 59 (1): 56-70.

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.056-070

prof. dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad.

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

Mojca Lorber, prof. slov.

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

izr. prof. dr. Andreja Istenič Starčič, univ. dipl. ped. in soc.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta
Cankarjeva ulica 5, SI- 6000 Koper
e-naslov: andreja.istenic-starcic@fgg.uni-lj.si

SEGMENTACIJA IN VREDNOSTNI OKVIR PREFERENC POTENCIALNIH KUPCEV STANOVANJ

SEGMENTATION AND THE VALUE FRAME OF BUYERS OF RESIDENTIAL APARTMENTS

Domen Nahtigal, Bojan Grum

UDK: 347.2:332.72
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 9.7.2014
Sprejeto: 12.12.2014

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.071-101
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 9.7.2014
Accepted: 12.12.2014

IZVLEČEK

Članek se navezuje na segment tržne raziskave nepremičninskega trga kot najpomembnejšega vstopnega atributa v proces ocenjevanja vrednosti nepremičnin. Glavni cilj raziskave je oblikovanje tako imenovanega vrednostnega okvirja, ki je zasnovan kot tabela vrednostnih razponov vplivnih dejavnikov, vezanih na posamezen pridobljen segment stanovanjskih nepremičnin oziroma posamezen tip potencialnega kupca. Rezultati v splošnem kažejo, da udeleženci najvišje izražajo vrednostne preference glede fizičnih dejavnikov, vsaj polovica kupcev je pripravljena za njihovo korenito spremembo plačati več/manj kot 30 odstotkov od povprečne segmentne vrednosti nepremičnine, pri čemer velik ponder pripada dejavnikom kakovosti objekta (starosti, gradnji, vzdrževanju). Za proučevane dejavnike mikrolokacije je vsaj polovica kupcev stanovanj pripravljena plačati več/manj kot 22 %, za relativno pomembne pa se izkažejo tudi socio-ekonomski dejavniki s segmentnim vrednostnim razponom median v višini od 6,8 % do 8,9 % ter dejavniki funkcionalne in relativne velikosti stanovanja s segmentnim vrednostnim razponom median od 1,5 % do 3,2 %. Rezultati raziskave so pomembni predvsem za načrtovalce prostora (najgospodarnejša raba prostora), investitorje (analiza ciljne skupine kupcev) in ocenjevalce vrednosti nepremičnin (trg nepremičnin).

KLJUČNE BESEDE

vrednostni okvir, preference kupcev, stanovanje, trg nepremičnin, segmentacija

ABSTRACT

This article refers to a market research of the real estate market, as the most important input in the process of assessing the value of real estate. The main objective of the research is to create a so-called value frame, formed as a table of value ranges of influential factors related to the individual acquired residential real estate segment or to the particular type of a potential buyer. The results generally show that the participants expressed the highest preference values in terms of physical factors; at least a half of buyers are prepared, for a radical change of these, to pay more / less than 30% of the average segment real estate value. Within physical factors a large importance is attributed to the quality of the object factors (age, construction, maintenance). At least a half of potential buyers of apartments are prepared to pay more / less than 22% for the studied factors of micro location; however, also the socio-economic factors have been recognised as relatively important, with segmental median values ranging from 6.8% to 8.9%, and factors of functional and relative size of apartments, with segmental range of median values of 1.5% to 3.2%. The results of the survey are particularly important for urban planners (the most cost-effective use of space), investors (an analysis of target groups of customers), and real estate appraisers (real estate market).

KEY WORDS

value frame, buyer's preferences, apartment, real estate market, market segmentation

1 INTRODUCTION

With regard to the expectations of potential purchase, buyers have formed more or less clear requirements, arising out of their system of values, needs, desires and goals. We define expectations as desires or needs of buyers, respectively the feelings of buyers about what should be offered by supplier (Brookes, 1995). If it comes to the purchase and the purchase meets the buyer's needs, we say that he/she has fulfilled the expectations and that satisfaction is the result of an individual's purchase decision, which becomes a part of his/her experience (Lipičnik and Možina, 1993). Therefore through purchases buyers strive for "the good life", which means they look for products with features that best meet their needs, and behind this stands the human value system that affects individual's preferences for certain products (O'Shaughnessy, 1995). The purchase decision for real estate as a subset of durable goods is complex and requires high involvement (K. M. Gibler and S. L. Nelson, 2003; cv: Kos Koklič and Vida, 2008). In most cases, the consumer is considering several alternatives, which he/she compares with one other and finally selects. A consumer rarely buys large goods, such as an apartment, and cannot use the principle of learning from mistakes. Berčan (2010), when studying the purchase decision-making process, obtained results, that before deciding and buying an apartment the majority of respondents (29.8%) in the sample decided between two apartments, 27.4% of respondents decided between three apartments, and a quarter of them had only one apartment in the final selection. The results show that in the process of purchasing an apartment the potential buyers have very well designed preferences and desires. We assume that potential buyers of real estate create their own value picture of the real estate in this process, while they assign different (usually higher) values to attributes that have a significant influence on their purchasing decisions. We start from the definition that the valuation of real estate rights in market comparison approach is based on the principle of substitution or replacement (Pšunder and Torkar, 2007; Grum, 2012). The guiding principle of the market comparisons approach is related to the fact that the market value of assessed real estate is directly linked to the prices of comparable properties, and the basic evaluation process is based on (MSOV, 2011): (1) market research; (2) verification of the information and confirmation of the reliability of the data for marketing consideration; (3) the choice of the appropriate unit of comparison and determination of the appropriate benchmarking; (4) comparison of comparable real estate with the existing evaluated real estate by implementation of value adaptations, and (5) coordination of the different indicators of value into the final value.

In this article we present a study that refers to a segment of the market research of real estate market (1) as the most important part of the input attribute in the evaluation process. The importance of this segment also highlights Galleshaw (1992), who suggests that subjective adjustments of assessors in the evaluation process are too often unsupported by empirical evidence from the real estate market. Galleshaw (1992) also argues that the lack of quantitative methods and bases in the process of adjustment in market comparison approach is a common criticism to the appraisal reports, and that the authors try to cover up their own subjective evaluation approach and poor market basis with various mathematical formulas and scientific equations, which they insert into the report as a substitute for their lack of marketing approach or opinion. A series of researchers criticizes the implementation of the adjustments in the valuation with market comparison approach only on the basis of years of experience of assessors, mainly due to the lack of econometric and quantitative research base (Cannaday et al., 1983; Isakson, 1986; Galleshaw, 1992; cv: Chang and You, 2009).

The real estate market is specific, localized and behaves quite differently than the market of pure competition (Cirman et al., 2000). The basis for the implementation of the adjustments in the evaluation with market comparison approach is therefore identifying, structuring, and defining the value of key factors that affect the assessable value of the real estate. We follow the assumption that these factors are identified by potential buyer and that he creates the value perception of them. The potential buyer behaves rationally on the real estate market. In order to analyse their expectations we follow guidelines of the International Valuation Standards (MSOV, 2013), which state the primary ingredients of comparisons (hereinafter called dimensions): (1) the right, for which we get the information about the price and the right, the value of which is estimated, (2) location, (3) the quality of the land, or the age and character of buildings, (4) the permitted use or purpose (in accordance with spatial regulations) (5) the circumstances, in which the price was fixed and the required base of values, (6) the date of entry into force of the obtained information about the price and the required date of valuation. Pšunder and Torkar (2007) list the most important ingredients of comparisons: the time of sale, location, financing, terms and conditions of sale, disorder of ambient factors and physical characteristics, such as size, surface area, height of ceilings, floors, age, state of maintenance, equipment. Munizzo and Musial (2009) segment the adjustment factors in the following order: (1) the transferred rights in real estate (2) financing conditions, (3) terms of sale, (4) market conditions, (5) location, (6) physical characteristics, and (7) economic attributes.

Based on the review of existing researches, the framework of influential components is extended also to the eighth dimension, namely functionality and relative size of the apartment; and the seventh dimension of economic attributes is extended to socio-economic factors. Our own research has meaningful input substantive basis, confirmed by a series of studies. Grum and Temeljotov (2010) note the importance of the financial, physical, residential and socio-economic factors. Trček (2005) notes, that the sense of security in the neighbourhood is the most important socio-economic factor. Similar results are indicated by Berčan (2010), who argues that apartment represents a status symbol, social status and identity, social status, privacy. Bonnafous and Kryvobokov (2011) in the case of the French city of Lyon, prove that socio-economic perception significantly affects the value of apartments; Munizzo and Musial (2009) also indicate a strong influence of social factors on the forces of demand for real estate in a particular market. The impact of floor and functional distribution of apartment on the preferences of apartment users are considered by Altas and Özsoy (1998), who demonstrate the process of perception of the real estate space as a set of several factors with an extremely significant impact on the preference value of the apartment. The importance of the factor "functionality of an apartment" is also directly or indirectly determined by Berčan (2010), Friškovec and Janeš (2010), Pšunder and Torkar (2007), Ebru and Eban (2009), Ilozor (2009), Šasel (2006), Dolenc (2011) Ratchatakulpat et al (2009).

In the article we present partial results of the quantitative part of the study, which follows the substantive division of the real estate market into segments, as they are represented by potential buyers with similar homogeneous value preferences or forces of demand. The research results are related to the studied real estate segment of apartments and cover a part of the Slovenian real estate market, Ljubljana and its surroundings. Doing so, we design the so called value frame, which represents value ranges in accordance with the expressed preferences of buyers for each analysed apartment factor, within a predefined segments and structurally designed levels, which are important for understanding the behaviour of potential buyers.

2 METHODOLOGY

The methodological approach basically takes the form in three phases. In the first phase a review of existing researches is carried out, and on this basis we prepare a set of attributes, which, according to many researchers, affect the value of residential real estate. In the second phase, a set of attributes are segmented into sets of factors through expert narrowing process. On this basis, in the third phase, we use an inspection method, which is based on a questionnaire (Walonick, 2007).

For the analysis of interval and ratio variables we use descriptive statistics of arithmetic mean, standard deviation, median, 33rd and 66th centile. Median and centiles are used mainly because some variables do not have a normal distribution, which is detected by means of the coefficients of asymmetry and kurtosis. In the interval and ratio variables by definition of Box-Whiskers extreme values are excluded. In addition to univariate and bivariate statistical methods the process of multivariate statistical data analysis is used through the CHAID decision tree (En. Chi-squared Automatic Interaction Detection), which represents a data mining method based on a statistical test "chi-square". CHAID is an analytical tool to identify relationships between variables. The analysis divides the sample into a series of subgroups that (1) are internally homogeneous and contain variables with similar patterns and characteristics in relation to the dependent variable, and (2) maximize the ability to predict the contents of a group or subgroup. CHAID algorithm creates cross tables for each categorical predictive group until it achieves the best result for the implementation of splitting with statistical significance. CHAID technique thus recursively splits the population (sample) into segments (nodes), designed in such a way that the generated subgroups are internally homogeneous, but significantly heterogeneous with each other. The splitting process is repeated at each node, considered as a new "sub-sample", until it satisfies the rule of suspension, that is, when the value of the class after splitting is the same (no variable with a statistically significant difference in the distribution) or there is only one item in the sample. In this study, we selected the dependent variable "the value of the apartment per unit (EUR/m²)", and the first predictor variable is the location, because, as stated by Grum (2012), the location is usually the most influential factor in determining value.

Methods of data mining are used for greater robustness, since they have fewer assumptions than statistical methods, and not because of the large amount of data analysed. Hedonic analytical approach presupposes the choice of the curve form (exponential, logarithmic, double logarithmic, linear-logarithmic, etc.), which appropriately illustrates (functional) connection of the independent variables and dependent variable (Pavlin, 2006). Similar to the non-parametric statistics, also the used method of data mining has no assumption about the function of connection of the dependent variable with the independent ones. Furthermore, the method of data mining (C & RT decision tree; Classification And Regression Trees) is not just about the classification of one dimension, but the method takes into account several independent variables simultaneously (Derrig and Francis, 2008), because in each step, with a complex formula from all the variables, calculates how well the C & RT model fits the data (En. goodness-of-fit statistic). It is true that the algorithm at each level of classification selects one independent variable, which largely discriminates the dependent one (similar to e.g. Stepwise regression), but the C & RT algorithm then further optimizes a decision tree to (En. bagging, pruning, boosting), whereby it also takes into account multiple variables simultaneously (Derrig and Francis, 2008; Wilkinson, 1992).

The survey involved 1,042 participants. The questionnaire content is divided into two parts. In the first part, by answering the participant presents the content preferences to selected factors, related to resi-

dential real estate, and in the second part he identifies the value of each factor. For dimensions of factors 5 to 8 (location, physical factors, socio-economic factors, functional-relative size factors), we obtained an introductory set of more than 630 residential factors (Nahtigal, 2014). The process of narrowing creates a hierarchical structure of a value frame consisting of 4 dimensions of factors, 7 sub-dimensions of factors, 14 groups of factors and 23 factors divided into 26 studied value elements (Nahtigal, 2014).

Table 1: Socio-demographic structure of the sample.

		Frequency of answers	Valid percent (%)
Gender	Male	464	44.5
	Female	578	55.5
Age	up to 25 years	134	12.8
	from 26 to 35 years	610	58.6
	from 36 to 45 years	147	14.1
	from 46 to 55 years	106	10.2
	from 56 years and up	45	4.3
	Total	1,041	100
	Education	primary school or lower	4
high school or vocational school		213	20.6
college, higher education		253	24.4
university education or higher		567	54.7
Total		1,037	100
The size of the household	I live alone	124	12
	in 2-member household	316	30.4
	in 3-member household	276	26.6
	in 4-member household	255	24.6
	in over 4-member household	66	6.4
	Total	1,037	100
The income of the household	higher amount than the average	578	55.8
	lower amount than the average	207	20
	approximate Slovenian average	251	24.2
	Total	1,036	100
Total		1,042	

The surveyed sample is based on a combination of dedicated sample and the sample with the principle of “snowball”, and for the purpose of the survey also the lists of potential buyers of some real estate agencies in Ljubljana will be used. In the surveyed sample there is 44.5% of men and 55.5% of women aged over 25 years. 58.6% of respondents represent the age group of 26 to 35 years, which is actually the age profile of the most frequent potential buyer of an apartment (Mandič et al, 2006). With regard to education, participants with higher education prevail, which means that mostly educated participants chose to participate. Most participants live in a two-member household. Interesting is the distribution based on the parameter linked to household income, where 55.8% of the analysed sample achieves a

higher amount per household member than the Slovenian average, and only 24.2% of the sample has the approximate average of Slovenia. We explain this with high educational level of the participants and consequently with better position (also financially) in society. More than 47% of participants prefer buying an apartment within the Ljubljana ring, and the remaining 53% is distributed evenly between the desirable location near and around Ljubljana. Socio-demographic structure of participants is shown in Table 1.

3 RESULTS AND INTERPRETATION

3.1 Segmentation of the real estate market of apartments

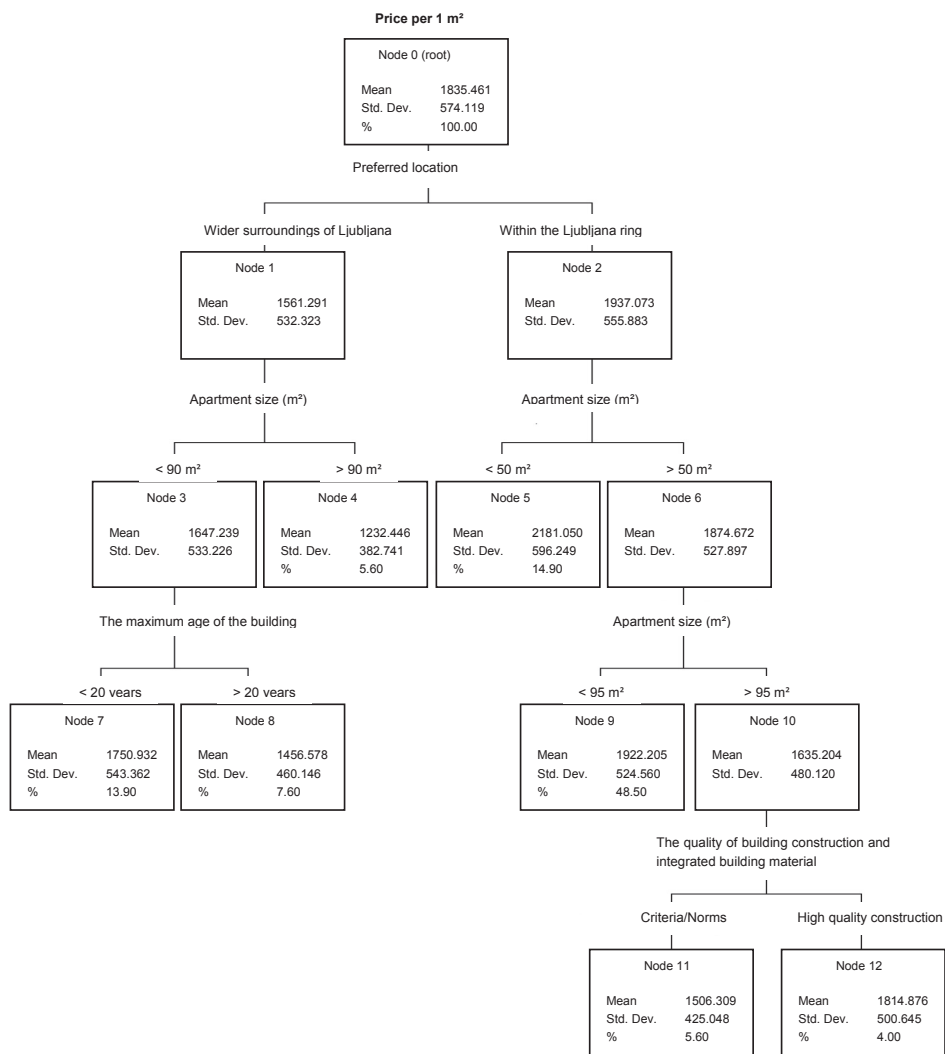


Figure 1: CHAID tree - the technique of splitting into segments (Nahtigal, 2014).

Segmentation of the real estate market of apartments is made with the CHAID model. The result of the CHAID model is shown in the hierarchical structure of an upside-down tree shape (Figure 1), in which the root represents the whole sample or population, and the branches are ultimately shaped content and value logical segments (Ramaswami and Bhaskaran, 2010). In the selection of criterion variables the principle was taken into account, that the model includes only variables related to the characteristics of the apartment and not those related to the characteristics of the respondents. Taking into account the demographic characteristics of potential buyers in the evaluation process with the market comparison approach is not reasonable because the assessor does not know, what type of the comparable real estate buyer it was, that was used as input data in the adaptation process (Grum, 2012).

The decision tree CHAID has several levels, wherein for each a variable is exposed, on the basis of which the differences between the segments are statistically significant. From the content analysis of the acquired segments can be seen that the segments are characterized by differences in the content of the studied apartment factors. Preferences of segment buyers are showing the forces of demand that would be expected for a given segment. The segments are internally homogeneous by content, but the correlation between them is significantly heterogeneous. The existence of segments justifies the uneven “falls” of criterion function AIC (Akaike information criterion), which was calculated on the basis of the same criterion variables as the CHAID segmentation. On the Y-axis the function has adjusted Euclidean distances of the individual units of the segment centroids, and on the X-axis the solutions with different number of segments are stated.

The top rectangle in the Figure 1 shows the roots of the tree (node 0) and indirectly all sample respondents who were, on average, calculated on the basis of their responses, willing to pay 1,835 EUR/m² for buying an apartment. The value is relatively well matched with the average value of apartment in Ljubljana and its surroundings in 2013, which according to the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia (GURS, 2013) amounts to 1,830 EUR/m².

The CHAID algorithm, in the first step, divides the sample on the basis of the studied properties of an apartment in such a way that in each subgroup (node 1 and 2) the difference in the price per m² is maximized. Of all the criterion variables included, the biggest difference emerges in the primary division of the sample depending on the location factor. In a similar manner the method divides other sub-groups. Sub-sample of wider surroundings of Ljubljana is firstly divided according to apartment size factor, namely into a group of apartments with a net floor area greater than 90 m² (final segment 1) and into apartments with a net floor area of less than 90 m². The latter sub-group in the third splitting is divided according to age factor, namely in apartments in apartment buildings, which are over 20 years old and under 20 years (final segments 2 and 3). The second half of the tree, which is tied to the location of the city of Ljubljana with narrower surroundings, is in the second splitting also divided based on the factor of net floor area of the apartment, but in the surface norm of 50 m². Apartments smaller than 50 m² form the final segment 4, and the apartments in Ljubljana, larger than 50 m², are in the third splitting again divided based on the net floor area, in this step, in the size order of 95 m². In the third step of the right half of the trees we have a final segment 5, namely the apartments in Ljubljana in size from 50 to 95 m², which are the most represented segment with a share of almost half of the total sample. This information is only one indicator of the quality of the acquired segments, since the real estate market demand for

medium-sized functional apartments is actually the greatest (GURS, 2013). The final segments 6 and 7 are obtained from a division of the sub-sample of apartments of net floor area over 95 m², namely on the basis of factors of the quality of construction and apartment building. Last splitting delivers segments of large luxury (high standard) apartments and large normal quality (standard) apartments in Ljubljana. To recap, we have therefore 4 segments of apartments or types of potential buyers within the city of Ljubljana with narrower surroundings and 3 segments in the wider surroundings of Ljubljana.

The results of obtained segments of the apartment market in Ljubljana and their structural size, determined on the basis of multivariate CHAID method are shown in Table 2.

Table 2: Acquired Segments of apartment market in Ljubljana and their structural size (Nahtigal, 2014)

Segment / apartment	Definition	Percent (%)	RSS* (%)
Ljubljana-surroundings, size over 90 m ²	— ideal location is wider surroundings of Ljubljana — apartment should be over 90 m ²	5.3	5.6
Ljubljana, size up to 50 m ²	— ideal location is within the Ljubljana city ring — apartment should be less or up to 50 m ²	14.1	14.9
Ljubljana-surroundings, size up to 90 m ² , age up to 20 years	— ideal location is wider surroundings of Ljubljana — apartment less or up to 90 m ² — age of the buildings should be less or up to 20 years	13.2	13.9
Ljubljana-surroundings, size up to 90 m ² , age over 20 years	— ideal location is wider surroundings of Ljubljana — apartment should be less or up to 90 m ² — age of the buildings should be over 20 years	7.2	7.6
Ljubljana, size from 50 m ² to 95 m ²	— ideal location is within the Ljubljana city ring — size more or at least 50 m ² up to 95 m ²	46	48.5
Ljubljana, size over 95 m ² , quality-normal standard	— ideal location is within the Ljubljana city ring — size of the apartment should be over 95 m ² — quality of the building can be lower	5.3	5.6
Ljubljana, size over 95 m ² , quality-high standard	— ideal location is within the Ljubljana city ring — size of the apartment should be over 95 m ² — quality of the building has to be of higher standard (quality construction)	3.8	4
TOTAL		94.9	100
Systemic failure		5.1	

* RSS = the relative size of segment

3.2 Value assessments of the preferences of potential buyers of real estate

In the process of the range of factors we have created four layers, the narrowest level of elementary factors, intermediate level of groups of factors and the broadest levels of sub-dimensions and dimensions of factors (Nahtigal, 2014). The results of the research for each analysed level of factors provide a range of value preferences of potential buyers of each segment. The values of the factors are based on average, median and 33rd and 66th centile. The results are analysed in the form of absolute and relative values. The results shown in Table 3 are at the level of the median.

The results show that to the potential buyers the most important factor of value is the effective age of the building, which in the area of segmental medians occupies values of around 20%. The factor of the effective age is basically composed of three sub-factors, of which the largest contribution creates the value sub-factor of age (median of segments from about 7% to 12% in the change of age factor for 20 years), followed by sub-factor of quality of construction (median by segments from around 4% up to 6%), the lowest value weighting has the sub-factor of quality and state of maintenance of facilities (median from 2.5% to 4.5%). For each year of age of the building the value of the apartment, in the mind of at least half of potential buyers, expressed in absolute value is reduced by approximately 500 EUR. It is interesting to compare the results with the research results carried out by Friškovec (2009), who has via regression analysis demonstrated that the advertised price of second-hand apartment in the surroundings of Ljubljana is reduced in one year by an average of 722.39 EUR, if other conditions remain unchanged. If the results are compared with the value preferences of the third of the most demanding buyers (66th centile), they are almost completely harmonized with those findings. Pavlin (2006) in the calculation of apartment price index for the age factor assessed the regression coefficient of -0.00421 within the error of 1%, which represents a 0.4% drop in apartment value for 1 year old building in relation to the constant. Romih and Bojnec (2008) in the hedonic price analysis of second-hand apartments prove that an additional year of age of apartment, *ceteris paribus*, the value of real estate, on average, is reduced by about 7 EUR/m². Considering the baseline average value of apartment as expressed by the participants (1,835 EUR / m²), the result represents the relative change in the value of real estate in the amount of 7.63% with a change in the age of 20 years.

The survey results show that to participants the least important factors are such as the headroom of the apartment, quality of apartment security system, the size of apartment building, the quality of the common areas in the facility and the factor of the quality and design of interior furniture. Factor of above-average headroom apartment is, except in the luxury segment of apartments, practically insignificant to buyers. In the elite segment, half of the buyers prefer value factor in 0.4% of the value of the total real estate, and the most demanding third of buyers even in 0.8%. This is explained with the fact that the minimum headroom in the apartment building is legally required, standard. The segment of potential buyers of expensive apartments also stands out in this regard that they reflect a high degree of consensus on the tidiness and quality of the common areas. For presence / absence of high-quality common areas of the building more than half of buyers are willing to pay more / less for an apartment in relative magnitudes from about 0.4% to 0.8% of the average segment value of the apartment. The range of value preferences of factor is from 33rd to 66th centile in the range in the relative values from 0% to 2%. The reason for the low expressed importance of the quality factor of security system can be seen in the fact that the majority of apartments in the market in Ljubljana, except burglar door, offer no security system. Buyers consequently do not think of the factor and probably treat it as a luxury physical element. At least half of the potential buyers expressed value preferences for the existence / non-existence of the discussed factor, *ceteris paribus*, in the amount of 0.3% to 0.5% of the average segment values of apartments. A review of existing researches cites the factor as important, but obviously only in cities with expressed higher crime rates. For interior design factor at least half of potential buyers, at its improvement / deterioration, are ready to change the preference value of apartment from

1% to 2% of the average segment value of the real estate. The argument for low values of factor, among others, is also the fact that the interior equipment does not represent the kitchen and bathroom, which are subject to separate treatment. Exceptions are buyers of luxury apartments with preferences twice higher. Mandič et al. (2006) and Naderi et al. (2012) state that the factor of the size of the building is important and it effects on the value of the apartment itself. In contrast, participants in our research, attribute a small value impact to this factor. In the third of the least demanding buyers in all segments the factor is not important at all. The highest preference is expressed by potential buyers of larger or elite apartments, where at least half of them are willing to pay 1.7% more or less, if the size of the apartment building is changed. In both of these segments there are potential buyers who are looking for apartments in smaller buildings and express negative value preference, if they had to buy an apartment in a large multi-apartment building.

Important and preferred factors are the presence of the ownership parking space and the factors of view and location of the apartment in the building. Parking space is at least relevant to buyers of the cheapest segment of apartments, where half of the buyers is ready to pay for ownership of the parking space only 1.3% of the segment value of the apartment. Other segments have a median value higher than 2%. At least half of the buyers of the elite class apartments are willing to pay 4% of the value of the apartment for parking, and the most demanding third of buyers even up to 5.7%. In accordance with the survey of Friškovec (2009), only 12% of apartments in Ljubljana and 20% of apartments in the vicinity of Ljubljana have a parking space as a part of the apartment, a regression function interestingly identifies statistically significant impact of the factor only for the surrounding area of Ljubljana, where the advertised price of second-hand apartment is on average for 25,517.42 EUR higher than the same apartment that does not have a garage. Given the average value of parking space in Ljubljana in 2013 (GURS, 2013), which amounted to 10,804.00 EUR, we can conclude that the results of our study, in which at least half of the participants attributed to the factor of parking space the values between 3,000 and 4,000 EUR, and buyers of luxury apartments to around 8,000 EUR, show significantly lower perceptions. In doing so, the results also show that the parking space is more important to buyers of apartments within the city of Ljubljana (medians of segments from 3% to 4%) than buyers of apartment segments in the surroundings of Ljubljana (medians from 1.3% to 2.1%). Even to the most market values are expressed the perceptions or preferences of the third of the most demanding segment buyers of apartments, who reflect this difference (with or without parking space) in the value of around 10,000 EUR. Factors relating to the view and position of the apartment create the expected exceptionally high degree of volatility of value preferences in relation to the relative motion of other factors; the preferences of the upper and lower third of the buyers are markedly different. For better / worse view and position of the apartment according to the direction of the sky, at least half of potential apartment buyers are ready to pay more / less between 2% and 2.5% of the segment value of the apartment. The value range of buyers' preferences of the 33rd and 66th centile is from 0% to about 4.5%. The exception is the segment of buyers of luxury apartments, to which the factor is very important (median 4%, range to 7.2% – 66th centile). We found that buyers of apartments prefer a combination of factors of view, position and balcony. To buyers of apartments larger than 90 m², the factors relating to the view and position of apartment, in comparison with the distribution of the sample, present

over-proportional importance. Buyers of luxury apartments with almost 97% of the segment population prefer a nice view.

Similarly, the exponential growth rate of the importance of factors from less to more demanding buyers demonstrates a factor of social status of the neighbourhood. At least half of the buyers are ready, due to better / worse quality of residential neighbourhoods, to pay more / less, in the amount from about 2.4% to 6.8% of the average segment value of apartment. To the demanding thirds of segment buyers the social status of the building represents the value readiness for higher / lower payment of the purchase price of the apartment in between 6% and 8.7%, to least demanding third of buyers the factor means much less, only about 1% to 2% of the average segment value of apartment.

Table 3: The research results at the level of the median (Nahtigal, 2014).

	Median							
	LJ surroundings, over 90 m ²	LJ surroundings, up to 90 m ² , age up to 20 years	LJ surroundings, up to 90 m ² , age over 20 years	LJ, up to 50 m ²	LJ, from 50 to 95 m ²	LJ, over 95 m ² , normal quality	LJ, over 95 m ² , higher standard quality	
Parking space in the immediate surroundings of the building	1.0%	1.3%	1.3%	2.5%	1.8%	1.8%	1.2%	
Tidiness of the immediate surroundings of apartment building	1.3%	1.1%	1.0%	2.0%	1.7%	1.7%	1.9%	
Proprietary basement garage parking space	2.1%	2.0%	1.3%	3.8%	3.3%	1.8%	4.0%	
Attractive apartment view; position relative to the direction of the sky	2.5%	1.1%	2.2%	2.5%	2.5%	2.0%	4.0%	
Presence of balcony	1.1%	1.3%	1.3%	2.3%	1.7%	1.0%	2.0%	
Presence of terrace / atrium	2.2%	2.4%	1.3%	1.5%	2.0%	2.6%	3.2%	
Size of the apartment building	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	
Floor of the apartment-basement	2.6%	2.2%	6.3%	6.3%	5.2%	3.8%	9.1%	
Floor of the apartment-loft	1.8%	2.0%	3.3%	4.2%	2.5%	0.6%	5.0%	
Elevator	0.4%	1.0%	0.5%	1.3%	1.0%	1.0%	1.2%	
Appearance (external architecture) of the apartment building	1.1%	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.7%	1.0%	
Effective age (according to years)	7.5%	12.3%	7.1%	8.3%	7.1%	10.0%	6.8%	
Effective age (according to the quality of construction)	5.0%	3.5%	3.9%	5.0%	4.7%	5.6%	8.0%	
Effective age (according to the quality of facade, roof)	3.2%	3.3%	3.2%	2.5%	2.3%	3.4%	4.5%	
Effective age (total: years, construction, facade)	20.8%	20.0%	13.7%	19.2%	15.0%	20.0%	20.0%	
Quality of common areas (presence of dryers, laundry, bicycle shed, etc.)	0.5%	0.0%	0.7%	0.7%	0.0%	0.4%	0.8%	
Quality of windows	1.5%	2.0%	2.3%	1.7%	1.4%	1.8%	2.2%	
Quality and accessories in the bathroom	1.1%	2.0%	2.0%	2.0%	1.7%	1.0%	1.6%	
Quality and equipment of the kitchen	0.9%	1.1%	1.4%	1.5%	1.0%	0.4%	0.8%	
Quality of floorings	1.0%	1.2%	1.0%	1.0%	0.8%	0.7%	1.2%	
Quality of installations (electricity / heating / air conditioning)	1.2%	1.9%	1.7%	1.3%	1.4%	1.3%	1.5%	
Quality of system security in the apartment	0.3%	0.3%	0.5%	0.5%	0.4%	0.3%	0.4%	
Quality and design of the furniture and interior equipment	0.6%	0.8%	0.7%	0.8%	0.0%	0.0%	1.2%	
Operating costs	3.0%	2.4%	3.3%	2.2%	1.8%	2.7%	1.4%	
General social status of the building	3.8%	3.3%	2.4%	5.4%	5.0%	5.3%	6.8%	
Functional layout of the rooms in apartment	0.0%	1.6%	1.7%	1.9%	1.5%	1.7%	2.3%	
Headroom	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	

		Median						
		Lj surroundings, over 90 m ²	Lj surroundings, up to 90 m ² , age up to 20 years	Lj surroundings, up to 90 m ² , age over 20 years	Lj, up to 50 m ²	Lj, from 50 to 95 m ²	Lj, over 95 m ² , normal quality	Lj, over 95 m ² , higher standard quality
Level of factor groups	Quality of immediate surroundings of the building	3.1%	2.8%	2.6%	4.7%	4.1%	2.4%	4.5%
	Proprietary basement garage parking space	2.1%	2.0%	1.3%	3.8%	3.3%	1.8%	4.0%
	View and position of the apartment in the building	2.5%	1.1%	2.2%	2.5%	2.5%	2.0%	4.0%
	Presence of balcony	1.1%	1.3%	1.3%	2.3%	1.7%	1.0%	2.0%
	Presence of terrace / atrium	2.2%	2.4%	1.3%	1.5%	2.0%	2.6%	3.2%
	Size of the apartment building	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%
	Degradded location: half-basement apartment	2.6%	2.2%	6.3%	6.3%	5.2%	3.8%	9.1%
	Degradded location:loft apartment	1.8%	2.0%	3.3%	4.2%	2.5%	0.6%	5.0%
	Quality of building	24.3%	24.6%	18.7%	25.8%	19.6%	26.0%	24.4%
	Quality and condition of vital elements of the apartment	7.5%	9.5%	9.0%	8.6%	7.5%	6.9%	8.0%
	Quality of interior equipment	1.2%	1.2%	1.3%	1.3%	0.8%	0.5%	1.7%
	Operating costs	3.0%	2.4%	3.3%	2.2%	1.8%	2.7%	1.4%
	General social status of the building	3.8%	3.3%	2.4%	5.4%	5.0%	5.3%	6.8%
Functional and relative size of the apartment	1.6%	1.5%	2.5%	2.5%	2.0%	2.8%	3.2%	
Level of factor sub-dimensions	Location of the building	5.6%	4.9%	5.2%	10.0%	7.8%	5.7%	8.1%
	Location of the apartment in the building	15.0%	15.0%	17.7%	23.2%	20.0%	18.5%	25.2%
	Physical characteristics of the building	24.3%	24.6%	18.7%	25.8%	19.6%	26.0%	24.4%
	Physical characteristics of the apartment	9.4%	11.7%	10.9%	10.5%	9.2%	8.7%	9.8%
	Economic factors	3.0%	2.4%	3.3%	2.2%	1.8%	2.7%	1.4%
	Socio factors	3.8%	3.3%	2.4%	5.4%	5.0%	5.3%	6.8%
	Functional and relative size	1.6%	1.5%	2.5%	2.5%	2.0%	2.8%	3.2%
Level of factor dimensions	Location	22.1%	22.5%	24.9%	34.7%	29.2%	27.9%	37.8%
	Physical factors	31.3%	37.2%	31.4%	37.5%	30.3%	33.8%	35.7%
	Socio-economic factors	7.7%	6.8%	6.9%	8.9%	7.4%	7.7%	8.0%
	Functional and relative size	1.6%	1.5%	2.5%	2.5%	2.0%	2.8%	3.2%

As an important factor among the physical elements of apartment are shown the quality of windows, bathrooms, kitchens, floors and installations, namely for the level of the quality of these vital physical elements the cumulative relative amount of at least half of potential buyers is willing to pay more or less than 7% to 9.5% of segmental value of the apartment. The range of buyers value preferences, based on exhaustive modification of the physical factors, have the values for quality windows and bathrooms between 1% and 3%, for the quality of the kitchen between 0.5% and 2%, the quality of the floors between 0.4% and 1.7% and for the quality of the installation between 0.8% and 2.5%. It is interesting that the windows are over-proportionally important to buyers of the cheapest segment of medium-sized older apartments in the surroundings of Ljubljana, probably due to the desire to minimize energy loss and to achieve the lowest possible monthly heating costs. Subject buyer segment is expressing the highest level of value relevance of factor of operating costs (median is 3.3%).

Factor of the elevator presence in the building impacts the value of segment median on the value of apartments in the amount of about 1%, in the most demanding third of buyers ranging from 1.7% to

4.3%. Pavlin (2006) in hedonic analysis evaluates the superiority of the apartment, if the building has an elevator, to 4.5% (regression coefficient of +0.045; 1% of the forecast error). The lowest median value of 0.4% and 0.5% is achieved by the segments of bigger and older medium-sized apartments in the vicinity of Ljubljana, located in small multi-apartment buildings, where the presence of an elevator is functionally not very important. The elevator is more appreciated factor of segments in apartments within the city of Ljubljana, which is, according to the average floors of buildings compared with buildings in the vicinity of Ljubljana, an expected result. The presence of an elevator is the most important factor to the buyers of smaller apartments up to 50 m² and above-standard large apartments. Interesting are the values of perception of participants in terms of degraded floors such as half-basements and attic apartments (lofts). At least half of potential buyers wish a discount when purchasing a half-basement apartment in the amount of 6% to 9% of the average segment value of apartment, in the 66th centile the estimated inferiority of apartment is ranging from 8% to 12%. In the elite class the third of most demanding buyers wants a discount for basement apartment of at least 20%. At least half of the buyers change the value of the preferential real estate, if it becomes a part of the attic apartment in the building, ranging from 2% to 4.2%, the elite class to 5%. A third of the most demanding buyers estimate the inferiority of the apartment due to the attic floor, ranging from 5% to 8% of segment value of the real estate, the elite class even to 9.1%. Interestingly, the research results are relatively consistent with the findings of Rant (2003), which in regression for the variables of basement apartment ($r. c. = -0.037$) and loft ($r. c. = -0.048$) obtained the expected negative impact on the price, of course, relative to according to the ground floor and 1st floor apartments, and with the findings of Pavlin (2006), who with a similar methodology obtained results for basement apartment in 12.5% ($r. c. = -0.125$), while the attic apartment had 8.4% of discount ($r. c. = -0.084$).

For a more or less functional layout, ground plan and relative perception of apartment space, *ceteris paribus*, a half of the buyers is prepared to pay between 1.5% and 3.2% more or less of the segment value of the apartment. We estimate that the most commercially realistic and appropriate interpretation of preferences in the 66th centile is where the buyers in functional factors and the relative size of the apartment are willing to pay for an apartment less or more, in height between 4% and 5.2%, in the elite class 6.8%. Authoritative comparative studies to evaluate the factor of operating costs were not detected. Judging by the results of objective research, the amount of operating costs created by apartment is a very important variable for buyers in the purchase assessment. At least half of the segment of buyers is willing to change the assessed value of the desired apartment for purchase, due to lower / higher operating costs, in the amount of 1.8% and 3.3%. Similar values are also shown in segment of absolute average. The relative value range of factor "operating cost" ranges from about 1.0% -1.8% and 2.9% -4.0% of segment value of apartments. The buyers of elite apartments and buyers of small apartments up to 50m² are expectedly less sensitive to increasing and decreasing the operating costs. Segment of apartments, which best takes into account energy saving and management of housing, are the buyers of newer apartments up to 90 m² in the vicinity of Ljubljana.

The most striking results of the survey give the factors of the presence of balcony, terrace and atrium. Berčan (2010) states, that 21.8% of respondents are not ready to give up the factor of presence of a balcony or terrace when purchasing an apartment. The results of our study show a significantly lower preference for balcony or terrace. At least half of the buyers are willing to pay for balcony presence an

additional 1% to 2.3% of the value of the real estate, the upper third of demanding buyers from 2.1% to 4.6%. For the presence of terrace or atrium the median value is from 1.3% to 3.2%, the value of 66th centile is from 3.1% to 5%. We emphasize, however, that the factor does not represent the total value of the balcony or terrace in the eyes of the buyer, but only the willingness of participant to recognize the discount or premium of purchase price for the apartment in case of (in)existence of the latter. On the overall value of the factor in the eyes of the buyer the least impact has the surface, the quality and functionality of the additional part of the apartment. The presence of terrace or atrium is expectedly most important to the buyers of luxury apartments and family segments of apartments, and the balcony is over-proportionally important to the segment of buyers of small apartments of up to 50 m², in Ljubljana.

The results generally show that the greatest impact on buyer's value preference takes a group of factors linked to the quality of the building. If there are two identical apartments, which vary widely in age and quality of construction, maintenance of the building, the quality of the common areas and the presence of elevators, at least half of the buyers are willing to pay more for better or less for worse apartment in the amount of about 25% of the segment value of the real estate. In the range from the third of the least demanding to the third of the most demanding segment buyers the value preferences are ranging from about 15% to 37%. The exceptions, with a little under-proportional requirements according to the sample, are the segment of buyers of older apartments up to 90 m² in the vicinity of Ljubljana (range from 12.2% to 27.6%) and the segment of apartment buyers from 50 to 95 m² in Ljubljana (range from 12.1% to 28.6%). Another most important group of factors by value is the quality and condition of the vital elements of the apartment (windows, floors, kitchen, bathroom, installations); valued factor is also the quality of the immediate surroundings of the building. At least half of the buyers are ready to pay more / less for the apartment, in the case of more / less decorated surroundings and the availability of shared parking lots, ranging from 2.4% to 4.7% of the average segment value of apartment, mainly in the segment of elite apartments and smaller flats up to 50 m² in Ljubljana.

For the studied factors of micro location at least half of the buyers are prepared to pay more or less, if the factors change, in the amount of 22% or more of the average segment value of apartments. Physical factors affect at least half of the buyers to change the preferential value of apartment from about 30% to 37%. Relatively important have proved the socio-economic factors with segmental value range of medians from 6.8% to 8.9%, and factors of functional and relative size of the apartment with segment value range of medians from 1.5 to 3.2%.

4 CONCLUSION

In the article we research the value perception of potential buyers of residential apartments according to the factors which relate to the real estate. The main objective of the research is the creation of the so-called value frame for the real estate apartment segment. Values frame is designed as a table of value ranges of influential factors, related to individual residential real estate segment or a particular type of potential buyer. The research is based on statistical-mathematical analysis of real estate attributes. We use a questionnaire as the central device for the measurement of value frames, composed as part of a wider research, with the fundamental objective of determining the content and value factors, which are critical for potential acquirers of residential real estate rights in the purchase of real estate. The questi-

onnaire obtained credible information for statistical analysis. The analysis shows that the results have most authoritative market value in the range of median and 66th centile. The results show how potential buyers (relatively and absolutely) express the degree of differences between the real estate or what value perception is expressed for individual apartment factor. For efficient use of the value frame the consistent analytical observance of value and substantive results of objective research is important. Factors are segmented into eight groups, while we follow the adjustment process of International Valuation Standards (MSOV, 2013). An example of a value frame for the segment of apartments in Ljubljana in the size of 50 m² is shown in Table 4.

Table 4: Value frame - Segment of apartments in Ljubljana up to 50 m² (Nahtigal, 2014).

		Median		66 th percentile	
		€	%	€	%
5. Location	Location of the building	8,000.00 €	10.0 %	13,491.35 €	13.1 %
	Location of the apartment in the building	23,500.00 €	23.2 %	35,801.85 €	42.0 %
6. Physical characteristics	Physical characteristics of the building	23,000.00 €	25.8 %	31,245.68 €	37.7 %
	Physical characteristics of the apartment	8,000.00 €	10.5 %	14,040.89 €	14.6 %
7. Socio-economic attributes	Economic factors	2,100.00 €	2.2 %	3,024.53 €	3.1 %
	Socio factors	5,000.00 €	5.4 %	10,000.00 €	10.0 %
8. Functional and relative size	Functional and relative size	2,100.00 €	2.5 %	5,316.36 €	5.2 %
	Quality of immediate surroundings of the building	4,500.00 €	4.7 %	7,000.00 €	7.2 %
	Proprietary basement garage parking space	4,000.00 €	3.8 %	5,000.00 €	6.7 %
	View and position of the apartment in the building	2,000.00 €	2.5 %	5,000.00 €	4.6 %
	Presence of balcony	2,000.00 €	2.3 %	5,000.00 €	4.6 %
	Presence of terrace / atrium	2,000.00 €	1.5 %	4,129.97 €	4.3 %
	Size of the apartment building	- €	0.0 %	1,925.02 €	1.6 %
	Degraded location: half-basement apartment	5,000.00 €	6.3 %	10,000.00 €	11.3 %
	Degraded location: loft apartment	5,000.00 €	4.2 %	8,000.00 €	8.0 %
	Quality of the building	23,000.00 €	25.8 %	31,245.68 €	37.7 %
	Quality and condition of vital elements of the apartment	7,000.00 €	8.6 %	11,081.78 €	12.0 %
	Quality of interior equipment	1,500.00 €	1.3 %	2,249.14 €	2.6 %
	Operating costs	2,100.00 €	2.2 %	3,024.53 €	3.1 %
	General social status of the building	5,000.00 €	5.4 %	10,000.00 €	10.0 %
	Functional and relative size of the apartment	2,100.00 €	2.5 %	5,316.36 €	5.2 %

The scientific methodology used in the article allows the testing of the theory and is reproducible in any geographical area and segment of real estate. Shukla (2008) mentions the possibility of recurrence as one of the important preconditions of verifiability of results, which in turn contributes to the objectivity of the scientific method.

The survey results are particularly useful for investors of new construction of apartment buildings in Ljubljana and its surroundings, which have an insight into the structure and forces of demand in the market. When planning a specific apartment intervention in the space, it is, also in the light of the most economical use of space, important to know the expectations of potential acquirer of real estate rights, who represent the target group of potential buyers in this process for planners and investors. Analysis of expectations may be partially directly useful in the process of assessing the value of real estate, primarily

in the method of market comparisons, where the appraiser implements adjustments. If nothing else, the results of the analysis indicate the key factors that affect the assessable value. Delisle (1985) says that without a proper understanding and correct interpretation of the needs and desires of buyers, real estate appraisers are not able to and cannot have a systematic approach to reduce uncertainty zones around the most probable selling price of the real estate. Both researchers and actors of the real estate market could benefit from the inclusion or integration of consumer preferences in the study of the management of the economic approach to real estate (Naderi et al, 2012).

Whether the expectations of potential buyers are really taken into account in the contemporary, domestic, commercial production of apartments (e.g. the value for money) in the largest population agglomerations, is the subject of another study.

References:

- Altas, N. E., Özsoy, A. (1998). Spatial Adaptability and Flexibility as Parameters of User Satisfaction for Quality Housing. *Building and Environment*, 33(5), 315–323. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0360-1323\(97\)00050-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-1323(97)00050-4)
- Berčan, N. (2010). *Nakupno odločanje pri izbiri in ureditvi stanovanja*. Master Thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Economics.
- Bonnafous, A., Kryvobokov, M. (2011). Insight into apartment attributes and location with factors and principal components. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 4(2), 155–171. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17538271111137930>
- Brookes, R. (1995). *Customer satisfaction research*. Amsterdam: Esomar.
- Chang, C., You, S. (2009). Weight regression model from the Sales comparison approach. *Property Management*, 27(5), 302–318. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/02637470910998465>
- Cirman, A. et al. (2000). *Poslovanje z nepremičninami*. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Economics.
- Delisle, J. R. (1985). Behavioral theory and residential appraisal. *The Appraisal Journal*, 51, 493–506.
- Derrig, R. A., Francis, L. A. (2008). Distinguishing the Forest from the TREES: A Comparison of Tree-Based Data Mining Methods. *Variance*, 2(2), 184–208.
- Dolenc, K. (2011). *Analiza razlike med oglaševano in pogodbeno ceno nepremičnine v Mestni občini Ljubljana*. Diploma Thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.
- Ebru, C., Eban, A. (2009). Determinants of house prices in Istanbul: a quantile regression approach. *Springer Science+Business Media*, 45(2), 305–317. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11135-009-9296-x>
- Friskovec, S. (2009). *Opredelitev dejavnikov cen izbranih nepremičnin*. Diploma thesis. Koper: Faculty of management.
- Friskovec, S., Janež, A. (2010). *Analiza dejavnikov oglaševanih cen rabljenih stanovanj v Ljubljani in njeni okolici*. *Managament*, 3, 225–242.
- Galleshaw, M. W. (1992). Appropriate Uses of Economic Characteristics in the Sales Comparison Approach. *The Appraisal Journal*, jan., 91–98.
- Grum, B. (2012). *Vrednotenje nepremičnin: e-učbenik za študente*. Nova Gorica: European Faculty of Law. <http://www.evro-pf.si/media/web-site/2012/10/U%2C4%8CBENIK-VREDNOTENJE-NEPREMI%2C4%8CNIN-dr.-Bojan-Grum.pdf>, accessed: 20. 6. 2014.
- Grum, B., Temeljotov Salaj, A. (2010). Pričakovanja potencialnih pridobiteljev stanovanjskih nepremičninskih pravic v Republiki Sloveniji glede na njihov spol, starost, izobrazbo in zaposlenost. *Geodetski vestnik*, 54(3), 501–516. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2010.03.501-516>
- GURS 2013. *The Slovenian Real Estate Market Report*. Ljubljana, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia (SMA). http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/etn/etn_tabela/porcila_o_trgu_nepremicnin/, accessed: 29. 9. 2014.
- Ilozov, B. D. (2009). Identifying preferences of apartment dwellers: a case study in Michigan, USA. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 2(3), 276–292. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17538270910977563>
- Kos Koklič, M., Vida, O.I. (2008). Strateško nakupno vedenje: vedenje porabnikov v primeru nakupa hiše. *Teorija in praksa*, 45(5), 535–551.
- Lipičnik, B., Možina, S. (1993). *Psihologija v podjetjih*. Ljubljana: DZS.
- MSOV (2011, 2013). *International Valuation Standards*. Ljubljana: Slovenski inštitut za revizijo (SIR). <http://www.si-revizija.si/sekcijaocenjevalcev/pravila-stroke>, accessed: 20. 6. 2014.
- Mandič, S., Hlebec, V., Cirman, A., Dimitrovska Andrews, K., Filipovič, M., Kos, D., Sendi, R. (2006). *Razvojno raziskovalni projekt stanovanjska anketa*. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Social Sciences.
- Munizzo, M. A., Musial, V. L. (2009). *General Sales Comparison Approach*. Canada: Cengage Learning.
- Naderi, I., Sharbatoghlie, A., Vafaeimehr, A. (2012). Housing valuation model: an investigation of residential properties in Tehran. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 5 (1), 20–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17538271211206644>
- Nahtigal, D. (2014). *Oblikovanje vrednostnega okvirja za pomoč pri vrednotenju stanovanj v Ljubljani po načinu tržnih primerjav* Doctoral Dissertation. Nova Gorica: European Faculty of Law.

- O'Shaughnessy, J. (1995). *Competitive marketing: A strategic approach*. London: Routledge.
- Pavlin, B. (2006). Hedonska analiza cen stanovanj v Sloveniji v obdobju 2003–2006. Prispevek na konferenci Statistični dnevi 2006 (str. 1–10). Ljubljana: Statistical Office of the Republic of Slovenia.
- Pšunder, I., Torkar, M. (2007). *Vrednost nepremičninskih pravic*. Ljubljana: The Slovenian Institute of Auditors.
- Ramaswami, M., Bhaskaran, R. (2010). Chaid Based Performance Prediction Model in educational data Mining. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(1), 10–18.
- Rant, M. (2003). Hedonična analiza cen stanovanj v Republiki Sloveniji v obdobju 2000–2002. Diploma Thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Economics.
- Ratchatakulpat, T., Miller, P., Marchant, T. (2009). Residential real estate purchase decisions in Australia: is it more than location? *International Real Estate Review*, 12(3), 273–294.
- Romih, M., Bojnec, Š. (2008). Višina in oblikovanje cen rabljenih v Sloveniji. *Revija Management*, 3(2), 165–184.
- Shukla, P. (2008). *Essentials of Marketing Research*, Frederiksberg. Colorado: Ventus Publishing.
- Šasel, G. (2007). Razlika med prodajno in oglaševano ceno nepremičnine pred sklenitvijo pravnega posla. Diploma Thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.
- Trček, F. (2005). Sociološka anketna raziskava, Prenova stanovanjskih sosesk v Ljubljani – Savsko naselje. *Urbani izzivi*, 2(16), 24–35.
- Walonick, D. (2007). *Survival Statistics*. Bloomington: StatPac Publications.
- Wilkinson, L. (1992). *Tree Structured Data Analysis: AID, CHAID and CART*. Sawtooth/ SYSTAT Joint Software Conference. Sun Valley, Idaho, USA.

Nahtigal D., Grum B. (2015). Segmentation and the value frame of buyers of residential apartments. *Geodetski vestnik*, 59 (1): 71–101.
DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.071-101

SEGMENTACIJA IN VREDNOSTNI OKVIR PREFERENC POTENCIALNIH KUPCEV STANOVANJ

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:
GLEJ STRAN 71

1 UVOD

Kupci imajo v zvezi s pričakovanji potencialnega nakupa izoblikovane bolj ali manj jasne zahteve, ki izvirajo iz njihovega sistema vrednot, potreb, želja in ciljev. Pri tem pričakovanja opredelimo kot želje ali potrebe kupcev oziroma občutenje kupcev, kaj naj bi dobavitelj ponudil (Brookes, 1995). Če je nakup uresničen in zadovolji kupčeve potrebe, rečemo, da je izpolnil pričakovanja in je zadovoljstvo rezultat posameznikove nakupne odločitve, ki postane del njegovih izkušenj (Lipičnik in Možina, 1993). Kupci zato z nakupi iščejo »dobro življenje«, kar pomeni, da iščejo izdelke z lastnostmi, ki najbolje zadovoljijo njihove potrebe, za tem pa stoji človekov sistem vrednot, ki vpliva na posameznikove preference glede posameznih izdelkov (O'Shaughnessy, 1995). Nakupna odločitev za nepremičnine kot podskupino trajnih dobrin je kompleksna in zahteva visoko osebno zavzetost (K. M. Gibler in S. L. Nelson, 2003; prim.: Kos Koklič in Vida, 2008). Porabnik večinoma razmišlja o več alternativah, ki jih med seboj primerja in dokončno izbere. Ker redko kupuje velike dobrine, kot je stanovanje, ne more uporabiti načela učenja na napakah. Berčan (2010) pri proučevanju procesa nakupnega odločanja pridobi rezultate, da se je pred končno izbiro in nakupom stanovanja večina anketirancev (29,8 %) v vzorcu odločala med dvema stanovanjema, 27,4 % anketirancev se je odločalo med tremi stanovanji, četrtnina pa je imela v končnem izboru samo eno stanovanje. Rezultati izkazujejo, da imajo potencialni kupci v procesu nakupa stanovanja zelo dobro oblikovane preference in želje.

Izhajamo iz predpostavke, da si potencialni kupci nepremičnin v tem procesu sami ustvarjajo vrednostno sliko o nepremičnini, pri tem pa atributom, ki ključno vplivajo na njihovo nakupno odločanje, pripisujejo različne (običajno višje) vrednosti. Izhajamo iz opredelitve, da ocenjevanje vrednosti nepremičninskih pravic po načinu tržnih primerjav temelji na načelu substitucije oziroma nadomestitve (Pšunder in Torkar, 2007; Grum, 2012). Glavno vodilo načina tržnih primerjav se navezuje na dejstvo, da je tržna vrednost ocenjevane nepremičnine neposredno povezana s cenami primerljivih nepremičnin, osnovni postopek ocenjevanja pa temelji na (MSOV 2011): (1) raziskavi trga; (2) preverjanju informacij in potrditvi zanesljivosti podatkov za tržno obravnavo; (3) izbiri ustrezne enote primerjanja in določitvi ustreznih primerjalnih analiz; (4) primerjavi primerljivih nepremičnin z obstoječo ocenjevano nepremičnino na podlagi vrednostnih prilagoditev ter (5) uskladitvi različnih kazalnikov vrednosti v končno vrednost.

V članku prikazujemo raziskavo, ki se navezuje na segment tržne raziskave nepremičninska trga (1) kot najpomembnejšega dela vstopnega atributa v proces ocenjevanja. Pomen tega segmenta poudarja tudi Galleshaw (1992), ki navaja, da subjektivne prilagoditve ocenjevalcev pri postopku vrednotenja

prevečkrat niso podprte z empiričnimi dokazi z nepremičninskega trga. Galleshaw (1992) tudi trdi, da je pomanjkanje kvantitativnih metod in podlag pri procesu prilagajanja, pri načinu tržnih primerjav, pogosta slabost cenitvenih poročil ter da poskušajo avtorji svoj subjektivni pristop vrednotenja in slabo tržno podlago prikriti z različnimi matematičnimi formulami in strokovnimi enačbami, ki jih vstavljajo v poročila, da se ne bi pokazale pomanjkljivosti njihovega tržnega pristopa ali mnenja. Vrsta raziskovalcev je kritična glede prilagoditev pri vrednotenju po načinu tržnih primerjav samo na podlagi večletnih izkušenj ocenjevalcev, predvsem zaradi pomanjkanja ekonometrične in kvantitativne raziskovalne podlage (Cannaday et al., 1983; Isakson, 1986; Galleshaw, 1992; prim.: Chang in You, 2009).

Nepremičninski trg je specifičen, lokaliziran in se vede povsem drugače od trga čiste konkurence (Cirman et al., 2000). Podlaga za prilagoditve pri vrednotenju po načinu tržnih primerjav je torej prepoznava, strukturiranje in vrednostna opredelitev ključnih dejavnikov, ki vplivajo na ocenjevano vrednost nepremičnine. Sledimo torej predpostavki, da te dejavnike prepoznavamo in si o njih ustvarjamo vrednostno mnenje tudi potencialni kupec. Ta se na trgu nepremičnin vede racionalno. Za analizo njegovih pričakovanj v članku upoštevamo smernice mednarodnih standardov ocenjevanja vrednosti (MSOV, 2013), v katerih se kot osnovne sestavine primerjav (v nadaljevanju: dimenzije) navajajo: (1) pravica, za katero smo dobili podatke o ceni, in pravica, katere vrednost se ocenjuje; (2) lokacija; (3) kakovost zemljišč ali starost in značilnost objektov; (4) dovoljena raba ali namembnost (v skladu s prostorsko zakonodajo); (5) okoliščine, v katerih je bila cena določena, in zahtevana podlaga vrednosti; (6) datum začetka veljavnosti dobljenega podatka o ceni in zahtevani datum ocenjevanja vrednosti. Pšunder in Torkar (2007) kot najpomembnejše sestavine primerjanja navajata: čas prodaje, lokacijo, financiranje, pogoje prodaje, motnjo dejavnikov okolice in fizične značilnosti, kot so velikost, površina, višina stropov, etažnost, starost, stanje vzdrževanja, opremljenost. Munizzo in Musial (2009) dejavnike prilagoditev segmentirata v naslednjem vrstnem redu: (1) prenesene nepremičninske pravice, (2) pogoji financiranja, (3) prodajni pogoji, (4) tržni pogoji, (5) lokacija, (6) fizične značilnosti, (7) ekonomski atributi.

Na podlagi pregleda obstoječih raziskav okvir vplivnih sestavin razširimo na osmo dimenzijo, in sicer funkcionalnost ter relativno velikost stanovanja, sedmo dimenzijo ekonomskih atributov pa razširimo na socio-ekonomske dejavnike. Lasten raziskovalni vložek ima smiselno vsebinsko podlago, ki jo potrjuje vrsta raziskav. Grum in Temeljotov (2010) ugotavljata pomembnost finančnih, fizičnih, bivalnih in socio-ekonomskih dejavnikov. Trček (2005) ugotavlja, da je najpomembnejši socio-ekonomski dejavnik občutek varnosti v soseski. Podobne rezultate navaja Berčan (2010), ki trdi, da stanovanje pomeni statusni simbol, socialni položaj in identiteto, družbeni položaj, zasebnost. Bonnafofus in Kryvobokov (2011) na primeru francoskega mesta Lyon dokažeta, da socio-ekonomska percepcija značilno vpliva na vrednost stanovanj, močan vpliv socialnih dejavnikov na silnice povpraševanja po nepremičninah na posameznem trgu navajata tudi Munizzo in Musial (2009). Vpliv tlorisa in funkcionalne razporeditve stanovanja na preference uporabnikov stanovanj proučujeta Altas in Ozsoy (1998), ki dokažeta proces dojemanja nepremičninskega prostora kot skupek več dejavnikov z izredno pomembnim vplivom na preferenčno vrednost stanovanja. Pomembnost dejavnika funkcionalnost stanovanja neposredno ali posredno ugotavljajo tudi Berčan (2010), Friškovec in Janeš (2010), Pšunder in Torkar (2007), Ebru in Eban (2009), Ilozor (2009), Šasel (2006), Dolenc (2011), Ratchatakulpat et al. (2009).

V članku predstavljamo delne rezultate kvantitativnega dela raziskave, ki sledi vsebinski delitvi nepremičninskega trga na segmente, kot jih zastopajo potencialni kupci s podobnimi homogenimi vredno-

stnimi preferencami oziroma silnicami povpraševanja. Rezultati raziskave se navezujejo na proučevani nepremičninski segment stanovanj in zajemajo del slovenskega nepremičninskega trga, Ljubljano in njeno okolico. Pri tem oblikujemo tako imenovani vrednostni okvir, ki predstavlja vrednostne razpone, skladne z izraženimi preferencami kupcev, za vsak analizirani stanovanjski dejavnik, znotraj privzetih segmentov in strukturno oblikovanih ravni, pomembnih za razumevanje vedenja potencialnih kupcev.

2 METODOLOGIJA

Metodološki pristop je v osnovi tristopenjski. Na prvi stopnji izvedemo pregled obstoječih raziskav ter na tej podlagi pripravimo nabor atributov, ki po mnenju mnogih raziskovalcev vplivajo na vrednost stanovanjskih nepremičnin. Na drugi stopnji nabor atributov z ekspertnim procesom oženja segmentiramo v sklope dejavnikov. Na tej podlagi na tretji stopnji uporabimo metodo pregleda, ki temelji na vprašalniku (Walonick, 2007).

Za analizo intervalnih in razmernostnih spremenljivk uporabimo deskriptivne statistike aritmetične sredine, standardnega odklona, mediane, 33. in 66. centila. Mediana in centili so uporabljeni predvsem zato, ker nekatere spremenljivke nimajo normalne porazdelitve, kar ugotovljamo s koeficienti asimetričnosti in sploščenosti. Pri intervalnih in razmernostnih spremenljivkah so po definiciji Box-Whiskers izločene ekstremne vrednosti. Poleg univariatnih in bivariatnih statističnih metod je uporabljen postopek multivariatne statistične analize podatkov z odločitvenim drevesom CHAID (angl. *chi-squared automatic interaction detection*), ki je metoda podatkovnega rudarjenja, temelječa na statističnem testu »hi-kvadrat«. CHAID je analitično orodje za odkrivanje razmerja med spremenljivkami. Z analizo se vzorec razdeli v serije podskupin, ki (1) so notranje homogene in vsebujejo spremenljivke s podobnimi vzorci in značilnostmi v razmerju do odvisne spremenljivke ter (2) povečujejo sposobnost za napovedovanje vsebine delitvene skupine oziroma podskupine. Algoritem CHAID ustvarja navzkrižne tabele za vsako kategorično napovedovalno skupino, dokler ne doseže najboljšega rezultata za izvedbo cepitve s statistično značilnostjo. Tehnika CHAID torej rekurzivno razcepi populacijo (vzorec) v segmente (vozlišča), oblikovane tako, da so ustvarjene podskupine notranje homogene, a med seboj statistično značilno heterogene. Postopek cepljenja se ponovi na vsakem vozlišču, obravnavanem kot nov »podvzorec«, dokler ni izpolnjeno pravilo ustavitve, to je, ko je vrednost razreda po cepitvi enaka (ni spremenljivke s statistično značilno razliko pri delitvi) ali obstaja samo en predmet v vzorcu. V raziskavi smo izbrali odvisno spremenljivko vrednost stanovanja na enoto (eur/m²), prva napovedovalna spremenljivka pa je lokacija, saj, kot navaja Grum (2012), je prav ta običajno najvplivnejši dejavnik pri določanju vrednosti.

Metode podatkovnega rudarjenja uporabimo zaradi večje robustnosti, saj imajo manj predpostavk kot statistične metode, in ne zaradi velike količine analiziranih podatkov. Hedonski analitični pristop predpostavlja izbor oblike krivulje (eksponentna, logaritemska, dvojna logaritemska, linearno-logaritemska ipd.), ki ustrezno ponazarja (funkcijsko) povezanost neodvisnih spremenljivk in odvisne spremenljivke (Pavlin, 2006). Podobno kot neparametrična statistika tudi uporabljena metoda podatkovnega rudarjenja nima predpostavke o funkciji povezanosti odvisne spremenljivke z neodvisnimi. Poleg tega pri uporabljeni metodi podatkovnega rudarjenja (odločitvena drevesa C&RT; angl. *classification and regression trees*) ne gre le za razvrščanje po eni dimenziji, temveč je upoštevanih več neodvisnih spremenljivk hkrati (Derrig in Francis, 2008), saj se v vsakem koraku z zapleteno formulo iz vseh spremenljivk izračunava, kako

dobro se model C&RT prilega podatkom (angl. *goodness-of-fit statistic*). Res je, da algoritem na vsaki ravni razvrščanja izbere eno neodvisno spremenljivko, ki najbolj diskriminira odvisno (podobno kot na primer regresija Stepwise), a algoritem C&RT potem odločitveno drevo še dodatno optimizira (angl. *bagging, pruning, boosting*), pri čemer ravno tako upošteva več spremenljivk hkrati (Derrig in Francis, 2008; Wilkinson, 1992).

Preglednica 1: Socio-demografska struktura vzorca.

		Frekvenca odgovorov	Veljavni odstotek (%)
Spol	moški	464	44,5
	ženski	578	55,5
Starost	do 25 let	134	12,8
	od 26 do 35 let	610	58,6
	od 36 do 45 let	147	14,1
	od 46 do 55 let	106	10,2
	od 56 let in več	45	4,3
	skupaj	1.041	100,0
Izobrazba	osnovna šola ali manj	4	0,3
	srednja ali poklicna šola	213	20,6
	višja, visoka šola	253	24,4
	univerzitetna izobrazba ali več	567	54,7
	skupaj	1.037	100,0
Velikost gospodinjstva	živim sam	124	12,0
	v 2-članskem gospodinjstvu	316	30,4
	v 3-članskem gospodinjstvu	276	26,6
	v 4-članskem gospodinjstvu	255	24,6
	v več kot 4-članskem gospodinjstvu	66	6,4
skupaj	1.037	100,0	
Dohodek gospodinjstva	višji znesek od povprečja	578	55,8
	nižji znesek od povprečja	207	20,0
	približno slovensko povprečje	251	24,2
	skupaj	1.036	100,0
Skupaj		1.042	

V anketi je sodelovalo 1042 udeležencev. Vprašalnik je vsebinsko razdeljen na dva dela. V prvem udeleženec z odgovori predstavi vsebinske preference glede izbranih dejavnikov, vezanih na stanovanjsko nepremičnino, v drugem pa se vrednostno opredeli glede vsakega dejavnika. Za dimenzije dejavnikov od 5 do 8 (lokacija, fizični dejavniki, socio-ekonomski dejavniki, dejavniki funkcionalno-relativne velikosti) smo pridobili uvodni nabor več kot 630 stanovanjskih dejavnikov (Nahtigal, 2014). S postopkom ožjenja se oblikuje hierarhična struktura vrednostnega okvirja, sestavljena iz 4 dimenzij dejavnikov, 7 poddimenzij dejavnikov, 14 skupin dejavnikov in 23 dejavnikov, razdeljenih v 26 proučevanih vrednostnih elementov (Nahtigal, 2014).

Anketirani vzorec temelji na kombinaciji namenskega vzorca in vzorca po načelu »snežne kepe«, za namen anketiranja pa se uporabijo tudi sezname potencialnih kupcev nekaterih ljubljanskih nepremičninskih agencij. V anketiranem vzorcu je 44,5 % moških in 55,5 % žensk, starih več kot 25 let. 58,6 % anketirancev se uvršča v starostni razred od 26 do 35 let, kar je dejansko starostni profil najbolj pogostega potencialnega kupca stanovanj (Mandič et al., 2006). Prevladujejo udeleženci z visoko izobrazbo, kar pomeni, da so se samoizbrali predvsem izobraženi udeleženci. Največ udeležencev živi v dvočlanskem gospodinjstvu. Zanimiva je porazdelitev glede parametra, vezanega na dohodek gospodinjstva, kjer 55,8 % analiziranega vzorca na člana gospodinjstva dosega višji znesek od slovenskega povprečja, le 24,2 % vzorca je približno v slovenskem povprečju. Navedeno pojasnjujemo z visoko izobrazbeno strukturo udeležencev in posledično boljšim položajem (tudi finančnim) v družbi. Dobrih 47 % udeležencev preferira nakup stanovanja znotraj ljubljanskega obroča, preostalih 53 % pa je enakomerno porazdeljenih med zaželeno lokacije bližnje oziroma širše okolice Ljubljane. Socio-demografska struktura udeležencev je razvidna iz preglednice 1.

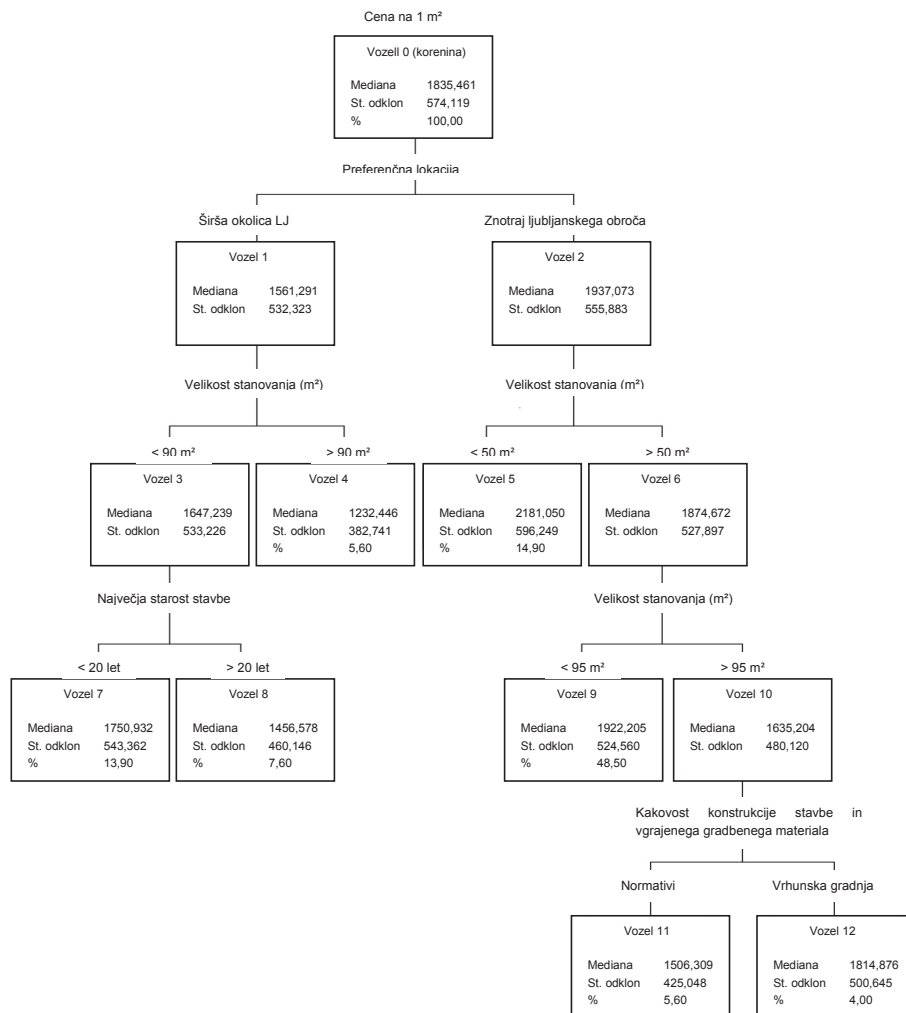
3 REZULTATI IN INTERPRETACIJA

3.1 Segmentacija nepremičninskega trga stanovanj

Segmentacija nepremičninskega trga stanovanj je izvedena z modelom CHAID. Rezultat modela je prikazan v hierarhični strukturi na glavo obrnjene drevesne oblike (slika 1), pri čemer korenina predstavlja celoten vzorec oziroma populacijo, veje pa so končno oblikovani vsebinsko in vrednostno logični segmenti (Ramaswami in Bhaskaran, 2010). Pri izboru kriterijskih spremenljivk je upoštevano načelo, da se v model vključijo le spremenljivke, ki se nanašajo na lastnosti stanovanja, in ne tudi tiste, ki se nanašajo na lastnosti anketirancev. Upoštevanje demografskih značilnosti potencialnih kupcev v procesu vrednotenja po načinu tržnih primerjav ni smotno, saj ocenjevalec ne ve, kakšen je bil tip kupca primerljive nepremičnine, uporabljene kot vhodni podatek v prilagoditvenem procesu (Grum, 2012).

Drevo odločanja CHAID ima več nivojev, pri čemer je pri vsakem izpostavljena spremenljivka, na podlagi katere so razlike med segmenti statistično značilne. Iz vsebinske analize pridobljenih segmentov je razvidno, da so med segmenti značilne razlike v vsebini proučevanih stanovanjskih dejavnikov. Preference segmentnih kupcev izkazujejo silnice povpraševanja, ki bi jih za posamezen segment pričakovali. Segmenti so notranje vsebinsko homogeni, primerjalno med seboj pa značilno heterogeni. Njihov obstoj utemeljujejo neenakomerni »padci« kriterijske funkcije AIC (angl. *akaike information criterion*), izračunane na podlagi enakih kriterijskih spremenljivk kot segmentacija CHAID. Funkcija ima na osi Y prilagojene evklidske razdalje posameznih enot od centroidov segmentov, na osi X pa navedene rešitve z različnim številom segmentov.

Zgornji pravokotnik na sliki 1 prikazuje korenine drevesa (vozel 0) ter posredno vse vzorčne anketirance, ki so v povprečju, izračunano na podlagi njihovih odgovorov, za nakup stanovanja pripravljeni plačati 1.835 EUR/m². Vrednost se relativno dobro ujema s povprečno vrednostjo stanovanja v Ljubljani in okolici v letu 2013, ki po podatkih Geodetske uprave RS (GURS, 2013) znaša 1.830 EUR/m².



Slika 1: Drevo CHAID – tehnika cepitve na segmente (Nahtigal, 2014).

Algoritem CHAID v prvem koraku vzorec razdeli na podlagi proučevanih lastnosti stanovanja tako, da je v posamezni podskupini (vozeli 1 in 2) razlika v ceni/m² čim večja. Izmed vseh vključenih kriterijskih spremenljivk se največja razlika izkaže pri primarni delitvi vzorca glede na dejavnik lokacije. Podobno metoda deli ostale podskupine. Podvzorec širše okolice Ljubljane najprej deli iz naslova dejavnika površina stanovanja, in sicer na skupino stanovanj z neto tlorisno površino, večjo od 90 m² (končen segment 1), ter na stanovanja z neto tlorisno površino, manjšo od 90 m². Slednja podskupina se v tretji cepitvi deli glede na dejavnik starost, in sicer na stanovanja v večstanovanjskih objektih, starejših od 20 let in mlajših od 20 let (končna segmenta 2 in 3). Druga polovica drevesa, vezana na lokacijo mesta Ljubljana z ožjo okolico, se v drugi cepitvi prav tako deli na podlagi dejavnika neto tlorisne površine stanovanja, a v površinski normi 50 m². Stanovanja, manjša od 50 m², sestavljajo končen segment 4, stanovanja v Ljubljani, večja od 50 m², pa se v tretji cepitvi še enkrat delijo na podlagi neto tlorisne površine, v tem

koraku pri velikostnem redu 95 m². V tretjem koraku desne polovice drevesa dobimo končni segment 5, in sicer stanovanja v Ljubljani, velika od 50 do 95 m², ki so najbolj zastopan segment z deležem skoraj polovice celotnega vzorca. Ta podatek je le eden od kazalnikov kakovosti pridobljenih segmentov, saj je na nepremičninskem trgu povpraševanje po srednje velikih funkcionalnih stanovanjih dejansko največje (GURS, 2013). Končna segmenta 6 in 7 pridobimo iz delitve podvzorca stanovanj neto tlorisne površine nad 95 m², in sicer na podlagi dejavnika kakovost gradnje in večstanovanjskega objekta. Zadnja cepitev poda segmenta velikih nadstandardnih stanovanj ter velikih stanovanj običajne kakovosti v Ljubljani. V rekapitulaciji imamo torej štiri segmente stanovanj oziroma tipov potencialnih kupcev znotraj mesta Ljubljane z ožjo okolico ter tri segmente v širši okolici Ljubljane.

Rezultati pridobljenih segmentov trga stanovanj v Ljubljani in njihova strukturna velikost, določena na podlagi multivariatne metode CHAID, so prikazani v preglednici 2.

Preglednica 2: Pridobljeni segmenti trga stanovanj v Ljubljani in njihova strukturna velikost (Nahtigal, 2014).

Segment/stanovanje	Definicija	Odstotek (%)	RVS* (%)
Ljubljana okolica, velikost nad 90 m ²	— idealna lokacija je širša okolica Ljubljane — stanovanje bi moralo imeti več kot 90 m ²	5,3	5,6
Ljubljana, velikost do 50 m ²	— idealna lokacija je znotraj mestnega obročja Ljubljane — stanovanje naj bi bilo manjše/enako kot 50 m ²	14,1	14,9
Ljubljana okolica, velikost do 90 m ² , starost do 20 let	— idealna lokacija je širša okolica Ljubljane — stanovanje manj ali enako 90 m ² — starost stavbe bi morala biti manj/enako 20 let	13,2	13,9
Ljubljana okolica, velikost do 90 m ² , starost nad 20 let	— idealna lokacija je širša okolica Ljubljane — stanovanje bi moralo imeti manj/enako 90m ² — starost stavbe bi morala biti več kot 20 let	7,2	7,6
Ljubljana, velikost od 50 do 95 m ²	— idealna lokacija znotraj mestnega obročja Ljubljane — kvadratura več/enako 50 m ² do največ 95 m ²	46	48,5
Ljubljana, velikost nad 95 m ² , kakovost – standard	— idealna lokacija znotraj mestnega obročja Ljubljane — kvadratura stanovanja naj bi bila več kot 95 m ² — kakovost stavbe je lahko nižja	5,3	5,6
Ljubljana, nad 95 m ² , kakovost – nadstandard	— idealna lokacija znotraj mestnega obročja Ljubljane — kvadratura stanovanja naj bi bila več kot 95 m ² — kakovost stavbe mora biti višja (kakovostna gradnja)	3,8	4
	SKUPAJ	94,9	100
	Sistemske izpad	5,1	

*RVS = relativna velikost segmenta

3.2 Vrednostne ocene preferenc potencialnih kupcev nepremičnin

Pri procesu nabora dejavnikov smo oblikovali štiri sloje, najožji nivo elementarnih dejavnikov, vmesni nivo skupin dejavnikov ter najširša nivoja poddimenzij in dimenzij dejavnikov (Nahtigal, 2014). Rezultati raziskave za vsak analizirani nivo dejavnikov podajajo vrednostni razpon preferenc potencialnih kupcev posameznega segmenta. Vrednosti dejavnikov so določene na podlagi povprečja, mediane ter 33.

in 66. centila. Rezultati so analizirani v obliki absolutnih in relativnih vrednosti. Rezultati, prikazani v preglednici 3, so na nivoju mediane.

Rezultati kažejo, da je potencialnim kupcem vrednostno najpomembnejši dejavnik efektivna starost objekta, ki v območju segmentnih median zavzema vrednosti okrog 20 %. Dejavnik efektivne starosti je v osnovi sestavljen iz treh poddejavnikov, pri čemer je največji prispevek vrednostnega poddejavnika starost (mediana segmentov od približno 7 % do 12 % ob spremembi dejavnika starost za 20 let), sledi poddejavnik kakovost gradnje (mediana po segmentih od približno 4 % do 6 %), najmanjši vrednostni ponder pa ima poddejavnik kakovost in stanje glede na vzdrževanje objektov (mediana od približno 2,5 % do 4,5 %). Za vsako leto starosti objekta se vrednost stanovanja, po mnenju vsaj polovice potencialnih kupcev, izraženo v absolutni vrednosti, zniža za približno 500 evrov. Zanimiva je primerjava z rezultati raziskave, v kateri je Friškovec (2009) z regresijsko analizo dokazal, da se, pri drugih nespremenjenih pogojih, oglaševana cena rabljenega stanovanja v okolici Ljubljane v enem letu zmanjša v povprečju za 722,39 evra. Če rezultate primerjamo z vrednostnimi preferencami tretjine najbolj zahtevnih kupcev (66. centil), so skoraj povsem usklajeni z navedenimi izsledki. Pavlin (2006) pri izračunavanju indeksa cen stanovanj za dejavnik starost oceni regresijski koeficient $-0,00421$ znotraj napake 1 %, kar pomeni 0,4-odstotni padec vrednosti stanovanja za eno leto starejšo gradnjo glede na konstanto. Romih in Bojnec (2008) v hedonski analizi cen rabljenih stanovanj dokažeta, da dodatno leto starosti stanovanja, *ceteris paribus*, vrednost nepremičnine v povprečju zniža za dobrih 7 evrov na 1 m^2 . Upoštevajoč izhodiščno povprečno vrednost stanovanja, kot jo izražajo udeleženci (1.835 eur/m^2), rezultat pomeni relativno vrednostno spremembo nepremičnine v višini 7,63 % ob spremembi starosti za 20 let.

Rezultati raziskave kažejo, da so udeležencem najmanj pomembni dejavniki, kot so svetla višina stanovanja, kakovost sistema varnosti stanovanja, velikost večstanovanjskega objekta, kakovost skupnih prostorov v objektu ter dejavnik kakovosti in oblikovanja notranjega pohištva. Dejavnik nadpovprečne svetle višine stanovanja je, razen pri segmentu luksuznih nadstandardnih stanovanj, kupcem tako rekoč nepomemben. Pri elitnem segmentu pa polovica kupcev vrednostno preferira dejavnik v višini 0,4 % od vrednosti celotne nepremičnine, najbolj zahtevna tretjina kupcev celo 0,8 %. Navedeno pojasnujemo z dejstvom, da je minimalna svetla višina v večstanovanjskih objektih zakonsko predpisana, standardna. Segment potencialnih kupcev dragih stanovanj izstopa tudi glede tega, da izražajo visoko stopnjo strinjanja glede urejenosti in kakovosti skupnih prostorov. Za prisotnost/odsotnost kakovostnih skupnih prostorov objekta je več kot polovica kupcev pripravljena plačati več/manj za stanovanje v relativni višini od približno 0,4 % do 0,8 % povprečne segmentne vrednosti stanovanja. Razpon vrednostnih preferenc dejavnika se od 33. do 66. centila giblje v relativnih vrednostih od 0 % do 2 %. Razlog za izraženo nizko pomembnost dejavnika kakovosti sistema varnosti stanovanja iščemo v dejstvu, da večina stanovanj na ljubljanskem trgu, razen protivlomnih vrat, ne ponuja nobenega sistema varnosti. Kupci tako o dejavniku ne razmišljajo in ga verjetno obravnavajo kot luksuzen fizični element. Vsaj polovica potencialnih kupcev izrazi vrednostne preference za obstoj/neobstoj obravnavanega dejavnika, *ceteris paribus*, v višini od 0,3 % do 0,5 % povprečne segmentne vrednosti stanovanj. V obstoječih raziskavah se dejavnik navaja kot pomemben, a očitno v mestih z izraženo višjo stopnjo kriminala. Za dejavnik notranje opreme je vsaj polovica potencialnih kupcev, ob njenem izboljšanju/poslabšanju, pripravljena spremeniti preferenčno vrednost stanovanja od 1 % do 2 % povprečne segmentne vrednosti nepremičnine. Argument za nizke vrednosti dejavnika je med drugim tudi dejstvo, da notranja oprema ne vključuje opreme kuhinje in kopalnice, ki sta predmet samo-

stojne obravnave. Izjema so kupci nadstandardnih stanovanj z dvakrat višjimi preferencami. Mandič et al. (2006) in Naderi et al. (2012) navajajo, da je dejavnik velikosti objekta pomemben in vpliva na vrednost samih stanovanj. Nasprotno pa udeleženci naše raziskave temu dejavniku pripisujejo majhen vrednostni vpliv. Pri tretjini najmanj zahtevnih kupcev, v vseh segmentih, dejavnik sploh nima pomembnosti. Še najvišjo preferenco izražajo potencialni kupci večjih ali elitnih stanovanj, kjer se jih vsaj polovica izreka, da je pripravljena plačati 1,7 % več ali manj, če se velikost večstanovanjskega objekta spremeni. Pri obeh navedenih segmentih so to potencialni kupci, ki iščejo stanovanja v manjših objektih in izražajo negativne vrednostne preference, če bi morali kupiti stanovanje v velikem večstanovanjskem objektu.

Pomembna in preferirana dejavnika sta prisotnost lastniškega parkirnega mesta ter dejavnik razgleda in lege stanovanja v objektu. Parkirno mesto je najmanj pomembno za kupce najcenejšega segmenta stanovanj, kjer je polovica kupcev pripravljena za lastništvo parkirnega mesta plačati le 1,3 % segmentne vrednosti stanovanja. Pri preostalih segmentih so vrednosti mediane višje od 2 %. Vsaj polovica kupcev elitnega razreda stanovanj je za parkirišče pripravljena odšteti 4 % od vrednosti stanovanja, najbolj zahtevna tretjina kupcev pa celo 5,7 %. Skladno z raziskavo Friškovec (2009) ima le 12 % stanovanj v Ljubljani ter 20 % stanovanj v okolici Ljubljane pripadajoče lastniško parkirišče v okviru stanovanja, regresijska funkcija pa zanimivo prepozna statistično značilen vpliv dejavnika le za območje okolice Ljubljane, kjer je oglaševana cena rabljenega stanovanja v povprečju za 25.517,42 evrov višja od enakega stanovanja, ki garaže nima. Glede na povprečno vrednost parkirnega mesta v Ljubljani v letu 2013 (GURS, 2013), ki je znašala 10.804,00 evrov, lahko ugotovimo, da rezultati naše raziskave, v kateri je vsaj polovica udeležencev dejavniku lastniškega parkirnega mesta pripisala vrednosti med 3.000 do 4.000 evrov, kupci nadstandardnih stanovanj pa približno 8.000 evrov, izkazujejo bistveno nižje percepcije. Pri tem rezultati tudi kažejo, da je parkirno mesto pomembnejše kupcem stanovanj znotraj mesta Ljubljana (mediane segmentov od 3 % do 4 %) kot pa kupcem segmentov stanovanj v okolici Ljubljane (mediane od 1,3 % do 2,1 %). Še najbližje tržnim vrednostim so izražene percepcije oziroma preference tretjine najbolj zahtevnih segmentnih kupcev stanovanj, ki razliko (brez parkirnega mesta ali z njim) izražajo v vrednosti približno 10.000 evrov. Dejavnik razgleda in lege stanovanja pričakovano ustvarja nadpovprečno visoko stopnjo volatilitnosti vrednostnih preferenc glede na relativna gibanja preostalih dejavnikov, preference zgornje in spodnje tretjine kupcev se izrazito razlikujejo. Vsaj polovica potencialnih kupcev stanovanj je pripravljena za boljši/slabši razgled in lego stanovanja glede na smer neba plačati več/manj med 2 % in 2,5 % segmentne vrednosti stanovanja. Vrednostni razpon preferenc kupcev 33. in 66. centila je od 0 % do približno 4,5 %. Izjema je segment kupcev nadstandardnih stanovanj, ki jim je dejavnik zelo pomemben (mediana 4 %, razpon do 7,2 % – 66. centil). Ugotovili smo, da kupci stanovanj preferirajo kombinacijo dejavnikov razgleda, lege in balkona. Kupcem večjih stanovanj od 90 m² je dejavnik razgleda in lege stanovanja, primerjalno z porazdelitvijo vzorca, nadproporcionalno pomemben. Kupci nadstandardnih stanovanj s skoraj 97 % segmentne populacije preferirajo lep razgled.

Podobno eksponentno rast stopnje pomembnosti dejavnika od manj do bolj zahtevnih kupcev izkazuje dejavnik družbeno-socialnega statusa soseske. Vsaj polovica kupcev je pripravljena zaradi boljše/slabše kakovosti stanovanjske soseske plačati več/manj v višini od približno 2,4 % do 6,8 % povprečne segmentne vrednosti stanovanja. Zahtevni tretjini segmentnih kupcev družbeno-socialni status objekta pomeni vrednostno pripravljenost za višje/nižje plačilo kupnine stanovanja med 6 % in 8,7 %, najmanj zahtevni tretjini kupcem pa dejavnik pomeni mnogo manj, le približno 1 % do 2 % od povprečne segmentne vrednosti stanovanja.

Od fizičnih elementov stanovanja se kot pomembni izkažejo dejavniki kakovosti oken, kopalnice, kuhinje, tlakov in instalacij, in sicer je v kumulativnem relativnem znesku vsaj polovica potencialnih kupcev pripravljena za stopnjo kakovosti tako imenovanih vitalnih fizičnih elementov plačati več oziroma manj od 7 % do 9,5 % segmentne vrednosti stanovanja. Razpon vrednostnih preferenc kupcev, ob temeljiti spremembi posameznega fizičnega dejavnika, zavzema vrednosti za kakovost oken in kopalnice med 1 % in 3 %, za kakovost kuhinje med 0,5 % in 2 %, kakovost tlakov med 0,4 % in 1,7 % ter za kakovost instalacij med 0,8 % in 2,5 %. Zanimivo je, da so okna nadproporcionalno pomembna kupcem najcenejšega segmenta srednje velikih starejših stanovanj v okolici Ljubljane, verjetno zaradi želje po čim manjši energetski izgubi in doseganju čim nižjih mesečnih stroškov ogrevanja. Predmetni segment kupcev namreč izraža najvišjo stopnjo vrednostne relevance dejavnika obratovalni stroški (mediana je 3,3 %).

Preglednica 3: Rezultati raziskave na nivoju mediane (Nahtigal, 2014).

		Mediana						
		Lj okolica, nad 90 m ²	Lj okolica, do 90 m ² , starost do 20 let	Lj okolica, do 90 m ² , starost nad 20 let	Lj, do 50 m ²	Lj, od 50 do 95 m ²	Lj, nad 95 m ² , normalna kakovost	Lj, nad 95 m ² , nadstandardna kakovost
Nivo elementarnih dejavnikov	Parkirišče v neposredni okolici stavbe	1,0 %	1,3 %	1,3 %	2,5 %	1,8 %	1,8 %	1,2 %
	Urejenost neposredne okolici večstanovanjskega objekta	1,3 %	1,1 %	1,0 %	2,0 %	1,7 %	1,7 %	1,9 %
	Lastniško parkirno mesto v kletni garaži	2,1 %	2,0 %	1,3 %	3,8 %	3,3 %	1,8 %	4,0 %
	Atraktiven razgled iz stanovanja, lega stanovanja glede na smer neba	2,5 %	1,1 %	2,2 %	2,5 %	2,5 %	2,0 %	4,0 %
	Prisotnost balkona	1,1 %	1,3 %	1,3 %	2,3 %	1,7 %	1,0 %	2,0 %
	Prisotnost terase / atrija	2,2 %	2,4 %	1,3 %	1,5 %	2,0 %	2,6 %	3,2 %
	Velikost večstanovanjskega objekta	1,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %
	Etaža stanovanja - kletno	2,6 %	2,2 %	6,3 %	6,3 %	5,2 %	3,8 %	9,1 %
	Etaža stanovanja - mansardno	1,8 %	2,0 %	3,3 %	4,2 %	2,5 %	0,6 %	5,0 %
	Dvigalo	0,4 %	1,0 %	0,5 %	1,3 %	1,0 %	1,0 %	1,2 %
	Izgled (zunanja arhitektura) večstanovanjskega objekta	1,1 %	0,0 %	0,0 %	1,8 %	0,0 %	0,7 %	1,0 %
	Efektivna starost (glede na leta)	7,5 %	12,3 %	7,1 %	8,3 %	7,1 %	10,0 %	6,8 %
	Efektivna starost (glede na kakovost gradnje)	5,0 %	3,5 %	3,9 %	5,0 %	4,7 %	5,6 %	8,0 %
	Efektivna starost (glede na kakovost fasade, strehe)	3,2 %	3,3 %	3,2 %	2,5 %	2,3 %	3,4 %	4,5 %
	Efektivna starost (skupaj: leta, gradnja, fasada)	20,8 %	20,0 %	13,7 %	19,2 %	15,0 %	20,0 %	20,0 %
	Kakovost skupnih prostorov (prisotnost sušilnice, pralnice, kolesarnice, ipd.)	0,5 %	0,0 %	0,7 %	0,7 %	0,0 %	0,4 %	0,8 %
	Kakovost oken	1,5 %	2,0 %	2,3 %	1,7 %	1,4 %	1,8 %	2,2 %
	Kakovost in oprema kopalnice	1,1 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	1,7 %	1,0 %	1,6 %
	Kakovost in oprema kuhinje	0,9 %	1,1 %	1,4 %	1,5 %	1,0 %	0,4 %	0,8 %
	Kakovost tlakov	1,0 %	1,2 %	1,0 %	1,0 %	0,8 %	0,7 %	1,2 %
	Kakovost instalacij (elektrika / ogrevanje / klima)	1,2 %	1,9 %	1,7 %	1,3 %	1,4 %	1,3 %	1,5 %
	Kakovost sistema varnosti stanovanja	0,3 %	0,3 %	0,5 %	0,5 %	0,4 %	0,3 %	0,4 %
	Kakovost in dizajn pohištva ter notranje opreme	0,6 %	0,8 %	0,7 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %
	Obratovalni stroški	3,0 %	2,4 %	3,3 %	2,2 %	1,8 %	2,7 %	1,4 %
	Splošen družbeno-socialni status objekta	3,8 %	3,3 %	2,4 %	5,4 %	5,0 %	5,3 %	6,8 %
Funkcionalna razporeditev prostorov stanovanja	0,0 %	1,6 %	1,7 %	1,9 %	1,5 %	1,7 %	2,3 %	
Svetla višina	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	

		Mediana						
		Lj okolica, nad 90 m ²	Lj okolica, do 90 m ² , starost do 20 let	Lj okolica, do 90 m ² , starost nad 20 let	Lj, do 50 m ²	Lj, od 50 do 95 m ²	Lj, nad 95 m ² , normalna kakovost	Lj, nad 95 m ² , nadstandardna kakovost
Nivo skupin dejavnikov	Kakovost neposredne okolice objekta	3,1 %	2,8 %	2,6 %	4,7 %	4,1 %	2,4 %	4,5 %
	Lastniško parkirno mesto v kletni garaži	2,1 %	2,0 %	1,3 %	3,8 %	3,3 %	1,8 %	4,0 %
	Razgled in lega stanovanja v objektu	2,5 %	1,1 %	2,2 %	2,5 %	2,5 %	2,0 %	4,0 %
	Prisotnost balkona	1,1 %	1,3 %	1,3 %	2,3 %	1,7 %	1,0 %	2,0 %
	Prisotnost terase / atrija	2,2 %	2,4 %	1,3 %	1,5 %	2,0 %	2,6 %	3,2 %
	Velikost večstanovanjskega objekta	1,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %
	Degradirana lokacija: (pol)kletno stanovanje	2,6 %	2,2 %	6,3 %	6,3 %	5,2 %	3,8 %	9,1 %
	Degradirana lokacija: mansardno stanovanje	1,8 %	2,0 %	3,3 %	4,2 %	2,5 %	0,6 %	5,0 %
	Kakovost objekta	24,3 %	24,6 %	18,7 %	25,8 %	19,6 %	26,0 %	24,4 %
	Kakovost in stanje vitalnih elementov stanovanja	7,5 %	9,5 %	9,0 %	8,6 %	7,5 %	6,9 %	8,0 %
	Kakovost notranje opreme	1,2 %	1,2 %	1,3 %	1,3 %	0,8 %	0,5 %	1,7 %
	Obratovalni stroški	3,0 %	2,4 %	3,3 %	2,2 %	1,8 %	2,7 %	1,4 %
	Splošen družbeno-socialni status objekta	3,8 %	3,3 %	2,4 %	5,4 %	5,0 %	5,3 %	6,8 %
	Funkcionalna in relativna velikost stanovanja	1,6 %	1,5 %	2,5 %	2,5 %	2,0 %	2,8 %	3,2 %
	Nivo poddimenzij dejavnikov	Lokacija objekta	5,6 %	4,9 %	5,2 %	10,0 %	7,8 %	5,7 %
Lokacija stanovanja v objektu		15,0 %	15,0 %	17,7 %	23,2 %	20,0 %	18,5 %	25,2 %
Fizične lastnosti objekta		24,3 %	24,6 %	18,7 %	25,8 %	19,6 %	26,0 %	24,4 %
Fizične lastnosti stanovanja		9,4 %	11,7 %	10,9 %	10,5 %	9,2 %	8,7 %	9,8 %
Ekonomski dejavniki		3,0 %	2,4 %	3,3 %	2,2 %	1,8 %	2,7 %	1,4 %
Socio dejavniki		3,8 %	3,3 %	2,4 %	5,4 %	5,0 %	5,3 %	6,8 %
Funkcionalna in relativna velikost		1,6 %	1,5 %	2,5 %	2,5 %	2,0 %	2,8 %	3,2 %
Nivo dimenzij dejavnikov	Lokacija	22,1 %	22,5 %	24,9 %	34,7 %	29,2 %	27,9 %	37,8 %
	Fizični dejavniki	31,3 %	37,2 %	31,4 %	37,5 %	30,3 %	33,8 %	35,7 %
	Socio-ekonomski dejavniki	7,7 %	6,8 %	6,9 %	8,9 %	7,4 %	7,7 %	8,0 %
	Funkcionalna in relativna velikost	1,6 %	1,5 %	2,5 %	2,5 %	2,0 %	2,8 %	3,2 %

Dejavnik prisotnosti dvigala v objektu v vrednosti segmentne mediane vpliva na vrednost stanovanj v višini približno 1 %, na najbolj zahtevno tretjino kupcev v višini od 1,7 % do 4,3 %. Pavlin (2006) v hedonski analizi ovrednoti večvrednost stanovanja, če ima objekt dvigalo, na 4,5 % (regresijski koeficient + 0,045; 1 % napake napovedi). Najnižje vrednosti median 0,4 % in 0,5 % dosejata segmenta večjih in starejših srednje velikih stanovanj v okolici Ljubljane, v manjših večstanovanjskih objektih, kjer prisotnost dvigala funkcionalno ni pretirano pomembna. Dvigalo je bolj cenjen dejavnik segmentov stanovanj znotraj mesta Ljubljana, kar je glede na povprečno etažnost objektov v primerjavi z objekti v okolici Ljubljane pričakovan rezultat. Najbolj pomemben je dejavnik prisotnosti dvigala kupcem manjših stanovanj do 50 m² in nadstandardnih večjih stanovanj. Zanimive so vrednostne percepcije udeležencev glede degradiranih etaž, kot so polkleti in mansarde. Vsaj polovica potencialnih kupcev želi za nakup polkletnega stanovanja diskont v vrednosti od 6 % do 9 % povprečne segmentne vrednosti stanovanja, pri 66. centilu pa je ocenjena manjvrednost stanovanja v višini od 8 % do 12 %. V elitnem razredu tretjina najzahtevnejših kupcev za kletno stanovanje želi diskont vsaj v višini 20 %. Vsaj polovica kupcev spremeni vrednost preferenčne nepremičnine, če postane del mansarde večstano-

vajnskega objekta, v višini od 2 % do 4,2 %, elitni razred 5 %. Tretjina najbolj zahtevnih kupcev manjvrednost stanovanja zaradi mansardne etaže ocenjuje v razponu od 5 % do 8 % segmentne vrednosti nepremičnine, elitni razred pa celo z 9,1 %. Zanimivo je, da so rezultati raziskave sorazmerno usklajeni z ugotovitvami Rant (2003), ki pri regresiji dobi za spremenljivki kletno stanovanje ($r. k. = -0,037$) in podstrešno stanovanje ($r. k. = -0,048$) pričakovan negativen vpliv na ceno, seveda relativno glede na pritlična in enonadstropna stanovanja, ter z ugotovitvami Pavlin (2006), ki po podobni metodologiji pridobi rezultate glede diskonta za kletno stanovanje v višini 12,5 % ($r. k. = -0,125$) in za podstrešno stanovanje v višini 8,4 % ($r. k. = -0,084$).

Za bolj oziroma manj funkcionalno razporeditev, tloris in relativno dojetanje prostora stanovanja je, ceteris paribus, polovica kupcev pripravljena plačati od 1,5 % do 3,2 % segmentne vrednosti stanovanja več oziroma manj. Ocenjujemo, da je najbolj tržno realna in primerna razlaga vrednostnih preferenc pri 66. centilu, kjer so kupci iz naslova dejavnika funkcionalne in relativne velikosti stanovanja pripravljene plačati za stanovanje manj oziroma več v višini med 4 % in 5,2 %, v elitnem razredu pa 6,8 %. Merodajnih primerjalnih raziskav, ki bi ovrednotile dejavnik obratovalnih stroškov, ne zasledimo. Sodeč po rezultatih predmetne raziskave, je višina operativnih stroškov, ki jih stanovanje ustvarja, za kupce zelo pomembna spremenljivka pri nakupni presoji. Vsaj polovica segmentnih kupcev je pripravljena vrednostno oceno zelenega stanovanja za nakup zaradi nižjih/višjih operativnih stroškov spremeniti v višini od 1,8 % in 3,3 %. Podobne vrednosti izkazujejo segmentna absolutna povprečja. Relativni vrednostni razpon dejavnika obratovalni stroški se giblje med približno 1,0 % in 1,8 % ter 2,9 % in 4,0 % segmentne vrednosti stanovanj. Za višanje in nižanje obratovalnih stroškov so pričakovano najmanj občutljivi kupci elitnih stanovanj ter kupci majhnih stanovanj do 50 m². Segment stanovanj, pri katerem se najbolj upošteva energetska in upravljalvska varčnost, pa so kupci mlajših stanovanj do 90 m² v okolici Ljubljane.

Najbolj presenetljive rezultate raziskava poda za dejavnike prisotnost balkona, terase in atrija. Berčan (2010) navaja, da se kar 21,8 % anketiranih pri nakupu stanovanja dejavniku prisotnosti balkona ali terase ni pripravljeno odpovedati. Rezultati naše raziskave kažejo bistveno nižjo preferenco glede balkona ali terase. Vsaj polovica kupcev je pripravljena za prisotnost balkona plačati dodatno od 1 % do 2,3 % vrednosti nepremičnine, zgornja tretjina zahtevnih kupcev od 2,1 % do 4,6 %. Za prisotnost terase oziroma atrija je vrednost median od 1,3 % do 3,2 %, vrednosti 66. centila pa od 3,1 % do 5 %. Poudarjamo, da dejavnik ne pomeni celotne vrednosti balkona ali terase v očeh kupca, temveč le pripravljenost udeleženca priznati diskont ali premijo kupnine za stanovanje, če to ima balkon oziroma teraso ali ne. Na celovito vrednost dejavnika v očeh kupca vpliva vsaj še površina, kakovost in funkcionalnost obravnavanega dodatnega dela stanovanja. Prisotnost terase ali atrija je pričakovano najbolj pomembna kupcem nadstandardnih stanovanj ter družinskim segmentom stanovanj, balkon pa je nadproporcionalno pomemben segmentu kupcev manjših stanovanj do 50 m² v Ljubljani.

Rezultati v splošnem kažejo, da najbolj vpliva na kupčeve vrednostne preference skupina dejavnikov, vezana na kakovost objekta. Pri dveh enakih stanovanjih, ki se močno razlikujeta po starosti in kakovosti gradnje, vzdrževanju objekta, kakovosti skupnih prostorov ter prisotnosti dvigala, je vsaj polovica kupcev pripravljena plačati več za boljše oziroma manj za slabše stanovanje v višini približno 25 % segmentne vrednosti nepremičnine. V razponu od tretjine najmanj zahtevnih do tretjine najbolj zahtevnih segmentih kupcev se vrednostne preference gibljejo od približno 15 % do 37 %. Izjemi, z malce podproporcionalnimi zahtevami glede na vzorec, sta segment kupcev starejših stanovanj do 90 m² v okolici Ljubljane (razpon od 12,2 % do 27,6 %) ter segment kupcev stanovanj do 50 do 95 m² v Ljubljani (razpon od 12,1 % do

28,6 %). Druga vrednostno najpomembnejša skupina dejavnikov je kakovost in stanje vitalnih elementov stanovanja (okna, tlaki, kuhinja, kopalnica, instalacije), cenjen dejavnik pa je tudi kakovost neposredne okolice objekta. Vsaj polovica kupcev je za stanovanje pripravljena plačati več/manj, v primeru bolj/manj urejene okolice in dostopnosti skupnih parkirišč, v višini od 2,4 % do 4,7 % povprečne segmentne vrednosti stanovanja, največ v segmentu elitnih stanovanj in manjših stanovanj do 50 m² v Ljubljani.

Za proučevane dejavnike mikrolokacije je vsaj polovica kupcev pripravljena plačati več oziroma manj, če se ti spremenijo, v višini 22 % in več od povprečne segmentne vrednosti stanovanj. Fizični dejavniki vplivajo pri vsaj polovici kupcev na spremembo preferenčne vrednosti stanovanja od približno 30 % do 37 %. Za relativno pomembne se izkažejo tudi socio-ekonomski dejavniki s segmentnim vrednostnim razponom median v višini od 6,8 % do 8,9 % ter dejavniki funkcionalne in relativne velikosti stanovanja s segmentnim vrednostnim razponom median od 1,5 % do 3,2 %.

4 SKLEP

V članku raziskujemo vrednostno percepcijo potencialnih kupcev stanovanjskih nepremičnin glede dejavnikov, ki se navezujejo na samo nepremičnino. Glavni cilj raziskave je oblikovanje tako imenovanega vrednostnega okvirja za nepremičninski segment stanovanj. Vrednosti okvir oblikujemo kot tabelo vrednostnih razponov vplivnih dejavnikov, vezanih na posamezen segment stanovanjskih nepremičnin oziroma posamezen tip potencialnega kupca. Raziskava temelji na statistično-matematični analizi nepremičninskih atributov. Kot osrednji pripomoček za merjenje vrednostnih okvirjev uporabimo vprašalnik, sestavljen v sklopu širše raziskave, s temeljnim ciljem vsebinske in vrednostne določitve dejavnikov, ki so odločilni za potencialne pridobitelje stanovanjskih nepremičninskih pravic pri nakupu nepremičnine. Z vprašalnikom pridobimo verodostojne podatke, ki jih statistično analiziramo.

Analiza kaže, da so rezultati najbolj tržno merodajni na razponu vrednosti mediane in 66. centila. Rezultati kažejo, kako potencialni kupci vrednostno (relativno in absolutno) izražajo stopnje razlik med nepremičninama oziroma kakšno vrednostno percepcijo izražajo za posamezen stanovanjski dejavnik. Za učinkovito uporabo vrednostnega okvirja je pomembno skladno analitično upoštevanje vrednostnih in vsebinskih rezultatov predmetne raziskave. Dejavnike segmentiramo v osem skupin, pri tem pa sledimo prilagoditvenemu procesu mednarodnih standardov ocenjevanja vrednosti (MSOV, 2013). Primer vrednostnega okvirja za segment stanovanj v Ljubljani v velikosti 50 m² je prikazan v preglednici 4.

V članku uporabljena znanstvena metodologija omogoča testiranje teorije in je ponovljiva na kateremkoli geografskem območju in segmentu nepremičnin. Shukla (2008) omenja možnost ponovitve kot enega od pomembnih pogojev preverljivosti rezultatov, ki prispeva k objektivnosti znanstvene metode.

Rezultati raziskave so predvsem uporabni za investitorje novogradenj večstanovanjskih objektov v Ljubljani in okolici, ki dobijo vpogled v strukturo in silnice povpraševanja na trgu. Pri načrtovanju stanovanjskega posega v prostor je, že z vidika najgospodarnejše rabe prostora, pomembno poznati pričakovanja potencialnih pridobiteljev nepremičninskih pravic, ki so v tem procesu za načrtovalce in investitorje ciljna skupina potencialnih kupcev. Analiza pričakovanj je lahko delno neposredno uporabna v samem procesu ocenjevanja vrednosti nepremičnin, predvsem pri metodi tržnih primerjav, kjer ocenjevalec izvaja prilagoditve. Če drugega ne, rezultati analize nakazujejo, kateri so ključni dejavniki, ki vplivajo na

ocenjevano vrednost. Delisle (1985) pravi, da ocenjevalci nepremičnin brez pravilnega razumevanja in pravilnega tolmačenja potreb in želja kupcev niso sposobni in ne morejo imeti sistematičnega pristopa za zmanjšanje negotovostne cone okoli najbolj verjetne prodajne cene nepremičnine. Tako raziskovalci kot akterji nepremičninskega trga bi lahko imeli koristi od vključevanja oziroma integracije potrošnikovih preferenc v študijo ravnanja z ekonomskim pristopom do nepremičnin (Naderi et al., 2012).

Preglednica 4: Vrednostni okvir – segment stanovanj v Ljubljani 50 m² (Nahtigal, 2014).

		Mediana		66-ti percentil	
		€	%	€	%
5. Lokacija	Lokacija objekta	8.000,00 €	10,0 %	13.491,35 €	13,1 %
	Lokacija stanovanja v objektu	23.500,00 €	23,2 %	35.801,85 €	42,0 %
6. Fizične značilnosti	Fizične lastnosti objekta	23.000,00 €	25,8 %	31.245,68 €	37,7 %
	Fizične lastnosti stanovanja	8.000,00 €	10,5 %	14.040,89 €	14,6 %
7. Socio-ekonomski dejavniki	Ekonomski dejavniki	2.100,00 €	2,2 %	3.024,53 €	3,1 %
	Socio dejavniki	5.000,00 €	5,4 %	10.000,00 €	10,0 %
8. Funkcionalna in relativna velikost	Funkcionalna in relativna velikost	2.100,00 €	2,5 %	5.316,36 €	5,2 %
	Kakovost neposredne okolice objekta	4.500,00 €	4,7 %	7.000,00 €	7,2 %
	Lastniško parkirno mesto v kletni garaži	4.000,00 €	3,8 %	5.000,00 €	6,7 %
	Razgled in lega stanovanja v objektu	2.000,00 €	2,5 %	5.000,00 €	4,6 %
	Prisotnost balkona	2.000,00 €	2,3 %	5.000,00 €	4,6 %
	Prisotnost terase / atrija	2.000,00 €	1,5 %	4.129,97 €	4,3 %
	Velikost večstanovskega objekta	- €	0,0 %	1.925,02 €	1,6 %
	Degradirana lokacija: (pol)kletno stanovanje	5.000,00 €	6,3 %	10.000,00 €	11,3 %
	Degradirana lokacija: mansardno stanovanje	5.000,00 €	4,2 %	8.000,00 €	8,0 %
	Kakovost objekta	23.000,00 €	25,8 %	31.245,68 €	37,7 %
	Kakovost in stanje vitalnih elementov stanovanja	7.000,00 €	8,6 %	11.081,78 €	12,0 %
	Kakovost notranje opreme	1.500,00 €	1,3 %	2.249,14 €	2,6 %
	Obratovalni stroški	2.100,00 €	2,2 %	3.024,53 €	3,1 %
	Splošen družbeno-socialni status objekta	5.000,00 €	5,4 %	10.000,00 €	10,0 %
	Funkcionalna in relativna velikost stanovanja	2.100,00 €	2,5 %	5.316,36 €	5,2 %

Vprašanje, ali so pričakovanja potencialnih kupcev zares upoštevana tudi v sodobni domači komercialni produkciji stanovanj (na primer vrednost za denar) v največjih prebivalstvenih aglomeracijah, pa je predmet druge raziskave.

Literatura in viri

Glej literaturo na strani 86

Nahtigal D., Grum B. (2015). Segmentacija in vrednostni okvir preferenc potencialnih kupcev stanovanj. *Geodetski vestnik*, 59 (1): 71-101.

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.071-101

Dr. Domen Nahtigal, univ. dipl. ekon.
N-invest d.o.o.
Slamnikarska 1d, SI-1230 Domžale
e-naslov: domen.nahtigal@gmail.com

Doc. dr. Bojan Grum, univ. dipl. inž. gradb.
Evropska pravna fakulteta v Novi Gorici
Delpinova ulica 18b, SI-5000 Nova Gorica
e-naslov: bgrum@siol.net

MULTIKRITERIJSKA ANALIZA KOT METODA ZA OPREDELJEVANJE SREDNJE VELIKIH MEST: PRIMER OSREDNJE SRBIJE

MULTIPLE-CRITERIA ANALYSIS AS A METHOD FOR DEFINING MEDIUM-SIZED CITIES: THE EXAMPLE OF CENTRAL SERBIA

Zora Živanović, Branka Tošič, Marko Krevs

UDK: 911.37:519.23

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 3.6.2014

Sprejeto: 29.12.2014

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.102-115

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 3.6.2014

Accepted: 29.12.2014

IZVLEČEK

Decentralizacija in usmerjenost k uravnoteženemu regionalnemu razvoju povzročata prerazporejanje funkcij mest: nekatere pristojnosti središč višje hierarhične ravni so prenesene na regionalna središča (predvsem na mesta srednje velikosti). V tem okviru je izvedena analiza o pomenu vloge srednje velikih mest v omrežju naselij in izpostavljena težava njihovega prepoznavanja v nacionalnem urbanem sistemu. Namen študije je opredelitev metode za prepoznavanje skupine srednje velikih mest v omrežju urbanih naselij, s posebnim poudarkom na osrednji Srbiji. Avtorji metodo primerjajo s slovenskim pristopom k reševanju te problematike ter opozorijo, da je pomen izraza »srednje veliko mesto« odvisen od konteksta, v katerem je opredeljen. Poleg demografske velikosti kot najpomembnejšega kazalnika pri opredelitvi srednje velikih mest so bila upoštevana tudi gospodarska, socialna, funkcijska, infrastrukturna in institucionalna merila.

ABSTRACT

Decentralization and the inclination towards a balanced regional development bring about a redistribution of cities' functions: certain responsibilities are transferred from centres at higher hierarchy levels to regional centres (mostly medium-sized cities). In this context, the authors have analysed the importance of medium-sized cities in the settlement network and discussed the issue of their identification within the national urban system. The purpose of this study is to establish a method for the identification of the set of medium-sized cities within the network of urban settlements, with particular reference to Central Serbia. The authors also compare the method with the one used in Slovenia in order to demonstrate that the phrase "medium-sized city" may have different meanings depending on the context in which it is defined. Along with the demographic size as the most important indicator in defining medium-sized cities, economic, social, functional, infrastructural and institutional criteria have also been taken into consideration.

KLJUČNE BESEDE

srednje velika mesta, omrežje naselij, policentrični razvoj, Srbija, Slovenija

KEY WORDS

medium-sized cities, settlement network, polycentric development, Serbia, Slovenia

1 INTRODUCTION

Medium-sized cities are described in various ways. In some national urban systems they are designated as a group of “immature”, poorly developed or stagnating urban entities which are in need of a radical political action intended to foster the economic dynamics. On the other hand, medium-sized cities are often “praised” as the last refuge of a genuinely urban atmosphere and idealized as the most natural link between the urban and the rural – as a potentially sustainable form of the urban structure (Uzelac, 1999).

Already in the mid-20th century the theory of the polarized (concentrated) development began to take shape. It relies on the logic of urban industrialization and postulates that the development within a region takes place through growth nodes – growth poles, i.e. development poles. Based on these principles, various authors devised the concept of the polarization process: e.g. Myrdal and Hirschman (Myrdal, 1957) in the theories related to circular cumulative causation; Friedmann (1972) in his theory of the dichotomy between the centre and the periphery; or Perroux (1955) in his theory related to growth poles, i.e. industrial focal points, etc. Since the mid-20th century various authors and modern European spatial development policy documents have been suggesting measures to mitigate the consequences of an unbalanced regional development. These measures seek to establish a regular hierarchy of urban centres based on a polycentric system of centres in order to counterbalance the intensive process of the population and capital concentration in large cities. This has been seen as a chance for lower-level centres. Such an approach confirms the significance and the role of medium-sized cities in regional development, i.e. in the process of balancing it according to the principles of polycentricity both in Europe (European Union) and worldwide (De Goei et al., 2010).

On the other hand, in accordance with the concept of a sustainable city (Capello et al., 1999), urban functions are analyzed in terms of a city's size and the thresholds of urban development. This approach basically brings into relation the size of a city and its sustainability. In other words, there is an optimal size of a city which implies that a certain range of urban functions corresponds to a certain population size and this is the precondition for an overall long-term balance. A balanced development of medium-sized cities is important for the overall social and economic development of a state for multiple reasons (Živanović, 2012): (1) by absorbing a portion of the population, medium-sized cities reduce the sources of those emigrants whose destination are large cities, i.e. they reduce the population pressure that is most commonly put on overpopulated large urban areas; (2) by ensuring links between rural and urban areas, medium-sized cities improve rural economy by developing non-agricultural activities in rural areas; (3) a dispersed population concentration increases the integration of the national territory; (4) by developing medium-sized cities a balanced regional development is promoted; (5) medium-sized cities may have good propensity for focusing on the development of individual functions that perform well in the national spatial economy, leading to a maximum employment of available resources.

The role of medium-sized cities in achieving a balanced regional development has also been confirmed in the solutions offered by relevant policy documents, such as the European Spatial Development Perspective (1999), Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent (2007), the Territorial Agenda (2007) etc. However, medium-sized cities have traditionally been rather neglected both by relevant international organizations and academic circles, i.e. among scholars and professionals. This is probably due to the rising interest in large cities or metropolises. Even statistical

and other information materials related to medium-sized cities available at a European level are rather limited and lacking conceptual comparability.

2 MEDIUM-SIZED CITIES WITHIN NATIONAL URBAN SYSTEMS

Having in mind that the phrase “a medium city”, just like “a large city” has various meanings in Europe, let alone worldwide¹, it is often difficult to discuss the demographic power of medium-sized cities. Nevertheless, the fact that about 52% of the world’s urban population lives in cities with less than 500,000 inhabitants is undoubtedly highly relevant. The discussion becomes all the less possible if we take into consideration a higher territorial level, up to the global level², where the differences in cities’ demographic weight are drastic. For example, in a number of Asian countries, cities with one to two million inhabitants are considered medium-sized (The Asian conference on population and development in medium-sized cities, 1987), which is unimaginable in Europe. Within the Urban Audit Project, initiated by DG REGIO and Eurostat (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>), cities are categorized based on population size. The lower limit of the basic demographic indicator for medium-sized cities has been determined to be 50,000 inhabitants, whereas the upper limit has been set at 250,000 inhabitants. According to a study conducted by UNESCO, cities with a population between 200,000 and 500,000 are considered medium-sized in America, while in Europe, according to the same study, cities with between 20,000 and 500,000 inhabitants are defined as medium-sized. A study on medium-sized cities has been conducted in the USA and it covers cities between 98,000 and 170,000 inhabitants, according to the 1990 Census (Vey and Forman, 2002). The first hundred cities in the list are considered large and the smallest among large cities has a population larger than 170,000. It is often impossible to find a generally accepted standardized definition of a medium-sized city at a continental and sometimes even at a national level. For example, in Italy, each region has an individual approach and a strategy for determining medium-sized cities and they depend on the specific territorial and functional context (ESPON Project 1.4.1., 2005).

Medium-sized cities may rank low on a global scale, which by no means diminishes their significance within a national urban system³. In European countries, there are significant differences in defining medium-sized cities based on their demographic size⁴. For example, in Sweden, the criteria for the identification of medium-sized cities are not limited only to their demographic size. Such cities include municipalities with a population between 20,000 and 50,000 where more than 70% of the total population live in the urban area and less than 40% of the population is employed in the secondary sector (ESPON Project 1.4.1., 2005). Furthermore, the share of medium-sized cities’ population in the total national population is different for various countries (Graph 1).

The following factors justify the mentioned conceptual differences related to medium-sized cities: the demographic size of a country; population density; urbanization level; general characteristics of the national urban system (the capital’s urban primacy, the number and density of urban settlements, etc.);

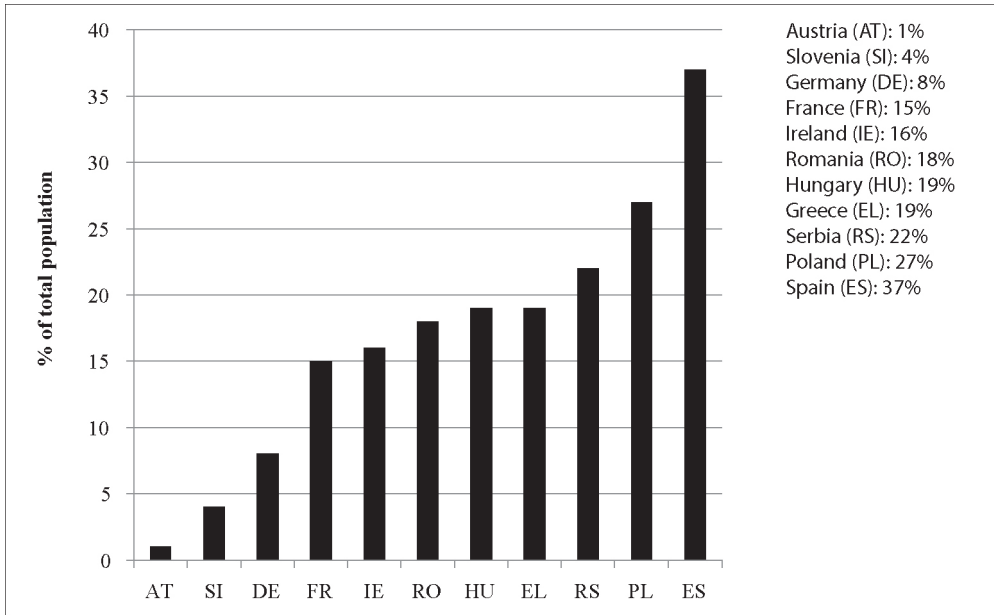
¹ *The studies on an optimal size of a city in Japan show that it would have a population of 18 million (Zheng, 2007).*

² *At a global level, the population of medium-sized cities ranges between 20,000 and two million (Medium-sized towns and world urbanisation, 2000).*

³ *Rondinelli suggests that medium-sized cities worldwide should include those with a population between 100,000 and a million (Rondinelli, 1983).*

⁴ *The population concentration in medium-sized cities primarily depends on the way in which this category of settlements is defined. If it is defined so as to include a wide range of population sizes, as it is the case in Greece (between 20,000 and 250,000), the population concentration will be large; on the contrary, if it is defined so as to include only a narrow range of population sizes, like e.g. in Austria, where the range covers populations between 45,000 and 50,000, the concentration is small.*

the political situation, the functional situation of territorial entities and geophysical factors.



Graph 1: The percentage of medium-sized cities' population in the total national population of selected European countries.

Within the scope of the ESPON Project 1.1.1. (2004), all countries have been classified according to the level of polycentricity. Slovenia is one of the countries where the value of this parameter is the highest. The settlement network of *Slovenia* is rather dispersed. A bit more than two million people live in about 6,000 settlements; less than one hundred of them have a population greater than 2,000. About 150 rural centres have between 500 and 2000 inhabitants and they have a crucial importance as local centres of services and employment. A half of the total number of settlements has less than 100 inhabitants. Compared to other countries of the European Union, Slovenia's urbanization level is rather low – it is not higher than 50.8% (the urban population is 998,000). Namely, though Slovenia's urban system comprises 80 cities, no more than seven have more than 20,000 inhabitants. The two largest cities in Slovenia: Ljubljana, which is the only large city according to these criteria, and Maribor, have together 352,720 inhabitants. This makes 40% of the urban population and 18% of the total national population. Cities with a population between 30,000 and 90,000 are considered medium-sized and there are no more than two such cities in Slovenia: Kranj and Celje (ESPON Project 1.4.1., 2005). They are located in different parts of the country, making its structure fairly balanced. Less than 4% of the total national population are located there. The percentage of those living in settlements with a population smaller than 30,000 is by far the highest, regardless the fact that the rather high percentage of population concentration in the capital makes the country's settlement network (which is by far the smallest among the analyzed countries in terms of the population) dispersed, i.e. highly polycentric.

In the paper “Small and Medium-Size Towns as the Basis of Polycentric Urban Development” (Zavodnik Lamovšek et al., 2008) the authors have identified medium-sized cities in the territory of Slovenia among 17 settlements with more than 10,000 inhabitants. The methodology devised for the identification of

medium-sized cities implies an analysis of urban entities based on 12 criteria divided into three categories:

- Formal Criteria: Number of inhabitants and Migration of inhabitants 2003–2005;
- Physiognomic/Morphological Criteria: Number of dwellings per building;
- Functional Criteria: Number of inhabitants per workplace; Share of active daily commuters to the town area; General hospital; Regional agencies and associations; Public cultural infrastructure of regional importance (cinema, museum); Institutions of higher education; Circuit court; Share of inhabitants employed in services; Share of inhabitants with higher and university education.

Having defined the average values for all of the mentioned indicators, urban settlements with six and more values above the average were selected. As opposed to the results in the ESPON Project (ESPON Project 1.4.1., 2005), these results indicate that there are ten medium-sized cities in the network of urban settlements in Slovenia.

The official statistics in Serbia do not categorize urban settlements as small, medium and large. In previous studies, the concept of medium-sized cities included urban settlements whose demographic size was between 20,000 and 100,000 inhabitants. Therefore, we may conditionally adopt the classification into large cities, with a population above 100,000 (Belgrade, Kragujevac, Niš and Novi Sad⁵), and medium-sized cities, including those with a population between 20,000 and 100,000 (there are 37 such cities: 24 in Central Serbia and 13 in Vojvodina). Apart from almost 15% of the national population concentrated in the capital, 6.82% of the population live in three large cities, while medium-sized cities are a permanent residence place for 21.73% of Serbia's total population⁶.

3 MULTIPLE-CRITERIA EVALUATION – AN APPLIED METHOD FOR DEFINING MEDIUM-SIZED CITIES IN CENTRAL SERBIA

Having in mind the complexity of the problems associated with the identification of medium-sized cities within the set of urban settlements, we believe that the method of multiple-criteria evaluation of the fundamental characteristics of urban settlements is the most appropriate for this purpose. The effectiveness and vitality of the method depends on the relevance of the selected, crucial evaluation criteria to the purpose of the analysis. What is also particularly important is the eligibility of indicators, which should be selected so as to represent the actual situation, i.e. to highlight possible deviations in individual cases (Figuera et al., 2005). The next step is to define parameters for each indicator, which is again a subjective procedure having in mind that it at least partially depends on the obtained results.

Based on the current body of knowledge on medium-sized cities, as well as the insight into the methods used in the identification of medium-sized cities in Slovenia, methods have been selected and a model for the determination of medium-sized cities (their identification in the territory of Central Serbia) has been established. The reasons to limit the area of the study to one of the three administrative macro-units in Serbia – namely *Central Serbia* – are the following: (1) physically geographic, historical, socio-economic and other factors have had diverse influences on the formation of a network of

⁵ *Priština has been excluded from the analysis due to the lack of data about the population of Kosovo and Metohija since 1981. For the same reason, the analyses related to Serbia as a whole were carried out not taking into consideration this autonomous region.*

⁶ *Along with the method used for defining medium-sized cities in the ESPON Project, there is a method similar to establishing the lower population threshold for medium-sized cities in Serbia: e.g. in France, cities with a population of 20,000 are considered medium-sized; however, the upper threshold is 200,000 inhabitants (Puissant and Lacour, 2011).*

urban centres and their gravity zones in the territory of Vojvodina, Central Serbia and Kosovo and Metohija; (2) the decades-long administrative division of the territory of the Republic of Serbia into three macro-units has further deepened differences in the development of cities and has fostered an uneven regional development; (3) the characteristics of the settlements within the network in Central Serbia are hardly comparable to their counterparts in Vojvodina; (4) as far as Kosovo and Metohija are concerned, the limitations are primarily due to inconsistencies in the statistical information basis since 1981 until the present day.

The set of urban settlements that will serve as the basis for the identification of medium-sized cities in the territory of Central Serbia includes 34 settlements with more than 15,000 inhabitants according to the 2011 Census (see Figure 1). Having been well acquainted with the situation within the settlement network and taking into consideration the presented opinions regarding the lowest population threshold for medium-sized cities (20,000), we deem that demographically weaker settlements (with less than 15,000 inhabitants) must be *a priori* excluded from the group of medium-sized cities. In our opinion, settlements with a population between 15,000 and 20,000 should be taken into consideration because the administrative boundaries of inhabited places in Serbia are not adequately defined due to the territorial amalgamation and physiognomic coalescence of nearby settlements with an urban centre. Although they are integrated into the urban centre's settlement matrix, these units do not lose the status of independent settlements. This could potentially result in the underassessment of the urban centre's role within a settlement network.

Furthermore, we deem it unmistakably apparent that, along with Belgrade, the group of large cities in the settlement network of Central Serbia also includes Niš and Kragujevac. These are the only two cities which each have a population two- or three-fold larger than that of the largest among other urban settlements – Čačak with 73,217 inhabitants. This opinion is further supported by the status of these cities that has repeatedly been confirmed in national scholarly studies and in practice: in the Spatial Plan of the Republic of Serbia adopted in 1996, these cities were recognized as macro-regional centres⁷; in the 2010–2014–2021 Spatial Plan of the Republic Serbia (2010), Niš is defined as the centre of a functional urban area of transnational importance, while Kragujevac is identified as a centre of a functional urban area of national importance (see Figure 1). The analyses of their characteristics have been presented in several studies (e.g., Živanović, 2006, 2007; Smiljanić, 2003). Studies related to the group of medium-sized cities in Serbia are scarce. Much more commonly, issues related to this type of cities are analyzed in studies primarily focused on other topics⁸.

Although the demographic size of a settlement bears important implications on the overall level of development, if used as an independent criterion, it is not sufficient for determining medium-sized cities. Accordingly, we believe that in order to establish a rational classification it is necessary to take into consideration other demographic, economic, social, functional, infrastructural and other criteria⁹,

⁷ According to this document, Užice has also been assigned the status of a macro-regional centre. However, having in mind that its population is only 54,717, it will not be *a priori* included in the group of large cities. The geographic and traffic position of Užice, i.e. its position within the national urban system and particularly in the specific settlement network of western Serbia have had a crucial role in defining it as a macro-regional centre.

⁸ Nevertheless, not even the group of settlements thereby defined as medium-sized cities were subject to separate analysis but were at best part of research related to the entire settlement network (e.g. Veljković et al., 1995; Vujošević, 1989). The most recent study dealing with this topic, authored by Spasić et al. (2007), is related to two categories of urban entities: small and medium-sized cities, which are defined *a priori*, solely based on the population size.

⁹ The fact that different countries use different criteria for the identification of medium-sized cities shows that there are numerous factors that can be relevant, i.e. it shows that the problem is very complex. However, there is a general agreement that the following basic indicators should be available for each

whose combination will contribute to the validity of conclusions.

Along with the population, the following criteria whose relevance we deem indisputable have been taken into consideration when defining medium-sized cities in the territory of Central Serbia:

- population growth rate,
- the share of newcomers in the overall population,
- daily commuting,
- the urbanization degree of the municipal territory,
- the share of the employed in the economically active population,
- income in the secondary and tertiary/quaternary sectors,
- the education structure of the population,
- the density of the traffic network,
- the status of urban settlements in planning documents,
- the administrative status of urban settlements,
- the minimal centrality degree of a settlement and
- the position of a settlement in the network of centres and within the national territory.

Settlements with parameters values above average in more than a half of the analysed parameters (according to the classification in planning and legal documents, settlements considered better than average have been assigned the status of a city) are identified as medium-sized cities.

Having in mind the character and intensity of development trends in Serbia in the period after World War II, the analysis of the growth rate covers the thirty-year period between 1971 and 2002. The criteria related to the **growth rate** raise the following dilemmas: (1) in the cities that have reached a certain demographic size, growth rates are often lower than those in demographically small cities; (2) the population growth in a city is not a positive trend unless it is accompanied by an overall qualitative development; (3) lower growth rates may be typical of urban settlements, particularly those characterized by narrow specialization, i.e. monostructural economy.

Population **migrations** are a reaction to particular socio-economic living conditions in various parts of the observed territory. Strong immigration centres are considered important in determining development lines and processes within the region. Accordingly, they are considered suitable candidates for the status of medium-sized cities. The analysis of the ratio between the indigenous and immigrant population is a relevant indicator of the centripetal force by which a city concentrates population in the immediate and wider surrounding area. It shows the average share of immigrants in the total population of a settlement.

Along with permanent migrations, daily commuting has also been included in the analysis. The percentage of workers, schoolchildren and students who make daily trips to and from the observed settlement (commuters) in the total active population is a clear indicator of the settlement's importance for the surrounding area. Divergent commuting in urban settlements is an indicator of the degree of self-sufficiency in terms of meeting the needs for jobs, as well as for acquiring higher levels of education.

The functional significance of an **urban settlement** largely depends on its demographic size. This further

medium-sized city: administrative status, demographic size, overall employment rate and employment rates within individual sectors, the unemployment rate and the available public services (ESPON Project 1.4.1., 2005).

highlights the importance of the urbanization degree of the municipal territory, i.e. the degree of population concentration in the municipal centre.

The size of the contingent of the **employed**¹⁰, as the most important segment of the economically active population and an important social category, clearly reflects the economic situation, as well as the situation in non-economic activities in the observed urban settlement.

The population's income, as an important economic criterion, is represented namely by the national income per capita. For the purpose of defining the set of medium-sized cities in the territory of Central Serbia, the income has been analysed within separate economic sectors – secondary and tertiary/quaternary. However, certain dilemmas have remained:

- for the first thing, due to the economic collapse that affected Serbia at the end of the previous century, which is primarily reflected in the decline of large industrial companies, the category of “fictitious employees” is observed; they are not considered unemployed, though they have no income. Consequently, a comparison of the percentages of the employed in the secondary sector based on official statistics yields a slightly distorted idea of the actual situation.
- secondly, though it is usually assumed that a structure of economic activities dominated by the tertiary/quaternary sector is an indicator of keeping up with processes in developed countries due to technological and information revolution (which puts end to the domination of massive industrial production), we cannot neglect the fact that in the Serbian context, an insufficiently diversified economic structure (due to the decline of the secondary sector) is the main reason for the relative employment growth in the tertiary/quaternary sector. Furthermore, the quality of services is far below the level typical for objectively highly developed urban settlements.
- thirdly, the income data are provided at the municipal level; this implies that the income from the primary sector (agriculture) is achieved in rural areas, i.e. outside the municipal centre. Accordingly, for the purpose of this analysis, only the income from the secondary and tertiary/quaternary sectors will be taken into consideration, in line with the assumption that it is mostly achieved in the municipal centre, i.e. in an urban settlement.

The analysis of European documents related to this topic shows that investment in research and development and the number of employees in these sectors (R&D) are frequently studied parameters. However, due to the scope of available data, we have been limited in the selection of criteria for determining the population's **education structure**. We could only establish the share of college- and university-educated people in the total population older than 15.

The criteria related to **infrastructure** are certainly essential when defining medium-sized cities, as the availability or accessibility of an urban settlement is considered to be the principal factor that determines the intensity of the utilization of its development potential. In this case, the selection of criteria has been significantly limited by available data. The density of the traffic network within a municipality is indicative for the analysis of traffic links among inhabited places and particularly between the municipal centre and minor settlements.

Along with demographic, economic, social and other criteria whose relevance is considered indisputable, we

¹⁰ Although the official statistics of the Republic of Serbia do not record the employed population on the level of individual settlements, these data are provided on the municipal level.

believe that the evaluation of the observed set of urban settlements with the aim of defining medium-sized cities in the territory of Central Serbia must also take into account solutions presented in the most important legal (planning) documents, the administrative status of urban settlements, the minimal centrality degree of a settlement and the position of a settlement in the network of centres and within the national territory.

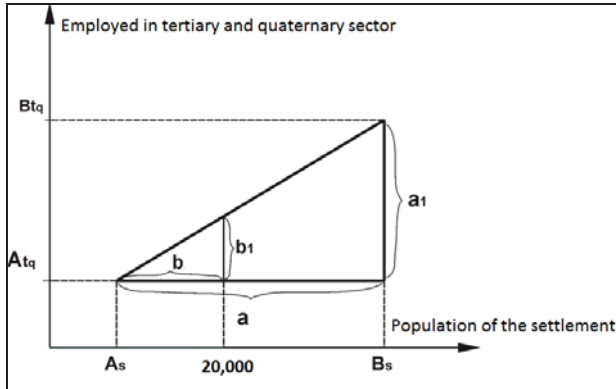
Among the analysed cities, 15 have the status of an administrative district centre according to the **Law on the State Administration (2005)**. In a way, this is an advantage and a relevant predisposition for development. The administrative role of a district suggests that a more efficient affirmation of regional centres could take place. Although they are rather far from the role fulfilled by regional centres in Western European countries with a well-developed regional level, the role of a district centre implies some importance and certain responsibilities in the areas of administration, health insurance, judiciary, education, etc.

According to the **Law on the Territorial Organization of the Republic of Serbia (2007)**, the city is defined as a territorial unit which is an economic, administrative, geographic and cultural centre of a wider area and has a population above 100,000. According to the Law, 24 urban settlements in Serbia have the status of a city. Among the 34 analyzed settlements in the territory of Central Serbia, 14 have the status of a city.

The **Spatial Plan of the Republic of Serbia (2010)** offers solutions related to Functional Urban Areas (FUA)¹¹. In 2009, Central Serbia had a single centre falling into the category of European MEGA territorial units: Belgrade belongs to the MEGA 4 (potentially MEGA 3) category. There was a single centre of transnational importance (FUA with a population above 250,000) – Niš. There were also eleven centres of national importance (FUA with populations between 100,000 and 250,000) and five centres of regional importance (FUA with less than 100,000 inhabitants). For the purpose of this analysis, all settlements that are defined at least as centres of regional importance in the mentioned document have been considered relevant development centres qualifying for the inclusion among medium-sized cities.

In the attempt to identify medium-sized cities one should not neglect the **functional criterion**. Some studies by authors from other countries postulate the functional importance, i.e. the **centrality or the importance of an urban settlement within a network**, as an essential criterion in the defining of medium-sized cities (ESPON 1.4.1 Programme, 2005). The centrality of a settlement is defined based on the share of the tertiary/quaternary sector in the structure of economic activities of its population. Such a decision is justified by the scope of the tertiary/quaternary sector, which encompasses all relevant functions of an urban settlement. Our points of departure have been the demographic size, as the most commonly used criterion in defining medium-sized cities, and the minimum population of 20,000, as the most common parameter. We have further tried to determine the minimum number of employees in the tertiary/quaternary sector. A group of cities whose demographic size is between 15,000 and 25,000 for Central Serbia have been taken into consideration. The following parameters have been defined: **A** is the average population, i.e. the average number of employees in the tertiary/quaternary sector for cities with a population between 20,000 and 25,000; **B** is the average population, i.e. the average number of employees in the tertiary/quaternary sector for cities with a population between 15,000 and 20,000; and **C** is the minimum number of employees in the tertiary/quaternary sector for a city with a population of 20,000 qualifying for the inclusion among medium-sized cities (Graph 2).

¹¹ *A Functional Urban Area includes a city of a certain size and its surroundings which has reached under its influence certain homogeneity of socio-economic transformation. A city with its functional region may have transnational importance ranking as MEGA 1–4 (Metropolitan European Growth Area) or a Functional Urban Area (FUA) of transnational, national or regional significance.*



Graph 2: The minimum centrality for medium-sized cities on the territory of Central Serbia.

$$\frac{a}{a_1} = \frac{b}{b_1} = \frac{c}{c_1} \tag{1}$$

A_s (average population) = 17,552; A_{tq} (average number of employees in the tertiary/quaternary sector) = 2,481; B_s (average population) = 22,923; B_{tq} (average number of employees in the tertiary/quaternary sector) = 3,723; $a = B_s - A_s = 22,923 - 17,552 = 5,371$; $a_1 = B_{tq} - A_{tq} = 3,723 - 2,481 = 1,242$; $b = 20,000 - A_s = 20,000 - 17,552 = 2,448$; $b_1 = a_1 * b / a = 1,242 * 2,448 / 5,371 = 566$; $C = b_1 + A_{tq} = 566 + 2,481 = 3,047$.

4 RESULTS OF THE MULTIPLE-CRITERIA EVALUATION

The application of the model, using the Thales' theorem, suggests that cities with more than 3,047 people employed in the tertiary/quaternary sector may be categorized as medium-sized. Finally, the obtained results suggest that in the observed set including 34 cities, 26 may be assigned the status of medium-sized cities. By applying the mentioned criteria on the set including 34 urban settlements in Central Serbia we have obtained the following results (Table 1):

- The average number of inhabitants in the 34 analysed urban settlements is 34,687. In the observed set of urban settlements, 15 have an above-average population, while values below the average for the analysed indicator have been observed in 19 settlements.
- The average growth rate in the analysed urban settlements during the observed period was 15.19%; out of 34 settlements, that criterion was met by 15.
- The average share of immigrants in the total population of a settlement, regardless of the time of immigration, is 49.95%. The above-average values of the indicator relating to the share of immigrants in the total population were observed in 18 urban settlements covered by the study.
- Approximately one quarter of the total urban population are employees who make daily trips to the city, i.e. they are **convergent commuters**. Compared to the average, 15 settlements show higher values of the indicator relating to convergent commuting. The average divergent commuting for the analysed set is 6.80%; the more favourable, below-average values of the indicator relating to divergent commuting were observed in 22 settlements.

- In the 34 municipalities covered by the study, an average of 44.67% of the total municipal population lives in the municipal centre. In a half of the analysed urban settlements, an above-average degree of urbanization is observed.
- The size of the contingent of the employed ranges between 59.53% and 82.97%. An above-average share of the employed in the total active population is observed 17 settlements covered by the study; these settlements are therefore assessed as important centres of employment for the surrounding area.
- The average share of income generated in the secondary sector in total income in the 34 analysed municipalities is 44.64%, while the average share of income achieved in the tertiary/quaternary sector amounts to 28.36%. The above-average values of the indicator relating to the share of income generated in the secondary sector is observed in 16 settlements, while those related to the tertiary/quaternary sector are observed in 17 settlements.
- The average density of the traffic network in the areas covered by this analysis is 0.59 km/km². An above-average density of the traffic network is observed in 15 urban settlements.

Table 1: Multiple-criteria evaluation of medium-sized cities in the territory of Central Serbia.

Criteria	Maximum value in 34 urban settlements	Minimum value in 34 urban settlements	Average value in 34 urban settlements	The number of cities that meet the criterion
<i>Population</i>	73,217	13,161	34,687	15
<i>Population growth rate (1971–2011) in %</i>	2.34	0.67	1.52	15
<i>The share of newcomers in the total population in %</i>	64.59	33.02	49.95	18
<i>The share of convergent commuters in the economically active population in</i>	61.70	7.06	25.37	15
<i>The share of divergent commuters in the economically active population in %</i>	15.50	0.79	6.80	22
<i>The urbanization degree of the municipal territory in %</i>	70.56	22.99	44.67	17
<i>The share of the employed in the economically active population¹² in %</i>	82.97	59.53	73.98	23
<i>The share of income in the secondary sector</i>	81.60	15.92	44.64	16
<i>The share of income in the tertiary/quaternary sector</i>	47.53	11.65	28.36	17
<i>The share of college- and university-educated people in the age group above 15</i>	19.02	8.32	13.26	15
<i>The density of the traffic network in km/km²</i>	1.49	0.19	0.59	14
<i>Administrative status of urban settlements</i>	District centre	-	-	15
<i>Law on Territorial Organization of the Republic of Serbia</i>	Status of a city	-	-	14
<i>2010-2014-2021 Spatial Plan of the Republic of Serbia</i>	Centre of a functional urban area	-	-	15
<i>Employed in the tertiary/quaternary sector</i>	-	3,047	-	26

¹² Although the official statistics do not record the employed on the level of individual settlements, for the purpose of this analysis, the number of the employed population was calculated by subtracting the actively employed agricultural population from the total actively employed population.

Based on the results of the analysis of relevant criteria (i.e. indispensable and sufficient for this study), we have come to the conclusion that 19 settlements have values above the average in more than a half of the analysed criteria. Therefore, an overall conclusion has been made that these 19 settlements make the set of medium-sized cities in the territory of Central Serbia. Most of them are cities of national importance according to the Spatial Plan of the Republic of Serbia (Figure 1). The departure of the analysed indicators from average values, expressed in the number of standard deviations, is the smallest in the settlements that fall into the category of medium-sized cities.

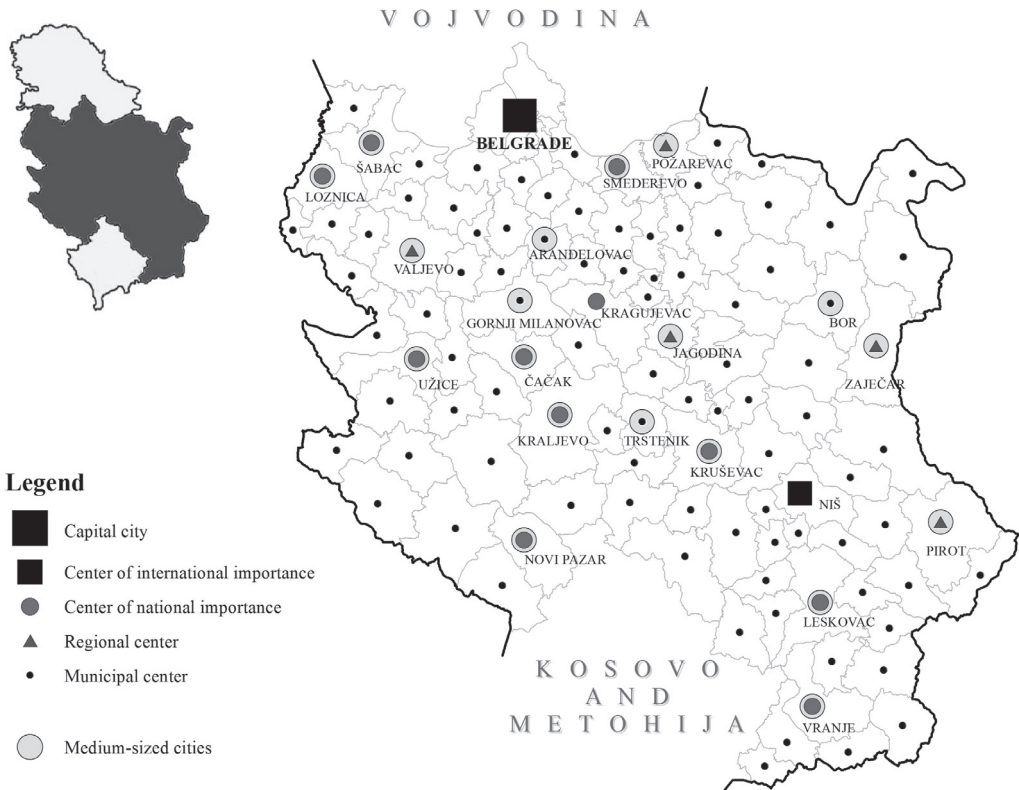


Figure 1: Medium-sized cities on the territory of Central Serbia in comparison to the hierarchy of centres given in Spatial Plan of the Republic of Serbia, 2010-2014-2021 (2010).

The position, as yet another criterion that has variously affected the defining of medium-sized cities, is also noteworthy. The position of cities within the settlement network, i.e. the vicinity of large cities, may have both positive and negative impact on the growth and development of medium-sized cities. For example, seven medium-sized cities in Central Serbia are located at a distance smaller than 50 km from large cities (those with more than 100,000 inhabitants). Furthermore, being a city in border zone was considered a drawback in the Socialist period. With the opening of national markets and the implementation of European policies related to trans-border collaboration, the position of such cities has become an advantage (there are four medium-sized cities in Central Serbia that are located at less than 20 km from the border).

5 CONCLUSION

The reliability of results obtained in the multiple-criteria evaluation (i.e. in an analysis using this method) aimed at identifying medium-sized cities in the territory of Central Serbia depends on various factors. We will point out the following ones: (1) the selection of the model to be used in determining the set of medium-sized cities; (2) the selection of criteria, indicators and parameters.

The selection of criteria is considerably limited by the availability, or rather the lack of data. The analysis of urban settlements in Slovenia covered a series of indicators related to the availability of public service facilities (hospitals, regional agencies and associations, cinemas, museums, higher education institutions, etc.). Under the circumstances, this was not considered relevant for Central Serbia because available data in Serbia are not up to date and they are very often collected using inadequate methods.

The population per job ratio is another indicator that was used in determining the set of medium-sized cities in Slovenia (Zavodnik Lamovšek et al., 2008) but could not be included in the analysis related to Central Serbia. In Serbia, no data about the number of jobs at the level of individual settlements are available.

Along with the mentioned criteria used to determine the set of medium-sized cities in the territory of Slovenia and Central Serbia, there are also a series of other criteria and indicators which are indisputably relevant for this analysis. Although they are very often used in studies carried out in other countries, in Serbia, they are either not monitored at all or this is not done in an integrated manner. These are principally the indicators relating to the development of information and communication technologies (the percentage of population employed in this sector), as well as: city's budget per capita; average price per square meter of construction area; business investment; poverty risk rate; workforce productivity; jobs to working-age population ratio; unemployment of the young (the number of unemployed young people under 25 per 1,000 people between 15 and 25); employment density (number of employed people per km²), etc.

It should also be borne in mind that the defining of medium-sized cities is relative, both in time and space. There are numerous examples showing that an advantageous feature in one city may be a drawback in another, placed in a different territorial or political context. Furthermore, what is currently considered a relevant predisposition for development may turn out to be a limiting factor to development in future (e.g. efficient economic specialization may be an agent of development in a medium-sized city as long as the industry ensuring the subsistence of the city does not collapse; once it collapses, the multistructurality of the city's economy becomes its greatest development problem). Therefore the classification of urban settlements cannot be static. It is liable to changes associated with urbanization and other development processes.

References:

- Brigitte, A. (2006). *Medium-sized Cities in Urban Regions*, European Planning Studies Vol. 14, No. 4, Bonn.
- Capello, R., Nijkamp, P., Pepping, G. (1999). *Sustainable Cities and Energy Policies*; Springer; Berlin, Heidelberg. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09654310500421220>
- De Goei B., Burger M. J., Van Oort F. G. and Kitson M. (2010). Functional polycentrism and urban network development in the Greater South East, United Kingdom: evidence from commuting patterns, 1981–2001. *Regional Studies*, 44(9), 1149–1170. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00343400903365102>
- ESPN Project 1.1.1 Potentials for polycentric development in Europe (2004). DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02697450500414728>

- ESPON Project 1.4.1 The Role of Small and Medium-Sized Towns (2005).
- European Spatial Development Perspectives – towards Balanced and Sustainable, Development of the Territory of the EU (1999). Luxembourg: European Commission.
- Figuera, J., Greco, S., Ehr Gott, M. (2005). Multiple criteria decision analysis. Springer for Local and regional studies – NUI Maynooth and Brady Shipman Martin.
- Friedmann, J. (1972). A general Theory of polarised development. Hansen.
- Gábor, N. (2001). Knowledge-based Development: Opportunities for Medium-sized Cities in Nungary, Centre for Regional Studies, Békéscsaba Hungary.
- Guiding Principles for Sustainable Spatial Development of the European Continent (2007). CEMAT.
- Law on the State Administration (2005). (Zakon o državnoj upravi). Službeni glasnik 79-05. Belgrade.
- Law on the Territorial Organization of the Republic of Serbia (2007). (Zakon o teritorijalnoj organizaciji Republike Srbije). Službeni glasnik 129/07. Belgrade.
- Myrdal, G. M. (1957). Economic Theory and Under-developed Regions. London: Gerald Duckworth.
- National Spatial Strategy, The Irish Urban System and its Dynamics (2000). Department of the Environment and Local Government.
- Perroux, F. (2005). Note sur la notion de pole de croissance. Economic appliquee, 1-2.
- Puissant S., Lacour C. (2011). Mid-sized French cities and their niche competitiveness. Cities 28, 433–443. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2011.05.008>
- Smiljanić, Z. (2003). Funkcionalno prožimanje regiona velikih gradova Srbije na primeru: Beograda, Novog Sada i Kragujevca, Zbornik radova: O prioritetima prostornog razvoja Srbije, Belgrade.
- Spasić, N., Petrić J., Filipović, M. (2007). Small and Medium Towns of Central Serbia - Standpoints and Assumptions on Development Perspectives. Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia, Belgrade.
- Spatial Plan of the Republic of Serbia (1996). (Prostorni plan Republike Srbije) Beograd, Službeni glasnik RS, 1.
- Spatial Plan of the Republic of Serbia (2010) (Prostorni plan Republike Srbije 2010-2014-2021, nact). Beograd: Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Republička agencija za prostorno planiranje.
- Spatial planning and sustainable development policy in France (2006). Direction générale de la coopération internationale et du développement, Ministère des affaires étrangères.
- Territorial Agenda of the European Union – Towards a More Competitive and Sustainable Europe of Diverse Regions, Agreed on the occasion of the Informal Ministerial Meeting on Urban Development and Territorial Cohesion (2007). Leipzig.
- The Asian conference on population and development in medium-sized cities (1987). <http://www.auick.org/database/conf/conf1987/09/001.html>, accessed: 15. 11. 2014.
- Uzelac, A.M. (1999). Srednji gradovi, mit ili stvarnost? Društvena istraživanja, 1(39), 3-20.
- Veljković, A., Jovanović, B. R., Tošić, B. (1995). Gradovi Srbije-centri razvoja u mreži naselja; SANU i Geografski institut "Jovan Cvijić", Belgrade.
- Vey, J. S., Forman, B. (2002). Demographic Change in Medium-Sized Cities, Center on Urban & Metropolitan Policy In Collaboration with The National League of Cities, Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy.
- Vujošević, V. (1989). Sistem gradova i regionalni razvoj Srbije; JUGINUS, Belgrade.
- Xiao-Ping, Zheng. (2007). Measurement of Optimal City Sizes in Japan: A Surplus Function Approach, Urban Studies, 44(5/6), 939–951. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00420980701318961>
- Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T. (2008). Small and medium-size towns as the basis of polycentric urban development. Geodetski vestnik, 52(2), 290–312.
- Živanović, Z. (2006). Makroregionalni centri Srbije – demografske karakteristike, Zbornik radova: Prvi kongres srpskih geografa, knjiga 2, Belgrade.
- Živanović, Z. (2007). Makroregionalni centri Srbije kao odredišta migracionih kretanja stanovništva, Demografija knjiga 4, Međunarodni časopis za demografska i ostala društvena istraživanja, Belgrade.
- Živanović, Z. (2012). Uloga gradova srednje veličine u ravnomernom regionalnom razvoju Centralne Srbije; Doktorska disertacija, Geografski fakultet, Belgrade.

Živanović Z., Tošić B., Krevs M. (2015). Multiple-criteria analysis as a method for defining medium-sized cities: the example of central Serbia. Geodetski vestnik, 59 (1): 102–115. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.102-115

Assist. Prof. Zora Živanović, Ph.D.
University of Belgrade, Faculty of Geography
Studentski trg 3/III, SRB-11000 Belgrade, Serbia
e-mail: zoraz17@yahoo.com

Prof. Branka Tošić, Ph.D.
University of Belgrade, Faculty of Geography
Studentski trg 3/III, SRB-11000 Belgrade, Serbia
e-mail: brankat@ikomline.net; branka.tosic12@gmail.com

Assist. Prof. Marko Krevs, Ph.D.
University of Ljubljana, Faculty of Arts
Aškerčeva cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: marko.krevs@ff.uni-lj.si

MODELIRANJE ODZIVA STEBRA MOSTA NA POSKUSNO OBREMNITEV Z UPORABO METODE PODPROSTORA

MODELLING BEHAVIOUR OF BRIDGE PYLON FOR TEST LOAD USING SUBSPACE METHOD

Branko Milovanović, Stevan Marošan, Marko Pejić, Milutin Pejović

UDK: 528.4:624.21

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 4.12.2013

Sprejeto: 2.2.2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.116-134

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 4.12.2013

Accepted: 2.2.2015

IZVLEČEK

V delu je prikazan postopek analize in modeliranja vedenja konstrukcije z metodo podprostora, ki se uporablja pri identifikaciji sistema. Metoda v geodetski praksi ni pogosta. Z njo se ocenjujejo parametri dinamičnega modela prostora stanja. Za oblikovanje dinamičnega modela sistema je bil uporabljen model napake popravkov. Prav tako je dokazano, da se dva stebra istega mostu vedeta različno zaradi položaja sonca. Celoten postopek identifikacije sistema je prikazan z modeliranjem vedenja stebra mosta Sloboda na Donavi v Novem Sadu. Merjenja so bila izvedena med poskusno obremenitvijo mostu septembra 2005. Vhodni signali, ki so bili analizirani, so dolgodobni signali: sila v kablkih stebra in temperatura. Izhodni signali so premikanje vrha stebra. Zabevva strokovnjaka gradbene stroke je bila, da se odkrijejo vsi premiki, večji od 10 milimetrov. Položaj vrha stebra je bil določen s statično GNSS-metodo, opazovanja pa so trajala 25 minut na epoho.

ABSTRACT

This paper presents the procedure of structure behaviour analysis and modelling applying the subspace method, which has been used in system identification but not in geodetic practice. This method enables the state space dynamic model parameters to be estimated. The equation error model has been used to form the dynamic system model. In addition, two pylons of the same bridge have been demonstrated to behave differently due to the position of the Sun. The entire system identification procedure has been demonstrated in modelling behaviour of the "Sloboda" bridge over the Danube pylon in direction of Novi Sad. The measurements were compiled during the bridge test load conducted in September 2005. The input signals subject to the analysis are the long-periodic signals: namely, the force in pylon cables and temperature. The output signals are pylon top displacements. The civil engineering experts' requirements called for identification of all displacements exceeding 10 mm. The pylon top position was determined by static GPS along with the 25-minute measurements per epoch.

KLJUČNE BESEDE

identifikacija dinamičnega sistema, metoda podprostora, prostor stanja, stebel

KEY WORDS

dynamic systems identification, subspace method, state space, pylon

1 INTRODUCTION

Deformation analysis carried out at the beginning of the 1970s dealt with the geometrical interpretation of deformation (model congruence). Some of the methods used are: Hannover (Ambrožič, 2001; Mihailović and Aleksić, 1994), Fredericton (Vrečko and Ambrožič, 2013), Karlsruhe (Ambrožič, 2004; Mihailović and Aleksić, 1994), Delft (Marjetič et al., 2012; Mihailović and Aleksić, 1994).

As of the beginning of the 1990s, geodetic experts began dealing with the physical interpretation of deformation structures and soil. The physical interpretation of the structures' deformation processes established the mathematical relation between the input and output signals. Mathematical relation can be established based on natural laws of the continuum mechanics or by means of system identification. The surveyors have been more familiar with the system identification given that the dynamic process is modelled on the basis of measurements. To successfully model the process applying the system identification, the following questions need to be answered first:

- Is there a cross-correlation between input and output signals (Pelzer, 1978),
- Is there an autocorrelation between deformations for different epochs (autocorrelation within the time series) (Pelzer, 1978),
- Is there a trend or a seasonal effect (Pelzer, 1978),
- Which type and order of the model to adopt based on the answers to the previous questions? The model can be presented in the form of transfer function or the state-space model (Milovanović, 2012),
- Which model validation procedure should be applied? Simulation and prediction of the system behaviour based on the adopted model represent mandatory procedures of model validation (Milovanović, 2012).

The first paper in the field of geodetic deformation analysis where deformations were observed as result of a process interpreting was published by Pelzer (Pelzer, 1978). In mid-1990s the International Federation of Surveyors formed an Ad-Hoc Committee of Working Group 6.1 to define models and terminology for the analysis of geodetic monitoring observations (Modeling and Terminology for the Analysis of Geodetic Monitoring Observations, 2002). Up until that period the surveyors have been working intensively on the dynamic models of the deformation processes. Most commonly used was the state-space model (Kalman filter) (Eichhorn, 2006; Kuhlmann, 2003; Mastelić-Ivić and Kahmen, 2001). In papers published by Chatzi and Smyth (2009), and Gulal (2013), the state-space model based on the natural laws has been used, i.e. the so-called "white-box", where the system structure and model parameters' values are already known.

However, the theoretical presumptions and the structure behavior model defined by the designers are yet to be verified in practice. The verification can be carried out solely on the basis of the measurements performed and system modeling without adopting the presumptions. This paper aims to demonstrate the modeling procedure based only on measurements using the subspace method, which has not been used in geodetic practice to date. Moreover, it shows how the system structure can be defined on the basis of a graphic presentation of the input and output signals. Instead of solving the system of differential equations, the more numerically stable system of integral equations has been used.

The modeling procedure applying the subspace method was illustrated in the example of modeling the behavior of the pylon of the “Sloboda” bridge on the Novi Sad river bank. Measurements were conducted during the bridge test load carried out by the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, on 17 September 2005. The model structure was defined based on the visual and static analysis. The “grey box” modelling procedure was applied to obtain the state-space model of the pylon behaviour. This modelling procedure implies that model structure is known while the model parameters’ values are unknown. The system was modelled by a first order differential equation with constant coefficients. The input signals are forces in the cables anchored at 36 m, 46 m, and 56 m respectively, and temperature. The force was induced to the cables by placing the trucks with known loads. The value of the force occurring in the cable due to the load has been computed applying the finite element method. Temperature was measured only at the bottom of the pylon. The output signals are pylon top coordinates. The pylon top coordinates have been determined in the coordinate system defined by the longitudinal axis of the bridge (Y-axis), while X-axis is vertical to the Y-axis in the Danube flow direction. Displacements along the Y-axis are caused by the force in the cables, while displacements along the X-axis are caused by temperature changes. The analysis of the input signals’ effect on the displacement has been carried out in the time domain (autocorrelation and cross-correlation). The estimation of the parameters has been conducted using the least squares method.

2 SYSTEM IDENTIFICATION

The system identification includes the following procedures:

- Designing the experiment – defining the input signals analysed for their effect on the output signal, methods and periods of data collection;
- Data analysis – visual analysis of time series, data detrending and the analysis in time and frequency domains;
- Selecting the model type – transfer function or state-space model;
- Determining the model order;
- Estimating the model parameters;
- Model validation.

The paper addresses the following: the complex signal forms analysed in the experiment, the state-space model error equations, continuous system discretization and the discrete system movements through the state space.

2.1 Complex form of signals

To successfully perform data analysis and draw conclusions on the system order one must be familiar with the complex signal form. This subchapter further elaborates on the complex form of the measured input (temperature and force in the cables) and output signals occurring during the bridge test load.

a) Step function

Step function is most commonly used for the analysis of dynamic systems, given that the system response (output signal) is fully described by this function. In testing of structures against the test load the input

signal takes the form of this function. The graph of the step function corresponding to amplitude b with the break at the point $t = 0$ has been shown in Figure 1, with its analytical expression being

$$f(t) = bh(t), \tag{1}$$

where $h(t)$ is unit step (Heaviside) function

$$h(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases} \tag{2}$$

The complex form of the step function of a continuous system is obtained applying the Laplace transformation:

$$F(s) = \int_0^\infty bh(t)e^{-st} dt = -\frac{b}{s}e^{-st} \Big|_0^\infty = \frac{b}{s}. \tag{3}$$

In the discrete time system $t \geq 0$ there is a set of signals with amplitude b , and thus Z transformation is

$$G(z) = \sum_{t=0}^\infty bz^{-t} = \frac{b}{1-z^{-1}} = \frac{bz}{z-1}. \tag{4}$$

b) Slope function

The slope function $f(t) = ath(t)$ shown in Figure 2 graph describes linear changes. This function, for example, describes the temperature changes during the day and the water pressure fluctuations in the reservoir. The complex function form in the continuous system is obtained applying the Laplace transformation:

$$F(s) = \mathcal{L}[ath(t)] = \int_0^\infty ate^{-st} dt = \frac{a}{s^2}, \tag{5}$$

whereas the complex form in the discrete system is obtained applying the Z transformation :

$$G(z) = \mathcal{Z}[ath(t)] = \frac{aTz}{(z-1)^2}. \tag{6}$$

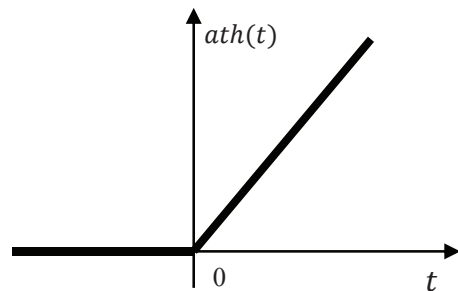
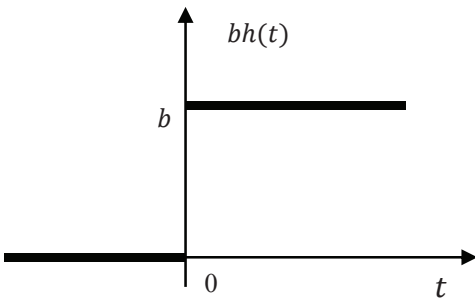


Figure 1: Step function for $t = 0$ and amplitude b (Stojić, 1999).

Figure2: Slope function (Stojić, 1999).

2.2 System identification using equation error model structure

Differential equations of the corresponding order are used to describe all processes. The majority of processes are described by the differential equations of first or second order with constant coefficients. The processes occurring in the structures and in the surrounding ground are commonly described by differential equations of first or second order. The procedure of system identification using the equation error has been explained in the example of the dynamic system with a single input and output signal, since such a dynamic system has been applied in the example concerned. The equation error model presupposes that the differential equation order is known. The differential equation order is determined based on the system response.

Generally, the differential equation is of the n -th order (the highest order of the output signal derivative $c(t)$) and includes the r -th derivative of the input signal $u(t)$ on the right side of the equation (7). The order of the input signal derivative r must be $r \leq n$, so that the system state variables could be selected. This paper explores the example of the first order differential equation where the right side of the formula (7) excludes the input signal derivatives. Differential equation used in the example takes the following form:

$$a_1 \dot{c}(t) + a_0 c(t) = u(t), \tag{7}$$

Parameters a_1 and a_0 are unknown and they form a vector of unknown parameters $\mathbf{q} = [a_1 \ a_0]^T$. The estimated values of the parameters a_1 and a_0 are \hat{a}_1 and \hat{a}_0 . Substituting the true parameters' values with the estimated values in the equation (7) results in the equation error $e(t)$.

$$\hat{a}_1 \dot{c}(t) + \hat{a}_0 c(t) - u(t) = e(t), \tag{8}$$

In this case $n = 1$ and $r = 0$. Given that the numerical integration is more stable than numerical differentiation, the equation (7) will be integrated one time because $n = 1$,

$$a_1 c(t) + a_0 \int_{t=0}^p c(t) dt = \int_{t=0}^p u(t) dt, \tag{9}$$

where p - is the number of measurement epochs. Numerical value of the integrals is obtained applying the Newton–Cotes quadrature rules

$$\int_{x_0}^{x_1} f(x) dx = \frac{h}{2} (|f_0| + |f_1|), \tag{10}$$

where:

$$h = \frac{1}{p} \text{ - step,}$$

f_0 and f_1 - value of the function at points x_0 and x_1 .

Let us denote that $c_1(t)$ and $u_1(t)$ the integrals of $c(t)$ and $u(t)$. $c(t)$ and $u(t)$ are the values of the measured output and input signals in the discrete moments t . The system of integral equations is then:

$$\begin{bmatrix} c(t_1) & c_1(t_1) \\ c(t_2) & c_1(t_2) \\ \vdots & \vdots \\ c(t_2) & c_1(t_2) \end{bmatrix} \mathbf{q} = \begin{bmatrix} u_1(t_1) \\ u_1(t_2) \\ \dots \\ u_1(t_{20}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1(t_1) \\ e_1(t_2) \\ \dots \\ e_1(t_{20}) \end{bmatrix}. \tag{11}$$

Estimation of the unknown parameters \mathbf{q} is obtained applying the least squares method. The system is described by the first order differential equation without having to select the system variable states. Differential equation (7) describes a continuous system. The equation of the stationary continuous system in the matrix form is:

$$\dot{\mathbf{c}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{c}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t) \tag{12}$$

where:

$\mathbf{A}_{n \times n}$ is dynamic coefficient matrix of the system of first order differential equations,

$\mathbf{B}_{n \times m}$ is input coupling matrix,

m is a number of input signals.

Measurements are discrete and the continuous system (12) must be discretized. In discrete systems we are interested in the state of the system at the moment of sampling $t = 0, T, 2T, \dots$. When the equation (12) is integrated in the interval $kT \leq t < (k + 1)T$ and following integration t is substituted by $(k + 1)T$ the discrete system equation in a matrix form is obtained:

$$\mathbf{c}[(k + 1)T] = \mathbf{E}(T)\mathbf{c}(kT) + \mathbf{F}(T)\mathbf{u}(kT), \tag{13}$$

$$\mathbf{E}(T) = \mathbf{\Phi}[(k + 1)T - kT] = \mathbf{\Phi}(T) = e^{\mathbf{A}T}, \tag{14}$$

$$\mathbf{F}(T) = \int_{kT}^{(k+1)T} \mathbf{\Phi}[(k + 1)T - \tau] \mathbf{B}d\tau = (e^{\mathbf{A}T} - \mathbf{I})\mathbf{A}^{-1}\mathbf{B}, \tag{15}$$

where:

$\mathbf{E}(T)$ - are matrix coefficients of the discrete model system parameters,

$\mathbf{F}(T)$ - are matrix coefficients of the discrete model input signals,

$\mathbf{\Phi}(T)$ - is fundamental matrix of system,

T - is the sampling period.

2.3 Subspace method and validation criteria

The state-space model consists of two systems of equations: state-space and system output. The state-space equation is similar to the equation (13) in the matrix form. The system output equation establishes the link between the state-space parameters and outputs.

The state-space model is shown in the following system of matrix equations:

- the matrix equation of state of the discrete system

$$\mathbf{x}[(k + 1)T] = \mathbf{E}\mathbf{x}(kT) + \mathbf{F}\mathbf{u}(kT) + \mathbf{w}(kT), \tag{16}$$

where:

$\mathbf{x}(kT)$ - is vector of system parameters at the moment kT ,

$\mathbf{w}(kT)$ - is vector of white noise at the moment kT (presumably not correlated)

- the matrix equation of the system output is

$$\mathbf{y}(kT) = \mathbf{D}\mathbf{x}(kT) + \mathbf{v}(kT), \tag{17}$$

where:

\mathbf{D} - is matrix of observation equations,

$\mathbf{v}(kT)$ - is vector of sensor errors (presumably not correlated).

The basic assumptions for the subspace method identification techniques are that:

- the input signal vector is known - the time series $\mathbf{v}(kT), k = 1, \dots, N$,
- the output signal vector is known – the time series $\mathbf{y}(kT), k = 1, \dots, N$,
- the system parameters' vector is known (estimated) $\hat{\mathbf{x}}(kT), k = 1, \dots, N$.

If these assumptions are met a linear regression state-space model can be formed:

$$\mathbf{Y}(kT) = \begin{bmatrix} \mathbf{x}[(k + 1)T] \\ \mathbf{y}(kT) \end{bmatrix}, \boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \mathbf{E} & \mathbf{F} \\ \mathbf{D} & \mathbf{0} \end{bmatrix}, \boldsymbol{\mu}(kT) = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{x}}(kT) \\ \mathbf{u}(kT) \end{bmatrix}, \mathbf{S}(kT) = \begin{bmatrix} \mathbf{w}(kT) \\ \mathbf{v}(kT) \end{bmatrix} \tag{18}$$

$$\mathbf{Y}(k) = \boldsymbol{\theta}\boldsymbol{\mu}(k) + \mathbf{S}(k).$$

In equation (18) coefficients of a block matrix $\boldsymbol{\theta}$ are unknown. Their estimation is obtained using the least squares method.

There are several validation criteria. The detailed overview of the model validation criteria is further elaborated in the book published by Ljung (1987). Model validation in this paper was undertaken based on the following two criteria:

- $Fit[\%] = \left[1 - \frac{|c - \hat{c}|}{|c - \bar{c}|}\right]$ fitting criteria of the measured output signals using simulation is obtained as per the following formula: where: c - is measured output, \hat{c} - is simulated model output and \bar{c} - is measured output average,
- residual analysis:
 - witnesses – autocorrelation function must be within the confidence interval, residuals are not auto-correlated,
 - independence – residuals are not correlated with the input signal.

3 EXAMPLE

As already implied in the introduction, the first order error differential equation has been applied to model the behaviour of the “Sloboda“ bridge pillar in direction of Novi Sad against the test load. In its

introductory part, this chapter elaborates on the structure of the bridge, the bridge testing and pylon top geodetic monitoring procedure, and closes with the system identification procedure.

3.1 Bridge construction and examination programs

The “Sloboda” bridge was constructed over the Danube River in the period between 1976 and 1981 to connect Novi Sad and Sremski Karlovci. The longitudinal section of the bridge with stabilization disposition is shown in Figure 3. Structure of the bridge was partially damaged in 1999, however the bridge reconstruction ensued in the period between 2003– 2005, followed by a test examination, providing data used for the pylon behaviour modelling. The bridge structure was examined for static and dynamic loads, according to the legislation effective in the Republic of Serbia in September 2005. The examination program covered measurement of global and local deformations, including dynamic characteristics of the structure.

The test load was effected using 16 heavy load trucks. Each of the loaded trucks weighed approximately 42 tons. The trucks were weighed prior to the testing. Loading the trucks with the known load activated the corresponding forces in the cables (respective values presented in Table 1). Static load was carried out in phases from 1 to 7, where each of the phases included different load distribution and values (distribution of the loaded trucks by phases is shown in Figure 3). Detailed procedure of testing the bridge against the test load is shown in the Bridge Test of the Sloboda Bridge in Novi Sad – Final Report, Part 1- Static Load, 2005, and the work of Milovanović et al. (2011).

Theoretical-numerical analysis

A finite element model with beam elements is used for the analysis of the main bridge subject to the test load. The grider and pylons are discretized with beam elements. The pylon is discretized by a mesh with 6 m beam elements. The geometric data including cross sectional properties is taken from the DSD (Deforming Spatial Domain) design. The cables are modelled with truss elements taking into account sag effect by introducing effective cable modulus. The main cables properties (number of strands and total area, weight per unit of length) are taken from the DSD design. The conducted procedure enabled identification of displacements, bending moments and axial forces in the cables caused by the test loads.

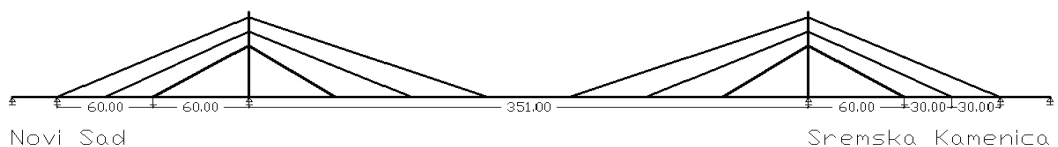


Figure 3: Longitudinal section of the bridge with stabilization disposition.

The pylon is 60 m high, with two cables being affixed at 36 m, 46 m and 56 m heights, one on each side of the pylon. The forces occurring in the cables act along the cable, and therefore have been designed in direction of the longitudinal axis of the bridge. For each pair of cables affixed at the same height the sum of the projected forces has been computed. It has been agreed that the forces in the cables are positive in direction of the river bank, and negative towards the central part of the bridge. The negative value of the sum of the forces, presented in Table 1, denotes that the pylon is leaning towards the centre of the bridge, i.e. inner cables are more stressed.

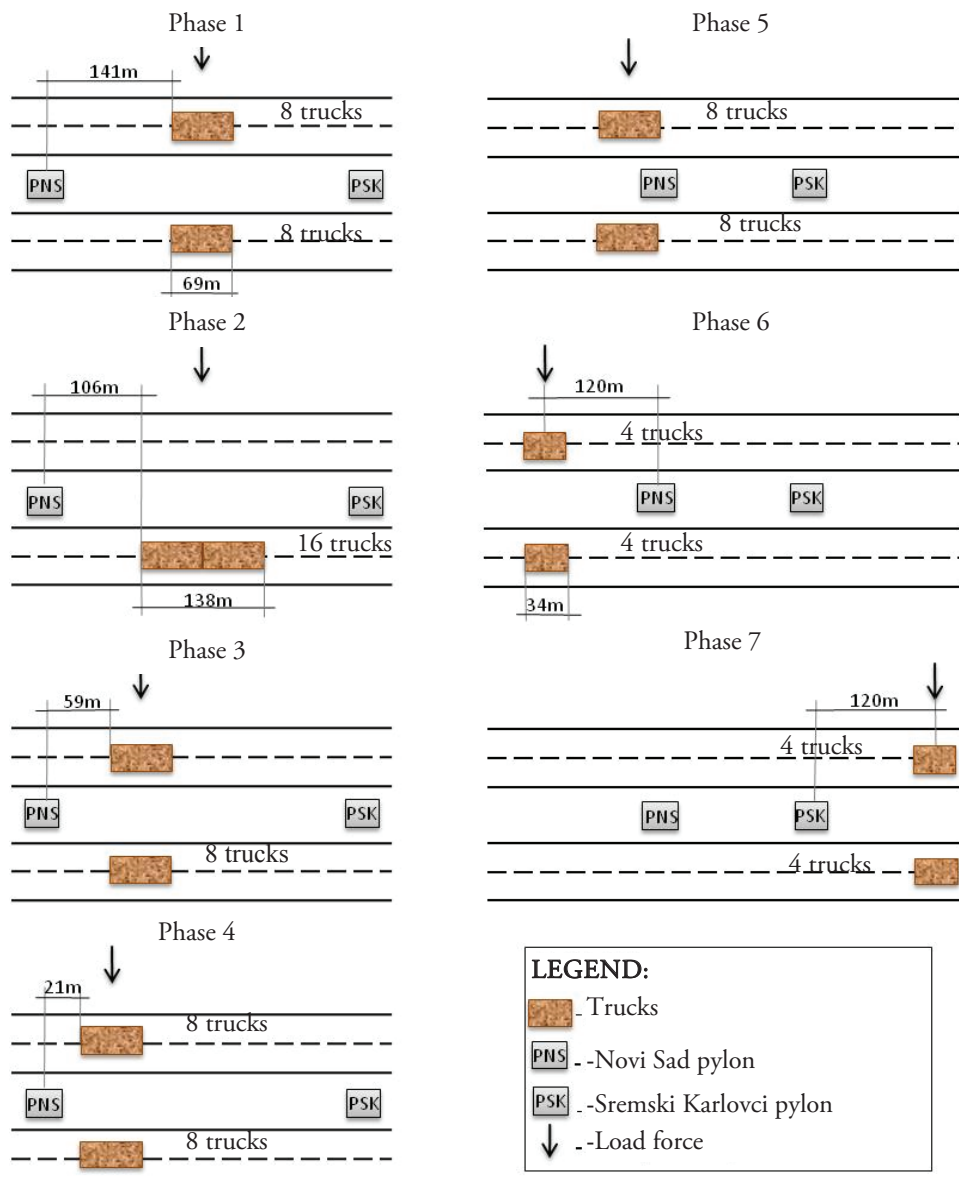


Figure 4: Load distribution as per phases.

In the testing phase 5 the load was evenly distributed in front of the pylon towards Novi Sad, so there was no torsion. The structure deflection in this phase occurs behind the cable anchored at the heights towards the river bank and in front of the pylon, however, it does not result in any significant stress in cables. In phases 6 and 7 the behaviour of the access ramp towards the bridge from direction of Sremska Kamenica was tested. The ramp is an independent segment and thus does not affect the bridge structure behaviour. These epochs have been included in modelling in order to investigate the temperature influence in more detail. It should be hereby noted that the temperature was measured on the driveway next to the pylon.

Table 1: Observations schedule with input parameter values for the Novi Sad pylon.

Epoch number	Time	Force in cables at:			Temperature °C	Load phase
		56 m	46 m	36 m		
		F56 [MN]	F46 [MN]	F36 [MN]		
1	6 ^h 00 ^{min} - 6 ^h 25 ^{min}	0	0	0	17	Unload
2	6 ^h 25 ^{min} - 6 ^h 50 ^{min}	0	0	0	17	Unload
3	6 ^h 50 ^{min} - 7 ^h 15 ^{min}	0	0	0	17	Unload
4	7 ^h 25 ^{min} - 7 ^h 50 ^{min}	-0.426	-0.414	1.137	18	1
5	7 ^h 50 ^{min} - 8 ^h 15 ^{min}	-0.426	-0.414	1.137	18	1
6	8 ^h 15 ^{min} - 8 ^h 40 ^{min}	-0.426	-0.414	1.137	19	1
7	8 ^h 40 ^{min} - 9 ^h 05 ^{min}	-0.426	-0.414	1.137	20	1
8	9 ^h 15 ^{min} - 9 ^h 40 ^{min}	0	0	0	20	Unload
9	9 ^h 40 ^{min} - 10 ^h 05 ^{min}	0	0	0	21	Unload
10	10 ^h 20 ^{min} - 10 ^h 45 ^{min}	-0.130	-0.647	0.951	22	2
11	10 ^h 45 ^{min} - 11 ^h 10 ^{min}	-0.130	-0.647	0.951	23	2
12	11 ^h 15 ^{min} - 11 ^h 40 ^{min}	0	0	0	24	Unload
13	11 ^h 40 ^{min} - 12 ^h 05 ^{min}	0	0	0	25	Unload
14	12 ^h 05 ^{min} - 12 ^h 30 ^{min}	1.318	-1.413	-0.413	27	3
15	12 ^h 40 ^{min} - 13 ^h 05 ^{min}	1.263	-0.759	-1.050	28	4
16	13 ^h 15 ^{min} - 13 ^h 40 ^{min}	0	0	0	28	5
17	13 ^h 50 ^{min} - 14 ^h 15 ^{min}	0	0	0	28	6
18	14 ^h 15 ^{min} - 14 ^h 40 ^{min}	0	0	0	28	7
19	14 ^h 40 ^{min} - 15 ^h 05 ^{min}	0	0	0	29	Unload
20	15 ^h 05 ^{min} - 15 ^h 30 ^{min}	0	0	0	29	Unload

Measurement of global deformation of pylons

The request of the civil engineering experts was to “safely” identify (with test power $1 - \beta = 0.80$ and the level of significance $\alpha = 0.05$) all displacements greater than 10 mm. Due to this request the static GPS method, with the coordinate estimated accuracy of few millimetres had to be applied given that the accuracy of RTK (Real Time Kinematic) method is 15 mm to 35 mm (Nikitopoulou, Protopsalti and Stiros, 2006). The static method applied allowed measuring of the long-period signals only. The input signals are forces in the cables and temperature, and the output signals are the pylon top coordinates. The wind effect has not been taken into consideration since the day when the measurements were taken was windless.

Survey control network consisted of four points: one point at top of each bridge pylon and one point on both river banks of the Danube River, as shown in the network sketch (Figure 5). Examination of the pylon top displacement with test load was carried out using a static GPS method with a sampling rate 30 s. Two Trimble 4600LS receivers were placed on the pylon tops, and one HIPER and LEGACY receiver on the network points (geodetic pillars) on the Danube River banks, towards Novi Sad and towards

Sremski Karlovci. Measurement time and values of input signals referring to the pylon closer to Novi Sad are shown in Table 1. The designed 25-minute duration of each measurement epoch allowed obtaining fixed solutions of GPS measurement vectors. This minimum duration of measurement epoch enabled estimating the temperature influence, since the input step signal (load) is identical for the phase concerned.

After vector processing and obtaining fixed solutions, 2D adjustment was performed in a local coordinate system, where Y-axis was defined along the longitudinal axis of the bridge, and X-axis along the Danube flow. A commercial software, Trimble Total Control, was used for vector processing and network adjustment.

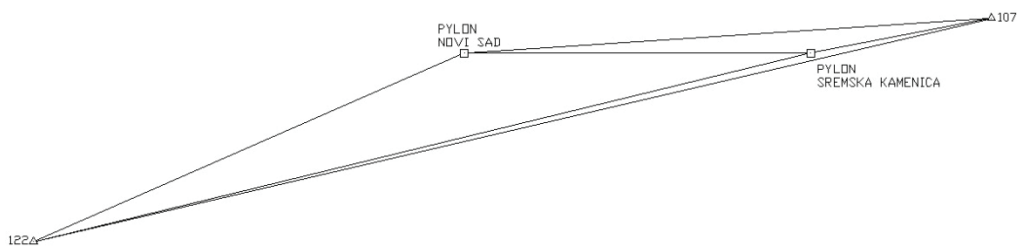


Figure 5: Survey control network sketch.

All measurement epochs (20 in total) were adjusted together. The pylon tops' coordinates were estimated for each epoch separately, while coordinates of geodetic pillars on the river banks were considered unchanged for the entire observation period, given that the induced load did not affect geodetic pillars. This procedure of adjustment produced:

- The number of measurements of measured variables is 101, with 5 vectors for each measurement epoch (1 between pylon tops and 4 between vectors of the river bank geodetic pillars and pylon tops) and 1 vector between the geodetic pillars for the entire observation period ($20 \times 5 + 1$);
- The total number of adjusted points is 42, 20 for each pylon top and 2 for geodetic pillar points ($2 \times 20 + 2$).

Estimation of standard deviation of unknown parameters from adjustment is

- 1.1 mm to 2.2 mm along the Y-axis;
- 1.2 mm to 3.9 mm along the X-axis.

3.2 Analysis of input and output signals for the Novi Sad pylon

Based on visual data analysis it becomes evident that the forces in the cables are step signals and that the system response along the Y-axis is the step response (Figure 6). Temperature is the input signal taking the form of a slope function, and the system response along the X-axis (Figure 7) is also taking the slope function. Time series data has not been detrended, because it is necessary to preserve the influence of the physical effect value. However, the first value in the time series (value of the measurement in the first epoch) was subtracted from all other values of the time series data.

The signal analysis may be carried out in time and frequency domains. The analysis presented herein was conducted in the time domain. The frequency domain analysis would require a greater number of measurement epochs. The time domain analysis implies computing the autocorrelation coefficient for a

concrete lag within the time series, and checking whether it falls outside the confidence interval. Between the time series, the cross-correlation coefficient between the input and output signals is computed to determine whether the coefficient falls outside the confidence interval. When the autocorrelation for the specific lag (e.g. k) falls outside the interval, it signifies that the present signal value (at T moment) is influenced by all steps preceding the step k ($T-1, T-2, \dots, T-k$). The same principle applies when establishing links between the input and output signals, i.e. it needs to be determined how many preceding input signal values affect the present output signal. The information obtained serves as a basis for drawing conclusions about the model structure.

The signal analysis in the time domain has shown that displacements along the Y-axis depend on the force occurring in cables anchored at the heights of 46 m and 56 m, while displacements along the X-axis caused by the force in the cable anchored at the height of 36 m manifested to a lesser extent with the predominant influence of temperature (Table 2).

The civil engineering theory considers the pylon as an elastic console. Displacements caused by the effect of forces operating at certain distance from the anchorage point, affect displacements of the loose end of the pylon vertically against the pylon axis. The reasons for the lacking influence of the sum of forces at the height of 36 m may be explained by the opposite direction of the force in the first and second test load phases in comparison to the remaining two forces, given that such effect, as presented in the theory, depends on the distance of its effect from the console anchorage. The dominant influence of temperature on displacements vertically against the bridge axis is entirely clear, taking into account that the pylon is anchored by cables along the bridge axis and that acting forces dominate displacements in that very direction. Temperature influences the behavior of steel structures to a significant extent, and therefore is the only effect to could have manifested along the X-axis.

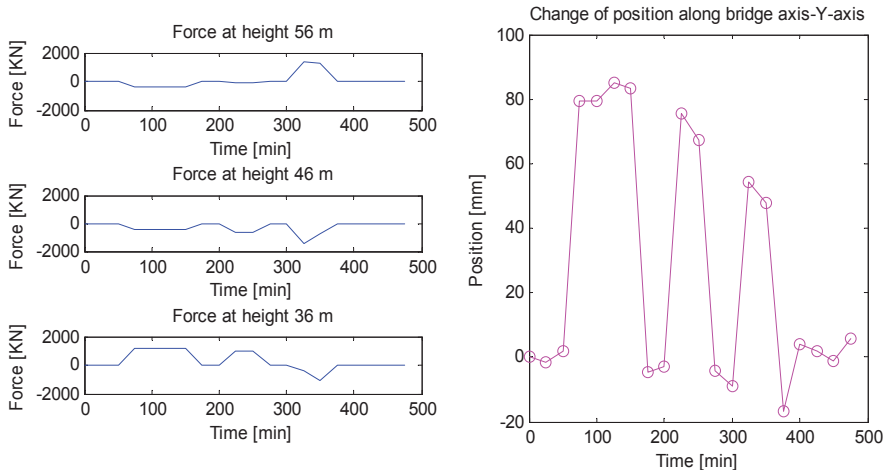


Figure 6: Input force signals and output signal along the Y-axis.

Cross-correlation between the displacements along the X-axis and sum of forces in the cables anchored at 36 m of height is for step 1 and significance level $\alpha = 0.05$ outside the confidence interval, while for $\alpha = 0.01$ it falls within the confidence interval. The significance of this influence is questionable.

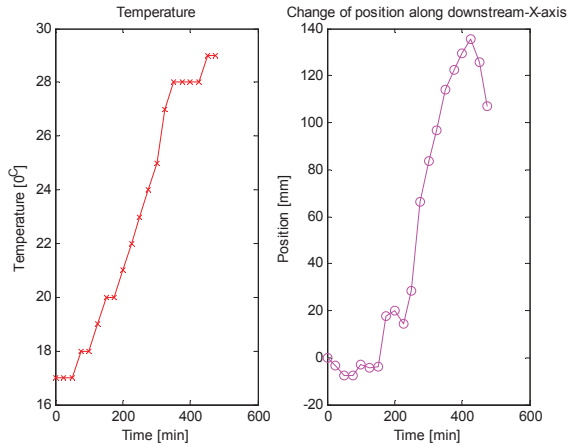


Figure 7: Input temperature signal and output signal along the X-axis.

Table 2: Autocorrelation and cross-correlation of signals.

Correlation	Lag
Auto Y coordinate	None
Auto X coordinate	1
Cross Y and X	None
Cross Y and F56	4
Cross Y and F46	2
Cross Y and F36	None
Cross Y and tem	None
Cross X and F56	1
Cross X and F46	None
Cross X and F36	1
Cross X and tem	3

The simplest approximation in civil engineering is to observe the structure as a rigid object influenced by the sum of forces at its centre. Moreover, the equation error structure implies that there is only one input (testing) signal. For this reason it was taken that the displacement along the Y-axis was affected only by the sum of forces occurring in the cables anchored at the heights of 46 m and 56 m, and the displacements along the X-axis was affected only by temperature. Both output signals have been described by the first order differential equation (8). It was demonstrated that in the 14th measurement epoch (the third load phase) the displacement along the Y-axis was also affected by the third force, the force in the cable anchored at the height of 36 m. Introduction of this change in the input signal produced a much better model.

3.3 Model parameters estimation and model validation for the Novi Sad pylon

Integral equation for displacements along the Y-axis at p moment is:

$$a_{0Y}y(t) + a_{1Y} \int_{t=0}^p y(t)dt = \int_{t=0}^p [F56(t) + F46(t)]dt,$$

except for the 14th epoch where the right part of the equation is

$$\int_{t=0}^{p=14} [F56(t) + F46(t) + F36(t)] dt.$$

Integral equation for displacements along the X-axis at p moment is:

$$a_{0X}x(t) + a_{1X} \int_{t=0}^p x(t) dt = \int_{t=0}^p temperature(t) dt.$$

The estimation of parameters was carried out by solving the system of equations (11) applying the least square method based on all 20 measurement epochs. Model validation was performed by comparing the measured data against the simulated data obtained from the estimated model based on the fitting criterion and the residual analysis. Simulation was conducted applying the equation (13).

a) *Model displacements along the Y-axis - the input signal is the sum of forces in the cables that are anchored at heights 46 m and 56 m*

Parameters estimation with parameter standard deviation is:

Parameter	Parameter estimation	Parameter standard deviation
a_{0Y}	$-9.16 \frac{KN}{mm}$	$0.25 \frac{KN}{mm}$
a_{1Y}	$-0.19 \frac{KN \times epoch}{mm}$	$0.10 \frac{KN \times epoch}{mm}$

Parameters' significance test proved both parameters significant. Fitting criterion is 66.06% (Figure 8). Residuals are witnesses and are independent of the input signal (Figure 9).

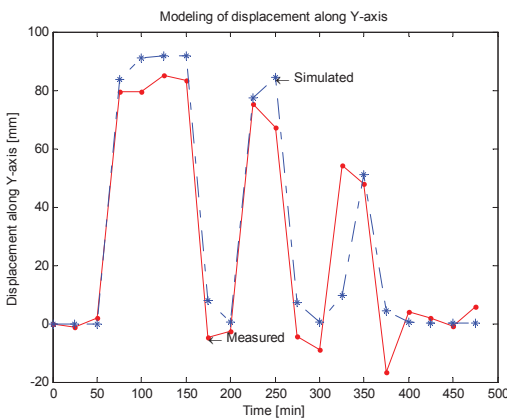


Figure 8: Measured and simulated output signal along the Y-axis (input signals F56 and F46).

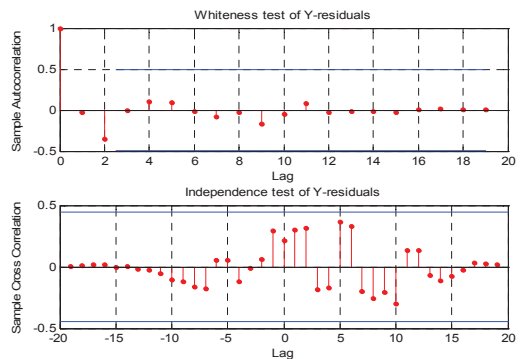


Figure 9: Analysis of residuals.

b) Model displacements along the Y-axis - the input signal is the sum of forces in the cables that are anchored at heights 46 m and 56 m and at 14 measurement epoch (third phase load) the input signal is the sum of forces in the cables that are anchored at heights 46 m and 56 m

Parameters' estimation with parameter standard deviation is:

Parameter	Parameter estimation	Parameter standard deviation
a_{0Y}	$-9.68 \frac{KN}{mm}$	$0.17 \frac{KN}{mm}$
a_{1Y}	$-0.13 \frac{KN \times epoch}{mm}$	$0.07 \frac{KN \times epoch}{mm}$

Parameters' significance test proved both parameters significant. Fitting criterion is 82.86% (Figure 10). Residuals are witnesses and are independent of the input signal.

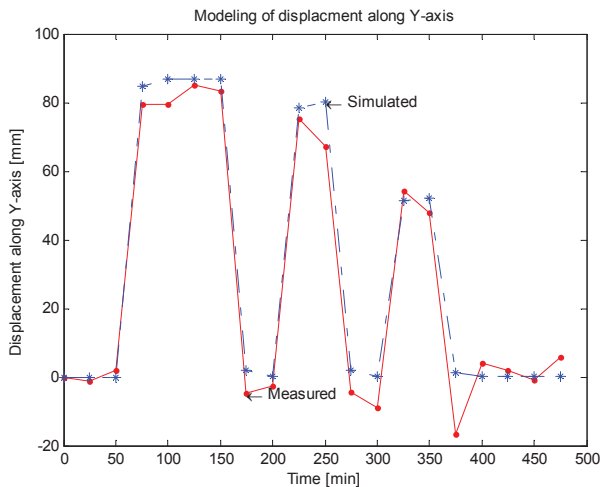


Figure 10: Measured and simulated output signal along the Y-axis (input signals F56 and F46, except 14th measurement epoch).

c) Model displacements along the X axis of the input signal is temperature

Parameters' estimation with parameter standard deviation is:

Parameter	Parameter estimation	Parameter standard deviation
a_{0X}	$0.077 \frac{^{\circ}C}{mm}$	$0.0080 \frac{^{\circ}C}{mm}$
a_{1X}	$0.014 \frac{^{\circ}C \times epoch}{mm}$	$0.0021 \frac{^{\circ}C \times epoch}{mm}$

Parameters significance test proved both parameters significant. Fitting criterion is 70.69% (Figure 11). Residuals are witnesses and are independent of the input signal.

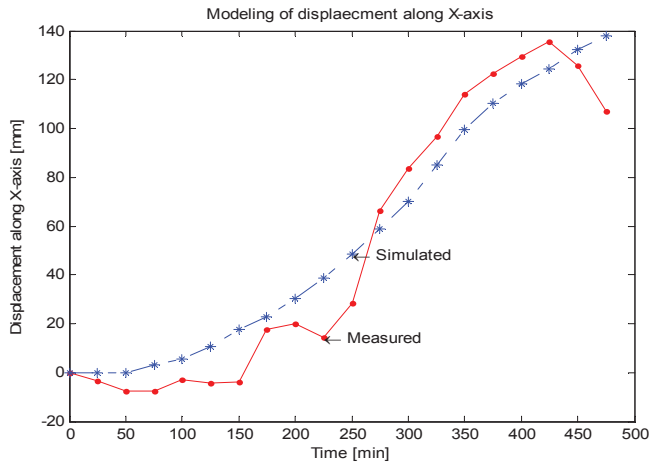


Figure 11: Measured and simulated output signal along the X-axis.

4 DISCUSSION

This paper explores application of the pylon behaviour modelling procedure by system identification using the grey box model. This model assumes that the model structure is known, while the model parameters' values are unknown. Signals affecting the present value of the output signal were determined by means of a time domain analysis and the parameters' significance test. Civil engineering experts are known to describe the console displacements, provided that only load forces are in effect, using a second order differential equation. If besides the forces temperature is also taken as an input signal, the console displacement is described by a fourth order differential equation. In this paper, pylon behaviour is described by a differential equation of first order since the pylon top displacement graph, based on a series of measurements, corresponds in its form to the first order system. Therefore, it becomes evident that the static GPS method cannot be used to register changes occurring immediately after the load application. Whether the process is to be described by a differential equation of first or second order is to be determined based on the displacement graph right after the application of load.

Milanović at al. (2011) in their paper consider the pylon as a deformation object. Transfer function for nonlinear process was used to describe the pylon top behaviour. Under the transfer function each significant input is considered individually. In this paper the simplest method of structure approximation, i.e. a rigid object, has been applied. In rigid objects forces operate in their sum at the structure centre. Both approaches to pylon observation resulted in almost identical percentages of the model fitting (transfer function for nonlinear process: Y-axis 83.5% and X-axis 80.5%).

The pylon top displacements caused by the influence of temperature are greater than those affected by the force in cables. This is because the pylon is made of steel and the influence of temperature is dominant in steel structures. Moreover, the cables affixed symmetrically on both sides of the pylon do not allow for greater displacement in direction of the cables.

In this paper only the pylon behaviour at the Novi Sad side has been modelled. The other behaviour of the other pylon towards Sremski Karlovci has not been considered since it behaves differently. The displacement along the Y-axis is affected also by temperature, and the displacements along the X-axis are affected

also by the forces in cables (Table 3). Figure 12 shows the forces in cables and displacements along the Y-axis, while Figure 13 illustrates temperature changes and displacements along the X-axis for this pylon.

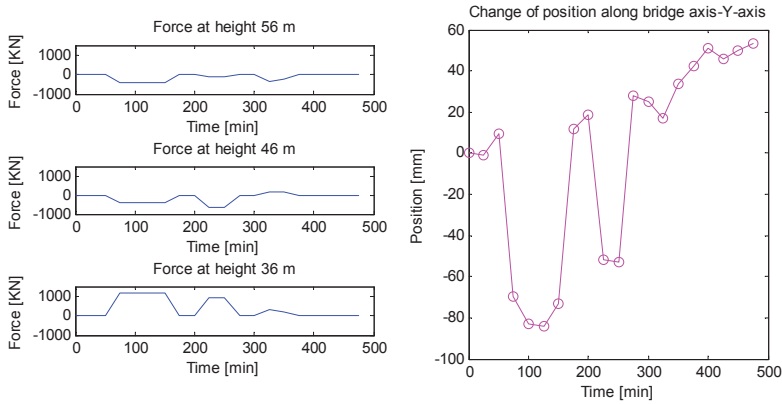


Figure 12: Input force signals and output signal along the Y-axis for the Sremska Kamenica pylon.

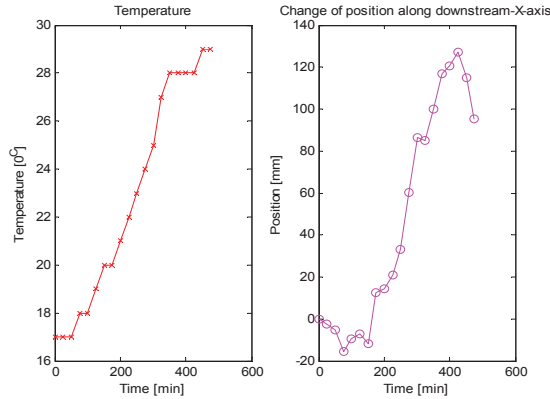


Figure 13: Input temperature signal and output signal along the X-axis for the Sremska Kamenica pylon.

Table 2: Autocorrelation and cross-correlation of signals for the Sremska Kamenica pylon.

Correlation	Lag
Auto Y coordinate	1
Auto X coordinate	1
Cross Y and X	2
Cross Y and F56	1
Cross Y and F46	1
Cross Y and F36	1
Cross Y and tem	2
Cross X and F56	None
Cross X and F46	1
Cross X and F36	1
Cross X and tem	3

Different behaviour of pylon pillars can be explained by the position of the Sun in relation to the bridge. Error equation applied in this paper is used only when a single input signal is concerned, which was not the case with the pylon towards Sremski Karlovci. For system identification the form of the applied error equation must be modified or the input signals modelled first by function, and only then the form of the differential equation solution may be identified, and the differential equation solution parameters estimated applying the system identification. This paper has demonstrated system modelling by the first order differential equation, however, the same modelling procedure needs to be applied regardless of the equation order. Likewise, it has been demonstrated that parts of the same object (pylons) behave differently due to the position of the Sun and that it has to be taken into consideration with each object.

5 CONCLUSIONS

Transfer function describes the linear stationary system and is particularly suitable for describing the system transition period. The structure transition period is the time of ground consolidation. Describing the system by the state space model features the following advantages compared to the transfer function:

- System analysis and designing are simpler,
- Process selection period need not be the same throughout the observed period,
- It can also be applied to certain cases of nonlinear or non-stationary systems,
- The concept of state space is based on the cause-effect relation of the classical mechanics, thus contributing to a simpler physical interpretation,
- In deformation analysis the system is described by coordinates, velocities and accelerations. System velocity and acceleration can be obtained by numerical differentiation.

The authors of this paper have attempted to model the system using Euler and Tustin methods, which imply solving the system of differential equations. Differential equations are unstable in numerical terms. Stable system is obtained by solving integral equations, which have been applied in this paper. Successful structure behaviour modelling requires an in-depth analysis of input and output signals in collaboration with the civil engineering experts. It is necessary to collect all information available to model the process successfully.

Acknowledgment

This work is part of the technological development project No TR36009: "The Application of GNSS and LIDAR Technology for Infrastructure Facilities and Terrain Stability Monitoring" funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

References:

- Ambrožič, T. (2001). Deformacijska analiza po postopku Hannover. *Geodetski vestnik*, 45(1-2), 38–53.
- Ambrožič, T. (2004). Deformacijska analiza po postopku Karlsruhe. *Geodetski vestnik*, 48(3), 315–331.
- Bridge Test of the Sloboda Bridge in Novi Sad – Final Report, Part 1 – Static Load (2005). Belgrade: University of Belgrade – Faculty of Civil Engineering.
- Chatzi, E. N., Smyth, A. W. (2009). The unscented Kalman filter and particle filter methods for nonlinear structural system identification with non-collocated heterogeneous sensing. *Structural Control Health Monitoring*, 16(1), 99–123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/stc.290>
- Eichhorn, A. (2006). Analysis of dynamic deformation processes with adaptive Kalman-filtering. Santorini. Greece: 11th FIG Symposium on Deformation Measurements.
- Gul, E. (2013). Structural deformation analysis by means of Kalman-filtering. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 19(1), 98–113. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-21702013000100007>
- Kuhlmann, H. (2003). Kalman-Filtering with Coloured Measurement Noise for Deformation Analysis. Santorini. Greece: 11th FIG Symposium on Deformation Measurements.
- Ljung, L. (1987). *System Identification: Theory for the Users*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Marjetič, A., Zemljak, M., Ambrožič, T. (2012). Deformacijska analiza po postopku Delft. *Geodetski vestnik*, 56(1), 9–26. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2012.01.009-026>
- Mastelić-Ivić, S., Kahmen, H. (2001). Deformation Analysis with Modified Kalman-Filters, Orange. California. USA: The 10th International Symposium on Deformation Measurements.
- Mihailović K., Aleksić, I. (1994). Deformaciona analiza geodetskih mreža, Beograd: Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Institut za geodeziju.
- Milovanović, B. (2012). Linear and Nonlinear Modeling Geodetic Registered Deformation Processes of Structure, Doctoral Dissertation, Belgrade: University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering.
- Milovanović, B., Mišković, Z., Gospavić, Z., Vulić, M. (2011). Modelling Behavior of Bridge Pylon for Test Load using Regression Analysis with Linear and Non-linear Process. *Geodetski list*, 65(4), 205–220.
- Modeling and Terminology for the Analysis of Geodetic Monitoring Observations (2002). FIG Publication NO. 25: Ad-Hoc Committee of FIG Working Group 6.1 under the leadership of Welsch W., Heunecke O.
- Nickitopoulou, A., Protopsalti, K., Stiros, S. (2006). Monitoring dynamic and quasi-static deformations of large flexible engineering structures with GPS: Accuracy, limitations and promises. *Engineering Structures*, 28(10), 1471–1482. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2006.02.001>
- Pelczr, H. (1978). Geodätische Überwachung dynamischer System I. Bonn: II Internationales Symposium über Deformationsmessungen mit geodätischen Methoden.
- Stojić, R. M. (1999). Sistemi automatskog upravljanja. Beograd: Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu. IX izmenjeno izdanje.
- Vrečko, A., Ambrožič, T. (2013). Deformacijska analiza po postopku Fredericton. *Geodetski vestnik*, 57(3), 479–497. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2013.03.479-497>

Milovanović B., Marošan S., Pejić M., Pejović M. (2015). Modelling behaviour of bridge pylon for test load using subspace method. *Geodetski vestnik*, 59 (1): 116–134. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.116-134](http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.116-134)

Assoc. Prof. Branko Milovanović, Ph.D.

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia
e-mail: milovano@grf.bg.ac.rs

Assoc. Prof. Stevan Marošan Ph.D.

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia
e-mail: marosan@grf.bg.ac.rs

Assoc. Prof. Marko Pejić, Ph.D.

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia
e-mail: mpejic@grf.bg.ac.rs

Milutin Pejović, Univ. Grad. Eng. of Geod.

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia
e-mail: mpejovic@grf.bg.ac.rs

UPORABA TEORIJE BREZLESTVIČNIH OMREŽIJ PRI MODELIRANJU OMREŽIJ KRAJINSKIH ESTETSKIH VREDNOT NA URBANIH OBMOČJIH

THE USE OF SCALE-FREE NETWORKS THEORY IN MODELING LANDSCAPE AESTHETIC VALUE NETWORKS IN URBAN AREAS

Anna Maria Kowalczyk

UDK: 519.876.3:71

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 7.8.2014

Sprejeto: 23.2.2015

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.135-152

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 7.8.2014

Accepted: 23.2.2015

IZVLEČEK

Namen naloge je oblikovati model omrežja krajinskih estetskih vrednot, določiti njegove lastnosti ter oceniti uporabnost predlaganega pristopa modeliranja v urbanem okolju. Podatki o krajinskih estetskih vrednostih, ki smo jih potrebovali za vzpostavitev modela mreže, so bili zbrani na način, ki je primeren za urbana okolja. Modeli omrežij krajinskih estetskih vrednot so bili razviti na temelju šestih različnih povezav vrednosti: največje rasti v vrednosti, najmanjše rasti v vrednosti, največjega padca v vrednosti, najmanjšega padca v vrednosti, največje razlike v vrednosti in najmanjše razlike v vrednosti. Razporeditev vozlišč omrežja in povezave med njimi ustrezajo značilnostim brezlestvičnih omrežij. Ta empirična ugotovitev je podlaga za izvajanje simulacij sprememb strukture omrežij, prav tako omogoča modeliranje vedenja sistema. Ker je omrežje krajinskih vrednot brezlestvično, lahko prepoznamo vozlišča in središča omrežij ter simuliramo spremembe, ki se pojavijo zaradi odstranitve izbranega vozlišča, središča in spremembe ranga izbranega vozlišča na raven središča. Simulacije pokažejo, kakšne ukrepe bi lahko sprejeli, da bi optimizirali organizacijo urbaniziranega območja – tako za razvoj turizma kot drugih funkcij prostora.

KLJUČNE BESEDE

brezlestvično omrežje, model, krajina, vrednota, prostorsko planiranje, prostorske analize

ABSTRACT

The main aim of the research was to create models of landscape aesthetic network, to determine the character of those networks and to give a proposition of usefulness of the proposed modeling approach in the urban area. Landscape aesthetic value data which was necessary to create network models was collected using the method which is appropriate to urban areas. Models of aesthetic landscape networks were drawn on the basis of six ways of linking values: the maximal increase in value, the minimal increase in value, the maximal decrease in value, the minimal decrease in value, the maximal difference in value and the minimal difference in value. The distribution of nodes and links showed that the networks were scale-free. This empirical statement gives scientific basis to perform simulations of the changes in their structures, which in turn allows modeling certain behaviors of the system. While identifying the developed network models of landscape value as scale-free, the author identifies their nodes and centers, and simulates changes that occur in a given model as a result of removing chosen nodes, centers and elevating certain nodes to the rank of centers. Simulations show what kind of action can be taken to optimize the organization of the urbanized area, both for the development of tourism and other functions of the space.

KEY WORDS

scale-free network, model, landscape, value, spatial planning, spatial analyses

1 INTRODUCTION

One can mention two meanings of a “model” (Bajerowski et al., 2003). Firstly, a model is a pattern which can be used or should be used repeatedly, and copied. Secondly, a model is a simplified, rough version of a different item, object or structure. It can be a schematic reproduction of a single item or a whole group of items. Some features of the items are reproduced, especially those that allow to visualize the original properly enough (Bajerowski et al., 2003; Chojnicki, 1966). In the research presented below, the author applies to the second definition of a model, assuming that it is possible to build a model of landscape aesthetic values on the basis of data of the landscape aesthetics and the coordinates of the value. On account of the fact that the data (the values) make a connection network, the model has been described as a network model. Such presentation of the space features, modeling, allows them to undergo research, and among others, it enables the analysis of aesthetic values with the aim of designing an optimal use of the value potential or planning to improve landscape aesthetics conditions. The problem of landscape management of urban areas is constantly a present issue (Cieślak, 2012; Domański, 2011; Jansson and Lindgren, 2012; Lee and Oh, 2012). The concept to use the theory of scale-free network by Barabasi in order to create the conditions to rise the effectiveness of land development planning, for tourism and recreation, may serve as a solution.

2 SCALE-FREE NETWORKS

Albert - László Barabási was the first person who identified a network as scale-free. He discovered that the distribution of the Internet tele-information network nodes does not correspond to the usual distribution (Barabási, Réka and Hawoong, 2000). Barabási used his mathematical model of global network to analyze different phenomena and it turned out that the distribution of the nodes is untypical only for the Internet. In that way, it is possible to analyze many other social, technological or biological phenomena. Each phenomenon, which has a network structure, e.g. the connections of communication system, terrorists' connections or the connections of landscape aesthetic values, can be analyzed paying special attention to the nature of scale-free networks and their features. Examples of random networks and scale-free networks are presented in Figure 1 and Figure 2.

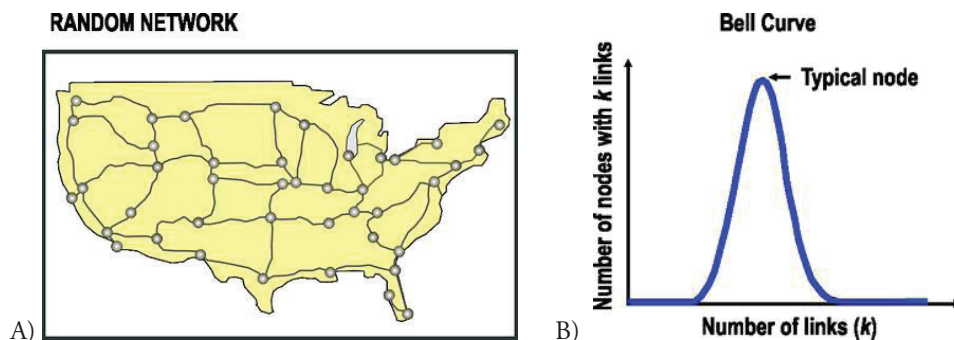


Figure 1: A) An example of random network – the system of roads in the USA. B) Poisson distribution. Source: Barabási, 2003, pp. 71.

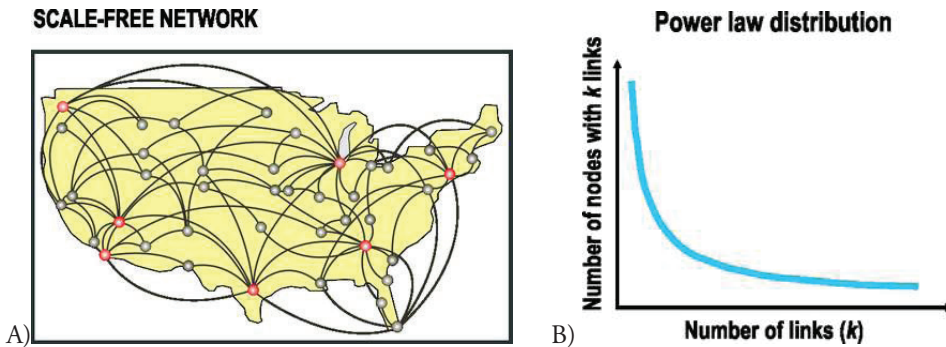


Figure 2: A) An example of scale-free network – the network of airline connections in the USA. B) Power series. Source: Barabási, 2003, pp. 71.

The general characteristics of scale-free networks can be described in several points (Barabási and Bonabeau, 2003; Barabási, 2001; Barabási, Réka and Hawoong, 1999, 2000; Cohen, 2002; Ercal and Matta, 2013; Li, Wang and Guan, 2014; Lou, S-L et al, 2013; Newman, Barabási and Watts, 2006; Yan, Ahmad and Yang, 2013; Yilmaz et al., 2013):

- the occurrence of hubs – the majority of nodes have few connections with others, whereas some nodes have a great number of connections. These nodes, called hubs, can have hundreds, thousands, or even million connections. In such a case, the networks distinguish themselves as scale-free.
- a great sensitivity to intentional “attacks” on hubs – scale-free networks are very sensitive to attacks organized intentionally on a given point – a network hub. An intentional attack on several hubs may lead to a total destruction of the network.
- resistance to random “attacks” – an accidental attack on a node does not have such a detrimental effect as it has on random networks. Owing to the composite structure, there are always some connections left that keep the whole network active.
- the scale-free networks are characterized by the phenomenon of the preferential choice of connections (in the increase of the real networks, the more developed nodes have more possibilities to establish connections. When a new node appears, it has a tendency to connect with nodes that have a large number of connections, and this favorable feature makes the nodes have more and more connections in contrast to the adjacent nodes that have fewer connections).
- the versatility of use – considering those features, the knowledge about the scale-free networks could be used in new fields of science.

Determining whether a network is scale-free is vital for understanding the behavior of the system. For the need of this study, one has analyzed mainly those features of scale-free networks that are connected with the sensitivity of the network to any changes made to its structure (Virtual Round Table on ten leading questions for network research, 2004).

3 A MODEL OF LANDSCAPE AESTHETIC VALUE OF URBAN AREAS

It isn't simply choice to select right method to assess landscape aesthetic value. As we can read: 'A few special landscapes may have 'universal' or 'outstanding' values, but almost all landscapes will be val-

used in multiple ways by those people who are closely associated with them. It is important that those making decisions affecting landscapes are aware of the potential nature and range of cultural values, particularly where these values are not accounted for using standardized landscape assessment techniques' (Stephenson, 2008). Different methods can be used to collect and evaluate the data necessary to create network models.

In researches which are presented in this article the data used for drawing up the aesthetic value network model of landscape has been obtained from the assessment of landscape aesthetic value using Wejchert's impressions curve method (Wejchert, 1974) modified by Bajerowski (Bajerowski et al., 2007; Kowalczyk and Strumiłło-Rembowska, 2009). This method was chosen because of its usefulness to evaluate landscape of urbanized areas. City landscape assessment cards have been used as well and described (Kowalczyk, 2012). Supplementing the Wejchert's method with the landscape evaluation cards positively influenced the evaluation process because of additional consideration of space features like noise or smell. The research has been conducted in Olsztyn – a city in the northeastern part of Poland, and a capital city of Warmia and Masuria province. The city area encompasses 87.9 km² (including inter alia: 11 lakes and over 18.5 km² of forests). The city values oblige to take actions concerning landscape management, development of tourism and recreation. As it has been assumed, the basic units represent the area of Olsztyn, and the values obtained in the process of landscape assessment have been ascribed to their centers – they differentiate the geographic space in the aspect of landscape value. As a result of the assessment, the aesthetical landscape value has been obtained and represented by units situated in specific places in the administrative limits of Olsztyn. 1336 units have been obtained, all having a precision geodetic localization (Figure 3). Detailed information about collecting data and evaluation of those processes is described in Kowalczyk's publications (2012, 2012a).

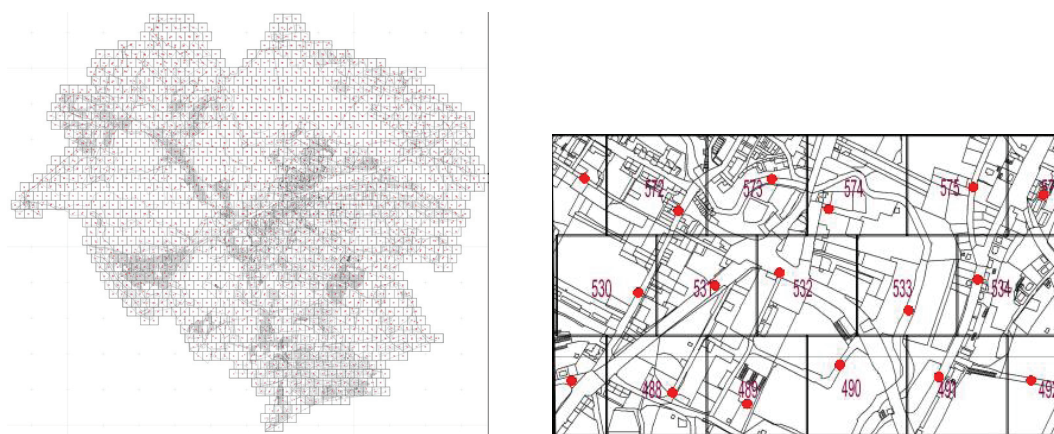


Figure 3: The researched area – Olsztyn city with basic unit grid of landscape aesthetic value and assessment viewpoints (red spots) marked on it.

Then the network models of landscape aesthetic value have been drawn. In the research, the network models of landscape aesthetic value have been drawn up using a simple algorithm of emerging spatially diverse regions that connect into networks according to six basic rules:

- on the way of the maximal increase in value;
- on the way of the minimal increase in value;
- on the way of the maximal fall in value;
- on the way of the minimal fall in value;
- on the way of the maximal difference in value;
- on the way of the minimal difference in value.

The network-node regions, meaning regions that are spatially distinguishable on account of network connections, are recently the leading form of spatial organization (Bajerowski and Biłozor, 2005). Therefore, the analysis of those networks is utterly important. Schematic deductive example of drawing up a network model according to the minimal increase in value rule is presented in Figure 4.

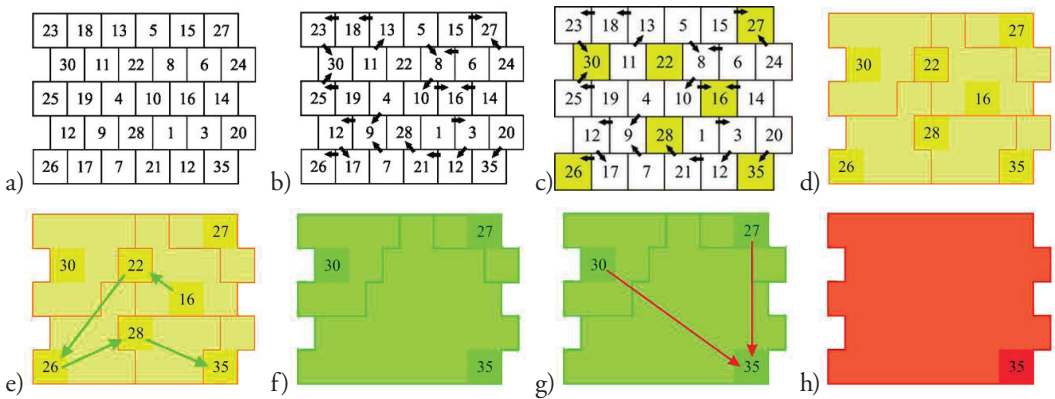


Figure 4: Schematic deductive example of drawing up a network model according to the minimal increase in value rule: a) basic fields of assessment with illustrative values; b) the initial step of combining values in the way of minimal increase; c) the first level of aggregation: yellow fields – nodes of newly-formed "regions"; orange lines – the borders of those "regions" d) the first level of aggregation; e) combining values in the way of minimal increase on the second level of aggregation; f) the second level of aggregation; g) combining values in the way of minimal increase on the third level of aggregation; h) the third level of aggregation.

Analogously to the illustration presented above, the network models of landscape value have been drawn. Consequently, the diagrams presenting spatial diversity of landscape aesthetics in Olsztyn have been acquired according to the six proposed ways (Figures 5, 7, 8, 10, 11, 12). In each created model, one can distinguish nodes and hubs which, depending on the rules proposed for decision-making, differ in character. For the purpose of the subsequent analyses, hubs and nodes diversify into:

- positive hubs – nodes of the highest order and of the highest set values (formed in the way of the maximal increase in value),
- negative hubs – nodes of the highest order and of the lowest set values (formed in the way of the maximal fall in value),
- hubs – nodes of the highest order that can assume different set values (in the way of the minimal difference in value),
- positive nodes – nodes formed on the way of the maximal and minimal increase in value, however, lower in hierarchy than the positive hubs formed in the lower levels of aggregation.
- negative nodes – nodes formed on the way of the maximal and minimal fall in value, however, lower in hierarchy, than negative hubs formed in the lower levels of aggregation.

- nodes – nodes formed on the way of the maximal and minimal difference in value, however, lower in hierarchy than the hubs formed on lower levels aggregation.

It has to be underlined that terms “positive” and “negative” are used with reference to landscape aesthetics.

Linking the basic fields according to the way of the **maximal increase in value**, one received:

- 136 new regions on the I level of aggregation;
- 18 new regions on the II level of aggregation;
- 5 new regions on the III level of aggregation and
- 2 new regions on the IV level of aggregation.

The diagram of the received landscape value network model according to the analyzed way is shown in Figure 5.

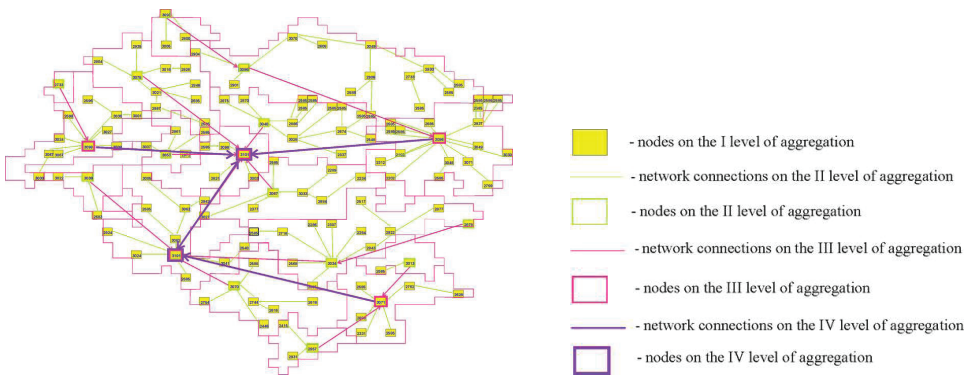


Figure 5: Network model of landscape value generated according to the way of the maximal increase in value.

In the network model formed on the way of the maximal increase in value, one can distinguish two positive hubs. They were formed on viewpoint 297 and on viewpoint 862. Both viewpoints have the same highest number of points of landscape aesthetic value assessment. They are the viewpoints from where the most beautiful view spreads (Figures 6a and 6b).

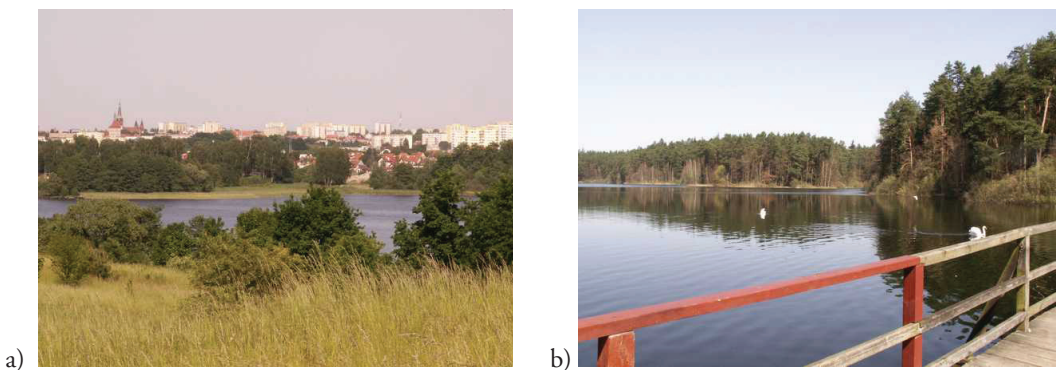


Figure 6: A photograph taken on viewpoint: a) 297 and b) 862, in which the two positive centers has been formed on the way of maximal increase in value.

As a result of the aggregation of the fields of the **minimal increase** in value, one has received:

- 196 new regions on the I level of aggregation;
- 41 new regions on the II level of aggregation;
- 8 new regions on the III level of aggregation;
- 2 new regions on the IV level of aggregation.

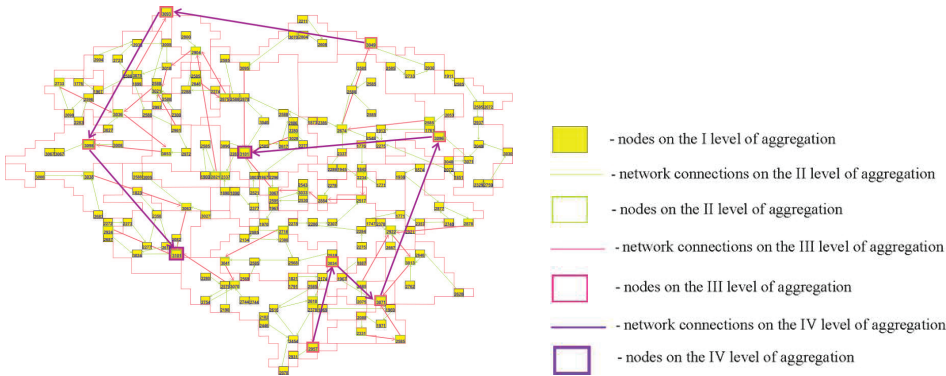


Figure 7: A network model of landscape value generated according to the way of minimal increase in value.

The network model formed on the way of the minimal increase in value is very similar to the model analyzed above. Similarly, the model has the same two positive hubs (viewpoint 297 and viewpoint 862, Figure 6a and 6b).

Linking the basic fields according to the way of the **maximal fall** in value, one has received (Figure 8):

- 141 new regions on the I level of aggregation;
- 25 new regions on the II level of aggregation;
- 3 new regions on the III level of aggregation;
- 1 new region on the IV level of aggregation.

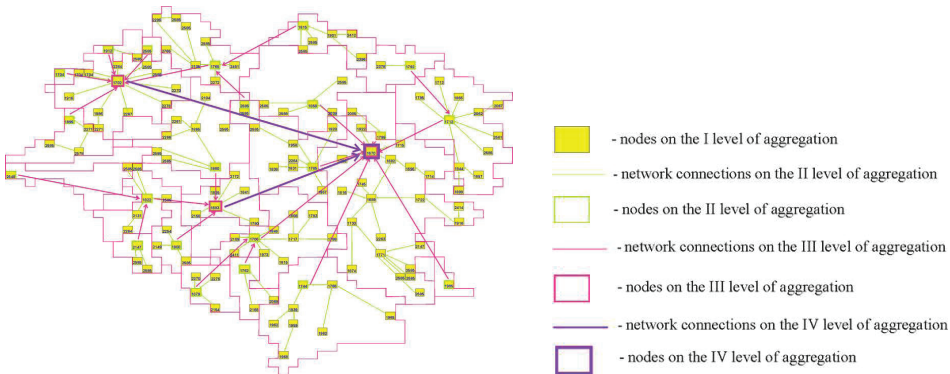


Figure 8: Network model of landscape value generated according to the way of the maximal fall in value.

The network of maximal fall in value has generated one negative hub of the lowest value of assessment of 1670 viewpoints, on the viewpoint 875 (Figure 9).



Figure 9: A photograph taken on viewpoint 875, in which a negative center has been formed on the way of the maximal fall in value.

As a result of linking the fields of **the minimal fall in value**, one has received (Figure 10):

- 183 new regions on the I level of aggregation;
- 39 new regions on the II level of aggregation;
- 9 new regions on the III level of aggregation;
- 1 new regions on the IV level of aggregation.

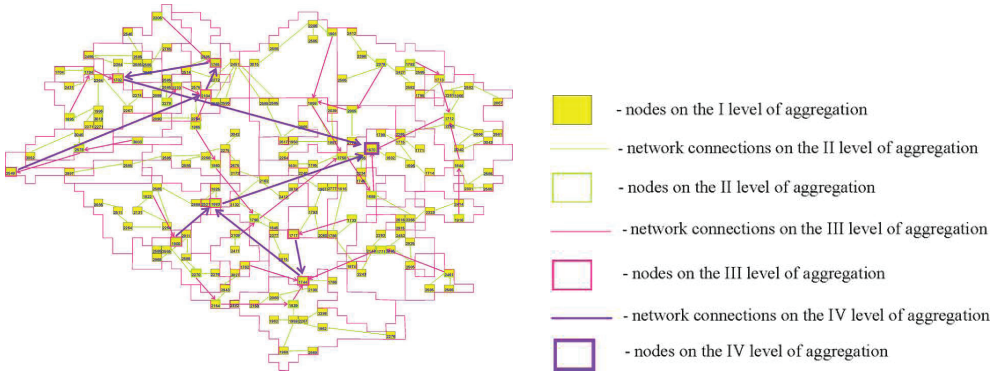


Figure 10: Network model of landscape value generated according to the way of the minimal fall in value. Sources: own study.

The model drawn up in the way of the minimal fall in value has a very similar structure to the model presented above, although it is more complex. Here as well, one negative hub has been formed – the same as the one presented above (viewpoint 875, Figure 9). Both models formed as a result of the minimal and maximal fall in value show the way in which the aesthetic landscape value lowers. Those areas should be avoided by tourists or local people and strollers, though it will not change the existing condition. Therefore, the model shows the areas requiring deliberate elimination by the change of aesthetic landscape value. The above-described models include the extreme hubs. The ways of their formation and diversity end in the highest and the lowest values. The ways of value increase show how to reach the most attractive view, and the ways of value decrease show how to reach or bypass the least attractive view.

A different situation can be observed in the case of the network model generated according to the way of maximal difference in value and the minimal increase in value. Those two network models differ greatly from each other and from the previously analyzed models. The way of their formation is more complex, especially in the way of the minimal difference. The model developed according to maximal difference in value shows how to move in the space to change the value of aesthetic view in a maximal way. This model should be used, among others, in verification of planned and existing tourist trails. It shows which connection should be avoided in the process of designing routes of sightseeing and walking alleys.

Linking the basic fields according to the way of **the maximal difference** in value, one has received (Figure 11):

- 147 new regions on the I level of aggregation;
- 28 new regions on the II level of aggregation;
- 6 new regions on the III level of aggregation;
- 2 regions on the IV level of aggregation.

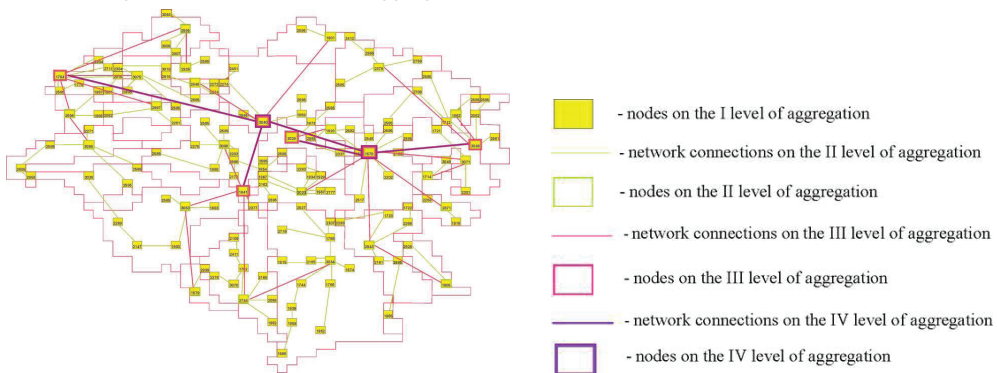


Figure 11: Network model of landscape value generated according to the way of the maximal difference in value.

As a result of linking the fields of the **minimal difference** in value, one has received (Figure 12):

- 273 new regions on the I level of aggregation;
- 94 new regions on the II level of aggregation;
- 25 new regions on the III level of aggregation;
- 13 new regions on the IV level of aggregation;
- 6 new regions on the V level of aggregation;
- 3 new regions on the VI level of aggregation;
- 1 new region on the VII level of aggregation.

The network model formed in the way of the minimal difference in value is the most complex network in comparison to the ones that have already been described.

Hubs and nodes should represent areas with satisfying views and additionally having other advantages. The process of projecting – inter alia – walking alleys and optimization of touristic space organization in a given area is an example of utilizing a network model of landscape aesthetics. In the author opinion, the minimal increase in value model supports that process most accurately.

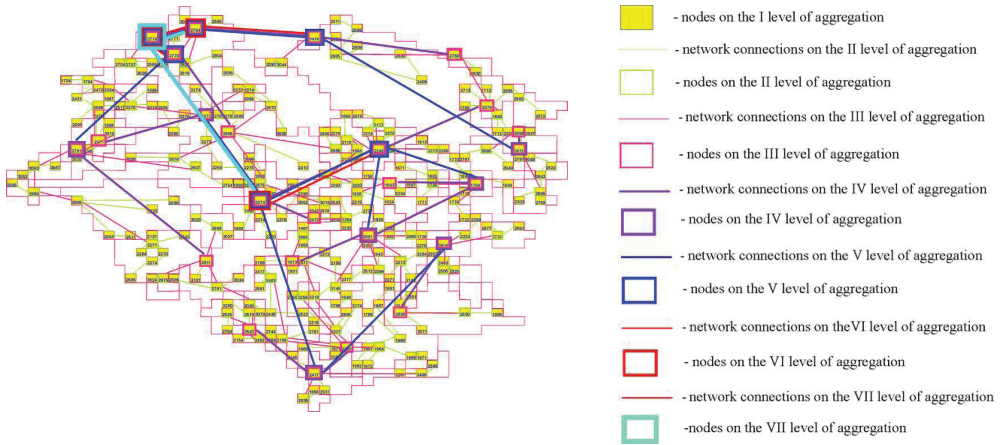
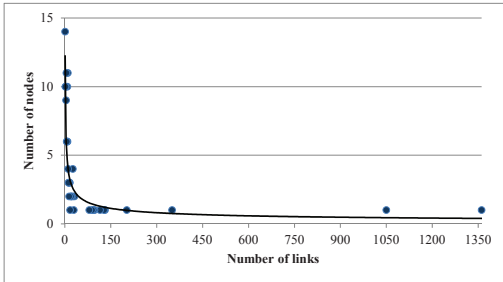


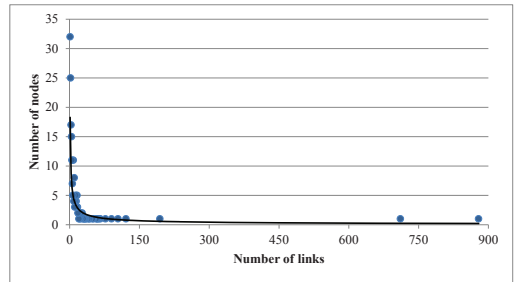
Figure 12: Network model of landscape value generated according to the way of the minimal difference in value.

4 THE ASSESSMENT OF NETWORK NATURE

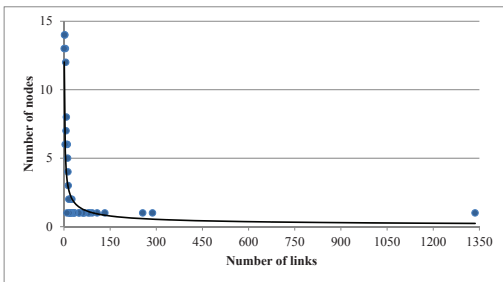
In such organized network, one has counted the number of connections assigned to each node of the network on each level of aggregation. Additionally, one has determined the “character” of those connections (Graphs 1-6).



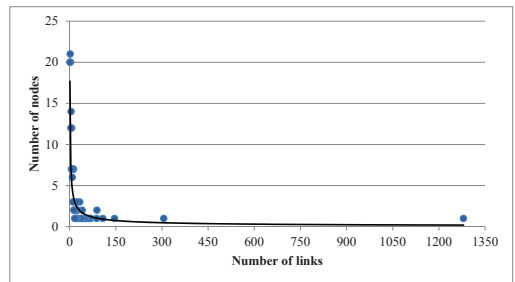
Graph 1: A distribution of spatial connections network according to the rule of the maximal increase in value. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.



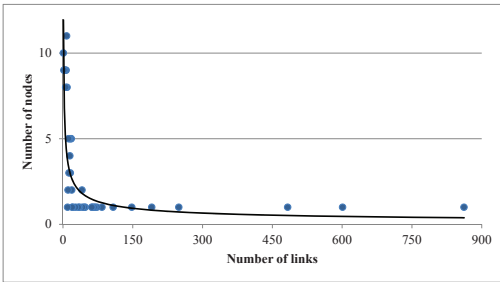
Graph 2: A distribution of spatial connections network according to the rule of the minimal increase in value. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.



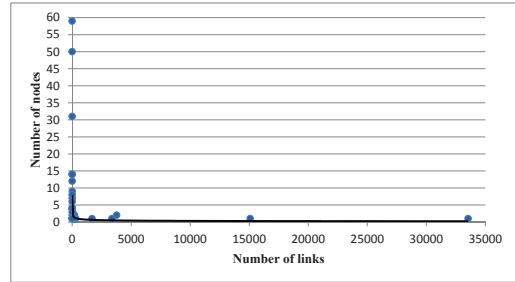
Graph 3: A distribution of spatial connections network according to the rule of the maximal fall in value. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.



Graph 4: A distribution of spatial connections network according to the rule of the minimal fall in value. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.



Graph 5: A distribution of spatial connections network according to the rule of the maximal difference in value. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.



Graph 6: A distribution of spatial connections network according to the rule of the minimal difference in value. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.

On accomplishing the analysis of the results, it has been stated that the distribution of the connections did not have an isolated maximum (which is characteristic for random networks; Barabási, 2003), but it has been described by the increasing function, which means that there is the power series distribution of the connections. On the basis of that one can state that the network is scale-free. According to the suggested decision-making regulations, several central nodes have appeared in the researched area. Considering that, the networks have proved to be scale-free. Due to the nature of the analyzed networks, their features can be used to identify landscapes that ought to be particularly preserved and reinforced, as well as those that require changing.

5 THE USE OF THE MODEL – SIMULATION

The relation between landscape aesthetic values has been the basis for forming the connections between particular points. On the way of the aggregation, a sort of nodes hierarchy has been highlighted. On given levels, the major nodes have formed as many connections as there has been the number of minor nodes in the area they affected. As a result, one could distinguish nodes and hubs of the network model described in chapter 3.

The simulations aim to illustrate the behavior of the network model in the case of the interference in its structure. To conduct the simulation, one has chosen a network formed on the way of the minimal increase in value.

In the theory of scale-free networks, one of the basic features of the networks is their resistance to random attacks and sensitivity to intentional ‘attacks’ on hubs. Devastation of nodes or centers can be done through cutting off the possibility of observation of the landscape, both by the physical destruction of the space or prevent access to the observation of view. As it is shown on the simulation below (Figure 13), a random attack on a hub does not have such a destructive influence on the network as the attack on the hub has (Figure 14). Owing to the composite structure, there are always some connections left that keep the whole network active. However, an intentional attack on several hubs may lead to a total destruction of the network. The hubs, as the most crucial hubs in a network, link almost everything together. A node damage in the analyzed network model is presented in Figure 14.

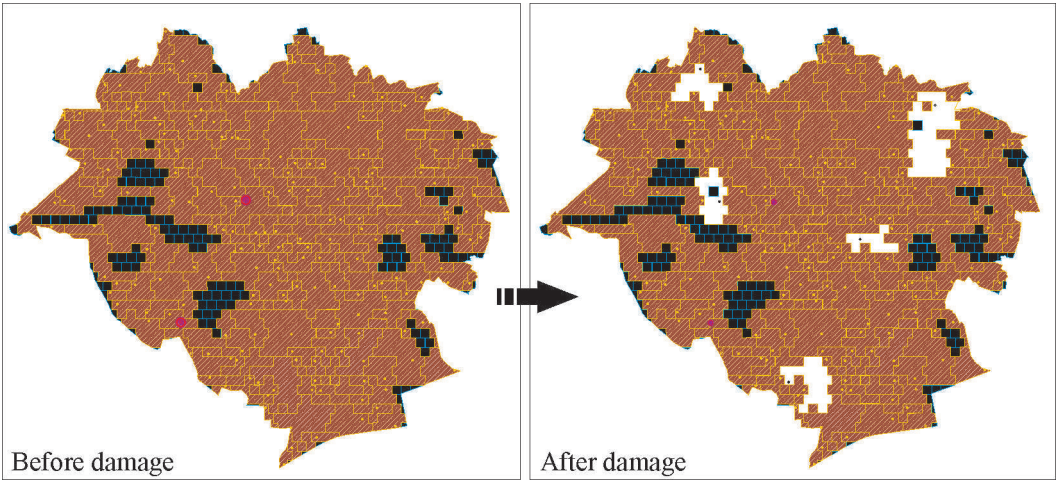


Figure 13: A damage of five random nodes in a scale-free network received on the way of the minimal increase in value. Legend: - borders of the areas of nodes connections influence, - centers in the network model, - nodes in the network model, - areas excluded from the research; no-entry and inaccessible areas (e.g. military areas, lakes, factories), - areas in which the connections (the structure of the network) will be destroyed if a node is damaged, - damaged nodes.

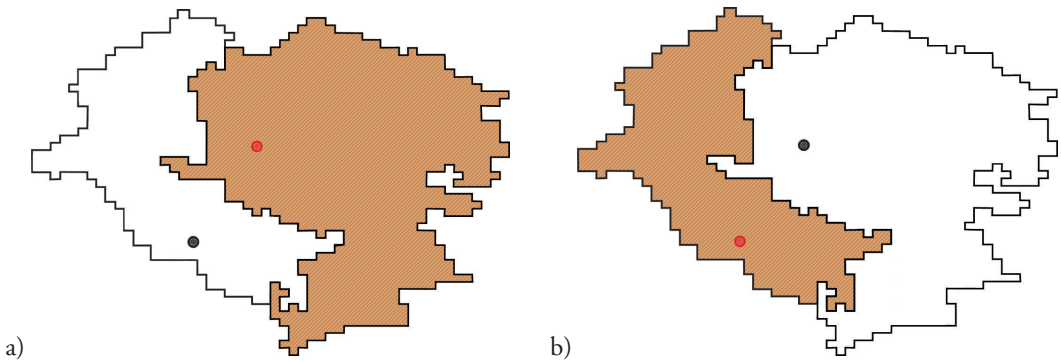
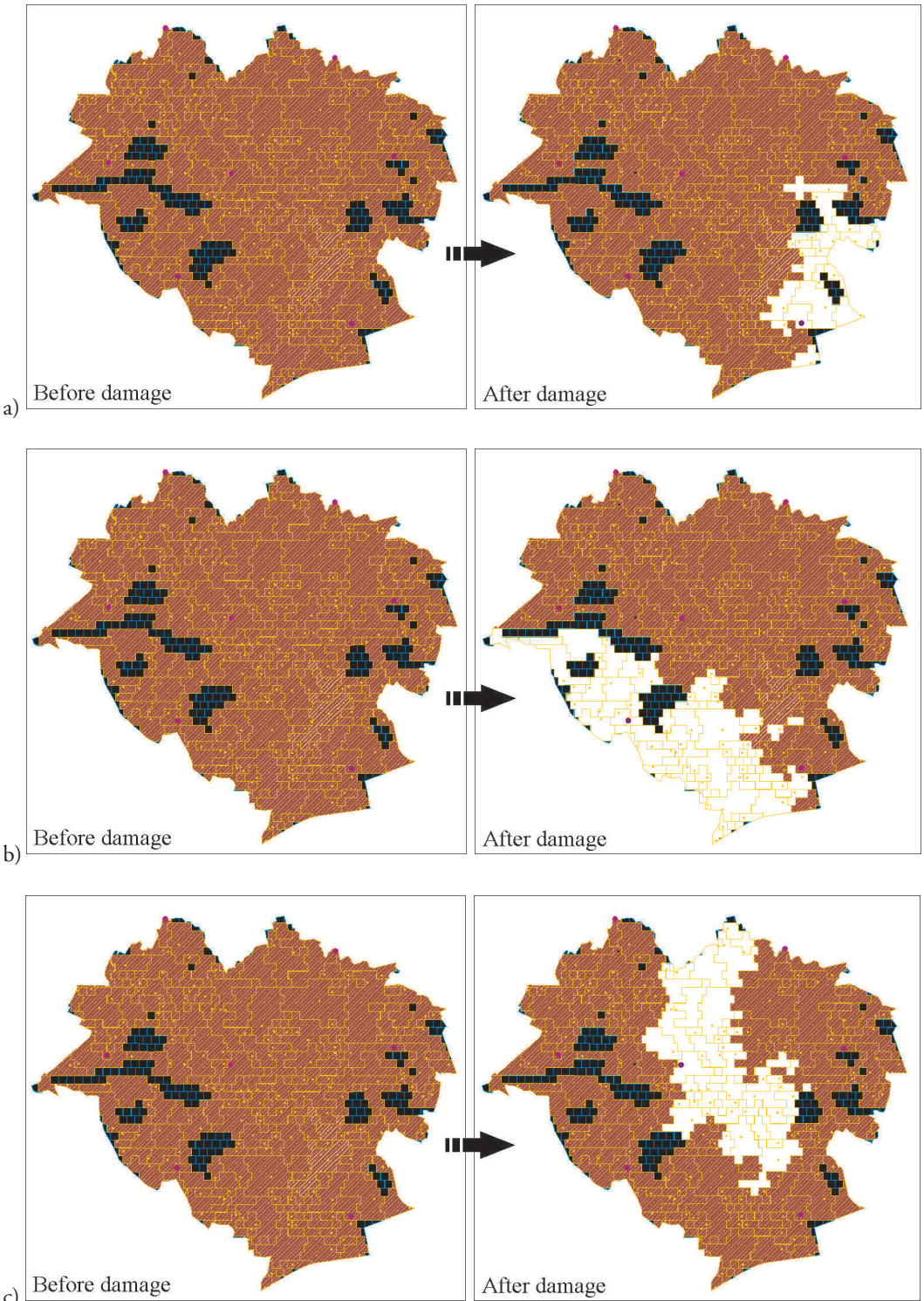
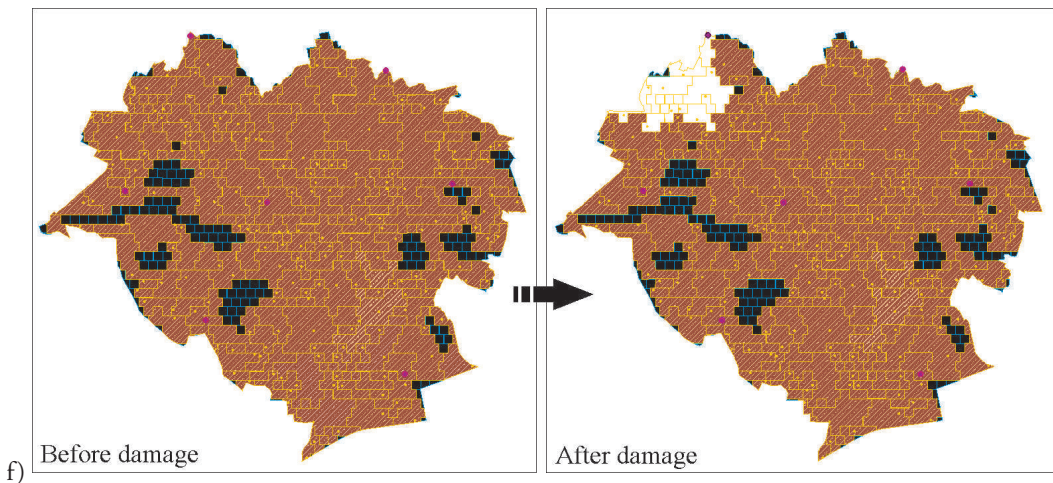
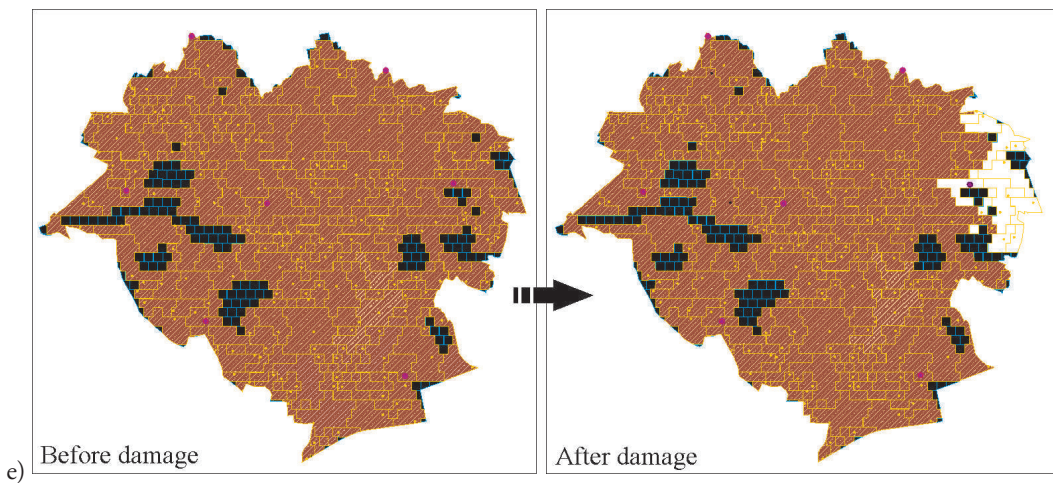
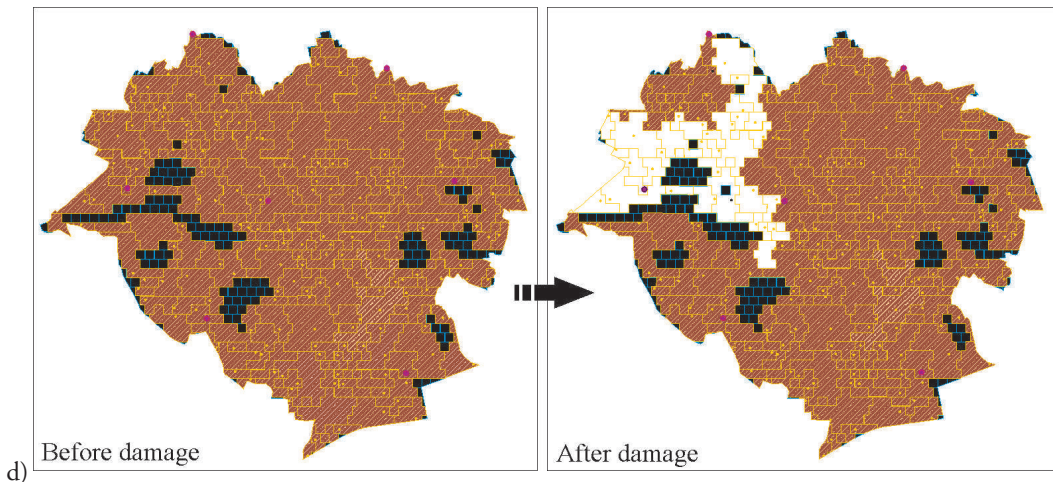


Figure 14: a) A damage of the first hub in a scale-free network model received on the way of the minimal increase in value. b) A damage to the second hub in a scale-free network model received on the way of the minimal increase in value. Legend: - borders of the areas of nodes connections influence, - centers in the network model, - areas in which the connections (the structure of the network) will be destroyed if a node is damaged, - damaged centers.





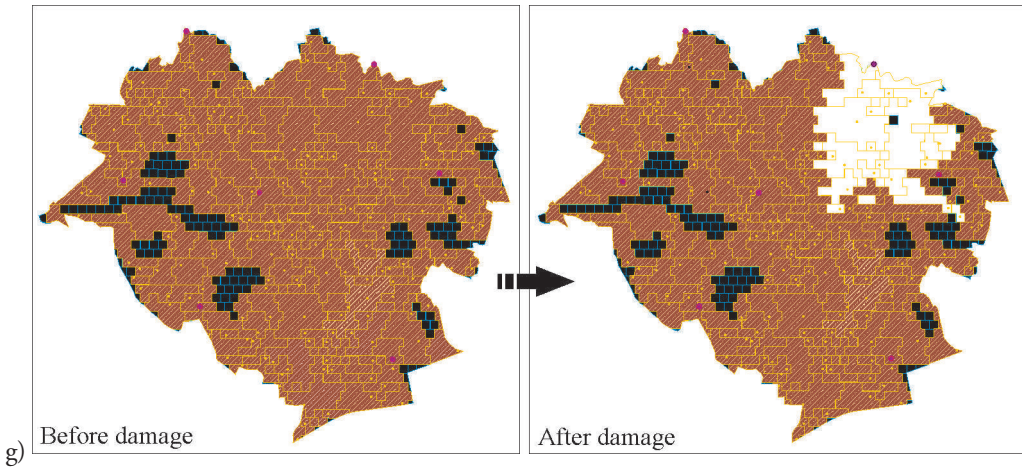
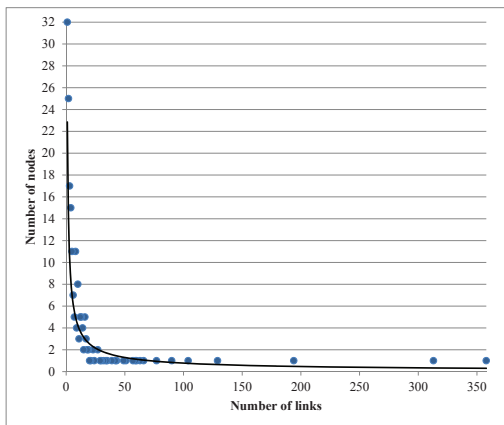


Figure 15: Simulation of an attack on the hubs of a scale-free network received on the way of the minimal increase in value, after increasing the degree of the scale-free nature of the network (on the way of generating new hubs). Numbers of hubs: a) 129, b) 297, c) 862, d) 896, e) 980, f) 1527, g) 1483. Legend: - borders of the areas of nodes connections influence, - centers in the network model, - nodes in the network model, - areas excluded from the research; no-entry and inaccessible areas (e.g. military areas, lakes, factories), - areas in which the connections (the structure of the network) will be destroyed if a node is damaged, - damaged centers.

The hubs influence zone, in comparison to the nodes influence zone, is immense. The influence can be compared to the role of service or the power of influence of a beautiful landscape on a given area. Further, the author has increased the degree of scale-free nature of the analyzed network model and checked what result would be achieved. The simulation of the “increase of the degree of the network scale-free nature” and the elimination of given hubs is shown in Figure 15. The process has consisted in adding five additional hubs to the analyzed network by changing the landscape’s value. The value has been increased to the level of the value of the existing hubs. The selected nodes are characterized by the high landscape aesthetic value and they have the potential to become hubs.



Graph 7: A distribution of hubs and connections in a network model received on the way of the minimal increase in value – a simulation of adding hubs. The y-axis - number of nodes (view points) and x-axis - number of links.

In order to determine if the nature of the newly created network model, in the sense of “not being a scale”, did not change, one has counted the number of hubs and nodes in the same way it was counted during forming the previous models, and determined the distribution of nodes and links. Similarly to the previous cases, the distribution has not had an isolated maximum and it has been described by an increasing function (power series distribution). The relation is shown in Graph 7.

6 CONCLUSION

To summarize the conducted studies, it can be stated that the main goals have been achieved. On the basis of landscape aesthetic value data, the landscape aesthetic value models have been created on the tested area.

1336 pieces of input data about landscape aesthetic value were used to create the model. Because of the extensiveness of the issue, the methods of landscape aesthetic value evaluation and the rules of collecting input data were described as a separate issue (Kowalczyk, 2012, 2012a). The models were created in the six ways: the maximal increase in value, the minimal increase in value, the maximal decrease in value, the minimal decrease in value, the maximal difference in value and the minimal difference in value. In such organized network models, the distribution of connections and nodes of the network was determined as the one following the power-law, which is characteristic of the scale-free networks. On that basis, the features of those networks were used to simulate changes in their construction, and thus to model the aesthetic value of the landscape. The simulations were made on the landscape aesthetic value model which had been created in the way of the minimal increase in value. The validity of choosing this model from the six available comes from the fact that it offers an optimal management of the aesthetic value of landscape. The conducted research shows that the model created in this way uses the entire potential of landscape in network connections, e.g. it connects gradually (not directly) an unattractive point with the most attractive point (center). Firstly, the simulation of an accidental damage of the nodes in the network model was done. This simulation showed that the structure of the network was not considerably destroyed and its durability was retained. The next step was to conduct the simulation of intentional damage of centers which were identified in the network model, one after another. A significant breakdown of the network structure and its dis-functions, due to the destruction of its most important connections, were observed. The next step was to simulate adding five centers to the network and repeating the simulation of damaging those centers. After adding the centers to the network model, better resistance to damages of the network structure was observed. The responsibility of having high landscape aesthetic value was divided. Damages of one center resulted in other centers taking over its functions. As a result of the analysis of the above-mentioned simulations, it has been stated that the network with a higher number of hubs is more stable. Damages, or even temporary exclusions (e.g. shutting the node due to a cycling race or road repair) in such network have less destructive effect on its structure. Forming new hubs, maintaining and “improving the old ones” will positively influence the aesthetics of a city and development of tourism. The development of new hubs, in the selected places of positive hubs, would be connected with the process in which landscape would undergo effective aesthetic changes.

In the networks, the negative hubs have been highlighted. The hubs ought to be “destroyed” through improving the aesthetics of those places. The transpositions would be based on the management of the information about those places. The network models illustrate the relations of landscape aesthetic value

and the same time indicates which land ought to be changed so that its use is optimal (determining a proper function). They are the base for conducting further research, e.g. modeling walking alleys and touristic routes, modeling the space in order to improve landscape aesthetics in the city, etc. Those problems and this method verification were partly presented in the publications which describe the tourist information signature map and an iconic model (Kowalczyk, 2012, 2012a). The tourist information signature map shows how to move in the city space in the way that aesthetic value of the landscape will be raising; where we can start our trip and end up in the most beautiful place. The map can be used to explore the whole city space but also to see some selected parts. It is relevant that during sightseeing the aesthetic value of landscape is rising, pleasing the visitors. Others method, which the author was familiarized with, did not consider such a solution. The drawn up network method can solve the problem of the improper management of landscape potential in the selected area. Research showed that landscape aesthetic network models can be a useful tool (procedure) in landscape aesthetic value management and space planning processes.

References:

Bajerowski, T., Bał A., Biłozor A., Gerus-Gościowska M., Sidor I., Szurek M., Turkowska O., Wielgosz A. (2003). *Podstawy teoretyczne gospodarki przestrzennej i zarządzania przestrzenią*. Poland, Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Bajerowski, T., Biłozor, A. (2005). *Theory of Barabási scale-free networks as a new tool in researching the structure and dynamics of regions*, Committee for Spatial Economy and Regional Planning; *Studia Regionalia*, 15, Poland, Warszawa: Polish Academy of Science.

Bajerowski, T., Biłozor A., Cieślak I., Sanetra A., Szczepańska A. (2007). *Ocena i Wycena Krajobrazu*. Poland, Olsztyn: Educatterra.

Barabási, A.-L. (2001). *The physics of the Web*. http://www.barabasilab.com/pubs/CC-NR-ALB_Publications/200107-00_PhysicsWorld-PhysoftheWeb/200107-00_PhysicsWorld-PhysoftheWeb.pdf, accessed: 18. 8. 2014.

Barabási, A.-L. (2003). *Linked*. USA: Penguin Group.

Barabási, A.-L., Bonabeau, E. (2003). *Scale-Free Networks*, *Scientific American*, 50–59.

Barabási, A.-L., Réka, A., Hawoong, L. (1999). *Mean-field theory for scale-free random networks*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 272(1-2), 173–187. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4371\(99\)00291-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4371(99)00291-5)

Barabási, A.-L., Réka, A., Hawoong, L. (2000). *Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world-wide web*. *Physica A*, 281(1-4), 69–77. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4371\(00\)0018-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4371(00)0018-2)

Chojnicki, Z. (1966). *Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych*. *Studia KPZK Polish Academy of Science*, 14.

Cieślak, I. (2012). *Współczesna waloryzacja przestrzeni zurbanizowanej*. Poland, Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Cohen, D. (2002). *All the word's a Net*. *New Scientist*, 174, 2338, 24–29.

Domański, R. (2011). *Gospodarka przestrzenna. Podstawy teoretyczne*. Poland, Warszawa: Polish Academy of Science.

Ercal, G., Matta, J. (2013). *Resilience Notions for Scale-free Networks*. *Procedia Computer Science*, 20, 510–515. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.311>

Jansson, M., Lindgren, T. (2012). *A review of the concept 'management' in relation to urban landscapes and green spaces: Toward a holistic understanding*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(2), 139–145. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2012.01.004>

Kowalczyk, A. (2012). *Valuation and Valorisation of Urban Landscape in Olsztyn. Urban public space – economics and management perspectives*. *Studia Regionalia*, 34, 77–94.

Kowalczyk, A. (2012a). *The iconic model of landscape aesthetic value*. *European Spatial Research and Policy*, 19(2), 121–129. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/v10105-012-0018-3>

Kowalczyk, A., Strumiłło-Rembowska, D. (2009). *Symulacja utraty wartości estetycznej krajobrazu miasta Olsztyn na skutek katastrof pożarowych. Katastrofy naturalne i cywilizacyjne. Zagrożenia i wyzwania dla bezpieczeństwa*, 1, 333–342.

Lee, D., Oh, K. (2012). *A Landscape Ecological Management System for Sustainable Urban Development*. *APCBEE Procedia*, 1, 375–380. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcbce.2012.03.062>

Li, T., Wang, Y., Guan, Z.-H. (2014). *Spreading dynamics of a SIQRS epidemic model on scale-free networks*. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 19(3), 686–692.

Lou, S.-L., Chen, G., Chen, S.-Y., Huang, W. (2013). *Scale-free networks via attaching to random neighbors*. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 392(17), 3531–3536. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2013.03.043>

Newman, M., Barabási, A.-L., Watts, D.J. (2006). *The structure and dynamics of networks*. Princeton University Press.

Stephenson, J. (2008). *The Cultural Values Model: An integrated approach to values*

- in landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 84(2), 127–139. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.07.003>
- Wejchert, K. (1974). *Elementy kompozycji urbanistycznej*. Poland, Warszawa: Wydawnictwo Arkady.
- Virtual Round Table on ten leading questions for network research (2004). *The European Physical Journal B - Condensed Matter*, 38(2), 143–145. DOI: <http://dx.doi.org/10.1140/epjb/e2004-00109-x>
- Yan, D., Ahmad, S. Z., Yang, D. (2013). Matthew effect, ABC analysis and project management of scale-free information systems. *Journal of Systems and Software*, 86(2), 247–254. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2012.08.013>
- Yilmaz, E., Uzuntarla, M., Ozer, M., Perc, M. (2013). Stochastic resonance in hybrid scale-free neuronal networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 392(22), 5735–5741. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2013.07.011>

Kowalczyk A. M. (2015). The use of scale-free networks theory in modeling landscape aesthetic value networks in urban areas. *Geodetski vestnik*, 59(1): 135–152. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.135-152](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.135-152)

Anna Maria Kowalczyk, Ph.D.
University of Warmia and Mazury, Faculty of Geodesy and Land Management
u. Parwocheńskiego 15
Olsztyn, Poland
e-mail:anna.kowalczyk@uwm.edu.pl

GLIDAR: NAPREDNO ORODJE ZA OBDELAVO LIDARSKIH PODATKOV

GLIDAR: ADVANCED TOOL FOR LIDAR DATA PROCESSING

Domen Mongus, Denis Horvat

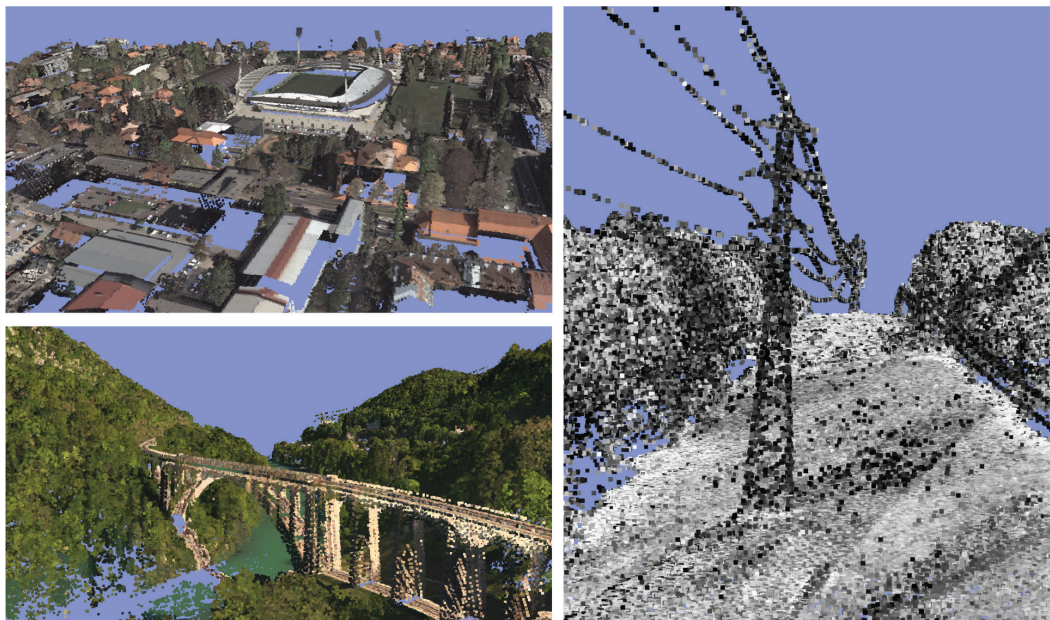
1 UVOD

S sodobnimi optičnimi metodami daljinskega zaznavanja je močno napredovalo opazovanje površja Zemlje ter odkrivanje tridimenzionalnih vzorcev in karakteristik. V zadnjem desetletju so vodilno vlogo na tem področju prevzele tehnologije laserskega prebiranja (skenerjanja), ki omogočajo hiter zajem 3D-točk na velikih geografskih območjih. Laserske prebirmike (skenerje) v ta namen običajno namestimo na letala ali helikopterje, od koder opravljajo natančne meritve karakteristik odbitega laserskega žarka od oddaljenih objektov. Ključna meritev je razdalja do merjenega objekta, ki jo določa časovni zamik med oddajo laserskega impulza in zaznavo odbitega signala. Položaj prebirmika je pri tem določen s sprejemnikom GNSS (angl. *global navigation satellite system*), podporni inercialni merilni sistem (angl. *inertial measurement unit – IMU*) pa meri njegovo rotacijo, naklon in usmerjenost. Tako se izvede georeferenciranje točk. Današnji laserski prebirmiki lahko s posameznim laserskim impulzom hkrati zaznajo tudi več objektov. Tako lahko prodrejo skozi majhne reže v vegetaciji in zaznajo tla pod njimi (Popescu, 2011). Ker so ti sistemi aktivni (v nasprotju s pasivnimi sistemi, kot so digitalni fotoaparati, za meritve uporabljajo lasten vir energije), je natančnost meritev manj odvisna od zunanjih svetlobnih razmer. Med aktivnimi optičnimi merilniki so danes najbolj poznani sistemi LiDAR (angl. *light detection and ranging*), ki dosegajo natančnost merjenja do 0,02 metra (Maune, 2008). Opravijo lahko več kot 200.000 meritev na sekundo in zajamejo več kot 40 točk na kvadratni meter zemeljskega površja.

V Sloveniji se ravnokar izvaja nacionalni projekt zajema lidarskih podatkov z gostoto od 2 do 10 točk na kvadratni meter. Rezultat zajema je množica topološko nestrukturiranih 3D-točk s prirejenimi skalarnimi vrednostmi (glej sliko 1). Količina informacij takšne množice postavlja razpoznavo vzorcev v velikih oblakih 3D-točk med najpomembnejše raziskovalne izzive na področju informacijskih tehnologij, medtem ko se za vsebinsko interpretacijo podatkov zahteva poglobljeno strokovno znanje. Z razvojem naprednih tehnologij daljinskega zaznavanja in vzpostavitev ustrezne informacijske infrastrukture lahko tako pričakujemo tudi utrjevanje pomena ved, kot sta geodezija in geografija, ki bosta v bližnji prihodnosti pridobili vodilno vlogo pri vsebinski zasnovi aplikacij.

V članku predstavljamo programsko orodje gLiDAR za razpoznavo objektov v lidarskih podatkih, ki omogoča izdelavo digitalnih modelov reliefa (DMR) ter razdvajanje točk terena, stavb in vegetacije. Z

njim je mogoče pripraviti vsebine za aplikacije in prostorske analize velikih geografskih območij z nekajcentimetrovsko natančnostjo. V poglavju 2 je podan splošen opis algoritmov za razpoznavo objektov, sledi opis delovanja aplikacije v poglavju 3. Rezultati so predstavljeni v poglavju 4, v poglavju 5 pa je podan sklep članka.



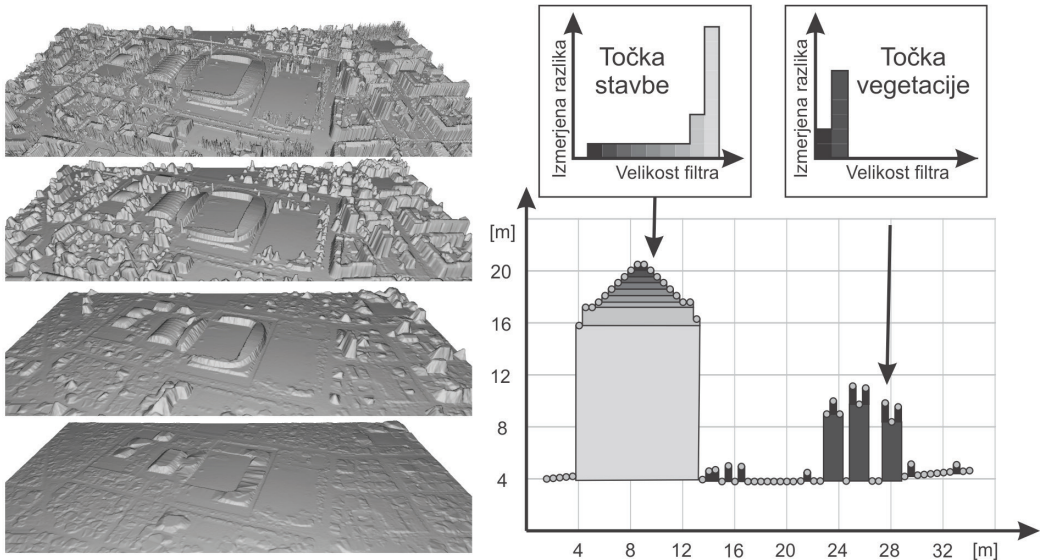
Slika 1: Oblaki lidarskih točk in objekti, predstavljeni v njih.

2 POSTOPKI RAZPOZNAVANJA OBJEKTOV V LIDARSKIH PODATKIH

Delovanje orodja gLiDAR temelji na predpostavki, da so točke nižje od drugih objektov (slika 1). Teren torej določimo tako, da iz oblaka lidarskih točk izločimo izstopajoče visoke množice. Izločenim točkam nato izmerimo geometrijske in oblikovne lastnosti (na primer površino, višino ali hrapavost površja) ter glede na te sklepamo, kakšen objekt opisujejo. V ta namen orodje gLiDAR uporablja filtre matematične morfologije.

Čeprav je danes matematična morfologija že precej dobro poznana teorija, na katero se pogosto naslanjajo metode obdelave slik in geometrijskih podatkov, so teoretični detajli zunaj obsega tega članka. Celovit pregled področja sta predstavila Najman in Talbot (2014), tu pa opišemo le osnove, ki so potrebne za razumevanje delovanja orodja gLiDAR. Podobno kot običajni filtri tudi morfološki filtri iz vhodne množice podatkov izločijo informacije in na izhodu podajo okrnjeno množico točk. Morfološki filtri pri tem ne brišejo točk, temveč zgolj spremenijo njihove višine. Iz vhodnih lidarskih podatkov lahko odstranimo izbokline, tako da jih izravnamo z njihovo okolico. Velikost filtra pri tem določa velikost izboklin oziroma objektov, ki jih bo filter izravnal. Kadar želimo iz lidarskih podatkov izločiti vse objekte in ohraniti zgolj teren, moramo uporabiti filter, ki je večji od največjega vsebovanega objekta. Pri tem obstaja velika nevarnost, da tako odstranimo tudi detajle terena (na primer nasipe, grebene ali vrhove gora). Po drugi strani lahko z majhnim filtrom ohranimo detajle terena in izločimo majhne objekte, velike

objekte pa ohranimo (slika 2). Za razpoznavo objektov v lidarskih podatkih je tako ključnega pomena izbira pravilne velikosti filtra (Mongus in Žalik, 2014).



Slika 2: Filtriranje lidarskih podatkov z različnimi velikostmi filtra (levo) in izmerjene razlike (desno); opazimo lahko, da je pri majhnem objektu (vegetacija) največja razlika pri majhni velikosti filtra, pri stavbah pa nastane, če je filter velik.

Orodje gLiDAR izvaja filtriranje z različnimi velikostmi filtra. Postopek poteka iterativno, od majhnega filtra proti velikemu, tako da se v vsakem koraku postopno izravnava večje množice točk. Pri tem se v vsakem koraku izmerijo višinske razlike pred filtriranjem in po njem, kot optimalna velikost filtra pa se izbere vrednost, pri kateri so nastale največje višinske razlike (slika 2). Pokažemo lahko namreč, da se takšen filter optimalno prilega dani okolici, njegova velikost pa hkrati opisuje širino visokih izstopajočih množic točk. Pomembno informacijo pri tem nosi tudi višinska razlika, ki jo je filter povzročil. Ta nam namreč pove, koliko je množica točk dvignjena nad svojo neposredno okolico (Mongus in Žalik, 2014).

Orodje gLiDAR izbere točke terena glede na razmerje med velikostjo množice točk in njeno višinsko razliko z okolico. Tako lahko izloči majhne množice točk, tudi če njihove višinske razlike z okolico niso posebno velike, medtem ko velike množice točk izloči le, kadar so občutno dvignjene nad okolico. Nad odstranjenimi množicami točk nato izvede analizo površja, na podlagi katere je mogoče razlikovanje med stavbami in vegetacijo. Pri tem se naslanja na dejstvo, da točke na strehah stavb opisujejo eno ali več ravnin, medtem ko so točke v vegetaciji le redko na ravnini. Orodje gLiDAR loči med točkami stavb in točkami vegetacije, tako da v okolico vsake točke vstavi najbolj prilagajajočo se ravnino. To določi analitično, z metodo najmanjših kvadratov. Če je razdalja točk od najbolj prilagajajoče se ravnine dovolj majhna, pri čemer je sama množica izločenih točk dovolj velika, dano točko prepoznamo kot točko na stavbi (Mongus in sod., 2014), sicer jo gLiDAR uvrsti med točke vegetacije ali pa med nepoznane objekte, če geometrijske lastnosti množice ne ustrezajo merilom vegetacije (glede na višino, širino ali obliko). Pozneje gLiDAR razdeli razred vegetacije še v točke nizke, srednje in visoke vegetacije. V ta namen jih gruči in določi razred celotni gruči glede na njeno višino.

Čeprav smo podali zgolj posplošen opis postopkov, na katerih temelji delovanje orodja gLiDAR, je njihovo razumevanje pomembno, da lahko uporabniki kar se da dobro izkoristimo zmožnosti, ki jih ponuja. V naslednjem poglavju predstavimo nekaj osnovnih funkcionalnosti z uporabniškega vidika.

3 DELOVANJE PROGRAMSKEGA ORODJA GLIDAR

V prejšnjem poglavju opisani koncepti so vgrajeni v programsko orodje gLiDAR. Orodje je razdeljeno na več modulov, od katerih vsak skrbi za svoj izdelek (na primer izdelavo DMR, klasifikacijo stavb ali klasifikacijo vegetacije). Preden izvedemo posamezno nalogo, program gLiDAR omogoča predoglede rezultatov, ki jih bomo dobili ob danih nastavitvah (slika 3). Te prikaže v obliki analitično senčenega površja, izdelanega iz lidarskih podatkov. Pri tem z barvo označi objekte, ki jih bo izbrani modul odstranil oziroma razpoznal kot stavbe ali vegetacijo. To je seveda odvisno od predogleda operacije, ki jo želimo izvesti. Če med predogledom spreminjamo nastavitve filtra, se predogled samodejno osvežuje, kar uporabnikom omogoča ugaševanje nastavitev filtrov za kar se da natančen rezultat. Čeprav je samodejna izbira prepoznanih objektov večinoma uspešna, ima uporabnik možnost ta območja tudi ročno popravljati. To lahko izvede z orodjema pero in radirka.



Slika 3: Prikaz površja z analitičnim senčenjem in samodejna zaznava objektov.

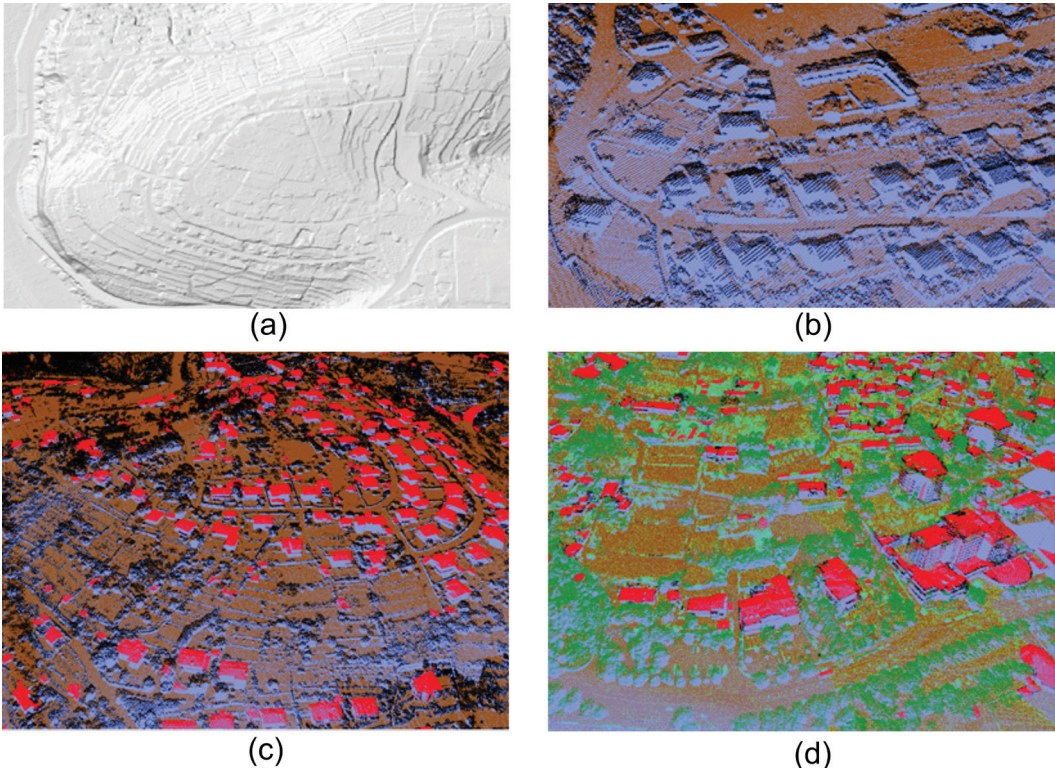
Moduli programa gLiDAR za zdaj omogočajo izdelavo DMR, podobo analitičnega senčenja (PAS) in klasifikacijo terena, stavb ter nizke, srednje in visoke vegetacije. Vsak modul je uporabniku dostopen v ločenem zavihku, kjer lahko nadzira parametre obdelave. Pomembnejši uporabniško nastavljeni parametri posameznih modulov so podani v preglednici 1.

Čeprav ima vsak zavihkek nastavljljive parametre, ki so specifični zanj, je vsem zavihkom skupna funkcionalnost obdelovanja več datotek hkrati. Tako lahko uporabnik naloži seznam datotek, ki jih želi obdelati, in v celoti izkoristi procesorsko moč sistema, saj datoteke pri razpoložljivosti več procesorskih jeder obdelujemo paralelno, zaradi česar se zelo skrajša čas obdelave. Program nam med obdelavo izpisuje datoteke, ki so v obdelavi, datoteke, ki so bile že obdelane, in datoteke, pri katerih se je pojavila napaka. Slednje se beležijo, da lahko uporabnik ugotovi, kje in zakaj so se zgodile napake, ter jih poskuša odpraviti.

Preglednica 1: Pregled in pomen pomembnejših parametrov posameznega modula.

<p>Klasifikacija terena in izdelava DMR</p>	<p>Ločljivost: določa velikost celic v mreži, ki jo bomo uporabili pri izdelavi DMR. Večja, kot je ločljivost, bolj natančen bo DMR, vendar bo daljši tudi čas obdelave. Standardni ločljivosti DMR sta 0,5 m × 0,5 m ali 1 m × 1 m. Ta ločljivost pa ni vedno mogoča, saj je omejena z gototo oblaka točk, ki ga obdelujemo.</p> <p>Največja velikost filtra: predstavlja dolžino/širino največjega objekta, ki ga bomo še lahko filtrirali. Večji, kot je filter, večje objekte bomo lahko filtrirali, vendar nam bo to vzelo več časa. Hkrati pri strmih gorovjih ni priporočljivo uporabljati velike vrednosti tega filtra, saj lahko izločimo tudi vrhove gora in ostrih grebenov.</p> <p>Vrednosti k in n: opisujeta razmerje med velikostjo in višinsko oddaljenostjo množic točk od okolice. To razmerje je določeno z linearno funkcijo, pri čemer n opisuje minimalno višinsko razliko, pri kateri bo množica odstranjena, k pa, kako se ta razlika povečuje s povečevanjem velikosti množice.</p>
<p>Klasifikacija stavb</p>	<p>Največja napaka ravnine: določa maksimalno odstopanje točk od najboljše prilegajoče se ravnine (ukrivljenost), da točko še vedno razpoznamo kot del objekta.</p> <p>Velikost okolice: velikost ploskve, ki jo uporabljamo za iskanje najboljšega prileganja.</p>
<p>Klasifikacija vegetacije</p>	<p>Najmanjša napaka ravnine: ker vegetacija proizvede velike napake pri računanju ravnin, ta parameter določa, kolikšna mora biti najmanjša napaka, da točko prepoznamo kot del vegetacije.</p> <p>Velikost okolice: ima enak pomen kot pri klasifikaciji stavb.</p>

4 REZULTATI OBDELAVE



Slika 4: Prikaz a) DMR, b) izločitve terena, c) izločitve zgradb in d) izločitve vegetacije.

Zaradi paralelne implementacije je obdelava podatkov v orodju gLiDAR hitra. Izračunali smo, da za obdelavo 1 giga zloga podatkov in izdelave vseh navedenih izdelkov potrebujemo približno 7 minut. Izdelki ohranjajo visok standard kakovosti na urbanih in podeželskih območjih. Povprečna napaka DMR pri ločljivosti 1 m × 1 m je manjša od 8 centimetrov, pravilnost klasifikacij pa je v vseh primerih nad 90 %. Na sliki 4 so prikazani izdelki, ki jih je mogoče izdelati z orodjem gLiDAR.

5 SKLEP

V članku predstavljamo orodje gLiDAR za obdelavo lidarskih podatkov. Orodje je plod slovenskega znanja in je bilo izdelano na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Omogoča obdelavo lidarskih podatkov, ki jih glede na standardni datotečni format LAS (ASPRS, 2014) prepoznamo kot točke terena, stavb ter nizke, srednje in visoke vegetacije. Orodje je enostavno za uporabo in dosega zavidljivo kakovost rezultatov, ki večinoma presega 90-odstotno pravilnost in celovitost razpoznavne. S hkratno obdelavo več datotek dosežemo tudi visoko računsko učinkovitost, ki nam omogoča, da 1 giga zlog podatkov obdelamo v manj kot sedmih minutah.

Viri:

- ASPRS (2014). LAS specifications version 1.4, The American Society for Photogrammetry & Remote Sensing. <http://www.asprs.org/Committee-General/LASer-LAS-File-Format-Exchange-Activities.html>, pridobljeno 24. 2. 2015.
- Format standard. www.asprs.org, pridobljeno 7. 8. 2009.
- www.liblas.org, pridobljeno 7. 8. 2009.
- Najman, L., Talbot, H. (2013). *Mathematical Morphology*. John Wiley & Sons.
- Maune, D. F. (2008). *Aerial mapping and surveying*. V: *Land Development Handbook* (3rd edn), S. O. Dewberry in L. N. Rauenzahn (ed.), McGraw-Hill Professional, 877–910.
- Mongus, D., Lukač, N., Žalik, B. (2014). Ground and building extraction from LiDAR data based on differential morphological profiles and locally fitted surfaces. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 93, 145–156. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.12.002>
- Mongus, D., Žalik, B., (2014). Computationally Efficient Method for the Generation of a Digital Terrain Model From Airborne LiDAR Data Using Connected Operators. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(1), 340–351. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/jstars.2013.2262996>
- Popescu, S. (2011). *Advances in Environmental Remote Sensing: Sensors, Algorithms, and Applications*. V: Weng, Q. (ed.), CRC Press, Boca Raton, 57–84.

Doc. dr. Domen Mongus, univ. dipl. inž. rač. in inf.
Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17, SI-2000 Maribor
e-naslov: domen.mongus@um.si

Denis Horvat, mag. inž. rač. in inf. tehnol.
Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17, SI-2000 Maribor
e-naslov: denis.horvat@um.si

VERIFIKACIJA VSEDRŽAVNEGA MODELA TRANSFORMACIJE MED D48/GK IN D96/TM

VERIFICATION OF LOCAL TO ETRS89 DATUM TRANSFORMATION MODEL FOR SLOVENIA

Sandi Berk, Niko Fabiani, Dominik Fajdiga, Katja Oven, Žarko Komadina, Marjan Čeb, Anka Lisec, Polona Pavlovčič Prešeren, Bojan Stopar

1 UVOD

V prispevku je obravnavana problematika transformacije prostorskih podatkovnih zbirk v novi državni koordinatni referenčni sistem v Sloveniji, ki je postala redna tema te rubrike. K takšni transformaciji velja pristopiti samo z dovolj premišljeno strategijo in transformacijskim modelom ustrezne kakovosti. Če se omejimo zgolj na transformacijo horizontalnih koordinat (D48/GK ↔ D96/TM), naj bi tak model transformacije ohranil položajno natančnost prostorskih podatkov, topološke odnose v zbirkah podatkov in med različnimi zbirkami, geometrijske lastnosti (na primer pravokotnost, vzporednost) in površine.

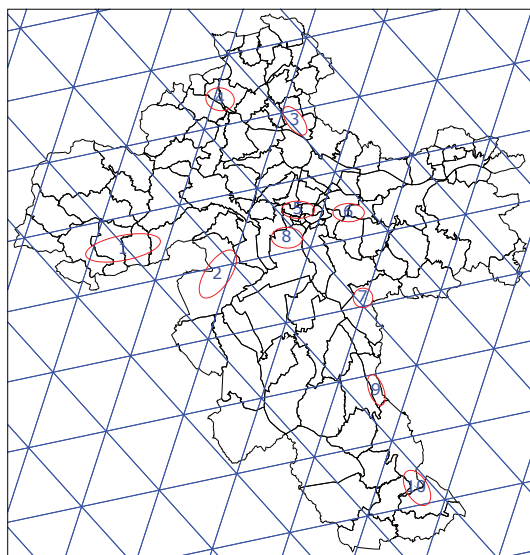
V protokolu prehoda v novi koordinatni sistem je bil v Sloveniji predviden vsedržavni model transformacije za prostorske podatkovne zbirke, ki bi ustrezal vsem merilom tudi za najkakovostnejše podatke. Ta enotni model bi nato zaradi ohranitve medsebojnih odnosov med različnimi podatkovnimi zbirkami (sloji) uporabili za transformacijo večine prostorskih podatkovnih zbirk v državi (Berk in Duhovnik, 2007). Novi državni koordinatni referenčni sistem je razgalil veliko hib starega sistema, ki pa jih lahko precej dobro odstranimo z modeliranjem distorzij (Stopar in Kuhar, 2003).

Obstoječa vsedržavna transformacija, ki tudi vključuje modeliranje distorzij starega koordinatnega referenčnega sistema, temelji na afini transformaciji po trikotnikih (v nadaljevanju: model trikotniške transformacije). Vhodni podatki za tvorbo modela so bile koordinate približno 2000 veznih točk (tako imenovanih »ETRS-točk«) – geodetskih točk, ki so bile v obeh koordinatnih referenčnih sistemih (D48/GK in D96/TM) določene s kakovostno geodetsko izmero (Berk in Komadina, 2010). Na podlagi odstopanj koordinat teh točk smo ocenili položajno natančnost modela trikotniške transformacije, ki je predstavljena z radialnim standardnim odklonom in znaša 4,2 centimetra. Težava modela trikotniške transformacije pa je, da ga je bilo mogoče vzpostaviti zgolj na podlagi koordinat točk temeljnih geodetskih mrež in nekaj navezovalnih mrež. Če želimo torej ta model uporabiti tudi za transformacijo podatkov, ki so pridobljeni z detajlno izmero, ga je nujno prej verificirati na točkah detajla (Berk in Komadina, 2013).

V nadaljevanju predstavljamo projekt, izveden v letu 2014 (Berk in sod., 2014), ki se sistematično loteva verifikacije modela trikotniške transformacije (v nadaljevanju: pilotni projekt). Izvajali so ga Geodetski inštitut Slovenije, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Geodetska uprava Republike Slovenije, slednja v vlogi izvajalca terenske izmere. Projekt se bo z razširitvijo na celotno državno ozemlje nadaljeval v letu 2015.

2 CILJI PILOTNEGA PROJEKTA

Osnovni cilj pilotnega projekta je bil preveriti kakovost modela trikotniške transformacije na širšem območju Ljubljane (Območna geodetska uprava Ljubljana, Izpostava Ljubljana – IOGU Ljubljana), in sicer na podatkih zemljiškega katastra. Izbranih je bilo deset testnih območij (slika 1). Osredotočili smo se predvsem na območja najkakovostnejšega katastra (koordinatni kataster, koordinatno vzdrževanje, območja novih izmer in komasacij), vendar so bila vključena tudi nekatera območja grafične izmere. Verifikacija modela trikotniške transformacije je temeljila na neodvisni terenski izmeri kontrolnih zemljiškokatastrskih točk (v nadaljevanju: ZK-točk) ter primerjavi koordinat teh točk s koordinatami, pridobljenimi z modelom trikotniške transformacije.



Slika 1: Meje katastrskih občin v IOGU Ljubljana, transformacijski trikotniki modela trikotniške transformacije in lokacije izbranih testnih območij: 1 – Horjul, 2 – Brezovica, 3 – Gameljne, 4 – Medvode, 5 – Ljubljana Center, 6 – Moste, 7 – Lanišče, 8 – Trnovsko predmestje, 9 – Gradišče in 10 – Velike Lašče.

Poleg neposrednih rezultatov projekta so za njegovo nadaljnje izvajanje zelo pomembni tudi rezultati in izkušnje, pridobljeni v okviru pilotnega projekta, in sicer:

- metodologija za izvedbo terenske izmere kontrolnih ZK-točk (metode izmere, merila za izbor točk),
- metodologija za obdelavo podatkov (uporabljeni postopki, izbira ustreznih statističnih cenilk, interpretacija rezultatov),
- merila za izvedbo postopka verifikacije (določitev še sprejemljivih odstopanj položaja, ravnanje ob morebitni zavrnitvi obravnavanega transformacijskega modela) ter
- načrt verifikacije modela trikotniške transformacije na celotnem državnem ozemlju (izbor testnih območij in opredelitev nabora primernih ZK-točk za terensko kontrolo).

S pripravljenima metodologijama in merili za verifikacijo naj bi zagotovili optimalno izvedbo načrtovanega vsedržavnega projekta.

3 METODOLOGIJA ZA TERENSKO IZMERO

Pripravljena metodologija obravnava izmero:

- kontrolnih ZK-točk in
- dodatnih veznih točk za oblikovanje izboljšane modela trikotniške transformacije

ter merila za izbor teh točk, njihovo identifikacijo na terenu in dokumentiranje izmere. Sledi nekaj ključnih poudarkov. Za terensko izmero kontrolnih ZK-točk so na voljo tri metode:

- izmera RTK VRS z anteno na togem grezilu (vsaj dve neodvisni meritvi s časovnim zamikom vsaj 2 uri, sprejemljivo položajno odstopanje je 5 centimetrov, časovni razpon opazovanj je 20 sekund, interval registracije je 1 sekunda, med izmero naj bi bilo nad obzorjem vsaj pet satelitov),
- hitra statična GNSS-izmera z anteno na podprtem togem grezilu (časovni razpon opazovanj je 10 minut + dodatna minuta na kilometer oddaljenosti od najbližje stalne postaje omrežja SIGNAL, interval registracije je 1 sekunda, med izmero naj bi bilo nad obzorjem vsaj pet satelitov) in
- kombinirana izmera z GNSS-instrumentom in elektronskim tahimetrom (ena izmed obeh GNSS -metod za določitev koordinat stojšča in dveh orientacijskih točk, nato tahimetrična izmera; oddaljenost ZK-točk do 100 metrov, oddaljenost orientacijskih točk vsaj 200 metrov od stojšča).

Za kontrolo modela trikotniške transformacije izberemo le najkakovostnejše točke iz zbirke zemljiškega katastra, in sicer ZK-točke:

- z ocenjeno natančnostjo (po uradnem šifrantu), boljše od 12 cm: *METYX* iz {11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91},
- z nespornim upravnim statusom: *UPRAVNO* iz {1 = MUP, 2 = sodna, 3 = urejena},
- ki dejansko obstajajo – so še vedno veljavne: *BUG* iz {0,1}, in
- ki so določene neposredno v D48/GK, tj. pred 1. 1. 2008: *DATUM* pred »01.01.08«.

Na posameznem testnem območju izmerimo med 20 in 30 materializiranih ZK-točk – 20 je dovolj, če so »neproblematične« in je njihova razporeditev enakomerna, število točk pa je odvisno tudi od velikosti testnega območja. Za terensko delo pripravimo terenske skice formata A3, ki pokrivajo območja velikosti 562,5 m × 375 m (1/32 lista TTN 5) in na katerih so na podlagi državnega ortofota izrisani še zemljiškokatastrski prikaz (v nadaljevanju: ZKP) oziroma zemljiškokatastrski načrt (v nadaljevanju: ZKN) in ZK-točke, primerne za kontrolo (slika 2). Na terenu poiščemo do največ tri mejnike s posamezne terenske skice, po možnosti na medsebojnih razdaljah med 200 in 300 metri.

Za vzpostavitev izboljšane modela trikotniške transformacije z dodatnimi veznimi točkami (poskus izboljšave modela na obravnavanem območju) uporabimo isto metodo terenske izmere kot pri dosedanjih izmerah veznih točk:

- statično GNSS-izmera (časovni razpon opazovanj je vsaj 2 uri, interval registracije je 15 sekund, minimalni višinski kot sprejema signalov je 15°, med izmero naj bi bilo nad obzorjem vsaj pet satelitov).

Na širšem območju izboljšave (območje od treh do štirih transformacijskih trikotnikov) izberemo približno 10 dodatnih veznih točk – enakomerno razporejenih temeljnih geodetskih točk od I. do IV. reda ter morebiti obstoječih točk navezovalnih geodetskih mrež. Pri iskanju izbranih točk na terenu uporabimo vso razpoložljivo dokumentacijo o točkah in topografije iz centralne baze geodetskih točk.



Slika 2: Primer terenske skice za izmero kontrolnih ZK-točk na predvidenem testnem območju JP-01 – Piran.

4 METODOLOGIJA ZA OBDELAVO PODATKOV

Podlaga za analizo kakovosti modela trikotniške transformacije so odstopanja med koordinatami ZK-točk iz zbirke zemljiškega katastra, in sicer:

- uradnimi D48/GK-koordinatami, transformiranimi v D96/TM z modelom trikotniške transformacije, in
- kakovostnimi D96/TM-koordinatami, določenimi s terensko izmero (kontrolna izmera).

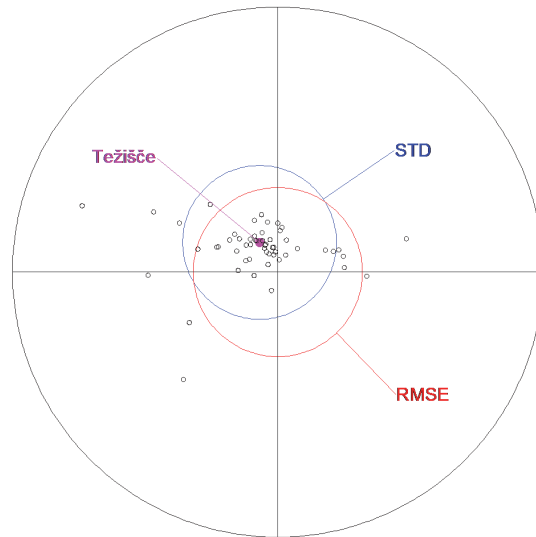
Zaradi raznolike kakovosti koordinat ZK-točk na posameznih testnih območjih je težko določiti mejne vrednosti odstopanj, ki naj bi bila opredeljena kot grobi pogreški. Na podlagi predhodnih izkušenj (Berk in sod., 2011) je bila zato obdelava podatkov zasnovana na dveh vzporednih pristopih, in sicer na:

- klasični statistiki (metoda momentov) ter
- robustni statistiki.

Robustna statistika je tu nekakšen kontrolni mehanizem, ki zagotavlja, da zaradi morebitnih neodkritih grobih pogreškov in posledično zavajajočih statističnih ocen, ki bi temeljile le na klasični statistiki, ne bi sprejeli napačnih odločitev. S primerjavo rezultatov obeh vzporednih pristopov obdelave se namreč precej zmanjšajo tovrstna tveganja. Obdelava podatkov za kontrolo modela trikotniške transformacije tako vključuje:

- oceno kakovosti transformacijskega modela (ocenjujemo centralno tendenco odstopanj koordinat ZK-točk na obravnavanem območju),
- oceno natančnosti koordinat ZK-točk v D48/GK (ocenjujemo razpršenost odstopanj ZK-točk glede na njihovo povprečje) in
- oceno točnosti koordinat ZK-točk po izvedeni transformaciji v D96/TM z modelom trikotniške transformacije (ocenjujemo razpršenost odstopanj ZK-točk glede na njihove referenčne koordinate, določene s kontrolno izmero).

Primer grafične ponazoritve vseh treh ocen s prikazom zadetkov v tarčo je na sliki 3.



Slika 3: Prikaz odstopanj položajev ZK-točk (testno območje 6 – Moste) v obliki zadetkov v tarčo in ključnih statističnih cenilk: radialne ekscentričnosti težišča ($D = 3,94$ cm), položajnega (radialnega) standardnega odklona ($STD = 8,70$ cm) in položajnega (radialnega) RMSE-ja ($RMSE = 9,57$ cm); polmer tarče je 30 centimetrov.

Za cenilke ustreznosti modela trikotniške transformacije (za podatke zemljiškega katastra) smo uporabili:

- težišče (2R-povprečje) odstopanj položajev ZK-točk in položajno (radialno) ekscentričnost težišča ter
- središče (2R-mediano) odstopanj položajev ZK-točk in položajno (radialno) ekscentričnost središča.

Za cenilke natančnosti koordinat ZK-točk v D48/GK smo uporabili:

- standardna odklona odstopanj koordinat ZK-točk in njihov položajni (radialni) standardni odklon ter
- Croux-Rousseeuwjeva robustna standardna odklona (Croux in Rousseeuw, 1992) odstopanj koordinat ZK-točk in njihov položajni (radialni) standardni odklon.

Za cenilke točnosti koordinat ZK-točk po transformaciji v D96/TM (z modelom trikotniške transformacije) smo uporabili:

- RMSE-ja (angl. root mean square error) odstopanj koordinat ZK-točk in njihov položajni (radialni) RMSE.

5 MERILA ZA VERIFIKACIJO IN RAVNANJE OB MOREBITNI ZAVRNITVI MODELA

Za največje še sprejemljivo položajno (radialno) ekscentričnost težišča odstopanj kontrolnih ZK-točk smo privzeli vrednost:

$$Tol_{[cm]} = 5$$

Tolerančno vrednost je sicer smiselno povečati na območjih, kjer je ugotovljena natančnost ZK-točk v D48/GK slabša od pričakovanih 12 centimetrov (merilo za izbor kontrolnih ZK-točk). Povečamo jo za polovico razlike med ocenjenim položajnim (radialnim) standardnim odklonom (*Std*) in vrednostjo 12 centimetrov:

$$Tol_{[cm]} = 5 + \frac{Std - 12}{2}$$

Če je verifikacija modela trikotniške transformacije neuspešna, glede na strokovno presojo o razlogih za težave izbiramo med dvema možnostma:

- poskus izboljšave modela trikotniške transformacije na zadevnem območju ali pa
- ugotovitev, da razlog za težave ni slabša kakovost modela, ampak slabša kakovost podatkov grafičnega podsistema zemljiškega katastra (grobe napake pri detajlni izmeri ali v izmeritveni mreži, pojav »stopnic« na stiku sosednjih izmeritvenih mrež ipd.).

V prvem primeru postopek nadaljujemo z:

- zgostitvijo veznih točk na širšem območju, kjer smo zaznali prevelika odstopanja,
- tvorbo nove različice modela trikotniške transformacije in
- ponovnim poskusom verifikacije, tokrat izboljšane modela ...

V drugem primeru, ko so razlogi za težave v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra, je na podlagi uspešno izvedenega testa na testnem območju 7 – Lanišče nastal predlog, da se težave odpravijo z naknadno homogenizacijo podatkov (po transformaciji z modelom trikotniške transformacije). Predlagana je tako imenovana membranska metoda (Čeh in sod., 2011). Postopek vključuje homogenizacijo podatkov grafičnega podsistema zemljiškega katastra (ZK-točk ali zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra – ZKP oziroma ZKN) s kakovostno določenimi koordinatami ZK-točk neposredno v D96/TM (tj. po 1. 1. 2008) in dodatnimi terenskimi meritvami (za kontrolo ZK-točk in zgostitev ter enakomernejšo razporeditev veznih točk, ki so pri homogenizaciji lomne točke mej zemljiških parcel). Cilj je odpraviti položajna odstopanja na izbranih veznih točkah in pridobiti bolj homogeno položajno natančnost ostalih lomnih točk mej zemljiških parcel v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra.

6 REZULTATI PILOTNEGA PROJEKTA

Na izbranih desetih testnih območjih smo določili koordinate 352 kontrolnim ZK-točkam, torej povprečno približno 35 točkam na testno območje. Opravljenih je bilo 873 neodvisnih meritev teh točk, torej v povprečju skoraj 2,5 meritve na posamezni lokaciji. Povprečno položajno odstopanje od težišč večkrat neodvisno določenih položajev ZK-točk znaša 0,8 centimetra, kar je več kot dovolj za potrebe te naloge.

Število kontrolnih ZK-točk se je (tudi zaradi iskanja optimalne rešitve) precej spreminjalo. Največ kontrolnih točk je bilo izmerjenih na testnem območju Brezovica, in sicer 106. Glede na končno pos-

tavljena merila glede števila kontrolnih ZK-točk (vsaj 20) je za nadaljnjo interpretacijo rezultatov povsem primernih šest testnih območij, ki jih predstavljamo v nadaljevanju. Ključni rezultati kontrole na teh testnih območjih so podani v preglednici 1.

Preglednica 1: Ključne statistike po testnih območjih: število kontrolnih ZK-točk – N, radialna ekscentričnost težišča odstopanj položajev – D, položajni (radialni) standardni odklon – STD in položajni (radialni) RMSE.

Testno območje	N	D [cm]	STD [cm]	RMSE [cm]
1 – Horjul	39	2,94	12,43	12,79
2 – Brezovica	102	1,16	12,28	12,34
4 – Medvode	62	2,62	12,93	13,20
6 – Moste	56	3,94	8,70	9,57
7 – Lanišče	34	5,91	7,77	9,82
9 – Gradišče	20	0,87	12,22	12,25

Model trikotniške transformacije je bil najbolje ocenjen na testnem območju Gradišče, kjer je zaznati sistematična položajna odstopanja (za ZK-točke), manjša od enega centimetra. Najslabše se model obnese na testnem območju Lanišče, kjer sistematična položajna odstopanja za skoraj en centimeter presegajo največjo še sprejemljivo vrednost, ki znaša 5 centimetrov. Po drugi strani je ocenjena natančnost položajev ZK-točk v D48/GK ravno za testno območje Lanišče najboljša (7,77 centimetra), večinoma pa se vendarle giblje okrog pričakovanih 12 centimetrov (glede na uradni šifrant). Zanimiva je še primerjava z ocenjeno točnostjo koordinat ZK-točk po transformaciji v D96/TM (po uporabi modela trikotniške transformacije). Poslabšanje je največje na testnem območju Lanišče, in sicer za 26,4 %, vendar je ocenjena položajna točnost po transformaciji v D96/TM še vedno boljše od 10 centimetrov.

Na testnem območju Lanišče smo zato preizkusili tudi možnost naknadne izboljšave položajne natančnosti grafičnega podsistema zemljiškega katastra (po transformaciji v D96/TM z modelom trikotniške transformacije). Homogenizacija položajne natančnosti podatkov s tako imenovano membransko metodo se je izkazala kot ustrezno orodje za reševanje težav, ko z modelom trikotniške transformacije za podatke zemljiškega katastra ne dosežemo želene kakovosti koordinat (v D96/TM). Prednosti, ki jih prinese takšna izboljšava podatkov, so poleg bolj homogene natančnosti koordinat ZK-točk in drugih lomnih točk mej zemljiških parcel tudi možnost odpravljanja grobih napak v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra, uskladitev položajev točk ZKP (grafičnih koordinat) in ZK-točk (numeričnih koordinat) ter ocena natančnosti in zanesljivosti določitve koordinat lomnih točk grafičnega podsistema zemljiškega katastra.

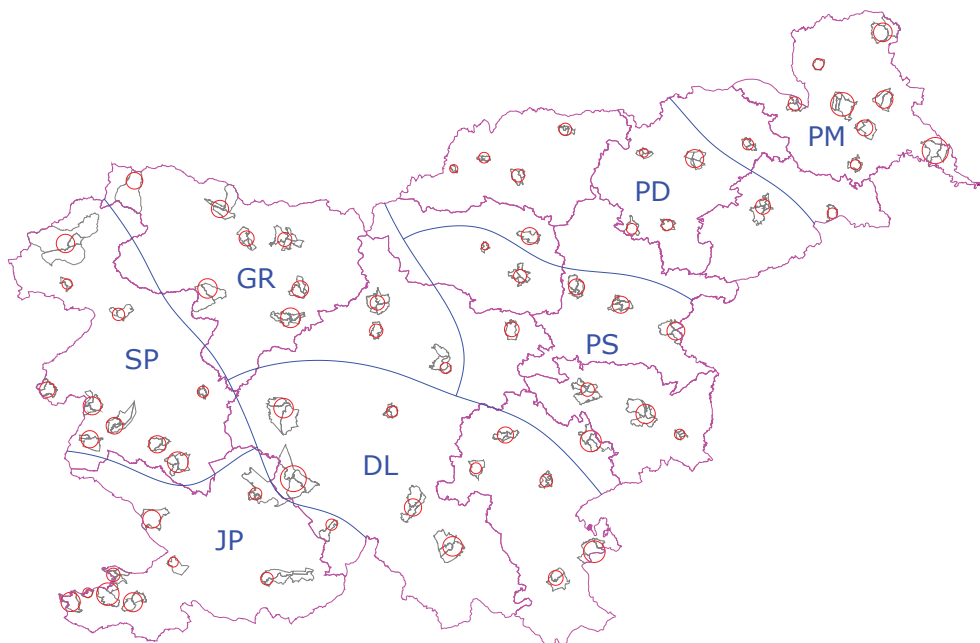
7 NAČRT IZVEDBE VSEDRŽAVNEGA PROJEKTA VERIFIKACIJE

V zadnjo fazo predstavljenega pilotnega projekta smo vključili tudi načrt verifikacije modela trikotniške transformacije za ozemlje celotne države. Načrt vključuje 70 testnih območij, ki so približno enakomerno razporejena po vsej državi, predvsem po večjih urbanih središčih oziroma tam, kjer je pričakovana kakovost podatkov zemljiškega katastra (glede na metapodatke) najboljše (slika 4).

Predvideno je, da bi pri projektu uporabili:

- predstavljeno metodologijo terenske izmere,
- predstavljeno metodologijo obdelave podatkov ter
- predlagana merila za verifikacijo transformacijskega modela,

ki so bili uporabljeni pri pilotnem projektu. Poleg ZK-točk naj bi na nekaj testnih območjih v kontrolo vključili tudi točke geodetskih izmeritvenih mrež.



Slika 4: 70 testnih območij za vsedržavni projekt verifikacije modela trikotniške transformacije; izbranih je po 10 testnih območij na vsakem izmed sedmih makroobmočij: JP – Južna Primorska in del Notranjske, SP – Severna Primorska, GR – Gorenjska in del Zasavja, DL – Dolenjska z Belo krajino in del Notranjske, PS – Posavje ter dela Zasavja in Savinjske regije, PD – Podravje in Koroška ter PM – Pomurje.

8 SKLEP

Z rezultati pilotnega projekta verifikacije modela trikotniške transformacije smo lahko zmerno zadovoljni. Vendar je na podlagi tega prostorsko zelo omejenega in precej specifičnega območja – pravzaprav je v našem sistemu zemljiškega katastra sleherni območje nekoliko specifično – nemogoče napovedati, kako se bo predlagani model trikotniške transformacije obnesel na preostalih delih države. Zato je nujno nadaljevati izvajanje vsedržavnega projekta, ki bo poleg preverjanja transformacijskega modela po potrebi vključeval tudi njegovo izboljšavo. Ne smemo si namreč dovoliti, da bi zaradi pomanjkanja časa in/ali sredstev sprejemali nepremišljene odločitve, posledica česar bi bila nepopravljiva škoda. Vložek v izboljšavo modela je namreč neprimerno nižji, kot bi bil strošek za sanacijo izvedene transformacije, s katero bi se (bistveno) poslabšala kakovost podatkov zemljiškega katastra.

Viri:

- Berk, S., Duhovnik, M. (2007). Transformacija podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije v novi državni koordinatni sistem. *Geodetski vestnik*, 51(4), 803–826. http://www.geodetski-vestnik.com/51/4/gv51-4_803-826.pdf, pridobljeno 15. 2. 2015.
- Berk, S., Fajdiga, D., Fabiani, N., Černič, B., Bajec, K., Mivšek, E., Oven, K., Čeh, M., Ferlan, M., Liseč, A., Mencin, A., Pavlovčič 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. (2010). Trikotniško zasnovana transformacija med starim in novim državnim koordinatnim sistemom Slovenije. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010*, Ljubljana, 28. september 2010. GIS v Sloveniji, 10, 803–826.
- 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/10.1179/175270611Y.0000000020>
- Berk, S., Komadina, Ž., Triglav, J. (2011). Analiza skladnosti D48/GK- in D96/TM-koordinat zemljiškokatastrskih točk v Pomurju. *Geodetski vestnik*, 55(2), 269–283. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.02.269-283>
- Croux, C., Rousseeuw, P. J. (1992). Time-Efficient Algorithms for Two Highly Robust Estimators of Scale. *Computational Statistics*, 1, 411–428. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-26811-7_58
- Čeh, M., Liseč, 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>
- Stopar, B., Kuhar, M. (2003). A Study of Distorsions of the Primary Triangulation Network of Slovenia. *Acta geodetica et geophysica Hungarica*, 38(1), 43–52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/AGeod.38.2003.1.7>

Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije,
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: sandi.berk@gis.si

Niko Fabiani, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije,
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: niko.fabiani@gis.si

Dominik Fajdiga, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije,
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: dominik.fajdiga@gis.si

Mag. Katja Oven, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: katja.oven@gis.si

Žarko Komadina, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava Republike Slovenije
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: zarko.komadina@gov.si

Asist. dr. Marjan Čeh, univ. dipl. inž. geod.

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

Izr. prof. dr. Anka Liseč, 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

Doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren, univ. dipl. inž. geod.

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

Prof. dr. Bojan Stopar, univ. dipl. inž. geod.

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

E PLURIBUS UNUM: STARE KARTE, NOV POGLED

E PLURIBUS UNUM: OLD MAPS, NEW VIEW

Joc Triglav

1 UVOD

S tem prispevkom dopolnjujem v zaokroženo celoto članek z naslovom Zgodovina topografskih izmer habsburške monarhije, ki je bil od decembra lani do februarja letos objavljen po delih v treh zaporednih številkah revije Življenje in tehnika (slika 1). Revija Življenje in tehnika je poljudnega značaja in namenjena širokemu krogu bralcev, zato vanjo ne spadajo podrobnejši podatki ali opisi ožjega strokovnega pomena. Geodetom ali kartografom pa bodo ob morebitnem branju članka v treh delih v tej poljudni reviji za nadaljnje lastno strokovno delo lahko koristili dodatne informacije in podatki, ki so objavljeni v nadaljevanju. Bralci iz geodetske stroke, ki jih tema zanima, lahko preberejo najprej ta prispevek in nato še članek v reviji Življenje in tehnika, lahko pa uberejo tudi nasprotno pot. V obeh primerih si bodo iz objavljenih vsebin lahko sestavili enotno sliko opisane tematike. Priporočljiva je uporaba spletne različice članka v obliki pdf, objavljene na spletni strani www.geodetski-vestnik.com, saj je v njej s klikom miške neposredno dostopnih več kot petdeset spletnih povezav do obilja spletnih kartografskih prikazov, ki so predstavljeni v članku v reviji Življenje in tehnika ter v tem prispevku.



Slika 1: Naslovne strani treh delov članka Zgodovina topografskih izmer habsburške monarhije, ki je bil objavljen v treh zaporednih številkah revije Življenje in tehnika od decembra lani do februarja letos (Triglav, 2014–2015).

Povod za pripravo članka je bilo dejstvo, da je lani minilo okroglo 250 let od uradnega začetka prve celovite topografske izmere vseh dežel takratne habsburške monarhije. Izjemen znanstveni razvoj geodezije in kartografije v 18. stoletju je omogočil in tudi zahteval sistematične geodetske meritve za izdelavo novih topografskih kart obsežnih območij takratnih evropskih držav. V prvem delu članka smo se tako vrnili 250 let v zgodovino, prav na začetek vojaških topografskih izmer habsburške monarhije, v drugem delu pa je na kratko opisan nadaljnji razvoj topografskih meritev od sredine 19. stoletja do konca prve svetovne vojne, ko je Avstro-Ogrska razpadla na več držav. V prvih dveh delih članka o zgodovini topografskih izmer habsburške monarhije smo torej na kratko predstavili, kako in kdaj so geodeti izmere izvajali. V tretjem delu pa je opisano, kako lahko do vsebin kart, ki so rezultat teh izmer, danes prosto dostopamo in jih uporabljamo na sodobne načine z aplikacijami spletne kartografije, kot je projekt MAPIRE (angl. Historical MAPs of the Habsburg EmpIRE – <http://mapire.eu>), ki že z imenom nakazuje, da je v njem zbrano pravo »kartografsko cesarstvo« zgodovine habsburške monarhije.

Projekt so začeli ter v njem sodelujejo znanstveniki in strokovnjaki iz Avstrije in Madžarske. S svojimi arhivskimi zemljiškokatastrskimi načrti je k njemu že pristopila tudi Hrvaška. Tako v projektu MAPIRE za zdaj sodelujejo organizacije (slika 2), ki so navedene na spodnjem seznamu:

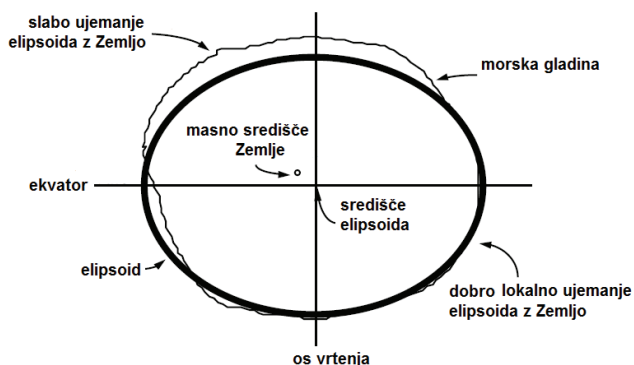


Slika 2: V projektu MAPIRE za zdaj sodelujejo znanstvene in strokovne organizacije ter arhivi treh držav z območja nekdanje habsburške monarhije.

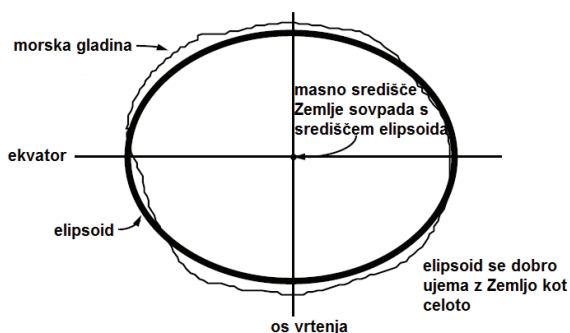
- Avstrijski državni arhiv – Österreichisches Staatsarchiv – <http://www.oesta.gv.at/> – vir kart prve in druge vojaške topografske izmere v merilu 1 : 28 800,
- Madžarski inštitut in muzej vojaške zgodovine – Hadtörténeti Intézet és Múzeum – (HIM) – <http://www.militaria.hu/> – vir za karte tretje vojaške topografske izmere v merilu 1 : 25 000 za območje Kraljevine Madžarske in v merilu 1 : 75 000 za preostali del habsburške monarhije,
- Madžarski državni arhivi – Magyar Nemzeti Levéltár – <http://mnl.gov.hu/> – vir za madžarske katastrske načrte iz 19. stoletja v merilu 1 : 2880,
- Hrvaški državni arhiv – Hrvatski državni arhiv – <http://www.arhiv.hr/> – vir za hrvaške katastrske načrte iz 19. stoletja v merilu 1 : 2880,
- Mestni arhivi Budimpešte – Budapest Főváros Levéltára – <http://bfl.archivportal.hu/> – vir za načrte Budimpešte za obdobje od 18. do sredine 20. stoletja, izdelane v merilih od 1 : 720 do 1 : 5000,
- podjetje ARCANUM Adatbázis Kft – <http://arcanum.hu/> – izvajalec digitalizacije, geolociranja (georeferenciranja) in razvoja programske opreme za vizualizacijo starih kart v različnih sodobnih sistemih spletne kartografije (Google Maps, Google Earth in OpenStreetMap) in
- Oddelek za geofiziko in vesoljsko znanost, Inštitut za geografijo in zemeljske znanosti Univerze Eötvös Loránd – <http://rtk.elte.hu/> – zagotavljanje celovite znanstvene podlage za izvedbo projekta in znanstvene podpore projektu.

2 GEODETSKI DATUMI IN REFERENČNI ELIPSOIDI

Za kakovostno izvedbo projekta MAPIRE je ključnega pomena upoštevanje takratnih in današnjih geodetskih datumov in kartografskih projekcij ter seveda razlik oziroma matematičnih povezav med njimi. Geodetski datum določa način postavitve referenčne ploskve, ki idealizira površje Zemlje in s katero v izbrani kartografski projekciji prikažemo kartografske vsebine na ravnini (karti). V osnovi geodetske datume delimo v dve kategoriji, v lokalne in geocentrične (slika 3).



Lokalni datum - elipsoid se dobro ujema z Zemljo na izbranem območju



Geocentrični datum - elipsoid se dobro ujema z Zemljo kot celoto

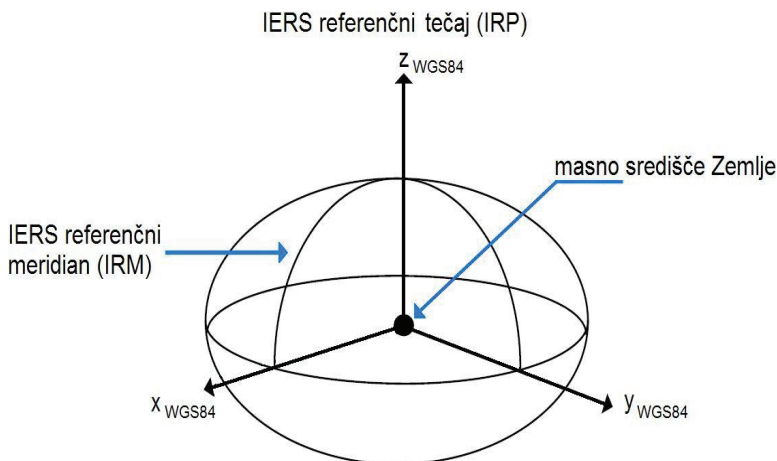
Slika 3: Shematski prikaz ujemanja elipsoida z Zemljo pri lokalnem (na sliki zgoraj) in geocentričnem (na sliki spodaj) geodetskem datumu (FIGPub64, 2014).

Lokalni geodetski datum je določen tako, da se referenčna ploskev najbolje prilaga obliki navidezne gladine morja na izbranem delu Zemlje. Za določitev lokalnega geodetskega datuma je treba določiti optimalne razsežnosti referenčnega elipsoida ter položaj (geografsko dolžino, geografsko širino in elipsoidno višino) izhodiščne točke in azimut na eno izmed sosednjih točk osnovne geodetske mreže. Središče referenčnega elipsoida pri lokalnih geodetskih datumih ne sovпада z masnim središčem Zemlje. Lokalni geodetski datumi so bili uporabljeni v preteklosti, da bi izpolnili zahteve po kakovostni izdelavi kart in navigaciji v posameznih svetovnih regijah ali državah. Določitev geocentričnih geodetskih datumov

je namreč postala tehnološko mogoča šele v drugi polovici 20. stoletja z razvojem tehnologij vesoljske geodezije. Znanih je več sto lokalnih geodetskih datumov, v praksi pa se jih uporablja bistveno manj in njihova uporaba upada. Večina državnih geodetskih sistemov temelji na lokalnih geodetskih datumih in so danes v različnih fazah prehoda na geocentrični geodetski datum.

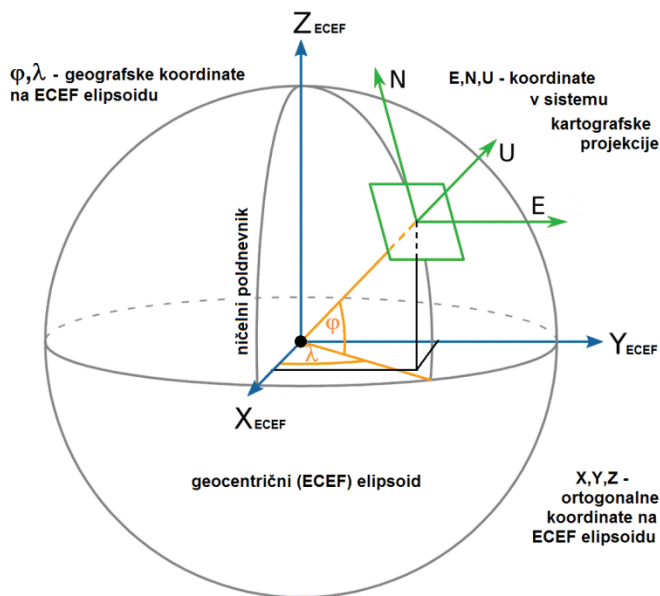
Geocentrični geodetski datum je določen tako, da se referenčna ploskev najbolje ujema z velikostjo in obliko Zemlje kot celote. Središče referenčnega elipsoida sovpa z masnim središčem Zemlje. Geocentrični datumi se praviloma slabše ujemajo s posameznimi deli Zemlje, a se z Zemljo v povprečju dobro ujemajo. V globalnih navigacijskih satelitskih sistemih (angl. GNSS – Global Navigation Satellite Systems) se zaradi globalnega obsega delovanja uporabljajo geocentrični geodetski datumi. Vsak od štirih sistemov GNSS, ki že delujejo v celoti (ameriški GPS in ruski GLONASS) ali so še v fazi vzpostavljanja (kitajski BEIDOU in evropski GALILEO), uporablja svoj lastni geocentrični geodetski datum, ki pa se med seboj minimalno razlikujejo.

Za reševanje praktičnih problemov geodezije in drugih geoznanosti potrebujemo terestrične koordinatne sisteme najvišje dosegljive kakovosti, ki so povezani s telesom Zemlje. Mednarodna unija za geodezijo in geofiziko (angl. IUGG – International Union of Geodesy and Geophysics) je sprejela opredelitev geocentričnega terestričnega koordinatnega sistema (angl. GTRS – Geocentric Terrestrial Reference System) in mednarodnega terestričnega koordinatnega sistema (angl. ITRS – International Terrestrial Reference System) kot posebne oblike GTRS. IUGG je potrdil ITRS kot preferenčni GTRS za uporabo v znanstvene in tehnične namene ter toplo priporočil ostalim skupnostim uporabnikov, na primer geoinformacijskim in navigacijskim, da storijo enako. ITRS je priporočen koordinatni sistem za podajanje geolokacije točk na Zemlji in je realiziran v obliki mednarodnih terestričnih koordinatnih sestavov ITRF_{yy} (angl. ITRF – International Terrestrial Reference Frames) s sezname koordinat zbirke referenčnih točk in njihovih vektorjev hitrosti v izbrani epohi (yy).



Slika 4: Opredelitev terestričnega koordinatnega sistema WGS84. Izhodišče sistema je središče referenčnega elipsoida, ki sovpa z masnim središčem Zemlje. Os Z je v smeri referenčnega tečaja (IRP) in je hkrati os vrtenja elipsoida. Os X je v smeri presečišča referenčnega poldnevnik (IRM) in ravnine, ki poteka skozi izhodišče ter je pravokotna na os Z. Os Y je pravokotna na obe osi in tvori desnosučni ortogonalni, na telo Zemlje »središčno pritrjeni« (angl. ECEF – Earth Centered Earth Fixed) sistem WGS84 (NIMA, 2004).

Danes daleč najbolj razširjen in uporabljan geocentrični geodetski datum v geoinformatiki in navigaciji je Svetovni geodetski sistem 1984 (angl. WGS84 – World Geodetic System 1984) (slika 4), ki je tudi matični referenčni sistem navigacijskega satelitskega sistema GPS. Novejše realizacije sistema WGS84 (G730, G873, G1150 in G1674), ki temeljijo na GPS-meritvah, so skladne z realizacijami ITRFyy na približno 10 centimetrov. Zadnji realizaciji sistemov ITRS (ITRF2008) in WGS84 (G1674) pa sta skladni na ravni centimetra. Z drugimi besedami, oba sistema imata tako rekoč isto izhodišče, orientacijo in merilo. Sistem WGS84 se od ITRS (in njegovih realizacij ITRFyy) torej razlikuje kvečjemu v centimetrih, zato se za namene kartografije, geoinformatike in navigacije obravnavata kot enaka. V zadnjih desetletjih so nekatere države ali regije vzpostavile geocentrične geodetske datume na temelju ITRFyy. Tudi take geodetske datume lahko v kartografski in navigacijski praksi (na ravni nekaj decimetrov) obravnavamo kot enake WGS84 (slika 5). Primer takega datuma je Evropski terestrični referenčni sistem 1989 (ETRS89 – angl. European Terrestrial Reference System 1989). ETRS89 je kot horizontalno sestavino državnega prostorskega koordinatnega sistema v letu 2014 z Zakonom o državnem geodetskem referenčnem sistemu uradno prevzela tudi Slovenija.



Slika 5: Shematski prikaz geocentričnega geodetskega datuma ter povezave med koordinatami na geocentričnem (ECEF) elipsoidu in koordinatami v sistemu kartografske projekcije (Wikipedia CC, 2015).

3 PREGLEDNICE GEODETSKO-KARTOGRAFSKIH PODATKOV

Podatki, ki so navedeni v spodnjih preglednicah (preglednice od 1 do 5), so povzeti iz virov zgoraj navedene spletne strani projekta MAPIRE.

Preglednica 1: Parametri izhodiščnih točk Cassinijevih projekcij druge vojaške topografske izmere habsburške monarhije na elipsoidu Zach-Oriani in parametri ekscentričnosti referenčnega elipsoida (vir: <http://mapire.eu/>).

Izhodiščna točka	Območje izmere	Geografska širina	Geografska dolžina	dX(m)	dY(m)	dZ(m)
Dunaj – Sv. Štefan	Spodnja in Gornja Avstrija, Madžarska, Dalmacija, Moravska, Predarlška	48,20910	16,37655	+1752	+243	+580
Gusterberg	Češka	48,03903	14,13976	+1775	+205	+560
Schöcklberg	Štajerska	47,19899	15,46902	+1775	+221	+563
Krim	Ilirija, Obalno območje	45,92903	14,47423	+1772	+202	+563
Lvov	Galicija, Bukovina	49,84889	24,04639	+1718	+192	+654
Vizakna	Transilvanija	45,84031	24,11297	+1722	+376	+595
Ivanić	Hrvaška	45,73924	16,42309	+1782	+218	+556
Milano	Lombardija, Benečija, Parma, Modena	45,45944	9,187569	+1260	+500	+991
-	Tirolska, Solnograška, Lihtenštajn	-	-	-	-	-

Preglednica 2: Elipsoidi koordinatnih sistemov v sedanjih državah, katerih območja so bila vključena v drugo vojaško topografsko izmero habsburške monarhije (vir: <http://mapire.eu/>).

Elipsoid	Velika polos (m)	Mala polos (m)	Sploščenost (1/f)
Bessel 1841	6377397	6356078,96	299,1528128
Mednarodni 1924 (Hayford)	6378388	6356911,95	297
Krasovsky 1940	6378245	6356863,02	298,3
GRS67 (IUGG67)	6378160	6356774,52	298,2471662
GRS80 (WGS84)	6378137	6356752,31	298,2572221

Preglednica 3: Parametri ekscentričnosti referenčnih elipsoidov, ki se uporabljajo v državah, katerih območja so bila vključena v drugo vojaško topografsko izmero habsburške monarhije (smer transformacije: iz lokalnih sistemov v WGS84) (vir: <http://mapire.eu/>).

Država	Datum	Elipsoid	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
splošno uporaben	WGS84	WGS84	0	0	0
Poljska (PL)	GRS80	WGS84	0	0	0
Avstrija (AT)	MGI	Bessel 1841	+592	+80	+460
Slovenija (SI)	MGI-SI	Bessel 1841	+669	-205	-472
Hrvaška (HR)	MGI-HR	Bessel 1841	+674	-203	-474
Srbija (SR), Bosna in Hercegovina (BH), Črna gora (CG)	MGI-YU	Bessel 1841	+696	-217	-491
Češka (CZ), Slovaška (SK)	S-JTSK	Bessel 1841	+589	+76	+480
Češka (CZ), Slovaška (SK), Madžarska (HU), Romunija (RO), Ukrajina (UA), Poljska (PL)	S42 (Pulkovo 1942)	Krasovsky 1940	+28	-121	-77
Madžarska (HU)	HD72	GRS67	+57	-70	-9
Italija (IT)	Monte Mario	Hayford	-225	-65	-9
Nemčija (DE)	DHDN77	Bessel 1841	+631	+23	+451
Švica (CH), Lihtenštajn (LI)	Bern-1903	Bessel 1841	+674	+15	+405

Preglednica 4: Današnje kartografske projekcije in geodetski datumi v državah, katerih območja so bila vključena v drugo vojaško topografsko izmero habsburške monarhije (vir: <http://mapire.eu/>).

Država	Projekcija	Datum	Tip	Φ_0	Λ_0	P_E	P_N	k	
splošno	NUTM32	WGS-84	TM	0°	9°	500 000	0	0,9996	
splošno	NUTM33	WGS-84	TM	0°	15°	500 000	0	0,9996	
splošno	NUTM34	WGS-84	TM	0°	21°	500 000	0	0,9996	
splošno	NUTM35	WGS-84	TM	0°	27°	500 000	0	0,9996	
CZ, PL, SK, HU, RO, UA	GK33	S42	TM	0°	15°	3 500 000	0	1	
	GK34	S42	TM	0°	21°	4 500 000	0	1	
	GK35	S42	TM	0°	27°	5 500 000	0	1	
AT	BMN28	MGI	TM	0°	10°20'	150 000	-5 000 000	1	
	BMN31		TM	0°	13°20'	450 000	-5 000 000	1	
	BMN34		TM	0°	16°20'	750 000	-5 000 000	1	
CZ, SK	Krovák	S-JTSK	Posebnost: poševna azimutalna konusna projekcija						
HU	EOV*	HD72	OM	47,14439°	19,04857°	650 000	200 000	0,99993	
PL	Uk65S1	S42	ST	50,625°	21,08333°	5 467 000	4 637 000	0,9998	
	Uk65S5		TM	0°	18,95833°	237 000	-4 700 000	0,99983	
	GUGiK80		ST	52,16667°	19,16667°	500 000	500 000	0,999714	
	TM-92	GRS-80	TM	0°	19°	500 000	-5 300 000	0,9993	
RO	Stereo70	S42	ST	46°	25°	500 000	500 000	0,99975	
SI	GK-SI	MGI-SI	TM	0°	15°	500 000	0	0,9999	
HR	HDKS5	MGI-HR	TM	0°	15°	5 500 000	0	0,9999	
	HDKS6		TM	0°	18°	6 500 000	0	0,9999	
SR, BH, CG	GKYU-5	MGI-YU	TM	0°	15°	550 000	0	0,9999	
	GKYU-6		TM	0°	18°	500 000	0	0,9999	
	GKYU-7		TM	0°	21°	7 500 000	0	0,9999	
IT	Gauss-Boaga fuso Ovest	Monte Mario	TM	0°	9°	1 500 000	0	0,9996	
	Gauss-Boaga fuso Est		TM	0°	15°	2 520 000	0	0,9996	
DE	GK3	DHDN-77	TM	0°	9°	3 500 000	0	1	
	GK4		TM	0°	12°	4 500 000	0	1	
CH, LI	CH-1903*	Bern-1903	OM	46,95241°	7,43958°	600 000	200 000	1	
	LV95*		OM	46,95241°	7,43958°	2 600 000	1 200 000	1	

Okrajšave tipov projekcij: TM – prečna Mercatorjeva, OM – poševna Mercatorjeva, ST – stereografska.

Φ_0 , Λ_0 : izhodiščni vzporednik in poldnevnik projekcije

P_E, P_N: koordinatni premik izhodišč po oseh E, N

k – korekcijski faktor merila

* Azimut središčne linije v središču projekcije je 90°.

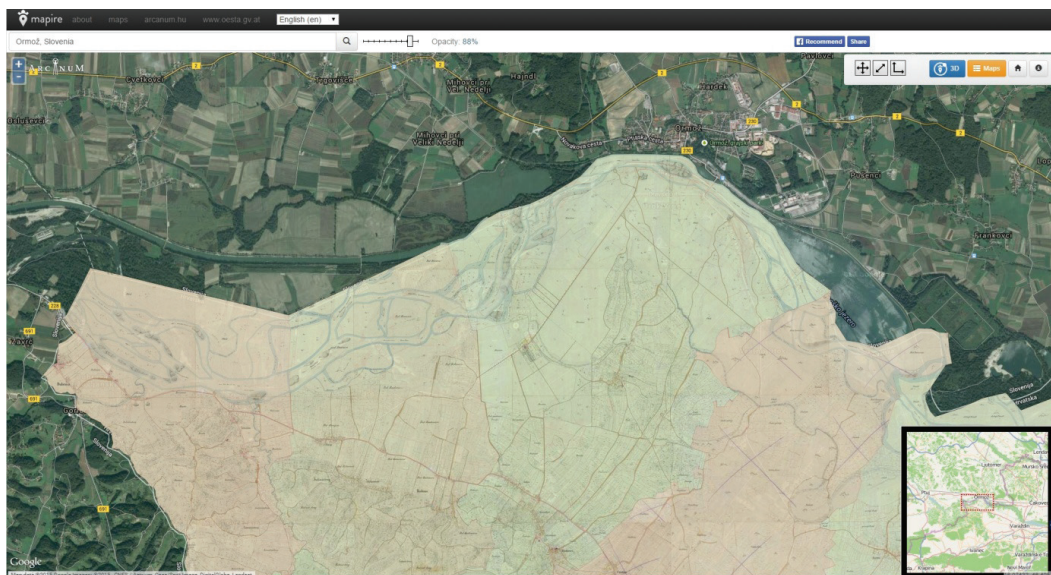
Preglednica 5: Seznam spletnih povezav na območja geolociranih vojaških topografskih kart, časovno urejen po obdobjih izmere (vir: <http://mapire.eu/en/maps/>).

Prva vojaška topografska izmera (1763–1787)	Druga vojaška topografska izmera (1806–1869)	Tretja vojaška topografska izmera (1869–1887)
Vojvodstvo Gornja Šlezija (1763)	Solnograška (1807–1808)	Kraljevina Madžarska M = 1 : 25 000 (1869–1887)
Kraljevina Češka (1764–1767)	Spodnja in Gornja Avstrija (1809–1818)	Avstro-Ogrska monarhija M = 1 : 75 000 (1869–1887)
Mejna grofija Moravska (1764–1768)	Tirolska (1816–1821)	
Avstrijska Nizozemska (1764–1771)	Predarlška (1816–1821)	
Temišvarski Banat (1769–1772)	Lihtenštajn (1816–1821)	
Velika kneževina Sedmograška – Transilvanija (1769–1773)	Lombardija, Benečija, Parma, Modena (1818–1829)	
Obmejni Banat (1773–1775)	Madžarska (1819–1869)	
Moldavija in Vlaška (1773–1774)	Jadranska obala (1821–1824)	
Distrikt Bukovina (1773–1776)	Štajerska (1826–1836)	
Spodnja Avstrija (1773–1781)	Ilirija (1829–1835)	
Karloški generalat (1774–1775)	Moravska in Šlezija (1836–1842)	
Gornja Avstrija (1775–1777)	Češka (1842–1853)	
Galicija in Lodomerija (1779–1783)	Dalmacija (1851–1854)	
Slavensko vojaško mejno območje (1780)	Sedmograška (1853–1873)	
Varaždinski generalat (1781–1782)	Galicija und Bukovina (1861–1864)	
Provincia Slavonija (1781–1783)	Hrvaška in Slavonija (1865–1869)	
Kraljevina Madžarska (1782–1785)	Vlaška	
Provincia Hrvaška (1783–1784)		
Srednja Avstrija (1784–1785)		

S klikom miške na posamezno območje s seznama v gornji preglednici se odpre spletna stran z združenim prikazom kart tega območja, geolociranih v sistemu Google Maps, Google Earth ali OpenStreetMap, kjer si uporabnik lahko primerjalno pogleda karte iz različnih časovnih obdobij z vnosom imena kraja v iskalno polje ali z uporabo funkcij povečevanja in premikanja spletnega kartografskega prikaza. V tretjem delu navedenega članka v reviji Življenje in tehnika je objavljenih več nazornih primerov glede možnosti za vpogledovanje v prikaze krajev na različnih koncih Slovenije.

4 ZEMLJIŠKOKATASTRSKI NAČRTI STARIH IZMER V PROJEKTU MAPIRE

Postopkovno podobno kot za vojaške topografske karte so v okviru projekta MAPIRE uporabnikom dostopni tudi vpogledi v zemljiškokatastrske načrte starih izmer za nekatera območja habsburške monarhije. Med nastajanjem tega prispevka so že dostopni načrti za velik del Hrvaške (slika 6) in Madžarske, in sicer urejeno po posameznih županijah (preglednica 6). Posebno mesto so namenili tudi geolociranim starim kartam in načrtom Budimpešte.



Slika 6: Prikaz geolociranih zemljiškokatastrskih načrtov starih izmer za območje Varaždinske županije na Hrvaškem ob meji s Slovenijo pri Ormožu z izbrano stopnjo prosojnosti prikaza v aplikaciji Google Maps (MAPIRE, Google Maps, 2015).

Preglednica 6: Seznam spletnih povezav na območja geolociranih zemljiškokatastrskih načrtov hrvaških in madžarskih županij (vir: <http://mapire.eu/en/maps/>).

Zemljiškokatastrski načrti Hrvaške	Zemljiškokatastrski načrti Madžarske
Bjelovarsko-križevačka županija	Csongrád megye
Ličko-krbavska županija	Debrecen
Međimurje	Győr megye
Modruško-riječka županija	Hajdú megye
Požeška županija	Moson megye
Srijemska županija	Pest-Pilis-Solt-Kiskun megye
Varaždinska županija	Sopron megye
Virovitička županija	Vas megye
Zagrebačka županija	Veszprém megye

5 SKLEP

Glede na odlične dosedanje rezultate projekta MAPIRE je razumno pričakovati, da bodo k sodelovanju kmalu pristopile tudi znanstvene in strokovne organizacije ter arhivi drugih držav z območja nekdanje habsburške monarhije. Območje Slovenije je v okviru projekta MAPIRE celovito »pokrito« z geolociranimi kartami treh vojaških topografskih izmer habsburške monarhije. Arhiv Republike Slovenije in Geodetska uprava Republike Slovenije pa že imata med svojimi arhivskimi podatki veliko zemljiškokatastrskih načrtov starih izmer, skeniranih v obliki digitalnih rastrskih zapisov, ki kar kličejo po masovnem sistematičnem geolociranju v sodobni koordinatni sistem po enotnih pravilih, pogojenih z načinom in pravili njihove izdelave. Projekt MAPIRE omogoča enostaven prvi korak v tej smeri in hkrati odpira

poti za nadaljnje podrobnejše raziskovanje položajne in vsebinske kakovosti posamičnih starih izmer ter natančnosti njihove transformacije v sodobni koordinatni sistem.

Bogastvo starih kart in načrtov se bo nam geodetom in vsem drugim uporabnikom s širjenjem obsega zajema postopoma razkrivalo v vsej svoji razsežnosti in bo zgodovinski temelj, na katerem bomo strokovnjaki različnih strok ob pomoči zainteresirane javnosti lahko z geolociranjem vseh drugih pomembnih zgodovinskih podatkov, zapisov, slik in drugih informacij mozaično gradili geolokacijsko in časovno vse bolj jasno podobo preteklega sveta okrog nas. Newyorčani se bodo na primer takega projekta z imenom NYC Space/Time Directory pod pokroviteljstvom njihove mestne knjižnice množično lotili letos. Zgodovino mesta New York bodo uporabnikom ponudili na geolociranih spletnih kartografskih podlagah z interaktivnimi geolokacijsko zaznavnimi tehnologijami, s katerimi bodo lahko raziskovali velemesto skozi prostor in čas ter predstavljenim vsebinam dodajali lastne drobce znanja in informacij.

Neposrednih zgledov in dobrih praks od blizu in daleč torej ne manjka. Skrajni čas je, da jih tudi mi v Sloveniji s skupnimi napor in sistematično organizirano uporabimo za svoje zgodovinske kartografske podatke, arhivske posnetke starih cikličnih in drugih aerosnemanj ter druge zanimive geoprostorske in/ali slikovne podatke starejšega datuma, ki se nam »prašijo« po digitalnih ali analognih arhivih po državi. Pojem »s skupnimi napor« seveda vključuje tudi razumno pričakovanje geodetov, da bodo predvsem pristojna ministrstva Republike Slovenije ter organi v njihovi sestavi in druge pristojne javne službe za tak večnamenski projekt državnega pomena pokazale ne samo načelno razumevanje, temveč geodetom čim hitreje tudi zagotovile sodelovanje njihovih strokovnjakov in proračunska sredstva za izvedbo projekta.

V starih kartah so skriti pravi zakladi. Geodeti znamo sebi in vsem drugim odpreti nove poglede na te karte, kakor tudi najti poti do zakladov v njih. Potrebujemo pa ljudi, čas in denar. V tem vrstnem redu.

Viri:

- FIGPub64 (2014). FIG Publication No 64. Reference Frames in Practice Manual. Commission 5 Working Group 5.2 Reference Frames. Editor: Graeme Blick. The International Federation of Surveyors (FIG), Copenhagen, June 2014.
- MAPIRE, Google Maps (2015). <http://mapire.eu/en/map/cad-varazdinska>, pridobljeno 6. 2. 2015.
- NIMA (2004). Department of Defence World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems [online]. National Imagery And Mapping Agency Technical Report 8350.2, Third Edition. Washington. <http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr8350.2/wgs84fin.pdf>, pridobljeno 6. 2. 2015.
- Triglav, J. (2014). Zgodovina topografskih izmer habsburške monarhije (1. del). Življenje in tehnika, 65(12), 48–57.
- Triglav, J. (2015a). Zgodovina topografskih izmer habsburške monarhije (2. del). Življenje in tehnika, 66(1), 42–50.
- Triglav, J. (2015b). Zgodovina topografskih izmer habsburške monarhije (3. del). Življenje in tehnika, 66(2), 62–72.
- Wikipedia CC (2015). http://en.wikipedia.org/wiki/Geodetic_datum, pridobljeno 6. 2. 2015.

Dodatni spletni viri:

- <https://www.google.si/maps> – spletna aplikacija Google Maps.
- <https://www.openstreetmap.org> – spletna aplikacija OpenStreetMap.
- <http://arsq.gov.si/Query/detail.aspx?id=23253> – katastrski načrti Arhiva Republike Slovenije.
- <http://www.dlib.si> – iskalnik zemljevidov slovenskega ozemlja v Digitalni knjižnici Slovenije.
- <http://spacetime.nypl.org> – newyorški projekt NYC Space/Time Directory.
- <http://www.archivesportaleurope.net> – evropski portal arhivov.
- <http://www.ica.org> – mednarodni svet arhivov.

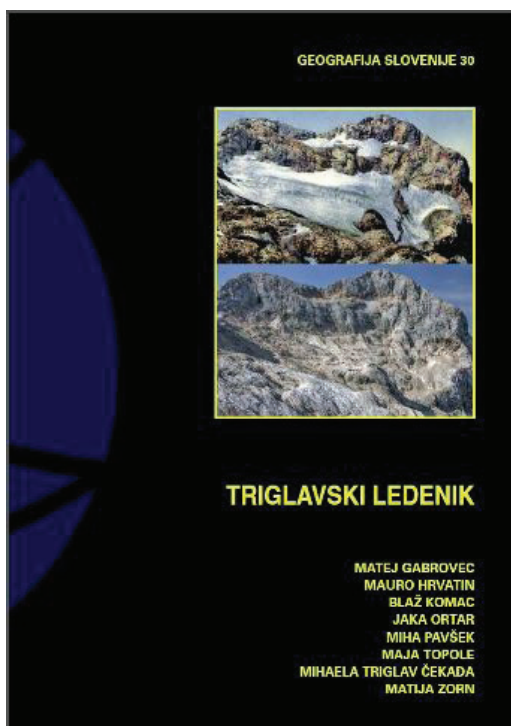
Dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.

*Območna geodetska uprava Murska Sobota, Slomškova ulica 19, SI-9000 Murska Sobota
e-naslov: joc.triglav@gov.si*

TRIGLAVSKI LEDENIK V KNJIGI

MONOGRAPH ON TRIGLAV GLACIER

Mojca Kosmatin Fras



Matej Gabrovec in sod.: Triglavski ledenik

**Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU,
2014**

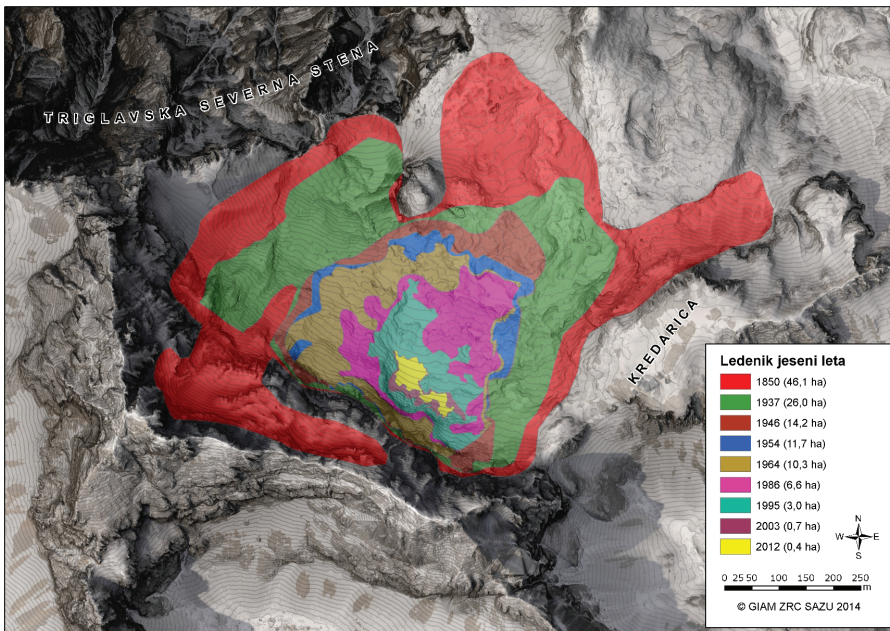
Trda vezava, 252 strani

**Knjižna zbirka Geografija Slovenije, 30, ISSN
1580-1594**

Osem avtorjev – Matej Gabrovec, Mauro Hrvatin, Blaž Komac, Jaka Ortar, Miha Pavšek, Maja Topole, Mihaela Triglav Čekada in Matija Zorn – je soustvarilo zanimivo in bogato opremljeno knjigo o Triglavskem ledeniku. Raziskovalci na področju geografije in geodezije so se pri dolgoletnem proučevanju dogajanja v zvezi s tem ledenikom povezali, da bi opisali in analizirali dogajanje na sicer malem, a zanimivem ledeniku pod našim najvišjim vršcem Triglavom.

V daljšem časovnem obdobju, v katerem so se izvajale različne meritve, se je njegova površina drastično zmanjšala, in sicer s 14,4 hektarja v letu 1946, ko se je na pobudo geografa Antona Melika začelo stalno merjenje, na sedanjo slabo polovico hektarja. Iz virov je znano, da je med zadnjim viškom sredi 19. stoletja obsegal približno 40 hektarjev. Vmes so bila tudi obdobja stagnacije v krčenju ledenika, najbolj drastično krčenje v zadnjem obdobju pa je bilo med letoma 1983 in 2003, pri čemer avtorji ugotovijo, da je ledenik tedaj dejansko razpadel (slika 1). Tako danes nima več vseh ledeniških značilnosti (na primer nima več značilnih ledeniških razpok, zaradi ujetosti v konkavni del pobočja se tudi ne premika več) in ga lahko označimo kot zelo majhen ledenik.

Avtorji so v okviru te, še vedno trajajoče, raziskave iskali razloge za dogajanje na ledeniku in povezave s podnebjem. Osnovna predpostavka je, da v svetovnem merilu ledeniki verjetno najboljše pričajo o podnebnih spremembah. Zaradi majhnosti je Triglavski ledenik zelo občutljiv zanje in torej verodostojno priča o njih.



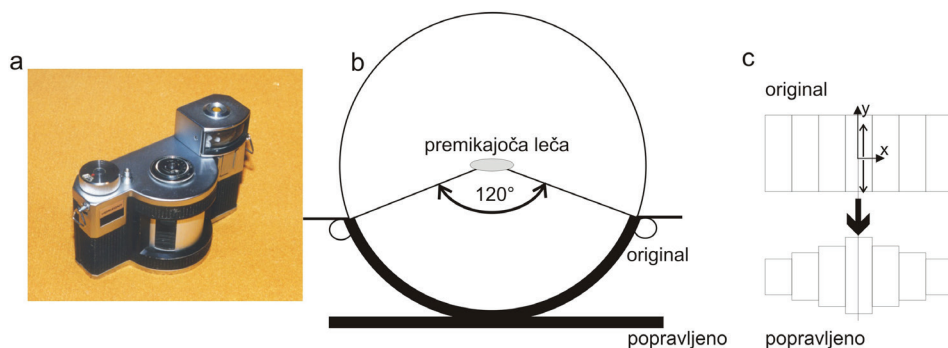
Slika 1: Obseg Triglavskega ledenika od srede 19. stoletja do leta 2012.

Pričujoča monografija zelo podrobno predstavlja, kaj se je dogajalo s Triglavskim ledenikom od sredine prejšnjega stoletja do danes. Vsebina je razdeljena na sedem glavnih poglavij, dodan je obsežen seznam virov in literature ter seznam 254 slik in sedmih preglednic. V uvodu so predstavljena glavna dejstva o ledeniku in motivi za njegovo preučevanje. V drugem poglavju so opisane geomorfološke značilnosti okolice Triglava. V tretjem poglavju so navedeni različni pisni, slikovni in kartografski viri o ledeniku pred letom 1946. V četrtem poglavju so predstavljene različne vrste meritev – od ročnih, klasičnih geodetskih, fotogrametričnih, lidarskih do geofizikalnih. V petem poglavju so opisane vremenske razmere na Triglavskem ledeniku, z izpostavljenostjo vloge meteorološke postaje na Kredarici. V obsežnem šestem poglavju so z besedilom, grafično in slikovno prikazane kronološke spremembe na ledeniku v preučevanem obdobju. S sklepnimi ugotovitvami (sedmo poglavje) se vsebinski del knjige tudi konča.

Iz opisane vsebine želimo nekoliko podrobneje izpostaviti geodetski in fotogrametrični prispevek naše stanovske kolegice dr. Mihaele Triglav Čekada, ki je posamezne raziskave, povezane s tematiko, že objavljala v Geodetskem vestniku, Geografskem zborniku in tudi tujih znanstvenih revijah. Če se lahko nekoliko pošalimo, ji je bila ta tema trasirana že ob rojstvu (deklški priimek Triglav), z njo pa se je prvič srečala med izdelavo diplomske naloge z naslovom Določitev sprememb površja Triglavskega ledenika s fotogrametrijo (2001), s katero je končala univerzitetni študij geodezije na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo UL.

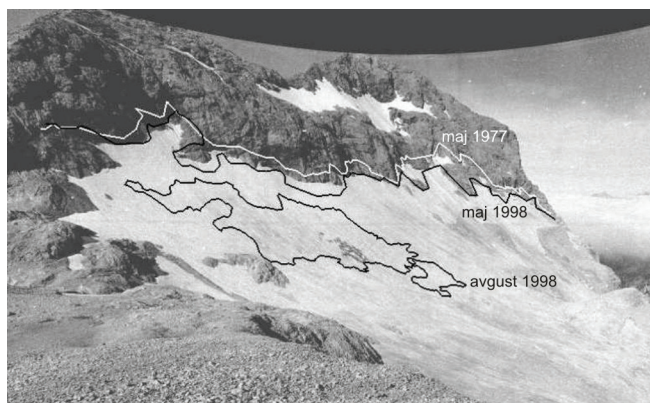
Pobuda za sodelovanje je prišla z Inštituta Antona Melika ZRC SAZU, konkretno od dr. Milana Orožna

Adamiča, ki je napisal tudi predgovor k pričujoči knjigi. Od leta 1976 so meteorologi na Kredarici ledenik redno, približno enkrat mesečno, fotografirali z amaterskim panoramskim fotoaparatom Horizont z dveh stalnih stojišč v okolici Triglavskega doma na Kredarici. Nbral se je zajeten arhiv fotografij in postavilo se je vprašanje, ali se iz njih da kaj izmeriti, kar je zelo konkreten fotogrametričen problem. Sledilo je raziskovanje tehničnih lastnosti uporabljenega fotoaparata (slika 2), njegova kalibracija v sodelovanju s Tehnično univerzo na Dunaju (Inštitutom za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje) ter iskanje izvirnih metod za mersko rekonstrukcijo (primer razpačene fotografije na sliki 3).



Slika 2: Fotoaparat Horizont (a) s premikajočim se objektivom (b) ter skico originalne in popravljenih fotografij (c).

Poleg tega so bili uporabljeni stereopari cikličnega aerosnemanja Slovenije, fotogrametrično bližnjelkovno snemanje iz helikopterja (z analognim merskim fotoaparatom Rolleiflex 6006) in GNSS-meritve oslonilnih točk za orientacijo posnetkov ter leta 2012 tudi aerolasersko skeniranje širšega območja okrog ledenika. Z geofizikalnimi meritvami so bile meritve površja obogatene s podatki o debelini ledenika, tako da je bilo mogoče oceniti tudi volumne. Vse raziskave so bile opravljene s skromnimi finančnimi sredstvi in veliko predanostjo sodelujočih (sodelavcev Geodetskega inštituta Slovenije za fotogrametrični in geodetski del raziskav).



Slika 3: Izsek iz Horizontove fotografije Triglavskega ledenika, posnete 26. avgusta 1977. Bela črta kaže zgornji rob ledenika maja 1977, črna pa njegov zgornji rob maja 1998. S črno črto je obrobljen obod ledenika avgusta 1998 (avtorica skice: Mihaela Triglav Čekada).

Naj za konec podamo še nekaj splošnih misli o knjigi. Je odličen in strokovno tehten izdelek, ki predvsem potrjuje, kako dobrodošlo je sodelovanje med strokami, ter pokaže zmožnosti uporabe geodetskih in fotogrametričnih metod tudi v zelo skrajnih razmerah. Knjiga je pomembna tudi zato, ker je v njej urejeno in privlačno predstavljeno obsežno dosedanje delo večje skupine raziskovalcev, ki je tako postalo dostopno širši javnosti. Geodetski bralci lahko v njej najdemo veliko zanimivih podatkov tudi s področja zgodovine geodetskih meritev in arhivskih kartografskih prikazov.

Doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si

NOVICE Z GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE

Alenka Kovač, Tomaž Petek

Geodetska uprava Republike Slovenije želi tudi v tej številki bralcem Geodetskega vestnika predstaviti nekaj dogodkov, ki so zaznamovali naše delo v preteklih mesecih.

ČLANSTVO V ZDRUŽENJU EUROSDR

Eden pomembnejših dogodkov je prav gotovo vključitev v združenje EuroSDR. Od 22. do 24. oktobra 2014 je v belgijskem mestu Lueven potekala že 125. konferenca združenja EuroSDR (angl. European Spatial Data Research). EuroSDR je vseevropska organizacija, ki je bila leta 1953 z mednarodno pogodbo in pod imenom OEEPE ustanovljena v Parizu. Prek članstva državnih organizacij v EuroSDR so zastopani raziskovalni interesi na področju prostorskih podatkov evropskih držav. Rezultat je mreža predstavnikov evropskih organizacij in inštitutov. Skupni raziskovalni projekti obravnavajo pridobivanje, upravljanje ter zagotavljanje prostorskih podatkov in storitev, na mednarodnih delavnicah in tečajih pa se obravnavajo ključna vprašanja. EuroSDR ponuja povezovanje državnih geodetskih uprav z raziskovalnimi inštituti in zasebnim sektorjem, sodoben raziskovalni program, zmožnost pravočasnega snovanja, širjenja in izvajanja raziskovalnih projektov, prirejanje delavnic, objavo strokovnih standardov in izobraževanje. V okviru združenja deluje pet skupin.

Zadnje konference se je kot član slovenske delegacije udeležil tudi dr. Dalibor Radovan z Geodetskega inštituta Slovenije. Geodetska uprava Republike Slovenije, Geodetski inštitut Slovenije in Oddelek za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo so namreč sklenili sporazum o sodelovanju na področjih skupnega interesa v okviru združenja EuroSDR. Vse tri organizacije so se s podpisom zavezale k sodelovanju na področju mednarodnega vključevanja geodetske dejavnosti, vodenja in upravljanja evidenc zemljišč in nepremičnin ter kartografske in topografske dejavnosti v okviru združenja EuroSDR. Slovenija je 18. septembra poslala vlogo za članstvo v EuroSDR, ta je bila obravnavana in potrjena na redni seji 23. 10. 2014, in od tega dne je Slovenija članica združenja EuroSDR.

OBISK DELEGACIJE SRBSKEGA REPUBLIŠKEGA GEODETSKEGA ZAVODA

Geodetsko upravo RS je v začetku decembra obiskala delegacija srbskega republiškega geodetskega zavoda, s katero smo si izmenjali mnenja in izkušnje na področju evidence zemljepisnih imen. Ker Republika Slovenija sedaj predseduje vzhodno-srednjeevropskemu in jugovzhodno-evropskemu jezikovno-zemljepisnemu oddelku pri izvedenski skupini Združenih narodov za zemljepisna imena, je srbska komisija za standardizacijo zemljepisnih imen zaprosila slovensko komisijo za standardizacijo zemljepisnih imen in Geodetsko upravo Republike Slovenije, da bi njihove predstavnike seznanili z vsemi dejavnostmi na področju zemljepisnih imen v Sloveniji. Tako sta 4. in 5. decembra 2014 Slovenijo obiskala predstavnika geodetske uprave Republike Srbije.

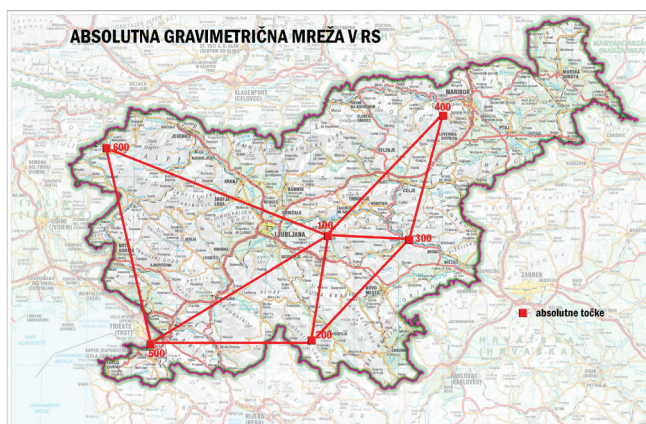
S področjem zemljepisnih imen so se v Srbiji začeli intenzivneje ukvarjati šele pred časom. Tako sedaj vzpostavljajo register zemljepisnih imen, na novo so ustanovili tudi komisijo za standardizacijo zemljepisnih imen. Pri delu se srečujejo s številnimi dilemami in vprašanji v zvezi z zbiranjem in vodenjem zemljepisnih imen ter njihovo standardizacijo.

Med obiskom na Geodetski upravi Republike Slovenije so bila gostom uvodoma predstavljena vsa področja dela geodetske uprave in topografska baza, ki jo geodetska uprava vzpostavlja s sredstvi finančnega mehanizma EGP 2009–2014. Sledila je predstavitev delovanja registra zemljepisnih imen (vzpostavitev, podatkovni model ter vodenje in vzdrževanje zemljepisnih imen), zakonodaje s področja zemljepisnih imen, sodelovanja med geodetsko upravo in komisijo za standardizacijo zemljepisnih imen ter sodelovanja geodetske uprave v mednarodnih projektih, ki vključujejo zemljepisna imena (EuroGeoNames, ELF, INSPIRE). Na sestanku smo se dogovorili, da bosta obe komisiji in obe geodetski upravi tudi v prihodnje sodelovali na področju zemljepisnih imen.

PREGLED AKTUALNIH PROJEKTOV

Pred koncem leta običajno napoči čas, ko je treba narediti pregled opravljenega dela in ugotoviti, ali se približujemo zastavljenim ciljem. Vodstvo projekta »Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav« je opravilo analizo in ugotovitve o opravljenem delu zapisalo v letno poročilo za leto 2014. To vsebuje opis nekaterih dejavnosti, ki so izstopale, ter pregled opravljenega v projektu kot celoti in po posameznih podprojekti. Smo že skoraj na polovici izvajanja projekta in vodstvo ugotavlja, da smo z delom lahko zadovoljni, doseženi rezultati pa so dovolj trden obet za uspešno dokončanje projekta v začetku leta 2016. Več o projektu si lahko preberete na naši spletni strani <http://www.gurs-egp.si/>.

Zelo dejavni smo bili pri vzpostavljanju absolutne gravimetrične mreže, o čemer smo pisali že v prejšnji številki. Dne 15. decembra 2014 je na Geodetski upravi Republike Slovenije potekala predstavitev rezultatov absolutne gravimetrične izmere v Sloveniji. Izmera se je izvajala v okviru projekta »Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav«, podprojekta »Geodetski referenčni sistem«, financiranega iz sredstev finančnega mehanizma EGP.



Slika 1: Absolutna gravimetrična mreža Slovenije.

Izmero in predstavitev rezultatov je izvedel g. Christian Ullrich iz avstrijske geodetske uprave (BEV – Bundesamt für Eich und Vermessungswesen). Sama izmera je potekala med 30. septembrom in 15. oktobrom 2014, in sicer na vseh šestih absolutnih gravimetričnih točkah, ki jih imamo v Sloveniji: na Arehu na Pohorju, v Sevnici, Gotenici, Bogenšperku, Socerbu in Klužah. Te točke definirajo gravimetrični datum v Republiki Sloveniji in so izhodišče za vsa nadaljnja gravimetrična merjenja. Meritve so se izvajale z absolutnim gravimetrom FG-5, ki deluje po načelu prostega pada telesa v vakuumu in je najnatančnejši instrument za meritve težnega pospeška.

SODELOVANJE S SOSEDNJI DRŽAVAMI

Slovenija nadaljuje dejavnosti pri vzpostavljanju sodelovanja s sosednjimi državami. V mestu Badacsony na severni obali Blatnega jezera na Madžarskem je bil 17. decembra 2014 sklenjen sporazum o sodelovanju med Slovenijo, Hrvaško in Madžarsko na področju evidentiranja nepremičnin, ki so ga podpisali Geodetska uprava Republike Slovenije, Državna geodetska uprava Republike Hrvaške ter madžarski Inštitut za geodezijo, kartografijo in daljinsko zaznavanje. Sporazum naj bi omogočil boljše sodelovanje na področjih skupnega interesa po načelu medsebojne enakosti. Njegov cilj in namen sta spodbujanje tristranskega in medsebojnega sodelovanja na področju geodetske dejavnosti, vodenja in upravljanja evidenc zemljišč in nepremičnin ter kartografske in topografske dejavnosti v skladu z nacionalnimi zakoni in predpisi.



Slika 2: Podpis sporazuma o sodelovanju.

Nadaljuje se tudi sodelovanje med Geodetsko upravo Republike Slovenije in Državno geodetsko upravo Republike Hrvaške. V skladu z dolgoletno tradicijo sta se novembra 2014 obe geodetski upravi srečali, tokrat na gradu Bogenšperk v osrednjem delu Slovenije. Tam sta si vzajemno predstavili zadnje dejavnosti in dosežke v preteklem letu.

DEJAVNOSTI NA EVROPSKI RAVNI

Mednarodne dejavnosti so se nadaljevale takoj na začetku letošnjega leta, in sicer je že 13. in 14. januarja 2015 v Bruslju potekal sestanek izvršilnega odbora UN-GGIM Evropa. To je regionalna skupina

za območje Evrope, ki je bila ustanovljena oktobra 2014 na pobudo Organizacije združenih narodov o globalnem upravljanju geoprostorskih informacij. Njen cilj je delovati pri oblikovanju agende za razvoj globalnih geoprostorskih informacij in spodbujati njihovo uporabo za reševanje ključnih svetovnih izzivov.

Na začetku so bile predstavljene aktivnosti tretjega visokega foruma Združenih narodov o globalnem upravljanju geoprostorskih informacij, ki je potekal oktobra 2014 v Pekingu. Ključne ugotovitve posveta v Pekingu so bile, da je treba temam s področja geoprostorskih informacij nameniti ustrezno pozornost v politiki, v ta namen je bila sprejeta tudi tako imenovana Pekinška deklaracija. V nadaljevanju so bile predstavljene aktivnosti delovnih skupin na področju geoprostorskih podatkov in specifikacije zanje. Obravnavan je bil nabor ključnih podatkov v primerjavi s specifikacijami INSPIRE in glede na vsebine, zastopane v projektu ELF. Pripravljen je bil pregled uporabniških potreb in povezovanje prostorskih podatkov v posamezne procese. V okviru UNGGIM poteka tudi vzpostavljanje nacionalnih institucionalnih dogovorov (NIA) za upravljanje geoprostorskih informacij. Predstavljen je bil program COPERNICUS, v okviru katerega nastajajo satelitski posnetki SENTINEL in tako imenovani podatki »In-situ«. Ne gre zanemariti podatka, da bo industrija v državah članicah v okviru tega programa v naslednji finančni perspektivi prejela 87 milijonov evrov.

Na sedežu Skupnega raziskovalnega središča (angl. Joint Research Centre – JRC) v italijanskem mestu Ispra je Evropska komisija 26. in 27. januarja 2015 organizirala drugi redni sestanek skupine za vzdrževanje procesov in izvajanje obveznosti iz direktive INSPIRE (angl. Maintenance and implementation group – MIG-P). Sestanka so se udeležili predstavniki skoraj vseh držav članic in Evropske agencije za okolje (EEA), člani skupine INPIRE iz JRC in generalnega direktorata za okolje Evropske komisije (DG ENV). Na njem so obravnavali rezultate dela podskupin in programa dela skupine MIG-P ter podskupin za naslednje obdobje. Skupina za tehnično implementacijo in vzdrževanje (MIG-T) je lani pripravila zelo obsežen in poglobljen program za tehnično implementacijo obveznosti direktive INSPIRE, ki pa bo izvedljiv zgolj, če bodo določene ustrezne prednostne naloge. Tako so vzpostavili objektivna merila, na podlagi katerih bodo lažje opredelili prednostne naloge za posamezne cilje iz delovnega programa. Udeleženci so bili na koncu sestanka spet opozorjeni, da bo Evropska komisija uporabila pravna sredstva, če v državah članicah ne bomo zagotovili predvidenih omrežnih storitev za prostorske podatke do zastavljenih rokov.

Za konec moramo omeniti mednarodno delavnico v okviru podprojekta »Topografska baza« (TOPO), ki se izvaja v projektu »Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav«. Na njej so bili poleg uslužbencev Geodetske uprave Republike Slovenije prisotni predstavniki podjetij, ki sodelujejo kot izvajalci v podprojektu TOPO in podprojektu INSPIRE, ter predstavnik partnerske organizacije v projektu z norveške geodetske uprave (Statens Kartverk). Na delavnici so bile predstavljene omrežne storitve, razvite v podprojektu INSPIRE, ter posamezne naloge prve faze podprojekta TOPO, od razvoja logičnega modela, skladnega z INSPIRE, do njegove fizične realizacije v izbrani podatkovni bazi. Predstavljena je bila tudi aplikativna rešitev, namenjena vodenju in upravljanju topografskih podatkov, ter predviden način migracije obstoječih podatkov v nov podatkovni model. Nekatere dileme in vprašanja smo proučili skupaj s predstavnikom partnerske organizacije.



Slika 3: Udeleženci delavnice okviru podprojekta Topografska baza (TOPO).

Alenka Kovač in Tomaž Petek
Geodetska uprava RS
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: tomaz.petek@gov.si

SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 11. 2014 DO 31. 1. 2015

Teja Japelj

Sonce že počasi objema naša lica in srce. Kot da se je po kratki zimi začelo vse počasi prebujati in se ta pozitivna energija že čuti v zraku. Sneg počasi kopni, sončni žarki grejejo zemljo. Upajmo, da se ne bo pojavila prva spomladanska utrujenost, ki nam bo krajšala čas namesto dobre literature. Dobra literatura nas mora večkrat motiti na življenjski poti. Po prebrani dobri knjigi bi se svet moral zazdeti drugačen.

Večkrat se moramo spomniti, da je treba svoje želje uresničevati danes, sicer lahko večno sanjamo in pozabimo živeti. Upajmo, da je v zadnjih mesecih svoje sanje živelo tudi nekaj naših diplomantov, ki so uspešno končali izobraževanje na naši fakulteti.

Tako na univerzitetnem študiju geodezije kot na visokošolskem študiju geodezije so končali študij po tri študentje.

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GEODEZIJE

Petra Klinar: Strokovne podlage za oblikovanje zemljiške politike v Občini Jesenice

Mentor: izr. prof. dr. Maruška Šubic Kovač

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5052/1/GEU972_Klinar.pdf

V diplomski nalogi so analizirana območja nezazidanih stavbnih zemljišč, določenih na podlagi novega Občinskega prostorskega načrta Občine Jesenice (2014). Osnovni namen je priprava strokovnih podlag za oblikovanje zemljiške politike v Občini Jesenice, še predvsem prikaz deleža zemljišč, ki bi jih v prihodnosti lahko uporabili za gradnjo enostanovanjskih hiš in določitev finančnih obveznosti, kot so komunalni prispevek in nadomestilo za uporabo stavbnega zemljišča, oziroma posplošene tržne vrednosti nepremičnin po posameznih območjih kot podlaga za izračun novega davka na nepremičnine. Analizirano je tudi dogajanje na nepremičninskem trgu v preteklem letu.

Ugotovljeno je, da je delež nezazidanih stavbnih zemljišč v Občini Jesenice relativno nizek, treba bi bilo izvesti sanacijo degradiranih območij, zmanjšati gostoto poselitve v mestu, usmeriti razvoj poselitve na območja, ki so opuščena, predvsem pa bi morali bolj racionalno izkoriščati prostor.

Z novim Občinskim prostorskim načrtom Občine Jesenice se je spremenilo tudi obračunavanje komunalnega prispevka. Občina je določila nova obračunska območja in nove vrednosti obračunskih stroškov, zaradi česar se je na nekaterih območjih znižala, drugih zvišala vrednost komunalnega prispevka. Zaradi neuspešne uveljavitve Zakona o davku na nepremičnine (2013) je še vedno v veljavi nadomestilo za uporabo stavbnega zemljišča, ki se od leta 2008 ni bistveno spremenilo. Dogajanje na nepremičninskem trgu se je od leta 2008 spremenilo in ta trenutno stagnira, saj so zaradi finančne in gospodarske krize cene nepremičnin močno padle, to pa vpliva

na prodajo in nakup nepremičnin. Ob relativno visoki ponudbi je povpraševanje po nepremičninah relativno majhno, cene nepremičnin pa v povprečju 40 % nižje kot v letu 2008.

Iztok Pavc: Geodetska dela pri izgradnji AC priključka Naklo
Mentor: doc. dr. Božo Koler
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5029/1/GEU970_Pavc.pdf

V diplomski nalogi sem predstavil geodetska dela pri gradnji AC-priključka Naklo. Opisana so dela pred in med gradnjo objekta ter po njej. V prvem poglavju sem predstavil smernice in načrte nove ureditve priključka na avtocesto ter obseg gradnje AC-priključka Naklo. Nadaljeval sem z geodetskimi deli pred gradnjo, ki so potrebna za pripravo dobrega izhodišča za nadaljnje delo. Opisani so vsi postopki, ki so bili opravljeni pred pripravo projekta za gradbeno dovoljenje (PGD) in tudi pred začetkom gradnje. Izdelal se je projekt geodetske mreže, izravnava opazovanj ter geodetski, katastrski in zakoličbeni načrt. Največ diplomske naloge sem posvetil gradnji samega priključka, pri čemer sem opisal metode in natančnost zakoličevanja točk ter kronološki potek gradnje. Veliko prostora sem namenil tudi evidentiranju gospodarske javne infrastrukture. V zadnjem poglavju so predstavljena končna geodetska dela, ki sem jih opravil skupaj z geodetskim podjetjem, ki je zaključilo vse postopke gradnje in predajo objekta investitorju. Izdelal se je geodetski načrt za projekt izvedenih del (PID) in elaborati za vpis GJI v uradne evidence.

Blaž Vidmar: Analiza uporabnosti fotogrametrično določenega oblaka točk za izdelavo 3D-modela objekta kulturne dediščine
Mentor: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras
Somentor: dr. Anestis Koutsoudis
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4303/1/BGG047_Vidmar.pdf

V diplomski nalogi obravnavamo večslikovno ujemanje in njegovo primernost za izdelavo 3D-modelov objektov kulturne dediščine. Osredotočimo se na dva konkretna primera z območja današnje Grčije. Določimo metodologijo za zajem in obdelavo podatkov s programskim orodjem PhotoScan. Izdelane 3D-modele opišemo z vizualnimi, geometričnimi in topološkimi značilnostmi. Podlaga za geometrično primerjavo so oblaki točk laserskega skeniranja. Iz rezultatov primerjav razberemo, da je navedeni postopek primeren za vizualizacijo, osnovne meritve in izdelavo enostavnih načrtov. Postopek slikovnega ujemanja je v primerjavi z metodo laserskega skeniranja cenovno ugodnejši in hitrejši, hkrati pa pridobimo geometrijsko in vizualno primerljive rezultate. Zaradi zgladitev značilnih krivin postopek ni primeren za natančnejše opise obravnavane površine in določevanje deformacij na objektih. Rezultati kažejo na smotrnost predhodne kalibracije fotoaparata.

VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJ GEODEZIJE

Jurij Fajdiga: Evidentiranje priposestovanega zemljišča v zemljiškem katastru in zemljiški knjigi
Mentor: viš. pred. dr. Miran Ferlan
URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5031/1/GEV408_Fajdiga.pdf

V diplomski nalogi je prikazan institut priposestovanja in lastninske pravice s teoretičnega vidika in vidika sodne prakse. V nadaljevanju je podano spremljanje in navajanje določb iz postopkovnih in materialnih zakonskih podlag za reševanje mejnih in lastninskih vprašanj. Prikazana je ureditev meje in delovanje geodeta

ob določitvi meje v mejni obravnavi na spornih mejah, kjer so podani pogledi na reševanje priposestevanja na zemljišču.

Jure Fakin Meritve deformacij na daljavo

Mentor: izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič

Somentor: izr. prof. dr. Dušan Kogoj

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5015/1/GEV406_Fakin.pdf

V diplomski nalogi je predstavljen projekt meritve deformacij na daljavo v predoru podzemne železnice v Münchnu. Opisana je montaža opreme v samem predoru, uporabljena programska in strojna oprema, potek projekta in njegovi rezultati. Rezultati meritev so tudi utemeljeni in opravljena je analiza natančnosti. Prav tako je opisana sama metoda izmere na daljavo. Na koncu pa so na kratko opisani drugi podobni projekti, pri katerih je uporabljena podobna metoda.

Barbara Demšar: Trajnostne oblike turistične ponudbe v naselju Spodnja in Zgornja Sorica

Mentor: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentor: asist. Gašper Mrak

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/5032/1/GEV407_Demsar.pdf

V diplomski nalogi obravnavamo koncept razpršenega hotela v naselju Spodnja in Zgornja Sorica v občini Železniki. Glavni namen je ugotoviti, ali je koncept razpršenega hotela sprejemljiva oblika dodatne turistične ponudbe za lokalno prebivalstvo, ali je v naselju dovolj kakovostnih objektov za potrebe takega hotela in ali bi se s tem naselju povečala možnost razvoja turizma.

Nova oblika turistične ponudbe v izbranem naselju lahko zagotovi nova delovna mesta, turistična ponudba se bo izboljšala, prebivalci bodo še bolj povezani, sam kraj pa bo bolj prepoznaven. V teoretičnem delu naloge so predstavljene značilnosti turizma, podeželja ter koncept razpršenega hotela. Predstavljeni so tudi primeri dobrih praks razpršenih hotelov v Italiji. V aplikativnem delu je podrobneje predstavljeno območje Spodnje in Zgornje Sorice v občini Železniki, za katero so bile narejene tudi ustrezne prostorske analize. Poleg tega je bila na obravnavanem območju izvedena anketa, v kateri smo prebivalce povprašali, kako so zadovoljni z ureditvijo vasi, turistično ponudbo v vasi in kakšna se jim zdi ideja razpršenega hotela v Sorici. V zadnjem delu naloge je na podlagi izvedenih analiz in ankete oblikovana in predstavljena umestitev razpršenega hotela v naselju Spodnja in Zgornja Sorica.

GEO & IT NOVICE

Aleš Lazar, Klemen Kregar

Karta poseljenosti Evrope

Nova karta poseljenosti Evrope, ki jo je izdelal skupni raziskovalni center Evropske komisije (JRC), ponuja celovit pregled vseh pozidanih območij v Evropi. Zaradi večje natančnosti in popolnosti podatkov jo bodo lahko s pridom uporabljali znanstveniki in raziskovalci.

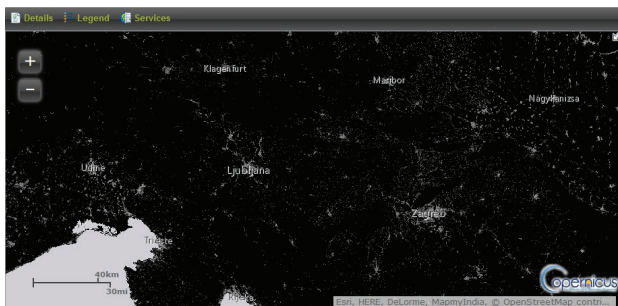
Karta omogoča analizo in primerjavo poseljenih območij, gostote prebivalstva in drugih parametrov, zanimivih za urbanizem. Uporabna je na različnih področjih – od urbanističnega planiranja, demografskih analiz do obvladovanja nezgod in podobno. Vsebuje podatke o poseljenih območjih, oceno velikosti pozidanih površin, velikosti objektov in številu ljudi, živečih na različnih območjih Evrope.

Novost omogoča presojanje ozemeljske kohezije (karkoli že to pomeni) in urbanizacije po Evropi. Pokritost površja bodo lahko določali kot razmerje med pozidano in nepozidano površino na nekem območju. Mogoče bo tudi izračunati gostoto poselitve na podlagi pozidane površine in števila ljudi. Evropska mesta bo mogoče klasificirati glede na gostoto poselitve.

Karta temelji na ogromno satelitskih posnetkih in drugih podatkih. Izdelali so jo z najnovejšo tehnologijo, imenovano **Global Human Settlement Layer (GHSL)**, ki so jo razvili v JRC in omogoča samodejno analizo ogromnih količin podatkov, zajetih z različnimi satelitskimi senzorji, v različnih resolucijah in z različnih lokacij ob različnem času.

Za identifikacijo umetno zgrajenih objektov so uporabili matematično morfologijo in druge metode slikovne obdelave. Nazadnje so podatke procesirali s prilagojenimi algoritmi JRC. Za pridobivanje informacij o pojavih na opazovanem območju so uporabili tehnike modeliranja.

Podatke, pridobljene iz opisane karte, so že uporabili kot dokazno gradivo v šestem poročilu o ekonomski, socialni in teritorialni koheziji Evropske komisije. Karto si lahko ogledate ali prenesete na naslovu <http://land.copernicus.eu/pan-european>.



Vir: Evropska komisija, Skupno raziskovalno središče (JRC), januar 2015 – <https://ec.europa.eu/jrc/>

FARO prevzel ARAS 360 in kubit

Na začetku februarja je ameriški gigant FARO prevzel kanadsko podjetje *ARAS 360*, na začetku marca 2015 pa nemški *kubit*. ARAS 360 je napredno programsko orodje za forenzične rekonstrukcije. Program podpira 3D-meritve, oblak točk, slikovno dokumentacijo, animacije, simulacije in napredne forenzične analize. FARO bo na podlagi prevzema dopolnil integrirano zbirko 3D-dokumentiranja kaznivih dejanj in nesreč.

Veliko znanja in dobrih rešitev na področju 3D-dokumentiranja je FARO pridobil s prevzemom uspešnega nemškega podjetja kubit. S strateškim prevzemom želijo detaljne zajeme dejanskega stanja približati arhitektom, inženirjem in gradbenemu trgu. Kubit omogoča uporabnikom delo z oblakom točk v CAD-okoljih, kot sta AutoCAD in Revit. Program podpira arheološke, konservatorske, arhitekturne in konstrukcijske aplikacije, modeliranje strojnih postrojenj, BIM-modeliranje in številne druge možnosti v povezavi s 3D-dokumentiranjem.

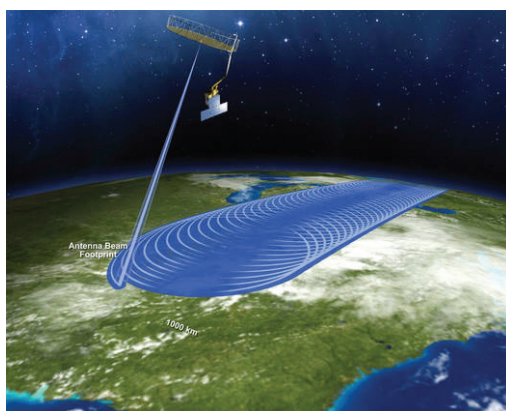
Vir: FARO, marec 2015 – <http://faro.com/>

Satelit SMAP bo meril vlažnost zemeljskega površja

Vlaga v prsti pomeni samo majhen delež vode, prisotne na Zemlji, vendar ima pomembno vlogo za celoten zemeljski ekosistem. Dne 31. januarja 2015 je ameriška vesoljska agencija Nasa izstrelila satelit SMAP (angl. *Soil Moisture Active Passive*), ki bo prihodnja tri leta zbiral izjemno natančne podatke o vlažnosti zemlje. Uporabniki pridobljenih podatkov bodo hidrologi, vremenoslovci, klimatologi, agronomi, vodarji, načrtovalci nujnih ukrepov in seveda odgovorni politiki.

Program satelita SMAP so pripravljali od leta 2008, čeprav je povpraševanje po natančnih in zanesljivih podatkih o vlažnosti zemeljskega površja staro že nekaj desetletij. Sedanje meritve vlažnosti so premalo natančne in tudi z dosedanjimi najboljšimi sateliti niso dosegli večje ločljivosti od 40 kilometrov. To je pregrobo, da bi lahko ocenili spremembe v posameznem porečju. Naloga vesoljskega programa SMAP je izboljšava ločljivosti na vsaj deset kilometrov.

SMAP bo kombiniral podatke iz dveh instrumentov: radarja in radiometra. Instrumenta lahko prodreta v zgornjo nekajcentimetrsko plast zemlje. Pri tem nista ovira morebitna oblačnost ali vegetacija. Tudi ime sistema izhaja iz dvojnosti merilnih naprav. Radar bo oddajal signal in meril odboj z zemeljskega površja, medtem ko bo radiometer pasivno beležil naravni mikrovalovni signal z našega planeta. Variacije v signalih vsebujejo informacije o spremembah vlažnosti zemlje. Opazovanja z radarskim instrumentom dajejo visoko ločljivost, vendar manjšo natančnost kot opazovanja z radiometrom. Pri slednjem pa je ravno nasprotno. Kombinacija obeh tipov podatkov daje zeleno ločljivost in natančnost.



Satelit je v veselje ponesla dvostopenjska Boeingova raketa *Delta II 73320-10C*. Okrog Zemlje bo krožil v skoraj polarni sončno sinhroni orbiti, ki je od površine oddaljena 685 kilometrov, obhodni čas je 98 minut.

SMAP bo podatke zajemal pasovno, pas bo širok tisoč kilometrov. Tako bo ekvatorialna območja zajel v dveh do treh dneh, tista na višjih zemljepisnih širinah pa v le dveh dneh. Satelit bo imel v orbiti razvito giblivo anteno s premerom 9,6 metra, ki se zavrti 14,6-krat v minuti. Sončne celice bodo dajale 1450 W energije. Skupaj z gorivom bo satelit tehtal 944 kilogramov. Nasa je v program vložila 916 milijonov dolarjev.

Vir: Delo.si, januar 2015 – <http://www.delo.si/znanost/>

Hrvaška uporabnikom ponudila letalske posnetke izpred leta 1968

Hrvaška geodetska uprava od 1. decembra 2014 omogoča uporabnikom dostop do razpoložljivih letalskih posnetkov, nastalih pred 15. februarjem 1968. Vojaški letalski posnetki so dostopni prek spletne aplikacije, na kateri je omogočen tudi vpogled v podatkovne sloje DOF, HOK (hrv. *Hrvatska osnovna karta*) in DKP (hrv. *Digitalni katastarski plan*). Največ zanimanja za posnetke je v povezavi z evidencami stavb. Uporabniku prijazen dostop do zgodovinskih podatkov je bogat vir za proučevanje naravnih in antropogenih dejavnikov.

Vir: Državna geodetska uprava, Hrvaška, december 2014 – <http://www.dgu.hr/>

Okoljski GIS: kartiranje svetlobne onesnaženosti

Marcus Hindus, neodvisni geoprostorski svetovalec iz Kanade, je na portalu GIS Lounge predstavil praktičen primer uporabnosti geografskih informacijskih sistemov za varstvo okolja. Mnogo GIS-projektov je izrazito multidisciplinarnih. Križajo se s področji energetike, financ, inženirstva in ne nazadnje s politiko, saj so skoraj vsa povezana s predmeti, ki jih treba opisovati v prostoru in času.



Zanimiv primer takšne multidisciplinarnosti je projekt svetlobne onesnaženosti Toronta in njegove širše okolice. Mestne oblasti bi rade zmanjšale svetlobni odtis mesta ter seznanile prebivalce z izvori in posledicami svetlobne onesnaženosti, ki menda precej negativno vpliva na ljudi in okolje. Najbolj moteče je, da celo v primestnih območjih ni več mogoče opazovati zvezdnega neba. Rastlinske vrste se pozno odzivajo na spremembe letnih časov, živalske vrste pa se slabše razmnožujejo, saj to najraje počno v temi.

Začetna zamisel projekta je bila označiti žarišča svetlobne onesnaženosti in jih primerjati s porabo elektrike, ki jo poznajo dobavitelji električne energije. Googlovo kartografsko podlago so prekrili z georeferenciranimi satelitskimi posnetki iz mednarodne vesoljske postaje ISS. Svetla območja so sicer vidna s prostim očesom, toda za podrobnejše analize so uporabili severnoameriške standarde o osvetljevanju (IESNA). Nazadnje so dobljene podobe obdelali z različnimi filtri (npr. filtrom Gaussian High Pass za

izostritev podob). Projekt je bil izpeljan v okviru brezplačnega programa za obdelavo podob *Image J* in odprtokodne knjižnice za računalniški vid (angl. *Open Source Computer Vision*).

Vir: GIS Lounge, december 2014 – <http://www.gislounge.com/>

7. in 8. satelit Galileo

Sedmi in osmi satelit navigacijskega sistema Galileo so dostavili v Francosko Gvajano, od koder ju bodo predvidoma 26. marca izstrelili v vesolje. Iz Evrope so ju pripeljali s francoskim letalom Boeing 747, shranjena v klimatiziranem zabojniku, nato pa s tovornjakom v prostore evropskega vesoljskega pristanišča, kjer ju bodo pripravili za vzlet. V vesolje ju bo ponesla ruska nosilna raketa Sojuz.

Pri prejšnji izstrelitvi so satelita poslali v napačno orbito. Kot je pokazala preiskava, se je to zgodilo, ker je bila cev za dovod hidrazinskega goriva preblizu cevi za tekoči vodik, zaradi česar je gorivo na poti do raketnih motorjev zamrznilo.



Prihod na izstrelišče je zadnji korak v zapletenem procesu sestavljanja in testiranja satelitov. Satelit izdelajo v podjetju OHB v nemškem Bremnu, pri čemer navigacijski del pripeljejo iz Guildforda v Veliki Britaniji, kjer so ga izdelali v podjetju *Surrey Satellite Technology Ltd*. Obe podjetji pri izdelavi sodelujeta z mnogimi podizvajalci iz vse Evrope. Satelite testirajo v Esinem centru v Noordwijku na Nizozemskem.

Sedmi in osmi satelit nosita imeni Irca Adama in Grkinje Anastasije, ki sta zmagala na natečaju risanja sistema Galileo.

Vir: ESA, februar 2015 – <http://www.esa.int/>

Upravljanje strojev za izkope

Podjetje Leica Geosystems je pripravilo novo programsko opremo za svoja sistema iCON excavate iXE2 in iXE3, ki sta namenjena usmerjanju težke gradbene mehanizacije pri izkopih in nasutjih zemljin. Sedanja različica ponuja večjo prilagodljivost sistemov uporabnikovim potrebam, glavna novost pa je podpora za vodenje žlic z nagibom in rotacijo.

Sistema iXE2 in iXE3 sta namenjena hitrejšemu in natančnejšemu delu s težko gradbeno mehanizacijo. Omogočata objektivno kontrolo in pregled nad količino materiala v realnem času. Uporabnik sistemov se lahko izogne zamudnemu popraviljanju ali ponavljanju že opravljenega dela zaradi nenatančnosti sistema.

Posebej koristno je učinkovitejše ravnanje terena pri uporabi žlice z nagibom in rotacijo, saj poznejše preverjanje ravnosti terena načeloma ni več potrebno. Sistem iCON excavate operaterju delovnega stroja v realnem času prikazuje dejansko lego žlice ter,



glede na konfiguracijo terena, kje je treba material odvzeti oziroma dodati. Operater se s sistemom sporazumeva prek prijaznega uporabniškega vmesnika z barvnim zaslonom, ki ga ima stalno pri sebi v kabini.

Pomembni funkcionalnosti sistema iCON excavate sta funkcija *PowerSnap*, ki omogoča hitro in enostavno zamenjavo instrumenta z enega stroja na drugega, ter *iCON telematics* za hitro in enostavno prenašanje podatkov o terenu iz pisarne na napravo.

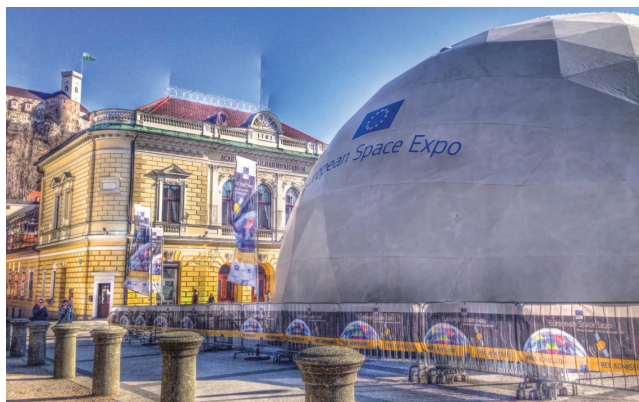
Vir: Geoinformatics, januar 2015 – <http://www.geoinformatics.com/>

Evropska razstava o vesolju v Ljubljani

Med 6. in 15. marcem 2015 je bila v Ljubljani na ogled potujoča Evropska razstava o vesolju (angl. *European Space Expo*), ki jo organizira Evropska komisija za obveščanje evropskih državljanov o koristih in uporabi vesoljskih programov na Zemlji. Brezplačna interaktivna razstava, ki prikazuje storitve in aplikacije glavnih evropskih vesoljskih programov na področju satelitske navigacije **Galileo** in **EGNOS** ter program opazovanja Zemlje **Copernicus**, je obiskala že številna evropska mest. Od začetka leta 2012 je pritegnila več kot 500.000 obiskovalcev.

Glavni namen je prikazati pozitivne učinke evropskih vesoljskih programov na vsakdanje življenje evropskih državljanov. Bogata in interaktivna avdiovizualna vsebina omogoča, da si obiskovalci ogledajo različne aplikacije satelitskih tehnologij. Med drugim se lahko naučijo, kako te prispevajo k optimizaciji prometa, povečanju učinkovitosti na področju kmetijstva in ribištva, varstvu okolja, spremljanju podnebnih sprememb, obvladovanju izrednih razmer, ki so posledica naravnih in industrijskih nesreč, podpori humanitarne pomoči in varnosti državljanov EU. Tudi na predstavitvah vesoljskih aplikacij, ki jih strokovnjaki izvajajo v živo, lahko obiskovalci поблиže spoznajo, kako vesoljske tehnologije izboljšujejo kakovost našega življenja.

Na letošnjem dogodku v Ljubljani sta med eksponati veliko zanimanja požela interaktivni hologram Zemljinega ozračja **OmniGlobe**, maketa satelita **Galileo** ter model prvega slovenskega mikrosatelita, ki je v končni fazi izdelave in bo v letu ali dveh izstreljen v orbito. Prvi slovenski mikrosatelit je namenjen interaktivnemu daljinskemu zaznavanju. Z mikrospektoralno kamero bo omogočal opazovanje vegetacije, razvoja dogodkov, naravnih nesreč ipd.



Vir: European Space Expo, marec 2015 – <http://spaceexpo.spacetecpartners.eu/ljubljana>

Morda niste vedeli:

- Nasina sonda **Down** se je po desetih letih potovanja utirila v orbito okoli pritlikavega planeta **Cerera**. S tem je Down postal prvo vesoljsko plovilo, ki je obkrožilo in natančno preučilo dve vesoljski telesi (leta 2011 je bil za 14 mesecev na obisku pri planetoidu **Vesta**). To je tudi prvi obisk pritlikavega planeta v zgodovini. Cerera je, tako kot Vesta, protoplanet. Je planetarni zarodek, ki – najverjetneje zaradi gravitacijskega vpliva Jupitra – ni nadaljeval razvoja. Je torej planetarni fosil in kot tak ponuja vpogled v prva poglavja nastanka Osončja. Cerera, poimenovana po rimski boginji plodnosti, je še posebej v središču pozornosti zaradi nedavnih ugotovitev iz podatkov sonde Rosetta. Zdaj kaže, da so večino vode (in s tem razmer za življenje) na Zemljo prinesli asteroidi. (Vir: MMC RTV Slovenija, marec 2015)
- Na obzorju je telekomunikacijska 5G-tehnologija. 3G-tehnologija iz leta 2001 omogoča prenos s hitrostjo 384 Kbps, 4G-tehnologija iz leta 2009 pa s 100 Mbps. 5G-tehnologija naj bi omogočala kar 66-krat večjo hitrost kot 4G. Tehnologijo 5G lahko v najboljšem primeru pričakujemo šele čez pet let. Bolj realna številka je leto 2025. (Vir: DNE, marec 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

STROKOVNA EKSKURZIJA ZA ŠTUDENTE GEODEZIJE V TRST

Aleksander Šašo

Študenti 2. letnika magistrskega študija geodezije in geoinformatike na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani smo se pri predmetu Management in organizacijska teorija v januarju udeležili enodnevne strokovne ekskurzije v Trst.

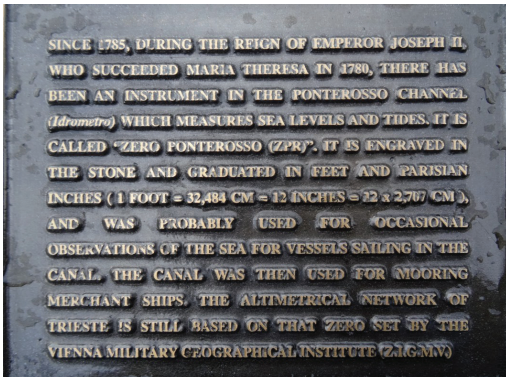
V strokovnem delu smo obiskali univerzo v Trstu. Po uvodnem in pozdravnem govoru sta se na kratko predstavili obe univerzi, s poudarkom na področju geoinformatike. Najprej sta dr. Anka Lisec in dr. Marjan Čeh našim gostiteljem spregovorila o Univerzi v Ljubljani ter poteku univerzitetnega in magistrskega študija geodezije in geoinformatike na naši fakulteti. Zatem je skupina iz Trsta s področja geoinformatike pod vodstvom dr. Giuseppeja Borrusa ter skupina s področja kartiranja pod vodstvom dr. Andrea Favretta opisala aktualne raziskovalne projekte in dosežke Univerze v Trstu na področju geoinformatike. Med drugim sta nas seznanila z njihovo lastno rešitvijo sistema GIS ter uporabniškim vmesnikom, ki je že izdelan za osebne računalnike, sedaj pa razvijajo tudi različico za pametne telefone. Poleg navedenega se lahko pohvalijo z rešitvami geografskih informacijskih sistemov, ki so jih razvili za nekatere občine v regiji. Predstavniki katastrskega urada iz Trsta Piermassimo Pavese pa nam je podrobno orisal organizacijo in področja delovanja svoje organizacije.

Sledila je predstavitev njihove zanimive rešitve za snemanje iz zraka z balonom. Rezultate uporabijo za kartiranje površja ali pa s primerno programsko opremo izdelajo oblak točk, različne modele površja in ortofoto. Gostitelji so nam želeli tudi demonstrirati let in snemanje z balonom, vendar vremenske razmere (močan veter in rahel dež) tega žal niso dopuščale. So pa obljubili, da lahko na našo željo predstavitev izvedejo v Ljubljani.



Slika 1: Udeleženci ekskurzije.

Popoldanski del je bil namenjen ogledu središča Trsta. Sprehodili smo se do pomola Audace, od koder smo si ogledali zgodovinsko pomembne stavbe. Nato smo se odpravili na vzpetino do katedrale in utrdbe svetega Justa (San Giusto), ki pa sta bila za ogled zaprta. Mimo teatra Romano smo se spustili nazaj proti središču. Ogledali smo si kanal Grande ter ga prečkali prek mostu, na katerem smo se ustavili pri kipu slovitega irskega književnika Jamesa Joycea. Ob mostu smo videli tudi ostanke starega »mareografa«, če lahko tako poimenujemo enostavno rešitev za opazovanje višine gladine morja, katere pomen je predstavljen na spominski plošči (slika 2). Do mareografa na pomolu Sartorio, ki je izhodišče našega višinskega sistema, pa se tokrat žal nismo podali.



Slika 2: Obležje stare rešitve za opazovanje nihanja gladine morja v Trstu.

Nazadnje smo se povzpeli na Opčine z openskim tramvajem, ki je eden najstarejših v Evropi. Približno dvajsetminutna vožnja po strmih ulicah je jamstvo za edinstvene občutke ter lep razgled na Trst in Tržaški zaliv.

Na koncu bi se udeleženci ekskurzije radi zahvalili ekipi na Univerzi v Trstu, ker so nas lepo sprejeli, si vzeli čas, pripravili zanimiva predavanja in nas lepo pogostili. Hvala!

Aleksander Šašo,

za študente 2. letnika magistrskega študija geodezije in geoinformatike na UL FGG
e-naslov: aleksander.saso@gmail.com

STROKOVNA ESKURZIJA ŠTUDENTOV GEODEZIJE NA GORENJSKO

Klemen Lovenjak

Oddelek za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani v skladu s cilji študijskih programov v vsebine dodiplomskih študijev vključuje tudi predavanja strokovnjakov iz prakse. Tako je bila za študente 3. letnika programa geodezija in geoinformatika (univerzitetni študij) in 2. letnika programa tehnično upravljanje nepremičnin (visokošolski študij) organizirana ekskurzija, na kateri smo opravili tri strokovne obiske. Program sta v sodelovanju s kolegi iz stroke pripravila naša pedagoga dr. Anka Lisec in dr. Marjan Čeh. Letos smo se podali na Gorenjsko.

Na strokovno ekskurzijo smo se odpravili v petek, 16. januarja 2015. V jutranjih urah smo se zbrali pred stavbo fakultete in se odpeljali proti Kranju. Sledil je ogled tamkajšnje območne geodetske uprave (OGU). Zaposleni so nas prijazno sprejeli, nagovoril nas je tudi direktor mag. Franci Tomše. Nato so nam na petih »postajah« predstavili svoje delo. V sprejemnici smo bili seznanjeni s storitvami, ki jih običajno zagotavljajo občanom. Spoznali smo delovanje OGU na področju zemljiškega katastra in katastra stavb, v kleti pa smo si ogledali zanimiv arhiv. Uslužbenka nam je predstavila karte iz različnih časovnih obdobj, s kakršnimi se bomo srečevali v praksi. Zanimiva je bila tudi »postaja« kranjske izpostave Urada za množično vrednotenje nepremičnin, na kateri sta nam uslužbenca pokazala, kako stalno spremljajo trg nepremičnin.



Slika 1: Bloudkova velikanca in letalnica – pogled »od zgoraj«.

Iz mesta ob sotočju Kokre in Save smo se odpravili v dolino pod Poncami. Tam nas je pričakal g. Jelko Gros, direktor Nordijskega centra Planica. Po uvodnem pozdravu smo se s sedežnico povzpeli na vrh prenovljene 139-metrške Bloudkove velikanke, kjer se nam je ponudila krasna priložnost za skupinsko fotografijo. Strokovni sodelavec nacionalne televizije nam je povedal nekaj o zgodovini in zgradbi skakalnice, orisal je tudi faze smučarskega skoka.

Od tam smo odšli na vrh letalnice, kjer so ravno gradili odskočno mizo. Zasnova skakalnice omogoča, da bo z enostavnim posegom mogoče najdaljše skoke podaljšati za vsaj deset metrov. Nato smo se vrnili v dolino, kjer je sledila predstavitev projekta gradnje nordijskega centra. Na njej je sodeloval tudi geodet, ki nadzira delo na projektu, ter povedal nekaj o svojem delu in vlogi geodezije v skakalnem športu. Omeniti velja zakoličevanje »cevi«, ki določa zaletišče, pri čemer se zahteva natančnost do dveh milimetrov. Pri projektu so bile še posebej naporne ureditve parcelnih meja, saj so ogromno časa porabili le za prenašanje opreme po strmih in zaraščenih okoliških območjih.



Slika 2: Jelko Gros s sodelavci nam je podrobno predstavil projekt nordijskega centra.

Zadnja postaja naše strokovne ekskurzije je bilo letališče v Lescah. Oglasili smo se v hangarju podjetja Flycom, d. o. o., ki izvaja projekt laserskega skeniranja Slovenije. Med drugim se ukvarjajo z izdelovanjem modelov površja, topografskih in tematskih kart, digitalnega ortofota, laserskim skeniranjem manjših območij in GIS-rešitvami. Sprejel nas je direktor Roman Bernard ter nam povedal nekaj o zgodovini in viziji podjetja. Nato nam je g. Luka Šolar s kolegi geodeti predstavil opremo v helikopterju, s katerim opravijo večino dela. Spregovoril je tudi o aktualnih projektih. Za njimi je snemanje tras daljnovodov v Kongu, pripravljajo pa se tudi na vstop na indijski trg. Predstavitve najmodernejših instrumentov, s katerimi smo se v teoriji srečevali pri predmetih daljinsko zaznavanje in fotogrametrija, je na nas študente naredila velik vtis.



Slika 3: Obisk hangarja podjetja Flycom, d. o. o., v Lescah.

Udeleženci ekskurzije bi se ob tej priložnosti želeli zahvaliti območni geodetski upravi Kranj, Nordijskemu centru Planica, podjetju Flycom, d. o. o., in vsem predavateljem, ki so nam omogočili pogled v njihov vsakdan. Iskrena hvala!

Klemen Lovenjak,

za študente 3. letnika prvostopenjskega študija geodezije in geoinformatike na UL FGG
e-naslov: klemen.lovenjak@gmail.com

IN MEMORIAM



JANKO KODER

1950–2014

Ob izteku oktobra 2014 nas je zapustil Janko Koder, geodet, ki se je zaposlil na geodetski upravi Tolmin leta 1969, takoj po končani srednji geodetski šoli. Katastru je ostal zvest do konca svoje delovne dobe. Upokojil se je leta 2010 kot uslužbenec Geodetske uprave Republike Slovenije.

Janko je bil eden tistih, ki so orali ledino ob uveljavitvi Zakona o zemljiškem katastru, saj se je s takratno uvedbo mejnega ugotovitvenega postopka temeljito spremenil način dela na področju zemljiškega katastra. Sodelavci smo radi rekli, da je živi leksikon. Kataster občine Tolmin, ki je bila v tistih letih največja v Sloveniji, je imel tako rekoč v malem mezinu. Če je bilo treba karkoli najti v arhivskih podatkih, si vprašal Janka. To je bila najkrajša in najhitrejša pot. Bil je izredno razgledan in strokovno podkovan. Pravzaprav je bil neformalni mentor vsem mladim, nadobudnim geodetom, ki smo prišli na geodetsko upravo za njim. Ni nas naučil samo katastrske logike, ampak nas je uvedel tudi v terensko delo in nam razkril marsikatero skrivnost, kako priti do podatka, ki se je na prvi pogled zdel neizmerljiv. Skratka, podaril je ogromno znanja vsakemu, ki se je hotel učiti in črpati iz njegovih bogatih izkušenj.

Bil je poseben človek. Veder, zabaven, pronicljiv, iskrov, dober prijatelj, topel, včasih mrk in tih, drugič spet glasen in razigran, izredno delaven, zanesljiv, iznajdljiv, predvsem pa samosvoj. To ga je marsikdaj tudi drago stalo, saj je bil včasih nerazumljen in odrinjen na rob. Za vse, ki smo ga osebno poznali in imeli privilegij, da smo delali z njim dolgo vrsto let, pa bo za vedno ostal naš dragi Janko. Človek z veliko začetnico. Svetla misel, ki ti na obraz vedno znova privabi smehljaj.

Janko, hvala ti za vse!

Jeni Makuc
Geodetska pisarna Tolmin

KOLENDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV

V OBDOBJU APRIL–JUNIJ 2015

Aleš Lazar

V SLOVENIJI

-
- | | |
|--------------------|---|
| 9.–10. april 2015 | 43. Geodetski dan: Geodetska (r)evolucija
Sežana, Slovenija
Spletna stran: http://www.zveza-geodetov.si/43-geodetski-dan |
| 13.–15. april 2015 | Dnevi slovenske informatike 2015
Portorož, Slovenija
Spletna stran: http://dsi2015.si/ |
| 21.–22. april 2015 | 17. dnevi energetikov
Portorož, Slovenija
Spletna stran: http://www.dnevi-energetikov.si |
| 22.–23. april 2015 | 12. slovenski kongres o cestah in prometu
Portorož, Slovenija
Spletna stran: http://www.drc.si |
| 12. maj 2015 | Dolgoročne spremembe okolja 2015
Ljubljana, Slovenija
Spletna stran: http://iza2.zrc-sazu.si/ |
| 18.–20. maj 2015 | NT konferenca 2015
Portorož, Slovenija
Spletna stran: http://www.ntk.si/ |
| 21. maj 2015 | 2. konferenca trajnostne gradnje
Brdo pri Kranju, Slovenija
Spletna stran: http://www.ntk.si/ |
| 8.–9. junij 2015 | 7. industrijski forum IRT 2015
Portorož, Slovenija
Spletna stran: http://www.forum-irt.si/prva-stran/ |

12. junij 2015 **Sedlarjevo srečanje urbanistov in prostorskih planerjev**

Ljubljana, Slovenija

Spletna stran: <http://www.dupps.si/>**V TUJINI**

12.–17. april 2015 **Large-Scale Mapping, Monitoring and Modelling of Soil Erosion with Earth Observation**

Dunaj, Avstrija

Spletna stran: <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2015/session/17434>

13.–16. april 2015 **SPIE Optics + Optoelectronics 2015**

Praga, Češka

Spletna stran: http://spie.org/optics-optoelectronics.xml?WT.mc_id=REOOCRAW

16.–17. april 2015 **ISPRS & CIPA Workshop: Underwater 3D Recording and Modelling**

Piano di Sorrento, Italija

Spletna stran: <http://3dom.fbk.eu/files/underwater/index.html>

17.–18. april 2015 **1st international congress of the Mediterranean Union of Surveyors**

Marakeš, Maroko

Spletna stran: <http://congres2015.umgeometres.com/index-en.html>

20.–22. april 2015 **Interexpo GEO-Siberia 2015: Open-Source Geospatial Solutions for Public Benefits**

Novosibirsk, Rusija

Spletna stran: http://expo-geo.ru/event/4-Interekspo_GEO-SIBIR/

20.–25. april 2015 **SPIE DSS 2015**

Baltimore, Maryland, ZDA

Spletna stran: http://spie.org/defense-security-sensing.xml?WT.mc_id=RDSSCAW

22.–24. april 2015 **UDMS 2015**

Gent, Belgija

Spletna stran: <http://www.udms.net/>

24. april 2015 **SkyTech 2015 UAV**

London, VB

Spletna stran: <http://www.skytechevent.com/>

26.–30. april 2015 **3rd International Summer School on Mobile Mapping Technology**

Xiamen, Kitajska

Spletna stran: <http://mmt2015.xmu.edu.cn/>

28.–30. april 2015	1st International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management Barcelona, Španija Spletna stran: http://www.gistam.org/Home.aspx
5.–7. maj 2015	12. Österreichischer Geodätentag Velden, Avstrija Spletna stran: http://www.geodaentag.at/
11.–15. maj 2015	36th International Symposium on Remote Sensing of Environment Berlin, Nemčija Spletna stran: http://www.isrse36.org/
14.–16. maj 2015	GISCA 2015 Taškent, Uzbekistan Spletna stran: http://gisca15.aca-giscience.org/
17.–21. maj 2015	FIG Working Week and General Assembly Sofia, Bolgarija Spletna stran: http://www.fig.net/fig2015/
18.–20. maj 2015	7th International Workshop on Information Fusion and Geographic Information Systems Grenoble, Francija Spletna stran: http://if-gis.com/
21.–22. maj 2015	ISPRS Workshop: Indoor-Outdoor Seamless Modelling, Mapping and Navigation Tokio, Japonska Spletna stran: http://isprs2015tokyo.geo.db.shibaura-it.ac.jp/
21.–23. maj 2015	Turkish National Society for Photogrammetry and Remote Sensing Konya, Turčija Spletna stran: http://www.tufuab2015.selcuk.edu.tr/
25.–27. maj 2015	ISPRS Workshop: Photogrammetric techniques for video surveillance, biometrics and biomedicine Moskva, Rusija Spletna stran: http://technicalvision.ru/ISPRS/PSBB15/
27.–28. maj 2015	GEO Business 2015 London, VB Spletna stran: http://www.geobusinessshow.com/
1.–4. junij 2015	Hexagon annual international user's conference Las Vegas, ZDA Spletna stran: http://hxgnlive.com/las-vegas

5. junij 2015	ISPRS Workshop on Trust in Spatial Data and Validation of Global Land Cover Mapping Šanghaj, Kitajska Spletna stran: http://celiang.tongji.edu.cn/trust2015/home.html
9.–10. junij 2015	International Workshop on Supporting Future Earth with Geo-information Peking, Kitajska Spletna stran: http://ngcc.sbsm.gov.cn/article/en/GLC2015/
9.–12. junij 2015	Spatial Statistics: emerging patterns Avignon, Francija Spletna stran: http://www.spatialstatisticsconference.com/
12. junij 2015	IEEE/ISPRS Workshop on Multi-Sensor Fusion for Dynamic Scene Understanding Boston, Massachusetts, ZDA Spletna stran: http://www.sfpt.fr/msf15/
12.–14. junij 2015	XVIII. susreti hrvatskih geodeta Zaton, Hrvaška Spletna stran: http://www.hgd1952.hr/
16.–25. junij 2015	15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Albena, Bolgarija Spletna stran: http://www.sgem.org/
18.–19. junij 2015	ISPRS Workshop: Advances in Web-based Education Services Potsdam, Nemčija Spletna stran: http://misc.gis.tu-berlin.de/ISPRS/
22.–25. junij 2015	ISPRS Workshop: Videometrics, Range Imaging, and Applications München, Nemčija Spletna stran: http://spie.org/EOM/conferencedetails/videometrics-range-imaging-and-applications

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja zemljišč in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali tujini pošiljajte na e-naslov: **lazarales@gmail.com**.

Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.
3D ATA, d. o. o.
Ulica Mirka Vadnova 1, SI-4000 Kranj
e-naslov: lazarales@gmail.com

GEODETSKA (R)EVOLUCIJA

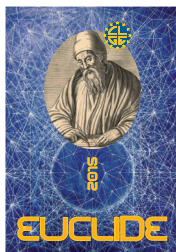


43. GEODETSKI DAN

četrtek, 9. april 2015
SLAVNOSTNA AKADEMIJA

petek, 10. april 2015
STROKOVNI POSVET

Sežana, Kosovelov dom



ZVEZA GEODETOV SLOVENIJE IN PRIMORSKO GEODETSKO DRUŠTVO
OB EVROPSKEM DNEVU GEODETOV IN GEOINFORMATIKOV
NAPOVEDUJETA

43. GEODETSKI DAN

Z NASLOVOM

GEODETSKA (R)EVOLUCIJA

**ki bo potekal v četrtek in petek, 9. in 10. aprila 2015,
v Kosovelovem domu v Sežani.**

V četrtek, 9. aprila 2015, bo v počastitev 4. evropskega dneva geodetov in geoinformatikov potekala slavnostna otvoritvena akademija, ki se bo začela ob 18. uri, v petek, 10. aprila 2015, bo sledil strokovni posvet z naslovom Geodetska (r)evolucija.

Hiter razvoj novih tehnologij na eni strani in splošen družbeni razvoj na drugi strani prinašata številne izzive za geodetsko stroko. V razvitih državah tako postaja ena ključnih za razvoj gospodarstva in družbe nasploh, saj poleg standardnih področij delovanja praviloma prevzema glavno vlogo na področju razvoja prostorske podatkovne infrastrukture, ki jo postavljamo ob bok preostalim pomembnim vrstam infrastrukture, kot sta prometna in telekomunikacijska.

Na tokratnem Geodetskem dnevu se bomo z vsebino predavanj poskušali osredotočiti na izzive, s katerimi se geodetska stroka srečuje in se bo srečevala v bližnji prihodnosti. Zanimalo nas bo, kako pomembna je geodetska stroka za gospodarstvo in razvoj države, kakšne izzive ji prinašajo nove tehnologije in nove potrebe uporabnikov. V dopoldanskem delu nam bodo ugledni gostje iz tujine predstavili pomen geodetske stroke za gospodarski razvoj države in prepoznavnost geodetske stroke v nacionalnih gospodarstvih. Sledila bodo predavanja vabljenih predavateljev iz Slovenije, ki se bodo v prvem delu dotaknili izzivov novih tehnologij za geodetsko stroko, v drugem delu pa bo nekaj več poudarka na izzivih geodetske službe v Sloveniji.

Verjamemo, da bo predavanja popestrila spremljajoča razprava, saj je namen takih dogodkov tudi izmenjava mnenj in izkušenj med udeleženci. Zato lepo vabljeni k aktivni udeležbi na prireditvi!

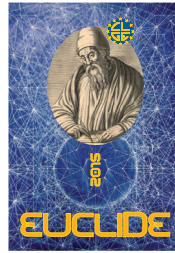
Več informacij lahko najdete na: <http://www.zveza-geodetov.si/43-geodetski-dan>.

V IMENU PROGRAMSKEGA ODBORA:

predsednik programskega odbora *predsednik Zveze geodetov Slovenije*
dr. Bojan Stopar l.r. *mag. Blaž Mozetič l.r.*

V IMENU PRIMORSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA:

predsednik Primorskega geodetskega društva
Matej Plešnar l.r.



ON THE OCCASION OF THE DAY OF THE EUROPEAN SURVEYOR AND GEOINFORMATION,
THE ASSOCIATION OF SURVEYORS OF SLOVENIA AND THE SOCIETY PRIMORSKO
GEODETSKO DRUŠTVO ARE ANNOUNCING THE

43RD SLOVENIAN LAND SURVEYING DAY

ENTITLED

LAND SURVEYING (R)EVOLUTION

**to be held on Thursday, 9 April, and Friday, 10 April 2015,
in Kosovelov dom in Sežana, Slovenia.**

To mark the 4th Day of the European Surveyor and Geoinformation, the opening ceremony will take place on Thursday, 9 April 2015, starting at 6:00 p.m. The professional conference entitled Land Surveying (R)evolution will be held on Friday, 10 April 2015.

The fast development of new technologies on the one hand and the overall social development on the other have brought many challenges to the surveying profession. In developed countries, it has become an essential element in economic development and the society as a whole; indeed, besides the standard lines of action it also takes on the main role of developing the spatial data infrastructure, which is placed alongside other important infrastructures, such as transport and telecommunication.

The presentation topics of this Land Surveying Day will focus on the challenges which the surveying profession faces and will face in the near future. Furthermore, we will look at the significance of the surveying profession for national economy and development, the type of challenges brought about by the new technologies, and new user needs. In the morning session, distinguished guests from abroad will present the meaning of the surveying profession for national economic development and the visibility of the profession in national economies. This will be followed by talks by invited speakers from Slovenia, who will in the first afternoon session touch upon the challenges of the new technologies for the surveying profession, while in the second afternoon session increased focus will be on the challenges of Slovenian land surveying services.

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 actively participate in this event.

For more information please visit the website: <http://www.zveza-geodetov.si/43-geodetski-dan>.

ON BEHALF OF THE PROGRAMME COMMITTEE:

Chair of the Programme Committee *President of the Association of Surveyors of Slovenia*
Bojan Stopar Ph.D. *Blaž Mozetič, M.Sc.*

ON BEHALF OF THE PRIMORSKO GEODETSKO DRUŠTVO:

President of the Primorje Surveying Society
Matej Plešnar

43. GEODETSKI DAN

43RD SLOVENIAN LAND SURVEYING DAY

PROGRAM POSVETA
Petek, 10. 4. 2015

CONFERENCE PROGRAMME
Friday, April 10, 2015

8.00–9.00	Registracija / Registration
9.00–10.15	<p>UVODNI POZDRAVI / Welcome addresses</p> <p>PREDAVANJA I: Izkušnje in trendi geodetske dejavnosti v tujini <i>LECTURES I: Experiences and trends in land surveying in foreign countries</i></p> <p><i>Pozdravni govori / Welcome addresses</i></p> <p><i>Modern land administration systems and status in Switzerland</i></p> <p><i>Sodobni sistemi zemljiške administracije in stanje v Švici</i> Stuedler, D. (Swisstopo)</p> <p><i>Cadastral and land registry upgrading activities in Friuli Venezia Giulia, Italy</i></p> <p><i>Razvojne dejavnosti na področju katastra in zemljiške registracije v Furlaniji – Julijski krajini, Italija</i> Basso, M. (Insiel), Beinat, A. (Università di Udine), Crosilla, F. (Università di Udine), Lunazzi, S. (Regione FVG), Piuzzo, R. (Insiel)</p> <p>RAZPRAVA / DISCUSSION</p>
10.15–10.30	Odmor za kavo / Coffee break
10.30–11.50	<p>PREDAVANJA II: Izkušnje in trendi geodetske dejavnosti v tujini <i>LECTURES II: Experiences and trends in land surveying in foreign countries</i></p> <p><i>Norway Digital – the role of state mapping authority in NSDI and land administration in Norway</i></p> <p><i>Norway Digital – vloga državne geodetske uprave v državni prostorski podatkovni infrastrukturi in zemljiški administraciji na Norveškem</i> Oestensen, O. M. (Kartverket)</p> <p><i>The new AAA-standard – opportunities and challenges for public administrations in Germany</i></p> <p><i>Novi standard AAA – priložnosti in izzivi za javno administracijo v Nemčiji</i> Seifert, M. (Landesamt LDBV München)</p> <p><i>Status and challenges of geodesy in Croatia</i></p> <p><i>Stanje in izzivi geodezije na Hrvaškem</i> Roić, M. (UNI GEOF Zagreb)</p> <p>RAZPRAVA / DISCUSSION</p>
11.50–13.30	Odmor za kosilo (predstavitve razstavljavcev) / Lunch break (presentations of technological solutions)

13.30–14.55

PREDAVANJA III: Novosti in izzivi za geodetsko stroko*LECTURES III: Novelties and challenges for the surveying profession****Aktivnosti pri vzpostavitvi sodobnega geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji****Recent activities in the establishment of modern geodetic reference system in Slovenia*

Stopar, B. (UL FGG), Režek, J., Medved, M., Komadina, Ž. (Geodetska uprava RS), Berk, S., Bajec, K., Oven, K. (GIS), Koler, B., Urbančič, T., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Sterle, O. (UL FGG)

Uporaba satelitskih posnetkov za opazovanje Zemlje*Application of satellite imagery for Earth observation*

Oštir, K. (ZRC SAZU)

Napredne analize površja s podatki laserskega skeniranja Slovenije*Laser scanning of Slovenia for advanced landscape analysis*

Triglav Čekada, M., Bric, V. (GIS), Mongus, D. (UM FERJ)

Uporaba malih brezpilotnih letalnikov za zajem prostorskih podatkov*Use of small unmanned vehicles for spatial data acquisition*

Kosmatin Fras, M. (UL FGG), Valič, R. (Geavis), Bone, M. (C-Astral), Mesarič, M. (Modri planet)

RAZPRAVA / DISCUSSION

14.55–15.15

Odmor / Break

15.15–16.30

PREDAVANJA IV: Novosti in izzivi za geodetsko stroko*LECTURES VI: Novelties and challenges for the surveying profession****Program projektov eProstor****eSpatial programme*

Petek, T. (Geodetska uprava RS), Mlinar, J. (MOP)

Kavelj 22, geodeti in geoprostorski podatki*Catch-22, land surveyors and geospatial data*

Triglav, J. (Geodetska uprava RS)

Delovanje geodetske službe v samostojni Sloveniji*Functions of the public surveying service in the independent Slovenia*

Novšak, R. (Geodetska uprava RS), Mesner, A. (GIZ GI), Kovačič, M. (IZS)

Priložnosti in izzivi javne geodetske službe v Sloveniji*Opportunities and challenges of the public surveying service in Slovenia*

Lisec, A., Stopar, B., Kosmatin Fras, M., Čeh, M. (UL FGG), Petek, T. (Geodetska uprava RS)

RAZPRAVA in ZAKLJUČKI / DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Družabni dogodek / Social event

Simultano prevajanje v slovenski oziroma angleški jezik bo zagotovljeno.

There will be simultaneous translation in English and Slovenian.



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

consultancy
posvetovanje

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

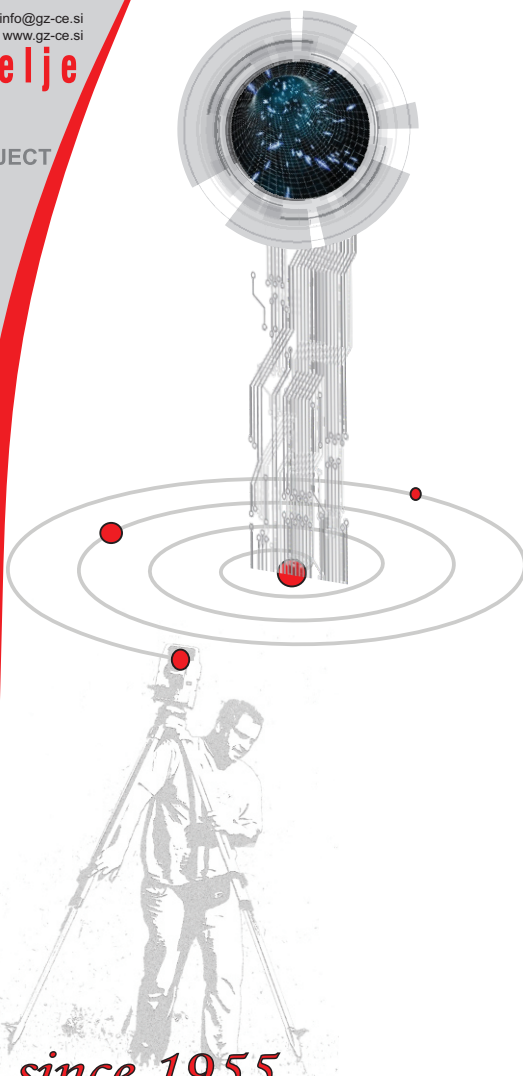
CARTOGRAPHY
KARTOGRAFIJA

BUILDINGS CADASTRE
KATASTER STAVB

spatial plans
prostorski načrti

CURRENT STATE ANALYSIS
ANALIZA STANJA

SPATIAL PLANNING AND MANAGEMENT
NAČRTOVANJE IN UREJANJE PROSTORA



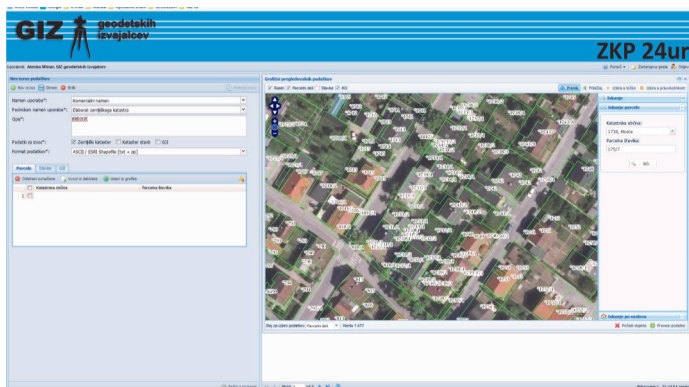
since 1955

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.





GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE



60 let

- **Geografski informacijski sistemi (GIS),**
- **Prostorski podatki, statistike in analize,**
- **Nepremičninski podatki in upravljanje z nepremičninami,**
- **Fotogrametrija in daljinsko zaznavanje,**
- **Hidrografija,**
- **Kartografija in večrazsežna vizualizacija (3R, 4R),**
- **Osnovni geodetski sistem, GPS,**
- **Lokacijske storitve in navigacija,**
- **Izobraževanje,**
- **Izdelava prostorskih maket,**
- **Grafične storitve.**

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

TRANSFORMATORSKE
POSTAJE, MINSK

HIŠA P.A.T.H. BY
STARCK WITH RIKO



HE SVETA PETKA,
SKOPJE

HOTEL KEMPINSKI,
MINSK

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





GEODETSKI VESTNIK

Glasilo Zveze geodetov Slovenije

Journal of the Association of Surveyors of Slovenia

ISSN 0351-0271 | letn./Vol. 59 | št./No. 1 | str./pp. 1-218|



RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

Matjaž Koželj, Jure Slatinšek, Tomaž Ambrožič

JAMOMERSKE MERITVE PRI GRADNJI JAŠKA NOP II

MINE SURVEILLANCE MEASUREMENTS DURING THE BUILDING OF NOP II SHAFT



Dejan Paliska, Samo Drobne, Giuseppe Borruso, Massimo Gardina, Daša Fabjan

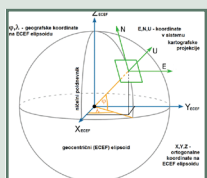
ANALIZA TRŽNIH OBMOČIJ TREH LETALIŠČ V ZGORNJEJADRANSKI REGIJI

ANALYSIS OF CATCHMENT AREAS OF THREE AIRPORTS IN THE UPPER ADRIATIC REGION

Radoš Šumrada

SLOVENSKI, EVROPSKI IN MEDNARODNI STANDARDI ZA PROSTORSKE PODATKE

SLOVENIAN, EUROPEAN AND INTERNATIONAL STANDARDS FOR SPATIAL DATA



Matjaž Mikoš, Mojca Lorber, Andreja Istenič Starčič

VARSTVO OKOLJA IN UNIVERZITETNI ŠTUDIJI TEHNIKE

ENVIRONMENT PROTECTION AND UNIVERSITY TECHNICAL CURRICULUM

Domen Nabtičgal, Bojan Grum

SEGMENTACIJA IN VREDNOSTI OKVIR PREFERENC POTENCIALNIH KUPCEV STANOVANJ

SEGMENTATION AND THE VALUE FRAME OF BUYERS OF RESIDENTIAL APARTMENTS



Zora Živanović, Branka Tošić, Marko Krevs

MULTIKRITERIJSKA ANALIZA KOT METODA ZA OPREDELJEVANJE

SREDNJE VELIKIH MEST: PRIMER OSREDNJE SRBIJE

MULTIPLE-CRITERIA ANALYSIS AS A METHOD FOR DEFINING

MEDIUM-SIZED CITIES: THE EXAMPLE OF CENTRAL SERBIA



Branko Milovanović, Stevan Marošan, Marko Pejić, Milutin Pejović

MODELIRANJE ODZIVA STEBRA MOSTA NA POSKUSNO OBREMENITEV Z

UPORABO METODE PODPROSTORA

MODELLING BEHAVIOUR OF BRIDGE PYLON FOR TEST LOAD USING SUBSPACE METHOD



Anna Maria Kowalczyk

UPORABA TEORIJE BREZLESTVIČNIH OMREŽIJ PRI MODELIRANJU OMREŽIJ

KRAJINSKIH ESTETSkih VREDNOT NA URBANIH OBMOČJIH

THE USE OF SCALE-FREE NETWORKS THEORY IN MODELING LANDSCAPE

AESTHETIC VALUE NETWORKS IN URBAN AREAS

ISSN 0351-0271



9 770351 027001

Dostopno na | available at: <http://www.geodetski-vestnik.com>