

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



# G EODETSKI

2016 V E S T N I K

ISSN 0351-0271

Letn. 60 | št. 4

Vol. 60 | No. 4







*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, SCOPUS, DOAJ, Civil Engineering Abstracts, GeoRef, CSA Aerospace & High Technology, Database, Electronics and Communications Abstracts, Materials Business File, Solid State and Superconductivity Abstracts, Computer and Information Systems, Mechanical & Transportation, Engineering Abstracts, Water Resources Abstracts, Environmental Sciences*

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

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

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

*Indexed and abstracted is also in those bibliographic data bases:*

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

Geodetski vestnik is partly subsidized by the Slovenian Research Agency.

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



# GEODETSKI VESTNIK

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



Letnik 60, št. 4, str. 603–818, Ljubljana, december 2016. 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](mailto: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)  
Dr. Leiv Bjarte Mjøs (Bergen, Norveška)  
Dr. Gerhard Navratil (Dunaj, Avstrija)  
Dr. Krištof Oštir (Ljubljana, Slovenija)  
Dr. Andrea Pődör (Székesfehérvár, Madžarska)  
Dr. Alenka Poplin (Iowa, ZDA)  
Dr. Anton Prosen (Ljubljana, Slovenija)  
Dr. Miodrag Roić (Zagreb, Hrvaška)  
Dr. Balázs Székely (Freiburg, Nemčija)  
Dr. Joc Triglav (Murska Sobota, Slovenija)  
Dr. Arvo Vitikainen (Aalto, Finska)  
Dr. John Weber (Michigan, ZDA)  
Dr. Klemen Zakšek (Hamburg, Nemčija)

## IZDAJATELJSKI SVET

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

## TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

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

## GLAVNA IN ODGOVORNA UREDNICA

Dr. Anka Lisec  
Tel.: +386 1 4768 560  
E-naslov: [urednik@geodetski-vestnik.com](mailto:urednik@geodetski-vestnik.com)

## PODROČNI IN PODPODROČNI UREDNIKI

Dr. Bojan Stopar, *področni urednik za geodezijo*  
Dr. Samo Drobne, *področni urednik za geoinformatiko*  
Dr. Mojca Kosmatin Fras, *področna urednica za fotogrametrijo*  
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. Erna Flogie Dolinar  
Dr. Dušan Kogoj  
Dr. Božo Koler  
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](mailto:web@geodetski-vestnik.com)*

## TISK Geodetski inštitut Slovenije

## DISTRIBUCIJA mag. Janez Goršič

## TRŽENJE (OGLASNO TRŽENJE)

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

# GEODETSKI VESTNIK

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



Vol. 60, No. 4, pp. 603–818, Ljubljana, Slovenia, December 2016. 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](mailto: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, Ph.D. (Bergen, Norway)  
Gerhard Navratil, Ph.D. (Vienna, Austria)  
Krištof Oštir, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)  
Alenka Poplin, Ph.D. (Iowa, USA)  
Andrea Pödör, Ph.D. (Székesfehérvár, Hungary)  
Anton Prosen, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)  
Miodrag Roić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)  
Balázs Székely, Ph.D. (Freiburg, Germany)  
Joc Triglav, Ph.D. (Murska Sobota, Slovenia)  
Arvo Vitikainen, Ph.D. (Aalto, Finland)  
John Weber, Ph.D. (Michigan, USA)  
Klemen Zakšek, Ph.D. (Hamburg, Germany)

## PUBLISHING COUNCIL

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

## TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, M.Sc., e-mail: [mojca.foski@fgg.uni-lj.si](mailto:mojca.foski@fgg.uni-lj.si)  
Barbara Trobec, e-mail: [barbara.trobec@fgg.uni-lj.si](mailto:barbara.trobec@fgg.uni-lj.si)  
Teja Koler Povh, Ph.D., e-mail: [teja.povh@fgg.uni-lj.si](mailto: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](mailto:editor@geodetski-vestnik.com)

## FIELD AND SUB-FIELD EDITORS

Bojan Stopar, Ph.D., *field editor for Geodesy*  
Samo Drobne, Ph.D., *field editor for Geoinformatics*  
Mojca Kosmatin Fras, Ph.D., *field editor for Photogrammetry*  
Božena Lipej, Ph.D., *field editor for Real Estate Management and Evidencing*  
Alma Zavodnik Lamovšek, Ph.D., *field editor for Spatial Planning*  
Tomaž Petek, *Administrative Field (Surveying and Mapping Authority of Republic of Slovenia)*  
Miran Brumec  
Marjan Čeh, Ph.D.  
Erna Flogie Dolinar, M.Sc.  
Dušan Kogoj, Ph.D.  
Božo Koler, 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](mailto:web@geodetski-vestnik.com)

## PRINT

 Geodetski inštitut Slovenije

## DISTRIBUTION

 Janez Goršič, M.Sc.

## MARKETING (ADVERTISING)

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

# VSEBINA CONTENTS

## UVODNIK | EDITORIAL

---

<i>Anka Lisec</i>   SMART – PAMETNO	611
<i>Blaž Mozetič</i>   PRED 200 LETI ALI PO 200 LETIH?	613

## RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

---

<i>Miha Lunar, Ciril Bohak, Matija Marolt</i>	615
SI PORAZDELJENO UPODABLJANJE VOKSELIZIRANIH PODATKOV LIDAR DISTRIBUTED RENDERING OF VOXELIZED LIDAR DATA	
<i>Melita Ulbl, Rok Štembal, Martin Smodiš</i>	627
SI RAZVOJNI MODEL MNOŽIČNE OCENE VREDNOSTI TRŽNIH NAJEMNIN ZA PISARNE PRELIMINARY MODEL OF RENT MASS APPRAISAL FOR OFFICES	
<i>Petra Janež, Marija Bogataj, Samo Drobne</i>	644
SI VPLIV DAVČNE NEPREMIČNINSKE POLITIKE IN PRIHODKOV OBČIN NA NOTRANJE SELITVE: ŠTUDIJA PRIMERA ZA MESTNO OBČINO LJUBLJANO EN IMPACT OF THE REAL ESTATE TAXATION AND MUNICIPAL REVENUE ON DYNAMICS OF INTER- INTERNAL MIGRATION: CASE STUDY FOR CITY MUNICIPAL OF LJUBLJANA	
<i>Iris Stopar, Maruška Šubic Kovač</i>	685
SI VREDNOTENJE ZEMLJIŠČ V PRIMERU STVARNE SLUŽNOSTI: ŠTUDIJA PRIMERA V SLOVENIJI EN LAND VALUATION IN CASE OF EASEMENT: THE CASE STUDY IN SLOVENIA	
<i>Matjaž Glavan, Andrej Udovč, Marina Pintar</i>	717
SI EKONOMSKO VREDNOTENJE IZPLAČIL NADOMESTIL ZA KMETIJSTVO NA OBMOČJU SUHEGA ZADRŽEVALNIKA POPLAVNIH VODA EN ECONOMIC EVALUATION OF THE COMPENSATION PAYMENTS FOR AGRICULTURE IN THE AREA OF A FLOOD WATER DRY DETENTION RESERVOIR	
<i>Dragan Blagojevic, Miljana Todorovic Drakul, Oleg Odalovic, Sanja Grekulovic, Jovan Popovic, Danilo Joksimovic</i>	734
SI VARIACIJE VREDNOSTI TEC NA OBMOČJU SRBIJE V OBDOBJU POVEČANE SONČEVE EN AKTIVNOSTI V LETIH 2013 IN 2014	

VARIATIONS OF TOTAL ELECTRON CONTENT OVER SERBIA DURING THE INCREASED SOLAR ACTIVITY PERIOD IN 2013 AND 2014

**STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS**

---

<i>Joc Triglav</i>	745
VEČJEZIČNI GEODETSKI SLOVAR ZA DIGITALNO DOBO MULTILINGUAL SURVEYING DICTIONARY FOR DIGITAL AGE	
<i>Klemen Medved</i>	752
GNSS-KAMPANJA »EUREF SLOVENIJA 2016« "EUREF SLOVENIA 2016" CAMPAIGN	
<i>Danijel Boldin, Tomaž Petek</i>	759
EVROPSKI LOKACIJSKI OKVIR EUROPEAN LOCATION FRAMEWORK	
<i>Joc Triglav</i>	763
GEOPODATKI: JAVNI VPOGLED V VIŠJI PRESTAVI GEODATA: PUBLIC VIEWING IN HIGHER GEAR	

**NOVICE | NEWS**

---

<i>Irena Ažman</i>   DRUGI SLOVENSKI DAN INSPIRE	769
<i>Elizabeta Adamlje</i>   NOVI DOKTORJI ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG	772
<i>Elizabeta Adamlje</i>   MAGISTER ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG	777
<i>Teja Japelj</i>   SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 8. 2016 DO 31. 10. 2016	778
<i>Aleš Lazar, Klemen Kregar</i>   GEO & IT NOVICE	800

**DRUŠTVENE DEJAVNOSTI | ACTIVITIES OF THE PROFESSIONAL SOCIETY**

---

<i>Dušan Petrovič</i>   13. KONFERENCA O LOKACIJSKIH STORITVAH KOMISIJE ZA LBS PRI MEDNARODNEM KARTOGRAFSKEM ZDRUŽENJU ICA, DUNAJ, AVSTRIJA, 14.–16. 11. 2016	806
<i>Alen Šraj</i>   NOVO VODSTVO DRUŠTVA ŠTUDENTOV GEODEZIJE SLOVENIJE	807
IN MEMORIAM   <i>Mag. Pavel Zupančič</i>	808



## NAPOVED DOGODKOV | ANNOUNCEMENTS OF EVENTS

---

<i>Aleš Lazar</i>   KOLEDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV V OBDOBJU OKTOBER–DECEMBER 2016	810
<i>Janez Slak, Boštjan Pucelj</i>   E. KRAFT & SOHN, 1861, TEODOLIT	812

---

**Slike na naslovnici:**

Pogled na del starega mestnega jedra Ljubljane s Tromostovjem, Prešernovim trgom, tržnico in reko Ljubljanico.

Avtor: Miha Lunar



# SMART – PAMETNO

Anka Lisec

glavna in odgovorna urednica Geodetskega vestnika

Decembrski dnevi naj bi tradicionalno prinašali čas za kratek postanek in razmislek, kaj ustvarjamo, kako to počnemo, kaj lahko še spremenimo ... A vse bolj zdi, da se tudi december vrti s svetlobno hitrostjo, in tistega časa za kratek postanek ni in ni od nikoder. Pa vendarle, ko si v vsakdanjiku končno ukradem čas za zapis teh nekaj vrstic ter pomislim, kaj je letos zaznamovalo slovensko geodetsko stroko, zagotovo ne morem mimo 60. letnika Geodetskega vestnika. Na ta jubilej smo lahko ponosni, saj se le redkokatera stroka v Sloveniji ponaša s tako dolgo tradicijo rednega izhajanja strokovne revije. Tudi na širši mednarodni ravni obletnica ni ostala neopažena, kar je dodatna potrditev oziroma pohvala slovenski geodetski stroki. Morda se pobudniki, prvi uredniki in avtorji revije niso niti zavedali, kako pomemben mejnik so postavili s tem, ko so neutrudno delali za jasno postavljen cilj – deliti znanje in novosti iz stroke z zainteresirano strokovno javnostjo ter prenašati znanje na nove generacije. Vsekakor nas te lovorike ne smejo uspavati. Upam, da bomo in da bodo tudi naši zanamci v prihodnosti uspešno sledili temu plemenitemu poslanstvu.

Vsebin za našo revijo – novosti in izzivov v stroki – je namreč mnogo. Pravzaprav vsak dan več. Pred 60 leti si najverjetneje niti največji optimisti, ki so verjeli v hiter tehnološki razvoj, niso mogli predstavljati, da bodo spremembe v stroki tako hitre, kot smo jih priča sedaj. Ne le izzivi tehnološkega razvoja, tudi prepoznavnost in vloga naše stroke v širši družbi daje stroki popolnoma novo razsežnost. Poglejmo naslove le nekaj odmevnejših jesenskih objav v slovenskih medijih, ki so povezane z nami: »Uporabniki brezpilotnih letalnikov so naposled dobili pravila«, »Slovenija je postala pridružena članica Evropske vesoljske agencije ESA«, »Delovati je začel evropski satelitski navigacijski sistem Galileo« itn.

Bolj kot kadarkoli v preteklih desetletjih smo obdani s številnimi možnostmi za pridobivanje finančnih sredstev za uresničevanje inovativnih in strokovno kakovostnih zamisli. Če se omejim le na finančne mehanizme večletnega evropskega finančnega okvirja za obdobje 2014–2020, lahko izpostavim program za raziskave in inovacije Obzorje 2020, ki finančno podpira odlične inovativne in raziskovalne pobude. Evropski strukturni skladi in Kohezijski sklad naj bi z naložbami v evropske regije, mesta in realno gospodarstvo prispevali k ustvarjanju delovnih mest, trajnostni mobilnosti (prek trajnostne prometne infrastrukture), s tem pa tudi h krepitvi teritorialnega sodelovanja in konkurenčnosti evropskega gospodarstva. In še bi lahko naštevala ...

Kako uspešni smo ali smo lahko pri umeščanju stroke v ta širši družbeni in tudi mednarodni prostor?

Spreminjajoče se okoliščine našega delovanja zagotovo zahtevajo hiter odziv – s pravimi idejami in pravnimi odločitvami. Prave ideje naj bi sledile strateškim usmeritvam razvoja *Evropa 2020*, ki so na kratko opredeljene z besedno zvezo »pametna rast«. Morda nam bo lažje pri snovanju idej in spopadanju z mednarodnimi izzivi, če bomo vedeli, od kod sploh izvira »pametna rast«. Ugotavljam namreč, da smo prevod angleške besede »smart« v mnogih jezikih le prevzeli, ne vedoč, kaj v povezavi z upravljanjem in razvojem sploh pomeni.

Utemeljitelj ideje »pametnega vodenja« je Georg T. Doran<sup>1</sup>, ki je leta 1981 objavil članek z naslovom *Obstaja S.M.A.R.T. (pameten) način, kako zapisati namene in cilje upravljanja*. Metodologija za določanje ciljev vodenja S.M.A.R.T. temelji na zamisli, da je treba pri opredeljevanju ciljev upoštevati predvsem naslednje elemente:

- »S« – strateški in specifični, jasno določeni cilji, danes tudi trajnostni (angl. *strategic, specific, sustainable*);
- »M« – merljivi, tudi motivacijski cilji (angl. *measurable, motivating*);
- »A« – dosegljivi, sporazumno določeni cilji z vključevanjem vseh deležnikov, usmerjeni v konkretne naloge (angl. *assignable, achievable, agreed&inclusive, action-oriented*);
- »R« – realistični cilji, z zagotovljenimi viri in opredeljenimi rezultati (angl. *realistic, resourced, reasonable, results-based*);
- »T« – časovno obvladljivi in časovno opredeljeni cilji (angl. *time-related, trackable*).

Pameten razvoj, s trajnostno usmerjenimi cilji – to je torej pravi odgovor na razvojne izzive.

Vsem od srca želim pametno, trajnostno in vključujoče leto 2017!

<sup>1</sup> Doran, G. T. (1981). »There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives«. *Management Review. AMA FORUM*. 70 (11), 35–36.

## PRED 200 LETI ALI PO 200 LETIH?

*Blaž Mozetič*

*predsednik Zveze geodetov Slovenije*

Šele dobro smo se navadili na letnico 2016 na koledarju, organizirali Geodetski dan s slavnostno akademijo in slavnostni koncert ob 60. letniku Geodetskega vestnika, pa je leto že naokrog. V letu 2016 smo se razmeroma veliko ukvarjali z okroglimi (ob)letnicami, tako s tistimi iz tekočega kot tistimi iz prihajajočega leta. Zato velja posebej izpostaviti 200 let od začetkov nastajanja zemljiškega katastra na območju današnje Slovenije, ki jo bomo zaznamovali v letu 2017 in ji bodo posvečene tudi vsebine Geodetskega dneva 2017.

Pred dvema stoletjema smo geodeti na podlagi odločitve »vladarja« s polja visoke in za večino ljudi mistične znanosti in tehnologije ter ozkega kroga uporabnikov uradno vstopili v življenje slehernega lastnika, še bolj posestnika zemljišč. Kajti pred 200 leti se je začelo vzpostavljanje zemljiškega katastra, a po 200 letih se geodeti in še marsikdo zraven še vedno ukvarjamo z njim. Pravzaprav je to mogoče le igra besede ali naključje, ampak vseeno je primerno vprašanje: Kaj je primernejše oziroma pravilnejše – pred 200 leti ali po 200 letih? Odgovor je odvisen od zornega kota gledanja in umetnosti slovenskega jezika. Če pa smo pragmatični, praktični in ne kompliciramo – menim, da so to tudi odlike geodetov –, sta verjetno sprejemljivi obe možnosti. Glede na izkušnje pa je včasih na vprašanje najbolje odgovoriti z vprašanjem, zato pogledjmo: »Ali se je v 200 letih kaj spremenilo?«

Ker se spodobi, da je odgovor izviren, jasen, jedrnat, natančen, nazoren in podroben, je treba naš odgovor-vprašanje še dopolniti, in sicer: »Smo geodeti kaj spremenili? So se spremenile nepremičnine? So se spremenili lastniki nepremičnin? Smo se spremenili geodeti? So se spremenili ,vladarji'? Se je spremenila tehnologija? Se je spremenilo dožemanje lastnine? So se spremenile merske enote? Se je spremenila denarna valuta? So se spremenila načela? Se je spremenila morala?« itn. Spoštovani, zanimiva igrlica, kajneda? Vendar še vedno brez pravih odgovorov.

Mogoče bomo odgovor na ta in druga vprašanja dobili ob branju te ali naslednjih števil, če želite, lahko tudi letnikov Geodetskega vestnika, upoštevajoč zapis velikega slovenskega pesnika: »*Le čevlje sodi naj Kopitar.*«

Leto 2017 je tudi volilno leto vodstva Zveze geodetov Slovenije. Na zgoraj zapisano vprašanje, upoštevaje krajše časovno obdobje, si moramo odgovoriti tudi tisti, ki smo pred štirimi leti nastopili vodstvene funkcije, in tisti, ki po štirih letih še vedno opravljamo vodstvene funkcije v Zvezi geodetov Slovenije. Torej?

Srečno in vse dobro v letu 2017!



# PORAZDELJENO UPODABLJANJE VOKSELIZIRANIH PODATKOV LIDAR

# DISTRIBUTED RENDERING OF VOXELIZED LIDAR DATA

*Miha Lunar, Ciril Bobak, Matija Marolt*

UDK: 528.83  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04  
Prispelo: 11. 11. 2016  
Sprejeto: 9. 12. 2016

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.615-626  
PROFESSIONAL ARTICLE  
Received: 11. 11. 2016  
Accepted: 9. 12. 2016

## IZVLEČEK

V članku predstavimo sistem za upodabljanje 3D-svetov, definiranih v vokselskem prostoru. Poleg upodabljanja sistem omogoča ustvarjanje takšnih svetov iz podatkov LiDAR in letalskih posnetkov površja, pri čemer se podatki diskretizirajo z ločljivostjo enega metra. Pri ustvarjanju svetov sistem uporabi osnovne pomenske označbe podatkov LiDAR (tla, rastje, stavbe ipd.), uvede pa tudi dodatne pomenske označbe, pridobljene na podlagi barvne informacije iz ustrezno poravnanih letalskih posnetkov (voda, betonske površine ipd.). Zaradi večje dostopnosti uporabnikom omogoča tako lokalno uporabo kot uporabo prek spleta. Za čim hitrejšo delovanje podpira uporabo večjedrnih in večprocesorskih računalnikov, omogoča pa tudi povezovanje več sistemov v gručo in s tem hitrejšo končno upodabljanje. V članku predstavimo rezultate – upodobitve izbranih območij – in možnosti uporabe razvitega sistema za druge namene.

## ABSTRACT

*In this paper, a system for rendering voxel (3D pixel)-based worlds is presented. The system enables the generation of such worlds from LiDAR and orthophoto data by discretizing LiDAR data with a resolution of 1 m. In world generation, the embedded basic semantic descriptors of LiDAR data are used, enhanced with additional classes acquired from colour information in geospatially aligned orthophoto images. The system allows local use as well as web-based use and supports multi-core and multi-processor hardware, as well as the clustering of multiple instances for faster rendering. We also present the results (renderings of selected areas) and describe other possible uses of the presented system.*

## KLJUČNE BESEDE

upodabljanje, vokseli, LiDAR, oblaki točk, ortofoto, sledenje žarkov

## KEY WORDS

rendering, voxels, LiDAR, point cloud, orthophoto, ray tracing

## 1 UVOD

Napredek v razvoju zemeljskih opazovanj omogoča zajem vse večje količine podrobnih podatkov, ki so uporabni na številnih področjih, kot so geodezija, geografija, geologija, in tudi drugod. Tehnologija LiDAR (angl. *Light Detection and Ranging*) omogoča zajem različnih plasti površja (od vrhov krošenj do trdnih tal) s precejšnjo natančnostjo. Od konca leta 2015 so podatki LiDAR za celotno Slovenijo (Geodetski inštitut Slovenije, 2015) javno dostopni in na voljo za splošno rabo. Dostopni so na spletnih straneh Agencije Republike Slovenije za okolje<sup>1</sup> (ARSO). Sestavljeni so iz oblakov točk (angl. *point cloud*), pri čemer posamezne točke poleg 3D-lokacije hranijo pomensko označbo površja, ki ga predstavljajo (tla, nizko/srednje/visoko rastje, stavbe, morje).

Za lažjo predstavo, kaj točno podatki zajemajo, jih je smiselno ustrezno upodobiti. Poleg podatkov LiDAR je za Slovenijo dostopen tudi državni ortofoto, ki je georefenciran fotografski prikaz površja in je na voljo prek portala Prostor Geodetske uprave RS<sup>2</sup>. Ideja, iz katere smo izhajali v okviru predstavljenega dela, je prikaz velikih realnih svetov v navidezni resničnosti, natančneje, v računalniških igrah. Najbolj priljubljena igra, ki igralca potopi v brezmejno, digitalno generirana prostranstva, je Minecraft<sup>3</sup>, prikazana je na sliki 1. Svet v igri je generiran samodejno in je sestavljen iz vokslov, odetih v različne teksture, ki jih pomensko opredeljujejo (na primer trava, grmovje, drevo, voda ipd.). Poleg samodejno generiranih svetov za Minecraft so veliko lastnih svetov ustvarili tudi sami igralci. Prav priljubljenost igre in njenega načina prikaza površja je glavni povod za razvoj lastnega upodobitvenega sistema, ki izkorišča zbirki podatkov LiDAR in državnega ortofota, izdelanega iz letalskih posnetkov Slovenije. Cilj je bil razviti sistem upodabljanja dejanske pokrajine na podlagi zajetih podatkov, z možnostjo uporabe upodobitvene tehnike metanja žarkov z naprednimi opcijami senčenja in osvetljevanja.



Slika 1: Igra Minecraft.

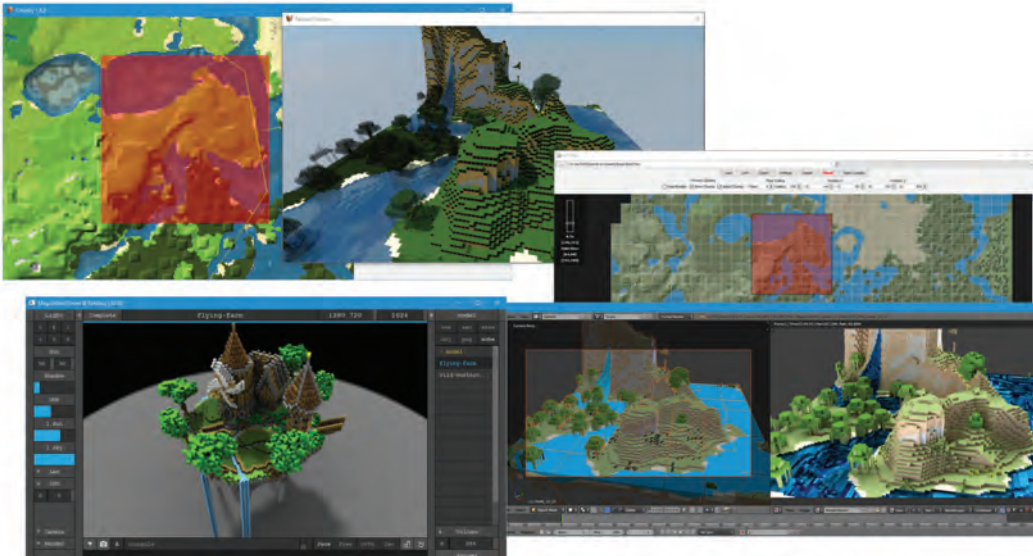
<sup>1</sup> <http://evode.arso.gov.si/indexd022.html>

<sup>2</sup> <http://www.e-prostor.gov.si/>

<sup>3</sup> <https://minecraft.net/>



Tako za upodabljanje svetov, predstavljenih z vokslji, kot za upodabljanje podatkov LiDAR obstaja precej rešitev, ki pa niso primerne za želeni način upodabljanja. Vokselne svetove je mogoče upodabljeti s programi za 3D-modeliranje (na primer Blender<sup>4</sup>, 3D Studio Max<sup>5</sup>, Maya<sup>6</sup> ipd.), v katere lahko uvozimo pretvorjene Minecraftove svetove z odprtokodnimi orodji (na primer mcobj<sup>7</sup>, mc2obj<sup>8</sup>, Jmc2Obj<sup>9</sup>). Prav tako obstajajo namenska orodja, kot sta Chunky<sup>10</sup>, ki sicer omogoča realistični izračun osvetlitve, a je pri upodabljanju večjih območij izredno počasen, in MagicaVoxel<sup>11</sup>, ki omogoča precej učinkovito upodabljanje svetov do velikosti 2048<sup>3</sup>. Vsem navedenim rešitvam, prikazanim na sliki 2, je skupno dejstvo, da ne omogočajo upodabljanja resnično velikih delov sveta, kar je cilj naše rešitve.



Slika 2: Chunky, Blender z Jmc2Obj, MagicaVoxel.

Obstaja tudi precej rešitev za neposredno upodabljanje podatkov LiDAR, kot na primer orodja zbirke LAStools<sup>12</sup> in LiDAR LiVE<sup>13</sup>, ki omogočajo neposredno upodobitev oblaka točk in lahko različno obarvajo točke z različnimi oznakami (tla, rastje, stavbe ipd.), kar je razvidno tudi s slike 3. Njihove glavne pomanjkljivosti so nezmožnost podrobne določitve videza posameznih tipov podatkov, nezmožnost popravljanja napak v podatkih ter nezmožnost uporabe naprednih osvetlitvenih in upodobitvenih tehnik. Ravno zaradi navedenih pomanjkljivosti tovrstne aplikacije niso primerne za doseg zastavljenih ciljev. Podatke LiDAR lahko uporabimo tudi za generiranje digitalnega modela reliefa (Mongus et al., 2013; Pečnik et al., 2009), ki se uporablja na številnih področjih in je lahko tudi podlaga za izgradnjo prikaza nekega območja.

<sup>4</sup> <https://www.blender.org/>

<sup>5</sup> <http://www.autodesk.com/products/3ds-max/>

<sup>6</sup> <http://www.autodesk.com/products/maya/>

<sup>7</sup> <https://github.com/quag/mcobj>

<sup>8</sup> <https://github.com/FalconNL/mc2obj>

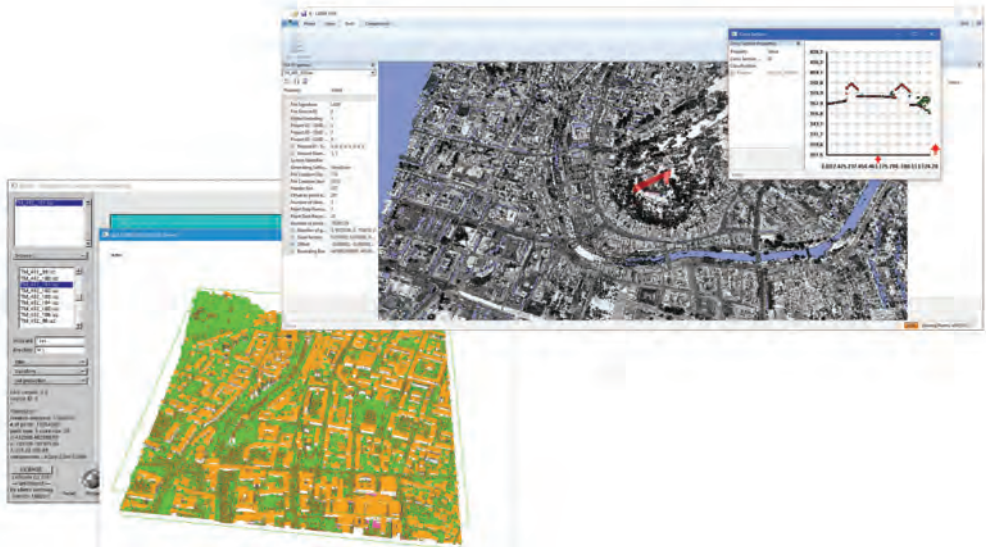
<sup>9</sup> <http://www.jmc2obj.net/>

<sup>10</sup> <http://chunky.llbit.se/>

<sup>11</sup> <https://voxel.codeplex.com/>

<sup>12</sup> <https://rapidlasso.com/lasstools/>

<sup>13</sup> <http://gemma.uni-mb.si/lidarlive/>

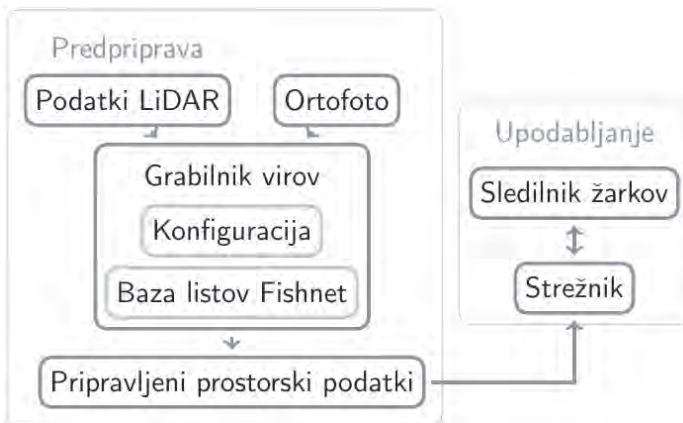


Slika 3: LAStools in LiDAR LIVE.

V nadaljevanju sta predstavljena arhitektura razvitega sistema in delovanje njegovih dveh glavnih delov, sledijo rezultati upodobitev, podane so ugotovitve in možnosti za drugačne rabe sistema.

## 2 ARHITEKTURA SISTEMA

Predstavljeni sistem deluje v dveh korakih: (1) priprava podatkov in (2) upodabljanje. Podrobnejša struktura je prikazana na sliki 4. Sistem uporablja dva osnovna vira podatkov, ki jih pretvori v obliko, primerno za upodabljanje: podatke LiDAR v obliki oblakov točk, ki so razdeljeni na kvadratna območja površine 1 km<sup>2</sup> in pokrivajo območje celotne Slovenije, ter ortofoto celotnega območja Slovenije. Obe zbirki podatkov sta georeferencirani glede na geodetski datum D96/TM.



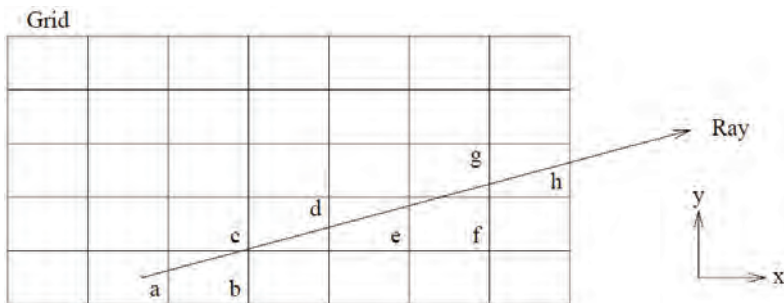
Slika 4: Arhitektura celotnega sistema.

V koraku priprave podatkov s spleta prenesemo podatke LiDAR in ortofoto za želeno območje s komponento Grabilnik virov za dostop do podatkov (glej sliko 4), ki jo sestavljajo programska skripta za platformo Node.js in pomožni programi. Program iz lokalne baze prebere definirane naslove izbranih območij podatkov in jih prenese s strežnikov ARSO. Po prenosu podatkov LiDAR jih za lažjo uporabo pretvori iz lastniškega formata zLAS v odprti format LAZ. Pri tem uporablja asinhrono vrste ter lahko hkrati prenaša in pretvarja več kosov podatkov.

Upodabljanje se izvaja v drugem koraku. V ta namen smo razvili program za interaktivno upodabljanje zahtevanega območja sveta s tehniko sledenja žarkom. Vhodni podatki za upodabljanje predstavljajo svet, zapisan v prilagojeni obliki zapisa vokslov, za kar smo razvili namenski spletni vokselski strežnik, ki pretvarja in pomni geodetske podatke v obliki kosov sveta ter jih na zahtevo pošilja upodobljevalniku. Pri izračunu končne upodobitve lahko sodeluje več upodobljevalnikov, tako da vsak izračuna le del končne slike. S tovrstnim paralelnim računanjem skrajšamo čas, potreben za izračun zelene upodobitve. Končni rezultat sistema je slika izbranega dela pokrajine.

### 3 UPODOBLJEVALNIK

V procesu upodabljanja uporabljamo tehniko sledenja žarkom, kot je predstavljena v Pharr in Humphreys (2004) in katere shema je prikazana na sliki 5. Natančneje: za upodobitev uporabimo senčne žarke, odbite in lomljene žarke, žarke za izračun okoliškega zastiranja in simulacijo razpršitve ozračja. Sledilnik žarkov je razvit posebej za izračun prehodov skozi polja vokslov. V prvem koraku sprehoda izhodišče žarka pretvorimo v koordinatni sistem mreže vokslov, nato pa z algoritmom (Amanatides in Woo, 1987) izračunamo pot prehodov žarka skozi voksele z upoštevanjem robnih primerov in brez večkratnih prehodov skozi iste voksele.

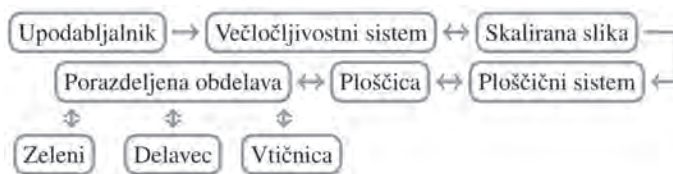


Slika 5: Algoritem korakov žarka skozi mrežo. (Vir: J. Amanatides, A. Woo: A Fast Voxel Traversal Algorithm for Ray Tracing)

V nadaljevanju predstavimo, kako v procesu upodabljanja končno sliko razbijemo na posamezne kose, ki jih obdelujejo proste procesne enote, ter kako posamezna procesna enota naloži in pomni svet vokslov za izračun sledenja žarkom.

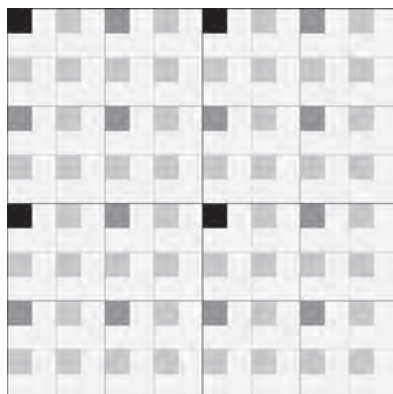
#### 3.1 Zgradba upodobljevalnika

Zgradba upodobljevalnika za izračun končne slike je predstavljena na sliki 6, kjer so prikazani posamezni koraki upodabljanja, ki jih podrobneje opišemo v nadaljevanju.



Slika 6: Pregled sestave upodobljevalnika.

Upodobljevalnik dopušča postopno upodabljanje, kar omogoča hiter interaktiven predogled izbranega prizora. Po končanem upodabljanju na najnižji ločljivosti upodobljevalnik izvaja upodobitve pri dvakrat višjih ločljivostih, dokler ne doseže zelene ciljne ločljivosti končne upodobitve. Ker je faktor med različnimi stopnjami ločljivosti ravno 2, lahko pri izračunu višje ločljivosti uporabimo že izračunano informacijo in dodatno izračunamo le še manjkajoče piksele slike. Primer slike pri različnih stopnjah ločljivosti je prikazan na sliki 7.



Slika 7: Štiri ločljivostne stopnje, prikazane z odtenki na končni sliki dimenzij 16 x 16. Višje ločljivosti so predstavljene s svetlejšimi odtenki sive.

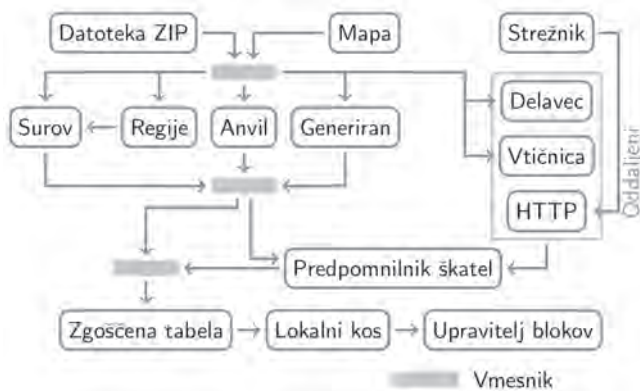
Sliko vsake ločljivosti razdelimo na posamezne ploščice (angl. *tiles*), ki vsebujejo množico pikselov določene velikosti (na primer  $64 \times 64$ ). S tem izboljšamo učinek lokalnega medpomnenja. Sistem podpira navpično in spiralno delitev na ploščice. Medtem ko je spiralna primernejša za interaktivne izrise, saj se v tem primeru središče slike izriše najprej, je vertikalna boljša v smislu učinkovitosti medpomnenja zaradi večje lokalnosti podatkov.

Posamezna ploščica se pošlje v porazdeljeno upodabljanje posameznemu prostemu procesorju glede na nastavitve sistema. V sistemu so implementirani procesorji različnih vrst: procesiranje v glavni niti, delovni procesor in vtični procesor. Delovni procesor lahko izračunava upodobitev v ločeni niti, vtični procesor pa lahko teče celo na oddaljeni lokaciji. Za izračun upodobitve je treba obema poslati ustrezne podatke.

### 3.2 Nalaganje sveta in medpomnjenje

Za upodabljanje sveta, sestavljenega iz vokslov, moramo najprej pridobiti zbirko podatkov, ki vsebuje želeno območje. Osnovna zgradba sistema za pridobivanje delov sveta je predstavljena na sliki 8.

V sistemu smo implementirali podporo za nalaganje svetov v treh različnih formatih, podprtih v igri Minecraft, ki so ogromen vir svetov, predstavljenih z vokslji. Podprte formate (Raw, Region in Anvil) sistem pretvori v lastno obliko zapisa kosov sveta, podobno tisti v igri Minecraft. Za upodabljanje omejenih območij brez navezave na zunanje podatkovne zbirke vsebuje sistem tudi generator okolja, ki teren ustvari z uporabo simpleksnega šuma. Za glavni vir podatkov v našem sistemu smo uporabili zbirko podatkov LiDAR in ortofota Slovenije. S tem namenom smo ustvarili spletni strežnik, ki vhodne podatke pretvori v predstavitev z označevanjem prostora in jih shrani v lastni obliki zapisa. Podrobnejše delovanje strežnika je predstavljeno v naslednjem poglavju.



Slika 8: Nalaganje in medpomnjenje sveta v upodobljevalniku.

Vsem vhodnim formatom je skupno izhodišče, da je svet razdeljen na posamezne navpične kose glede na vodoravno 2D-mrežo. To nam dopušča, da upodabljanje izvajamo s tako imenovano tehniko *out-of-core*, saj lahko posamezne kose sveta po potrebi nalagamo in odstranjujemo iz glavnega pomnilnika aplikacije, kar je potrebno predvsem pri upodabljanju velikih območij, ki jih v pomnilniku ne moremo hraniti naenkrat. Komponenta upravitelja blokov olajša nalaganje ustreznih kosov podatkov, njihovo učinkovito medpomnjenje z upoštevanjem geografske bližine in dostop do posameznih vokslov. V sistem smo dodali tudi pohitritve, ki upoštevajo domensko znanje, kot so izpuščanje kosov, kjer žarki ne bi zadeli nobenega voksla, in podobne optimizacije.

## 4 STREŽNIK VOKSLOV

Za pretvorbo velike količine točk iz zbirke podatkov LiDAR v obliko vokslov z robom en meter smo razvili namenski večnitni spletni strežnik. Ta na podlagi položaja in obsega območja, ki ga zahteva upodobljevalnik, zbere pripadajoče kose podatkov LiDAR ter izdela kos sveta v predstavitvi z vokslji in jo posreduje nazaj upodobljevalniku. V nadaljevanju podrobneje predstavimo posamezne korake pretvorbe podatkov iz izvornega oblaka točk v prečiščeno in prilagojeno predstavitev z vokslji. Prikaz delovanja posameznega koraka strežnika je prikazan na slikah 9 in 10.

#### 4.1 Medpomnjenje kosov podatkov

Iste podatke pogosto potrebuje več primerkov upodobljevalnika (primerki, ki upodablajo bližnja območja), zato jih je zaradi hitrejšega dostopa smiselno držati v medpomnilniku, kar se odraža v precej večji prepustnosti strežnika, ko posamezni primerki upodobljevalnika zahtevajo iste podatke.

#### 4.2 Nalaganje točk terena

Prvi korak pri pripravi posameznega kosa podatkov je nalaganje točk zahtevanega območja iz zbirke podatkov LiDAR. Za branje je uporabljena programska knjižnica LASlib, ki omogoča izbor točk interesnega območja v obliki pravokotnika. Knjižnica prav tako poskrbi za razširjanje podatkov in njihovo branje v pomnilnik. Zaradi pogoste potrebe po sočasnem nalaganju točk iz različnih izvornih datotek zbirke sistem podpira sočasno branje.

#### 4.3 Kvantizacija

Za doseganje učinka kockastega sveta, kakršen je v igri Minecraft, je treba svet, predstavljen z oblakom točk iz zbirke podatkov LiDAR, kjer so točke v prostor postavljene z natančnostjo nekaj centimetrov, še dodatno kvantizirati. V predstavljenem primeru je rob kocke dolg en meter. Poleg informacije o položaju točke v prostoru hranimo tudi informacijo o kategoriji, v katero posamezna kocka spada.

#### 4.4 Zapolnitev stavb

V izvorni zbirki podatkov LiDAR so zgradbe večinoma predstavljene zgolj s strehami, saj laserski žarki ne prodrejo skozi in posledično ne morejo zaznati strukture pod streho. Za realnejšo predstavitev zgradb želimo dodati tudi njihovo vertikalno strukturo. Ker nimamo natančnejših podatkov o stenah zgradb, predpostavimo, da so navpične. Za vsak element (voksel), ki je označen kot zgradba, se v navpični smeri navzdol, do najnižje višine v okolici, dodajo elementi, označeni kot zgradba. Kot rezultat se vse strehe zgradb uporabijo kot meje za njihove stene. Izkaže se, da je to dober približek za večino zgradb.

#### 4.5 Zapolnitev tal

Zaradi netočnosti pri zajemu podatkov LiDAR tla niso povsod povsem zvezna, kar se kaže kot luknje v tleh. Dejstvo je tudi, da točke predstavljajo zgolj površino tal, ne pa tudi sestave tal pod površino. Zaradi zapolnitve lukenj v tleh pregledamo, kateri stolpci imajo višino večjo od 0. Zanje predvidevamo, da imajo definirano površino tal. Za preostale stolpce, ki imajo višino 0, pa izračunamo položaj novega elementa, označenega kot tla, na podlagi linearne aproksimacije iz položajev najbližjih sosedov. Poleg tega dodamo elemente, označene kot tla, do najnižje višine v izbranem kosu sveta.

#### 4.6 Specializacija

Osnovni nabor pomenskih označb v zbirki podatkov LiDAR je omejen, saj zajema: nizko rastje, srednje rastje, visoko rastje, tla, zgradbe in morje. Za bolj realistično upodobitev natančneje določimo pomenske označbe najvišje ležečih enot – vokslor. Za to uporabimo ortofoto in na njem za lokacijo posameznega voksla poiščemo barvne vrednosti pikslor v letalskih posnetkih. Za ta namen obe zbirki podatkov pre-

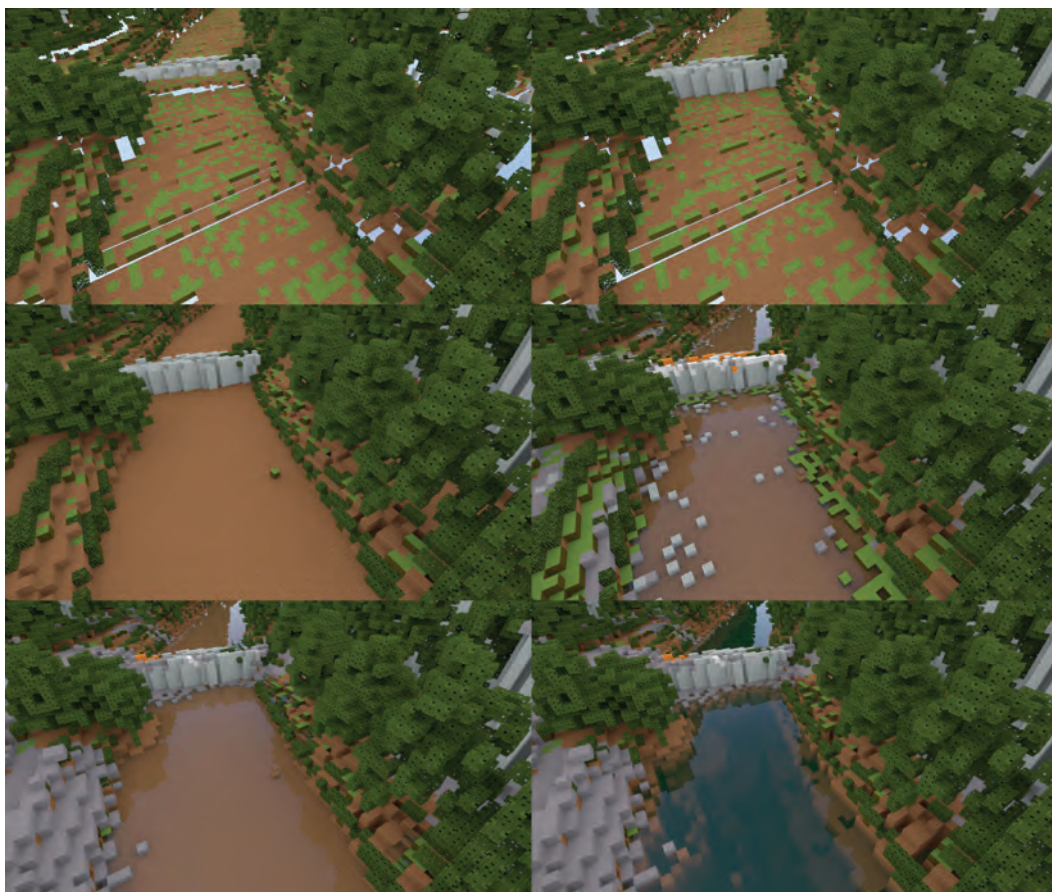
tvorimo v isti geodetski koordinatni sistem. Za izbrano množico barvnih vrednosti iz ortofota ustvarimo preslikovalno tabelo, ki posamezne barvne vrednosti poveže z ustrezno oznako. Vse barvne vrednosti povežemo z ročno določenimi vrednostmi na podlagi najkrajše evklidske razdalje v barvnem prostoru RGB. Za odpravo šuma, ki se pojavi pri specializaciji, nad podatki s posameznimi oznakami izvedemo filtriranje za odpravo lokalnih nepravilnosti.

#### 4.7 Izenačevanje vodne gladine in poglobljanje

Vodo označimo šele v koraku specializacije (glej poglavje 4.6), zato je lahko ponekod zelo šumna in nenaravna, še posebej ob brežinah. Predpostavimo, da ima voda v nekem kosu sveta enako nadmorsko višino, ki jo izračunamo z mediano višin vseh vodnih elementov v posameznem kosu. Vso vodo nekega kosa sveta poravnamo na to višino. Ker elemente vode označimo šele v koraku specializacije, določajo zgolj površje vode, kar predstavlja globino enega metra. Za bolj realističen videz vodo umetno poglobimo glede na oddaljenost od najbližje obale.



Slika 9: Upodobljen oddaljen prizor Ljubljane po vsakem koraku strežnika. Zgoraj levo – kvantizacija, zgoraj desno – zapolnitev zgradb, sredina levo – zapolnitev tal, sredina desno – specializacija, spodaj levo – filtriranje ter spodaj desno – izenačevanje in poglobljanje vodne površine.



Slika 10: Upodobljen bližnji prizor Ljubljance po vsakem koraku strežnika. Zgoraj levo – kvantizacija, zgoraj desno – zapolnitev zgradb, sredina levo – zapolnitev tal, sredina desno – specializacija, spodaj levo – filtriranje ter spodaj desno – izenačevanje in poglobljanje vodne površine.

## 5 REZULTATI

Predstavljeni sistem omogoča upodobitev manjših in tudi večjih območij Slovenije. Izbira zelenega območja upodabljanja je mogoča prek preprostega uporabniškega vmesnika, ki omogoča tako uporabo vnaprej določenih predlog za upodabljanje kot tudi ročno nastavitve vseh parametrov upodabljanja. Na slikah od 11 do 16 so predstavljeni primeri upodobitev posameznih izbranih območij. Trajanje upodabljanja različnih območij je odvisno od velikosti izbranega območja in nastavitve parametrov upodabljanja. Ob posameznih slikah so opisane tudi težave, ki se pojavljajo v konkretnih primerih.





Slika 11: Ljubljana iz zraka. Upodobitev se približuje fotorealizmu. Na tej oddaljenosti večine težav, ki bi nastale ob upodobljanju, ne zaznamo.



Slika 12: Piran. Tudi v tem primeru se pojavljajo težave na vodni površini, kjer ponekod na morju točke močno odstopajo od dejanske gladine. Prav tako je pri stolpu piranske cerkve klasifikacija točk v izvornih podatkih LiDAR napačna.



Slika 13: Blejski otok. Na upodobitvi je lepo vidna napačna klasifikacija v izvornih podatkih LiDAR, saj je zvonik označen kot visoko rastje, in je tako tudi izrisan. Pri Blejskem jezeru se pojavljajo tudi težave na vodni površini, kjer v izvornih podatkih ni dovolj točk za posamezna območja. Takšne težave smo delno rešili z zapolnjevanjem lukenj na podlagi ortofota in digitalnega modela višin površja.



Slika 14: Pogled na Ljubljano in Ljubljanski grad. V upodobitvi so dobro vidne težave z barvanjem strešnih elementov. Prav tako v koraku specializacije napačno označimo okolico gradu kot vodno površino, ker je barva travnate podlage v senci preveč podobna izbranim barvam, ki jih uporabimo za klasifikacijo vodnih površin. Prikazan je tudi učinek globinske ostrine, saj je v fokusu grad, okolica pa je z oddaljenostjo vse bolj zamegljena.



Slika 15: Ljubljana. Na tej upodobitvi vidimo, kakšne težave nastajajo pri mostovih. Mostovi so klasificirani kot zgradbe in jih v koraku zapolnitve zgradb poglobimo, kar seveda ne ustreza dejanskemu stanju. Prav tako je v upodobitvi razvidno, da lahko ob robovih struge višina vodne gladine precej odstopa od pričakovane.



Slika 16: Šmarna gora. Na sliki je prikazano, kako se na upodobitvi odraža dviganje terena. Lepo so vidna območja z enako nadmorsko višino, če niso prekrita z gozdno površino. Gozdna površina lepo zmešča stopničasto vzpenjanje, k čemur zelo veliko pripomorejo predvsem sence. Lepo so razvidni tudi koridorji daljnovidov.

## 6 ZAKLJUČEK

Upodobitve, ustvarjene s predstavljenim sistemom, so nova možnost za prikaz slovenske krajine v obliki, ki je v zadnjem času zelo priljubljena – z uporabo vokslov. S tem dobimo drugačen pogled na pokrajino. S sistemom lahko upodabljamo tudi večja območja, kar je kljub velikosti osnovnega elementa en meter prepričljivo realistična upodobitev. Podatke, kot jih za upodabljanje pripravi sistem, lahko uporabimo tudi v drugačnem scenariju, na primer kot vhod za ustvarjanje sveta v prvoosebni pustolovski igri, postavljeni v slovenski prostor. Več o podrobnostih sistema lahko najdete v delih Lunar et al. (2016), Lunar in Marolt (2016).

### Literatura in viri:

- Geodetski inštitut Slovenije (2015). Izvedba laserskega skeniranja Slovenije. Blok 35 – tehnično poročilo o izdelavi izdelkov. Geodetski inštitut Slovenije. [http://gis.arso.gov.si/related/lidar\\_porocila/b\\_35\\_izdelava\\_izdelkov.pdf](http://gis.arso.gov.si/related/lidar_porocila/b_35_izdelava_izdelkov.pdf), pridobljeno 21. 8. 2015.
- Mongus, D., Čekada, M. T., Žalik, B. (2013). Analiza samodejne metode za generiranje digitalnih modelov reliefa iz podatkov lidar na območju Slovenije. Geodetski vestnik, 57 (2), 245.
- Pečnik, S., Žalik, B., Mongus, D. (2009). Interaktivno orodje za obdelavo podatkov LiDAR. Diplomna naloga univerzitetnega študijskega programa. Maribor: Univerza v Mariboru Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.
- Pharr, M., Humphreys, G. (2004). Physically based rendering: From theory to implementation. Morgan Kaufmann.
- Amanatides, J., Woo, A. (1987). A fast voxel traversal algorithm for ray tracing. Eurographics, 87 (3), 3–10.
- Lunar, M., Bohak, C., Marolt, M. (2016). Distributed ray tracing for rendering voxelized LIDAR geospatial data. V: Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, Portorož, str. 55–58.
- Lunar, M., Marolt, M. (2016). Porazdeljeno sledenje žarkov za upodabljanje lasersko zajetih prostorskih podatkov. Diplomna naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.



Lunar, M., Bohak, C., Marolt, M. (2016). Porazdeljeno upodabljanje vokseliziranih podatkov LiDAR. Geodetski vestnik, 60 (4): 615–626. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.615-626

**Miha Lunar, univ. dipl. inž. rač. in inf.**  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko  
Večna pot 113, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: mlunar@gmail.com

**Dr. Ciril Bohak, univ. dipl. inž. rač. in inf.**  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko  
Večna pot 113, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: ciril.bohak@fri.uni-lj.si

**Doc. dr. Matija Marolt, univ. dipl. inž. rač. in inf.**  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko  
Večna pot 113, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: matija.marolt@fri.uni-lj.si

# RAZVOJNI MODEL MNOŽIČNE OCENE VREDNOSTI TRŽNIH NAJEMNIN ZA PISARNE

# PRELIMINARY MODEL OF RENT MASS APPRAISAL FOR OFFICES

Melita Ulbl, Rok Štembal, Martin Smodiš

UDK: 336.22:332.68  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04  
Prispelo: 18. 11. 2016  
Sprejeto: 14. 12. 2016

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.627-643  
PROFESSIONAL ARTICLE  
Received: 18. 11. 2016  
Accepted: 14. 12. 2016

## IZVLEČEK

Množično vrednotenje nepremičnin je predvideno za ocenjevanje večjega števila nepremičnin. Ocena vrednosti nepremičnin je določena po standardiziranih postopkih in modelih vrednotenja nepremičnin na določen dan. Geodetska uprava Republike Slovenije vodi podatke o prodajnih in najemnih poslih z nepremičninami na območju Republike Slovenije. Na slovenskem nepremičninskem trgu je relativno malo prodaj poslovnih prostorov. V prispevku je obravnavan poskus opredelitve in umerjanja modela najemnin kot podpore modelu množičnega vrednotenja za pisarne na podlagi statistične analize z modelom GAMLSS (angl. generalized additive models for location, scale and shape). Rezultati študije kažejo, da na višino najemnine za pisarne najbolj vplivajo lokacija, velikost oddane površine, starost stavbe, trajanje najema in vključenost obratovalnih stroškov v najemnino. Ker na podlagi modela GAMLSS ni mogoče postaviti enostavnih enačb, je na koncu model poenostavljen na raven izračuna, primerljivega z množičnim vrednotenjem nepremičnin.

## ABSTRACT

Mass appraisal of real property is a tool for evaluation of a large number of real property. It is determined by standardized procedures and valuation models on a given day. The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia manages data on real estate sales and rents transactions in Slovenia. There are relatively few sales for commercial real property on the Slovenian real estate market. This paper deals with an attempt to define and model the calibration of rent as a support for mass appraisal model for offices through statistical analysis with the GAMLSS (Generalized Additive Models for Location, Scale and Shape) model. Results of the study show that rents for offices are most affected by location, size of rented area, age of the building, the duration of the lease, and the inclusion of operating costs in the rent. Because model-based GAMLSS cannot be expressed with simple equations, the model is finally simplified to a level comparable to mass appraisal of real property.

## KLJUČNE BESEDE

množično vrednotenje, nepremičnina, najem, najemnina, pisarna

## KEY WORDS

mass appraisal, real estate, rent, office

## 1 UVOD

V Sloveniji od 1. julija 2013 velja zakonska obveznost pošiljanja podatkov o najemnih pravnih poslih s stavbami in deli stavb v evidenco trga nepremičnin, ki jo vodi Geodetska uprava Republike Slovenije. Glavni namen zbiranja podatkov o najemnih pravnih poslih je podpora množičnemu vrednotenju nepremičnin in spremljanje najemnega nepremičninskega trga za potrebe poročanja javnosti (GURS, 2016b). Najemodajalci so od tega dne obvezani posredovati podatke o vseh najemnih poslih, veljavnih po tem datumu.

V skladu z Gloudemans (1999) se nepremičninski najemni trg deli na najemni trg stanovanjskih in najemni trg poslovnih nepremičnin, ki imata različni izhodišči. Podlaga najemnega trga stanovanjskih nepremičnin je najemojemalčeva zmožnost plačila najemnine, medtem ko je podlaga najemnega trga poslovnih nepremičnin zaslužek, ki ga ima najemojemalec od nepremičnine (Boykin in Gray, 1994). Geodetska uprava Republike Slovenije v poročilu o evidentiranih najemnih poslih na slovenskem nepremičninskem trgu (2016) objavlja le podatke o povprečnih najemninah poslovnih nepremičnin, ki se delijo na pisarniške prostore, trgovske in storitvene ter gostinske lokale. Objava podatkov o povprečnih najemninah stanovanjskih nepremičnin ni smiselna, ker je kakovost vhodnih podatkov o tržnih najemninah neustrezna. To je najbrž posledica posredovanja zavajajočih podatkov o najemnih poslih fizičnih oseb, ki se izogibajo plačilu davka. Posledično tudi analiza podatkov stanovanjskih najemnin za podporo množičnemu vrednotenju ni smiselna. Bistveno je tudi, da imamo na področju stanovanjskih nepremičnin veliko prodaj, ki so kakovostnejša podatkovna podlaga za določitev vrednosti stanovanjskih nepremičnin kot podatki o najemninah.

V nasprotju s stanovanjskimi najemninami je prodaj poslovnih nepremičnin razmeroma malo. Leta 2015 je bilo po preverjenih in izboljšanih podatkih na prostem trgu in prostovoljnih javnih dražbah le za 298 prodanih pisarn ter za 253 prodanih lokalov (GURS, 2016a). Na trgu poslovnih nepremičnin je v primerjavi s prodajami sklenjenih več najemnih poslov. V letu 2015 je bilo sklenjenih 2122 najemnih poslov za pisarne in 979 najemnih poslov za lokale (GURS, 2016b). Poslovne nepremičnine bolj oddajajo pravne osebe, zaradi česar je kakovost podatkov o najemninah poslovnih nepremičnin razmeroma dobra. Velja, da so najemnine za poslovne nepremičnine izredno heterogene, saj je njihov fond izrazito raznolik. V skladu s Poročilom o evidentiranih najemnih poslih na slovenskem nepremičninskem trgu (GURS, 2016b) so glede na vrsto, velikost in lokacijo še posebej raznoliki trgovski, storitveni in gostinski lokali, večja je homogenost med pisarniški prostori.

Zaradi najkakovostnejših podatkov in homogenosti se ta članek osredotoča na poskus vzpostavitve modela za oceno najemnin za pisarniške prostore. Proučevanje problema je razdeljeno na več delov. Najprej je predstavljeno množično vrednotenje nepremičnin, sledi opis evidentiranja podatkov o najemninah v evidenci trga nepremičnin ter pregled in analiza evidentiranih podatkov o najemih pisarniških prostorov. Najobširnejše je poglavje o izgradnji modela najemnin pisarn na podlagi modela GAMLSS (angl. *generalized additive models for location, scale and shape*).

## 2 MNOŽIČNO VREDNOTENJE NEPREMIČNIN

Ocenjevanje večjega števila nepremičnin na določen dan z uporabo modelov vrednotenja in standardiziranih postopkov imenujemo množično vrednotenje nepremičnin (Smodiš, 2008). Namen množičnega

vrednotenja je objektivno in stroškovno učinkovito vrednotenje vseh nepremičnin za javne namene, določene z zakonom (tudi za potrebe obdavčitve nepremičnin). Sistem množičnega vrednotenja nepremičnin je sestavljen iz zbiranja in vzdrževanja podatkov, analize trga, razvoja modelov in tabel množičnega vrednotenja, kontrole kakovosti in zagovarjanja vrednosti. Ocenjevalec mora biti sposoben razvoja, podpore in obrazložitve vrednostnih tabel ter prilagoditve za različne skupine nepremičnin, tipe gradnje in lokacije. Ocena točnosti in doslednosti vrednosti se opravi s statističnimi analizami (Gloudemans, 1999).

Določanje modelov vrednotenja je sestavljeno iz opredelitve (specifikacije) in umerjanja modela. Opredelitev modela zajema opredelitev nabora podatkov in njihovega formata. Modeli vrednotenja morajo opisovati lastnosti ponudbe in povpraševanja na lokalnem trgu. Umerjanje modela se nanaša na razvoj enačb in preglednic. V okviru umerjanja modela modelar določa koeficiente ali množitelje vsaki spremenljivki v modelu, za kar so najpogosteje uporabljena statistična orodja, stroškovniki ali druge računalniške analize (Gloudemans, 1999).

Glavni načini, ki se uporabljajo za ocenjevanje vrednosti, so trije: način tržnih primerjav, na donosu zasnovan način in nabavnovrednostni način (Mednarodni standardi ocenjevanja vrednosti, 2013; Gloudemans, 1999; Smodiš, 2008).

Tudi v sistemu množičnega vrednotenja nepremičnin se vse nepremičnine vrednotijo na podlagi navedenih treh modelov.

**Način tržnih primerjav** je v množičnem vrednotenju nepremičnin uporabljen z razvojem modela, s katerim se ocenjuje vrednost odvisno od fizičnih lastnosti in lokacije nepremičnine. Modelar z umerjanjem modela določa vpliv posamezne neodvisne spremenljivke na vrednost nepremičnine. Modeli množičnega vrednotenja nepremičnin vključujejo tudi postopke časovne prilagoditve cen. Cene prodaje posamezne nepremičnine je treba časovno prilagoditi na datum vrednotenja, tako da je mogoča uporaba podatkov o trgu nepremičnin v daljšem časovnem obdobju (Gloudemans, 1999). Po mednarodnih standardih ocenjevanja vrednosti (2013) način tržnih primerjav nakazuje vrednost s primerjavo ocenjevanega sredstva z enakimi ali podobnimi sredstvi, za katera so na voljo podatki o cenah. V sistemu množičnega vrednotenja nepremičnin se uporablja metoda primerljivih prodaj.

Ocena vrednosti na podlagi **na donosu zasnovanega načina** temelji na različnih metodah, pri katerih vrednost temelji na dejanskem ali ocenjenem donosu, ki ga ustvarja ali bi ga lahko ustvaril lastnik pravice na nepremičnini. Pri nepremičninah bi tak donos lahko bila najemnina. Za oceno vrednosti lahko uporabimo metodo diskontiranega denarnega toka, metodo kapitalizacije dobička ali metodo množiteljev.

**Nabavnovrednostni način** se na splošno uporablja za ocenjevanje vrednosti pravic na nepremičninah z metodo zmanjšanja nadomestitvene vrednosti. Običajno se uporablja, kadar ni mogoče uporabiti nobene izmed prej navedenih metod (Mednarodni standardi ocenjevanja vrednosti, 2013).

Predmet množičnega vrednotenja so nepremičnine. Zakon o evidentiranju nepremičnin (Uradni list RS, št. 47/2006) opredeljuje pojem nepremičnine kot zemljišče s pripadajočimi sestavinami. Zemljišče je zemljiška parcela, evidentirana v zemljiškem katastru, pripadajoče sestavine zemljišč pa so stavbe in deli stavb, evidentirani v katastru stavb. Uredba o določitvi modelov vrednotenja nepremičnin (Uradni list RS, št. 95/2011) določa 21 modelov vrednotenja nepremičnin, med katere spada tudi model vrednotenja za

pisarne (PPP). Predmet vrednotenja tega modela je po opisu modela (Zbirka vrednotenja nepremičnin, 2. 11. 2016) pisarna, kjer se opravlja kakršnakoli administrativna dejavnost, s pravico do pripadajočega zemljišča ter drugih skupnih prostorov in naprav. Ta model je zasnovan na metodi primerljivih prodaj in je sestavljen iz sloja vrednostnih con, vrednostnih tabel ter točkovnikov, točkovnih razredov in vrednostnih faktorjev za lastnosti dela stavbe in razmerje površin.

Na slovenskem nepremičninskem trgu je prodaj pisarn kot temeljne podlage za model, zasnovan na metodi primerljivih prodaj, malo. Za ta segment trga nepremičnin je pogostejše oddajanje nepremičnin v najem, o čemer Geodetska uprava Republike Slovenije že nekaj let zbira podatke. Zaradi navedenega bi bilo podatke o najemninah smiselno vključiti kot dodatno informacijo pri umerjanju modela pisarn.

### 3 PODATKI O NAJEMNIH POSLIH

Geodetska uprava RS vodi evidenco trga nepremičnin. Najemodajalci morajo v skladu z zakonsko obveznostjo od 1. julija 2013 poročati vanjo o najemnih poslih za stavbe in dele stavb, ki jih oddajajo. Temeljni namen evidence trga nepremičnin je sistematično spremljanje cen in najemnin na trgu zaradi množičnega vrednotenja nepremičnin in zagotavljanja preglednosti slovenskega nepremičninskega trga (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2014).

Zavezanci za poročanje o najemnih poslih so lastniki stavbe ali dela stavbe, ki se daje v najem, upravljavci stavbe ali dela stavbe za nepremičnine v lasti Republike Slovenije ter upravniki večstanovanjske stavbe ali poslovne stavbe za dele stavb v skupni lasti etažnih lastnikov. Podatke, o katerih poročajo v evidenco trga nepremičnin, podrobneje ureja Pravilnik o vodenju podatkov v evidenci trga nepremičnin ter načinu pošiljanja podatkov (2013). Zavezanci navedejo podatke o pogodbenih strankah, splošne podatke o najemnem poslu in podatke o oddanih površinah. Poročajo o treh tipih najemnih pogodb, in sicer o sklenitvi najemne pogodbe, dodatku k najemni pogodbi oziroma aneksu ter o prekinitvi najemne pogodbe.

Podatki o pogodbenih strankah vsebujejo osebne podatke o najemodajalcu in najemnejalcu.

Splošni podatki zajemajo ([http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZMVN\\_am/obrazec\\_RN\\_19.6.2013.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZMVN_am/obrazec_RN_19.6.2013.pdf), 20. 9. 2016) vrsto pravnega posla (oddaja na prostem trgu, oddaja med družinskimi člani ali povezanimi fizičnimi in pravnimi osebami, neprofitna oddaja denacionaliziranih nepremičnin, drugo neprofitno oddajanje), datum sklenitve pogodbe ali datum dodatka k najemni pogodbi ali datum prekinitve pogodbe, podatek o morebitnem posredovanju nepremičninske agencije, datum začetka najema, datum prenehanja najema, mesečno najemnino posla, mesečno najemnino posamezne oddane površine ter podatek o vključenosti obratovalnih stroškov in opreme v najemnino.

Podatki o oddanih površinah se nanašajo na lokacijo nepremičnine, identifikacijske oznake ter dejanske podatke o oddani nepremičnini (oddana površina in vrsta oddane površine). Za najemne posle je značilno, da se lahko oddajajo celotni deli stavbe ali pa le njihovi deli. Površina, ki jo najemodajalec oddaja, običajno ni nujno enaka niti neto niti uporabni površini dela stavbe. Takšna površina se imenuje oddana površina. Podatki o vrsti oddane površine se hranijo v obliki šifrant s 16 šiframi. Med pisarne kot poslovne prostore spadajo šifre 5 – pisarniški prostori (pisarne), 6 – prostori za poslovanje s strankami (pošta, banka, javna uprava in podobno) ter 7 – prostori za zdravstveno dejavnost ([http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZMVN\\_am/obrazec\\_RN\\_19.6.2013.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZMVN_am/obrazec_RN_19.6.2013.pdf), 20. 9. 2016).

#### 4 PRISTOP GAMLSS

Za umerjanje modela najemnin pisarn smo uporabili statistični pristop s splošnim aditivnim modelom za lokacijo, merilo in obliko (asimetrijo in sploščenost; angl. *generalized additive models for location, scale and shape* – GAMLSS). Model GAMLSS spada v razred regresijskih modelov z eno odvisno spremenljivko. Predpostavlja neodvisna opazovanja odvisne spremenljivke  $y$  glede na neodvisne spremenljivke  $x_i$  in slučajne vplive. Sistematični del modela GAMLSS je glede na splošne linearne modele (angl. *generalized linear model* – GLM) in splošne aditivne modele (angl. *generalized additive model* – GAM) razširjen tako, da omogoča poleg modeliranja povprečja še modeliranje drugih parametrov porazdelitve odvisne spremenljivke. Vpliv neodvisnih spremenljivk na odvisno spremenljivko ni pogojen z linearno odvisnostjo (torej dopušča nelinearno odvisnost), uporabne so tudi gladke funkcije, ki imajo odvode vseh redov. Aditivni deli modela se določijo z uporabo algoritmov povratnih zank. Model GAMLSS omogoča različne porazdelitve odvisne spremenljivke, pri tem gre za modeliranje z izredno prilagodljivimi slučajnimi in sistematičnimi vplivi, model pa se zelo hitro izvede tudi za velike podatkovne nize (Rigby in Stasinopoulos, 2005).

Za uporabo modela GAMLSS morajo biti vrednosti odvisne spremenljivke  $y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) med seboj neodvisne;  $n$  je število podatkov. Funkcija gostote verjetnosti  $f(y_i | \theta_i)$  je lahko odvisna od največ štirih parametrov porazdelitve  $\theta_i = (\theta_{i1}, \theta_{i2}, \theta_{i3}, \theta_{i4})^T$ . Te se običajno imenujejo lokacija (angl. *location*,  $\theta_{i1} = \mu_i$ ), merilo (angl. *scale*,  $\theta_{i2} = \sigma_i$ ), asimetrija (angl. *skewness*,  $\theta_{i3} = \nu_i$ ) in sploščenost (angl. *kurtosis*,  $\theta_{i4} = \tau_i$ ). Vsak izmed porazdelitvenih parametrov  $\theta_k$  ( $k=1, \dots, 4$ ) je modeliran z drugim aditivnim pokazateljem  $\eta_{\theta_k}$  in je aditivno odvisen od neodvisnih spremenljivk, pri čemer je odvisnost lahko definirana tudi z gladko funkcijo (Mayr in sod., 2010).

Naj bo  $g_k = (\cdot)$  znana monotona funkcija podmodela za parameter  $\theta_k$ , ki posameznega napovedovalca povezuje s  $p_k$  neodvisnimi spremenljivkami  $(x_{k1}, \dots, x_{kp_k})$ . Pri tem je lahko posamezen parameter  $\theta_k$  odvisen od različnega števila in nabora neodvisnih spremenljivk. Model GAMLSS je podan z nizom enačb (Mayr in sod., 2010):

$$g_k(\theta_k) = \eta_{\theta_k} = \beta_{0\theta_k} + \sum_{j=1}^{p_k} f_{j\theta_k}(x_{kj}), k=1, \dots, 4 \quad (1)$$

kjer so  $\beta_{0\theta_k}$  ( $k=1, \dots, 4$ ) konstante posameznega podmodela. Funkcija  $f_{j\theta_k}$  za  $j=1, \dots, p_k$  predstavlja vpliv neodvisne spremenljivke na parameter porazdelitve  $\theta_k$ . Vpliv je lahko linearen ali gladek oziroma definiran z regresijskimi zlepkami. Celo prostorski in slučajni vplivi ter časovne vrste lahko prispevajo k določitvi napovedovalca. Neznane količine so glede na parametre porazdelitve  $\theta_i$  z modelom GAMLSS ocenjene z metodo največjega verjetja. Ocene komponent parametrov porazdelitve  $\theta_i$  se pridobijo z inverzno funkcijo funkcije. To se izvaja iterativno. Pri tem se v vsaki iteraciji povratno prilaganje izvede na vseh štirih parametrih porazdelitve. Predhodni podmodeli se uporabljajo kot izhodišče prilagajanja za tiste parametre, ki niso vključeni v trenutni korak.

Za posamezen nabor podatkov izgradnja modela GAMLSS poteka s primerjavo različnih modelov z različnimi kombinacijami komponent modela GAMLSS (različne porazdelitve odvisne spremenljivke, različne povezovalne funkcije, različni napovedovalci).

Model GAMLSS je zelo primeren za modeliranje na področju trga nepremičnin. To velja za kupoprodajni in najemni segment nepremičninskega trga, saj omogoča upoštevanje nelinearnih odnosov med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami ter upoštevanje časovnih vrst in prostorskih vplivov. Na področju nepremičnin je upoštevanje časovne komponente bistveno, saj je treba vse prodajne in najemne posle pred uporabo časovno prilagoditi na neki trenutek, na katerega umerjamo vrednosti nepremičnine ali najemnine. Upoštevanje prostorskih vplivov z zvezno funkcijo je v pomoč pri določitvi vrednostnih con, to je con z enakimi vrednostmi nepremičnin z istimi lastnostmi. Vrednostne cone namreč pomenijo vpliv lokacije nepremičnine na njeno tržno vrednost. Cone so za posamezne vrste nepremičnin oblikovane na podlagi podatkov o naravnih in pozidanih danostih prostora, namenski rabi prostora, parcelnih mejah ter značilnosti nepremičninskega fonda na posameznem območju.

## 5 OPREDELITEV IN UMERJANJE MODELA NAJEMNIN ZA PISARNE (PPP)

Efektivna najemnina pisarne (odvisna spremenljivka) je odvisna od več dejavnikov oziroma neodvisnih spremenljivk. Označujemo jo s *ptm* (posplošena tržna najemnina). Podatki o stavbah in delih stavb so navedeni v registru nepremičnin in katastru stavb. Dodatni podatki, za katere obstaja domneva, da vplivajo na višino najemnine, Geodetska uprava Republike Slovenije zbira v evidenci trga nepremičnin, kamor podatke posredujejo najemodajalci.

Na podlagi evidentiranih podatkov ter poznavanja najemnega trga so bili opravljeni poskusi izgradnje različnih modelov, v katerih je kot odvisna spremenljivka nastopala efektivna najemnina. Efektivna najemnina je najemnina, v kateri ni vključen DDV in je izražena v evrih. Vsebuje lahko tudi obratovalne stroške. Neodvisne spremenljivke v različnih kombinacijah modeliranja so bile:

- *days* je razmernostna spremenljivka in predstavlja število dni od 1. 1. 2010. Uporablja se za časovno prilagoditev najemnin;
- *leto\_efj* je podatek o efektivnem letu dela stavbe, ki se oddaja v najem, in je odvisen od izgradnje, leta obnove strehe, oken, fasade in instalacij (Uredba o določitvi modelov vrednotenja nepremičnin, 2011). Je intervalna spremenljivka;
- *oddana\_povr* je razmernostna spremenljivka, ki predstavlja površino prostora v najemu;
- *opremljenost* je binarna spremenljivka, ki pove, ali se poslovni prostor oddaja z opremo ali brez nje. Ima zalogo vrednosti DA in NE;
- *cas\_najema* je binarna spremenljivka, ki predstavlja trajanje najema z zalogo vrednosti določen in nedoločen;
- *obrat\_str* je binarna spremenljivka, ki pove, ali so v najemnino vključeni obratovalni stroški. Ima zalogo vrednosti DA in NE;
- *vrsta\_odd\_povr* je nominalna spremenljivka za vrsto oddane površine in ima zalogo vrednosti 5 – pisarniški prostori (pisarne), 6 – prostori za poslovanje s strankami (pošta, banka, javna uprava in podobno) ter 7 – prostori za zdravstveno dejavnost;
- *st\_ravni* je intervalna spremenljivka, ki predstavlja številko ravni vrednostne cone. V začetku so za *st\_ravni* prevzete vrednosti ravni iz trenutne delovne verzije modela vrednotenja nepremičnin za pisarne. Uredba o določitvi modelov vrednotenja (2011) prikazuje vrednostne cone in vrednostne ravni modela vrednotenja za pisarne. Vrednostne cone pomenijo vpliv lokacije nepremičnine



na njeno tržno vrednost. Za posamezne vrste nepremičnin so oblikovane na podlagi podatkov o naravnih in pozidanih danosti prostora, namenski rabi prostora in parcelnih mejah. Vsaki vrednostni coni je dodeljena vrednostna raven, ki predstavlja raven vrednosti posameznih vrst nepremičnin. Enota primerjave je referenčna nepremičnina. To je nepremičnina, ki se v okviru posamezne vrste nepremičnin na trgu največkrat pojavi ali pa je najbolj značilna nepremičnina populacije istovrstnih nepremičnin na območju Republike Slovenije. Najvišja vrednostna raven je določena tako, da ustreza najdražji referenčni nepremičnini na trgu, najnižja vrednostna raven pa ustreza najcenejši referenčni nepremičnini na trgu. Vrednosti referenčnih nepremičnin dveh sosednjih vrednostnih ravni se za višje vrednostne ravni razlikujejo med 10 in 15 %, za nižje vrednostne ravni pa od 15 do 25 % (Smodiš, 2008; Smodiš, 2011);

- *cen\_obm* je nominalna spremenljivka, ki predstavlja cenovna območja. Cenovno območje je območje, na katerem se cene podobnih nepremičnin skozi čas podobno spreminjajo, in je sestavljeno iz ene ali več vrednostnih con ([www.e-prostor.gov.si](http://www.e-prostor.gov.si), 3. 11. 2016).

Za izgradnjo modela najemnin pisarn (PPP) so bili uporabljeni le najemi pisarn, pri katerih se oddaja le ena ali pa več istovrstnih oddanih površin v isti stavbi. V evidenci trga nepremičnin so evidentirani tudi najemni posli, pri katerih se z eno najemno pogodbo v najem oddajajo tudi poslovni prostori na različnih lokacijah ali pa kombinacije različnih oddanih površin, na primer pisarne in parkirna mesta. Podatki o najemnih pogodbah, evidentirani v evidenci trga nepremičnin, niso individualno kontrolirani in popravljeni, zato so bile pred izračunom modela pisarn opravljene predhodne analize, na podlagi katerih so bili nekateri podatki izločeni. V analizi so bili upoštevani podatki o najemih pisarn:

- oddanih na prostem trgu,
- sklenjenih v času med 1. 1. 2010 in 31. 12. 2015,
- z efektivno najemnino, večjo od 0 EUR in manjšo od 100.000 EUR,
- z efektivno najemnino na m<sup>2</sup>, večjo ali enako 1,5 EUR/m<sup>2</sup> in manjšo od 40 EUR/m<sup>2</sup>,
- z oddano površino, večjo ali enako 6 m<sup>2</sup> in manjšo od 10.000 m<sup>2</sup>,
- za katere je čas najema daljši od 6 mesecev oziroma se oddajajo za nedoločen čas.

Po izločanju podatkov glede na gornja merila smo ugotovili, da so za analizo primerni podatki za 6781 najemnih poslov.

## 5. 1 Preliminarni model za odkrivanje osamelcev in potrebe po časovni prilagoditvi najemnin

Prvi poskus modela na 6781 najemnih poslih se je glasil:

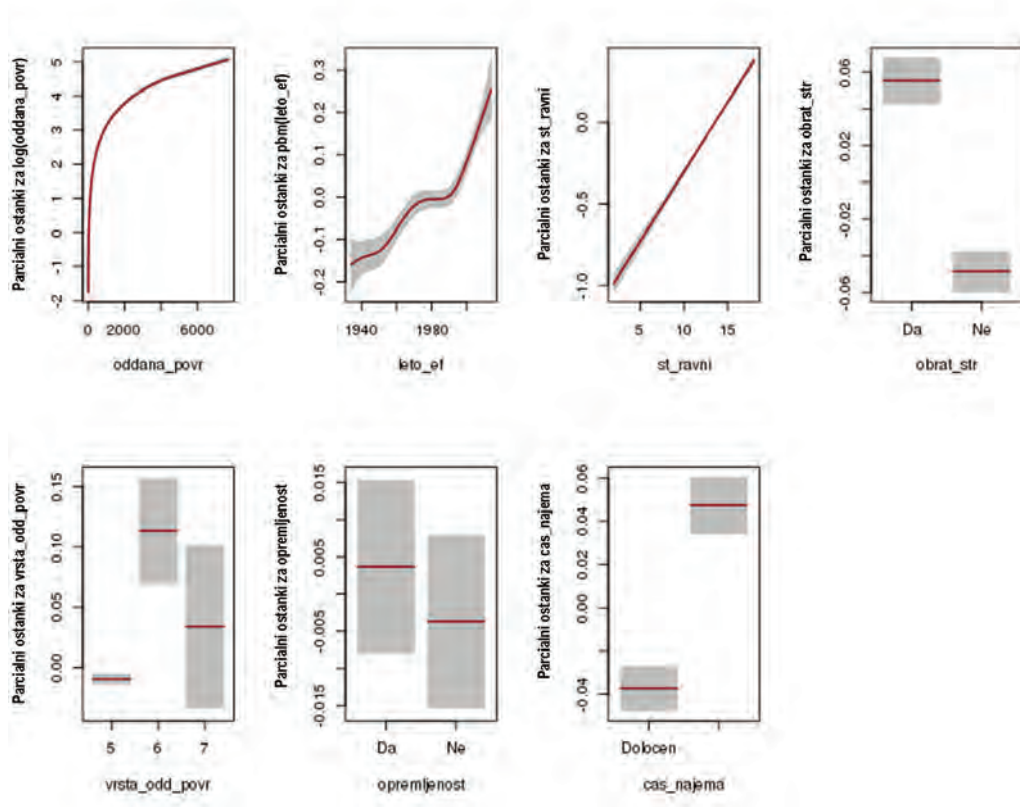
$$\log(ptn_0) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log(\text{oddana\_povr}) + \beta_2 \cdot \text{st\_ravni} + \beta_3 \cdot \text{obrat\_str} + \beta_4 \cdot \text{vrsta\_odd\_povr} + \beta_5 \cdot \text{opremljenost} + \beta_6 \cdot \text{cas\_najema} + f_{PBM}(\text{leto\_ef}) + f_{SM}(\text{days, cen\_obm}) \quad (2)$$

kjer

- $f_{PBM}$  predstavlja monoton penaliziran B-zlepek (Eilers in Marx, 1996). Monoton penaliziran B-zlepek uporabimo, ker želimo vsiliti pogoj, da imajo novejše nepremičnine višje najemnine;
- $f_{SM}$  predstavlja funkcijo, ki se uporablja za glajenje v generaliziranih aditivnih modelih. Funkcija ne uporablja zlepkov, temveč je le v pomoč pri izgradnji modelov z zlepkami. V preliminarnem modelu predstavlja krivulje za število dni, ki se najbolj prilagajajo podatkom posameznega cenovnega

območja. Z njimi se ugotavlja potreba po časovni prilagoditvi najemov in izračunu faktorjev časovne prilagoditve.

Sliki 1 in 2 prikazujeta vpliv posamezne neodvisne spremenljivke na efektivno najemnino.



Slika 1: Prikaz najmnine (odvisne spremenljivke) v odvisnosti od neodvisnih spremenljivk za preliminarni model (lastni izračun, opravljen v RStudio (2015)).

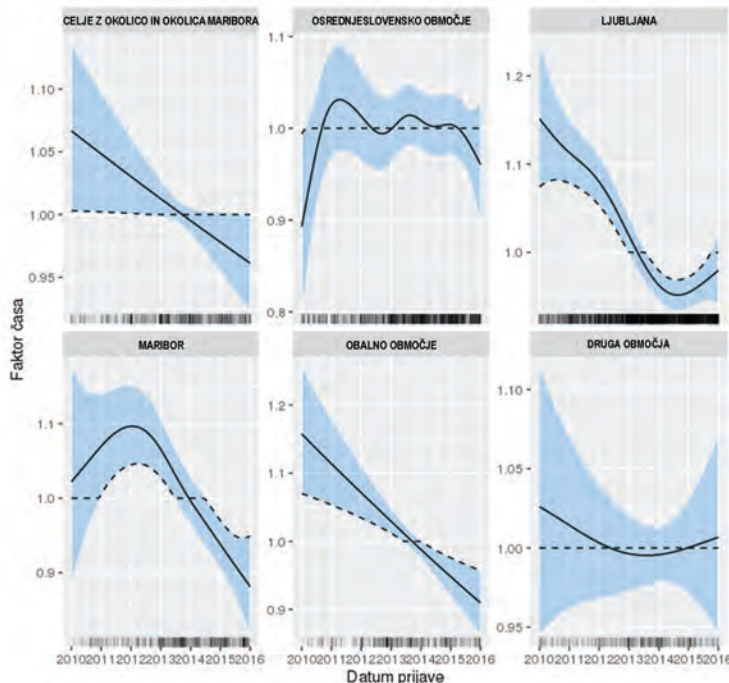
Slika 1 kaže, da na vrednost najmnine vplivajo oddana površina (*oddana\_povr*), efektivno leto (*leto\_ef*), lokacija (*st\_ravni*), obratovalni stroški (*obrat\_str*) in trajanje najema (*cas\_najema*). Opremljenost oddanega poslovnega prostora statistično značilno na velikost najmnine ne vpliva. Kaže se nekaj višja vrednost najmnine za opremljene prostore, vendar je razpršenost podatkov tako velika, da vpliva opremljenosti na vrednost najmnine ne moremo potrditi. To je najbrž posledica relativno nizkih stroškov za opremo pisarn. Tudi vrsta oddane površine na najmnino statistično značilno ne vpliva. Opazimo lahko homogen rezultat za vrsto oddane površine 5 – pisarniški prostori (pisarne) ter veliko razpršenost najmnin za vrsto oddane površine 6 – prostori za poslovanje s strankami (pošta, banka, javna uprava in podobno) in za vrsto oddane površine 7 – prostori za zdravstveno dejavnost. Po pregledu količine podatkov najmnih poslov po vrsti oddane površine (preglednica 1) je bila sprejeta odločitev, da se iz nadaljnje analize izločijo podatki z vrsto oddane površine 6 in 7. Tako ostane za izgradnjo modela 90 % podatkov.

Preglednica 1: Število in odstotek najemnih poslov po vrsti oddane površine

Vrsta oddane površine	Število najemnih poslov	Odstotek
5 – pisarniški prostori	6131	90 %
6 – prostori za poslovanje s strankami	458	7 %
7 – prostori za zdravstveno dejavnost	192	3 %
Skupaj	6781	100 %

Izločitev teh podatkov je smiselna, saj lahko obstaja težava v razumevanju spremenljivke »vrsta oddane površine«, ker zavezanci sami poročajo v evidenco trga nepremičnin. Za upoštevanje podatkov, ki imajo šifro oddane površine 6 – prostori za poslovanje s strankami in 7 – prostori za zdravstveno dejavnost, bi bilo treba individualno pregledati posamezen podatek, kar med drugim pomeni ogled posamezne nepremičnine na lokaciji. Predvidevamo, da so poročevalci kot vrsto oddane površine 6 – prostori za poslovanje s strankami in 7 – prostori za zdravstveno dejavnost dodajali tudi poslovne prostore, ki se vrednotijo po modelu za lokale, saj je meja med pisarnami in lokali včasih težko določljiva.

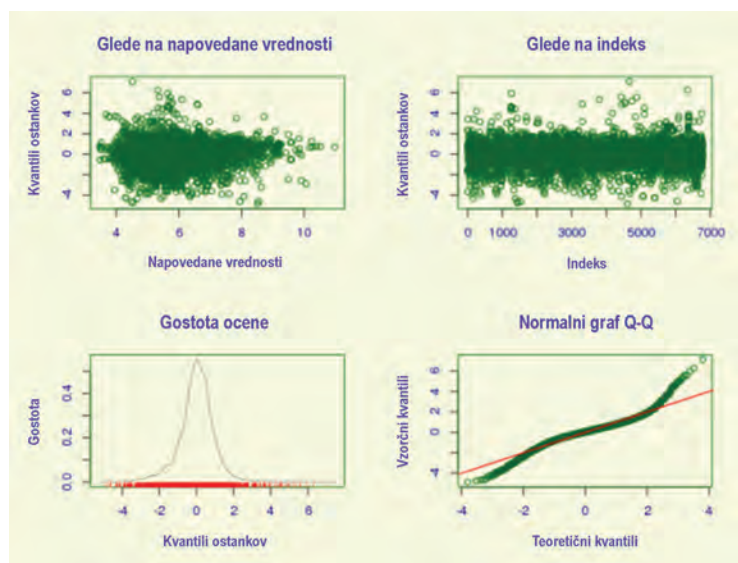
Slika 2 prikazuje vpliv časa sklenitve pogodbe (*days*) na najemnino po šestih cenovnih območjih (Celje z okolico in okolica Maribora, osrednjeslovensko območje brez Ljubljane, Ljubljana, obalno območje in druga območja (tolminsko, notranjsko, kočevsko, kraško in prekmursko območje)). Z modro so označeni intervali zaupanja za časovno prilagoditev najemnin. Črtkana črta prikazuje najmanjši značilen vpliv spremenljivke *days* na najemnino.



Slika 2: Prikaz vpliva datuma sklenitve najemnine na vrednost najemnine po cenovnih območjih (lastni izračun, opravljen v RStudiu (2015)).

Opazimo, da na cenovnih območjih Ljubljana, Maribor in obalno območje število dni od sklenitve pogodbe vpliva na vrednost najemnine. Za ta območja bi bilo smiselno časovno prilagoditi najemnine. Ker se končni model te analize uporablja za prvi izračun posplošene tržne najemnine in ker so trendi padanja najemnin za prej naštetá območja podobni, smo za ta tri območja uporabili isto časovno prilagoditev. Podlaga so podatki za Ljubljano, ker je na tem območju največ sklenjenih najemnih poslov. Za najemnine na preostalih cenovnih območjih se časovna prilagoditev ni izvedla.

Preverjeni so bili tudi preostanki modela.



Slika 3: Prikaz ostankov (lastni izračun, opravljen v RStudiu (2015)).

Slika 3 prikazuje dejstvo, da med podatki obstajajo osamelci (močno odstopajoče vrednosti). Izris levo zgoraj nakazuje, da ostanki niso enakomerno razpršeni (heteroskedastičnost), spodnja izrisa pa, da niso normalno porazdeljeni. Slika ostankov nakazuje potrebo po spremembi modela. Model je tako le v pomoč pri odkrivanju osamelcev in podaja usmeritve za nadaljnje poskuse modeliranja. Na podlagi preliminarne modela in vsebinske interpretacije je bilo izločenih dodatnih 10 % podatkov, ker so bili po podrobnem pregledu osamelci. Tako je za nadaljnjo analizo uporabnih 5514 najemov pisarn (brez podatkov, za katere je bila ugotovljena napačna vrsta oddane površine, netržna najemнина, najemнина med povezanimi osebami). Dejansko so bili izločeni podatki o najemih, ki bi morali biti izločeni ob individualnem pregledu. Podatki o najemnih poslih s pisarnami, v primerjavi s podatki o prodajnih poslih, namreč niso bili posamično pregledani in urejeni.

## 5.2 Rezultat – razvojni model najemnin za pisarne

Rezultat modeliranja podatkov vrednosti najemnin je posplošena tržna najemнина, izračunana na podlagi razvojnega modela za najemnine. Modeliranje je bilo izvedeno v več iteracijah, da bi ugotovili, kateri dejavniki (neodvisne spremenljivke) pomembno vplivajo na časovno prilagojeno najemnino. Ugotovili smo, da na časovno prilagojeno najemnino pomembno vpliva pet dejavnikov. V končnem modelu je

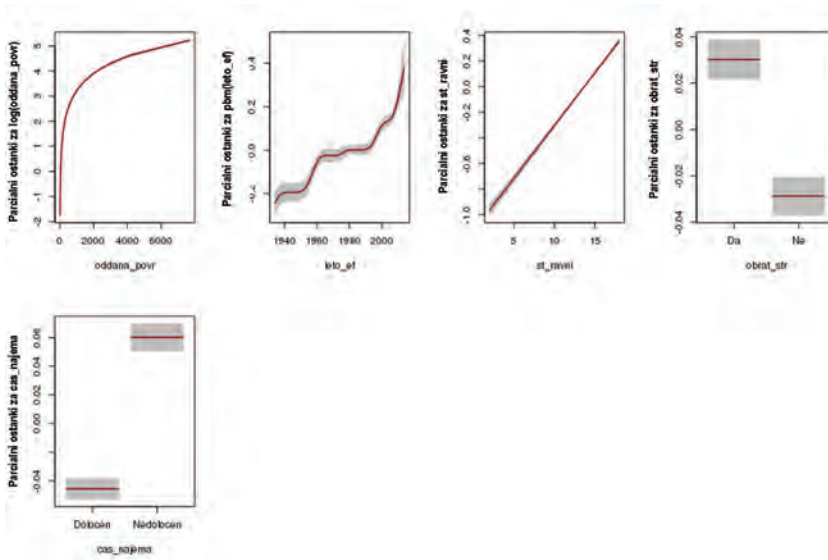
bilo upoštevanih 5514 najemov pisarn (vrsta oddane površine je 5 – pisarniški prostori).

Enačba razvojnega modela se glasi:

$$\log(ptn) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log(oddana\_povr) + \beta_2 \cdot st\_ravni + \beta_3 \cdot obrat\_str + \beta_6 \cdot cas\_najema + f_{PBM}(leto\_ef) \quad (3)$$

kjer je *ptn* časovno prilagojena efektivna najemnina.

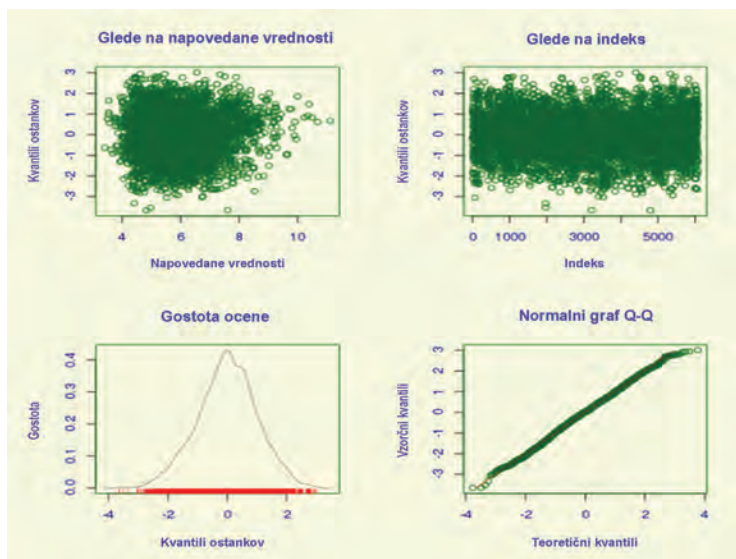
Rezultati razvojnega modela so navedeni na sliki 4.



Slika 4: Prikaz časovno prilagojene efektivne najemnine *ptn* glede na neodvisne spremenljivke za razvojni model (lastni izračun, opravljen v RStudiu (2015)).

Slika 4 kaže, da je upoštevanje vseh neodvisnih spremenljivk, za katere so podatki na voljo, v modelu smiselno. Opazimo lahko, da je za večje površine najemnina večja. Krivulja je takšna, ker je na prikazu vrednost za lastnost oddana površina (*oddana\_povr*) logaritmirana, vrednost časovno prilagojene efektivne najemnine (*ptn*) pa ne. Dejansko gre za linearno povezanost med spremenljivkama. Ugotavljamo, da za stavbe, zgrajene po letu 1990, velja, da je najemnina za novejša stavba neprimerno višja kot za starejša, medtem ko se najemnina za stavbe, zgrajene med letoma 1964 in 1990, bistveno ne spreminja. Opazimo lahko tudi, da so najemnine v stavbah z efektivnim letom pred 1950 kar za 20 % nižje kot najemnine v stavbah z efektivnimi letom med 1964 in 1990. Ta skok je najbrž posledica sprememb predpisov za gradnjo v seizmičnih območjih iz leta 1962, ki so bili sprejeti v začetku leta 1963, in manjših dopolnil po potresu v Skopju (leta 1963), uveljavljenih leta 1964 za celotno Jugoslavijo (Bubnov, 1981). Ti predpisi so spremenili standarde gradnje. Graf prikazuje linearno povezanost neodvisne spremenljivke številka ravni (*st\_ravni*) in odvisne spremenljivke časovno prilagojena efektivna najemnina (*ptn*), ki pa je bila glede na predhodne analize vsiljena. Vključenost obratovalnih stroškov (*obrat\_str*) v najemnino doda k vrednosti najemnine 6 %. Najemnine z nedoločenim časom najema so za 10 % višje kot najemnine z določenim (omejenim) rokom trajanja najema. S tem modelom je opisane skoraj 92 % variabilnosti.

Tudi ostanki končnega razvojnega modela (slika 5) kažejo bistveno drugačno podobo, kot jo kaže slika 3. V primerjavi s sliko 3 slika 5 prikazuje enakomerno razpršenost ostankov (homoskedastičnost). Ostanki končnega razvojnega modela (slika 5) so v primerjavi s preliminarnim modelom (slika 3) porazdeljeni po normalni porazdelitvi (spodnji sliki) in ne izrisujejo posebne oblike (zgornja izrisa). Vsi izrisi na sliki 5 nakazujejo, da v rezultatih ni osamelcev.



Slika 5: Ostanki končnega modela (lastni izračun, opravljen v RStudiu (2015)).

V končnem modelu so ostanki porazdeljeni približno po normalni porazdelitvi. Model je zato veljaven. Ugotovili smo, da na odvisno spremenljivko časovno prilagajena efektivna najemnina vplivajo neodvisne spremenljivke oddana površina, efektivno leto, lokacija, vključenost obratovalnih stroškov in čas najema. Lokacijo nepremičnine upoštevamo prek številke ravni vrednostne cone, v kateri je, kar je iz predhodnih analiz Geodetske uprave RS izveden podatek. Iz končnega modela sta bili izločeni dve spremenljivki, in sicer vrsta oddane površine in opremljenost. Izkazalo se je namreč, da so brez pregleda posameznega najemnega posla uporabni le rezultati za vrsto oddane površine 5 – pisarniški prostori. Druge podatke bilo treba posamezno pregledati, ker lahko predstavljajo lokale, ki ne spadajo v model pisarn. Spremenljivko opremljenost smo izločili iz modela, ker na vrednost najemnine nima značilnega vpliva.

### 5.3 Izračun posplošene tržne najemnine

V množičnem vrednotenju nepremičnin v Republiki Sloveniji posplošene tržne vrednosti nepremičnin določamo z modeli vrednotenja, ki so sestavljeni iz vrednostnih con in vrednostnih ravni (vpliv lokacije), relacijskih tabel (vpliv velikosti in starosti) ter faktorjev vrednotenja (vplivi drugih lastnosti nepremičnine; Smodiš, 2011; Uredba o določitvi modelov vrednotenja, 2011). Zaradi primerljivosti modelov vrednotenja (model na podlagi prodajnih poslov) z modeli najemnin smo želeli v tem članku opisan začetni model najemnin (poglavje 5.2) preoblikovati v obliko, ki je primerljiva z drugimi modeli vrednotenja množičnega vrednotenja nepremičnin pri Geodetski upravi RS. Pri tem smo za izračun posplošene

tržne najemnine zvezne spremenljivke ( $st\_ravni$ ,  $leto\_ef$  in  $oddana\_povr$ ) razvrstili v vrednostne tabele, binarni spremenljivki ( $obrat\_str$ ,  $cas\_najema$ ) pa smo upoštevali kot faktorja vrednotenja. Posplošena tržna najemnina se izračuna po enačbi:

$$ptn = (N_{VT\_osnova} + N_{VT\_dodatni\_m^2} \cdot P_{dodatni\_m^2}) \cdot F_{obrat\_str} \cdot F_{cas\_najema} \quad (4)$$

kjer so  $N_{VT\_osnova}$  odčitek za najemnino osnove iz vrednostne tabele ( $VT$ ),  $N_{VT\_dodatni\_m^2}$  odčitek za najemnino dodatnega  $m^2$  iz vrednostne tabele,  $P_{dodatni\_m^2}$  razlika med oddano površino in spodnjo mejo razreda, v katerega se uvršča predmetna nepremičnina,  $F_{obrat\_str}$  predstavlja faktor vpliva obratovalnih stroškov in  $F_{cas\_najema}$  faktor vpliva trajanja najema. Faktorja vrednosti znašata:

$$F_{obrat\_str} = \begin{cases} 1,00; & obrat\_str = NE \\ 1,06; & obrat\_str = DA \end{cases}, F_{cas\_najema} = \begin{cases} 0,90; & cas\_najema = dolocen \\ 1,00; & cas\_najema = nedolocen \end{cases} \quad (5)$$

Najemnino iz vrednostne tabele preberemo glede na ustrezen stolpec za efektivno leto in vrstico za oddano površino. Vrednostne tabele smo izračunali iz relacijske tabele ( $RT$ ), ki upošteva vpliv starosti in velikosti, ter tabele vrednostnih ravni ( $TVR$ ), ki številko vrednostne ravni poveže z najemnino referenčne nepremičnine. Relacijska tabela (preglednica 2) v posamezni celici navaja relacijo glede na referenčno nepremičnino, ki je v preglednici obarvana z rumeno. V tem modelu je bila referenčna nepremičnina izbrana kot nepremičnina z naslednjimi lastnostmi: vrsta oddane površine je 05 – pisarna, oddana površina pisarne je  $30 m^2$ , efektivna starost je v obdobju med letoma 1975 in 1984. Takšna referenčna nepremičnina je bila izbrana zaradi poenotenja z modelom prodaj.

Vsaka celica vrednostne tabele je razdeljena na osnovo oddane površine in dodatni  $m^2$ . Odčitek za najemnino iz vrednostne tabele je izračunan po obrazcu:

$$N_{VT\_osnova} = \frac{R_{RT}^{osnova}}{100} \cdot N_{TVR} \quad (6)$$

$$N_{VT\_dodatni\_m^2} = \frac{R_{RT}^{dodatni\ m^2}}{100} \cdot N_{TVR} \quad (7)$$

kjer so  $R_{RT}^{osnova}$  relacijski faktor iz relacijske tabele, odvisen od oddane površine in efektivnega leta, najemnina referenčne nepremičnine, odvisna od številke vrednostne ravni,  $R_{RT}^{dodatni\ m^2}$  relacijski faktor iz relacijske tabele za vsak dodatni  $m^2$ , ki presega spodnjo mejo razreda, v katerega pade predmetna nepremičnina. Podatki za  $R_{RT}^{osnova}$  in  $R_{RT}^{dodatni\ m^2}$  so navedeni v preglednici 2, podatki za  $N_{TVR}$  pa v preglednici 3.

Preglednica 2: Relacijska tabela (RT) modela najemnin za pisarne za spremenljivki oddana površina in efektivno leto

Oddana površina (m <sup>2</sup> )	Efektivno leto																	
	1953	1954	1964	1965	1974	1975	1984	1985	1994	1995	1999	2000	2004	2005	2009	2010	2013	2014
<b>0–29</b>	<b>osnova</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,37	3,13	3,27	3,33	3,37	3,60	3,80	3,97	4,50	5,03							
<b>30–49</b>	<b>osnova</b>	<b>71</b>	<b>94</b>	<b>98</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>108</b>	<b>114</b>	<b>119</b>	<b>135</b>	<b>151</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,30	3,05	3,20	3,25	3,25	3,50	3,70	3,85	4,40	4,90							
<b>50–99</b>	<b>osnova</b>	<b>117</b>	<b>155</b>	<b>162</b>	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>178</b>	<b>188</b>	<b>196</b>	<b>223</b>	<b>249</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,26	3,00	3,14	3,20	3,22	3,48	3,66	3,80	4,32	4,82							
<b>100–149</b>	<b>osnova</b>	<b>230</b>	<b>305</b>	<b>319</b>	<b>325</b>	<b>327</b>	<b>352</b>	<b>371</b>	<b>386</b>	<b>439</b>	<b>490</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,24	2,98	3,10	3,16	3,20	3,42	3,60	3,76	4,28	4,80							
<b>150–299</b>	<b>osnova</b>	<b>342</b>	<b>454</b>	<b>474</b>	<b>483</b>	<b>487</b>	<b>523</b>	<b>551</b>	<b>574</b>	<b>653</b>	<b>730</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,21	2,94	3,07	3,13	3,15	3,39	3,57	3,71	4,23	4,72							
<b>300–599</b>	<b>osnova</b>	<b>674</b>	<b>895</b>	<b>935</b>	<b>953</b>	<b>960</b>	<b>1031</b>	<b>1087</b>	<b>1131</b>	<b>1287</b>	<b>1438</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,18	2,90	3,03	3,09	3,11	3,34	3,52	3,66	4,16	4,66							
<b>600–1999</b>	<b>osnova</b>	<b>1328</b>	<b>1764</b>	<b>1843</b>	<b>1879</b>	<b>1893</b>	<b>2032</b>	<b>2142</b>	<b>2230</b>	<b>2536</b>	<b>2835</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,14	2,84	2,96	3,02	3,04	3,27	3,44	3,59	4,08	4,56							
<b>2000–4999</b>	<b>osnova</b>	<b>4318</b>	<b>5735</b>	<b>5992</b>	<b>6107</b>	<b>6152</b>	<b>6604</b>	<b>6963</b>	<b>7249</b>	<b>8244</b>	<b>9215</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,09	2,78	2,90	2,96	2,98	3,20	3,37	3,51	3,99	4,46							
<b>5000–</b>	<b>osnova</b>	<b>10.591</b>	<b>14.065</b>	<b>14.697</b>	<b>14.979</b>	<b>15.088</b>	<b>16.198</b>	<b>17.079</b>	<b>17.780</b>	<b>20.220</b>	<b>22.601</b>							
	<i>dodatni m<sup>2</sup></i>	2,07	2,75	2,87	2,93	2,95	3,17	3,34	3,47	3,95	4,42							

Tabela vrednostnih ravni (preglednica 3) prikazuje najemnino referenčne nepremičnine (*osnova*) za različne vrednostne ravni.

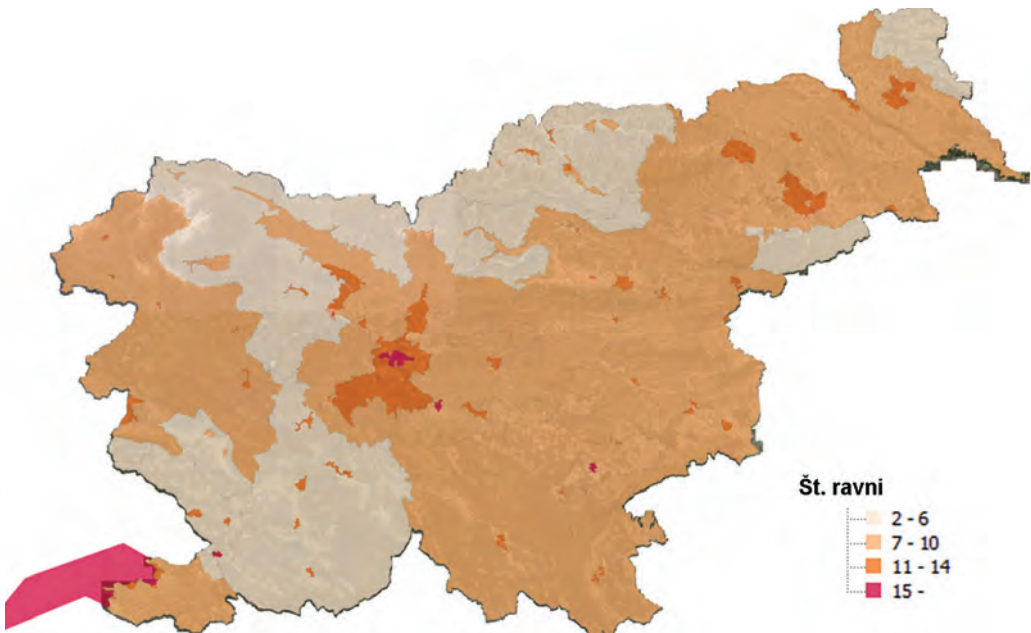
Preglednica 3: Tabela vrednostnih ravni (TVR) modela PPP za najemnine

Št. vrednostne ravni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Najemnina referenčne nepremičnine (<math>N_{TVR}</math>)</b>	<b>85</b>	<b>92</b>	<b>100</b>	<b>108</b>	<b>118</b>	<b>128</b>	<b>139</b>	<b>151</b>	<b>164</b>	<b>178</b>
Št. vrednostne ravni	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Najemnina referenčne nepremičnine (<math>N_{TVR}</math>)</b>	<b>193</b>	<b>209</b>	<b>227</b>	<b>247</b>	<b>268</b>	<b>291</b>	<b>316</b>	<b>343</b>	<b>373</b>	<b>405</b>

Slika 6 posplošeno prikazuje številke ravni za model najemnin za pisarne za celotno območje Republike Slovenije.

Opazimo lahko, da so najvišje ravni vrednostnih con v urbanih središčih in na Obali, najnižje pa na večjih, manj poseljenih območjih, z malo poslovnimi prostori in posledično malo najemnimi pogodbami, kjer najemnega trga tako rekoč ni.





Slika 6: Posplošen prikaz številke ravni vrednostnih con (lastni prikaz, pripravljen v OpenJUMP-u (The JUMP Pilot Project, 2008)).

Čeh in sod. (2012) so za Helsinke ugotovili, da na višino najemnine za pisarne vpliva predvsem gostota avtomobilskega prometa. Najemnina je odvisna tudi od efektivne starosti stavbe, pri čemer z večanjem efektivne starosti najemnina pada, kar je enak rezultat kot pri razvojnem modelu najemnin za pisarne na območju Slovenije, ob upoštevanju razlike, da Čeh in sod. (2012) opravljajo izračune z efektivno starostjo, pri razvojnem modelu najemnin pa se v izračunu upošteva efektivno leto. Najemnina v Helsinkih je večja na območjih, kjer je gostota pisarn večja, na višino najemnine pa negativno vpliva tudi večja oddaljenost od uvoza na avtocesto in poslovnih središč. Ta dejavnika smo v razvojnem modelu najemnin za pisarne na območju Slovenije poskušali delno upoštevati z oblikovanjem vrednostnih con. V prihodnje bi ju bilo smiselno dodati v model in opazovati njun vpliv.

## 6 RAZPRAVA IN SKLEPNE UGOTOVITVE

V prispevku smo obravnavali poskusno izgradnjo modela najemnin za pisarne na območju Republike Slovenije. Ugotovili smo, da na najemnine pisarn najbolj vplivajo podatki o oddani površini, efektivnem letu, lokaciji, trajanju najema ter vključenosti obratovalnih stroškov v najemnino. Ker vhodni podatki niso bili podrobno kontrolirani, so bile opravljene predhodne analize, s katerimi bi odkrili morebitne osamelce. Preostali podatki so bili nato vsebinsko kontrolirani in ob ugotovitvi, da nekateri ne predstavljajo tržnega najema ali ne odražajo stanja najemnega trga, izločeni iz nadaljnje analize. Za vsebinsko pravilno postavitve modela najemnin pisarn, obratovalnih stroškov v modelu ne bi smeli upoštevati s faktorjem, temveč bi morali ugotoviti dejanske oziroma ocenjene stroške in jih odšteti od efektivne najemnine. Podatke o obratovalnih stroških bomo v prihodnje poskusili pridobiti na podlagi pogovorov z najemodajalci. Menimo, da se obratovalni stroški razlikujejo glede na makro lokacijo posamezne

nepremičnine, predvsem zaradi različnih stroškov ogrevanja na različnih območjih Slovenije, hkrati pa se razlikujejo glede na starost toplotnega ovoja stavbe. V prihodnje bi bilo smiselno v model vključiti še zvezni podatek, vezan na lokacijo, ki se nanaša na gostoto poslovnih prostorov, torej število poslovnih prostorov v bližini, oddaljenost od glavnih poslovnih con, bližino in predvsem frekvenco cestnega prometa podobno, kot je bilo izvedeno za helsinško regijo.

Uporaba modela GAMLSS je pokazala učinkovite rezultate v postopku oblikovanja modelov najemnin, ker omogoča upoštevanje nelinearnih odnosov med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami ter časovno prilagajanje in upoštevanje lokacije. Dobro zgrajen model najemnin pisarn bi bil lahko dodaten podatek k izboljšanju modela množičnega vrednotenja pisarn, ki ima pomanjkljivost v majhnem številu prodaj. V tej analizi je bilo podanih nekaj ključnih informacij za nadaljnje delo. Izkaže se, da posamična kontrola večine najemnih poslov pisarn za kakovost modela ni bistvena. Za izboljšanje vhodne zbirke podatkov je ustrezno, da se ugotovijo osamelci, ki se podrobneje pregledajo in ob morebitni napaki v podatkih tudi izločijo. V prihodnje bi bilo smiselno izvesti še pregled najemnih poslov s pisarnami, ki so jih najemodajalci opredelili kot prostore za poslovanje s strankami in prostore za zdravstveno dejavnost. Predvidevamo, da je velika variabilnost najemnin teh prostorov posledica napačnega uvrščanja glede na vrsto oddane površine in napačnega poročanja ter da gre za poslovne prostore, ki spadajo v model vrednotenja za lokale. Če bi to držalo, bi bilo smiselno poročevalce dodatno izobraziti o poročanju o vrsti oddane površine.

## Literatura in viri:

- Boykin, J. H., in Gray, M. T. (1994). The relevance and application of the gross income multiplier. *The Appraisal Journal*, 62(2), 203–208. [https://professional.sauder.ubc.ca/re\\_creditprogram/course\\_resources/courses/content/330/11\\_Boykin%20-%20The%20Relevance%20and%20Application%20of%20the%20Gross%20Income%20Multiplier.pdf](https://professional.sauder.ubc.ca/re_creditprogram/course_resources/courses/content/330/11_Boykin%20-%20The%20Relevance%20and%20Application%20of%20the%20Gross%20Income%20Multiplier.pdf), pridobljeno 16. 11. 2016.
- Bubnov, S. (1981). Vloga države pri zmanjševanju posledic potresov v SFRJ. *Gradbeni vestnik*, 30 (8), 174–177.
- Čeh, M., Viitanen, K., in Peruš, I. (2012). A non-parametric CAE approach to office rents: Identification of Helsinki metropolitan area submarkets. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 460–471.
- Eilers, P. H., in Marx, B. D. (1996). Flexible smoothing with B-splines and penalties. *Statistical science*, 89–102. [https://projecteuclid.org/download/pdf\\_1/euclid.ss/1038425655](https://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.ss/1038425655), pridobljeno 2. 10. 2016.
- Geodetska uprava Republike Slovenije (2016a). Polletno poročilo o slovenskem nepremičninskem trgu za leto 2016. [http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/etn/Porocila/Polletno\\_porocilo\\_za\\_letno\\_2016.pdf](http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/etn/Porocila/Polletno_porocilo_za_letno_2016.pdf), pridobljeno 2. 10. 2016.
- Geodetska uprava Republike Slovenije (2016b). Poročilo o evidentiranih najemnih poslih na slovenskem nepremičninskem trgu. [http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/etn/Porocila/Porocilo\\_o\\_najemnih\\_poslih\\_2016.pdf](http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/etn/Porocila/Porocilo_o_najemnih_poslih_2016.pdf), pridobljeno 2. 10. 2016.
- Geodetska uprava Republike Slovenije (2016c). Obrazec za poročanje o najemnem pravnem poslu. [http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZMVN\\_am/Obrazec\\_Porocanje\\_o\\_najemnem\\_poslu.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ZMVN_am/Obrazec_Porocanje_o_najemnem_poslu.pdf), pridobljeno 2. 10. 2016.
- Geodetska uprava Republike Slovenije (2014). Vodič za poročanje v evidenco trga nepremičnin. [http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/etn/Aplikacija/Vodic\\_za\\_porocanje\\_v\\_ETN\\_141121.pdf](http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/etn/Aplikacija/Vodic_za_porocanje_v_ETN_141121.pdf), pridobljeno 2. 10. 2016.
- Gloudemans, R. J. *Mass Appraisal of Real Property*. (1999). Chicago: International Association of Assessing Officers.
- Mayr, A., Fenske, N., Hofner, B., Kneib, T., in Schmid, M. (2010). GAMLSS for high-dimensional data – a flexible approach based on boosting. *Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Statistik*, 98 <https://epub.ub.uni-muenchen.de/11938/1/TR098.pdf>, pridobljeno 2. 11. 2016.
- Mednarodni standardi ocenjevanja vrednosti (2013). 106 str. <http://www.si-revizija.si/sites/default/files/ocenjevalci/msov-2013.pdf>, pridobljeno 21. 10. 2016.
- RStudio Team (2015). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Rigby, R. A., in Stasinopoulos, D. M. (2005). Generalized additive models for location, scale and shape. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 54 (3), 507–554. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9876.2005.00510.x>. <http://www.gamlss.org/wp-content/uploads/2013/01/gamlss-rss.pdf>, pridobljeno 2. 11. 2016.
- Smodiš, M. (2008). Postopek generalnega vrednotenja nepremičnin. *Geodetski vestnik*, 52 (4), 716–727.
- Stasinopoulos, D. M., in Rigby, R. A. (2007). Generalized additive models for location scale and shape (GAMLSS) in R. *Journal of Statistical Software*, 23 (7), 1–46. <https://www.jstatsoft.org/article/view/v023i07/v23i07.pdf>, pridobljeno 2. 11. 2016.
- Suhadolc, M. (2009). Uporaba načina kapitalizacije donosa v sistemu množičnega vrednotenja posebnih nepremičnin. *Geodetski vestnik*, 53 (3), 580–589.

The JUMP Pilot Project (2008). OpenJUMP GIS – The free and open source Java-based desktop GIS. <http://www.openjump.org/>, pridobljeno 1. 10. 2015.

Pravilnik o vodenju podatkov v evidenci trga nepremičnin ter načinu pošiljanja podatkov (2013). Ur. l. RS, št. 51.

Uredba o določitvi modelov vrednotenja nepremičnin (2011). Ur. l. RS, št. 95.

Zakon o evidentiranju nepremičnin (2006). Ur. l. RS, št. 47.

Zbirka vrednotenja nepremičnin. <http://prostor3.gov.si/zvn/zvn/ZVN.html>, pridobljeno 15. 10. 2016.



Ulbl, M., Štembal, R., Smodiš, M. (2016). Razvojni model množične ocene vrednosti tržnih najemnin za pisarne. Geodetski vestnik, 60 (4): 627-643. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.627-643

**Mag. Melita Ulbl, univ. dipl. inž. geod.**  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Območna geodetska uprava Maribor  
Ulica Heroja Tomšiča 2, 2000 Maribor  
e-naslov: melita.ulbl@gov.si

**Rok Štembal, univ. dipl. ekon.**  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: rok.stembal@gov.si

**Mag. Martin Smodiš, univ. dipl. inž. geod.**  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: martin.smodis@gov.si

# VPLIV DAVČNE NEPREMIČNINSKE POLITIKE IN PRIHODKOV OBČIN NA NOTRANJE SELITVE: ŠTUDIJA PRIMERA ZA MESTNO OBČINO LJUBLJANA

# IMPACT OF THE REAL ESTATE TAXATION AND MUNICIPAL REVENUE ON DYNAMICS OF INTERNAL MIGRATION: CASE STUDY FOR CITY MUNICIPAL OF LJUBLJANA

Petra Janež, Marija Bogataj, Samo Drobne

UDK: 336.226.212:331.556.2  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01  
Prispelo: 30. 7. 2016  
Sprejeto: 25. 11. 2016

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.644-684  
SCIENTIFIC ARTICLE  
Received: 30. 7. 2016  
Accepted: 25. 11. 2016

## IZVLEČEK

Med pomembnimi dejavniki, ki vplivajo na notranje selitve, je obdavčitev nepremičnin. V prispevku obravnavamo vpliv obdavčitve nepremičnin na tokove stalnih selitev med prostorskimi enotami na lokalni ravni. Predstavljen je vpliv spremenjene davčne politike, predvidene s sicer razveljavljenim Zakonom o davku na nepremičnine, na privlačnost in lepljivost slovenskih občin za tokove selivcev. Za namene proučevanja smo razvili prostorski interakcijski model selitev. Poleg davčne stopnje, ki prek stanovanjske rente vpliva na ceno stanovanjskih nepremičnin in prihodek občine, smo v model vključili še druge pojasnjevalne spremenljivke, in sicer: število prebivalcev, čas potovanja, zaposlenost, povprečni bruto osebni dohodek, prihodek občine na prebivalca, stanovanjske površine na prebivalca in povprečno ceno za kvadratni meter stanovanja. Na podlagi razpoložljivih podatkov smo s pridobljenim modelom z vključitvijo davčne stopnje kot odločitvene spremenljivke analizirali vpliv davčne politike na privlačnost občin v ponoru za selivce v Sloveniji in podrobneje v Mestni občini Ljubljana. Analizirali smo tudi spremembe v prihodkih občin iz naslova obdavčitve nepremičnin obravnavanih območij za selivce.

## KLJUČNE BESEDE

stanovanjska renta, davek na nepremičnine, cena stanovanjskih nepremičnin, prihodek občine, prostorski interakcijski model, notranje selitve

## ABSTRACT

One of the main factors affecting changes in internal migration is real estate taxation. In this paper, we analyse the impact of real estate taxation on internal migration flows of human resources between spatial units at the local level. We address the impact of changed taxation policy on the attractiveness and stickiness of Slovenian municipalities on the dynamics of migration for internal migration flows according to the annulled Real Property Tax Act. To this end, a spatial interaction model for internal migration flows was developed. In addition to the tax rate, which influences municipal revenues and the price of real estate through housing rents, we included other significant explanatory variables in our model. These include population size, distance, employment, gross personal income, municipal revenues, residential area per capita and the average price per square metre of floor space. On the basis of available data and including tax rate as a decision variable in the spatial interaction model, the impact of taxation policy on the attractiveness of municipalities of destination for migration is analysed in more detail in the case study for the Municipality of Ljubljana. Based on available data, we also analysed the changes in municipal revenue brought on by the changes in taxation of real estate in all municipalities in Slovenia for migration flows.

## KEY WORDS

housing rent, real estate tax, market value of residential real estate, municipal revenue, spatial interaction model, internal migration

## 1 INTRODUCTION

In spatial economics, it is an important issue how to attract migration flows to a given local community, for instance, a municipality and how to retain the population in that municipality; see e.g. Tiebout (1956, 1961), Tullock (1971), Chun (1996). Slovenia has no institutionalized intermediate level of government between the state and municipalities. That is why municipalities represent a basic cell for realizing regional development with certain development objectives at state level. The achievement of these objectives is strongly linked to the financing of municipalities, their economic power and stability. The Republic of Slovenia highlights the welfare of each individual as the central objective of social development, whereby changes in economy and society are focused on raising the welfare of current and future generations (the Spatial Development Strategy of Slovenia 2014-2020 (draft), the Ministry of Economy, 2013 and the RS Development Report, the Institute of Macroeconomic Analysis and Development, 2015). Special attention has been given to the projection of demographic trends.

In this paper, we discuss migration flows between municipalities in the Republic of Slovenia. Permanent migration (hereinafter: migration) is a spatial phenomenon, whereby individuals or groups of people change residence (Bole, 2004) between the analysed spatial units (added by authors). Migrations have long-term consequences on the transport policy, infrastructure and other spatial structures. Migrations are strongly linked with the real estate market. Migrations are an important and complex phenomenon and have a significant impact on demographic, economic and wider social development (Bevc, 2000). By applying theoretical and empirical studies of migrations flows, we can explain important consequences of migration flows. Empirical research significantly contributes to a better understanding of these demographic dynamics serving to improve political decision-making connected to activities which affect the physical environment and the management of facilities within this environment. Furthermore, they facilitate discussions about the taxation policy parameters as a potential regulator of city growth. Using various mechanisms of development policies, municipalities or regions can influence the development of their territory and consequently the future demographic dynamics. The term "urban development" refers to changes in settlement conditions and the changing structure of cities in response to economic and social conditions (Drozg, 2008). Spatial development stems from the implementation of several public policies; their impact can be direct (e.g. the construction of transport infrastructure) and indirect (e.g. tax policy measures) (Miklavčič et al., 2016). Municipalities are obligated to manage their revenues in such a way as to offer public services and take care of spatial development (Pichler Milanović et al., 2008). Municipalities should create conditions that will ensure a high-quality living environment and establish an attractive business environment (Nared et al., 2016).

Migrations can be analysed using gravity models (GM) or spatial interaction models (SIM). The first mathematical model of migrations, which was based on the physical law of gravitation, was published by Young (1924). Wilson (1971, 1974) extended the gravity model into a spatial interaction model, which was then generalized by Cesario (1973, 1974). Lowry (1964) was one of the first to present the possibilities of a dynamic treatment of this type of gravitation, whereby employment and construction of residential buildings were core issues. These types of models are used to analyse the impact of variables in the origin of migration flows where stickiness is examined, and on migration flows in the destination, where we examine attractiveness and the impact of distances between the origins and the destinations on migration flows (Haynes in Fotheringham, 1984; Fotheringham and O'Kelly, 1989; Sen and Smith, 1995).

Chun (1996) argues that migrations are a means of achieving both economic efficiency and equity. Anjomani (2002) notes that local authorities are becoming increasingly aware of the importance of migrations for achieving the development of urban areas and social prosperity. Using the gravitation model, municipalities can make better political decisions and create new possibilities for growth by implementing more suitable local policies, and therefore increasing the prosperity of its inhabitants and users of their services. One of the better political decisions that can be made by municipalities is implementing a more appropriate taxation strategy, which is reflected in the social and economic effectiveness of municipalities. This raises the question of whether a different real estate taxation policy would affect immigration and/or emigration and consequently the technical increase of population in municipalities.

The purpose and aim of our research is to present a spatial interaction model for studying the stickiness of the municipality of origin and the attractiveness of the municipality of destination with regard to the migration between municipalities in Slovenia. Using this model, we can analyse the impact of changed municipality revenues and changed prices of real estate (arising from the change in real estate taxation) on the attractiveness of the municipality of destination. In the following, we first define the problem by expounding on internal migrations and their treatment in SIM, which was developed by Drobne and Bogataj (2005, 2009, 2011, 2013) as well as Bogataj et al. (2004) and Bogataj and Bogataj (2007, 2011). They wrote about the impact of the spatial policies and investments in better transport infrastructure on migration flows. The next part deals with defining municipal revenues and the price of real estate in terms of changed taxation. In the third section, we present the methodology of research, i.e. databases and the working method. The results of assessing the parameters of migration flows between municipalities and the changes in municipal revenue brought on by the introduction of the new real estate tax are presented in the fourth section. In the final section of the paper, a case study is presented about the impact of the changed tax rate on real estate in the Municipality of Ljubljana (MOL) and on its attractiveness for migrants. The paper concludes with a discussion and offers suggestions on future work.

## 2 PRESENTATION OF THE PROBLEM

### 2.1 Migration and the spatial interaction model

Greenwood and Hunt (2003) prepared an overview of empirical studies from Ravenstein (1885, 1889) onwards. The authors concluded that many migrations in the past were directed towards larger urban centres, which resulted in the growth of towns and urbanization during the industrialization period. Shuai (2012) notes that commuting in particular has a positive and significant impact on migration flows. An increase in the cost of commuting or a reduction in the cost of migration tends to increase the likelihood of a commuter deciding to move. Whereas lower costs of migration may attract city residents to nearby locations outside of the city, lower costs of commuting and less expensive real estate typically encourage people to commute. Similar conclusions were drawn by Lundholm (2010), who argues that the willingness for longer commuting creates the conditions for deciding whether or not to migrate. It can therefore be concluded that better conditions for commuting can both impede and facilitate migrations (Drobne, Rajar in Lisec, 2013): an example of speeding up migration flows would be the migration from urban to rural areas (suburbanization) and commuting to work on a daily basis, as already evident in the municipalities located in the suburbs of Ljubljana (Ravbar, 2005).

Bevc and Uršič (2013) looked at national statistics and found that the number of migrations within Slovenia increased absolutely and relatively during the 1995-2007 period. Despite methodological and substantive changes in the migration data capture in 2008 (Slovenian Statistical Office – SURS, 2009), statistics show steadily increasing inter-municipal migrations in Slovenia from 2009 onwards as well. The authors found that the average age of migrants has risen from 28 years in the 1990s to 30 years in the 2001-2007 period. During the 2008-2011 period, it had already risen to 34 years (Bevc in Uršič, 2013). This points to the fact that the changes in the retirement policy and an aging population are also changing the intensity of commuting flows and migration flows.

Bogataj, Drobne and Bogataj (1993), Bogataj (2000), Bogataj and Drobne (2005), Drobne and Bogataj (2005, 2009, 2011), Drobne, Bogataj and Bogataj (2008), Drobne and Bogataj (2013), Drobne, Rajar and Lisec (2013) and Drobne (2014) studied migration and commuting (with the use of SIM) as a substitute and a complement to migrations over different spatial structures in Slovenia and Europe. Spatial interactions are mutual influences between locations representing movement or communication over a geographical space. Spatial sciences are mostly concerned with interactions resulting from human activity, namely migration, daily and weekly commuting, daily and weekly migration and commuting flows of high school and college students, flows of information or goods and the like (Fotheringham and O’Kelly, 1989; Nijkamp and Reggiani, 1992). The study of migration between municipalities and regions therefore only constitutes a segment within a broader framework of examination. The SIM differ according to mathematical formulation, restrictions, data source, calibration, convergence criteria and other parameters. The selection of and change in the type of SIM must be fit for purpose (Horak, Ivan and Tesla, 2014; Drobne, 2016).

According to Wilson (1971), spatial interaction models are of long-term importance for studies in social sciences, not only in geography, but also in economics and sociology and many other sciences dealing with geographical space. By using SIM, we can analyse the impact of many explanatory variables on migration flows and daily or weekly commuting and the interrelations between them. Prashker et al. recognized the following groups of factors, which influence the choice of residence (Prashker, Shiftan in Hershkovitch-Sarusi, 2008): (a) residential unit characteristics (size and type of housing, possibility of parking, sound and heat insulation, view, building age, maintenance and other special characteristics); (b) location characteristics (characteristics relating to the quality of living in a given environment; the surrounding area affects the quality of residence and the way of life in the household; examples of such attributes are the socio-economic status of the area, education structure, the degree of security, opportunity for shopping and vacation, traffic, noise, air pollution and others); (c) accessibility characteristics (accessibility to various urban/rural/intermediate functions and activities that are interesting for individuals, such as work, shopping and vacation; commuting is one of the most frequently examined activities in professional literature; therefore, work accessibility is supposedly (ibid.) the most important aspect when choosing the location of residence; (d) individual characteristics (age, children, marital status, education, income, owning a means of transport and other characteristics).

Using the SIM model, we analysed the factors which affect internal migrations in Slovenia. We paid special attention to the impact on intensity of migration flows arising from changed municipal revenues and the impact of taxes on real estate prices because of the changed taxation of real estate in Slovenia.

## 2.2 Municipal revenue

In spatial economics, one of the main issues – from the pioneering work of Tiebout (1956) onwards – has been the distribution of households on the urban real estate market (Ferreira, 2010). Tiebout (1956, 1961) examined the impact of commuting of individuals on the design of fiscal policy in local communities (municipalities). In his model, individuals are moving between areas freely and without cost until they can find an area with the optimal combination of attainable public goods (Hill, 2006). However, attainability also depends on the amount of real estate taxation. Tullock (1971) expanded Tiebout's theory by analysing different locations and taxation in each local community. He found that the differentiated local taxation systems, all other things being equal, influence migration flows. Cebula (1974, 1990, 2002, 2009) in his empirical studies and also with Curran (1978) tested the Tiebout-Tullock hypothesis regarding the impact of local fiscal policy on migration flows. He confirmed the affects of the real estate tax on migration (ibid.). Cebula found that an increase of the real estate tax in state  $j$  by  $p$  % decreases migration flows in  $j$  within the whole analysed economic area (USA) by  $(1 + p)^{-0,00008}$ . Therefore, an increase of 10 % would mean just under 8 migrations less per 1 million migrants, which is an insignificant amount. Unfortunately, Cebula only studied change points, and not changes in the migration from origin to destination; therefore, the determination coefficient in his analysis is low. The proposed SIM in our analysis eliminates that weakness.

Municipal revenues are comprised of various sources (article 6 and 7 of the Financing of Municipalities Act (the Official Gazette of the Republic of Slovenia no. 123/2006, 57/2008, 36/2011 and 14/2015 - ZUUJFO)): "The sources of financing for municipalities are the revenues of the municipal budget from real estate taxes, water vessel tax, real property transaction tax, inheritance and gift tax, gaming tax and other taxes, in accordance with the law governing a particular tax. Financial resources for the municipalities also include revenues from voluntary contributions, levies, fines, concession fees, payment for local services and others in accordance with the legislation that governs individual levies or in accordance with regulations adopted pursuant to law. Municipal revenue also includes the material and financial assets of the municipality, received donations and transfer revenues from the state budget and resources from the European Union funds. Financial resources also include revenue from income tax and other taxes, which are part of the state budget revenue in accordance with law for each financial year in the amount of the total municipal expenditure. One of the tax revenues is tax on property, which is a real property tax comprising of tax on real estate (property tax and the building land use charge) and other taxes for the use of goods and services, including fees for the maintenance of forest roads; see also data of the Ministry of Finance (2016). Our research focuses only on the revenues from taxes on real estate and fees for maintaining forest roads, which will be replaced by the revenue from the new real estate tax. This new estate tax according to the annulled Real Property Tax Act (Official Gazette of the Republic of Slovenia no. 101/2013 and 22/2014 – judgment of the Supreme Court) would replace the current property tax, the building land use charge and fees for the maintenance of forest roads. Due to the current inconsistencies in real estate taxation, the Slovenian government is preparing a new system of real estate tax, which will replace the current levies and overcome the weaknesses existing under the current taxation system. Weaknesses of the current taxation system are: disparities in the taxable objects, disparities in the taxpayer criteria, non-market methods of determining the tax base, different ways of determining the tax base



and the tax amount and differences in identifying tax exemptions and relief. The property tax and the building land use charge are often the subject of complaints; the municipal ordinances are often subjected to constitutional complaints and consequently annulments. Some of the real estate is not even subject to taxation because the municipal databases are incomplete and not up to date. It follows from the above that the current system does not provide sufficient tax revenues to municipalities and does not provide taxation which would have an added affect on the efficiency and stability of municipalities. Filippakopoulou and Potsiou (2014) in their study of real estate taxation in Greece came to the same conclusion as the authors of the new real estate tax in Slovenia, namely that the real estate tax will only be equitable if and when the tax base is equal to the market value and/or the value based on mass appraisal and all real estate becomes subject to taxation. Režek (2004) argues that the introduction of a new real estate tax requires a clear-cut understanding of reasons, objectives and the manner of introduction as well as prior knowledge, estimation and initial guidance of their effects and methods of their subsequent regulation. He emphasises that this is important in order to achieve the necessary degree of the political and social justification and efficiency of the new tax. In fact, one of the basic rights of taxpayers is their prerogative to demand clarity of governmental objectives and to monitor the implementation and fulfilment of those objectives. It is necessary to know how the new legislation will influence the lives of ordinary citizens, which includes examining their level of satisfaction within their community and their willingness to continue living in that same community. New tax legislation will influence the municipal revenue as well as the prices of real estate. Therefore, the paper focuses on the impact of simultaneous changes in the municipal revenue and prices of real estate on the stickiness in the origin for migration flows and on the attractiveness in the destination for migration flows.

We specifically address migration flows to the Slovene capital, which is mentioned in various projects regarding the international role of Slovenian cities (ESPON 1.1.1., 2005). Ljubljana is considered a metropolitan urban area and a globally relevant centre despite its relatively small size. In our case study, we analysed the impact of changes in the revenue of the Municipality of Ljubljana (MOL) on migration flows to MOL if MOL replaced the current revenue from property tax, the building land use charge and fees for maintaining forest roads with the expected revenue coming from the new real estate tax according to the annulled Real Property Tax Act (the Official Gazette of the Republic of Slovenia no. 101/2013 and 22/2014 – judgment of the Supreme Court) and established a tax rate that would differ from the other municipalities in Slovenia. We tested the following hypothesis:

*Hypothesis 1:* An increase/decrease in the revenue of the Municipality of Ljubljana (MOL) arising from the changed taxation of residential real estate would (with the revenues of all other municipalities remaining unchanged) cause an increase or a decrease in the migration flows to MOL.

### 2.3 Prices of residential real estate

The value of urban land is derived from the availability of public utilities and other town and city infrastructure as well as investments in the local community, which is based on the theory of urban rent, presented in detail by Marx in his work *Capital*, Volume III/ Section VI (*Das Kapital, Kritik der politischen Ökonomie, Engels, F. (Ed), 1894*), which was later expanded by Isard (1956), Alonso (1964) and other spatial economists. Their opinion regarding the impact of infrastructure and investment on

rent and value of land in a local community was shared by political economist Henry George (1948) in his work *Progress and Poverty*. According to Wang et al. (2015), the increased value of land on account of investments should be reinvested in the local community through land taxation. This argument was proved by Bogataj (1982) in her dissertation titled “Rent as a Growth Regulator of Urban Agglomerations” by developing a model and numerical examples regarding the correlation between investments in public utilities and capturing the rent differentials. For example, public investments in transportation infrastructure add important value to neighbouring private lots by improving their accessibility. This type of public investment with its positive externalities tends to increase the value of land (Drobne, Bogataj and Liseč, 2008; Liseč and Drobne, 2008); real estate taxation by the government is therefore justifiable.

Tiebout’s model of the impact that fiscal policy has on individuals in a local community (Tiebout, 1956) was expanded by Oates (1969), Hamilton (1975, 1983), Fischel (1975) and Blake (1979). These authors stressed the advantages of real estate tax, which is returned back to the inhabitants through investments in the local public services and is reflected in the capitalized value of real estate. The capitalization of tax in the value of real estate was also empirically proven by Palmona and Smith (1998) as well as de Bartolomé and Rosenthal (1999). Another important study is that of Haughwout et al. (2004), where Tiebout-Oates’s concept (Edel and Sclar, 1974) was transformed into the Haughwout-Inman model, which examines the correlations between municipality revenue, tax revenue, tax rate, non-tax revenue and the price index of local public services. Their model was expanded by Skidmore, Reese and Kang (2012) by including tax competition between different areas. Among newer studies, it is worth mentioning the study of Banzhaf and Oates (2013), which confirms that the capitalization value consists of not only paid real estate tax but also the public debt for financing municipalities. They analysed previous studies regarding the capitalization of real estate tax into the value of real estate and found that Leed in his study from 1985 was the only one who did not find any evidence of the mentioned capitalization of real estate tax into the value of real estate. England (2016) reviewed the literature dealing with the taxpayers who actually bear the economic burden of a real estate tax levied on a rental property. He concluded that owners (landlords) can shift property tax onto renters (tenants), but only when renters are willing to pay for the goods and services offered by their local communities and financed by real estate tax (ibid).

Market value of real estate reflects the expected benefits of real estate use. Glaeser (1996) showed that real estate tax also motivates short-term oriented decision makers in providing better local services. Real estate tax therefore encourages local governments to make larger investments in more favourable future use of real estate, thereby providing financial benefits or better living conditions for taxpayers (and hence voters). Due to the differences in local services that benefit real estate use, real estate reaches different values wherein real estate tax is also capitalized. Accordingly, different taxes in local communities can change migration flows. In this paper, we developed a model, which enables us to study and evaluate the impact of the tax rate on the capitalization rate, which together with residential real estate rent influences the price of real estate. We tested the following hypothesis:

*Hypothesis 2:* A decrease/increase in the tax rate of residential real estate in MOL would cause (through the effects of real estate prices) an increase/decrease in the immigration to MOL, assuming that the tax rate in other municipalities remained the same.

### 3 METHODOLOGY

#### 3.1 Data bases

The data about migration between Slovene municipalities was acquired from the Statistical Office of the Republic Slovenia (SURS). They also provided the data about the inhabitants in the municipality, employment in the municipality, gross personal income in the municipality and usable residential area in square metres. The data on municipal revenue was acquired from the Ministry of Finance of the Republic of Slovenia (MFRS) and the data on the average price per square meter of residential units in the municipality was acquired from the Database of the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia (GURS). The data on a time-spending distance as the fastest travel time by car between the municipality centres of Slovenia was summarized from Drobne and Bogataj (2011). The analysis was performed for the data from 2011. Outdated data present the main limitation of our research, whereby the main contribution is a spatial interaction model, which is presented later.

#### 3.2 Spatial interaction model

We analysed the impact of factors in the origin (stickiness) and destination (attractiveness) on migration flows between municipalities of Slovenia using the Spatial Interaction Model – SIM (Drobne and Bogataj, 2011):

$$S_{ij} = k K(c_{ij})^\beta \Pi_r K(g)_i^{\gamma(g)} K(g)_j^{\alpha(g)} \tag{1}$$

where  $S_{ij}$  signifies the estimated intensity of the migration flow (estimate number of migrants per year) from municipality  $i$  to municipality  $j$ ;  $k$  is the proportionality constant of the model;  $K(c_{ij})$  is the coefficient of the travel time by car between the municipality of origin  $i$  and municipality of destination  $j$ ;  $K(g)_i$  and  $K(g)_j$  is the coefficient of the analysed independent variable  $g$  in the origin  $i$  or in the destination  $j$ ; coefficient of variables is the ratio between the level of variables in the analysed spatial unit (in our case in a municipality) and the average of variables in the analysed spatial area (in our case in Slovenia); the coefficients of analysed variables are explained in Table 1.

The model calibration (1) was performed using the SPSS 23.0 computer software and the OLS method (Ordinary Least Squares Regression). The effects on internal migrations between Slovenian municipalities were estimated through a regression analysis using regression coefficients; regression coefficients  $\beta$  were used to measure the impact of the distance between origin and destination, regression coefficients  $\gamma(g)$  were used to measure the stickiness of coefficients of the analysed variable in the origin,  $K(g)_i$ ; regression coefficients  $\alpha(g)$  were used to measure the attractiveness of coefficients of the analysed variable in the destination,  $K(g)_j$ . In the case of a positive estimated regression coefficient, i.e. an exponent in the potency model (1), the impact of variables on migration flows is said to be positive. In the case of a negative exponent in the potency model (1), the impact of variables on migration flows is said to be negative.

The spatial interaction model (1) can be written as:

$$S_{ij} = k K(c_{ij})^\beta K(POP)_i^{\gamma(POP)} K(POP)_j^{\alpha(POP)} K(ZAP)_i^{\gamma(ZAP)} K(ZAP)_j^{\alpha(ZAP)} \cdot K(BOD)_i^{\gamma(BOD)} K(BOD)_j^{\alpha(BOD)} K(V)_i^{\gamma(V)} K(V)_j^{\alpha(V)} \cdot K(POB)_i^{\gamma(POB)} K(POB)_j^{\alpha(POB)} K(STP)_i^{\gamma(STP)} K(STP)_j^{\alpha(STP)}. \tag{2}$$

Table 1: The variables analysed in the spatial interaction model (1)

Sign	Variable	Definition*	Source
$S_{ij}^*$	Number of migrants from the municipality of origin $i$ to the municipality of destination $j$	Number of migrants from the municipality of origin $i$ to the municipality of destination $j$	SURS
$S_{ij}$	Estimated intensity of migration flow from municipality $i$ to the municipality of destination $j$	Estimated number of migrants from the municipality of origin $i$ to the municipality of destination $j$ based on the calibrated model (1)	Own calculation
$K(c_{ij})$	The coefficient of the time-spending distance as the fastest travel time by car between the centre of the municipality of origin $i$ and the centre of the municipality of destination $j$	The quotient of time-spending distance as the fastest travel time by car between the centre of municipality of origin $i$ and centre of the municipality of destination $j$ and the average time-distance of all interactions in Slovenia	(Drobne and Bogataj, 2011)
$K(POP_o)$	The population coefficient in the municipality	The quotient between the population in the municipality and the average population of a municipality in Slovenia	SURS
$K(ZAP_o)$	The coefficient of employment in the municipality	The quotient: ((the number of employed people in the municipality/active population in the municipality) / (the number of employed people in Slovenia/active population in Slovenia))	SURS
$K(BOD_o)$	The coefficient of average gross personal income per capita in the municipality	The quotient between the average gross personal income per capita in the municipality and the average gross personal income per capita in Slovenia	SURS
$K(V_o)$	The coefficient of the current average net market price per square metre of residential area in the municipality	The quotient between the current average net market price per square metre of residential area in the municipality and the current average net market price per square metre of residential area in Slovenia	GURS
$K(POB_o)$	The coefficient of the municipal revenue per capita in the municipality	The quotient: ((municipality revenue/number of inhabitants) / (revenue of all the municipalities in Slovenia/number of all inhabitants in Slovenia))	MFRS
$K(STP_o)$	The coefficient of the usable residential area expressed in square metres per capita in the municipality	The quotient: ((usable residential area in square metres per capita in the municipality/number of inhabitants in the municipality) / (usable residential area in square metres per capita in all the municipalities in Slovenia/number of all inhabitants in Slovenia))	SURS

Note: All the data is taken from 2011.

### 3.3 The impact of municipality revenue on migrations

One of the present sources of the municipal revenue are the current real estate levies. If all municipalities increase taxation by the same percentage, i.e. by  $v$  %, the coefficient of municipal revenue per capita remains the same, which corresponds to the definition of this coefficient. If only one municipality changes real estate taxation, e.g. municipality  $j$  by  $v$  %, the coefficient in municipality  $j$  changes; consequently, the coefficient in other municipalities changes as well due to the changed average, but the effects here are minor. In the case study (section 5), we analyse the impact of changed real estate taxation on incoming migration flows in the Municipality of Ljubljana (MOL).

The coefficient of municipal revenue per capita in the municipality of destination  $j$  is the quotient between the revenue of municipality  $j$  per capita and the average revenue of all municipalities in Slovenia:

$K(POB)_j = \frac{(POB)_j}{POB}$ . In our calculations, the revenue of the municipality where  $p$  percent of inhabit-

ants live, is increased by  $v$  % to  $POB_j^* = (POB)_j \cdot \left(1 + \frac{v_j(POB)_j}{100}\right)$ ; while assuming that there are  $(100 - p)$

percent of inhabitants living in other municipalities. We also assume that in other municipalities this variable does not change and the average in other municipalities remains the same as before. If the revenue in the municipality of origin does not change, relative changes in the municipality are calculated using a new coefficient (the coefficient during and after the changed revenue) divided by the old coefficient (coefficient before the changed revenue).

### 3.4 Market value of real estate as capitalization of rent

Taxation of real estate influences the actual market value of real estate. The market value of a residential real estate  $V$  is determined by the present discounted value of the stream of rents including the real estate tax. For the sake of simplicity, let us presume that this is a ground rent (perpetual annuity), but similarly, we could also consider the time limitation in the real estate use. If  $R$  stands for the annual amount of ground rent,  $r$  is the profitability rate and the annual real estate tax is expressed as the percentage  $u$  of market value  $V$ , and where the usability of a residential unit goes to infinity, the relationship between the market value and the rent can be written as:

$$V = \frac{(R - u \cdot V)}{r} \rightarrow V \cdot r = R - u \cdot V \rightarrow V = \frac{R}{r + u}, \quad (3)$$

where  $r + u$  is the capitalization rate. A more detailed explanation of this assumption is explained by McDonald and McMillen (2011).

### 3.5 Integration of the taxation model with the model of municipal immigration

Changed proportions in the real estate tax rate between municipalities simultaneously affect the changed coefficient of revenue in the municipality of destination  $j$  and the changed coefficient of the current net market price per square metre of residential area in the municipality of destination. The total flows in the municipality of destination  $j$ , with the other variables remaining the same, are:

$$S_j(\tau_j \geq 0; POB, V) = \frac{S_j(\tau_j < 0; POB, V) \cdot (100 + v_j(POB))^{\alpha(POB)} \cdot 100^{\gamma(POB)}}{\left( p_j \cdot K(POB)_j \cdot \frac{v_j(POB)}{100} + 100 \right)^{\alpha(POB) + \gamma(POB)}} \cdot \frac{(100 + v_j(V))^{\alpha(V)} \cdot 100^{\gamma(V)}}{\left\{ p_j \cdot K(V)_j \cdot \left( \frac{v_j(V)}{100} \right) + 100 \right\}^{\alpha(V) + \gamma(V)}} \tag{4}$$

where  $v_j(POB)$  is the percentage of the changed value of variable  $POB$  in  $j$ ,  $v_j(V)$  is the percentage of the changed value of variable  $V$  in  $j$ .  $\tau$  is time,  $\tau_j < 0$  is time before change,  $\tau_j \geq 0$  is time during change and after change.

It is possible to develop an analogous model for forecasting migration from the municipality of origin  $i$ .

#### 4 PARAMETERS OF THE MIGRATION MODEL BETWEEN MUNICIPALITIES IN SLOVENIA

##### 4.1 The impact of analysed variables on migration flows between municipalities in Slovenia

Table 1 shows the results of the regression analysis of migration flows between municipalities in 2011 in a spatial interaction model (2). The adjusted percentage of the explained variance is 41.1 %, which means that other parameters most likely influence migration flows. Although these parameters are not included in this analysis, it might be useful to explore them in the future. The estimations for most of the regression coefficients in table 2 are statistically significant at  $p < 0.0001$ , except when it comes to the effects of the gross personal income in the destination and the useful floor space in square metres per capita in the origin. Similarly, the whole model is statistically significant (statistic  $F$  is high,  $p \cong 0$ ). All analysed explanatory variables are independent ( $VIF < 2.5$ ), the model residuals are uncorrelated (Durbin-Watson statistic  $\cong 1.8$ ). We checked the normality of residuals (the model is accurate on average) and homoscedasticity.

The comparison of the regression coefficients (RC) in table 2 shows that the time spent on travelling by car from municipalities of origin to municipalities of destination is the most important analysed factor affecting migration (compare the standardized RC). Increasing the commuting time has a negative impact on migration flows ( $\beta = -2.388$ ) or in other words, increasing commuting time decreases migration flows: more migration flows happen on shorter distances than on longer distances.

Other important explanatory variables also include municipal revenue  $K(POB)$  and the number of inhabitants  $K(POP)$ . The number of inhabitants in a municipality is directly proportional to the logarithm of the migration flow values in the municipality of origin as well as in the municipality of destination. For instance, the regression coefficient  $\gamma(POP) = 1.297$  means that if the correlation between the number of inhabitants in the municipality of origin and the average number of inhabitants in all Slovenian municipalities changes by  $p$  percent, the migration flow from the municipality of origin will change by a factor of  $\left( 1 + \frac{p}{100} \right)^{1.297}$ . Similarly, the regression coefficient  $\alpha(POP) = 1.257$  means that if

the correlation between the number of inhabitants of the municipality of destination and the average

number of inhabitants in all Slovenian municipalities changes by  $p$  percent, the migration flow into the municipality of destination will change by a factor of  $\left(1 + \frac{p}{100}\right)^{1.257}$ . The impact of the number of

inhabitants in the municipality of destination on migration flows ( $\alpha(POP) = 1.257$ ) is very similar to the one in the municipality of origin ( $\gamma(POP) = 1.297$ ). The difference in the regression coefficients of immigrations and emigrations in the linearized model are on the limit of two standard errors of the estimate ( $SE = 0.019$ ).

The impact of municipal revenue per capita,  $K(POB)$ , is proportional to the logarithm of the migration flow value in the municipality of origin ( $\gamma(POB) = 1.420$ ) as well as in the municipality of destination ( $\alpha(POB) = 1.375$ ). Increasing municipal revenue per capita therefore increases emigrations (decreases stickiness) from the municipality of origin while increasing immigrations (increases attractiveness) to the municipality of destination. The difference in the regression coefficients in the linearized model actually falls within one standard error of estimate ( $SE = 0.066$ ).

Table 2: Results of the regression analysis of migrations between municipalities in Slovenia in 2011 in model (2)

R	0.641	Observation	43,890
R <sup>2</sup>	0.411	ANOVA stat. F	2,354.13
Adjusted R <sup>2</sup>	0.411	ANOVA sig. P	0
Standard Error	2.636		

Variable (RC)	Estimate (RC)	Std. Error RC	Standardized RC	t	Sig. p
Intercept	2.12E-21	1.379		-34.519	0
$K(c_j)$	-2.388	0.023	-0.405	-105.620	0
$K(POP_j)$	1.297	0.019	0.374	67.555	0
$K(POP_j)$	1.257	0.019	0.363	65.452	0
$K(ZAP_j)$	-0.356	0.061	-0.027	-5.856	<0.0001
$K(ZAP_j)$	-0.345	0.061	-0.026	-5.674	<0.0001
$K(BOD_j)$	-0.501	0.122	-0.017	4.106	<0.0001
$K(BOD_j)$	0.400	0.122	0.014	3.272	0.001
$K(V_j)$	0.875	0.125	0.033	6.980	<0.0001
$K(V_j)$	0.787	0.125	0.030	6.276	<0.0001
$K(POB_j)$	1.420	0.066	0.095	21.596	0
$K(POB_j)$	1.375	0.066	0.092	20.903	0
$K(STP_j)$	0.094	0.040	0.010	2.335	0.02
$K(STP_j)$	0.233	0.040	0.025	5.791	<0.0001

The impact of the current average net market price per square metre of residential area in a municipality,  $K(V)$ , is proportional to the logarithm of number of migration flows in the municipality of origin,  $\gamma(V) = 0.875$ , as well as in the municipality of destination,  $\alpha(V) = 0.787$ . Increasing the current market price per square metre of residential area in a municipality increases emigrations (decreases stickiness) and increases immigrations (increases attractiveness). Here, the differences in the regression coefficients also fall within one standard error of estimate ( $SE = 0.125$ ).

## 4.2 The change in Slovenian municipal revenues brought on by the introduction of the new real estate tax

The real estate tax is an important source of municipal revenue in most European countries; the same is predicted for Slovenia. We calculated the proportion of current levies for real estate in the current system in relation to all the revenues of municipalities, the proportion of the new real estate tax in new revenues and changes in revenues brought on by changed taxation of real estate. The results are presented in Annex 1 (arranged in order from the municipality with the biggest change to the municipality with the smallest change). The spatial analysis of changes in municipal revenue brought on by the changes in real estate taxation in the analysed areas for migrants is analysed using analytic mapping (see Figure 1).

The results in Annex 1 reveal that only 9 out of 211 municipalities would reduce their proportion of revenue; these municipalities are (arranged in order from the highest to the lowest reduction in the proportion of revenue): Trbovlje, Rogatec, Gorišnica, Hrastnik, Podvelka, Velenje, Šoštanj, Starše, Hajdina (see also Figure 1). As evident from Figure 1, if the tax rate of 0.15 % remained unchanged, the revenues of municipalities in the Western Slovenia region under the NUTS 2 level would generally increase more than the revenues of municipalities in Eastern Slovenia under the NUTS 2 level. Table 3 presents the results of calculations for the Municipality of Ljubljana and the average for all the Slovenian municipalities. The results point to the fact that changes in real estate taxation would cause an overall increase in the revenues of Slovenian municipalities on account of real estate tax per capita by approximately 140 % (from the present €52.75/inhab. to €128.87/inhab.). The changed real estate taxation would cause a 90 % increase in MOL revenue (from the present €174.51/inhab. to €333.33/inhab.). An increase in real estate taxation would increase the revenues of all Slovenian municipalities by an average of 14.3 %; specifically, the revenues in MOL would increase by 15 %.

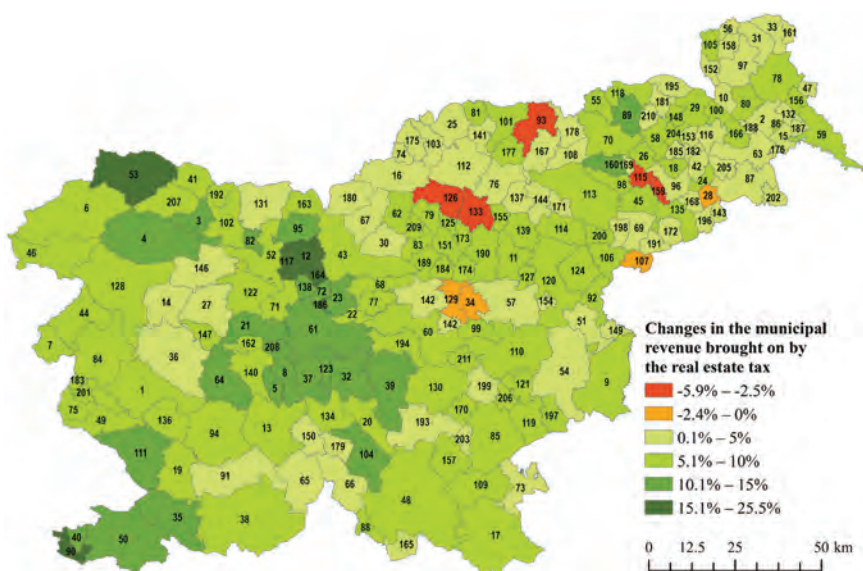


Figure 1: Changes in the municipal revenue on account of the real estate tax, expressed in percentage (the proportion of the municipal revenue from new real estate tax - the proportion of the municipal revenue from the current levies on real estate (proportion of the current municipal revenue from the building land use charge + the proportion of the current municipal revenue from the property tax + proportion of the current municipal revenue from the fees for the maintenance of forest roads); the code list for municipalities is given in Annex 1).



Table 3: Calculation for the Municipality of Ljubljana and the average figures for all Slovenian municipalities

	The Municipality of Ljubljana	The average for Slovenian municipalities
Number of inhabitants (the first half of year)	280,140	9,729
Number of emigrants	14,109	414.69
Number of immigrants	13,414	414.69
Current revenue from the building land use charge, property tax and fees for the maintenance of forest roads per capita	174.51 €/inhab.	52.75 €/inhab.
Revenue from real estate tax per capita	333.33 €/inhab.	128.87 €/inhab.
Current municipality revenue per capita	1,039.60 €/inhab.	1,078.10 €/inhab.
New municipal revenue per capita	1,198.42 €/inhab.	1,154.21 €/inhab.

Note: €/inhab. means €/inhabitants

In order to determine the factor of change in the flows into the municipality of destination  $j$  arising from the changed revenue in the municipality of destination  $j$ , the coefficient following the change of revenue in municipality  $j$  must be divided by the coefficient prior to the change of revenue in municipality  $j$ :  $K(POB^*_j)/K(POB_j)$ .

## 5 THE CASE STUDY FOR THE MUNICIPALITY OF LJUBLJANA

### 5.1 Impact of the change in municipal revenue

Let us assume that MOL decides on a tax rate of 0.15 % (it is currently around 0.09 %), based on the annulled Real Property Tax Act whereas other municipalities decide to adjust the tax rate in such a way as to allow future levies and municipal revenues to stay on the same average level as the current levies and other charges and revenues. The annulled Real Property Tax Act provides a certain amount of leeway with the provision that allows each municipality to decrease or increase the tax rate by no more than 50 %, pursuant to law. By setting the tax rate in MOL at 0.15 %, with the revenues in other municipalities remaining at the same level, the revenue of the Municipality of Ljubljana would be 1.98 ( $POB^*_j = 1,198.42$  €/inhab.), as evident in Table 3. For the MOL analysis, we reproduced the following data: the percentage of inhabitants in MOL:  $p_j/100 = 0.14$  and the data from Table 3:  $POB_j = 1,039.60$  €/inhab.;  $\overline{POB} = 1,078.10$  €/inhab.;  $POB^*_j = 1,198.42$  €/inhab. The ratio between the new and old coefficient of revenue in MOL is 1.13. We are taking into account:

$$\alpha(POB) = 1.375 \Rightarrow \left[ \frac{K(POB)^*_j}{K(POB)_j} \right]^{\gamma(POB)} = 1.1297^{1.375} = 1.1825.$$

Assuming that the revenues of other municipalities do not change, we can calculate their average  $x$  without MOL  $0.14 * 1,039.60 + 0.86 * x = 1,078.10$ . This leads us to the average for other municipalities:  $\overline{POB}_{\neq j} = 1,084.37$  €/inhab. or  $\overline{POB} = 1,100.34$  €/inhab. This takes into consideration the ratio between the new and the old average income per capita in other municipalities, which influences the changes in the coefficient of other municipalities (all equally) i.e. 0.979788. We are taking into account:

$$\gamma(POB) = 1.420 \Rightarrow \left[ \frac{K(POB)_i^*}{K(POB)_i} \right]^{\alpha(POB)} = 0.9798^{1.420} = 0.9714;$$

This leads us to the change in migration flows due to the changed MOL revenue:

$$S_j(\tau_j \geq 0; POB) = S_j(\tau_j < 0; POB) * 1.1825 * 0.9714 = 1.1487.$$

Therefore, the migration flow in MOL would increase by 14.9 % on account of the increased revenue in the Municipality of Ljubljana.

## 5.2 Impact of the change in the market value of real estate

When calculating the attractiveness of MOL for migration flows, it is necessary to consider the impact of the changed market value of real estate  $V$ . Based on the MOL data from Annex 1 and the assumed tax rate of 0.15 %, we calculated the average tax rate for other municipalities as  $u = 0.09$ , from the equation:  $\left( \frac{27.81}{16.79} \right) u = 0.15 \Rightarrow 1.656u = 0.15$ . It means a change in the value of real estate from  $V = \frac{R}{r+u}$  to  $V^* = \frac{R}{r+1.656u}$ . Assuming that the same  $r$  is considered for all municipalities and we know the average rent in Slovenia  $\bar{R}$ , whereby the one in MOL is  $a$ -times the size of the average in other municipalities in Slovenia, then  $\bar{R}$  can be written as:

$$\bar{R} = \frac{0.86R_j}{a} + 0.14R_j.$$

Let us assume that the interest rate is 4 % (the Bank of Slovenia, 2015) and  $a = 2$ . The ratio between the new and the old coefficient of the current net market price per square metre of residential area in MOL is:

$$\frac{K(V)_j^*}{K(V)_j} = \frac{4.09}{1.756 * (0.57r + 0.712u)} = \frac{4.09}{4.139} = 0.988. \text{ We are taking into account:}$$

$$\alpha(V) = 0.787 \Rightarrow \left[ \frac{K(V)_j^*}{K(V)_j} \right]^{\alpha(V)} = 0.988^{0.787} = 0.9905.$$

Taking into account  $\alpha(V) = 0.787$ , the predicted ratio between the new and the old coefficient of current net market price per square metre of residential area in other municipalities is:

$$\gamma(V) = 0.875 \Rightarrow \left[ \frac{K(V)_i^*}{K(V)_i} \right]^{\gamma(V)} = \left[ \frac{100}{0.14 * 1 * 0.656 + 100} \right]^{0.875} = 0.9992.$$

This leads us to the change of migration flows because of the changed current market price per square metre of residential area in MOL:

$$S_j(\tau_j \geq 0; V) = S_j(\tau_j < 0; V) * 0.9905 * 0.9992 = 0.9826.$$

Therefore, the migrations flow in MOL would increase by 1.74 % because of a decrease in the current market price per square metre of residential area in MOL.

### 5.3 Impact of the change in municipal revenue and market value of real estate

Increasing the real estate tax in MOL would cause an increase in MOL revenue and a decrease in the current market price per square metre of residential area in MOL. Therefore, the total change in migration flows in MOL is as follows:

$$S_j(\tau_j \geq 0) = S_j(\tau_j < 0) * 1.1487 * 0.9897(\tau_j < 0) = 1.1369 * S_j(\tau_j < 0).$$

The migration flow to MOL would increase by 13.7 %, despite the higher real estate tax, which decreases the attractiveness of MOL.

## 6 DISCUSSION

The main contribution of this study is a spatial interaction model for studying the impact of real estate taxation and municipal revenue on the dynamics of internal migration. Table 2 shows the results of the regression analysis of migration flows between municipalities in 2011 in a spatial interaction model (2). The adjusted percentage of the explained variance is 41.1 %, which means that other parameters most likely influence migration flows. Although these parameters are not included in this analysis, it might be useful to explore them in the future. The estimations for most of the regression coefficients in table 2 are statistically significant at  $p < 0.0001$ , except when it comes to the effects of the gross personal income in the destination and the useful floor space in square metres per capita in the origin. Similarly, the whole model is statistically significant (statistic F is high,  $p \cong 0$ ). All analysed explanatory variables are independent ( $VIF < 2.5$ ), the model residuals are uncorrelated (Durbin-Watson statistic  $\cong 1.8$ ). We checked the normality of residuals (the model is accurate on average) and homoscedasticity.

Despite the limitation in the results relating to 2011, we explain them later in the article. The comparison of the regression coefficients (model exponents) shows that changing all the analysed explanatory variables has a significant impact on migration flows, on the attractiveness of the municipality of destination for migration flows and the stickiness of the municipality of origin. The municipal revenue and the average net market price per square metre of residential area have a significant impact on migration flows in the origin as well as in the destination. In addition to developing a general model (2), we focused on the issue of attractiveness of municipalities as destinations for migration flows. An increase in the municipal revenue and the average net market price per square metre of residential area would cause an increase in migration flows at given parameters because municipal revenue that is invested in public goods typically attracts migration flows more than the actual taxes discourage migration flows. This is particularly true for the Municipality of Ljubljana (see Section 5).

We found that the changes in real estate taxation would cause higher municipal revenue per capita in all Slovenian municipalities by an average of 7 % (from the present €1,078.10/inhab. to €1,154.21/inhab.). The proportion of revenue would increase in most municipalities, more specifically in 202 municipalities, and decrease in 9 municipalities. The municipalities with a reduced proportion of revenue would be Trbovlje, Rogatec, Gorišnica, Hrastnik, Podvleka, Velenje, Šoštanj, Starše, Hajdina (see also Figure 1). As evident from Figure 1, if the tax rate of 0.15 % remained unchanged, the revenues of municipalities in the Western Slovenia region under the NUTS 2 level would generally increase more than the revenues of the municipalities in the East Slovenia region under the NUTS 2 level.

In our case study, real estate taxation was only changed in MOL while assuming that other municipalities would keep the same average level of taxation as the current levies. Increasing the real estate tax in MOL would cause an increase in MOL revenue and a decrease in the current market price per square metre of residential area in MOL, which would cause an overall increase in migration flow to MOL by 15.4 %. Changes in real estate taxation generally have quite an impact on the increase of municipal revenue and a smaller impact on the change in price of residential real estate (individual effects and the impact of municipal revenue and price are explained in more detail when addressing the hypotheses later). Therefore, by increasing revenue gained through real estate taxation, municipalities can increase their economic stability.

In the case study, we confirmed *Hypothesis 1*: an increase/decrease in the revenue of the Municipality of Ljubljana (MOL) arising from the changed taxation of residential real estate would (with the revenues of all other municipalities remaining unchanged) cause an increase or a decrease in the migration flows to MOL. If the tax rate increased by 0.15 % (see also Table 3), MOL would become more attractive for migration flows due to increased municipal revenue. The calculation shows that if MOL increased the municipal revenue from the present €1,039.60/inhab. to €1,198.42/inhab. and municipal revenues in other municipalities remained the same, migration flows in MOL would increase by 14.78 % because of differentiated municipal revenues.

We also confirmed *Hypothesis 2*: a decrease/increase in the tax rate of residential real estate in MOL would cause (through the effects of real estate prices) an increase/decrease in the immigration to MOL, assuming that the tax rate in other municipalities remained the same and that the interest rate of 4 % and the rent in MOL was twice as high as the average in other municipalities in Slovenia. A decrease in the tax rate of 0.15 % and the simultaneous termination of current levies would decrease migration flow to MOL by 1.74 %; however, the combined effect of municipal revenues and real estate prices would actually be positive.

## 7 CONCLUSION

In this paper, we analyse internal migration flows between municipalities in Slovenia in 2011. The result of our analysis is the SIM, which could be used by municipalities for designing their development planning policy. The originality of this approach comes from integrating the tax model into the previously developed SIM (Drobne and Bogataj, 2005, 2009, 2011, 2013).

In addition to travel time, the dynamics of migration flows are significantly affected by the changes in municipal revenue per capita. More affluent municipalities (with larger per capita income) are more attractive for migrants. Therefore, it might be useful to highlight the importance of fiscal policy. Taxation significantly affects the volume of municipal revenue while providing municipalities with the resources needed to invest in infrastructure and other spatial structures. After all, a successful fiscal policy that leads regions and local communities along the path of balanced and environmentally friendly long-term growth is also important for their harmonious transport and environment-related development (Bogataj, 1982).

Our research shows that migrants respond to changes in the average net market price per square metre of residential area. Based on the fact that migrations are greatly affected by municipal revenue and the average net market price of residential real estate, analysing the taxation of real estate is necessary in order for Slovenian municipalities to achieve sustainable development. The impact of the real estate tax will be visible in the average gross market price per square metre of residential area, which will influence the supply

and demand of real estate and consequently migration flows. In Slovenia, the real estate tax will affect the municipal revenue and, much like the current levies, it will be an integral part of municipal revenue. The amount of municipal revenue influences the supply of public services and goods, the current market price per square metre of residential area, city growth as well as permanent and temporary migration flows and commuting flows. These flows are a measurable indicator of attractiveness and stickiness of municipalities.

In future, it might be useful to eliminate the main limitation of this study and analyse the impact of real estate taxation and municipal revenue on internal migration with more recent data. Furthermore, it might be useful to increase the extent of the analysed explanatory variables affecting the dynamics of migrations. In Slovenia, commuting flows have substituted migration flows in recent years (Apoah Vučkovič et al., 2009; Drobne, Rajar and Liseč, 2013); therefore, it would be useful to study commuting together with migrations in individual municipalities and through different periods. In this paper, we present an in-depth analysis on the impact of fiscal policy on the attractiveness of municipalities. In future, it might also be worth studying the stickiness of municipalities and net technical increase of inhabitants relating to net migrations.

## Literature and references:

- Alonso, W. (1964). *Location and land use*. Cambridge, Ma: Harvard University press.
- Apoah Vučkovič, L., Kajzer, A., Čelebič, T., Ferik, B., Kersnik, M., Kovačič, S., Kmet Zupančič, R., Kraigher, T., Lavrač, I., Murn, A., Pečar, J., Primožič, S., Zver, E. (2009). *Socialni razgledi 2008*. Ljubljana, Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj. [http://www.umar.gov.si/fileadmin/user\\_upload/publikacije/socrazgledi/2009/socialni\\_razgledi\\_2009.pdf](http://www.umar.gov.si/fileadmin/user_upload/publikacije/socrazgledi/2009/socialni_razgledi_2009.pdf), accessed, 25. 2. 2016.
- Anjomani, A. (2002). Regional growth and interstate migration. *Social–Economic Planning Science*, 36, 239–265.
- Banka Slovenije (Bank of Slovenia) (2015). *Obrestne mere*. <http://www.bsi.si/financni-podatki.asp?Mapald=1001#12354>, accessed 18. 12. 2015.
- Banzhaf, H. S., Oates, W. E. (2013). On fiscal illusion in local public finance: Re-examining Ricardian Equivalence and the Renter Effect. *National Tax Journal*, 66 (3), 511–540. DOI: <https://doi.org/10.17310/ntj.2013.3.01>
- de Bartolomé, C., Rosenthal, S. (1999). Property tax capitalization in a model with tax deferred assets and standard deductions. *Review of Economics and Statistics*, 81, 85–95. DOI: <https://doi.org/10.1162/003465399767923845>
- Bevc, M. (2000). Notranje in zunanje selitve v Sloveniji v devetdesetih letih po regijah. *Teorija in praksa*, 37 (6), 1095–1116.
- Bevc, M., Uršič, S. (2013). *Selitve kot razvojni dejavniki Slovenije in njenih regij*. Ljubljana: Inštitut za ekonomska raziskovanja.
- Blake, D. R. (1979). Property tax incidence: An alternative view. *Land Economics*, 55 (4), 521–531. DOI: <https://doi.org/10.2307/3145773>
- Bogataj, D., Bogataj, M. (2007). Free zones on the EU borders as the response on reduction of daily commuting through the southern EU border. *Europa XXI*, 16, 109–129.
- Bogataj, D., Bogataj, M. (2011). The role of free economic zones in global supply chains – a case of reverse logistics. *International journal of production economics*, 131 (1), 365–371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.09.028>
- Bogataj, L., Bogataj, M., Drobne, S., Vodopivec, R. (2004). The influence of investments in roads and border crossing capacities on regional development after accession. *Suvremeni promet*, 24 (5/6), 379–387.
- Bogataj, M. (1982). *Renta kot regulator rasti urbanih aglomeracij*. Doktorska disertacija (Doctoral dissertation). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Bogataj, M. (2000). *Mobilistika in prostor*. Portorož: Fakulteta za pomorstvo in promet.
- Bogataj, M., Drobne, S. (2005). Does the improvement of roads increase the daily commuting? Numerical analysis of Slovenian interregional flows. In L. Zadnik Stirn (Ed.), M. Indihar Štemberger (Ed.), L. Ferbar (Ed.), S. Drobne (Ed.), *Selected decision support models for production and public policy problems* (str. 185–206). Ljubljana: Slovenian society informatika, Section of operational research.
- Bogataj, M., Drobne, S., Bogataj, L. (1993). Market oriented real estate policy as a challenge to sustainable development. In Z. Hajdú (Ed.), Horváth, G. (Ed.), *European challenges and hungarian responses in regional policy* (str. 436–483). Pécs: Centre for regional studies, Hungarian academy of sciences.
- Bole, D. (2004). Daily mobility of workers in Slovenia. *Acta geographica Slovenica*, 44 (1), 25–45. DOI: <https://doi.org/10.3986/ags44102>
- Cebula, R. J. (1974). Interstate migration and the Tiebout hypothesis: An analysis according to race, sex and age. *Journal of American Statistical Association*, 69, 876–879. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1974.10480221>
- Cebula, R. J. (1990). A brief empirical note on the Tiebout hypothesis and state income tax policies. *Public Choice*, 67 (1), 87–90. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf01890159>
- Cebula, R. J. (2002). Net interstate population growth rates and the Tiebout-Tullock hypothesis: New empirical evidence, 1990–2000. *Atlantic Economic Journal*, 30 (4), 414–421. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02298784>

- Cebula, R. J. (2009). Migration and the Tiebout-Tullock hypothesis revisited. *American Journal of Economics and Sociology*, 68 (2), 541–551. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1536-7150.2009.00638.x>
- Cebula, R. J., Curran, C. (1978). Property taxation and human migration. *American Journal of Economics and Sociology*, 37 (1), 43–49. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1536-7150.1978.tb02793.x>
- Cesario, F. J. (1973). A generalized trip distribution model. *Journal of Regional Science*, 13, 233–247. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1973.tb00398.x>
- Cesario, F. J. (1974). More on the generalized trip distribution model. *Journal of Regional Science*, 14 (3), 389–397. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1974.tb00461.x>
- Chun, J. (1996). *Interregional migration and regional development*. Avebury: Bruton Center for Development Studies Series. Avebury.
- Drobne, S. (2014). Impact of the recession on the attractiveness of urban and rural areas of Slovenia = Vpliv recesije na privlačnost mestnih in podeželskih območij Slovenije. *Geodetski vestnik* 58 (1), 103–139. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.01.103-139>
- Drobne, S. (2016). *Model vrednotenja števila in območij funkcionalnih regij*. Doktorska disertacija (Doctoral dissertation). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Drobne, S., Bogataj, M. (2005). Intermunicipal gravity model of Slovenia. In L. Zadnik Stirn (Ed.), S. Drobne (Ed.), *SOR '05 Proceedings, Proceedings of the 8th International Symposium on Operational Research in Slovenia* (str. 207–212). Ljubljana: Slovenian Society Informatika.
- Drobne, S., Bogataj, M. (2009). Razvojna ogroženost regij in stalne selitve. In J. Nared (Ed.) in D. Perko (Ed.), *Razvojni izzivi Slovenije, (Regionalni razvoj, 2)* (str. 285–294). Ljubljana: Založba ZRC.
- Drobne, S., Bogataj, M. (2011). Accessibility and flow of human resources between Slovenian regions. In L. B. Ros McDonnell (Ed.), R. Vodopivec (Ed.), *Mathematical economics, operational research and logistics*, serial no. 11. Ljubljana: Faculty of Civil and Geodetic Engineering, & Šempeter pri Gorici, Mediterranean Institute for Advanced Studies (MEDIFAS).
- Drobne, S., Bogataj, M. (2013). Vpliv recesije na parametre kakovosti regionalnih središč in njihovo privlačnost. *Revija za univerzalno odličnost*, 2 (2), A25–A42.
- Drobne, S., Bogataj, M., Bogataj, L. (2008). Spatial interactions influenced by European corridors and the shift of the Schengen border regime. In *KOI 2006 Proceedings, The 11th International Conference on Operational Research* (str. 185–198). Zagreb: Croatian Operational Research Society.
- Drobne, S., Bogataj, M., Lisec, A. (2008). The Influence of Accessibility to Inter-Regional Commuting Flows in Slovenia. In L. Bernard (Ed.), *Taking Geoinformation Science one step further* (str. 1–12). Girona, 2008.
- Drobne, S., Rajar, T., Lisec, A. (2013). Dinamika selitev in delovne mobilnosti v urbana središča Slovenije, 2000–2011 = Dynamics of migration and commuting to the urban centres of Slovenia, 2000–2011. *Geodetski vestnik*, 58 (2), 313–353. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2013.02.333-353>
- Drozg, V. (2008). *Scenarij urbanega razvoja Slovenije*. In M. Sitar (Ed.), *Urbane prihodnosti* (str. 41–54). Maribor: Fakulteta za gradbeništvo.
- Edel, M., Sclar, E. (1974). Taxes, spending and property values: Supply adjustment in a Tiebout-Oates model. *Journal of Political Economy*, 2, 941–954. DOI: <https://doi.org/10.1086/260248>
- England, R. W. (2016). Tax incidence and rental housing: A survey and critique of research. *National Tax Journal*, 69 (2), 435–460. DOI: <http://dx.doi.org/10.17310/ntj.2016.2.07>
- ESPN 1.1.1. Potentials for polycentric development in Europe Final project report (2005). [https://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ESPN2006Projects/ThematicProjects/Polycentricity/fr-1.1.1\\_revised-full.pdf](https://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ESPN2006Projects/ThematicProjects/Polycentricity/fr-1.1.1_revised-full.pdf), accessed 13. 10. 2016.
- Ferreira, F. (2010). You can take it with you: Proposition 13 tax benefits, residential mobility, and willingness to pay for housing amenities. *Journal of Public Economics*, 94 (9/10), 661–673. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.04.003>
- Filippakopoulou, M., Potsiou, C. (2014). Research on residential property taxation and its impact on the real estate market in Greece. *The Survey Review*, 46 (338), 333–341. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/1752270614Y.0000000113>
- Fischel, W. A. (1975). Fiscal and environmental considerations in the location of firms in suburban communities. In E. S. Mills (Ed.), E. E. Oates (Ed.), *Fiscal zoning and land use controls* (str. 119–174). Lexington, Massachusetts: Lexington Books.
- Fotheringham, A. S., O'Kelly, M. E. (1989). *Spatial interaction models: Formulations and applications*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- George, H. (1948). *Progress and poverty: An inquiry into the cause of industrial depressions and of increase of want with increase of wealth*. New York: Robert Schalkenbach foundation.
- Glaeser, E. (1996). The incentive effects of property taxes on local governments. *Public Choice*, 89, 93–111. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00114281>
- Greenwood, M. J., Hunt, G. L. (2003). The early history of migration research. *International Regional Science Review*, 26 (1), 3–37. DOI: <https://doi.org/10.1177/0160017602238983>
- Hamilton, B. W. (1975). Zoning and property taxation in a system of local governments. *Urban Studies*, 12 (2), 205–211. DOI: <https://doi.org/10.1080/00420987520080301>
- Hamilton, B. W. (1983). The flypaper effect and other anomalies. *Journal of public economics*, 22 (3), 347–361. DOI: [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(83\)90040-3](https://doi.org/10.1016/0047-2727(83)90040-3)
- Haughwout, A. F., Inman, R. P., Craig, S., Luce, T. (2004). Local revenue hills: Evidence from four U.S. cities. *The Review of Economics and Statistics*, 86 (2), 570–585. DOI: <https://doi.org/10.1162/003465304323031120>
- Haynes, K. E., Fotheringham, A. S. (1984). *Gravity and spatial interaction models*. London: Sage Publications.
- Hill, B. C. (2006). *Essays on tax competition*. Doktorska disertacija. Knoxville: The University of Tennessee.
- Horak, J., Ivan, I., Tesla, J. (2014). Improved gravity models of commuting conditions: A Czech case study. In *ICTE 2014 Proceeding of the International Conference on Traffic and Transport Engineering* (str. 171–179). Beograd: City Net Scientific Research Center & Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade.

- Isard, W. (1956). *Location and space-economy: A general theory relating to industrial location, market areas, land use, trade, and urban structure*. Cambridge: Published jointly by the Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and Wiley, New York.
- Lisec, A., Drobne, S. (2008). Vrednost kmetijskih zemljišč v odvisnosti od lokacije zemljišč na lokalni ravni – primer občine Krško. In A. Lisec (Ed.), *Zbornik referatov, II. posvet Logistika v kmetijstvu 2008*, Sevnica, Krško: Fakulteta za logistiko.
- Lundholm, E. (2010). Interregional migration propensity and labour market size in Sweden, 1970–2001. *Regional Studies*, 44 (4), 455–464. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343400802662674>
- Lowry, I. S. (1964). *A model of metropolis*, Rand Corporation, Pittsburg.
- Marx, K., Ed: Engels, F. (1894) *Das Kapital, Kritik der politischen Ökonomie*. Hamburg: Verlag Otto Meissner.
- McDonald, J. F., McMillen, D. P. (2011). *Urban Economics and Real Estate: Theory and Practice*. Danvers MA: George Hoffman Publisher.
- Ministrstvo za finance RS, MFRS (Ministry of Finance of Republic Slovenia) (2016). Vzorec odloka o proračunu. [http://www.mf.gov.si/si/delovna\\_podrocja/lokalne\\_skupnosti/priprava\\_proracunov\\_in\\_zakljucnih\\_racunov\\_obcinskih\\_proracunov/proracunski\\_prirocnik/proracunski\\_prirocnik\\_za\\_pripravo\\_proracunov\\_obcin\\_za\\_letno\\_2015](http://www.mf.gov.si/si/delovna_podrocja/lokalne_skupnosti/priprava_proracunov_in_zakljucnih_racunov_obcinskih_proracunov/proracunski_prirocnik/proracunski_prirocnik_za_pripravo_proracunov_obcin_za_letno_2015), accessed 19. 3. 2016.
- Ministrstvo za gospodarstvo RS (Ministry of Economy) (2013). *Strategija razvoja Slovenije 2014–2020 (osnutek)*. [http://www.mgrt.gov.si/fileadmin/mgrt.gov.si/pageuploads/EKP/Drugi\\_dokumenti/SRS\\_09\\_08\\_2013.pdf](http://www.mgrt.gov.si/fileadmin/mgrt.gov.si/pageuploads/EKP/Drugi_dokumenti/SRS_09_08_2013.pdf), accessed 10. 5. 2016.
- Miklavčič, T., Fonda, M., Zavodnik Lamovšek, A., Pogačnik, A., Foški, M., Drobne, S., Golobič, M., Marot, N., Hudoklin, J., Hočevar, I., Acer Novo mesto d.o.o. (2016). *Strategija prostorskega razvoja Slovenije – Poročilo o prostorskem razvoju*. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Direktorat za prostor, graditev in stanovanja.
- Nared, J., Bole, D., Breg Valjavec, M., Ciglič, R., Černič Istenič, M., Goluža, M., Kozina, J., Lapuh, L., Razpotnik Viskovič, N., Repolusk, P., Rus, P., Tiran, J. (2016). Policentrično omrežje središč in dostopnost prebivalstva do storitev splošnega in splošnega gospodarskega pomena – Končno poročilo. Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti.
- Nijkamp, P., Reggiani, A. (1992). *Interaction, evolution and chaos in space*. Berlin: Springer Verlag. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-77509-3>
- Oates, W. E. (1969). The effects of property taxes and local public spending on property values: empirical study of tax capitalization and the Tiebout hypothesis. *Journal of Political Economy*, 77 (6), 957–971. DOI: <https://doi.org/10.1086/259584>
- Palmon, O., Smith, B. (1998). New evidence on property tax capitalization. *Journal of Political Economy*, 106, 1099–1111. DOI: <https://doi.org/10.1086/250041>
- Pichler Milanovič, N., Čigale, D., Krevs, M., Gostinčar, P., Černe, A., Zavodnik Lamovšek, A., Žaucer, T., Sitar, M., Drož V., Pečar, J. (2008). *Strategy for a Regional Polycentric Urban System in Central–Eastern Europe Economic Integrating Zone*. RePUS project, Final report. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Arts.
- Prashker, J., Shifftan, J., Hershkovitch–Sarusi, P. (2008). Residential choice location, gender and the commute trip to work in Tel Aviv. *Journal of Transport Geography*, 16 (5), 332–341. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.02.001>
- Ravbar, M. (2005). »Urban sprawl«: Popačena slika (sub)urbanizacije v Sloveniji? *Geografski vestnik* 77 (1), 27–36.
- Ravenstein, E. (1885). The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society of London*, 48 (2), 167–235. DOI: <https://doi.org/10.2307/2979181>
- Ravenstein, E. (1889). The Laws of Migration: Second Paper. *Journal of the Royal Statistical Society*, 52 (2), 241–305. DOI: <https://doi.org/10.2307/2979333>
- Režek, J. (2004). Značilnosti davka na nepremičnine in ocena njegove družbene sprejetosti. *Geodetski vestnik*, 48 (1), 18–31.
- Sen, A., Smith, T. (1995). *Gravity Models of Spatial Interaction Behavior*. First edition. Springer, Berlin. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-79880-1>
- Shuai, X. (2012). Does commuting lead to migration? *The Journal of Regional Analysis & Policy*, 42 (3), 237–250.
- Skidmore, M., Reese L., Kang, S. H. (2012). Regional analysis of property taxation, education finance reform, and property value growth. *Regional Science & Urban Economics*, 42 (1), 351–363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2011.10.008>
- Statistični urad RS, SURS (Statistical Office of the Republic Slovenia) (2009). Uvedba nove statistične metodologije na področju statistike selitev. SI-STAT, Podatkovna baza Statističnega urada Republike Slovenije. Ljubljana, SURS, Oddelek za demografske statistike. [http://www.stat.si/doc/sosvet/Sosvet\\_22/Sos22\\_s1132-2009.doc](http://www.stat.si/doc/sosvet/Sosvet_22/Sos22_s1132-2009.doc), accessed 3. 7. 2016.
- Tiebout, C. (1956). A pure theory of local expenditures. *Journal of Political Economy*, 64, 416–424. DOI: <https://doi.org/10.1086/257839>
- Tiebout, C. (1961). *An economic theory of fiscal decentralization*. NBER, Public Finances, Needs, Sources and Utilization. Princeton: Univ. Press.
- Tullock, G. (1971) Public decisions as public goods. *Journal of Political Economy*, 79. DOI: <https://doi.org/10.1086/259799>
- Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj (Institute of Macroeconomic Analysis and Development) (2016). *Poročilo o razvoju 2016*. [http://www.umar.gov.si/fileadmin/user\\_upload/publikacije/pr/2016/PoR\\_2016\\_s.pdf](http://www.umar.gov.si/fileadmin/user_upload/publikacije/pr/2016/PoR_2016_s.pdf), accessed 8. 7. 2016.
- Young, E. C. (1924). *The movement of farm population*. Doktorska disertacija (Doctoral dissertation). New York: Cornell University, Agricultural Experimental Station.
- Wang, Y., Portoglou, D., Orford, S., Gong, Y. (2015). Bus stop, property price and land value tax: A multilevel hedonic analysis with quantile calibration. *Land Use Policy*, 42, 381–391. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.07.017>
- Wilson, A. G. (1971). A family of spatial interaction models, and associated developments. *Environment and Planning*, A3 (1), 1–32. DOI: <https://doi.org/10.1068/a030001>
- Wilson, A. G. (1974). *Urban and regional models in geography and planning*. London: John Wiley.
- Zakon o davku na nepremičnine, ZDavNepr (Real Property Tax Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia no. 101/2013 and 22/2014 – decision US).
- Zakon o financiranju občin, ZFU-1 (Financing of Municipalities Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia no. 123/2006, 57/2008, 36/2011 in 14/2015 – ZUUJFO.

Annex 1: The proportion of current levies for real estate in municipal revenues (A), the proportion of new real estate tax in municipal revenues (B), and changes in municipal revenues arising from changed taxation of real estate (C)

Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C
53	Kranjska Gora	12.50	37.99	25.48	13	Cerknica	6.45	13.63	7.18	179	Sodražica	1.37	5.85	4.48
12	Cerklje na Gorenjskem	6.17	25.05	18.88	201	Renče-Vogrsko	5.39	12.52	7.14	193	Žužemberk	2.25	6.71	4.46
186	Trzin	16.97	35.70	18.74	127	Štore	4.11	11.25	7.13	178	Selnica ob Dravi	5.22	9.64	4.42
90	Piran	11.69	28.31	16.62	120	Šentjur	2.19	9.32	7.13	74	Mežica	2.95	7.32	4.37
164	Komenda	6.17	22.33	16.16	192	Žirovnica	6.53	13.57	7.03	154	Dobje	2.12	6.48	4.37
212	Mirna	6.02	21.17	15.15	174	Prebold	4.86	11.88	7.02	91	Pivka	5.09	9.41	4.31
117	Šenčur	5.21	20.22	15.01	79	Mozirje	2.12	9.11	6.99	108	Ruše	10.35	14.65	4.30
89	Pesnica	-5.63	9.17	14.80	7	Brda	3.47	10.41	6.94	10	Tišina	1.74	6.04	4.30
72	Mengeš	9.21	23.72	14.50	44	Kanal	7.51	14.39	6.89	210	Sveti Jurij v Slo. goricah	2.10	6.38	4.28
160	Hoče-Slivnica	4.38	18.54	14.16	110	Sevnica	2.28	9.15	6.87	169	Miklavž na Drav. polju	6.41	10.68	4.28
8	Brezovica	3.95	17.82	13.87	70	Maribor	12.88	19.62	6.74	153	Cerkvenjak	1.54	5.73	4.18
40	Isola	8.30	22.14	13.84	6	Bovec	3.07	9.81	6.73	181	Sveta Ana	1.52	5.64	4.12
208	Log-Dravomer	4.25	17.86	13.61	157	Dolenjske Toplice	3.97	10.60	6.63	137	Vitanje	2.69	6.81	4.12
3	Bled	10.69	24.29	13.60	184	Tabor	2.45	9.07	6.62	14	Cerkno	2.81	6.92	4.11
50	Koper	17.23	29.73	12.50	109	Semič	3.22	9.81	6.59	146	Čezelniki	4.09	8.19	4.10
4	Bohinj	6.18	18.62	12.44	134	Velike Lašče	2.86	9.41	6.55	152	Čankova	3.27	7.35	4.08
82	Naklo	14.65	26.74	12.08	22	Dol pri Ljubljani	7.60	14.14	6.54	202	Središče ob Dravi	5.51	9.49	3.98
35	Hrpelje-Kozina	4.73	16.53	11.79	81	Muta	2.61	9.15	6.54	31	Gornji Petrovci	3.32	7.23	3.91
39	Ivančna Gorica	1.18	12.88	11.70	122	Škofja Loka	11.12	17.65	6.53	198	Makole	0.69	4.60	3.91
123	Škofljica	5.01	16.56	11.54	38	Ilirska Bistrica	3.45	9.89	6.44	172	Podlehnik	1.83	5.69	3.86
5	Borovnica	3.57	15.10	11.54	183	Šempeter-Vrtojba	14.68	21.11	6.43	116	Sveti Jurij ob Ščavnici	1.50	5.32	3.82
95	Preddvor	4.30	15.81	11.51	99	Radeče	2.82	9.21	6.38	30	Gornji Grad	2.50	6.30	3.81
104	Ribnica	4.30	15.64	11.34	48	Kočevo	3.32	9.67	6.35	67	Luče	1.00	4.78	3.78
61	Ljubljana	16.79	27.81	11.03	60	Litija	5.32	11.64	6.31	175	Prevalje	6.08	9.79	3.71
23	Domžale	9.69	20.41	10.72	46	Kobarid	2.53	8.74	6.21	165	Kostel	1.23	4.94	3.70
138	Vodice	3.58	14.24	10.66	92	Podčetrtek	3.85	9.97	6.12	2	Beltinci	4.37	8.00	3.63
37	Ig	4.67	15.23	10.56	55	Kungota	1.53	7.60	6.07	182	Sveti Andraž v Slo. gor.	2.61	6.19	3.57
111	Sežana	7.36	17.83	10.47	128	Tolmin	3.31	9.35	6.04	176	Razkrižje	1.65	5.15	3.50
32	Grosuplje	6.03	16.34	10.31	166	Križevci	2.25	8.27	6.01	132	Turnišče	2.33	5.81	3.48
64	Logatec	6.53	16.77	10.24	26	Duplek	3.03	9.04	6.01	51	Kozje	2.10	5.56	3.46
21	Dobrova-Polhov Gradec	2.64	12.81	10.17	84	Nova Gorica	10.77	16.71	5.94	66	Loški Potok	2.64	6.00	3.36
151	Braslovče	3.09	12.86	9.77	62	Ljubno	2.28	8.21	5.92	69	Majšperk	1.15	4.49	3.34
113	Slovenska Bistrica	3.07	12.83	9.76	147	Žiri	5.00	10.92	5.92	185	Trnovska vas	2.64	5.84	3.20
58	Lenart	3.12	12.81	9.69	200	Poljčane	4.67	10.51	5.84	167	Lowrenc na Pohorju	3.56	6.67	3.12
77	Moravče	4.49	14.06	9.57	177	Ribnica na Pohorju	2.81	8.62	5.81	142	Zagorje ob Savi	4.85	7.94	3.09
43	Kamnik	6.33	15.82	9.49	105	Rogašovci	0.10	5.89	5.79	36	Idrija	6.72	9.66	2.94
71	Medvode	9.60	18.99	9.40	125	Šmartno ob Paki	6.20	11.96	5.76	47	Kobilje	1.30	4.19	2.89
59	Lendava	4.99	14.33	9.34	194	Šmartno pri Litiji	3.93	9.60	5.67	187	Velika Polana	1.00	3.82	2.82
80	Murska Sobota	10.61	19.93	9.32	100	Radenci	7.73	13.40	5.67	205	Sveti Tomaž	2.74	5.54	2.81



Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C
170	Mirna Peč	1.77	10.68	8.91	18	Destrnik	2.09	7.72	5.63	57	Laško	6.96	9.72	2.76
102	Radovljica	8.96	17.84	8.88	88	Oslinica	1.31	6.92	5.61	149	Bistrica ob Sotli	2.32	5.00	2.68
139	Vojnik	1.79	10.59	8.80	94	Postojna	9.29	14.89	5.59	97	Puconci	4.20	6.85	2.65
190	Žalec	4.54	13.31	8.77	24	Dornava	2.26	7.84	5.58	112	Slovenj Gradec	6.67	9.31	2.64
119	Šentjernej	3.36	12.08	8.72	101	Radlje ob Dravi	5.09	10.63	5.53	199	Mokronog-Trebelno	1.43	3.94	2.51
140	Vrhnika	6.80	15.31	8.51	209	Rečica ob Savinji	1.82	7.34	5.52	56	Kuzma	3.60	6.07	2.47
207	Gorje	4.21	12.72	8.50	135	Videm	1.76	7.27	5.51	161	Hodoš	1.37	3.72	2.35
52	Kranj	12.01	20.46	8.46	204	Sveta Trojica v Slo. g.	2.41	7.89	5.48	25	Dravograd	8.05	10.30	2.25
173	Polzela	4.90	13.31	8.41	11	Celje	14.08	19.41	5.34	196	Cirkulane	3.03	5.14	2.11
211	Šentrupert	4.31	12.70	8.39	45	Kidričevo	9.81	15.03	5.22	87	Ormož	7.42	9.31	1.89
130	Trebnje	5.09	13.44	8.35	20	Dobrepolje	4.57	9.76	5.19	191	Žetale	0.99	2.85	1.86
98	Rače-Fram	7.24	15.58	8.34	29	Gornja Radgona	8.11	13.29	5.18	54	Krško	6.48	8.29	1.81
156	Dobrovnik	3.97	12.30	8.33	83	Nazarje	7.26	12.41	5.15	203	Straža	11.08	12.84	1.76
155	Dobrna	2.28	10.57	8.29	197	Kostanjevica na Krki	3.73	8.86	5.14	65	Loška dolina	5.64	7.39	1.75
78	Moravske Toplice	4.96	13.22	8.26	41	Jesenice	8.28	13.38	5.10	143	Zavrč	1.98	3.66	1.68
85	Novo mesto	11.52	19.68	8.16	124	Šmarje pri Jelšah	4.28	9.37	5.10	33	Šalovci	3.94	5.32	1.38
206	Šmarješke Toplice	3.49	11.59	8.10	163	Jezerско	4.42	9.48	5.06	158	Grad	3.04	4.27	1.23
68	Lukovica	7.66	15.74	8.09	189	Vransko	3.96	8.97	5.01	141	Vuzenica	5.82	7.04	1.22
75	Miren-Kostanjevica	2.52	10.60	8.08	144	Zreče	4.26	9.25	5.00	168	Markovci	6.02	6.79	0.77
9	Brežice	3.39	11.40	8.01	73	Medika	1.93	6.86	4.93	16	Črna na Koroškem	4.51	5.08	0.57
49	Komen	2.53	10.49	7.96	96	Ptuj	5.62	10.54	4.92	103	Ravne na Koroškem	11.54	11.78	0.24
162	Horjul	3.61	11.56	7.95	42	Juršinci	2.38	7.29	4.90	129	Trbovlje	9.73	9.06	-0.67
136	Vipava	5.05	12.94	7.89	76	Mislinja	3.19	7.99	4.80	107	Rogatec	6.94	6.22	-0.72
17	Črnomelj	2.79	10.60	7.81	195	Apače	1.84	6.62	4.79	28	Gorišnica	9.64	8.54	-1.11
19	Divjača	2.22	10.01	7.78	27	Gorenja vas-Poljane	3.25	7.99	4.74	34	Hrastnik	7.72	6.44	-1.28
106	Rogaška Slatina	7.21	14.90	7.69	171	Oplotnica	2.93	7.64	4.71	93	Podvelka	6.96	4.37	-2.59
121	Škocjan	2.78	10.43	7.65	15	Črenšovci	2.00	6.70	4.71	133	Velenje	16.11	12.97	-3.14
118	Šentilj	2.47	10.01	7.54	131	Tržič	4.65	9.35	4.69	126	Šoštanj	13.43	9.62	-3.81
114	Slovenske Konjice	4.48	11.88	7.40	180	Solčava	0.63	5.30	4.67	115	Starše	12.61	8.76	-3.85
86	Odranci	2.48	9.70	7.21	150	Bloke	3.83	8.39	4.56	159	Hajdina	16.74	10.82	-5.91
148	Benedikt	1.96	9.16	7.20	63	Ljutomer	7.08	11.62	4.54					
1	Ajdovščina	6.23	13.42	7.19	188	Veržej	5.67	10.18	4.51					

Note: A – current revenues from building land use charge, property tax and fees for the maintenance of forest roads as % of municipal revenue; B – the real estate tax as % of municipal revenue; C – change in %.

Janež P., Bogataj M., Drobne S. (2016). Impact of the real estate taxation and municipal revenue on dynamics of internal migration: Case study for City Municipal of Ljubljana. *Geodetski vestnik*, 60 (4): 644-684. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.644-684

# VPLIV DAVČNE NEPREMIČNINSKE POLITIKE IN PRIHODKOV OBČIN NA NOTRANJE SELITVE: ŠTUDIJA PRIMERA ZA MESTNO OBČINO LJUBLJANA

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 644

## 1 UVOD

V prostorski ekonomiki je pomembno vprašanje, kako pritegniti ljudi v obravnavano lokalno skupnost, na primer v občino, ter kako jih v njej zadržati; glej npr. Tiebout (1956, 1961), Tullock (1971), Chun (1996). V Sloveniji ni institucionalizirane vmesne stopnje samouprave med državo in občinami, zato so občine osnovna celica za uresničevanje regionalnega razvoja z določenimi razvojnimi cilji na nacionalni ravni. Uresničevanje teh ciljev je močno povezano s financiranjem občin, njihovo ekonomsko močjo in stabilnostjo. Republika Slovenija (RS) izpostavlja blaginjo prebivalstva kot osrednji cilj družbenega razvoja, pri čemer bodo spremembe v gospodarstvu in družbi usmerjene k večanju blaginje sedanje in prihodnjih generacij (Strategija razvoja Slovenije 2014–2020 (osnutek), Ministrstvo za gospodarstvo, 2013, in Poročilo o razvoju Slovenije, Urad RS za makroekonomske analize in razvoj, 2016). Pri tem je treba posebno pozornost posvetiti projekcijam demografskih gibanj.

V članku obravnavamo stalne selitve med slovenskimi občinami. Stalna selitev (v nadaljevanju: selitev) je pojav v prostoru, kjer se spremeni bivališče posameznika ali skupine ljudi (Bole, 2004) med obravnavanimi prostorskimi enotami (dopolnilo avtorjev). Selitve dolgoročno vplivajo na politiko prometa, infrastrukturo in druge strukture v prostoru. So tudi tesno povezane s trgom nepremičnin. So pomemben in zapleten pojav ter pomembno vplivajo na demografski, gospodarski in širši družbeni razvoj (Bevc, 2000). S teoretičnimi in empiričnimi raziskavami tokov selitev lahko pojasnimo njihove pomembne posledice. Rezultati empiričnih raziskav o selitvenih tokovih pomembno prispevajo k boljšemu razumevanju tovrstnih demografskih gibanj, hkrati pa so lahko podlaga za boljše politično odločanje o posegih v prostor ter upravljanje objektov in naprav v njih, ne nazadnje podpirajo razprave o parametrih davčne politike kot potencialnega regulatorja rasti mest. Tako lahko občine oziroma regije z različnimi mehanizmi razvojnih politik vplivajo na razvoj svojega območja, s tem pa tudi na nadaljnja demografska gibanja. Pod pojmom urbani razvoj razumemo spreminjanje poselitenih razmer ter spreminjanje strukture mest, ki je posledica gospodarskih in socialnih razmer (Drozg, 2008). Prostorski razvoj je posledica izvajanja več javnih politik, njihovi vplivi so lahko neposredni (na primer gradnja prometne infrastrukture) ali posredni (na primer ukrepi davčne politike) (Miklavčič et al., 2016). Občine so dolžne upravljati svoje prihodke tako, da zagotavljajo storitve javnega pomena in skrbijo za prostorski razvoj (Pichler Milanović et al., 2008). Občine naj bi vzpostavile razmere, ki bodo zagotovile kakovostno življenjsko okolje in ustvarile privlačno poslovno okolje (Nared et al., 2016).

Selitve lahko analiziramo v gravitacijskih modelih (GM) oziroma prostorskih interakcijskih modelih (PIM). Prvi matematični model selitev, ki je temeljil na fizikalnem zakonu gravitacije, je objavil Young (1924). Wilson (1971, 1974) je gravitacijski model razširil v prostorski interakcijski model, tega je posplošil Cesario (1973, 1974). Že Lowry (1964) je predstavil možnosti za dinamično obravnavo tovrstnih gravitacij, kjer sta bila v jedru obravnave zaposlovanje in gradnja stanovanj. V takšnih modelih analiziramo vpliv spremenljivk na tokove v izvoru, kjer proučujemo lepljivost, in na tokove v ponoru, kjer proučujemo privlačnost ter vpliv razdalje med izvorom in ponorom na tokove selitev (Haynes in Fotheringham, 1984; Fotheringham in O'Kelly, 1989; Sen in Smith, 1995).

Chun (1996) trdi, da so lahko selitve sredstvo za doseganje gospodarske učinkovitosti in pravičnosti. Anjomani (2002) ugotavlja, da se lokalne oblasti vse bolj zavedajo pomembnosti selitev za zagotavljanje razvoja območja in družbene blaginje. Tako lahko občine na podlagi gravitacijskih modelov sprejmejo boljše politične odločitve ter s primerno lokalno politiko ustvarijo možnosti za rast. S tem povečajo blaginjo svojih prebivalcev in uporabnikov njihovih storitev. Med boljše politične odločitve občin spada tudi primernejša obdavčitev, ki se odraža v družbeni in gospodarski učinkovitosti občin. Ob tem se zastavlja vprašanje, ali bo diferencirana nepremičninska davčna politika vplivala na priseljevanje, odseljevanje in posledično na tehnični prirast prebivalstva v občinah.

Namen in cilj te raziskave sta predstaviti prostorski interakcijski model za preučitev lepljivosti občine izvora in privlačnosti občine ponora za selitve med občinami Slovenije, s katerim posebej analiziramo vpliv spremenjenih prihodkov občine ter vpliv spremenjenih cen nepremičnin, iz naslova spremenjene obdavčitve nepremičnin, na privlačnost občine za selivce. V nadaljevanju članka najprej opredelimo problem, kjer opredelimo notranje selitve in njihovo obravnavo v PIM, ki sta ga razvila Drobne in Bogataj (2005, 2009, 2011, 2013), v obravnavi vpliva prostorske politike in investicij v prometno infrastrukturo na tokove pa tudi Bogataj et al. (2004) ter Bogataj in Bogataj (2007, 2011), sledi opredelitev prihodkov občine in cen nepremičnin z vidika spremembe obdavčitve. V tretjem delu predstavimo metodologijo raziskave, tj. podatkovne osnove in metodo dela. Rezultate izvedbe modela z izračunom parametrov selitvenih tokov med občinami in spreminjanje prihodka občin zaradi uvedbe davka na nepremičnine predstavimo v četrtem poglavju. Na koncu sledi študija primera, vpliv spremembe stopnje davka na nepremičnine v Mestni občini Ljubljana (MOL) na njeno privlačnost za selivce. V šestem in sedmem poglavju članka sledita razprava in sklep s predlogi za nadaljnje delo.

## 2 PREDSTAVITEV PROBLEMA

### 2.1 Selitve in prostorski interakcijski modeli

Greenwood in Hunt (2003) sta izdelala pregled empiričnih študij selitev od Ravensteina (1885, 1889) naprej. Avtorja ugotavljata, da je večina selitev v preteklosti potekala v večja mestna središča, kar je v obdobju industrializacije povzročilo rast mest in urbanizacijo. Shuai (2012) ugotavlja, da predvsem delovna mobilnost pozitivno in izrazito vpliva na selitvene tokove. Če se povečajo stroški delovne mobilnosti ali zmanjšajo stroški selitve, se delavec vozač lažje odloči za selitev: medtem ko nižji stroški selitev pritegnejo prebivalce mest na bližnje lokacije zunaj mesta, tamkajšnje prebivalstvo spodbujajo k dnevni delovni mobilnosti v mesto predvsem nižji stroški prevoza na delo in cenejše nepremičnine. Podobno ugotavlja

Lundholm (2010), da ravno pripravljenost na daljšo vožnjo na delo ustvarja pogoje za odločanje glede morebitne preselitve. Iz tega lahko sklenemo, da boljše razmere za vožnjo na delo tako zavirajo kot tudi pospešujejo selitve (Drobne, Rajar in Lisec, 2013): primer pospeševanja selitev so selitve iz mestnih območij na podeželje (suburbanizacija) in vožnja nazaj v mesto na delo, kar je razvidno v občinah na obrobju Ljubljane (Ravbar, 2005).

Bevc in Uršič (2013) sta po državni statistiki povzeli dejstvo, da je v Sloveniji v obdobju 1995–2007 absolutno in relativno število selitev naraščalo. Kljub metodološko-vsebinskim spremembam pri zajemu podatkov o selitvah v letu 2008 (SURs, 2009) statistika kaže na naraščanje selitev med slovenskimi občinami tudi po letu 2009. Avtorici sta še ugotovili, da narašča povprečna starost selivcev, in sicer z 28 let v 1990. letih, na 30 let v obdobju 2001–2007, v obdobju 2008–2011 pa je znašala že 34 let (Bevc in Uršič, 2013). Te ugotovitve še posebej opozarjajo, da se s politiko upokojevanja in staranjem prebivalstva spreminja tudi jakost tokov delovne mobilnosti in selitev.

Bogataj, Drobne in Bogataj (1993), Bogataj (2000), Bogataj in Drobne (2005), Drobne in Bogataj (2005, 2009, 2011), Drobne, Bogataj in Bogataj (2008), Drobne in Bogataj (2013), Drobne, Rajar in Lisec (2013) ter Drobne (2014) so v PIM študirali selitve in delovno mobilnost, kot nadomestek in dopolnilo selitev prebivalstva, po različnih prostorskih strukturah Slovenije in Evrope. Prostorske interakcije so medsebojni vplivi med lokacijami, ki pomenijo gibanje ali komunikacijo v prostoru. V prostorskih znanostih nas najpogosteje zanimajo interakcije, ki so rezultat človekovega delovanja in vključujejo selitve, dnevno ali tedensko delovno mobilnost, dnevne ali tedenske tokove dijakov in študentov, tokove informacij ali blaga in podobno (Fotheringham in O'Kelly, 1989; Nijkamp in Reggiani, 1992). Proučevanje selitev med občinami oziroma regijami je torej del širšega proučevanja prostorskih interakcij. PIM se razlikujejo glede na matematično formulacijo, omejitve, vire podatkov, umerjanje, konvergenčna merila in ostale parametre. Izbira in sprememba vrste PIM mora ustrezati zahtevanemu namenu (Horak, Ivan in Tesla, 2014; Drobne, 2016).

Po Wilsonu (1971) so prostorski interakcijski modeli dolgoročno pomembni za proučevanje v družbenih vedah, ne le v geografiji, temveč tudi v ekonomiji in sociologiji – torej v številnih znanostih, ki se ukvarjajo s prostorom. V PIM (lahko) proučujemo vpliv (številnih) pojasnjevalnih spremenljivk na tokove selitev in dnevne oziroma tedenske mobilnosti ter povezanost med njimi. Prashker in sodelavci prepoznava naslednje skupine dejavnikov, ki vplivajo na izbiro lokacije prebivališča (Prashker, Shiftan in Hershkovitch-Sarusi, 2008): (a) značilnosti stanovanjskih enot (velikost in vrsta stanovanjske enote, možnost parkiranja, zvočna in toplotna izoliranost, razgled, starost zgradbe in vzdrževanje ter druge posebne značilnosti); (b) lokacijske značilnosti (značilnosti, ki se nanašajo na kakovost bivalnih enot samih in okolja, ki mu pripadajo; okolje vpliva na kakovost prebivališča in načina življenja v gospodinjstvu; primeri takšnih dejavnikov so družbenogospodarski status območja, izobrazbena struktura, stopnja varnosti, priložnosti za nakupe in oddih, promet, hrup, onesnaženost zraka in drugi); (c) značilnosti dostopnosti (dostopnost do različnih mestnih/podeželskih/vmesnih funkcij in dejavnosti, zanimivih za posameznika, kot so delo, nakupovanje in oddih; vožnja na delo se v literaturi proučuje najpogosteje, zato je dostopnost do dela domnevno (ibid.) najpomembnejša pri izbiri lokacije prebivališča); (d) posameznikove značilnosti (kot so starost, zakonski stan, otroci, izobrazba, prihodek, lastništvo prevoznega sredstva in druge značilnosti).

V raziskavi smo v PIM analizirali dejavnike, ki vplivajo na notranje selitve v Sloveniji. Pri tem smo posebno pozornost namenili analizi vplivov spremembe prihodkov občin in vplivov davkov na cene nepremičnin iz naslova spremembe obdavčitve nepremičnin v Sloveniji na jakost tokov selivcev.

## 2.2 Prihodki občine

V prostorski ekonomiki je – od pionirskega dela Tiebouta (1956) naprej – eno od osrednjih vprašanj razmeščanje gospodinjstev na urbanem trgu stanovanjskih nepremičnin (Ferreira, 2010). Tiebout (1956, 1961) je preučil vpliv posameznikove mobilnosti na oblikovanje fiskalne politike v lokalnih skupnostih (občinah). V njegovem modelu se posamezniki selijo med območji brez stroškov in svobodno, dokler ne najdejo območja z optimalno kombinacijo dosegljivih javnih dobrin (Hill, 2006). Dosegljivost pa je odvisna tudi od višine davkov na nepremičnine. Tullock (1971) je nadgradil Tieboutovo teorijo z obravnavo razlik med območji in obdavčitvijo v posameznih lokalnih skupnostih. Ugotovil je, da – ob nespremenjenih ostalih pogojih – na tokove selivcev vplivajo diferencialni lokalni davčni sistemi. Cebula (1974, 1990, 2002, 2009) je v svojih empiričnih raziskavah in s Curran (1978) preizkusil Tiebout-Tullockovo domnevo o vplivu lokalne fiskalne politike na tokove selitev. Potrdil je vpliv davka na nepremičnine na selitve (ibid). Tako je Cebula (2009) ugotovil, da se z dvigom davka na nepremičnine v državi  $j$  za  $p$  % znižajo tokovi selitev v  $j$  iz celotnega obravnavanega gospodarskega prostora (ZDA) za  $(1 + p)^{-0.00008}$ . Pri dvigu davkov za 10 % bi to pomenilo slabih osem selitev manj na milijon selivcev, kar je sicer zanemarljivo malo. Žal pa je Cebula študiral le točkovne spremembe, ne pa sprememb na tokovih iz izvora v ponor, zato je tudi determinacijski koeficient v njegovi analizi nizek. To pomanjkljivost odpravlja v tej študiji predlagani PIM.

Prihodki občin so sestavljeni iz različnih virov (6. in 7. člen Zakona o financiranju občin (Uradni list RS, št. 123/2006, 57/2008, 36/2011 in 14/2015 – ZUUJFO)): »Viri financiranja občine so prihodki občinskega proračuna od davka na nepremičnine, davka na vodna plovila, davka na promet nepremičnin, davka na dediščine in darila, davka na dobitke od klasičnih iger na srečo in drugega davka, če je tako določeno z zakonom, ki davek ureja. [...] Vir financiranja občine so tudi prihodki od samoprispevka, takse, globe, koncesijske dajatve, plačila za storitve lokalnih javnih služb in drugi, če je tako določeno z zakonom, ki ureja posamezno dajatev, ali s predpisom, izdanim na podlagi zakona. [...] Prihodki občine so tudi prihodki od stvarnega in finančnega premoženja občine, prejete donacije in transferni prihodki iz državnega proračuna in sredstev skladov Evropske unije. Vir financiranja občin so tudi prihodki iz dohodnine in drugih davkov, ki so v skladu z zakonom prihodek državnega proračuna, in sicer za posamezno proračunsko leto v višini skupne primerne porabe občin.« Med davčne prihodke spada tudi davek na premoženje, ki je pravi premoženjski davek, kamor uvrščamo davek na nepremičnine (davek od premoženja in nadomestilo za uporabo stavbnega zemljišča), in drugi davki za uporabo blaga in storitev, kamor uvrščamo tudi pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest; glej tudi podatke Ministrstva za finance (2016).

V raziskavi se osredotočamo le na prihodke od davka na nepremičnine in prihodke od pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest, ki bodo nadomeščeni prihodki od novega davka na nepremičnine. Z razveljavljenim Zakonom o davku na nepremičnine (ZDavNepr, Uradni list RS, št. 101/2013 in 22/2014 – odl. US) bi davek na nepremičnine nadomestil davek od premoženja, nadomestilo za uporabo stavbnega zemljišča in pristojbino za vzdrževanje gozdnih cest. Zaradi neenotne obstoječe obdavčitve nepremičnin se v Sloveniji že vrsto let pripravljala

sistem davka na nepremičnine, ki bi nadomestil sedanje dajatve in odpravil slabosti obstoječe obdavčitve.

Slabosti sedanje obdavčitve nepremičnin so: neenotno določanje predmeta obdavčitve, neenotna merila za določanje davčnih zavezancev, netržne metode določanja davčne osnove, različen način določanja davčne osnove in višine dajatve ter različno opredeljevanje oprostitev in olajšav. Davek od premoženja in nadomestilo za uporabo stavbnih zemljišč sta velikokrat predmet pritožb, občinski odloki pa ustavnih pritožb in posledično razveljavitev. Nekatere nepremičnine v sistem obdavčitve sploh niso zajete, saj so občinske baze nepopolne in neažurne. Iz navedenega sledi, da dosedanji sistem občinam ne zagotavlja zadostnih davčnih prihodkov, prav tako ne obdavčitve, s katero bi lahko še dodatno vplivali na gospodarsko učinkovitost in stabilnost občin.

Filippakopoulou in Potsiou (2014) sta v študiji o obdavčevanju nepremičnin v Grčiji prišla do enake ugotovitve kot snovalci novega davka na nepremičnine v Sloveniji, in sicer da bo obdavčevanje nepremičnin pravično le, ko bo davčna osnova tržna vrednost, oziroma vrednost na podlagi množičnega vrednotenja, in ko bodo v obdavčitev zajete vse nepremičnine. Režek (2004) navaja, da uvedba novega davka zahteva vnaprejšnjo jasnost razlogov zanj, njegovih ciljev in namenov ter tudi vnaprejšnje poznavanje, predvidevanje in izhodiščno usmerjanje njegovih učinkov in načinov za njihovo naknadno uravnavanje. Poudarja, da je navedeno pomembno zaradi doseganja ustrezne stopnje politične in družbene ocene glede njegove upravičenosti in učinkovitosti – saj je ena od osnovnih pravic davkoplačevalcev ravno zahteva po jasnosti ciljev oblasti ter preverjanju njihovega uresničevanja in doseganja. Treba je vedeti, kako bo nova davčna zakonodaja vplivala na življenje državljanov, kamor spada tudi ugotavljanje njihovega zadovoljstva v okolju, kjer živijo, in njihove pripravljenosti, da še naprej živijo v istem okolju. Nova davčna zakonodaja bo vplivala tako na prihodke občin kot na cene nepremičnin. Zato v članku analiziramo vpliv simultanih sprememb prihodkov občin in cen nepremičnin v občinah na lepljivost v izvoru oziroma na privlačnost za tokove selivcev v ponoru.

Pri tem posebej obravnavamo selitve v prestolnico Slovenije, ki je kljub manjši velikosti v različnih projektih o mednarodni vlogi slovenskih mest (ESPON 1.1.1., 2005) omenjena kot slovensko metropolitansko urbano območje in globalno pomembno središče. V študiji primera analiziramo vpliv spremembe prihodkov Mestne občine Ljubljana (MOL) na tokove selivcev v občino, če bi MOL nadomestila sedanje prihodke od nadomestila za uporabo stavbnega zemljišča, davka od premoženja in pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest s pričakovanimi prihodki od davka na nepremičnine po razveljavljenem Zakonu o davku na nepremičnine (Uradni list RS, št. 101/2013 in 22/2014 – odl. US) in pri tem določila drugačno davčno stopnjo od drugih občin v Sloveniji. Pri tem smo preizkusili naslednjo domnevo:

*Domneva 1:* S povečanjem/zmanjšanjem prihodkov Mestne občine Ljubljana (MOL) iz naslova spremembe obdavčitve rezidenčnih stanovanjskih nepremičnin se bo, ob nespremenjenih prihodkih v drugih občinah, povečalo/zmanjšalo priseljevanje v MOL.

### 2.3 Cene rezidenčnih nepremičnin

Vrednost mestnega zemljišča izhaja iz komunalne opremljenosti in druge infrastrukture mest ter investicij v lokalno skupnost, kar izhaja iz teorije o mestni renti, ki jo je podrobneje že izpostavil Marx v Kapitalu III/ Del VI (*Das Kapital, Kritik der politischen Ökonomie, Engels, F. (ur.), 1894*), nadgradili pa Isard (1956), Alonso (1964) in drugi prostorski ekonomisti. Enakega mnenja o vplivu infrastrukture

in investicij na rento in vrednost zemljišča v lokalni skupnosti je bil tudi politični ekonomist George Henry (1948) v svojem delu *Progress and Poverty*. Wang s sodelavci (2015) meni, da bi zato morali zviševanje vrednosti zemljišča zaradi investicij spet zajeti v lokalno skupnost prek obdavčitve zemljišča. To trditev je z razvojem modela in numeričnimi primeri povezanosti med investicijami v komunalno infrastrukturo in zajemanjem rentnih diferencialov izpostavila in dokazala Bogataj (1982) v disertaciji z naslovom *Renta kot regulator rasti urbanih aglomeracij*. Tako se na primer z javno investicijo v prometno infrastrukturo, s katero se izboljša dostopnost, doda pomembna vrednost sosednjim zasebnim zemljiščem. Takšna vrsta javnih investicij s pozitivnimi zunanjimi učinki zviša vrednost zemljišča (Drobne, Bogataj in Liseč, 2008; Liseč in Drobne, 2008), zato je državna intervencija z davkom na zemljišče upravičljiva.

Tieboutov model vpliva fiskalne politike na posameznika v lokalni skupnosti (Tiebout, 1956) so nadgradili Oates (1969), Hamilton (1975, 1983), Fischel (1975), Blake (1979). Ti avtorji so dodatno poudarili prednost davka na nepremičnine, ki se prek investicij v javne lokalne storitve vrača prebivalcem oziroma se odrazi v kapitalizirani vrednosti nepremičnin. Kapitalizacijo davka v vrednosti nepremičnine so empirično dokazali tudi Palmona in Smith (1998) ter de Bartolomé in Rosenthal (1999). Pomembna je tudi študija Haughwouta et al. (2004), v kateri so koncept Tiebout-Oatesa (Edel in Sclar, 1974) preoblikovali v Haughwout-Inmanov model, ki obravnava odnos med prihodki občin, davčnimi prihodki, davčnimi stopnjami, nedavčnimi prihodki in indeksom cen lokalnih javnih storitev. Njihov model so nadgradili Skidmore, Reese in Kang (2012) z vključitvijo davčne konkurence med različnimi območji. Med novejšimi deli bi omenili študijo Banzhaf in Oates (2013), v kateri sta avtorja potrdila, da v kapitalizirani vrednosti nepremičnin ni vključen le plačan davek na nepremičnine, temveč tudi javni dolg za financiranje občin. Proučila sta predhodne študije o kapitalizaciji davka na nepremičnine v vrednost nepremičnine in ugotovila, da le Leed v svoji študiji iz leta 1985 ni našel dokazov o navedeni kapitalizaciji davka v vrednosti nepremičnine. England (2016) je proučil literaturo glede nosilcev davčnega bremena davka na nepremičnine, ki se oddajajo v najem. Prišel je do spoznanja, da lastniki nepremičnin lahko prevalijo davek na nepremičnine na najemnike, le ko so slednji pripravljeni plačati dobrine in storitve, ki jih ponujajo lokalne skupnosti in so financirane z davkom na nepremičnine (ibid).

Tržna vrednost nepremičnine odraža pričakovanje o prihodnjih koristih zaradi rabe te nepremičnine. Glaeser (1996) je pokazal, da davek na nepremičnine tudi kratkoročno usmerjene odločevalce motivira za zagotavljanje boljših lokalnih storitev. Davek na nepremičnine tako spodbuja lokalne oblasti k večjim investicijam v prihodnjo ugodnejšo rabo nepremičnin, s čimer se zagotavljajo finančne koristi ali povečuje udobje bivanja lokalnim davkoplačevalcem (in s tem volivcem). Zaradi različnih storitev v korist rabe nepremičnine dosegajo nepremičnine v lokalni skupnosti različne vrednosti, v katerih je kapitaliziran tudi davek na nepremičnine. Tako se lahko zaradi različnih davkov po lokalnih skupnostih spreminjajo tokovi selitev. V članku razvijemo model, ki omogoči študij in vrednotenje vpliva davčne stopnje na kapitalizacijsko stopnjo, ta pa skupaj z rento rezidenčnih stanovanjskih nepremičnin vpliva na njihovo ceno. Pri tem bomo preskusili naslednjo domnevo:

*Domneva 2:* Z znižanjem/zvišanjem stopnje obdavčitve rezidenčnih stanovanjskih nepremičnin v MOL se bo prek vpliva cen nepremičnin, ob predpostavki nespremenjenih davčnih stopnjah v drugih občinah, povečalo/zmanjšalo priseljevanje v MOL.

### 3 METODOLOGIJA

#### 3.1 Podatkovni temelji

Podatke o selitvah med občinami Slovenije smo pridobili na Statističnem uradu Republike Slovenije (SURS). Na SURS smo pridobili tudi podatke o številu prebivalcev v občini, zaposlenosti, povprečnem bruto osebnem dohodku (BOD) in uporabnih stanovanjskih površinah v občini. Podatke o prihodkih občin smo pridobili na Ministrstvu za finance Republike Slovenije (MFRS). Podatke o povprečni ceni stanovanj v občini smo pridobili na Geodetski upravi Republike Slovenije (GURS). Podatke o času potovanja po najhitrejši poti z osebnim vozilom med občinskimi središči smo povzeli po Drobne in Bogataj (2011). Analizo smo izvedli za podatke iz leta 2011. Zastarelost uporabljenih podatkov je poglobljena omejitev raziskave, katere glavni prispevek je prostorski interakcijski model, ki ga predstavimo v nadaljevanju.

#### 3.2 Prostorski interakcijski model

Vpliv faktorjev v izvoru (lepljivost, angl. *stickiness*) in ponoru (privlačnost, angl. *attractiveness*) na tokove selitev med občinami Slovenije smo analizirali v prostorskem interakcijskem modelu (Drobne in Bogataj, 2011):

$$S_{ij} = k K(c_{ij})^\beta \Pi_r K(g)_i^{\gamma(g)} K(g)_j^{\alpha(g)}, \quad (1)$$

kjer je  $S_{ij}$  ocenjena jakost toka selitev (število selivcev na leto) iz izvora  $i$  v ponor  $j$ ,  $k$  je sorazmernostna konstanta,  $K(c_{ij})$  je koeficient časa potovanja z osebnim vozilom iz izvora  $i$  v ponor  $j$ ,  $K(g)_i$  in  $K(g)_j$  pa sta koeficienta obravnavane neodvisne spremenljivke  $g$  v izvoru  $i$  oziroma v ponoru  $j$ ; koeficient spremenljivke je razmerje med ravno spremenljivke v obravnavani prostorski enoti (v našem primeru v občini) glede na povprečje na obravnavanem območju (v našem primeru v Sloveniji); koeficienti analiziranih spremenljivk so razloženi v preglednici 1.

Umerjanje modela (1) smo izvajali v programskem okolju SPSS 23.0 po metodi OLS (ang. *Ordinary Least Squares Regression*). Z regresijskimi koeficienti smo ocenjevali vplive na notranje selitve med občinami Slovenije; z regresijskim koeficientom  $\beta$  smo ocenjevali vpliv časa potovanja med izvorom in ponorom, z regresijskim koeficientom  $\gamma(g)$  smo ocenjevali vpliv koeficienta analizirane spremenljivke v izvoru,  $K(g)_i$ , z regresijskim koeficientom  $\alpha(g)$  pa vpliv privlačnosti koeficienta analizirane spremenljivke v ponoru,  $K(g)_j$ . Ko je ocenjen regresijski koeficient, tj. eksponent v potenčnem modelu (1), pozitiven, pravimo, da je vpliv spremenljivke na stalne selitve pozitiven, ko je eksponent v modelu (1) negativen, pa pravimo, da je vpliv spremenljivke negativen.

Prostorski interakcijski model (1) lahko zapišemo tudi:

$$S_{ij} = k K(c_{ij})^\beta K(POP)_i^{\gamma(POP)} K(POP)_j^{\alpha(POP)} K(ZAP)_i^{\gamma(ZAP)} K(ZAP)_j^{\alpha(ZAP)} \cdot K(BOD)_i^{\gamma(BOD)} K(BOD)_j^{\alpha(BOD)} K(V)_i^{\gamma(V)} K(V)_j^{\alpha(V)} \cdot K(POB)_i^{\gamma(POB)} K(POB)_j^{\alpha(POB)} K(STP)_i^{\gamma(STP)} K(STP)_j^{\alpha(STP)}. \quad (2)$$



Preglednica 1: Analizirane spremenljivke v prostorskem interakcijskem modelu (1)

Oznaka	Spremenljivka	Definicija*	Vir
$S_{ij}^*$	Število selivcev iz občine izvora $i$ v občino ponora $j$	Število selivcev iz občine izvora $i$ v občino ponora $j$	SURS
$S_{ij}$	Ocenjena jakost toka selivcev iz občine izvora $i$ v občino ponora $j$	Ocena števila selivcev iz občine izvora $i$ v občino ponora $j$ po umerjenem modelu (1)	Lastni izračun
$K(c_{ij})$	Koeficient časa potovanja z osebnim vozilom med središčem občine izvora $i$ in središčem občine ponora $j$	Količnik med časom potovanja z osebnim vozilom med središčem občine izvora $i$ in središčem občine ponora $j$ in povprečno časovno razdaljo vseh interakcij v Sloveniji	(Drobne in Bogataj, 2011)
$K(POP_0)$	Koeficient števila prebivalcev v občini	Količnik med številom prebivalcev v občini in povprečnim številom prebivalcev v občini v Sloveniji	SURS
$K(ZAP_0)$	Koeficient stopnje zaposlenosti v občini	Količnik: ((število zaposlenih v občini / število delovno aktivnih v občini) / (število zaposlenih v Sloveniji / število delovno aktivnih v Sloveniji))	SURS
$K(BOD_0)$	Koeficient bruto osebnega dohodka na prebivalca v občini	Količnik med bruto osebnim dohodkom na prebivalca v občini in povprečnim bruto osebnim dohodkom v Sloveniji	SURS
$K(V_0)$	Koeficient povprečne neto sedanje tržne cene za kvadratni meter stanovanja v občini	Količnik med povprečno neto sedanjo tržno ceno stanovanj za kvadratni meter v občini in povprečno neto sedanjo tržno ceno stanovanj za kvadratni meter v Sloveniji	GURS
$K(POB_0)$	Koeficient prihodka občine na prebivalca v občini	Količnik: ((prihodki občine / število prebivalcev v občini) / (prihodki vseh občin v Sloveniji / število prebivalcev v Sloveniji))	MFRS
$K(STP_0)$	Koeficient uporabne stanovanjske površine v kvadratnih metrih na prebivalca v občini	Količnik: ((uporabna stanovanjska površina v kvadratnih metrih v občini / število prebivalcev v občini) / (uporabna stanovanjska površina v kvadratnih metrih v Sloveniji / število prebivalcev v Sloveniji))	SURS

Opomba: Vsi podatki so za leto 2011.

### 3.3 Vpliv prihodka občine na tokove selitev

Eden izmed obstoječih prihodkov občin so tudi sedanje dajatve na nepremičnine. Če vse občine povečajo vse obdavčitve v enakih odstotkih, to je za  $v$  %, se koeficient prihodka občine na prebivalca ne spremeni, kar sledi iz definicije tega koeficienta. Če obdavčitev nepremičnin spremeni le ena občina, na

primer občina  $j$  za  $v\%$ , se spremeni koeficient občine  $j$ , hkrati se zaradi spremembe povprečja spremeni koeficient preostalim občinam, vendar je vpliv šibek. V študiji primera (poglavje 5) analiziramo vpliv spremembe obdavčitve nepremičnin oziroma prihodka občine na tokove priseljenih v Mestno občino Ljubljana (MOL).

Koeficient prihodka občine na prebivalca v občini ponora  $j$  je količnik prihodkov občine  $j$  na prebivalca in povprečja prihodkov vseh občin v Sloveniji:  $K(POB)_j = \frac{(POB)_j}{POB}$ . Računamo tako, da se prihodki

občine, kjer živi  $p$  odstotkov prebivalcev, povečajo za  $v\%$  na  $POB_j^* = (POB)_j \cdot \left(1 + \frac{v_j(POB)}{100}\right)$ , in pred-

postavljamo, da v drugih občinah živi  $(100 - p)$  odstotkov prebivalcev. Predpostavljamo tudi, da se v drugih občinah ta spremenljivka ne spremeni in ostane povprečje enako kot prej. Če se prihodki in izvoru ne spremenijo, za izračun faktorja oziroma relativne spremembe prihodkov v občini delimo nov koeficient (koeficient ob spremembi in po spremembi prihodkov) s starim koeficientom (koeficientom pred spremembo prihodkov).

### 3.4 Tržna vrednost nepremičnine kot kapitalizacija rente

Obdavčitev nepremičnin vpliva tudi na samo tržno vrednost nepremičnin. Vrednost rezidenčne stanovanjske nepremičnine  $V$  določajo diskontirane rente nepremičnin, ki vključujejo davek na nepremičnine. Zaradi poenostavitve predpostavimo, da gre za večno rento, podobno pa bi lahko upoštevali omejen čas uporabe nepremičnine. Kadar je  $R$  višina večne rente na leto,  $r$  stopnja donosnosti in je letni davek na nepremičnine izražen kot odstotek  $u$  vrednosti nepremičnine  $V$ , ko gre uporabnost rezidenčnih stanovanjskih enot v neskončnost, zapišemo odnos med vrednostjo nepremičnine in rentami:

$$V = \frac{(R - u \cdot V)}{r} \rightarrow V \cdot r = R - u \cdot V \rightarrow V = \frac{R}{r + u}, \quad (3)$$

kjer je  $r + u$  kapitalizacijska stopnja. Podrobnejšo obravnavo te predpostavke sta pojasnila McDonald in McMillen (2011).

### 3.5 Vključitev davčnega modela v model priselitev v občino

Spremenjena razmerja v davčni stopnji pri obdavčitvi nepremičnin med občinami hkrati vplivajo na spremembo koeficienta prihodkov v občino ponora  $j$  in s tem na spremembo koeficienta neto sedanje tržne cene stanovanja na kvadratni meter v  $j$ . Sledi, da so skupni tokovi v  $j$ , pri nespremenjenih ostalih indikatorjih:

$$S_j \left( \begin{array}{l} j \geq 0; POB, V \\ j < 0; POB, V \end{array} \right) = \frac{S_j \left( \begin{array}{l} j < 0; POB, V \end{array} \right) \cdot \left(100 + v_j(POB)\right)^{\alpha(POB)} \cdot 100^{\gamma(POB)}}{\left( p_j \cdot K(POB)_j \cdot \frac{v_j(POB)}{100} + 100 \right)^{\alpha(POB) + \gamma(POB)}} \cdot \frac{\left(100 + v_j(V)\right)^{\alpha(V)} \cdot 100^{\gamma(V)}}{\left\{ p_j \cdot K(V)_j \cdot \left( \frac{v_j(V)}{100} \right) + 100 \right\}^{\alpha(V) + \gamma(V)}}. \quad (4)$$

kjer je  $v_j(POB)$  odstotek spremembe vrednosti indikatorja  $POB$  v  $j$ ,  $v_j(V)$  odstotek spremembe vrednosti indikatorja  $V$  v  $j$ .  $\tau$  je čas,  $\tau_j < 0$  je čas pred spremembo,  $\tau_j \geq 0$  je čas spremembe in po spremembi.

Analogno lahko razvijemo model za napovedovanje izvornih tokove iz občine  $i$ .

## 4 PARAMETRI MODELA SELITEV MED OBČINAMI SLOVENIJE

### 4.1 Vpliv obravnavanih spremenljivk na tokove selitev med občinami Slovenije

V preglednici 2 so rezultati regresijske analize selitev med občinami Slovenije leta 2011 v prostorskem interakcijskem modelu (2). Prilagojen delež pojasnjene variance modela je 41,1 %, kar pomeni, da na selitve najverjetneje vplivajo še drugi parametri, ki jih nismo vključili v analizo in bi jih bilo smiselno raziskati v prihodnje. Ocene večine regresijskih koeficientov v preglednici 2 so statistično značilne pri  $p < 0,0001$ , razen pri vplivih BOD v ponoru in uporabni stanovanjski površini v kvadratnih metrih na prebivalca v izvoru. Prav tako je celoten model statistično značilen (statistika F je visoka,  $p \approx 0$ ). Vse obravnavane pojasnjevalne spremenljivke so neodvisne ( $VIF < 2,5$ ), ostanki modela niso povezani (Durbin-Watsonova statistika  $\approx 1,8$ ). Z izrisi smo preverili normalnost ostankov (model je v povprečju točen) in homoskedastičnost.

S primerjavo regresijskih koeficientov (RK) v preglednici 2 se pokaže, da je najpomembnejši obravnavani dejavnik, ki vpliva na selitve, čas, porabljen za potovanje iz izvora v ponor (primerjaj standardizirane RK). Povečanje časa, porabljenega za potovanje na delo, negativno vplivala na tokove selivcev ( $\beta = -2,388$ ) oziroma jih zmanjšuje: več selitev se torej izvede na krajše kot na daljše razdalje.

Pomembni pojasnjevalni spremenljivki sta tudi prihodek občin  $K(POB)$  in število prebivalcev  $K(POP)$ . Število prebivalcev v občini vpliva premo sorazmerno na logaritem vrednosti toka selitev – tako v občini izvora kot tudi v občini ponora. Na primer: regresijski koeficient  $\gamma(POP) = 1,297$  pomeni, da se pri spremembi razmerja med številom prebivalcev občine izvora in povprečnim številom prebivalcev v slovenskih občinah za  $p$  odstotkov spremeni tok selitev iz občine izvora s faktorjem  $\left(1 + \frac{p}{100}\right)^{1,297}$ . Podobno pomeni regresijski koeficient  $\alpha(POP) = 1,257$ , da se pri spremembi razmerja med številom prebivalcev občine ponora in povprečnim številom prebivalcev v slovenskih občinah za  $p$  odstotkov spremeni tok selitev v občino ponora s faktorjem  $\left(1 + \frac{p}{100}\right)^{1,257}$ . Vpliv števila prebivalcev v občini na selitev je podoben v ponoru ( $\alpha(POP) = 1,257$ ) in izvoru ( $\gamma(POP) = 1,297$ ). Razlike v regresijskih koeficientih prilivov in odlivov prebivalstva lineariziranega modela so na robu dveh standardnih napak ocene ( $SE = 0,019$ ).

Vpliv prihodka občine na prebivalca,  $K(POB)$ , je premo sorazmeren z logaritmom vrednosti toka selitev – tako v občini izvora ( $\gamma(POB) = 1,420$ ) kot v občini ponora ( $\alpha(POB) = 1,375$ ). S povečanjem prihodka občine na prebivalca se torej poveča obseg odseljevanja (zmanjša lepljivost) v občini izvora in poveča obseg priseljevanja (zveča privlačnost) v občini ponora. Tu so razlike v regresijskih koeficientih lineariziranega modela celo znotraj ene standardne napake ocene ( $SE = 0,066$ ).

Preglednica 2: Rezultati regresijske analize selitev med občinami Slovenije leta 2011 v modelu (2)

Spremenljivka (RK)	Vrednost (RK)	Standardna napaka RK	Standardiziran RK	t	p
R	0,641			Meritev	43.890
R <sup>2</sup>	0,411			ANOVA statistika F	2.354,13
Prilagojen R <sup>2</sup>	0,411			ANOVA značilnost P	0
Standardna napaka	2,636				

Spremenljivka (RK)	Vrednost (RK)	Standardna napaka RK	Standardiziran RK	t	p
Konstanta	2,12E-21	1,379		-34,519	0
$K(c_y)$	-2,388	0,023	-0,405	-105,620	0
$K(POP)_i$	1,297	0,019	0,374	67,555	0
$K(POP)_j$	1,257	0,019	0,363	65,452	0
$K(ZAP)_i$	-0,356	0,061	-0,027	-5,856	<0,0001
$K(ZAP)_j$	-0,345	0,061	-0,026	-5,674	<0,0001
$K(BOD)_i$	-0,501	0,122	-0,017	4,106	<0,0001
$K(BOD)_j$	0,400	0,122	0,014	3,272	0,001
$K(V)_i$	0,875	0,125	0,033	6,980	<0,0001
$K(V)_j$	0,787	0,125	0,030	6,276	<0,0001
$K(POB)_i$	1,420	0,066	0,095	21,596	0
$K(POB)_j$	1,375	0,066	0,092	20,903	0
$K(STP)_i$	0,094	0,040	0,010	2,335	0,02
$K(STP)_j$	0,233	0,040	0,025	5,791	<0,0001

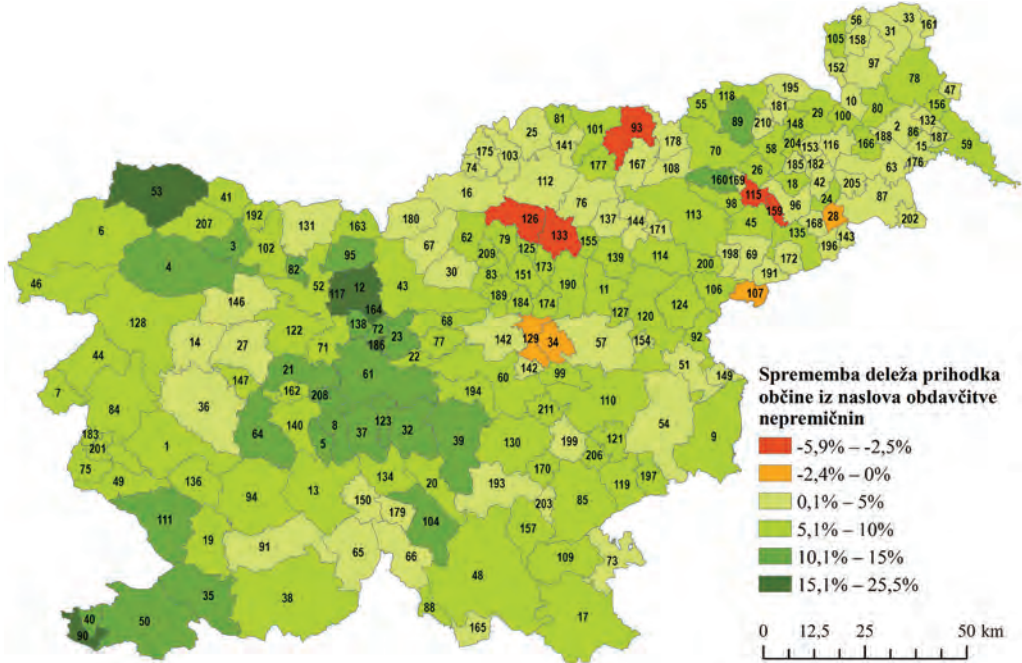
Vpliv povprečne neto sedanje tržne cene stanovanja za kvadratni meter v občini,  $K(V)$ , je premo sorazmeren z logaritmom toka selitev – tako v občini izvora ( $\gamma(V) = 0,875$ ) kot v občini ponora ( $\alpha(V) = 0,787$ ). S povečanjem povprečne neto sedanje tržne cene kvadratnega metra stanovanja v občini se poveča obseg odseljavanja (manjša lepljivost) in poveča obseg priseljavanja (večja privlačnost). Tudi tu so razlike v regresijskih koeficientih lineariziranega modela znotraj ene standardne napake ocene ( $SE = 0,125$ ).

## 4.2 Sprememba prihodka slovenskih občin zaradi uvedbe davka na nepremičnine

V večini evropskih držav je davek na nepremičnine prihodek občin, enako se predvideva v Sloveniji. Izračunali smo delež prihodkov od obdavčitve nepremičnin v sedanjem sistemu glede na vse prihodke občin, delež prihodkov od davka na nepremičnine v novih prihodkih občin ter spremembo v prihodkih iz naslova obdavčitve nepremičnin; rezultati so v prilogi 1 (razvrščeno od občine z največjo do občine z najmanjšo spremembo). Prostorsko analizo spremembe v prihodkih občin iz naslova obdavčitve nepremičnin obravnavanih območij za selivce analiziramo z analitičnim kartografskim prikazom (slika 1).

Iz rezultatov v prilogi 1 je mogoče razbrati, da bi se delež prihodkov zmanjšal v samo od 9 od 211 občinah; te občine so (v vrstnem redu zmanjševanja deleža prihodkov): Trbovlje, Rogatec, Gorišnica, Hrastnik, Podvelka, Velenje, Šoštanj, Starše, Hajdina (glej tudi sliko 1). S slike 1 je tudi razvidno, da bi se prihodki občin zahodne slovenske regije na ravni NUTS 2 ob enaki davčni stopnji 0,15 % v splošnem bolj povečali kot prihodki občin vzhodne slovenske regije. Preglednica 3 prikazuje rezultate izračunov za Mestno občino

Ljubljana in povprečje za vse slovenske občine. Iz rezultatov je mogoče razbrati, da bi se zaradi spremembe obdavčitve nepremičnin v povprečju v slovenskih občinah povečali prihodki iz naslova obdavčitve nepremičnin na prebivalca; in sicer za približno 140 % (s sedanjih 52,75 EUR/preb. na 128,87 EUR/preb.). V MOL bi sprememba obdavčitve povzročila povečanje prihodkov od obdavčitve nepremičnin za 90 % (s sedanjih 174,51 EUR/preb. na 333,33 EUR/preb.). Z zvišanjem obdavčitve bi se povečali prihodki slovenskih občin v povprečju za 14,3 %, konkretno v MOL bi se prihodki povečali za 15 %.



Slika 1: Sprememba deleža prihodka občine iz naslova obdavčitve nepremičnin (delež prihodka občine od davka na nepremičnine – delež sedanjih dajatev na nepremičnine (delež sedanjega prihodka občine od nadomestila za uporabo stavbnega zemljišča + delež sedanjega prihodka občine od davka od premoženja + delež sedanjega prihodka občine od pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest); šifrant občin je v prilogi 1).

Preglednica 3: Izračun za Mestno občino Ljubljano in povprečje vseh slovenskih občin

	Mestna občina Ljubljana	Povprečje slovenskih občin
Število prebivalcev (1. polletje)	280.140	9.729
Število odseljenih	14.109	414,69
Število priseljenih	13.414	414,69
Sedanji prihodki od nadomestila, davka od premoženja in pristojbine za		
vzdrževanje gozdnih cest na prebivalca	174,51 EUR/preb.	52,75 EUR/preb.
Prihodki od davka na nepremičnine na prebivalca	333,33 EUR/preb.	128,87 EUR/preb.
Sedanji prihodki občin na prebivalca	1.039,60 EUR/preb.	1.078,10 EUR/preb.
Novi prihodki občin na prebivalca	1.198,42 EUR/preb.	1.154,21 EUR/preb.

Za določitev faktorja spremembe tokov v občino ponora  $j$  zaradi spremenjenih prihodkov v občini ponora  $j$  je treba koeficient po spremembi prihodkov občine  $j$  deliti s koeficientom pred spremembo prihodkov občine  $j$ :  $K(POB^*)/K(POB)_j$ .

## 5 ŠTUDIJA PRIMERA ZA MESTNO OBČINO LJUBLJANA

### 5.1 Vpliv spremembe prihodka občine

Predpostavimo, da se v MOL odločijo za davčno stopnjo 0,15 %, določeno po razveljavljenem Zakonu o davku na nepremičnine (ZDavNepr; zdaj je približno 0,09 %), medtem ko se preostale občine odločijo, da bodo davčno stopnjo prilagodile tako, da se dajatve in prihodki ohranjajo na ravni povprečij sedanjih nadomestil in drugih dajatev ter prihodkov. Razveljavljeni ZdavNepr omogoča nekaj svobode pri izbiri višine dajatev z določbo, da vsaka občina lahko davčno stopnjo zniža ali zviša za največ 50 % določene v zakonu. Z določitvijo davčne stopnje 0,15 % v MOL bo  $POB_j^* = 1.198,42$  EUR/preb., kot je razvidno iz preglednice 3, povprečni stari prihodki drugih občin pa ostanejo na isti ravni. Za analizo v MOL smo povzeli podatke: odstotek prebivalcev MOL:  $p_j/100 = 0,14$  in podatke s preglednice 3:  $POB_j = 1.039,60$  EUR/preb.;  $\overline{POB} = 1.078,10$  EUR/preb.;  $POB_j^* = 1.198,42$  EUR/preb. Razmerje med novim in starim koeficientom prihodkov MOL je 1,13. Upoštevamo:

$$\alpha(POB) = 1,375 \Rightarrow \left[ \frac{K(POB)_j^*}{K(POB)_j} \right]^{\gamma(POB)} = 1,1297^{1,375} = 1,1825.$$

Ob predpostavki, da se prihodki drugih občin ne spremenijo, pridobimo njihovo povprečje  $x$  brez MOL  $0,14 * 1.039,60 + 0,86 * x = 1.078,10$ , iz česar sledi povprečje drugih občin:  $POB_{\neq j} = 1.084,37$  EUR/preb. oziroma  $\overline{POB}^* = 1.100,34$  EUR/preb.. Pri tem je predvideno razmerje med novimi in starimi povprečji prihodkov na prebivalca drugih občin, kar vpliva na spremembo koeficientov drugih občin (na vse enako), ki je 0,979788. Upoštevamo:

$$\gamma(POB) = 1,420 \Rightarrow \left[ \frac{K(POB)_i^*}{K(POB)_i} \right]^{\alpha(POB)} = 0,9798^{1,420} = 0,9714$$

od tod sledi sprememba tokov zaradi spremembe prihodkov MOL:

$$S_j(\tau_j \geq 0; POB) = S_j(\tau_j < 0; POB) * 1.1825 * 0.9714 = 1.1487.$$

Torej bi se tok selivcev v MOL zaradi višjih prihodkov občine povečal za 14,9 %.

### 5.2 Vpliv spremembe tržne vrednosti nepremičnine

Pri izračunu privlačnosti MOL za tokove selivcev je treba upoštevati še vpliv spremembe tržne vrednosti nepremičnine  $V$ . Na podlagi podatkov MOL iz priloge 1 in predpostavke o novi davčni stopnji 0,15 % smo izračunali povprečno davčno stopnjo za druge občine  $u = 0,09$  iz enačbe:  $\left( \frac{27,81}{16,79} \right) u = 0,15 \Rightarrow 1,656u = 0,15$ . To

pomeni spremembo vrednosti nepremičnine iz  $V = \frac{R}{r+u}$  v  $V^* = \frac{R}{r+1,656u}$ . Predpostavimo, da za vse

občine velja enak  $r$  in da poznamo povprečno rento v Sloveniji  $\bar{R}$ , pri čemer je ta v MOL  $a$ -krat tolikšna

kot v povprečju v drugih občinah Slovenije, torej lahko pišemo:

$$\bar{R} = \frac{0,86R_j}{a} + 0,14R_j,$$

Predpostavimo, da je obrestna mera 4 % (Banka Slovenije, 2015) in  $a = 2$ . Razmerje med novim in starim koeficientom neto sedanje tržne cene stanovanja na kvadratni meter koeficientov MOL znaša:

$$\frac{K(V)_j^*}{K(V)_j} = \frac{4,09}{1,756 * (0,57r + 0,712u)} = \frac{4,09}{4,139} = 0,988. \text{ Upoštevajoč:}$$

$$\alpha(V) = 0,787 \Rightarrow \left[ \frac{K(V)_j^*}{K(V)_j} \right]^{\alpha(V)} = 0,988^{0,787} = 0,9905.$$

Upoštevajoč  $\alpha(V) = 0,787$ , znaša predvideno razmerje med novim in starim koeficientom neto sedanje tržne cene stanovanja na kvadratni meter v drugih občinah:

$$\gamma(V) = 0,875 \Rightarrow \left[ \frac{K(V)_i^*}{K(V)_i} \right]^{\gamma(V)} = \left[ \frac{100}{0,14 * 1 * 0,656 + 100} \right]^{0,875} = 0,9992.$$

Od tod sledi sprememba tokov zaradi spremembe neto sedanje tržne cene stanovanja na kvadratni meter v MOL:

$$S_j(\tau_j \geq 0; V) = S_j(\tau_j < 0; V) * 0,9905 * 0,9992 = 0,9826.$$

Torej bi se tok selivcev v MOL zaradi nižje neto sedanje tržne cene stanovanja na kvadratni zmanjšal za 1,74 %.

### 5.3 Vpliv spremembe prihodkov in tržne vrednosti nepremičnin

Zvišanje davka na nepremičnine v MOL povzroči zvišanje prihodka MOL in znižanje neto sedanje tržne cene stanovanj v MOL, od tod sledi celotna sprememba tokov selivcev v MOL:

$$S_j(\tau_j \geq 0) = S_j(\tau_j < 0) * 1,1487 * 0,9897(\tau_j < 0) = 1,1369 * S_j(\tau_j < 0).$$

Tok priseljencev se bo kljub višjemu davku, ki znižuje privlačnost občine, povečal za 13,7 %.

## 6 RAZPRAVA

Poglavitni prispevek te raziskave je prostorski interakcijski model, s katerim vrednotimo vpliv davčne nepremičninske politike in vpliv prihodkov občine na notranje selitve. V preglednici 2 so rezultati regresijske analize selitev med občinami Slovenije leta 2011 v prostorskem interakcijskem modelu (2). Prilagojen delež pojasnjene variance modela je 41,1 %, kar pomeni, da na selitve najverjetneje vplivajo še drugi parametri, ki jih nismo vključili v analizo in bi jih bilo smiselno raziskati v prihodnje. Ocene večine regresijskih koeficientov v preglednici 2 so statistično značilne pri  $p < 0,0001$ , razen pri vplivih BOD v ponoru in uporabni stanovanjski površini v kvadratnih metrih na prebivalca v izvoru. Prav tako je celoten model statistično značilen (statistika F je visoka,  $p \cong 0$ ). Vse obravnavane pojasnjevalne spremenljivke so neodvisne (VIF < 2,5), ostanki modela niso povezani (Durbin-Watsonova statistika  $\cong 1,8$ ). Z izrisi smo preverili normalnost ostankov (model je v povprečju točen) in homoskedastičnost.

Rezultate kljub omejitvi, da se nanašajo na leto 2011, v nadaljevanju komentiramo. Primerjava regrejskih koeficientov (eksponentov modela) je pokazala, da spreminjanje vrednosti vseh pojasnjevalnih spremenljivk pomembno vpliva na tokove selitev; na privlačnost občin ponora za selivce in tudi na lepljivost občin izvora za selivce. Na tokove selitev pomembno vplivata prihodek občin in povprečna neto sedanja tržna cena kvadratnega metra stanovanj – to velja tako v izvoru kot v ponoru. Kljub razvitemu splošnemu modelu (2) smo se v članku osredotočili na vprašanje privlačnosti občin kot ponorov selitvenih tokov. Z višanjem prihodkov in sedanje tržne cene kvadratnega metra stanovanj se tokovi ob postavljenih parametrih kljub temu zvišujejo, saj prihodki občin, ki prispevajo v vlaganja v javne dobrine občine, pritegujejo močnejše kot odbijajo sami davki. To še posebej velja za Mestno občino Ljubljana (glej poglavje 5).

Ugotovili smo tudi, da bi sprememba obdavčitve nepremičnin v povprečju v vseh slovenskih občinah povzročila za 7 % višje prihodke občin na prebivalca (s 1.078,10 EUR/preb. na 1.154,21 EUR/preb.). V večini občin, natančneje v 202 občinah, bi se delež prihodkov povečal, le v devetih občinah bi se zmanjšal. Občine, v katerih bi se delež prihodkov zmanjšal, so Trbovlje, Rogatec, Gorišnica, Hrastnik, Podvelka, Velenje, Šoštanj, Starše, Hajdina (glej tudi prilogo 1). S slike 1 je razvidna v splošnem višja rast prihodkov občin zahodne slovenske regije ob enaki davčni stopnji 0,15 % kot rast prihodkov občin vzhodne slovenske regije.

V študiji primera se je obdavčitev nepremičnin spremenila le v MOL, medtem ko smo za ostale občine predpostavili, da bo obdavčitev nepremičnin ostala na ravni sedanjih dajatev. V MOL bi se s spremembo obdavčitve nepremičnin povečali prihodki in znižale cene nepremičnin, kar bi skupaj povzročilo povečanje toka selivcev v Ljubljano za 15,4 %. Sprememba obdavčitve ima precejšen vpliv na povečanje prihodkov in manjši vpliv na spremembe cen stanovanjskih nepremičnin (posamezni vpliv, vpliv prihodkov in vpliv cen so podrobneje obrazloženi pri obravnavi domnev v nadaljevanju). Občina si tako z zvišanjem prihodkov iz naslova obdavčitve nepremičnin zviša gospodarsko stabilnost.

V študiji primera smo *domnevo 1*, da se bo s povečanjem/zmanjšanjem prihodkov MOL iz naslova spremembe obdavčitve rezidenčnih stanovanjskih nepremičnin, ob nespremenjenih prihodkih ostalih občin, povečalo/zmanjšalo priseljevanje v MOL, *potrdili*. Ob zvišanju davčne stopnje na 0,15 % (glej tudi preglednico 3) bi MOL postala privlačnejša za tokove selivcev iz naslova povečanih prihodkov občin. Izračuni kažejo, da se tok v MOL z naslova diferenciranih prihodkov občin, če MOL dvigne prihodke s 1.039,60 EUR/preb. na 1.198,42 EUR/preb., ob nespremenjenih prihodkih preostalih občin zviša za 14,78 %.

*Domnevo 2*, da bo znižanje/zvišanje stopnje obdavčitve rezidenčnih stanovanjskih nepremičnin v MOL prek vpliva cen nepremičnin, ob predpostavki nespremenjenih davčnih stopenj v drugih občinah, povečalo/zmanjšalo priseljevanje v MOL, smo – ob predpostavki, da je obrestna mera 4 % in renta v MOL dvakrat tolikšna, kot je v povprečju v drugih občinah – *potrdili*. Z zvišanjem davčne stopnje na 0,15 % in hkratno ukinitvijo obstoječih dajatev na nepremičnine (davka od premoženja, nadomestila za uporabo stavbnega zemljišča in pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest) bi se zmanjšal tok priseljencev zaradi spremembe davčne stopnje v MOL za 1,74 %, vendar pa je skupen vpliv prihodkov občine in cen nepremičnin dejansko pozitiven.



## 7 ZAKLJUČEK

V članku smo v prostorskem interakcijskem modelu analizirali tokove selitev med občinami Slovenije leta 2011. Rezultat analize je PIM, ki bi ga lahko občine uporabljale pri oblikovanju politike načrtovanja razvoja. Izvirnost navedenega pristopa je vključitev davčnega modela v predhodno razvit PIM (Drobne in Bogataj, 2005, 2009, 2011, 2013).

Na dinamiko selitev poleg časa, namenjenega za potovanje, bistveno vpliva sprememba v prihodku občine na prebivalca. Bogatejše občine (z več prihodka na prebivalca) so za selivce privlačnejše. Zato bi bilo smiselno v prihodnosti osvetliti pomembnost fiskalne politike. Z davki namreč pomembno vplivamo na velikost prihodkov občine in hkrati financiramo infrastrukturo ter druge strukture v prostoru. Uspešna fiskalna politika, ki pelje regijo ali lokalno skupnost v dolgoročno uravnoteženo, okolju prijazno rast, je namreč pomembna tudi za usklajen prometno-okoljski razvoj te regije ali lokalne skupnosti (Bogataj, 1982).

Rezultati raziskave kažejo, da so selivci odzivni tudi na spremembe v povprečni neto sedanji tržni ceni kvadratnega metra stanovanj. Izhajajoč iz dejstva, da na selitve precej vplivajo prihodki občin in povprečna neto sedanja tržna cena kvadratnega metra stanovanj, je analiza obdavčitve nepremičnin nujna za doseganje trajnostnega razvoja slovenskih občin. Vpliv davka na nepremičnine bo viden tudi s spremenjeno povprečno bruto sedanjo tržno vrednostjo kvadratnega metra stanovanja, kar bo vplivalo na ponudbo in povpraševanje po nepremičninah in posledično na selitve. V Sloveniji davek na nepremičnine vpliva na spremembo prihodka občine, ker bo kot dosedanje datjavne sestavni del občinskih prihodkov. Občine z višino prihodkov vplivajo na ponudbo javnih storitev in dobrin, sedanjo tržno ceno kvadratnega metra stanovanj, rast mest ter končno na stalne in začasne selitve kot tudi na delovno mobilnost. Ti tokovi pa so merljiv kazalnik privlačnosti in lepljivosti občin.

V nadaljnjih raziskavah bi bilo smiselno najprej odpraviti poglobljeno omejitve te raziskave ter analizirati vpliv davčne nepremičninske politike in prihodkov občine na notranje selitve z novejšimi podatki. Smiselno bi bilo tudi povečati obseg analiziranih pojasnjevalnih spremenljivk, ki vplivajo na dinamiko selitev. V zadnjih letih selitve v Sloveniji nadomešča delovna mobilnost (Apoahal Vučkovič et al., 2009; Drobne, Rajar in Lisec, 2013), zato bi bilo pomembno proučevanje delovne mobilnosti hkrati s selitvami v posameznih občinah in v različnih časovnih obdobjih. V prispevku smo poglobili študijo o vplivu fiskalne politike na privlačnost občin. V prihodnje bi veljalo proučiti še vpliv na lepljivost občin in v nadaljevanju neto prirast prebivalstva zaradi neto selitev.

### Literatura in viri:

Glej literaturo na strani 666.

Priloga 1: Delež sedanjih dajatev v prihodku občine, delež davka na nepremičnine v novih prihodkih občine ter sprememba prihodka občine iz naslova obdavčevanja nepremičnin

Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C
53	Kranjska Gora	12,50	37,99	25,48	13	Cerknica	6,45	13,63	7,18	179	Sodražica	1,37	5,85	4,48
12	Cerklje na Gorenjskem	6,17	25,05	18,88	201	Renče-Vogrsko	5,39	12,52	7,14	193	Žužemberk	2,25	6,71	4,46
186	Trzin	16,97	35,70	18,74	127	Štore	4,11	11,25	7,13	178	Selnica ob Dravi	5,22	9,64	4,42
90	Piran	11,69	28,31	16,62	120	Šentjur	2,19	9,32	7,13	74	Mežica	2,95	7,32	4,37
164	Komenda	6,17	22,33	16,16	192	Žirovnica	6,53	13,57	7,03	154	Dobje	2,12	6,48	4,37
212	Mirna	6,02	21,17	15,15	174	Prebold	4,86	11,88	7,02	91	Pivka	5,09	9,41	4,31
117	Šenčur	5,21	20,22	15,01	79	Mozirje	2,12	9,11	6,99	108	Ruše	10,35	14,65	4,30
89	Pesnica	-5,63	9,17	14,80	7	Brda	3,47	10,41	6,94	10	Tišina	1,74	6,04	4,30
72	Mengeš	9,21	23,72	14,50	44	Kanal	7,51	14,39	6,89	210	Sveti Jurij v Slo. goricah	2,10	6,38	4,28
160	Hoče-Slivnica	4,38	18,54	14,16	110	Sevnica	2,28	9,15	6,87	169	Miklavž na Drav. polju	6,41	10,68	4,28
8	Brezovica	3,95	17,82	13,87	70	Maribor	12,88	19,62	6,74	153	Cerkvenjak	1,54	5,73	4,18
40	Izola	8,30	22,14	13,84	6	Bovec	3,07	9,81	6,73	181	Sveta Ana	1,52	5,64	4,12
208	Log-Dragomer	4,25	17,86	13,61	157	Dolenjske Toplice	3,97	10,60	6,63	137	Vitanje	2,69	6,81	4,12
3	Bled	10,69	24,29	13,60	184	Tabor	2,45	9,07	6,62	14	Cerkno	2,81	6,92	4,11
50	Koper	17,23	29,73	12,50	109	Semič	3,22	9,81	6,59	146	Železniki	4,09	8,19	4,10
4	Bohinj	6,18	18,62	12,44	134	Velike Lašče	2,86	9,41	6,55	152	Cankova	3,27	7,35	4,08
82	Naklo	14,65	26,74	12,08	22	Dol pri Ljubljani	7,60	14,14	6,54	202	Središče ob Dravi	5,51	9,49	3,98
35	Hrpelje-Kozina	4,73	16,53	11,79	81	Muta	2,61	9,15	6,54	31	Gornji Petrovci	3,32	7,23	3,91
39	Ivančna Gorica	1,18	12,88	11,70	122	Škofja Loka	11,12	17,65	6,53	198	Makole	0,69	4,60	3,91
123	Škofljica	5,01	16,56	11,54	38	Ilirska Bistrica	3,45	9,89	6,44	172	Podlehnik	1,83	5,69	3,86
5	Borovnica	3,57	15,10	11,54	183	Šempeter-Vrtojba	14,68	21,11	6,43	116	Sveti Jurij ob Ščavnici	1,50	5,32	3,82
95	Preddvor	4,30	15,81	11,51	99	Radeče	2,82	9,21	6,38	30	Gornji Grad	2,50	6,30	3,81
104	Ribnica	4,30	15,64	11,34	48	Kočevo	3,32	9,67	6,35	67	Luče	1,00	4,78	3,78
61	Ljubljana	16,79	27,81	11,03	60	Litija	5,32	11,64	6,31	175	Prevalje	6,08	9,79	3,71
23	Domžale	9,69	20,41	10,72	46	Kobarid	2,53	8,74	6,21	165	Kostel	1,23	4,94	3,70
138	Vodice	3,58	14,24	10,66	92	Podčetrtek	3,85	9,97	6,12	2	Beltinci	4,37	8,00	3,63
37	Ig	4,67	15,23	10,56	55	Kungota	1,53	7,60	6,07	182	Sveti Andraž v Slo. gor.	2,61	6,19	3,57
111	Sežana	7,36	17,83	10,47	128	Tolmin	3,31	9,35	6,04	176	Razkrižje	1,65	5,15	3,50
32	Grosuplje	6,03	16,34	10,31	166	Križevci	2,25	8,27	6,01	132	Turnišče	2,33	5,81	3,48
64	Logatec	6,53	16,77	10,24	26	Duplek	3,03	9,04	6,01	51	Kozje	2,10	5,56	3,46
21	Dobrova-Polhov Gradec	2,64	12,81	10,17	84	Nova Gorica	10,77	16,71	5,94	66	Loški Potok	2,64	6,00	3,36
151	Braslovče	3,09	12,86	9,77	62	Ljubno	2,28	8,21	5,92	69	Majšperk	1,15	4,49	3,34
113	Slovenska Bistrica	3,07	12,83	9,76	147	Žiri	5,00	10,92	5,92	185	Trnovska vas	2,64	5,84	3,20

Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C
58	Lenart	3,12	12,81	9,69	200	Poljčane	4,67	10,51	5,84	167	Lovrenc na Pohorju	3,56	6,67	3,12
77	Moravče	4,49	14,06	9,57	177	Ribnica na Pohorju	2,81	8,62	5,81	142	Zagorje ob Savi	4,85	7,94	3,09
43	Kamnik	6,33	15,82	9,49	105	Rogašovci	0,10	5,89	5,79	36	Idrija	6,72	9,66	2,94
71	Medvode	9,60	18,99	9,40	125	Šmartno ob Paki	6,20	11,96	5,76	47	Kobilje	1,30	4,19	2,89
59	Lendava	4,99	14,33	9,34	194	Šmartno pri Litiji	3,93	9,60	5,67	187	Velika Polana	1,00	3,82	2,82
80	Murska Sobota	10,61	19,93	9,32	100	Radenci	7,73	13,40	5,67	205	Sveti Tomaž	2,74	5,54	2,81
170	Mirna Peč	1,77	10,68	8,91	18	Destriak	2,09	7,72	5,63	57	Laško	6,96	9,72	2,76
102	Radovljica	8,96	17,84	8,88	88	Osilnica	1,31	6,92	5,61	149	Bistrica ob Sotli	2,32	5,00	2,68
139	Vojnik	1,79	10,59	8,80	94	Postojna	9,29	14,89	5,59	97	Puconci	4,20	6,85	2,65
190	Žalec	4,54	13,31	8,77	24	Dornava	2,26	7,84	5,58	112	Slovenj Gradec	6,67	9,31	2,64
119	Šentjernej	3,36	12,08	8,72	101	Radlje ob Dravi	5,09	10,63	5,53	199	Mokronog-Trebelno	1,43	3,94	2,51
140	Vrhnika	6,80	15,31	8,51	209	Rečica ob Savinji	1,82	7,34	5,52	56	Kuzma	3,60	6,07	2,47
207	Gorje	4,21	12,72	8,50	135	Videm	1,76	7,27	5,51	161	Hodoš	1,37	3,72	2,35
52	Kranj	12,01	20,46	8,46	204	Sveta Trojica v Slo. g.	2,41	7,89	5,48	25	Dravograd	8,05	10,30	2,25
173	Polzela	4,90	13,31	8,41	11	Celje	14,08	19,41	5,34	196	Cirkulane	3,03	5,14	2,11
211	Šentrupert	4,31	12,70	8,39	45	Kidričevo	9,81	15,03	5,22	87	Ormož	7,42	9,31	1,89
130	Trebnje	5,09	13,44	8,35	20	Dobrepolje	4,57	9,76	5,19	191	Žetale	0,99	2,85	1,86
98	Rače-Fram	7,24	15,58	8,34	29	Gornja Radgona	8,11	13,29	5,18	54	Krško	6,48	8,29	1,81
156	Dobrovnik	3,97	12,30	8,33	83	Nazarje	7,26	12,41	5,15	203	Straža	11,08	12,84	1,76
155	Dobrna	2,28	10,57	8,29	197	Kostanjevica na Krki	3,73	8,86	5,14	65	Loška dolina	5,64	7,39	1,75
78	Moravske Toplice	4,96	13,22	8,26	41	Jesenice	8,28	13,38	5,10	143	Zavrč	1,98	3,66	1,68
85	Novo mesto	11,52	19,68	8,16	124	Šmarje pri Jelšah	4,28	9,37	5,10	33	Šalovci	3,94	5,32	1,38
206	Šmarješke Toplice	3,49	11,59	8,10	163	Jezerško	4,42	9,48	5,06	158	Grad	3,04	4,27	1,23
68	Lukovica	7,66	15,74	8,09	189	Vransko	3,96	8,97	5,01	141	Vuzenica	5,82	7,04	1,22
75	Miren-Kostanjevica	2,52	10,60	8,08	144	Zreče	4,26	9,25	5,00	168	Markovci	6,02	6,79	0,77
9	Brežice	3,39	11,40	8,01	73	Metlika	1,93	6,86	4,93	16	Črna na Koroskem	4,51	5,08	0,57
49	Komen	2,53	10,49	7,96	96	Ptuj	5,62	10,54	4,92	103	Ravne na Koroskem	11,54	11,78	0,24
162	Horjul	3,61	11,56	7,95	42	Juršinci	2,38	7,29	4,90	129	Tibovlje	9,73	9,06	-0,67
136	Vipava	5,05	12,94	7,89	76	Mislinja	3,19	7,99	4,80	107	Rogatec	6,94	6,22	-0,72
17	Črnomelj	2,79	10,60	7,81	195	Apače	1,84	6,62	4,79	28	Gorišnica	9,64	8,54	-1,11
19	Divača	2,22	10,01	7,78	27	Gorenja vas-Poljane	3,25	7,99	4,74	34	Hrastnik	7,72	6,44	-1,28

Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C	Šifra	Občina	A	B	C
106	Rogaška Slatina	7,21	14,90	7,69	171	Oplotnica	2,93	7,64	4,71	93	Podvelka	6,96	4,37	-2,59
121	Škocjan	2,78	10,43	7,65	15	Črenšovci	2,00	6,70	4,71	133	Velenje	16,11	12,97	-3,14
118	Šentilj	2,47	10,01	7,54	131	Tržič	4,65	9,35	4,69	126	Šoštanj	13,43	9,62	-3,81
114	Slovenske Konjice	4,48	11,88	7,40	180	Solčava	0,63	5,30	4,67	115	Starše	12,61	8,76	-3,85
86	Odranci	2,48	9,70	7,21	150	Bloke	3,83	8,39	4,56	159	Hajdina	16,74	10,82	-5,91
148	Benedikt	1,96	9,16	7,20	63	Ljutomer	7,08	11,62	4,54					
1	Ajdovščina	6,23	13,42	7,19	188	Veržej	5,67	10,18	4,51					

Opombe: A – sedanji prihodki od nadomestila, davka od premoženja in pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest kot % prihodka občine; B – davek na nepremičnine kot % prihodka občine; C - sprememba v %.

## Zahvala

*Raziskovalno delo je bilo delno sofinancirano iz Raziskovalnih programov P2-0227 (Geoinformacijska infrastruktura in trajnostni prostorski razvoj Slovenije) in P5-0398 (Lokacija in raba mestnih zemljišč v starajočih se regijah: obnašanje zemljiške rente v postindustrijski družbi).*

## Acknowledgement

*Research work was partly supported by the Research Programmes P2-0227 (Geoinformation infrastructure and sustainable spatial development of Slovenia) and P5-0398 (Location and urban land use in aging regions: toward a general theory of land rent in postindustrial age).*



Janež P., Bogataj M., Drobne S. (2016). Vpliv davčne nepremičninske politike in prihodkov občin na notranje selitve: študija primera za Mestno občino Ljubljana. *Geodetski vestnik*, 60 (4): 644-684. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.644-684

**Mag. Petra Janež, univ. dipl. ek.**  
 Fakulteta za organizacijske študije v Novem mestu  
 Ulica talcev 3, SI-8000 Novo mesto  
 e-naslov: petra.janez.1@gmail.com

**Viš. pred. dr. 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

**Prof. dr. Marija Bogataj, univ. dipl. mat.**  
 MEDIFAS – Mediteranski inštitut za sodobne študije  
 Mednarodni prehod 6, SI-5290 Šempeter pri Gorici,  
 Fakulteta za organizacijske študije v Novem mestu,  
 Ulica talcev 3, SI-8000 Novo mesto  
 e-naslov: marija.bogataj@guest.arnes.si

# VREDNOTENJE ZEMLJIŠČ V PRIMERU STVARNE SLUŽNOSTI: ŠTUDIJA PRIMERA V SLOVENIJI

## LAND VALUATION IN CASE OF EASEMENT: THE CASE STUDY IN SLOVENIA

Iris Stopar, Maruška Šubic Kovač

UDK: 332.68(497.4)  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01  
Prispelo: 10. 8. 2016  
Sprejeto: 25. 11. 2016

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.685-716  
SCIENTIFIC ARTICLE  
Received: 10. 8. 2016  
Accepted: 25. 11. 2016

### IZVLEČEK

Namen raziskave je proučiti vpliv stvarne služnosti na tržno vrednost zemljišča. Tako so analizirani področni pravni predpisi v Republiki Sloveniji ter sedanje metode vrednotenja stvarne služnosti na zemljiščih. Zaradi pomanjkanja ustreznih podatkov o delovanju trga nepremičnin je vpliv služnosti na zemljišču na tržno vrednost zemljišča objektiviziran na podlagi ankete potencialnih kupcev nepremičnin v Republiki Sloveniji. Zaradi večje objektivnosti rezultatov ankete so bili intervjuji izvedeni z 203 prebivalci Republike Slovenije po vseh statističnih regijah. Dobljeni vzorec je po strukturi anketirancev glede na spol, izobrazbo, status na trgu zemljišč in kraj bivanja reprezentativen za državo. Na hipotetičnem primeru zemljišča je bilo ugotovljeno, kako ocenjujejo anketiranci zmanjšanje vrednosti zemljišča glede na obseg in lego dela zemljišča, obremenjenega s stvarno služnostjo, ter mesečni znesek nadomestila za služnost. Rezultati analize statistično značilnih razlik med skupinami anketirancev so pokazali, da obstajajo statistično značilne razlike ( $p > 0,05$ ) glede zmanjšanja vrednosti zemljišča med odgovori skupin, razdeljenimi glede na spol in starost, izobrazbo in status na trgu zemljišč, medtem ko statistično značilnih razlik med odgovori skupin, razdeljenih glede na kraj bivanja, ni bilo ( $p < 0,05$ ).

### KLJUČNE BESEDE

vrednotenje zemljišč, stvarna služnost, vpliv služnosti na vrednost zemljišča, raziskava med potencialnimi kupci zemljišč

### ABSTRACT

The purpose of the research was to analyse the impact of easement on land value. To this end, relevant regulations in the Republic of Slovenia, and the existing valuation methods of easement on land were analysed. Owing to inadequate data on real estate market operations, the impacts of an easement on land market value were objectivised using a survey of potential real estate buyers in Slovenia. For better objectivity of survey results, interviews with 203 residents from all the statistical regions were conducted. According to gender, education, status on the land market and place of residence, the sample obtained of interviewees is representative of the Republic of Slovenia. On a hypothetical land specimen, how the interviewees assessed the land value decrease depending on the extent and situation of land encumbered by the easement, and the monthly easement compensation amount was established. Analysis results showed that statistically characteristic differences ( $p > 0.05$ ) existed concerning land value decrease between the responses of groups, according to gender and age, education and property status on the land market. In contrast, no statistically characteristic differences existed between the responses of groups divided as to place of residence ( $p < 0.05$ ).

### KEY WORDS

land valuation, easement, impact of easement on land value, survey of potential land buyers

## 1 INTRODUCTION

Under the Law of Property Code (*Stvarnopravni zakonik*, 2002), easement is the right of owner of real estate (governing object) to execute for his needs certain actions on alien real estate (positive easement), or to require the owner of object of easement to allow certain activities, which he would otherwise be allowed to execute on his own real estate (negative easement). Easements thus constitute the different forms of use (and exploitation) of real estate as object of easement. Proprietor of object of easement shall, in executing authority over his object, suffer somewhat, although the execution of easement substance is limited to a part only of real estate under easement (Juhart, 2003; Tratnik, 2010). For this reason, easement encumbers the entire real estate under easement. Easement may be instituted for indefinite or definite time or even for a certain season of the year. Normally, the proprietor of governing object pays to owner of object under easement, a compensation or indemnity for easement, in a single amount or in several amounts.

Legal form, in which the rights and limitations on real estate are expressed, is normally of subordinated significance in real estate valuation (Kroll, 2004). More important are the scope and substance of relevant rights, and circumstances related to their execution. At valuation of change in value of real estate on account of easement, the easement in particular, and the level of property right limitation, shall substantially invariably be defined. It shall also be taken into consideration, how the potential buyer would consciously or subconsciously behave in case of sale of real estate under valuation (perception of decrease in value of real estate on the side of the buyer).

Real estate valuation theory (Ross et al., 1991; Friedman and Ordway, 1998; Ventolo, 2001; Peterson, 2005; Kleiber, 2010; Betts, 2013), at real estate valuation in case of easement, limits itself to general orientations in easement valuation, which are few, rather unspecific and frequently substantiated by 'the rule of thumb' evaluation, which should aid the appraiser in valuation of land in relation to easement (Lang and Smith, 1999; Allen, 2001; Bucaria, 2002; Wolf, 2005; Highway Beautification Agencies, 2005; Valentine, 2008; Maine Association of Assessing Officers, 2011). Relevant practice in the Republic of Slovenia shows that general orientations are inappropriately taken into consideration in most cases, or not considered at all. Reasons for this situation may be multiple, and of objective (absence of appropriate data) or subjective nature (inadequate understanding of impacts of easement on real estate value, and ensuing non-substantiated decisions in the process of valuation). In this regard, our research study endeavours to give answers to the following research questions: (1) What easement characteristics are impacting land value, and which methods are used for assessing such impact? (2) How do inhabitants of the Republic of Slovenia assess the decrease in value of land on account of easement in the particular cases?

In search of answers to these research questions we designed the method of work. First, we analysed the relationship between easement and land value in the existing relevant research studies, theoretic land valuation methods in case of easement, and existing relevant practice. Taking into account the fact that in the Republic of Slovenia the publicly accessible data do not suffice for valuation of land in cases of easement, as easement had not been set up or not entered into land register, we conducted a survey among inhabitants of the Republic of Slovenia on their perception of decrease in land value in particular cases of easement, and prepared the survey results in the

form of a matrix. Using statistical methods, we established the statistical dependence of answers on each group of surveyees.

## 2 IMPACTS OF EASEMENT ON LAND VALUE

Theory in real estate valuation (Kroll, 2004; Kleiber, 2010) deals with easement valuation from two aspects, namely: a) easement in the sense of encumbrance is dealt with as an extraordinary circumstance or legal characteristics that impacts the change in value of assessed land, and b) easement is dealt with autonomously, as object of valuation, for the definition of compensation.

Change in land value on account of easement is assessed on the basis of comparison of real estate sales prices with equal encumbrance or benefit. Where this is not feasible, real estate value assessment without easement is taken as basis and the value of real estate with easement is assessed using the factors of adaptation. To this end, the 'before and after' method is frequently used (in German: *Differenzmethode*, presented for instance in Allen, 2001; Kroll, 2004; Šubic Kovač, 2006; Šubic Kovač, 2007; Kleiber, 2010; Šubic Kovač and Rakar, 2010; Šnajberg, 2015), whereby the impacts of easement on market value of comparable land are assessed, and the adaptation, assessed in this way, is used in evaluating the market value of land under assessment.

Market value of easement as object of valuation is, based on comparison of value of similar easements on real estate, rather difficult or even impossible to assess, as the easement market does not exist. Thus, the market value of easement is assessed on the basis of simulation of normal business trade. Simulation of normal business trade on the real estate market had already been applied in real estate valuation in Slovenia (Nahtigal and Grum, 2015), for the research of value perception of potential buyers of residential real estate concerning the factors impacting the value of residential real estate. The impacts of easement on real estate value have to date not been studied (according to data available to us) by simulation of real estate market.

In both cases, the characteristics of easement need to be defined first. In defining easement, the legal regulations of a particular country need to be taken as basis. In the Republic of Slovenia, the fundamental law governing this field is the Law of Property Code (*Stvarnopravni zakonik* – SPZ, Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 87/2002, 91/2013), in addition to other regulations referring to this field (Table 1).

Easement in the Republic of Slovenia is in general defined by the Law of Property Code (*Stvarnopravni zakonik*), easement for public benefit is governed in detail by the Spatial Management Act (*Zakon o urejanju prostora* – ZurP-1), and for different types of infrastructure by the Electronic Communications Act (*Zakon o elektronskih komunikacijah* – ZEKom-1), the Mining Act (*Zakon o rudarstvu* – ZRud-1), the Roads Act (*Zakon o cestah* – ZCes-1), the Cableway Installations Designed to Carry Persons Act (*Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb* – ZŽNPO), and by the State Border Control Act (*Zakon o nadzoru državne meje* – ZNDM-2). The mandatory access driveway as easement is defined in the Law of Property Code (*Stvarnopravni zakonik*) and in the Non-litigious Civil Procedure Act (*Zakon o nepravnem postopku* – ZNP).

Table 1: Types of easement under the Law of Property Code and other applicable regulations in the Republic of Slovenia.

Type of easement	Governing regulation, law	Legal act	Description	Duration of easement
Easement	SPZ	Law, legal action, decision by national authority	Easement is the right of proprietor (of the governing) real estate to execute certain activities for the needs of relevant real estate on alien (easement) real estate, or to require the proprietor of alien real estate to abstain from certain activities, which he would otherwise be entitled to execute on his real estate. The possible compensation for easement may be defined in a single amount or in periodically payable instalments.	Definite time, definite season, permanent
Easement for public benefit	ZUreP-1 ZEKom-1 ZRud-1 ZCes-1 ZŽNPO ZNDM-2	Legal action, decision by national authority	Easement for public benefit, established to the benefit of the State, Local Communities, implementers of public services and operators of different infrastructural activities. Easement for public benefit is established to the benefit of a particular person, and not to the benefit of governing land, and thus, it belongs to the non-genuine easements. Level of compensation for easement for public benefit comprises the decrease in value of real estate under easement and the actual damage and loss of profit.	Provisional, permanent
Mandatory access driveway	SPZ ZNP	Legal action, decision by national authority	Mandatory access driveway is by certain regulations qualified as legal easement within the law on neighbourly relations, and by others as easement established by a decision issued by a national authority. Mandatory access driveway shall be allowed by the court for a real estate, which has no connection to a public road for the regular use or where such use would be linked to non-proportionate costs. The court determines the mandatory access driveway by encumbering the alien real estate as little as possible, and the beneficiary of mandatory access driveway needs to pay an adequate compensation to the proprietor of real estate under easement. The court determines also the level of compensation and deadline for payment of compensation.	Definite time, permanent

At identification of easement it is necessary, in addition to the type of easement, to define the characteristics of limitation of property right on account of easement, as to situation and extent of easement within the entire land under easement, the decreased use of entire land under easement, possibilities



of abolishment of easement, and conditions for abolishment, and temporal characteristics of easement (Šnajberg, 2015). The appraiser shall respond also to questions concerning the rights of proprietor of land on the land under easement, and concerning the possibilities of extension of relevant easement in the future. Important is also the analysis of impacts of easement on best managed use of land (Allen, 2001), on which basis the actual extent of encroachment upon property right on account of easement, and the impact on value of land under easement, are analysed. Best managed use of original land may change on establishment of easement, but such change is taken into account only if it is reasonably expected (Allen, 2001).

Proprietor of real estate under easement shall be eligible to a compensation for encroachment upon his property right. Proprietors of the governing land and land under easement are generally in a position to agree on the level of compensation. If an agreement is not possible, the level of compensation for easement shall be assessed. At forced encroachment upon property right in case of mandatory access driveway, the SPZ (Article 89) lays down an appropriate monetary compensation for use of mandatory access driveway, which is defined by the court on a case-by-case basis and taking into account the court practice criteria. According to the SPZ (Article 91), the provisions on mandatory access driveways shall apply *mutatis mutandis* for connections to public communal and other networks in case that real estate proprietor, who is applying for such connection, complies with relevant conditions for connection. ZureP-1 (Article 110) lays down the establishment of easement for public benefit as a form of forced establishment of easement, which constitutes a limitation of property right in cases where the limitation of property right suffices for achieving the public interest, and expropriation is not necessary. Easement for public benefit has the nature of non-genuine easement. In such a case as well, the substance is generally defined, and the obligation of real estate proprietor is to suffer somewhat. Easement for public benefit is payable easement, and the proprietor of real estate under easement shall be entitled to a compensation defined by the law as compensation for encroachment upon property right. It comprises the decreased value of real estate or the actual damage and the loss of profit. Under decreased value of real estate, the decreased possibility of use, the decreased possibility of acquisition of yield, and decreased market value of real estate shall be taken into account and determined on the basis of all activities and impacts affecting the real estate under easement. The level of decreased value may be defined in mutual agreement, or by the court in case that an agreement is rendered impossible.

In certain cases, legal regulations in the Republic of Slovenia, as for instance, the Pricelist for preparation of consents, agreements and settlement of compensations and/or indemnifications for a particular year (*Cenik za pripravo soglasij, pogodb in obračun odškodnin oziroma nadomestil za posamezno leto*, 2016), applicable to agricultural land managed by the Farmland and Forest Fund of the Republic of Slovenia (slov. *Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije*), define the level of compensation or indemnification for the established easement in the final amount, where the assessment by an appraiser shall have priority. Likewise, the establishment of easement shall be payable on water-land and coastal land. Compensation shall be calculated according to the Rules on the method of determining easement fees for water and coastal land owned by the Republic of Slovenia (*Pravilnik o metodologiji za določanje nadomestil za služnosti na vodnih in priobalnih zemljiščih v lasti Republike Slovenije*, Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 35/2001, 18/2013, 59/2014, 56/2015-ZV-1E). The surface of area

impacted by encroachment, the fundamental value of land under easement, factor of the type of land under easement, factor of impact of encroachment on water regime, factor of impact of encroachment on land under easement, factor of water emission, and factor of duration of easement shall be taken into account. The extent of individual elements is defined in pertaining Tables, or the data of the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia (slov. *Geodetska uprava Republike Slovenije*), for instance for establishing the fundamental value of land under easement, shall apply for relevant use. Certain Local Communities have set up pricelists of compensations or indemnifications for the purposes of definition of compensations or indemnifications for the right of easement on immovable property of relevant Local Community.

Compensation defined according to legal regulations, or an agreed compensation, does not necessarily reflect all the impacts of easement on real estate value, in particular if the law prescribes the elements to be taken into account in valuation, and these do not comprise all the possible impacts of easement on value, or where the appraisers in their valuation do not take into account the principles of market real estate valuation, and each in his own way, without any relevant substantiation – subjectively provides for the assessment of adaptation.

Similar findings are detailed by Kroll (2004). In the Federal Republic of Germany, easement is normally dealt with in the framework of “legal characteristics of land”, more accurately as “rights and encumbrances on land, impacting its value”, but there exist no more detailed orientations for valuation, as each case should be analysed separately. The applicable Regulation on Foundations of Real Estate Market Value Assessment (*Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken – ImmoWertV*) (2010) lays down (Article 6, paragraph 2) that in valuation only those rights and encumbrances shall be taken into account, which impact market value, and indicates only general orientations as to consideration of the rights and encumbrances in relevant real estate market valuation methods. More precise orientation is laid down in the Guides on market values for real estate market value assessment (*Richtlinien für die Ermittlung der Verkehrswerte (Marktwerte) von Grundstücken, Wertermittlungsrichtlinien – WertR*) (2006). Kroll (2004) pointed out that WertR (2002) enabled the taking into account of impact of rights and encumbrances on market value only in conjunction with economic effects, i.e. by change in yield of real estate or in costs, although this is counter to market valuation of real estate, where the participants on the market have an important role in deciding on decreasing or increasing the value of real estate on account of rights or encumbrances on land. For this reason, he (Kroll, 2004) proposed to supplement such real estate valuation by taking into account the situation in the real estate market, as adaptation of costs or interest rate on real estate under assessment of impact of rights and encumbrances on land value. As such adaptations cannot be evaluated objectively, based on statistics, the appraisers avail themselves of experiential values and analogies. According to Kroll (2004), it is important that appraisers substantiate in a professional way the bases of valuation and expertly and understandably provide the arguments for each particular adaptation. The described method is still valid and worth consideration in cases of assessing the value of land encumbered by easement using adaptations.

In Slovenian valuation practice, the assessment of decreased market value of land and of compensation for easement tends to be made by ‘the rule of thumb’. In decreasing the value of land is frequently used the unwritten and non-substantiated “30 % - rule”, in two variants: as 30 % decrease in value of

entire land, or of the part of land under easement. In practice, a model was designed for agricultural land (Lovrin et al., 2012), according to which the compensation for entrenched ducts amounted to 33 % of value of land under easement, or to 20 % of value of land in case of non-entrenched ducts. The easement beneficiary shall cover the actual damage in conjunction with easement in place. A somewhat more complicated method of assessment of compensation for easement by 'the rule of thumb' is the Žlajpah method (Stopar, 2013), according to which the level of compensation for easement is impacted by the original market value of land, the period of duration of easement, and the common level of encumbrance of land, i.e. the sum of levels in respect of legal status, encumbrance, share of encumbered part of land, and type of object. The particular adaptation values are defined in relatively wide intervals, and the decision for a certain value within the interval is difficult to substantiate.

There is another specificity of easement that needs to be considered, namely, that impact of easement on land value for a typical buyer and typical seller is assessed, and that easement is only one of factors which may impact the land market value. In addition, in assessing the impact of easement in a concrete case, it is important to take into account the extent of all other pieces of land along the land in question, which are in possession of proprietor of land under easement.

On account of all the above characteristics, a single established traditional method of valuation of impact of easement on land value does not exist in valuation practice, and a combination of several methods is frequently used. This very fact was taken into consideration in his research by Sherwood (2006, 2014). He used the 'before and after' method and analysed the comparable sales of land without and with easement. Analysis was conducted for a major number of pairs of comparable land, and the result constitutes the established general trend of the assessed impact of easement on land market value, corrected by results obtained by way of interviews. The so-called "Sherwood matrix" is composed of columns, with indication of the type of easement, description of situation of easement on land, and its impact on land value in a relatively small interval. Repetition of such analysis is difficult in general, as it is difficult to acquire a sufficient number of pairs of comparable sales. Only by a sufficient number of such pairs can a general trend of easement on real estate value be established.

It needs to be pointed out that all research studies conducted to date have been establishing the linear impacts of easement on land value. Munneke and Trefzger (1998) showed that in case of easement the impact on land market value was nonlinear. More precisely, the fact needs to be taken into account in valuation that the value of the remaining land in case of easement does not decrease linearly to the surface of land, but that the impact of easement on the value of the remaining land is the smaller, the greater is the surface of the remaining land. Thus, in a concrete case, all the surfaces of land of proprietor in question need to be taken into account in assessing the decrease in value on account of easement (Šubic Kovač and Rakar, 2010).

It is obvious that valuation methods do exist for land valuation in cases of easement; however, the use of a particular method is linked to a sufficient number of appropriate data on the sales of land encumbered by easement. It would be optimal to link these with perceptions of potential land buyers as to decrease in value on account of easement, as done by Sherwood (2006, 2014). As in Slovenia the data on land sales without and with easement are not available, we analysed by help of survey the perceptions of potential buyers of land, as to decrease in value of land on account of easement, whereby we conducted a simulation of developments on land market in case of easement.

### 3 PROCESS AND RESULTS OF SURVEY ON IMPACTS OF EASEMENT ON LAND VALUE

#### 3.1 Presentation of questionnaire

Purpose of survey was to analyse the perceptions of potential land buyers on the decrease in value of land on account of easement, taking into account the different factors: type of easement (water supply pipeline, mandatory access driveway), extent of easement (length of pipeline in comparison to size of land) and situation of the part of land encumbered by easement within the plot of land. Survey was conducted on the basis of a questionnaire (Figure 1).

For the research of public opinion on the decrease in land value encumbered by easement was selected the field survey (interview) in the form of direct conversation of surveyor and interviewee. Reasons for this decision were mainly two. The first was that the internet survey would omit the older population, which uses the web less often, and the other was that the nature of survey included terms infrequently used by the general population, and the surveyor was able to explain them where necessary.

The questionnaire comprised two complexes. The first one included the general demographic question, as gender, age, education, place of residence as to region and status of interviewee on land market, where the interviewee had the possibility of selection between the proprietor of land under easement, proprietor of governing land, and the potential buyer of land under easement. Where the interviewee could not or did not wish to select the role of proprietor or potential buyer, there was a possible selection of response as "Other".

In the second complex included schemes of eight cases of course of pipeline or mandatory access driveway (situation) within a hypothetical land under easement. The land was rectangular, its surface was equal in all the cases, and there was a house presented as orientation only.

The interviewee was explained that the market value of non-encumbered land was EUR 100,000.00. The interviewee then responded to a question on how much in his opinion would the value of land be after its encumbrance in the different ways by easement for indefinite time, and for each case separately. Response was to be given to the question as well on how much would an appropriate monthly compensation for easement amount to, for each case separately.

#### 3.2 Interviewees

The survey comprised 203 adult persons from all statistical regions of the Republic of Slovenia. Interviewees were divided in two groups as to gender (male and female), three groups as to age (18 through 29, 30 through 64, and 65 and over), seven groups as to education, four groups as to status selected (proprietor of land under easement, proprietor of governing land, potential buyer of land under easement, and Other), and twelve groups as to place of residence (statistical region of Slovenia).

**Survey: Decrease in land value on account of easement**

**Part 1: GENERAL DEMOGRAPHIC QUESTIONS**

**Gender:**

Female  
 Male

**Age:**

18 – 29 years  
 30 – 64 years  
 65 let years and over

**Status:**

Proprietor of land under easement  
 Proprietor of governing land  
 Potential buyer of land under easement  
 Other: \_\_\_\_\_

**Education:**

Elementary school or less  
 Vocational school (2- or 3-year technical school)  
 4-year secondary school  
 Higher education  
 Higher education – Level 1  
 University education or Bologna or other Level (Bologna Master's Degree)  
 Science Master's Degree or Doctorate

**Place of residence:**

Pomurje Region  
 Podravje Region  
 Koroška Region  
 Savinjska Region  
 Zasavje Region  
 Spodnjesavska Region  
 Jugovzhodna Region  
 Osrednjeslovenska Region  
 Gorenjska Region  
 Notranjsko-kraška Region  
 Goriška Region  
 Obalno-kraška Region

**Part 2: DECREASE IN VALUE OF LAND ENCUMBERED BY EASEMENT**

The outlines on the following page show land (bigger rectangle) with a house (smaller rectangle). The land is encumbered by easement in different ways. The value of unencumbered land is EUR 100,000. In the first instance (a), the land is traversed by water supply piping, in the second instance (b) by an essential access driveway. Land proprietor does not benefit from the water supply or the driveway.

- How much would in your opinion the value of land decrease in each instance, at water supply pipeline (a), and how much at essential access driveway (b)?
- How much would the monthly compensation be in the instance (a) and (b)?

**Case 1**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 2**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 3**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 4**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 5**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 6**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 7**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

**Case 8**  
a) Water supply pipeline  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_  
b) Essential access driveway  
Value: EUR \_\_\_\_\_  
Compensation: \_\_\_\_\_  
EUR/month \_\_\_\_\_

Figure 1: First and second part of questionnaire, showing different cases.

Analysis results of structure of interviewees per gender, education, status on land market, and region of residence show that the sample of interviewees was in all these characteristics comparable to the structure of inhabitants in the Republic of Slovenia, and thus, it may be concluded that the sample is representative in this regard for the entire country.

**3.3 Process and results of research study**

Survey was conducted in person in all the Slovenian regions in the period between 25 March and 5 June 2013. Per each person ready to respond to the questionnaire there were at least two, who were not. A most frequent reason indicated was the lack of time, and many persons thought that they would be incapable of responding to the questions. Collected were 203 fully filled in questionnaires. First, we provided for a test of internal consistency using the Cronbach's alpha coefficient, which in our case amounts to  $\alpha = 0.918$  for results of decrease in value of land, and to  $\alpha = 0.783$  for monthly compensations, which means that the reliability of sample in both the cases is high. Based on responses obtained to the questionnaire, we calculated for each particular case the basic statistics: arithmetic mean, median value, and standard deviation (Table 2).

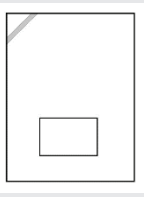
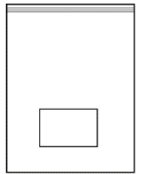
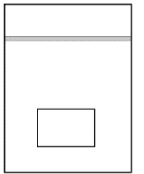
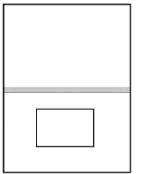
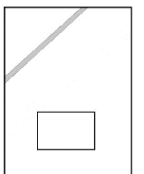
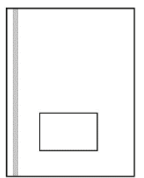
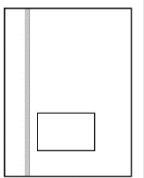
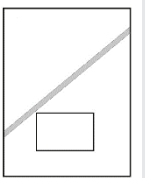
Table 2: Basic statistics for decreased value and monthly compensation required, on account of easement for water supply pipeline and mandatory access driveway, per particular cases.

Type of easement	Water supply pipeline		Mandatory access driveway	
Case	Decreased value (EUR)	Monthly compensation required (EUR)	Decreased value (EUR)	Monthly compensation required (EUR)
<b>Case 1</b>				
Arithmetic mean	97,535.03	16.79	92,678.16	41.02
Median value	99,500.00	0.00	95,000.00	11.72
Standard deviation	4,928.73	65.74	8,207.41	166.93
<b>Case 2</b>				
Arithmetic mean	98,057.13	12.22	93,887.67	34.27
Median value	99,800.00	0.00	95,000.00	10.00
Standard deviation	4,249.20	115.75	7,659.92	163.47
<b>Case 3</b>				
Arithmetic mean	93,832.68	30.26	86,239.06	64.99
Median value	95,000.00	10.00	86,000.00	30.00
Standard deviation	7,862.82	241.45	13,415.45	336.33
<b>Case 4</b>				
Arithmetic mean	88,660.85	45.25	78,020.25	95.53
Median value	90,000.00	20.00	80,000.00	50.00
Standard deviation	10,320.05	388.50	14,822.45	553.63
<b>Case 5</b>				
Arithmetic mean	87,157.89	50.79	76,426.51	103.20
Median value	88,000.00	30.00	80,000.00	50.00
Standard deviation	11,077.83	481.49	15,946.88	868.42
<b>Case 6</b>				
Arithmetic mean	75,186.08	119.95	54,140.67	472.87
Median value	75,000.00	50.00	60,000.00	100.00
Standard deviation	19,804.08	1,138.06	25,246.77	2,852.17
<b>Case 7</b>				
Arithmetic mean	70,448.72	146.15	47,846.16	522.90
Median value	70,000.00	60.00	50,000.00	100.00
Standard deviation	22,091.74	996.01	25,722.83	5,324.18
<b>Case 8</b>				
Arithmetic mean	75,212.61	140.23	54,012.04	608.64
Median value	80,000.00	45.00	60,000.00	100.00
Standard deviation	21,803.97	1,010.96	26,348.27	6,438.28

Subsequently, we intended to design a matrix on results and responses of interviewees as to the type of easement, extent of easement, and level of limitation of use of land or situation of easement. Variability of results in assessing the monthly compensation for easement is relatively high (high standard deviation in all the cases), so we did not take into account these results in designing the matrix, and we focused only on the decrease of land value in the particular cases.

First, we designed groups as to extent of easement and limitation of land use. We hypothesised that the extent of easement was smallest in cases where the part of land under easement was affected by a short transverse belt; medium in cases where this part of land was running parallel to the shorter edge of land; and large in cases where this part of land was running parallel to the longer edge of land. We hypothesised also that the smaller limitation of land use was in cases where the part of land under easement was situated at the edge of land; and greater in cases where the part of land under easement was situated towards the centre of land. At partial limitation of land use, the easement runs between these two described cases. Table 3 shows cases distributed as to easement and its encumbrance on land as to its position.

Table 3: Distribution of cases as to extent of easement and encumbrance on land as to its position.

	<b>Smaller limitation of land use</b>	<b>Partial limitation of land use</b>	<b>Large limitation of land use</b>
<b>Smaller extent of easement</b>			
<b>Medium extent of easement</b>			
			
<b>Large extent of easement</b>			

Subsequently, we calculated the portion of decrease in value of land as a percentage of land value without easement. Cases of partial or large limitation of land use for a smaller extent of easement were not included in the survey, so we calculated the missing results by linear interpolation. Then, the type of easement was divided also for the less disturbing easements, as for instance for a water supply pipeline, underground optical cable, and air piping systems; the medium disturbing types of easement, as for instance for the sewage system and gas pipeline of a smaller extent, where the surface of land above the pipeline is still usable; and to the highly disturbing types of easement, as for instance, the mandatory access driveway that enables access to a public road. Values of medium disturbing types of easement are the arithmetic means of values of the less and highly disturbing types of easement. Final result is the Table or Matrix (Table 4), showing per particular groups the decrease in land value (in %).

Table 4: Decrease in land value (in %) as to the type of easement, extent of easement, and limitation of use of land.

<b>Less disturbing types of easement</b>	<b>Smaller limitation of land use</b>	<b>Partial limitation of land use</b>	<b>Major limitation of land use</b>
Smaller extent of easement	2 %	8 %	17 %
Medium extent of easement	3 %	12 %	25 %
Large extent of easement	6 %	25 %	30 %
<b>Medium disturbing types of easement</b>			
Smaller extent of easement	4 %	14 %	28 %
Medium extent of easement	5 %	17 %	35 %
Large extent of easement	10 %	35 %	41 %
<b>Highly disturbing types of easement</b>			
Smaller extent of easement	6 %	20 %	40 %
Medium extent of easement	7 %	23 %	46 %
Large extent of easement	14 %	46 %	52 %

Interviewees perceived the factors included in the research as factors impacting the decrease in market value of land. It is possible to conclude from the research that among factors impacting the decrease in market value of land in case of easement belong: the type of easement, extent of easement, and level of limitation of land use. Results obtained by analysis of responses to survey are shown in form of percentage of decrease in value of land, where in case of impact of other factors on market value in a concrete case it is necessary to additionally take into account the factors as (final time of duration of easement, larger surface of remaining land, and similar).

### 3.4 Analysis of statistically characteristic differences between groups of interviewees

Data collected from the questionnaire were further analysed as to characteristics of interviewees. We were interested in whether there existed the statistically characteristic differences between the interviewees. Test of internal consistency using the Cronbach's alpha coefficient showed, as already indicated in Chapter 3.3., that the reliability of sample was high in case of decreased value of land and the monthly compensation required.

Normalcy of division of values was tested using the Kolmogorov-Smirnov test for greater groups ( $n > 50$ ) and the Shapiro-Wilkov test for smaller groups ( $n < 50$ ). The form of division of values was verified also



visually. In both the cases the data showed characteristics of an abnormal (non-Gauss) division. As the parametric tests, as the t-test and the variance analysis test, are based on normal division, in the case of violated hypothesis of normalcy of division for identification of differences between the mean values, the use of non-parametric tests is recommended, including the Mann-Whitney test for the identification of differences between the mean values for independent samples, and the Wilcoxon rank-sum test for dependent samples. For comparison of three or more groups we used the Kruskal-Wallis test (Šuster Erjavec, Južnik Rotar, 2013).

U-statistics in the Mann-Whitney test is calculated as

$$U = n_1 n_2 \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - R_1 \tag{1}$$

where  $R_1$  is the sum of ranges for the first group,  $n_1$  is the size of the first group, and  $n_2$  is the size of the second group.

H-statistics in the Kruskal-Wallis test is calculated as

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1) \tag{2}$$

where  $R_i$  is the sum of ranges for each group,  $N$  is the total sample size, and  $n_i$  is the size of a particular group.

The entire sample was first divided into groups as to gender, age, level of education, status on real estate market, and place of residence of the interviewee, and compared the arithmetic means of the assessed decreases in value per particular groups. There appeared the statistically characteristic differences ( $p > 0.05$ ) between the responses of the groups divided as to gender, age, education, and status in real estate market, whilst the statistically characteristic differences between the responses of groups divided as to the place of residence did not occur ( $p < 0.05$ ). Females found the easement of water supply pipeline closer to the building more disturbing, whilst the vicinity of easement was found less disturbing by older groups. In addition, the persons in the group with highest education assessed the higher decrease in value at easement of water supply pipeline, as compared to other groups. Groups divided as to status in real estate market assessed the decrease in land value in a different manner. On the one hand, proprietors of land under easement and the potential buyers of land under easement assessed a higher decrease in value of land under easement, whilst on the other hand the neutral persons and proprietors of governing land assessed a lower decrease in value of land under easement. Detailed results are evident from Table 5.

Table 5: U-values of the Mann-Whitney test and H-values of the Kruskal-Wallis test for the identification of differences between responses of groups, and probability p for a particular case and type of easement, for the decreased value of land, and monthly compensation for easement, respectively.

	Water supply pipeline		Mandatory access driveway	
	Decreased value	Monthly compensation	Decreased value	Monthly compensation
<b>Case 1</b>				
Gender	U = 4658.0 / p = 0.43	U = 4633.0 / p = 0.42	U = 4855.0 / p = 0,79	U = 4843.5 / p = 0,77

	Water supply pipeline		Mandatory access driveway	
	Decreased value	Monthly compensation	Decreased value	Monthly compensation
Age	H = 0.333 / p = 0.85	H = 2.631 / p = 0.27	H = 0.832 / p = 0.66	H = 5.147 / p = 0.08
Education	H = 9.436 / p = 0.15	H = 8.391 / p = 0.21	H = 6.937 / p = 0.33	H = 7.412 / p = 0.28
Status	H = 1.385 / p = 0.71	H = 1.404 / p = 0.70	H = 1.953 / p = 0.58	H = 3.623 / p = 0.30
Place of residence	H = 27.139 / p = 0.00	H = 25.324 / p = 0.01	H = 30.193 / p = 0.00	H = 28.738 / p = 0.00
<b>Case 2</b>				
Gender	U = 4851.0 / p = 0.78	U = 4613.0 / p = 0.35	U = 4958.0 / p = 0.99	U = 4890.5 / p = 0.86
Age	H = 0.141 / p = 0.93	H = 1.391 / p = 0.50	H = 1.136 / p = 0.57	H = 4.957 / p = 0.08
Education	H = 13.015 / p = 0.04	H = 11.740 / p = 0.07	H = 7.839 / p = 0.25	H = 6.767 / p = 0.34
Status	H = 3.000 / p = 0.39	H = 2.753 / p = 0.43	H = 3.380 / p = 0.34	H = 5.396 / p = 0.14
Place of residence	H = 29.443 / p = 0.00	H = 26.842 / p = 0.00	H = 23.125 / p = 0.02	H = 25.119 / p = 0.01
<b>Case 3</b>				
Gender	U = 4686.0 / p = 0.50	U = 4444.0 / p = 0.20	U = 4518.0 / p = 0.28	U = 4575.0 / p = 0.35
Age	H = 1.043 / p = 0.59	H = 1.048 / p = 0.59	H = 1.554 / p = 0.46	H = 7.150 / p = 0.03
Education	H = 5.858 / p = 0.44	H = 3.775 / p = 0.71	H = 3.403 / p = 0.76	H = 5.236 / p = 0.51
Status	H = 9.587 / p = 0.02	H = 7.954 / p = 0.05	H = 11.882 / p = 0.01	H = 11.882 / p = 0.01
Place of residence	H = 6.384 / p = 0.85	H = 9.418 / p = 0.58	H = 20.386 / p = 0.04	H = 22.426 / p = 0.02
<b>Case 4</b>				
Gender	U = 4356.5 / p = 0.14	U = 4640.0 / p = 0.43	U = 4513.0 / p = 0.27	U = 4714.5 / p = 0.55
Age	H = 0.012 / p = 0.99	H = 1.354 / p = 0.51	H = 0.873 / p = 0.65	H = 4.588 / p = 0.10
Education	H = 10.919 / p = 0.09	H = 6.111 / p = 0.41	H = 9.660 / p = 0.14	H = 4.283 / p = 0.64
Status	H = 19.137 / p = 0.00	H = 14.822 / p = 0.00	H = 27.544 / p = 0.00	H = 25.869 / p = 0.00
Place of residence	H = 11.329 / p = 0.42	H = 16.713 / p = 0.12	H = 15.525 / p = 0.16	H = 25.065 / p = 0.01
<b>Case 5</b>				
Gender	U = 4467.0 / p = 0.23	U = 4723.0 / p = 0.56	U = 4723.0 / p = 0.56	U = 4900.0 / p = 0.88
Age	H = 2.188 / p = 0.34	H = 0.028 / p = 0.99	H = 1.850 / p = 0.40	H = 3.309 / p = 0.19
Education	H = 12.083 / p = 0.06	H = 6.336 / p = 0.39	H = 9.432 / p = 0.15	H = 4.854 / p = 0.56
Status	H = 25.052 / p = 0.00	H = 18.677 / p = 0.00	H = 32.383 / p = 0.00	H = 26.193 / p = 0.00
Place of residence	H = 7.141 / p = 0.79	H = 13.235 / p = 0.28	H = 10.035 / p = 0.53	H = 24.198 / p = 0.01
<b>Case 6</b>				
Gender	U = 4015.0 / p = 0.02	U = 4468.0 / p = 0.23	U = 4201.0 / p = 0.06	U = 4679.5 / p = 0.49
Age	H = 6.258 / p = 0.04	H = 0.101 / p = 0.95	H = 6.834 / p = 0.03	H = 3.525 / p = 0.17

	Water supply pipeline		Mandatory access driveway	
	Decreased value	Monthly compensation	Decreased value	Monthly compensation
Education	H = 4.918 / p = 0.55	H = 6.736 / p = 0.35	H = 4.307 / p = 0.64	H = 4.533 / p = 0.60
Status	H = 34.800 / p = 0.00	H = 26.943 / p = 0.00	H = 42.758 / p = 0.00	H = 33.853 / p = 0.00
Place of residence	H = 11.201 / p = 0.43	H = 19.656 / p = 0.05	H = 8.767 / p = 0.64	H = 20.821 / p = 0.04
<b>Case 7</b>				
Gender	U = 4008.0 / p = 0.02	U = 4365.0 / p = 0.15	U = 4169.5 / p = 0.05	U = 4637.5 / p = 0.43
Age	H = 5.229 / p = 0.07	H = 0.065 / p = 0.97	H = 7.833 / p = 0.02	H = 5.513 / p = 0.06
Education	H = 3.802 / p = 0.70	H = 7.005 / p = 0.32	H = 4.809 / p = 0.57	H = 3.935 / p = 0.69
Status	H = 27.830 / p = 0.00	H = 26.410 / p = 0.00	H = 43.484 / p = 0.00	H = 29.739 / p = 0.00
Place of residence	H = 11.553 / p = 0.40	H = 18.827 / p = 0.06	H = 7.450 / p = 0.76	H = 18.389 / p = 0.07
<b>Case 8</b>				
Gender	U = 4541.0 / p = 0.30	U = 4552.0 / p = 0.32	U = 4547.0 / p = 0.31	U = 4755.0 / p = 0.62
Age	H = 1.223 / p = 0.54	H = 1.375 / p = 0.50	H = 4.152 / p = 0.12	H = 4.209 / p = 0.12
Education	H = 6.644 / p = 0.36	H = 7.471 / p = 0.28	H = 5.917 / p = 0.43	H = 4.922 / p = 0.55
Status	H = 24.799 / p = 0.00	H = 25.677 / p = 0.00	H = 34.069 / p = 0.00	H = 28.591 / p = 0.00
Place of residence	H = 6.329 / p = 0.85	H = 15.108 / p = 0.18	H = 8.952 / p = 0.63	H = 21.423 / p = 0.03

At analysis of responses as to monthly compensation required we cannot give a uniform response, as the results (Table 5) of testing are most diverse. There exist differences in responses of groups divided as to education, status on land market, and place of residence. It may be concluded from the differences in responses only that responses on the monthly amount of compensation required for easement are linked to another factor that had not been included in the survey.

#### 4 DISCUSSION AND CONCLUSION

The purpose of the research study was to assess the decrease in value of land on account of easement in the particular cases. We found that many authors give merely general orientations as to land valuation in case of easement, or combine these with the concrete recommendations or numbers obtained using the 'rule of thumb' method. Most transparent and theoretically substantiated is the Sherwood method (2006, 2014).

On account of absence of appropriate data on operation of land market in conjunction with easement in the Republic of Slovenia we conducted a survey for the purposes of the research study, whereby we obtained the data on behaviour of interviewees on land market as to the decrease in value of land in case of easement. The research results show that the assessed decreases in value of land on account of easement may be used for the evaluation of decrease in value of land, as well as for the determination of compensation for easement. Variability of survey results for monthly compensation for easement is

high, and thus, the results are not usable. It may be concluded from comments during implementation of survey that the interviewees are better able to assess the decrease in value of land, than the monthly amount of compensation for easement, as the former is a more easily imaginable situation on land market. In conducting the survey, a great number of persons rejected being surveyed, as they regarded themselves unable to give a response to the questions.

Based on survey results, we designed a matrix of decrease in value of land in respect of the extent of easement, limitation of use of land, and a more or less disturbing easement as to type of easement. As the “change” is the only constant in the real estate market, we need to take this into account in using the matrix in practice. We believe that the matrix is usable at least as one of the methods for assessing the decrease in value, keeping in mind that these are mean values showing the impacts merely of three factors included in the questionnaire, which may impact the value of land in case of easement. All other factors, which may impact the value of land in a concrete case, shall be incorporated into the valuation process subsequently. In addition, the survey results are usable in assessing the decrease in value of land at different types of easement, where, upon assessment in a concrete case, for the less limiting types of easement a more appropriate lower percentage of decrease in value is taken into account, and for the more limiting types of easement, the higher percentage of decrease in value of land is taken into account.

Results of statistical analysis show that responses of interviewees are not dependent on place of residence, on which account the matrix may be usable for the assessment of decrease in value of land in case of easement in all the statistical regions of the Republic of Slovenia. This by all means demystifies the myth of the ‘rule of thumb’ method and the 30 % decrease in value of land on account of easement in the Republic of Slovenia. The assessed increments (Table 4) range as to extent of easement and land use limitation from 2 % to 52 %, and thus, the consideration of a mere 30 % of decrease in value leads to erroneous assessments.

In cases where on account of absence of data or incompleteness of data for the assessment of decrease in value of land on account of encumbrance by easement it is difficult to use the ‘before and after’ method, the model developed in this research study is more appropriate for use, than any other alternative methods based solely on the appraiser’s soundness of judgement. The model developed in this research study is more objective, as it takes into account the factors, defined and confirmed by the repeatable professional methods. In applying the model, special attention shall be dedicated to the definition of extent of easement. Data on easement are namely linked to the land register, where they are kept (if at all) only descriptively, and not graphically, and for this reason, the additional verification of extent of easement shall be required also in the field.

The model can be upgraded by taking into account the time of duration of easement and the impacts of size of land on the decrease in value of land. In the long run, it would be most reasonable to supplement the real estate market records kept by the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia at least with the appropriate data on easement on land, to be taken from the land register, so as to facilitate the use of the ‘before and after’ method.

## Literature and references:

- Allen, A. N. (2001). The appraisal of easements. Right of way, 11/12, 40–46. <http://www.irwaonline.org/eweb/upload/1101c.pdf>, accessed 17. 4. 2013.
- Betts, R. M. (2013). Basic Real Estate Appraisal, Principle and procedures, OnCourse Learning, Prentice Hall, New Jersey.
- Bucaria, C. P., Kuhs, R. G. (2002). Fiber optics communication corridor right of way valuation methodology. Right of way, 11/12, 14–25.
- Čenik za pripravo soglasij, pogodb in obračun odškodnin oziroma nadomestil za leto 2016 (= Pricelist for preparation of consents, agreements and settlement of compensations and/or indemnifications for 2016) (2016) [http://www.s-kzg.si/static/uploaded/htmlarea/objave/2015/interni\\_akti/Cenik\\_za\\_pripravo\\_soglasij\\_pogodb\\_on\\_obraun\\_odkodnin\\_oz\\_nadomestil\\_za\\_leto\\_2016.pdf](http://www.s-kzg.si/static/uploaded/htmlarea/objave/2015/interni_akti/Cenik_za_pripravo_soglasij_pogodb_on_obraun_odkodnin_oz_nadomestil_za_leto_2016.pdf), accessed 20. 5. 2016.
- Energetski zakon (= Energy Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 27/2007.
- Friedman J. P., Ordway N. (1989). Income property appraisal and analysis, American Society of Appraisers, Prentice Hall.
- Highway Beautification Agencies (2005). Appraisal of temporary and permanent easement, Troy Byers – State ROW Administration (GDOT). <http://rightofway.transportation.org/Documents/Meetings/2015%20Meeting%20Presentations/Appraisal%20of%20Temporary%20and%20Permanent%20Easements-GA-presented%20by%20Byers%20Troy.pdf>, accessed 15. 4. 2016.
- ImmoWertV (2010). Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken. <http://www.gesetze-im-internet.de/immowertv/index.html>, accessed 20. 4. 2016.
- Juhart, M. (2003). / Služnost v javno korist. (= Easement for public benefit) in The IXth Days of Public Law / IX. dnevi javnega prava, Portorož, 18 – 20 June 2003 (pp. 221–236). Ljubljana: Institute of Public Administration / Inštitut za javno upravo.
- Kleiber, W. (2010). Verkehrswertermittlung von Grundstücken. Köln: Bundesanzeiger Verlagsges GmbH.
- Lang, W. R., Smith, B. A. (1999). Setting Value on a gas pipeline easement. Right of way, 1–2 (18–27). <http://www.irwaonline.org/eweb/upload/0199a.pdf>, accessed 17. 4. 2013.
- Lovrin, M., Udovč, A., Košir, J. (2012). Metode tržnega vrednotenja kmetijskih zemljišč (= Agricultural land market valuation methods). [http://zdruzenje-sickmet.si/images/tabdoc/Metode\\_trznega\\_vrednotenja\\_december\\_2012.pdf](http://zdruzenje-sickmet.si/images/tabdoc/Metode_trznega_vrednotenja_december_2012.pdf), accessed 12. 1. 2016.
- Maine Association of Assessing Officers (2011). Practical points of Interest in the Valuation of Easements. [http://www.maineassessors.org/documents/2011/Easements\\_2011\\_slides.pdf](http://www.maineassessors.org/documents/2011/Easements_2011_slides.pdf), accessed 5. 3. 2016.
- Munneke J. H., Trefzger, J.W. (1998). Nonlinear effects in easement valuation. Journal of Real Estate Research, 16 (2), 219–228.
- Nahtigal, D., Grum, B. (2015). Segmentation and the value frame of buyers of residential apartments. Geodetski vestnik, 59 (1), 71–101. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.01.071-101>
- Peterson, H. (2005). Verkehrswertermittlung von Immobilien. Stuttgart-München-Hannover-Berlin-Weimar-Dresden: Richard Barberg Verlag.
- Pravilnik o metodologiji za določanje nadomestil za služnosti na vodnih in priobalnih zemljiščih v lasti Republike Slovenije (= Rules on the method of determining easement fees for water and coastal land owned by the Republic of Slovenia). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 35/2011.
- Ross, F.W., Brachmann, R., Holzner, P. (1991). Ermittlung des Bauwertes von Gebäuden und des Verkehrswertes von Grundstücken. Hannover: Th. Oppermann Verlag.
- Sherwood, D. (2006). Easement valuation. Right of way, 5/6, 30–33. <https://www.irwaonline.org/eweb/upload/ROW%20Archives%207-05%20thru%207-06/506/Easement.pdf>, accessed 17. 4. 2016.
- Sherwood, D. (2014). The valuation of easements. Right of way, November/December (36–39). [https://www.irwaonline.org/eweb/upload/web\\_novdec\\_14\\_Valuation.pdf](https://www.irwaonline.org/eweb/upload/web_novdec_14_Valuation.pdf), accessed 20. 6. 2016.
- Statistični urad Republike Slovenije (= Statistical Office of the Republic of Slovenia) (2013). Demographic data. <http://www.stat.si/>, accessed 19. 4. 2013.
- Stopar, I. (2013). Vrednotenje zemljišč v primerih stvarne služnosti (= Land valuation in cases of easement). Graduation Thesis. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil Engineering and Geodesy. <http://drugg.fgg.uni-lj.si/id/eprint/4542>, accessed 30. 6. 2016.
- Stvarnopravni zakonik (= Law of Property Code). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 87/2002.
- Šnajberg, O. (2015). Valuation of real estate with easement. Procedia Economics and Finance 25, 420–427. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00753-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00753-4)
- Šubic Kovač, M. (2007). Metode vrednotenja zemljišč v primeru stvarne služnosti (Land valuation methods in case of easement). In: Žljajpah, D. (Ed.), Stavbne in služnostne pravice: zbornik seminarja: Dobrovo v Goriških Brdih, 11. May 2007 (pp. 9–22). Dobrovo in Goriška Brda: Združenje sodnih izvedencev in sodnih cenilcev Slovenije za gradbeno stroko.
- Šubic Kovač, M. (2006). Vrednotenje zemljišč v primeru stvarne služnosti (=Land valuation methods in case of easement). In: Kožar, A. (Ed.), Poslovanje z nepremičninami zbornik referatov: 17. tradicionalni posvet Poslovanje z nepremičninami (pp. 195–201). Portorož: Gospodarska zbornica Slovenije.
- Šubic Kovač, M., Rakar, A. (2010). Model vrednotenja zemljišč kategoriziranih cest za namene pravnega prometa (= Land valuation model of categorised roads for the purposes of legal operations). Geodetski vestnik 54 (2), 253–266. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2010.02.253-266>
- Šuster Erjavec, H., Južnik Rotar L. (2013). Analiza podatkov s SPSS (= Analysis of data with SPSS). Celje: Faculty of Commercial and Business Sciences. Celje: Fakulteta za komercialne in poslovne vede.
- Tratnik, M. (2010). Stvarnopravni zakonik (SPZ) z uvodnimi pojasnili in stvarnim kazalom Matjaža Tratnika (= Law of Property Code (SPZ) with introductory explanations and table of contents by Matjaž Tratnik). Ljubljana: Official Gazette of the Republic of Slovenia.
- Valentine, G. (2008). Appraising pipeline easement - A practical approach. <https://www.irwaonline.org/eweb/upload/0308a.pdf>, accessed 20. 4. 2016.
- Ventolo, W. L., Williams, M. R. (2001). Fundamentals of real estate appraisal. Chicago:

Dearborn real estate education, Inc.

WertR (2002). Richtlinien fuer die Ermittlung der Verkehrswerte (Marktwerte) von Grundstücken (Wertermittlungsrichtlinien – WertR 2002). <https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata%2Fges%2Fwertr2002%2Fcont%2Fwertr2002.inh.htm&showParallelfundstellenReadable=False>, accessed 20. 4. 2016.

WertR (2006). Richtlinien fuer die Ermittlung der Verkehrswerte (Marktwerte) von Grundstücken (Wertermittlungsrichtlinien – WertR 2006). [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Staedtebaurecht/wertermittlungsrichtlinien\\_2006\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Staedtebaurecht/wertermittlungsrichtlinien_2006_bf.pdf), accessed 20. 4. 2016.

Wolf, M. (2005). Real estate property rights. Right of way, 1/2, 12–21. <http://www.irwaonline.org/eweb/upload/0105c.pdf>, accessed 17. 4. 2016.

Zakon o cestah (= Roads Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 109/2010.

Zakon o elektronskih komunikacijah (Electronic Communications Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 109/2012.

Zakon o gozdovih (= Forest Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 30/1993.

Zakon o nadzoru državne meje (= State Border Control Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 35/2010.

Zakon o nepravdnem postopku (Non-litigious Civil Procedure Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 30/1986.

Zakon o rudarstvu (= Mining Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 98/2004.

Zakon o urejanju prostora (= Spatial Management Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 110/2002.

Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb (Cableway Installations Designed to Carry Persons Act). Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 126/2003.

Stopar I., Šubic Kovač M. (2016). Land valuation in case of easement: the case study in Slovenia. *Geodetski vestnik*, 60 (4): 685–716. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.685-716

# VREDNOTENJE ZEMLJIŠČ V PRIMERU STVARNE SLUŽNOSTI: ŠTUDIJA PRIMERA V SLOVENIJI

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 685

## 1 UVOD

Po Stvarnopravnem zakoniku (2002) je stvarna služnost pravica lastnika nepremičnine (gospodujoče stvari) izvrševati za njene potrebe določena dejanja na tuji nepremičnini (pozitivna služnost), ali zahtevati od lastnika služeeče stvari, da opušča določena dejanja, ki bi jih sicer imel izvrševati na svoji nepremičnini (negativna služnost). Stvarne služnosti so tako različne oblike uporabe (tudi izkoriščanja) služeeče nepremičnine. Lastnik služeeče stvari mora v izvrševanju oblasti nad svojo stvarjo nekaj trpeti, čeprav je izvrševanje vsebine služnosti omejeno samo na del služeeče nepremičnine (Juhart, 2003; Tratnik, 2010). Zato stvarna služnost bremeni celotno služeečo nepremičnino. Stvarna služnost je lahko ustanovljena za nedoločen ali za določen čas, ali celo določen letni čas. Običajno lastnik gospodujoče stvari plačuje lastniku služeeče stvari nadomestilo oziroma odškodnino za služnost, in sicer v enkratnem ali v večkratnih zneskih.

Pravna oblika, v kateri se izražajo pravice in omejitve na nepremičnini, ima na področju vrednotenja nepremičnin v splošnem podrejen pomen (Kroll, 2004). Pomembnejša sta obseg in vsebina pravic ter tudi z njihovim izvajanjem povezane okoliščine. Pri vrednotenju spremembe vrednosti nepremičnine zaradi stvarne služnosti je treba predvsem vsebinsko enolično opredeliti stvarno služnost in raven omejevanja lastninske pravice. Premisliti je treba tudi, kako bi se zavedno ali nezavedno obnašal potencialni kupec ob morebitni prodaji ocenjevane nepremičnine (ugotavljanje kupca o zmanjšanju vrednosti nepremičnine).

Teorija vrednotenja nepremičnin (na primer v Ross et al., 1991; Friedman in Ordway, 1998; Ventolo, 2001; Peterson, 2005; Kleiber, 2010; Betts, 2013) se pri vrednotenju zemljišč glede stvarne služnosti omejuje na manjše število splošnih usmeritev za vrednotenje služnosti ali na številne, vendar še vedno precej splošne usmeritve, mnogokrat podkrepjene z ocenami »na palec«, ki naj bi bile v pomoč cenilcu pri vrednotenju zemljišč v zvezi s služnostjo (na primer v Lang in Smith, 1999; Allen, 2001; Bucaria, 2002; Wolf, 2005; Highway Beautification Agencies, 2005; Valentine, 2008; Maine Association of Assessing Officers, 2011). Praksa na tem področju v Republiki Sloveniji kaže, da se splošne usmeritve večinoma ne upoštevajo ustrezno oziroma se sploh ne upoštevajo. Vzrokov za to je lahko več in so tako objektivne (pomanjkanje ustreznih podatkov) kot subjektivne narave (nerazumevanje vpliva stvarne služnosti na vrednost nepremičnine in iz tega izhajajoča neutemeljenost odločitev v procesu vrednotenja). V zvezi s tem smo v raziskavi skušali odgovoriti na naslednja raziskovalna vprašanja: 1. Katere značilnosti stvarne služnosti vplivajo na vrednost zemljišča in katere metode se uporabljajo za ocenjevanje tega vpliva?; 2. Kako prebivalci Republike Slovenije ocenjujejo zmanjšanje vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti v posameznih primerih?

V iskanju odgovorov na zastavljena raziskovalna vprašanja smo oblikovali metodo dela. Najprej smo analizirali razmerje med stvarno služnostjo in vrednostjo zemljišča v že opravljenih raziskavah na tem

področju, teoretično oblikovane metode vrednotenja zemljišč v primeru stvarne služnosti in prakso na tem področju. Izhajajoč iz dejstva, da v Republiki Sloveniji javno dostopni podatki niso dovolj za ocenjevanje zemljišč pri stvarnih služnostih, ker te služnosti ponekod niso bile vzpostavljene ali pa niso bile vpisane v zemljiško knjigo, smo izvedli anketo med prebivalci Republike Slovenije o njihovem zaznavanju zmanjšanja vrednosti zemljišča v posameznih primerih stvarne služnosti in oblikovali rezultate ankete v obliki matrike. S statističnimi metodami smo ugotavljali tudi statistično odvisnost odgovorov glede na posamezno skupino anketirancev.

## 2 VPLIV STVARNE SLUŽNOSTI NA VREDNOST ZEMLJIŠČA

Teorija vrednotenja nepremičnin (na primer v Kroll, 2004; Kleiber, 2010) obravnava vrednotenje stvarne služnosti z dveh vidikov, in sicer: a) stvarno služnost v smislu bremena obravnava kot neobičajno okoliščino oziroma pravno značilnost, ki vpliva na spremembo vrednosti ocenjevanega zemljišča; b) stvarno služnost obravnava zaradi določitve nadomestila samostojno kot predmet vrednotenja.

Sprememba vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti se ocenjuje na podlagi primerjave prodajnih cen nepremičnin z enako obremenitvijo oziroma ugodnostjo. Ko to ni mogoče, se izhaja iz ocene vrednosti nepremičnin brez stvarne služnosti in na podlagi dejavnikov prilagoditve oceni vrednost nepremičnine s stvarno služnostjo. Pogosto se pri tem uporablja diferenčna metoda (angl. *before and after method*, nem. *Differenzmethode*, predstavljena na primer v Allen, 2001; Kroll, 2004; Šubic Kovač, 2006; Šubic Kovač, 2007; Kleiber, 2010; Šubic Kovač in Rakar, 2010; Šnajberg, 2015), s katero se ocenjuje vpliv stvarne služnosti na tržno vrednost primerljivih zemljišč, in se tako ocenjena prilagoditev uporabi pri oceni tržne vrednosti ocenjevanega zemljišča.

Tržno vrednost stvarne služnosti kot predmeta vrednotenja je na podlagi primerjave vrednosti podobnih stvarnih služnosti na nepremičninah težko ali celo nemogoče oceniti, ker trg stvarnih služnosti ne obstaja. Zato se tržna vrednost stvarne služnosti ocenjuje na podlagi simulacije običajnega poslovnega prometa. Simulacija običajnega poslovnega prometa na trgu nepremičnin se je na področju ocenjevanja nepremičnin v Sloveniji sicer že uporabila (Nahtigal in Grum, 2015), vendar za raziskavo vrednostne percepcije potencialnih kupcev stanovanjskih nepremičnin glede dejavnikov, ki vplivajo na vrednost stanovanjskih nepremičnin. Z vplivom služnosti na vrednost nepremičnin na podlagi simulacije trga nepremičnin pa se (po nam dostopnih podatkih) ni ukvarjal še nihče.

Obakrat je treba značilnosti stvarne služnosti najprej opredeliti. Pri tem je treba izhajati iz pravnih predpisov posamezne države. V Republiki Sloveniji je temeljni zakon na tem področju Stvarnopravni zakonik (Ur. l. RS, št. 87/2002; št. 91/2013 – SPZ), vendar posegajo na to področje tudi drugi zakoni (preglednica 1).

Stvarno služnost v Republiki Sloveniji v splošnem opredeljuje Stvarnopravni zakonik (SPZ), služnost v javno korist ureja podrobneje Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1) oziroma za različne vrste infrastrukture Zakon o elektronskih komunikacijah (ZEKom-1), Zakon o rudarstvu (ZRud-1), Zakon o cestah (ZCes-1), Zakon o žičniških napravah za prevoz oseb (ZŽNPO) ter Zakon o nadzoru državne meje (ZNDM-2). Nujna pot je kot stvarna služnost opredeljena tako v Stvarnopravnem zakoniku kot v Zakonu o nepravdnem postopku (ZNP).



Preglednica 1: Vrste stvarnih služnosti po Stvarnopravnem zakoniku in drugih pravnih predpisih v Republiki Sloveniji.

Vrsta stvarne služnosti	Zakon, ki jo ureja	Nastanek	Opis	Trajanje stvarne služnosti
Stvarna služnost	SPZ	zakon, pravni posel, odločba državnega organa	Stvarna služnost je pravica lastnika (gospodujoče) nepremičnine, da za potrebe te nepremičnine izvršuje določena dejanja na tuji (služeči) nepremičnini ali da zahteva od lastnika tuje nepremičnine, da opušča določena dejanja, ki bi jih sicer imel pravico izvrševati na svoji nepremičnini. Morebitno nadomestilo za stvarno služnost se lahko določi v enkratnem znesku ali v periodično zapadlih obrokih.	določen čas, določen letni čas, neomejeno
Služnost v javno korist	ZUreP-1 ZEKom-1 ZRud-1 ZCes-1 ZŽNPO ZNDM-2	pravni posel, odločba državnega organa	Služnost v javno korist je služnost, ki je ustanovljena v korist države, lokalnih skupnosti, izvajalcev javnih služb in nosilcev različnih infrastrukturnih dejavnosti. Služnost v javno korist se ustanovi v korist poimensko določene osebe in ne v korist gospodujočega zemljišča, zato spada med neprave stvarne služnosti. Višina nadomestila za služnost v javno korist obsega zmanjšanje vrednosti služeče nepremičnine in dejansko škodo ter izgubljeni dobiček.	začasno, trajno
Nujna pot	SPZ ZNP	pravni posel, odločba državnega organa	Nujna pot je nekje kvalificirana kot zakonita služnost v okviru sosedskega prava, drugje pa kot služnost, ustanovljena z odločbo državnega organa. Nujno pot sodišče dovoli za nepremičnino, ki nima za redno rabo ustrezne zveze z javno cesto ali pa bi bila taka zveza povezana z nesorazmernimi stroški. Sodišče določi nujno pot tako, da se tuja nepremičnina čim manj obremeni, za dovoljeno nujno pot je upravičenec dolžan plačati zavezancu primerno nadomestilo. Sodišče določi tudi višino denarnega nadomestila ter način in rok plačila nadomestila.	določen čas, trajno

Pri identifikaciji stvarne služnosti je treba poleg vrste služnosti opredeliti značilnosti omejitve lastninske pravice zaradi služnosti glede na lego in obseg stvarne služnosti na celotnem služečem zemljišču, zmanjšano rabo celotnega služečega zemljišča, možnosti za ukinitve stvarne služnosti in pogoje za njeno ukinitve ter časovni značaj služnosti (Šnajberg, 2015). Cenilec mora odgovoriti tudi na vprašanja glede pravic lastnika zemljišča na služečem delu zemljišča in možnosti razširitve obravnavane stvarne služnosti v prihodnosti.

Pomembna je tudi analiza vpliva stvarne služnosti na najbolj gospodarno rabo zemljišča (Allen, 2001), s čimer se dejansko analizira velikost posega v lastninsko pravico zaradi ustanovitve služnosti in vpliv na vrednost služkega zemljišča. Najbolj gospodarna raba prvotnega zemljišča se lahko spremeni, če se ustanovi stvarna služnost, vendar se ta sprememba upošteva le, če jo je utemeljeno pričakovati (Allen, 2001).

Lastniku služke nepremičnine za poseg v njegovo lastninsko pravico pripada nadomestilo. Glede višine nadomestila se lastnika gospodujočega in služkega zemljišča v splošnem lahko dogovorita. Če dogovor ni mogoč, je treba višino nadomestila za stvarno služnost oceniti. Ob prisilnem posegu v lastninsko pravico zaradi nujne poti SPZ (89. člen) navaja primerno denarno nadomestilo za uporabo nujne poti, ki ga določi sodišče primeroma in ob upoštevanju kriterijev sodne prakse. Po SPZ (91. člen) se določila o nujnih poteh smiselno uporabljajo za priključitev na javna komunalna in druga omrežja, če lastnik nepremičnine, ki to zahteva, izpolnjuje pogoje za priklop. ZureP-1 (110. člen) določa nastanek služnosti v javno korist kot obliko prisilne ustanovitve služnosti, ki pomeni omejitev lastninske pravice takrat, ko za doseganje javnega interesa zadošča omejevanje lastninske pravice in razlastitev ni potrebna. Služnost v javno korist ima naravo neprave stvarne služnosti. Tudi v tem primeru gre za splošno določeno vsebino in dolžnost lastnika nepremičnine, da nekaj trpi. Služnost v javno korist je odplačna služnost in lastniku služke nepremičnine pripada nadomestilo, ki je v zakonu opredeljeno kot odškodnina za poseg v lastninsko pravico. Ta obsega zmanjšano vrednost nepremičnine ali dejansko škodo in izgubljeni dobiček. Pri zmanjšani vrednosti nepremičnine se upošteva zmanjšana možnost uporabe ter zmanjšana možnost pridobivanja plodov in nižja tržna vrednost nepremičnine, ki se ugotavlja na podlagi vseh dejanj in vplivov, ki segajo na služko nepremičnino. Višina se lahko določi sporazumno ali jo določi sodišče, če sporazum ni mogoč.

V nekaterih primerih je v pravnih predpisih v Republiki Sloveniji, na primer Ceniku za pripravo soglasij, pogodb in obračun odškodnin oziroma nadomestil za posamezno leto (2016), ki velja za kmetijska zemljišča v upravljanju Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov v Republiki Sloveniji, določena višina nadomestila oziroma odškodnine za ustanovljeno služnost v končnem znesku, pri čemer ima ocena cenilca prednost. Prav tako odplačna je ustanovitev služnosti na vodnem ali priobalnem zemljišču. Nadomestilo se izračuna v skladu s Pravilnikom o metodologiji za določanje nadomestil za služnosti na vodnih in priobalnih zemljiščih v lasti Republike Slovenije (Ur. l. RS, št. 35/201, št. 18/2013, št. 59/2014 in št. 56/2015–ZV–1E). Upošteva se površina vplivnega območja posega, temeljna vrednost služkega zemljišča, dejavnik za vrsto služkega zemljišča, dejavnik vpliva posega na vodni režim, dejavnik vpliva posega na služke zemljišče, dejavnik emisije vode in dejavnik trajanja služnosti. Velikost posameznih elementov je določena v pripadajočih preglednicah oziroma se uporabljajo podatki Geodetske uprave Republike Slovenije (kot na primer za temeljno vrednost služkega zemljišča). Tudi nekatere lokalne skupnosti so za namene določanja nadomestila oziroma odškodnine za pridobitev služnostne pravice na nepremičnem premoženju lokalne skupnosti določile cenik nadomestil oziroma odškodnin.

Nadomestilo, določeno po pravnih predpisih, oziroma dogovorjeno nadomestilo ne odraža nujno vseh vplivov stvarne služnosti na vrednost nepremičnine, predvsem če zakon predpisuje elemente, ki jih je treba upoštevati pri vrednotenju, in ti ne zajemajo vseh možnih vplivov stvarne služnosti na vrednost, oziroma če cenilci pri ocenjevanju ne upoštevajo načel tržnega vrednotenja nepremičnin in vsak po svoje oceni prilagoditve brez ustrezne utemeljitve, torej subjektivno.

Podobno ugotavlja Kroll (2004). Služnost se v Zvezni republiki Nemčiji po navadi obravnava v okviru »pravnih značilnosti zemljišč«, točneje kot »pravice in obremenitve na zemljišču, ki vplivajo na njegovo vrednost«, vendar podrobnejših usmeritev glede vrednotenja ni, ker naj bi se vsak primer analiziral posebej. Veljavna Uredba o temeljih ocenjevanja tržne vrednosti nepremičnin (nem. *Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken* – ImmoWertV, 2010) poudarja (drugi odstavek 6. člena), da se pri vrednotenju upoštevajo samo tiste pravice in obremenitve, ki vplivajo na tržno vrednost, in podaja samo splošne napotke glede upoštevanja pravic in bremen v posameznih metodah tržnega vrednotenja nepremičnin. Natančnejše usmeritve so podane v Smernih vrednostih za ocenjevanje tržne vrednosti nepremičnin (nem. *Richtlinien für die Ermittlung der Verkehrswerte (Marktwerte) von Grundstücken (Wertermittlungsrichtlinien* – WertR, 2006).

Kroll (2004) je opozoril, da WertR (2002) dopušča upoštevanje vpliva pravic in obremenitev na tržno vrednost samo v povezavi z gospodarskimi učinki, to je s spremembo donosa nepremičnine oziroma stroškov, čeprav je to v nasprotju s tržnim vrednotenjem nepremičnin, pri katerem imajo udeleženci na trgu pomembno vlogo pri odločanju o zmanjšanju ali povečanju vrednosti nepremičnine zaradi pravic ali obremenitev na zemljišču. Zato je predlagal (Kroll, 2004) dopolnitev takega vrednotenja nepremičnin z upoštevanjem položaja na trgu nepremičnin, in sicer kot prilagoditev stroškov oziroma obrestne mere za nepremičnine v postopku ocenjevanja vpliva pravic in obremenitev na vrednost zemljišča. Ker tovrstnih prilagoditev objektivno na podlagi statistike ni mogoče oceniti, se cenilci zanašajo na izkustvene vrednosti in analogije. Zato je pomembno, tako Kroll (2004), da cenilci strokovno utemeljijo izhodišča vrednotenja ter strokovno in razumljivo argumentirajo posamezne prilagoditve. Opisani način je še vedno aktualen in vreden razmisleka, ko se ocenjuje vrednost zemljišča, obremenjenega s služnostjo, na podlagi prilagoditev.

V slovenski cenilski praksi se je uveljavilo ocenjevanje zmanjšanja tržne vrednosti zemljišča in tudi nadomestila za stvarno služnost »na palec«. Za zmanjšanje vrednosti zemljišča se pogosto uporablja nenapisano in neargumentirano »pravilo 30 %«, in sicer v dveh različicah: ali kot 30-odstotno zmanjšanje vrednosti celotnega zemljišča ali samo dela zemljišča, na katerega se nanaša služnost. Za kmetijska zemljišča se je v praksi oblikoval model (Lovrin et al., 2012), po katerem znaša odškodnina pri vkopanih vodih 33 % vrednosti zemljišča, na katerega se nanaša služnost, oziroma 20 % vrednosti zemljišča, če so vodi zračni. Služnostni upravičenec je dolžan poravnati tudi dejansko škodo v povezavi z vzpostavljeno služnostjo. Nekoliko bolj zapletena metoda ocene nadomestila za stvarno služnost »na palec« je Žlajpahova metoda (Stopar, 2013), po kateri na višino nadomestila za stvarno služnost vpliva izhodiščna tržna vrednost zemljišča, obdobje trajanja služnosti in skupna stopnja obremenjenosti zemljišča, to je vsota stopenj glede na pravni status, obremenjenost, delež obremenjenega dela zemljišča in vrsto objekta. Posamezne vrednosti prilagoditev so določene v razmeroma širokih intervalih, zato je odločitev za eno izmed vrednosti znotraj intervala težko argumentirati.

Tudi sicer se je treba zavedati še ene posebnosti glede služnosti, in sicer dejstva, da se ocenjuje vpliv stvarne služnosti na vrednost zemljišča za tipičnega kupca in tipičnega prodajalca ter da je služnost le eden izmed dejavnikov, ki lahko vplivajo na tržno vrednost zemljišča. Poleg tega je pri ocenjevanju vpliva služnosti v konkretnem primeru pomembno upoštevati tudi površino vseh preostalih zemljišč v lasti lastnika služečega zemljišča ob obravnavanem zemljišču.

Zaradi vseh navedenih značilnosti v cenilski praksi ne obstaja ena sama, uveljavljena in tradicionalna metoda za ocenjevanje vpliva stvarne služnosti na vrednost zemljišča, temveč se pogosto uporablja kombinacija več metod. Prav to je v svoji raziskavi upošteval Sherwood (2006, 2014). Uporabil je diferencialno metodo ter analiziral primerljive prodaje zemljišč brez služnosti in s služnostjo. Analiza je bila narejena za več parov primerljivih zemljišč, rezultat je ugotovljen splošni trend ocenjevanega vpliva služnosti na tržno vrednost zemljišča, popravljenega z rezultati, dobljenimi s pogovori. Tako imenovano »Sherwoodovo matriko« sestavljajo stolpci z navedbo vrste služnosti, z opisom lege služnosti na zemljišču in njenega vpliva na vrednost na relativno majhnem intervalu. Ponovitev tovrstne analize je v splošnem težka, ker je težko pridobiti dovolj parov primerljivih prodaj, da bi lahko ugotovili splošen trend vpliva služnosti na vrednost nepremičnin.

Poudariti velja, da je bil v vseh dosedanjih raziskavah ugotovljen linearni vpliv stvarne služnosti na vrednost zemljišča. Munneke in Trefzger (1998) sta dokazala, da je vpliv stvarne služnosti na tržno vrednost zemljišča nelinearen. Točneje, pri ocenjevanju je treba upoštevati, da se vrednost preostalega zemljišča zaradi stvarne služnosti ne zmanjšuje linearno s površino zemljišča, temveč je vpliv služnosti na vrednost preostalega zemljišča toliko manjši, kolikor večja je površina preostalega zemljišča. Zato je treba v konkretnem primeru upoštevati vse površine zemljišča obravnavanega lastnika in oceniti zmanjšanje vrednosti zaradi služnosti (Šubic Kovač in Rakar, 2010).

Očitno je, da za vrednotenje zemljišč v primerih stvarne služnosti metode vrednotenja obstajajo, vendar je uporaba posamezne metode odvisna od količine ustreznih podatkov o prodajah zemljišč, obremenjenih s služnostjo. Najbolje bi bilo, če bi te podatke povezali z zaznavanjem potencialnih kupcev zemljišč glede zmanjšanja vrednosti zaradi stvarne služnosti, kot je to naredil Sherwood (2006, 2014). Ker v Sloveniji podatkov o prodajah zemljišč brez služnosti in s služnostjo nimamo, smo z anketo analizirali samo zaznavanje potencialnih kupcev zemljišč glede zmanjšanja vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti, s čimer smo izvedli simulacijo dogajanja na trgu zemljišč v primeru stvarne služnosti.

### 3 POTEK IN REZULTATI ANKETE O VPLIVU STVARNE SLUŽNOSTI NA VREDNOST ZEMLJIŠČ

#### 3.1 Predstavitev vprašalnika

Namen ankete je bil analizirati zaznavanje potencialnih kupcev zemljišč glede zmanjšanja vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti, pri čemer se upoštevajo različni dejavniki, in sicer: vrsta služnosti (vodovod, nujna pot), obseg služnosti (dolžina voda v primerjavi z velikostjo zemljišča) in lega dela zemljišča, obremenjenega s služnostjo, na zadevnem zemljišču. Anketa je bila izvedena v obliki vprašalnika (slika 1).

Za raziskavo javnega mnenja o zmanjšanju vrednosti zemljišča, ki je obremenjeno s stvarno služnostjo, je bilo izbrano terensko anketiranje (intervju), pri čemer gre za neposredni pogovor med anketarjem in anketirancem. Razloga za to sta bila predvsem dva. Prvi je, da bi s spletnim anketiranjem izpustili starejšo populacijo, ki splet manj uporablja, drugi pa je sama narava ankete, v kateri se uporablja terminologija, ki je splošna populacija ne uporablja pogosto, tako da je spraševalec na voljo za morebitna pojasnila.

Vprašalnik je bil sestavljen iz dveh sklopov. Prvi je vseboval splošna demografska vprašanja, kot so spol, starost, izobrazba, kraj bivanja glede na regijo in status anketiranca na trgu zemljišč, kjer je vprašani imel možnost izbire med lastnikom služečega, lastnikom gospodujočega zemljišča in potencialnim kupcem

služčega zemljišča. Če si ni mogel ali ni hotel izbrati vloge lastnika ali potencialnega kupca, je imel na izbiro odgovor »drugo«.

V drugem sklopu je bilo s skicami predstavljenih osem primerov poteka vodovoda oziroma nujne poti (lege) na hipotetičnem služčem zemljišču. Zemljišče je bilo pravokotno, površina je bila v vseh primerih enaka, na njem je zgolj informativno stala tudi hiša.

Anketirancu je bilo pojasnjeno, da je tržna vrednost neobremenjenega zemljišča 100.000,00 EUR. Anketiravec je nato odgovarjal na vprašanje, koliko je po njegovem mnenju vredno zemljišče po tem, ko je obremenjeno na različne načine s stvarno služnostjo za nedoločen čas, in sicer za vsak primer posebej. Odgovoriti je moral tudi na vprašanje, koliko bi znašalo primerno mesečno nadomestilo za služnost, in sicer prav tako za vsak primer posebej.

### 3.2 Sodelujoči v anketi

V anketo so bile zajete 203 polnoletne osebe iz vseh statističnih regij v Republiki Sloveniji. Anketiranci so bili razdeljeni v dve skupini glede na spol (moški in ženske), tri skupine glede na starost (od 18 do 29 let, od 30 do 64 let ter 65 let in starejše), sedem skupin glede na izobrazbo, štiri skupine glede na status, ki so si ga izbrali (lastnik služčega zemljišča, lastnik gospodujočega zemljišča, potencialni kupec služčega zemljišča in drugo), in na dvanajst skupin glede na kraj bivanja (statistično regijo Slovenije).

#### Anketa: Zmanjšanje vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti

##### 1. del: SPLOŠNA DEMOGRAFSKA VPRAŠANJA

###### Spol:

- Ženski
- Moški

###### Starost:

- 18 – 29 let
- 30 – 64 let
- 65 let in več

###### Izobrazba:

- osnovna šola ali manj
- poklicna šola (2 ali 3 letna strokovna šola)
- štiriletna srednja šola
- višja šola
- visoka šola – prva stopnja
- univerzitetna izobrazba ali bolonjska druga stopnja (bolonjski magistririj)
- znanstveni magistririj ali doktorat

###### Status:

- lastnik služčega zemljišča
- lastnik gospodujočega zemljišča
- potencialni kupec služčega zemljišča
- drugo: \_\_\_\_\_

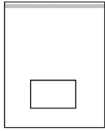
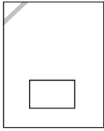
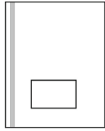
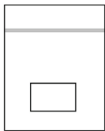

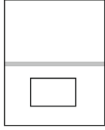

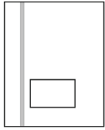
###### Kraj bivanja:

- Pomurska regija
- Podravska regija
- Koroška regija
- Savinjska regija
- Zasavska regija
- Spodnjeposavska regija
- Jugovzhodna regija
- Osrednjeslovenska regija
- Gorenjska regija
- Notranjsko-kraška regija
- Goriška regija
- Obalno-kraška regija

##### 2.del: ZMANJŠANJE VREDNOSTI ZEMLJIŠČA, OBREMENJENEGA S STVARNO SLUŽNOSTJO

Na skicah na naslednji strani je predstavljeno zemljišče (večji pravokotnik) s hišo (manjši pravokotnik). Zemljišče je obremenjeno s stvarno služnostjo na različne načine. Vrednost neobremenjenega zemljišča je 100.000 EUR. V prvem primeru (a) poteka čez zemljišče vodovod, v drugem (b) pa nujna pot. Lastnik od napeljave oziroma od poti ne bi imel koristi.

1. Koliko bi po vašem mnenju bila zmanjšana vrednost zemljišča za vsak primer, če gre za vodovod (a) in koliko, če gre za nujno pot (b)?
2. Koliko bi znašalo mesečno nadomestilo za služnost za primer (a) in (b)?

 <p><b>1. primer</b> a) <u>zadolžen</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>	 <p><b>2. primer</b> a) <u>zadolžen</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>	 <p><b>3. primer</b> a) <u>zadolžen</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>
 <p><b>4. primer</b> a) <u>vodovod</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>	 <p><b>5. primer</b> a) <u>vodovod</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>	
 <p><b>6. primer</b> a) <u>zadolžen</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>	 <p><b>7. primer</b> a) <u>zadolžen</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>	 <p><b>8. primer</b> a) <u>zadolžen</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p> <p>b) <u>nujna pot</u> vrednost: _____ EUR nadomestilo _____ EUR/mes</p>

Slika 1: Prvi in drugi del vprašalnika s prikazom posameznih primerov.

Rezultati analize strukture anketirancev po spolu, izobrazbi, statusu na trgu zemljišč in regiji bivanja kažejo, da je vzorec anketirancev po vseh navedenih značilnostih primerljiv s strukturo prebivalcev v Republiki Sloveniji, iz česar sklepamo, da je vzorec glede tega reprezentativen za celotno državo.

### 3.3 Potek in rezultati raziskave

Anketa se je izvajala osebno po vseh slovenskih regijah v obdobju med 25. marcem in 5. junijem 2013. Na vsako osebo, ki je bila pripravljena odgovarjati na vprašalnik, sta bili vsaj dve, ki tega nista želeli. Najpogosteje izrečen razlog je bil pomanjkanje časa, veliko oseb pa je menilo, da na vprašanja ne bi znalo odgovoriti. Zbrani so bili 203 izpolnjeni vprašalniki. Najprej smo izvedli test notranje konsistentnosti na podlagi Cronbachovega koeficienta, ki je v našem primeru  $\alpha = 0,918$  za rezultate zmanjšanja vrednosti zemljišča in  $\alpha = 0,783$  za mesečna nadomestila, kar pomeni, da je zanesljivost vzorca obkraj visoka. Na podlagi pridobljenih odgovorov smo za vsak primer posebej izračunali osnovne statistike: aritmetično sredino, mediano in standardni odklon (preglednica 2).

Preglednica 2: Osnovne statistike za zmanjšano vrednost in zahtevano mesečno odškodnino zaradi služnosti za vodovod in nujno pot po posameznih primerih.

Vrsta služnosti	Vodovod		Nujna pot	
	Zmanjšana vrednost (EUR)	Zahtevana mesečna odškodnina (EUR)	Zmanjšana vrednost (EUR)	Zahtevana mesečna odškodnina (EUR)
<b>1. primer</b>				
Aritmetična sredina	97.535,03	16,79	92.678,16	41,02
Mediana	99.500,00	0,00	95.000,00	11,72
Standardni odklon	4.928,73	65,74	8.207,41	166,93
<b>2. primer</b>				
Aritmetična sredina	98.057,13	12,22	93.887,67	34,27
Mediana	99.800,00	0,00	95.000,00	10,00
Standardni odklon	4.249,20	115,75	7.659,92	163,47
<b>3. primer</b>				
Aritmetična sredina	93.832,68	30,26	86.239,06	64,99
Mediana	95.000,00	10,00	86.000,00	30,00
Standardni odklon	7.862,82	241,45	13.415,45	336,33
<b>4. primer</b>				
Aritmetična sredina	88.660,85	45,25	78.020,25	95,53
Mediana	90.000,00	20,00	80.000,00	50,00
Standardni odklon	10.320,05	388,50	14.822,45	553,63
<b>5. primer</b>				
Aritmetična sredina	87.157,89	50,79	76.426,51	103,20
Mediana	88.000,00	30,00	80.000,00	50,00
Standardni odklon	11.077,83	481,49	15.946,88	868,42

Vrsta služnosti	Vodovod		Nujna pot	
	Zmanjšana vrednost (EUR)	Zahtevana mesečna odškodnina (EUR)	Zmanjšana vrednost (EUR)	Zahtevana mesečna odškodnina (EUR)
Primer				
<b>6. primer</b>				
Aritmetična sredina	75.186,08	119,95	54.140,67	472,87
Mediana	75.000,00	50,00	60.000,00	100,00
Standardni odklon	19.804,08	1.138,06	25.246,77	2.852,17
<b>7. primer</b>				
Aritmetična sredina	70.448,72	146,15	47.846,16	522,90
Mediana	70.000,00	60,00	50.000,00	100,00
Standardni odklon	22.091,74	996,01	25.722,83	5.324,18
<b>8. primer</b>				
Aritmetična sredina	75.212,61	140,23	54.012,04	608,64
Mediana	80.000,00	45,00	60.000,00	100,00
Standardni odklon	21.803,97	1.010,96	26.348,27	6.438,28

V nadaljevanju smo želeli oblikovati matriko rezultatov odgovorov anketirancev glede na vrsto služnosti, obseg služnosti in stopnjo omejevanja rabe zemljišča oziroma lego služnosti. Variabilnost rezultatov pri oceni mesečnega nadomestila za služnost je relativno visoka (velik standardni odklon v vseh primerih), zato v nadaljevanju teh rezultatov pri oblikovanju matrike nismo upoštevali, temveč smo se osredotočili le na zmanjšanje vrednosti zemljišča v posameznih primerih.

Najprej smo oblikovali skupine glede na obseg služnosti in omejevanje rabe zemljišča. Predpostavili smo, da je obseg služnosti manjši, ko del zemljišča, na katero se nanaša služnost, le v kratkem pasu poteka po obravnavanem zemljišču, srednji obseg, ko ta del zemljišča poteka vzporedno s krajšim robom zemljišča, večji obseg pa, ko ta del zemljišča poteka vzporedno z daljšim robom zemljišča. Predpostavili smo tudi, da je manjše omejevanje rabe zemljišča, ko je del zemljišča, na katerega se nanaša služnost, ob robu zemljišča, večje omejevanje rabe, če poteka blizu sredine zemljišča. Pri delnem omejevanju rabe zemljišča služnost poteka vmes med opisanimi primeroma. V preglednici 3 smo prikazali primere, razporejene glede na obseg služnosti in obremenjevanje zemljišča glede na lego.

Nato smo izračunali odstotni delež zmanjšanja vrednosti zemljišča od vrednosti zemljišča brez služnosti. Primerov delnega in večjega omejevanja rabe zemljišča za manjši obseg služnosti v anketi ni bilo, zato smo manjkajoče rezultate izračunali z linearno interpolacijo. V nadaljevanju smo vrsto služnosti razdelili še na manj moteče služnosti (na primer vodovod, podzemne optične kable in zračne vode), srednje moteče vrste služnosti (na primer za kanalizacijo in plinovod manjšega obsega, pri čemer je površina zemljišča nad vodom še uporabna), ter na zelo moteče vrste služnosti (na primer nujna pot, ki omogoča dostop do javne ceste). Vrednosti pri srednje motečih vrstah služnosti so aritmetične sredine vrednosti manj in zelo motečih vrst. Končni rezultat je preglednica oziroma matrika (preglednica 4), v kateri je po posameznih skupinah prikazano zmanjšanje vrednosti zemljišča v odstotkih (%).

Preglednica 3: Razvrstitev primerov glede na obseg služnosti in obremenjevanje zemljišča glede na lego.

	Manjše omejevanje rabe zemljišča	Delno omejevanje rabe zemljišča	Večje omejevanje rabe zemljišča
Manjši obseg služnosti			
Srednji obseg služnosti			
Večji obseg služnosti			

Preglednica 4: Zmanjšanje vrednosti zemljišča v odstotkih (%) glede na vrsto, obseg služnosti in omejevanje rabe zemljišča.

Manj moteče vrste služnosti	Manjše omejevanje rabe zemljišča	Delno omejevanje rabe zemljišča	Večje omejevanje rabe zemljišča
Manjši obseg služnosti	2 %	8 %	17 %
Srednji obseg služnosti	3 %	12 %	25 %
Večji obseg služnosti	6 %	25 %	30 %
<b>Srednje moteče vrste služnosti</b>			
Manjši obseg služnosti	4 %	14 %	28 %
Srednji obseg služnosti	5 %	17 %	35 %
Večji obseg služnosti	10 %	35 %	41 %
<b>Zelo moteče vrste služnosti</b>			
Manjši obseg služnosti	6 %	20 %	40 %
Srednji obseg služnosti	7 %	23 %	46 %
Večji obseg služnosti	14 %	46 %	52 %



Anketiranci so dejavnike, vključene v raziskavo, zaznali kot dejavnike, ki vplivajo na zmanjšanje tržne vrednosti zemljišča. Iz raziskave je mogoče ugotoviti, da pri stvarni služnosti med dejavnike, ki vplivajo na zmanjšanje vrednosti zemljišča, spadajo: vrsta služnosti, obseg služnosti in stopnja omejevanja rabe zemljišča. Rezultati, pridobljeni z analizo anketnih odgovorov, so prikazani v obliki odstotkov zmanjšanja vrednosti zemljišča, pri čemer je ob vplivu drugih dejavnikov na tržno vrednost v konkretnem primeru treba dodatno upoštevati tudi te (na primer: končen čas trajanja služnosti, večja površina preostalega zemljišča in podobno).

### 3.4 Analiza statistično značilnih razlik med skupinami anketirancev

Zbrane podatke iz vprašalnika smo v nadaljevanju analizirali tudi glede značilnosti anketirancev. Zanimalo nas je, ali med njimi obstajajo statistično značilne razlike. Test notranje konsistentnosti na podlagi Cronbachovega koeficienta je pokazal, kot smo že napisali v poglavju 3.3, da je zanesljivost vzorca tako za zmanjšano vrednost zemljišča kot za zahtevano mesečno nadomestilo visoka.

Normalnost porazdelitve vrednosti smo testirali s Kolmogorov-Smirnovim testom za večje skupine ( $n < 50$ ) in Shapiro-Wilkovim testom za manjše skupine ( $n < 50$ ). Obliko porazdelitve vrednosti smo preverjali tudi vizualno. Obkraj so podatki izkazovali lastnosti nenormalne (ne Gaussove) porazdelitve. Ker parametrični testi, kot sta t-test in test analize variance, temeljijo na normalni porazdelitvi, je v primeru kršene predpostavke normalnosti porazdelitve za ugotavljanje razlik med povprečnimi vrednostmi priporočena uporaba neparametričnih testov, kot sta Mann-Whitneyjev test za ugotavljanje razlik med povprečnimi vrednostmi za neodvisne in Wilcoxonov rank-sum test za odvisne vzorce. Za primerjavo treh ali več skupin smo uporabili test Kruskal-Wallis (Šuster Erjavec, Južnik Rotar, 2013).

Statistika U je v testu Mann-Whitney izračunana kot:

$$U = n_1 n_2 \frac{n_1 + 1}{2} - R_1, \quad (1)$$

kjer je  $R_1$  vsota rangov za prvo skupino,  $n_1$  je velikost prve skupine,  $n_2$  je velikost druge skupine.

Statistika H je v testu Kruskal-Wallis izračunana kot:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1), \quad (2)$$

kjer je  $R_i$  vsota rangov za vsako skupino,  $N$  je velikost celotnega vzorca,  $n_i$  je velikost posamezne skupine.

Celoten vzorec smo razdelili najprej v skupine glede na spol, starost, stopnjo izobrazbe, status na trgu zemljišč in kraj bivanja anketiranca ter primerjali aritmetične sredine ocenjenih zmanjšanj vrednosti po posameznih skupinah. Pojavile so se statistično značilne razlike ( $p > 0,05$ ) med odgovori skupin, razdeljenimi glede na spol in starost, izobrazbo in status na trgu zemljišč, medtem ko statistično značilnih razlik med odgovori skupin, razdeljenih glede na kraj bivanja, ni bilo ( $p < 0,05$ ). Ženske je služnost vodovoda bližje stavbe bolj motila, medtem ko je bila bližina služnosti za starejše skupine manj moteča. Poleg tega so tisti v skupini najvišje izobraženih ocenili večje zmanjšanje vrednosti pri služnosti vodovoda kot druge skupine. Skupine, ki so bile razdeljene glede na status na trgu zemljišč, so zmanjšanje vrednosti zemljišča ocenile drugače. Na eni strani so lastniki služnega zemljišča in potencialni kupci služnega

zemljišča ocenili, da se obremenjenemu zemljišču ob stvarni služnosti bolj zmanjša vrednost, medtem ko so nevtralni in lastniki gospodujočega zemljišča ocenjevali vrednost obremenjenega zemljišča višje. Podrobni rezultati so razvidni iz preglednice 5.

Preglednica 5: Vrednosti U iz Mann-Whitneyevega testa in vrednost H iz Kruskal-Wallisovega testa za ugotavljanje razlik med odgovori skupin ter verjetnost p za posamezni primer ter vrsto služnosti, ločeno za zmanjšano vrednost zemljišča in mesečno nadomestilo zaradi služnosti.

	Vodovod		Nujna pot	
	Zmanjšana vrednost	Mesečno nadomestilo	Zmanjšana vrednost	Mesečno nadomestilo
<b>1. primer</b>				
Spol	U = 4658,0 / p = 0,43	U = 4633,0 / p = 0,42	U = 4855,0 / p = 0,79	U = 4843,5 / p = 0,77
Starost	H = 0,333 / p = 0,85	H = 2,631 / p = 0,27	H = 0,832 / p = 0,66	H = 5,147 / p = 0,08
Izobrazba	H = 9,436 / p = 0,15	H = 8,391 / p = 0,21	H = 6,937 / p = 0,33	H = 7,412 / p = 0,28
Status	H = 1,385 / p = 0,71	H = 1,404 / p = 0,70	H = 1,953 / p = 0,58	H = 3,623 / p = 0,30
Kraj bivanja	H = 27,139 / p = 0,00	H = 25,324 / p = 0,01	H = 30,193 / p = 0,00	H = 28,738 / p = 0,00
<b>2. primer</b>				
Spol	U = 4851,0 / p = 0,78	U = 4613,0 / p = 0,35	U = 4958,0 / p = 0,99	U = 4890,5 / p = 0,86
Starost	H = 0,141 / p = 0,93	H = 1,391 / p = 0,50	H = 1,136 / p = 0,57	H = 4,957 / p = 0,08
Izobrazba	H = 13,015 / p = 0,04	H = 11,740 / p = 0,07	H = 7,839 / p = 0,25	H = 6,767 / p = 0,34
Status	H = 3,000 / p = 0,39	H = 2,753 / p = 0,43	H = 3,380 / p = 0,34	H = 5,396 / p = 0,14
Kraj bivanja	H = 29,443 / p = 0,00	H = 26,842 / p = 0,00	H = 23,125 / p = 0,02	H = 25,119 / p = 0,01
<b>3. primer</b>				
Spol	U = 4686,0 / p = 0,50	U = 4444,0 / p = 0,20	U = 4518,0 / p = 0,28	U = 4575,0 / p = 0,35
Starost	H = 1,043 / p = 0,59	H = 1,048 / p = 0,59	H = 1,554 / p = 0,46	H = 7,150 / p = 0,03
Izobrazba	H = 5,858 / p = 0,44	H = 3,775 / p = 0,71	H = 3,403 / p = 0,76	H = 5,236 / p = 0,51
Status	H = 9,587 / p = 0,02	H = 7,954 / p = 0,05	H = 11,882 / p = 0,01	H = 11,882 / p = 0,01
Kraj bivanja	H = 6,384 / p = 0,85	H = 9,418 / p = 0,58	H = 20,386 / p = 0,04	H = 22,426 / p = 0,02
<b>4. primer</b>				
Spol	U = 4356,5 / p = 0,14	U = 4640,0 / p = 0,43	U = 4513,0 / p = 0,27	U = 4714,5 / p = 0,55
Starost	H = 0,012 / p = 0,99	H = 1,354 / p = 0,51	H = 0,873 / p = 0,65	H = 4,588 / p = 0,10
Izobrazba	H = 10,919 / p = 0,09	H = 6,111 / p = 0,41	H = 9,660 / p = 0,14	H = 4,283 / p = 0,64
Status	H = 19,137 / p = 0,00	H = 14,822 / p = 0,00	H = 27,544 / p = 0,00	H = 25,869 / p = 0,00
Kraj bivanja	H = 11,329 / p = 0,42	H = 16,713 / p = 0,12	H = 15,525 / p = 0,16	H = 25,065 / p = 0,01
<b>5. primer</b>				
Spol	U = 4467,0 / p = 0,23	U = 4723,0 / p = 0,56	U = 4723,0 / p = 0,56	U = 4900,0 / p = 0,88
Starost	H = 2,188 / p = 0,34	H = 0,028 / p = 0,99	H = 1,850 / p = 0,40	H = 3,309 / p = 0,19
Izobrazba	H = 12,083 / p = 0,06	H = 6,336 / p = 0,39	H = 9,432 / p = 0,15	H = 4,854 / p = 0,56
Status	H = 25,052 / p = 0,00	H = 18,677 / p = 0,00	H = 32,383 / p = 0,00	H = 26,193 / p = 0,00
Kraj bivanja	H = 7,141 / p = 0,79	H = 13,235 / p = 0,28	H = 10,035 / p = 0,53	H = 24,198 / p = 0,01

	Vodovod		Nujna pot	
	Zmanjšana vrednost	Mesečno nadomestilo	Zmanjšana vrednost	Mesečno nadomestilo
<b>6. primer</b>				
Spol	U = 4015,0 / p = 0,02	U = 4468,0 / p = 0,23	U = 4201,0 / p = 0,06	U = 4679,5 / p = 0,49
Starost	H = 6,258 / p = 0,04	H = 0,101 / p = 0,95	H = 6,834 / p = 0,03	H = 3,525 / p = 0,17
Izobrazba	H = 4,918 / p = 0,55	H = 6,736 / p = 0,35	H = 4,307 / p = 0,64	H = 4,533 / p = 0,60
Status	H = 34,800 / p = 0,00	H = 26,943 / p = 0,00	H = 42,758 / p = 0,00	H = 33,853 / p = 0,00
Kraj bivanja	H = 11,201 / p = 0,43	H = 19,656 / p = 0,05	H = 8,767 / p = 0,64	H = 20,821 / p = 0,04
<b>7. primer</b>				
Spol	U = 4008,0 / p = 0,02	U = 4365,0 / p = 0,15	U = 4169,5 / p = 0,05	U = 4637,5 / p = 0,43
Starost	H = 5,229 / p = 0,07	H = 0,065 / p = 0,97	H = 7,833 / p = 0,02	H = 5,513 / p = 0,06
Izobrazba	H = 3,802 / p = 0,70	H = 7,005 / p = 0,32	H = 4,809 / p = 0,57	H = 3,935 / p = 0,69
Status	H = 27,830 / p = 0,00	H = 26,410 / p = 0,00	H = 43,484 / p = 0,00	H = 29,739 / p = 0,00
Kraj bivanja	H = 11,553 / p = 0,40	H = 18,827 / p = 0,06	H = 7,450 / p = 0,76	H = 18,389 / p = 0,07
<b>8. primer</b>				
Spol	U = 4541,0 / p = 0,30	U = 4552,0 / p = 0,32	U = 4547,0 / p = 0,31	U = 4755,0 / p = 0,62
Starost	H = 1,223 / p = 0,54	H = 1,375 / p = 0,50	H = 4,152 / p = 0,12	H = 4,209 / p = 0,12
Izobrazba	H = 6,644 / p = 0,36	H = 7,471 / p = 0,28	H = 5,917 / p = 0,43	H = 4,922 / p = 0,55
Status	H = 24,799 / p = 0,00	H = 25,677 / p = 0,00	H = 34,069 / p = 0,00	H = 28,591 / p = 0,00
Kraj bivanja	H = 6,329 / p = 0,85	H = 15,108 / p = 0,18	H = 8,952 / p = 0,63	H = 21,423 / p = 0,03

Pri analizi odgovorov glede zahtevane mesečne odškodnine ne moremo dati enotnega odgovora, saj so rezultati (preglednica 5) testiranja zelo različni. Obstajajo razlike v odgovorih skupin, razdeljenih glede na izobrazbo, status na trgu zemljišč in kraj bivanja. Iz razlik lahko sklepamo le, da so odgovori o zahtevanem mesečnem znesku nadomestila za služnost povezani s katerim drugim dejavnikom, ki ni bil vključen v anketi.

#### 4 RAZPRAVA IN SKLEP

Namen raziskave je bil oceniti zmanjšanje vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti v posameznih primerih. Ugotovili smo, da številni avtorji podajajo zgolj splošne usmeritve glede vrednotenja zemljišč pri stvarni služnosti ali jih kombinirajo s konkretnimi priporočili oziroma številkami, dobljenimi z metodo »na palec«. Najbolj transparentna in teoretično utemeljena je Sherwoodova metoda (2006, 2014).

Zaradi pomanjkanja ustreznih podatkov o delovanju trga zemljišč v povezavi s stvarno služnostjo v Republiki Sloveniji smo za namene raziskave izvedli anketo, s katero smo dobili podatke o zaznavanju udeležencev na trgu zemljišč glede zmanjšanja vrednosti zemljišč pri stvarni služnosti. Rezultati raziskave kažejo, da se ocenjena zmanjšanja vrednosti zemljišč zaradi stvarne služnosti lahko uporabijo tako za oceno zmanjšanja vrednosti zemljišča kakor tudi za določitev nadomestila za služnost. Variabilnost rezultatov ankete za mesečno nadomestilo za služnost je velika, zato niso uporabni. Iz povedanega pri izvedbi ankete sklepamo, da anketiranci lažje ocenjujejo zmanjšanje vrednosti zemljišča kot mesečni znesek nadomestila za služnost, ker si je to na trgu zemljišč lažje predstavljati. Pri izvajanju ankete je namreč veliko ljudi odklonilo anketiranje, ker po njihovem mnenju ne bi znali odgovoriti na vprašanja.

Na podlagi rezultatov ankete smo oblikovali matriko zmanjšanja vrednosti zemljišča glede na obseg služnosti, omejevanje rabe zemljišča in bolj ali manj motečo služnost glede na vrsto služnosti. Ker je »sprememba« edina konstanta na trgu nepremičnin, moramo to upoštevati tudi pri uporabi te matrike v praksi. Menimo, da je matrika uporabna vsaj kot ena izmed metod za oceno zmanjšanja vrednosti, pri čemer se zavedamo, da gre za povprečne vrednosti, ki izkazujejo vpliv zgolj treh dejavnikov, vključenih v vprašalnik, ki lahko vplivajo na vrednost zemljišča pri stvarni služnosti. Vsi drugi dejavniki, ki morebiti tudi vplivajo na vrednost zemljišča v konkretnem primeru, se vključijo v proces ocenjevanja naknadno. Poleg tega so rezultati ankete uporabni pri ocenjevanju zmanjšanja vrednosti zemljišča pri različnih vrstah služnosti, kjer se po presoji v konkretnem primeru upošteva za manj omejujoče vrste služnosti primeren manjši odstotek zmanjšanja vrednosti, za bolj omejujoče služnosti pa večji odstotek zmanjšanja vrednosti zemljišča.

Rezultati statistične analize kažejo, da odgovori anketirancev niso odvisni od kraja bivanja, zaradi česar je matrika lahko uporabna za oceno zmanjšanja vrednosti zemljišča pri stvarni služnosti v vseh statističnih regijah v Republiki Sloveniji. Vsekakor pa razbija mit o metodi na palec in 30-odstotnem zmanjšanju vrednosti zemljišča zaradi stvarne služnosti v Republiki Sloveniji. Ocenjeni razponi (preglednica 4) znašajo namreč glede na obseg služnosti in omejevanje rabe zemljišča od 2 % do 52 %, zaradi česar upoštevanje zgolj 30-odstotnega zmanjšanja vrednosti vodi k napačnim ocenam.

Ko je zaradi pomanjkanja oziroma nepopolnosti podatkov za oceno zmanjšanja vrednosti zemljišča zaradi obremenitve s stvarno služnostjo težko uporabiti diferenčno metodo, je model, ki je bil razvit v tej raziskavi, primernejši za uporabo kot druge alternativne metode, ki temeljijo zgolj na občutku cenilca. Razviti model je objektivnejši, saj upošteva dejavnike, ki so bili opredeljeni in potrjeni s ponovljivimi strokovnimi metodami. Pri uporabi modela je treba posvetiti posebno pozornost opredelitvi obsega stvarne služnosti. Podatki o stvarni služnosti so namreč vezani na zemljiško knjigo, kjer se vodijo (če sploh) le opisno in ne grafično, zaradi česar je treba dodatno preveriti obseg stvarne služnosti tudi na terenu.

Model bi bilo mogoče tudi nadgraditi, in sicer tako, da bi upoštevali čas trajanja služnosti in vpliv različnih velikosti zemljišča na zmanjšanje vrednosti zemljišča. Dolgoročno pa bi bilo najbolj smiselno ustrezno dopolniti evidenco trga nepremičnin pri Geodetski upravi Republike Slovenije vsaj z ustreznimi podatki o služnosti na zemljišču iz zemljiške knjige, s čimer bi omogočili uporabo diferenčne metode.

## Literatura in viri:

Glej literaturo na strani 701.



Stopar I., Šubic Kovač M. (2016). Vrednotenje zemljišč v primeru stvarne služnosti: študija primera v Sloveniji. Geodetski vestnik, 60 (4): 685-716. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.685-716

*Iris Stopar, univ. dipl. inž. grad.*

*Izr. prof. dr. Maruška Šubic Kovač, univ. dipl. inž. grad.*

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo*

*Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: maruska.subic-kovac@fgg.uni-lj.si*

# EKONOMSKO VREDNOTENJE IZPLAČIL NADOMESTIL ZA KMETIJSTVO NA OBMOČJU SUHEGA ZADRŽEVALNIKA POPLAVNIH VODA

# ECONOMIC EVALUATION OF THE COMPENSATION PAYMENTS FOR AGRICULTURE IN THE AREA OF A FLOOD WATER DRY DETENTION RESERVOIR

Matjaž Glavan, Andrej Udovč, Marina Pintar

UDK: 338.439:631.111.1  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04  
Prispelo: 10. 7. 2016  
Sprejeto: 15. 12. 2016

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.717-733  
PROFESSIONAL ARTICLE  
Received: 10.7.2016  
Accepted: 15.12.2016

## IZVLEČEK

Cilj raziskave je bil na podlagi ocenjenih ekonomskih učinkov poplav, na območju bodočega suhega zadrževalnika poplavnih voda Brdnikova, izdelati vrednotenje različnih načinov izplačila nadomestil, kar bo investitorju omogočilo pregledno odločanje o izbiri najustreznjšega sistema. Pripravili smo štiri oblike nadomestil: (a) enkratno izplačilo, (b) letno rento, (c) izplačilo po škodnem dogodku in (d) odkup zemljišč. Izračunano enkratno izplačilo je konkurenčno letni renti za 40 let uporabe. Renta omogoča investitorju, da od pridelovalcev zahteva izpolnjevanje kmetijsko-okoljskih pogojev. Odkup zemljišč zahteva veliko finančnih sredstev. Izplačila ob nastanku škodnega dogodka zagotavljajo najbolj realno oceno škode in lahko v obdobju štirih desetletij močno variirajo. Ta možnost prinaša tudi dodatne obveznosti glede sanacije kmetijskih površin, pri čemer je zanemarljivo razvrednotenje zemljišč na trgu nepremičnin. Raziskava ponuja dobro podlago za pripravo metodologije za oceno odškodnin na državni ravni, ki je v skladu z zakonom o vodah in se nanaša na škodo na kmetijskih zemljiščih, nastalo zaradi gradnje suhih zadrževalnikov poplavnih voda.

## KLJUČNE BESEDE

poplavne vode, suhi zadrževalnik, kmetijstvo, ekonomsko vrednotenje, odškodnina

## ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate different methods of compensation payment, at the future dry detention reservoir for flood waters Brdnikova, based on the estimated economic impact of floods, which will allow the investor to make transparent decision on selecting a proper scheme. We prepared four compensation types: (a) a single payment, (b) annuity, (c) the payment after the loss event; and (d) the purchase of land. Calculated single payment is competitive to annuity for 40 years of land utilization. Annuity allows the investor to require from producers the fulfilment of agri-environmental conditions. The purchase of land requires a lot of financial resources. Payment upon the occurrence of a loss event provides the most realistic assessment is highly variable during the four decades. It brings additional obligations like restoration of agricultural land and neglects the drop in the value of land in the property market. This research offers a good starting point for preparing methodology for evaluation of compensation payments on a national level under the Water Act for damage on agricultural land as a consequence of building flood water dry detention reservoirs.

## KEY WORDS

flood waters, dry detention reservoir, agriculture, economic evaluation, compensation payment

## 1 INTRODUCTION

Dry detention reservoirs are very effective engineered solutions for limiting flood damage mitigation in populated areas, as they temporarily store flood water and release it after the peak period passes (Ngo et al., 2016). The area of a detention reservoir can be, from an agricultural perspective, divided into permanent occupation with permanent loss of farmland where infrastructure is constructed (dam, barriers and roads) and occasional occupation inside of the reservoir (inundation area) without the loss of farmland and occupation only in the event of flood (Glavan et al., 2014). However, a changed flood regime will in comparison to the present situation result in higher water levels, changed frequency of flooding and a limited spatial extent of the flooded area. The duration of the flooding depends on hydrological conditions in the whole catchment area, upstream and downstream. Financial effects in the form of loss of income from cultivation of agricultural land on agricultural holdings are expected. Whenever this kind of objects are placed in the space it is customary to prepare a platform and a plan of action that serve as baseline for the negotiation on compensation agreements between farmers (they are land owners, tenants or lessees) and investors (state, municipality) in the case of flood events.

Multiple impacts of flood water dry detention reservoirs on agriculture are expressed through yield quality and quantity, physical and chemical quality and production potential of soils, land prices and consequently impacts on the economic situation of agricultural holdings. Based on crop type and phenophase, land use and management practice flood water impacts on crops yield are divided into direct and indirect. Direct impacts on land or crops include inhibition of plant growth (Vodnik et al., 2009), physical damage (lodging) or destruction of plants due to the force of water (Chau et al., 2013; Peng et al., 2014) which results in germination impediment and seed loss (Tapia-Silva, 2011), and pollution of crops due to deposition of fine and coarse soil particles or other material (rocks, gravel, tree branches, etc.). Floods can during the ripening and the harvesting period cause yield contamination with chemicals such as mineral oils, polycyclic aromatic hydrocarbons and waste water (Pintar et al., 2012b). The chemicals in floodwater can have long-term effects through polluting the soil, and necessary soil remediation is costly and time consuming (Maliszewska-Kordybach et al., 2012). Indirect impacts include greater likelihood of occurrence for some plant diseases and pests. Flood can decrease in hydraulic conductivity (Knapič et al., 2011; Pintar et al., 2013), soil erosion and nutrient transport (Howe and White, 2003) (not studied in this research). Silt management is important, as soil become saturated with water and crops covered by river silt after the water recedes (Roca et al., 2009; Pintar et al., 2012a). All this makes plant production for human consumption riskier (Tirado et al., 2010), and tiresome for the farmer. It should be noted that flooding of farmland represents a reduction in the agricultural land potential for crop production, irrespective of whether the crop production is market orientated or not.

For the area of the future reservoir Brdnikova in the Municipality of Ljubljana (MOL), a decree on the municipal detailed spatial plan (OPPN) was adopted in 2012 (Official Gazette of RS, no. 63/2012). The third paragraph of Article 56 of the Decree states that the investor must compensate for the loss of income from agricultural activities on agricultural land in these cases: (1) if agricultural production is hindered during the construction and (2) if flood regime will be worsened in relation to the current situation causing the loss of income due to the exclusive features of the newly constructed reservoir. On

the basis of this article, the investor began with the activities of choosing the most suitable scheme of compensation payment (refund) for loss of income as a result of changed management conditions on agricultural land. A previously prepared expert study on the approach to assess damage on agricultural land in the area of the reservoir Brdnikova served as a starting point (Pintar et al., 2012; Glavan et al., 2012). The regulation in the spatial plan has its origin in the Water Act (Official Gazette of RS, no. 57/2012) which in the fifth paragraph of the 90th article states: 'When the dry reservoir is in function compensation belongs to the land owners or occupiers of land for damage caused by the destruction or decrease in the yield of agricultural or forest land during a damaging flood event, which is paid by the Ministry. For the assessment of compensation for damage under this paragraph *mutatis mutandis* to the regulations in the Siting of Spatial Arrangements of National Importance Act' shall apply (Official Gazette of RS, no. 106/2010). However the text in the act is not clear if compensation is understood as a one-time single payment or annuity or payment at repeated damaging events (flood) for certain yield losses on agricultural and forest land or loss of income. It is also not clear what are the relations between the state (ministry) and the municipal level as all dry detention reservoirs are not build under the National Spatial Plan but under the Municipal Detailed Spatial Plan. This implies that a methodology on a national level still needs to be developed.

The aim of this research was to develop a methodological approach for calculating and defining the optimal compensation payment scheme for the proposed new flood water dry detention reservoir. The expected results will give farmers a starting point for negotiating the compensation of income loss due to the introduction of a new flood measure on agricultural land, and investors the possibility of transparent decisions on the selection of the most appropriate compensation scheme.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Study area: Dry detention reservoir Brdnikova

The study area of the intended dry detention reservoir lies at an altitude of 293 m to 309 m (Figure 1) and comprises of 69.09 hectares. The road on the southern part will have the function of the barrier damming the river Glinščica. In the case of maximum water levels, in the event with a hundred year return period (Q100) the inundation area of the reservoir will cover 42.3 ha with a detention volume of 451.600 m<sup>3</sup> (Figure 1). Another smaller dry reservoir is planned below the dam on the smaller right tributary of Glinščica with a detention volume of 6,100 m<sup>3</sup>.

According to the digital soil map a major part of the soils in the study area is classified (Slovenian classification) as medium expressed mineral amphigley on eutric soils (60%). In a minor part medium expressed and medium deep planar pseudogley on eutric soils is present (depth of g horizon 40-60 cm) and along streams and local depressions moderately gley riverside eutric soils on clay alluvium appear (30%). The largest proportion of the area's cadastral parcels is classified (by Surveying and mapping authority of the Republic of Slovenia) with 40-49 land quality points (42 ha; 61.35%), followed by 50-59 land quality points (8.7 ha; 12.59%) and 60-69 land quality points (4.7 ha; 6.85%) (Figure 2a). Where 100 is the best and 1 is the worst land quality. If land quality points are over 40 the land is suitable for arable management.

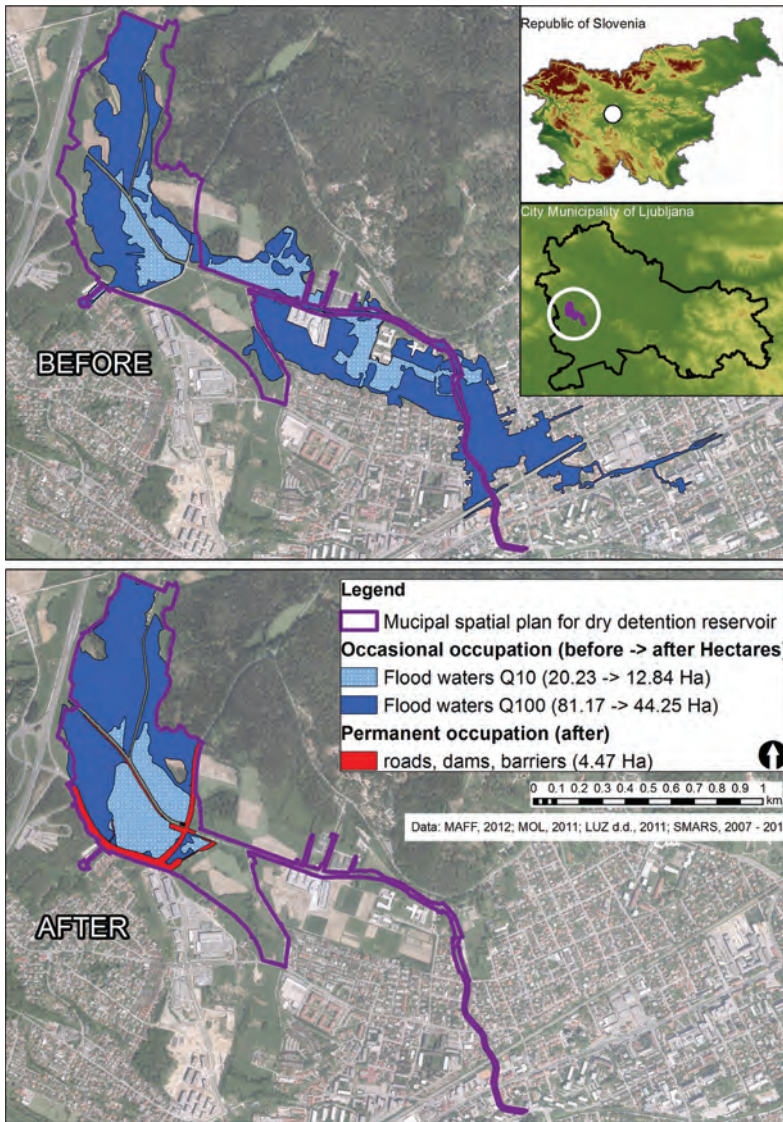


Figure 1: The area of the flood water dry detention reservoir Brdnikova and its spatial position with permanent occupation and occasional occupation at river flows Q10 and Q100 before and after the reservoir construction as defined in the Municipal Spatial Plan

The largest share of the actual land use is covered by grasslands (46%; 32 ha), arable land (29%; 20 ha), forests (8%; 5 ha) and urban areas (7%; 5 ha) (Figure 2b). In 2012 the impact area was 52 graphical land use units of agricultural holdings with a total area of 38 ha (all land uses), which is 55% of the total study area (Figure 1c). Of those, 25 ha was arable land and 13 ha was permanent grassland. In an average year (2006 – 2011) farmers grew almost 10 ha of silage maize (43.6%), more than 5 ha of grass-clover mixture (25.7%) and nearly 4 ha (16.1%) of grass on arable land. On average, other cultures occupied less than 1 hectare (4%) of the area.



Agricultural land in the area was managed by 12 farm holders, listed in the Slovenian Register of Agricultural Holdings (SRAH), which are at the same time included in the system of subsidy payments under the EU Common Agricultural Policy (CAP). All agricultural holdings together cultivated 272 ha of agricultural land in 2012 of which 34.99 ha (12.9%) was located inside the planned reservoir (inundation area). Four farm holders had more than 50% of their agricultural land inside the reservoir flood area. The majority of land parcels in the area was in 2012 owned by private owners (82.5%), followed by the municipality (14.7%), state (1.9%) and legal entities (0.9%).

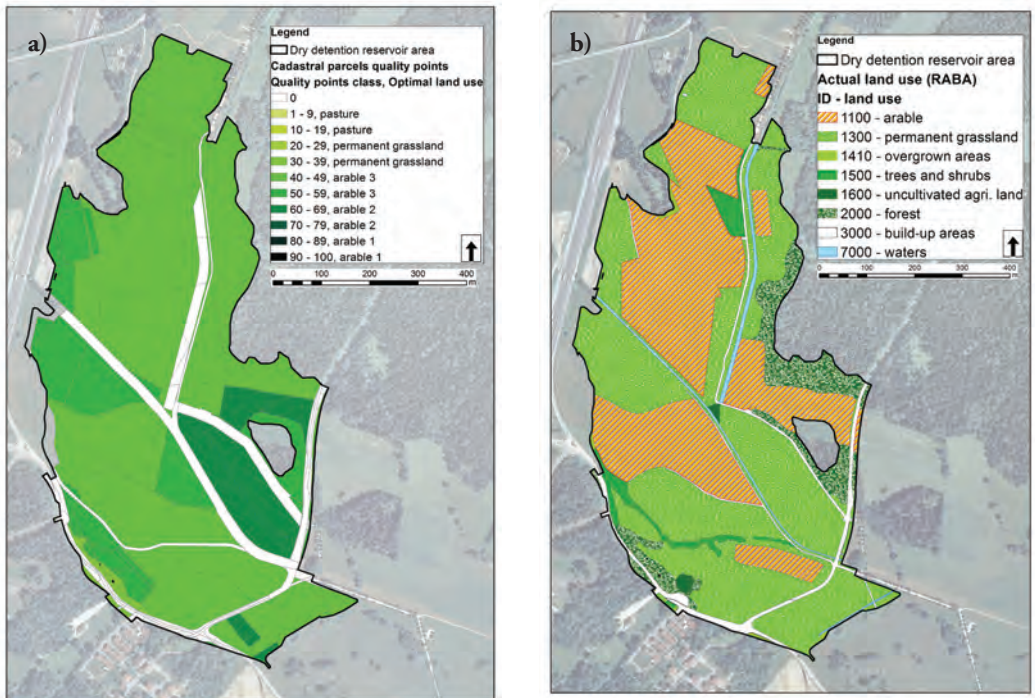


Figure 2: the area of the dry detention reservoir Brdnikova as defined in the Municipal Spatial Plan a) cadastral parcels land quality points and b) actual land use in 2012

## 2.2 Types of compensation payment schemes

Occasional occupation exclusively represents areas behind the dam and levees (inundation area) which are flooded in the case of emergency. The surface area of occasional occupation varies depending on the return period of the event. These land parcels are occupied for the duration of flooding and with agricultural activity disabled. This usually lasts from a few hours to a few days, if we take into account the time for normalisation of soil water properties. With appropriate regulation of rivers and channels it is possible to reduce floods with shorter return period to the extent when they have lower damaging impact on the area. However, the flood reservoir management needs to also take into account the water regime of the main watercourse and of all other tributaries in the watershed.

Compensation payment after the flood event is defined as a substitute (usually financial) which the

affected party receives as compensation for the damage that occurred as a result of direct or indirect impacts of floods. After the construction of the reservoir In this case the surface area and depth of flooding will exceed the present state. This will have an impact on the characteristics of agricultural soils, agricultural production and agricultural holdings since it is an artificial intervention in the hydrological regime of the area, which exacerbates the existing situation. Owners or tenants of such land are eligible for compensation payment. Compensation must be paid by the investor.

In this study we address the following compensation payment schemes:

- (a) Single payment at reservoir construction
  - flood event Q20, loss of one grass cut without baling
  - flood event Q20, loss of three grass cuts without baling
- (b) Payment for the loss event
  - one loss event (loss of one grass cut without baling)
  - one loss event (loss of three grass cuts without baling)
  - one loss event (subsidy payment for livestock production, loss of one grass cut without baling)
  - one loss event (subsidy payment for livestock production, loss of three grass cuts without baling)
- (c) Annuity for a hectare of grassland or arable land
  - without restrictions in land use (based on land use, flood water depth and return period)
  - maximal - without restrictions in land use (based on land use)
  - with restrictions in land use (based on land use, flood water depth and flood return period, permanent grassland is mandatory)
  - maximal - with restrictions in land use (based on land use, permanent grassland is mandatory)
- (d) Purchase of land
  - purchase of land (agricultural land under occasional flood water occupation)
  - partial purchase of land (pay-out difference in agricultural land parcels quality points between grassland and arable)

### 2.3 Economic calculation

The following parameters are included in the calculation of compensation payment for the area of occasional occupation (flooded area): (a) the area of influence of 10 (Q10) and 100 (Q100) years flood waters (surface area and depth of flooding), (b) agricultural land use (fields, grassland), (c) the most common agricultural crops - rotation (maize, grass), (d) the economic calculation for crops production (arable land, permanent grassland), (e) the average market value of agricultural land (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia). The basis for the calculation of compensation payment was the catalogue of agricultural calculations (2011/12) (Jerič et al., 2011), the technological guide for farmers in flooded areas (KGZS, 2010), subsidy payment data of the Agency of the Republic of Slovenia for Agricultural Markets and Rural Development (2006-2011) and data of the Administration for Civil Protection and Disaster Relief (2012). The calculation takes into account the worst possible case outcome in production, which may be caused by a loss event. The equation and tables representing methodological approaches of compensation payment calculation are presented below.

### 2.3.1 Single payment

This scheme enables the owner to be paid out by the investor for all potential damages on land as a consequence of flood waters through a single instalment. Single payment (eq1) is methodologically based on production losses and the flood water return period (Table 1). The present and future owner of the land renounces all future financial claims.

$$SPC = d_{2,n} \times \left( \frac{y}{Q} \right) \tag{1}$$

Where *SPC* is – single payment compensation (EUR/ha), *d<sub>2,n</sub>* – gross margin with no baling costs (EUR/ha), *y* – number of years in *n* generation (one generation is 40 years) (year), and *Q* – the return period of a flood event (years).

### 2.3.2 Payment for the loss event

This scheme follows conventional practice in the areas of natural floods. The scheme provides compensation payments on the basis of assessing losses after a flood event by a special municipal commission (eq2) (Table 1). This scheme is closely related to the national system for estimating the impact of floods on agricultural products which is administrated by the Administration for civil protection and disaster relief.

$$LEC(d2.n) = (a - b_n) + c \tag{2}$$

Where *LEC* is (*d2.n*) – loss event compensation payment calculated as gross margin (EUR/ha), *a* - revenue (EUR/ha), *b<sub>n</sub>* – changeable cost (EUR/ha) and *c* – cost for additional fodder needed in animal production. Gross margin is understood as compensation payment in the case of a loss event due to the flooding of agricultural land.

### 2.3.3 Annuity

Annuity compensation payment (*ACP*) calculation is a multi-step process (eq3). This process comprises the agro-economic calculation of the gross margin for the most common agricultural crops in the area, the evaluation of the costs related to soil quality improvement measures after flood, the flood water return period at which flooding will start to occur, the spatial position of land parcels in regard to water depth and return period as frequency of events and the impact of previous factors on crop production losses (Table 2). The costs of measures to improve soil quality after a flood event were calculated based on the minimal set of agricultural management measures that need to be undertaken on agricultural land after the flood event. We included in this calculated one third of average costs for liming, fertilisation, plant protection products and corresponding machine hours. This value represents approximately 20% of the total changeable costs in a normal year (Table 2). A flood water return period of 20 years (*Q20*) was chosen as the river channel capacity and the flood gates maximal discharge is limited to 18m<sup>3</sup>/s, which is approximately a 20 years return period.

$$APC = \frac{((b_n \times 1.2) + c) - SUP}{Q} \tag{3}$$

Where ACP is – annuity compensation payment (EUR/ha),  $b_n$  – changeable cost (EUR/ha),  $l.2$  – costs (20%) related to measures (liming, fertilization, pesticides, hoeing) to reduce the flood impact on the physical and chemical properties of the soil,  $c$  – cost for additional fodder needed in animal production (EUR/ha),  $SUP$  – agricultural subsidy payments (EUR/ha) and  $Q$  – flood water return period at which flooding starts to occur (years).

Table 1: Single payment and loss event compensation payment calculation for grass silage on permanent grassland and three year rotation on arable land

Compensation calculation (EUR/ha)				
Land use	Normal	Loss event (LEC)		Single payment (SPC) (40 years/Q20) <sup>2</sup>
		total	additional fodder	
<b>GRASS SILAGE†</b> (permanent grassland)				
Yield value	+1,186	0	0	
Subsidy payment ( <i>SUP</i> )	+108.7	+108.7	+108.7	
Revenue ( <i>a</i> )	+1,295	+108.7	+108.7	
Changeable cost ( <i>b1</i> )	-1078	/	/	
Changeable cost reduced for baling ( <i>b2</i> )	/	-597	-597	
Cost for additional fodder ( <i>c</i> )	/	/	-1,186	
Gross margin – three cuts, baling ( <i>d1.1</i> )	+217	/	/	
Gross margin – one cut, baling ( <i>d1.2</i> )	+72	/	/	
Gross margin – three cuts loss, no baling <sup>3</sup> ( <i>d2.1</i> )	/	-488	<b>-1,674</b>	<b>3,348</b>
Gross margin – one cut loss, no baling <sup>1</sup> ( <i>d2.2</i> )	/	-18	<b>-413</b>	<b>826</b>
<b>THREE YEARS ARABLE ROTATION†</b> (silage maize/grass silage/silage maize)				
Yield value	+1,337	0	0	
Subsidy payment ( <i>SUP</i> )	+332	+332	+332	
Revenue ( <i>a</i> )	+1,669	+332	+332	
Changeable cost ( <i>b1</i> )	-1,120	/	/	
Changeable cost reduced for baling ( <i>b2</i> )	/	-960	-960	
Cost for additional fodder ( <i>c</i> )	/	/	-1,337	
Gross margin – three cuts, baling ( <i>d1.1</i> )	+549	/	/	
Gross margin – one cut, baling ( <i>d1.2</i> )	+450	/	/	
Gross margin – three cuts loss, no baling <sup>3</sup> ( <i>d2.1</i> )		-628	<b>-1,965</b>	<b>3,930</b>
Gross margin – one cut loss, no baling <sup>1</sup> ( <i>d2.2</i> )		-472	<b>-1,545</b>	<b>3,090</b>

†silage maize (0.187 kg SU/kg green mass, 30 % SS) and grass silage (0.11 kg SU/kg green mass, 20 % dry matter at harvest, 35 % dry matter final content, 1 bale contains 600 kg of silage);

ŠU – starch unit;

\* Yield value after Catalogue of calculations for planning farm management in Slovenia (2011) – silage maize 47.16 t/ha × 30 €/t, grass silage 20.6 t/ha × 57.56 €/t;

<sup>1</sup> – only one cut damaged, two cuts normal, additional fodder bought to cover one cut loss;

<sup>2</sup> – 40 years period of one generation and Q20 approximate return period of flood event in years;

<sup>3</sup> – all three cuts damaged, additional fodder bought to cover three cuts loss

Table 2: Maximal compensation payment calculation (EUR/ha) for the Annuity (ACP) and Annuity with restrictions in land use (ACPO) presented with flood impact classes based on land use, water depth and flood return period for the area of the dry detention reservoir

<b>Annuity calculation (EUR/ha) – land use based</b>							
Land use	Changeable costs				Gross margin		
	total loss (b)	flood impact (+ 20%)	additional fodder (c)	SUP reduced	maximal Q20 <sup>2</sup> (ACP)	difference in land use <sup>4</sup> (e)	maximal obligatory grassland <sup>5</sup> (ACPO)
<b>GRASS SILAGE (permanent grassland, no baling)</b>							
three cuts loss <sup>3</sup>	597	716	1,186	1,684	84.20	0	84.20
one cut loss <sup>1</sup>	981	1,177	395	1,463	73.15	0	73.15
<b>THREE YEARS ARABLE ROTATION (silage maize/grass silage/silage maize, no baling)</b>							
three cuts loss	960	1,152	1,337	2,157	107.85	332	439.90
one cut loss	1,067	1,280	1,073	2,021	101.05	332	433.05

SUP – subsidy payment (Table 1);

<sup>1</sup> – only one cut damaged, two cuts normal, additional fodder bought to cover one cut loss;

<sup>2</sup> – Q20 approximate return period of flood event in years at which flooding starts to occur;

<sup>3</sup> – all three cuts damaged, additional fodder bought to cover three cuts;

<sup>4</sup> – difference in gross margin between arable and grassland;

<sup>5</sup> – due to environmental and health reasons (sedimentation) restrictions can be put on land use type and making permanent grassland obligatory

An investor can, due to environmental and health reasons (particles sedimentation on crops, health problems with harvested products), put a restriction on the type of land use and makes permanent grassland obligatory but compensation for production loss has to be offered to land owners/tenants. Compensation payment for obligatory land use (ACPO) is calculated as the difference between gross margins for a three years arable rotation and grass silage on permanent grassland (e) (Table 1, 2) and summed with ACP (eq4).

$$ACPO = ACP + d \tag{4}$$

Where ACPO is – the annuity compensation payment for restrictions in land use - obligatory grassland (EUR/ha), e – the difference in gross margins between arable and permanent grassland (EUR/ha).

After both types of maximal annuities were calculated these values were further adapted to the possible impact of the flood depth and return period (Table 3). Different depths of floods have a different impact on crops grown in the field or meadow. For example a flood that does not exceed 0.5 meters shouldn't affect maize as maize cobs in general grow higher on the stem. Majority of plants would get affected if soils would be fully saturated for few days disabling the breathing process. With deeper water the impact worsens as silt and clay particles settle and sediment on the plants, destroying them completely. It is the same for the flood water return period where more often floods mean a higher loss of yield and deterioration of soil quality. The percentages for defining the spatial distribution of compensation payment were based on subsidy payment for less-favoured

areas support scheme under CAP. The basic fixed part of the payment in 2012 was 34.43 EUR/ha for grassland areas with regular natural floods which is close to 50% of maximal ACP (36.58 EUR/ha) and served as the basis for other percentages which were set based on the expected impact on different crop types yield.

Table 3: Compensation payment values (EUR/ha) for the Annuity (ACP) and Annuity with restrictions in land use (ACPO) presented with flood impact classes based on land use, water depth and flood return period for the area of the dry detention reservoir

<b>Annuity calculation (EUR/ha/year) – land use, water depth and flood return period based</b>						
<b>Flood impact classes</b>	<b>Percent of Maximal (%)</b>	<b>No restriction (ACP)</b>		<b>Restrictions (ACPO)</b>		
		<b>Arable</b>	<b>Grassland</b>	<b>Obligatory grassland</b>		
return period = Q100; depth = 0.5–1.5 m impact on grasses, cereals and maize	65	65.68	47.55	397.68		
return period = Q100, depth = > 1.5 m impact on grasses, cereals and maize	65	65.68	47.55	397.68		
return period = Q10 depth = < 0.5 m impact on grasses, low cereals	return period = Q100 depth = 0.5–1.5 m impact on grasses, cereals and maize	80	80	80.84	58.52	412.84
return period = Q10 depth = 0.5–1.5 m impact on grasses, cereals and maize	return period = Q100 depth = > 1.5 m impact on grasses, cereals and maize	100	100	101.05	73.15	433.05

### 2.3.4 Purchase of land

Only the purchase of land enables an investor to become the owner of the area and to fully enforce environmental measures and their vision of the future development of the area. An investor can also hire out the land to the former owners to keep agriculture production in the area but under investor terms. There is also an option of partial purchase (PPL) where only the type of land use is bought (eq5). Owners are based on a mutual agreement legally bound to practice and maintain specific land use. The calculation of land prices for Purchase of land compensation schemes (PL) was based on market prices collected by the Surveying and mapping authorities of Republic of Slovenia (Table 4).

$$PPL = PL - PL_{pg} \tag{5}$$

Where PPL is – partial purchase compensation payment to change land use from arable to grassland due to environmental and health risks (EUR/ha), PL – market price supplied by Surveying and mapping authorities (EUR/ha) and PL<sub>pg</sub> – market price for permanent grassland with cadastral land parcels quality points between 30 and 39 supplied by Surveying and Mapping Authorities (EUR/ha).

Table 4: Average market value (EUR/ha) of agricultural land parcels in the area of a dry detention reservoir for the calculation of purchase of land (PL) and partial purchase of land (PPL) compensation schemes

Class	Land parcel			Factor Index	Value	
	quality points	Expected land use			Market (PL) (EUR/ha)*	Land use difference (PPL) (EUR/ha)
1	0	9	Pasture	0.1	2,880	0
2	10	19	Pasture	0.2	5,760	0
3	20	29	Permanent grassland	0.3	8,640	0
4	30	39	Permanent grassland	0.4	11,520	0
5	40	49	Arable 3	0.6	17,280	5,760
6	50	59	Arable 3	0.8	23,040	11,520
7	60	69	Arable 2	0.9	25,920	14,400
8	70	79	Arable 2	1	28,800	17,280
9	80	89	Arable 1	1.05	30,240	18,720
10	90	100	Arable 1	1.1	31,680	20,160

\* Surveying and mapping authorities (2012)

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

An overview of the economic impact of all proposed compensation payment schemes for the inundation area of dry detention reservoir occasional occupation shows that the main difference between them lies in the time of the payment, restrictions in land use, and land ownership (Table 1). Single payment, annuity without limitation in land use type and the payment after loss event show similar economic impacts in the long-term (40 years). Differences occur in the time period of the payment, where in a single payment a total amount is paid out at the beginning of the construction, the annuity as annual instalments and the payment after loss event only once in about twenty years (loss event). With limitations in land use, the economics of the agricultural production is strongly changed, thereby annuity on long-term increases beyond the cost of purchasing of land. The purchase of land represents, in the long term, a middle way between the proposed compensation schemes. But only if the average market value of agricultural land is included in the calculation. Impact assessment of four different compensation payment schemes shows that the choice between one and another brings important differences in benefits and risks to investors as well as landowners.

#### 3.1 Single payment

Single payment is primarily dependent on whether the calculation considers the loss of one or three cuts of grass (Table 1, Figure 3a). Taking into account the loss of three cuts instead of one increases the compensation payment by 71%. Single payment doesn't bring the investor free disposal with land despite the high costs. The disadvantage for land owners and investors is the fact that the total compensation is paid at the beginning of the construction or operation of the reservoir. Any additional costs of remediation of agricultural land into its former state after floods to reduce flood impact on the soil's physical and chemical properties after the event (removal of silt, additional fertilization, liming, hoeing, pesticides, sowing permanent pasture, etc.) is the responsibility of the investor unless otherwise agreed.

Regular and often flooding can lead to the changes in land quality points as soil characteristic are the base information in its calculation. We suggest that the investors commit themselves to making an analysis of loss events after the 40 years period of a new flood regime (with the dry detention reservoir) and thus redefine the level of compensation for the next period. If in this period the land would be damaged to the level that agricultural production would not be feasible any more, has the owner the right (by 24<sup>th</sup> article of the Water Act) to require recultivation, new land or the financial compensation similar to the Full purchase of land (d) scheme (Official Gazette of RS, No. 67/2002).

Table 4: Overview of economic impacts of compensation payment schemes for the agricultural area of the flood water dry detention reservoir Brdnikova

Proposed compensation scheme	Compensation payment (EUR)	
	for total study area in relation to number of years or flood events	
- for all agricultural land in the study area		
- 17.05 ha of permanent grassland and 23.47 ha of arable land		
<b>(a) Single payment (SPC)</b>	number of pay-out years	
	<b>1</b>	<b>40</b>
flood event Q20, loss of one grass cut without baling*	<b>82,401</b>	-
flood event Q20, loss of three grass cuts without baling	<b>140,909</b>	-
<b>(b) Payment for loss event (LEC)</b>	Number of events ( $\geq$ Q20)/period in years)	
	<b>1/20</b>	<b>2/40</b>
<b>Payment for one loss event</b> (loss of one grass cut without baling)	<b>10,887</b>	21,774
<b>Payment for one loss event</b> (loss of three grass cuts without baling)	<b>21,778</b>	43,556
<b>Payment for one loss event</b> (subsidy payment for livestock production, loss of one grass cut without baling)	<b>41,200</b>	82,401
<b>Payment for one loss event</b> (subsidy payment for livestock production, loss of three grass cuts without baling)	<b>70,454</b>	140,909
<b>(c) Annuity (ACP, ACPO)</b>		
without restriction in land use (based on land use, flood water depth and flood return period)	<b>2,462</b>	98,495
Maximal - without restrictions in land use (based on land use)	<b>3,420</b>	136,793
with restrictions in land use (based on land use, flood water depth and flood return period, permanent grassland is mandatory)	<b>9,921</b>	396,839
Maximal - with restrictions in land use (based on land use, permanent grassland is mandatory)	<b>10,878</b>	435,137
<b>(d) Purchase of land (PR, PPL)</b>		
<b>Full</b> (agricultural land under occasional flood water occupation)	<b>710,392</b>	-
<b>Partial</b> (pay-out difference in agricultural land parcels quality points between grassland and arable)	<b>285,005</b>	-

\*Q20 – return period or magnitude of flood event with approximate reoccurrence once upon 20 years.



### 3.2 Payment for the loss event

Payment for the loss event primarily depends on the type of crop, the number of grassland cuts and on considering subsidy payment for the purchase of animal fodder for livestock farms (Table 1, Figure 3b). Taking into account the loss of three cuts instead of one increases the compensation for up to 100%. Buying fodder for livestock is more expensive than the cost of own production. Taking into account a fodder subsidy payment increases the compensation by 278%. Compensation payment can vary from flood to flood event. It can increase in the case of loss of crops with higher variable costs of production (corn silage) and decrease in the case of loss of crops with lower cost (grassland). Payment for a loss event provides the most realistic assessment of damage based on current land use, crop type and phenophase. This scheme is, in financial terms, the most favourable for investors. The disadvantage of this scheme is that it excludes depreciation of agricultural land parcels, which are subject to the modified flood regime on the real estate market. Making these land parcels practically unsellable. The costs of soil monitoring and restoration works after a flood are the responsibility of the investor unless otherwise agreed.

### 3.3 Annuity

Annuity depends on whether compensation payment is fixed by land use or also by the depth and return period of flood waters, and whether are proposed limitations in the use of agricultural land in the area (agro-environmental measures) (Table 1, Figure 3c). Taking into account only land use without the depth and return period, increases the compensation payment by 39%. Considering limitations in the land use type (agri-environmental measures) increases the compensation payment by 303%. The costs of additional remediation of agricultural land after a flood are included in the compensation payment. Annuity allows an investor to bind farmers with certain agri-environmental conditions and management regimes to obtain the payments. At the same time, the costs of yield loss, soil monitoring (soil physics and chemical analysis) and restoration works after a flood are already included in the compensation and are a responsibility of landowner. An example of the management regime could be changed from arable to permanent grassland land use. In this case, the preservation of arable land use loss or damage on arable crops would not be compensated. The advantage of this scheme is regular annual payment of compensation which goes directly to the farmer. If floods cause serious events including spillage of harmful chemicals they need to be treated as is described in the Environmental Protection Act (Official Gazette of RS, Nos. 41/2004, 39/2006, 70/2008, 108/2009), the Regulation on waste (Official Gazette of RS, no. 103/2011) and Regulation limit, warning and critical levels of hazardous substances in the soil (Official Gazette of RS, Nos. 68/1996, 41/2004).

### 3.4 Purchase of land

The price of purchasing land depends on the average market value of the Surveying and Mapping Authority and land parcels quality points (Table 1, Figure 3d). The results are presented in such a way that the calculation includes all land parcels with that part which is intended to be inundated during a flood event. The part of the plot where flooding is not expected is excluded from the calculation. Determination of agricultural land prices can be completely independent from the average market value. The price may be a function of supply and demand or an agreement between the seller and the buyer.

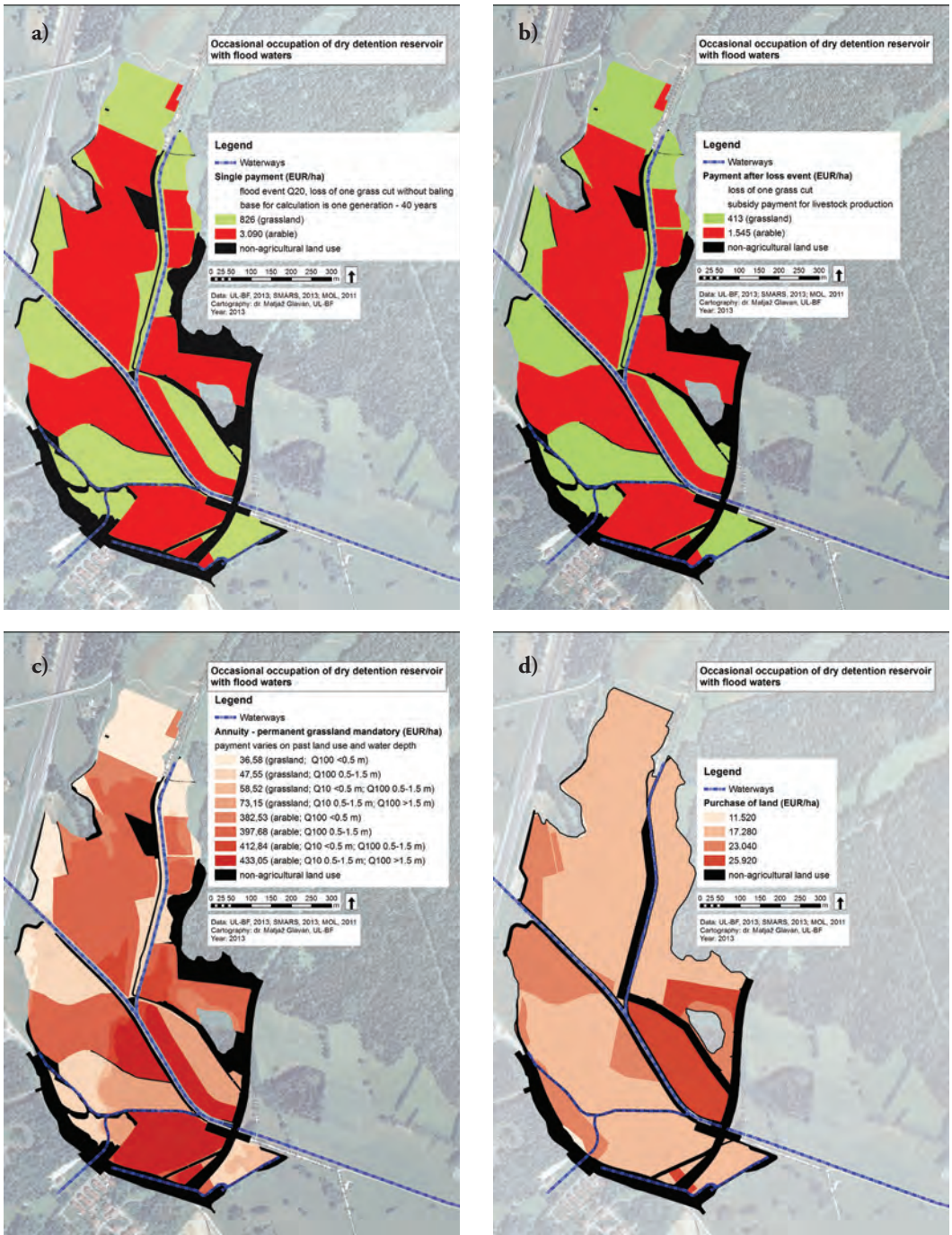


Figure 3: Spatial representation of compensation payment in the form of a) single payment, b) payment after the loss event c) annuity and d) purchase of land (EUR/ha) for the agricultural area of the dry detention reservoir Brdnikova

It is important that the investor becomes the owner of agricultural land in the area of inundation areas for practical management reasons. They can freely dispose, invest and govern the inundation area inside the dry detention reservoir all with the goal of proper functioning of the reservoir. Investors can give former landowners opportunities to lease land with long-term contracts and at the same time define the agricultural management regime in the area. Owners may also enforce a particular management regime on these lands. We propose a 100% discount on the rent in these areas, due to the possible flood events and the fact that farmers are not entitled to compensation payment in this case. Investors are responsible for covering the potential costs of additional remediation (removal of silt, fertilizer, sowing and permanent grassland, etc.) of the flooded area to the state before the loss events. A partial purchase scheme, in which an investor buys out the option for any other land use than permanent pasture, contributes in the long term to lower costs of compensation payment after a loss event. Losses and consequently compensations to farmers on permanent grassland are smaller than on arable land.

#### 4 CONCLUSION

Flood risk management and flood adaptation are gaining importance due to proposed future climate change adaptation. Both topics cover a wide range of measures among them also flood water dry detention reservoirs which are rather poorly represented in scientific literature especially, if we take into account impacts on agricultural production and calculation of compensation payment. A lack of studies makes this research unique as scientific literature doesn't offer any calculation methods or data analysis which would cover dry detention reservoir impacts on agricultural land.

Uncertainties of this research can be found in generic three years rotation for all arable land where it would be better if individual rotation would be used for the representation of individual land parcels. However, due to a relatively small area and a limited number of farmers with almost similar rotational patterns we decided that this simplification has limited impact on the final calculation. If the area is represented by different types of production they should be distinguished in economic calculation. Uncertainties in economic calculation of gross margin (crop yield prices, additional fodder prices, costs) lie in changeable prices and costs from year to year and are a subject of supply and demand on the market. Additional problems on the market can occur when political decisions or natural disasters of greater proportion (flood, drought and frost) cause unbalances on the market. Currently is the knowledge of occasional flooding events influence on the soil quality of agricultural land in dry reservoirs under researched. There is no empirical data in literature dealing with soil quality changes trough the time. Uncertainties are also connected with additional costs for improving soil quality after the flood and to economic evaluation of ecosystem services of the agricultural soils. Different crop types or management types require a specific set of agricultural works for recultivation of soils and all proposed are perhaps not needed.

Future work should consider comprehensive economic calculation for individual agricultural holdings with land in the inundation area. This means that the total production, especially impacts on animal husbandry, like dairy cows, would be evaluated to check economic stability and viability of the holdings and if needed propose restructuration of the farms. Regular long-term monitoring of the soil quality should be considered to better understand flooding impacts. One of the important impacts of dams and levees, which is usually overlooked, are changes in microclimatic conditions inside of the detention

reservoir. This problem occurs when built structures exceed a certain height which prevents wind to mix the air inside of the inundation volume of the reservoir. This results in two possible outcomes: (1) in the summer, trapped moist air can induce plant disease development and (2) in winter or early spring, trapped cold air can induce frost development. We can expect in both cases harvested yield loss or reduction.

One of the most important lessons learned is that a final compensation scheme needs to be negotiated between private land owners and investors. The study showed that there is no single perfect system. Especially if we take into consideration constitutional rights over free disposal of property which mustn't be revoked or limited without proper in-kind or monetary compensation defined by law. Based on that, in the case of Slovenia, compensation payments are also mentioned in the 90<sup>th</sup> article of the Water Act (Official Gazette of RS, No. 57/2012) and in Siting of Spatial Arrangements of National Importance Act (Official Gazette of RS, No. 106/2010). However until now, the ministry responsible for environment didn't define the methodology or the system of compensation scheme despite frequent flood events and loss of crop yield in dry detention reservoirs and the fact that financial sources are available from the Water Fee paid by all water users. This research offers a good starting point for preparing methodology for evaluation of compensation payments on a national level for damage on agricultural land as a consequence of building flood water dry detention reservoirs.

## Acknowledgements

The paper was made in the framework of a study called "Evaluating compensation payment schemes in the area of the planned dry detention reservoir Brdnikova (OPPN 310)", ordered by the Municipality of Ljubljana (MOL) (N756006-13-0115).

## Literature and references:

- Chau, V.N., Holland, J., Cassells, S., Tuohy, M. (2013). Using GIS to map impacts upon agriculture from extreme floods in Vietnam. *Applied Geography*, 41, 65–74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.03.014>
- Ghaemi, A. A., Rafiee, M. R., Sepaskhah, A. R. (2009). Tree-Temperature Monitoring for Frost Protection of Orchards in Semi-Arid Regions Using Sprinkler Irrigation. *Agricultural Sciences in China*, 8 (1), 98–107. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1671-2927\(09\)60014-6](https://doi.org/10.1016/s1671-2927(09)60014-6)
- Glavan, M., Cvejič, R., Udovč, A., Pintar, M. (2012). Prostorska in ekonomsko vrednotenje vpliva suhih vodnih zadrževalnikov na kmetijstvo. *Zbornik referatov*, 38–46.
- Glavan, M., Udovč, A., Pintar, M. (2014). Ekonomski učinki predvidene izgradnje suhih zadrževalnikov na kmetijstvo v Spodnji Savinjski dolini = Economic effects of the planned dry detention reservoirs construction on the agriculture in the Lower Savinja Valley. *Hmeljarski bilten*, 21, 49–67.
- Howe, J., White, I. (2003). Flooding, Pollution and Agriculture. *International Journal of Environmental Studies*, 60 (1), 19–27. DOI: <https://doi.org/10.1080/002072303004746>
- Jerič, D., Caf, A., Demšar-Benedečič, A., Leskovač, S., Oblak, O., Soršak, A., Sotlar, M., Trpin-Švikart, D., Velikonja, V., Vrtin, D., Zajc, M. (2011). Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji. Ljubljana: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije.
- KGZS (2010). Tehnološka navodila KGZ Slovenije za kmetovalce na poplavljenih območjih, Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije.
- Knapič, M., Rovani, A., Čebular, U. (2011). Assessment of soil quality for identifying impacts on agricultural production: flood damage control measures for hop trellises.48.
- Maliszewska-Kordybach, B., Klimkowicz-Pawlas, A., Smreczak, B., Gałgza, R. (2012). Effect of Flooding on Contamination of Agricultural Soils with Metals and PAHs: The Middle Vistula Gap Case Study. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223 (2), 687–697. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-011-0894-6>
- Ngo, T., Yoo, D., Lee, Y., Kim, J. (2016). Optimization of Upstream Detention Reservoir Facilities for Downstream Flood Mitigation in Urban Areas. *Water*, 8 (7), 290. DOI: <https://doi.org/10.3390/w8070290>
- Peng, D., Chen, X., Yin, Y., Lu, K., Yang, W., Tang, Y., Wang, Z. (2014). Lodging resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.): Lignin accumulation and its related enzymes activities due to the application of paclobutrazol or gibberellin acid. *Field Crops Research*, 157, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.11.015>
- Pintar, M., Glavan, M., Cvejič, R., Zupanc, V., Udovč, A. (2012a). Agricultural economics assessment and preparation of the compensation scheme for farmers of

- agricultural land within dry detention reservoirs in Lower Savinja Valley (= Očna ekonomska položaja kmetijstva in priprava sistema nadomestil na območju državnega prostorskega načrta za zagotavljanje poplavne varnosti v Spodnji Savinjski dolini). 155.
- Pintar, M., Glavan, M., Udovč, A., Cvejič, R., Korpar, P. (2012b). Strokovna študija za pristop k ocenjevanju škode na kmetijskih zemljiščih na območju zadrževalnika Brdnikova v okviru OPPN.78.
- Pintar, M., Glavan, M., Zupanc, V. (2012c). Silt management on agricultural land within dry detention reservoirs in Lower Savinja valley (= Upravljanje z muljem na kmetijskih površinah po poplavah na območju Državnega prostorskega načrta za zagotavljanje poplavne varnosti v Spodnji Savinjski dolini). 19.
- Pintar, M., Zupanc, V., Glavan, M., Korpar, P., Baskar, M. (2013). Preliminary analysis and a soil monitoring proposal for monitoring soil properties on agricultural land within dry detention reservoirs in Lower Savinja valley (= Predhodne analize in predlog spremljanja lastnosti tal in snovi v tleh na območju državnega prostorskega načrta za zagotavljanje poplavne varnosti v Spodnji Savinjski dolini). 43.
- Roca, M., Martín-Vide, J.P., Moreta, P. J. M. (2009). Modelling a torrential event in a river confluence. *Journal of Hydrology*, 364 (3–4), 207–215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.10.020>
- Tapia-Silva, F.-O., Itzerott, S., Foerster, S., Kuhlmann, B., Kreibich, H. (2011). Estimation of flood losses to agricultural crops using remote sensing. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 36 (7–8), 253–265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.03.005>
- Tirado, M.C., Clarke, R., Jaykus, L.A., McQuatters-Gollop, A., Frank, J.M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43 (7), 1745–1765. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.003>
- Vodnik, D., Strajnar, P., Jemc, S., Maček, I. (2009). Respiratory potential of maize (*Zea mays* L.) roots exposed to hypoxia. *Environmental and Experimental Botany*, 65 (1), 107–110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enxvbot.2008.05.005>



Glavan M., Udovč A., Pintar M. (2016). Economic evaluation of the methods of compensation payment for agriculture production in the area of a flood water dry detention reservoir. *Geodetski vestnik*, 60 (4): 717-733. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.717-733

**Assis. Prof. Matjaž Glavan, Ph.D.**

University of Ljubljana, Biotechnical Faculty  
Jamnikarjeva ulica 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
e-mail: [matjaz.glavan@bf.uni-lj.si](mailto:matjaz.glavan@bf.uni-lj.si)

**prof. Marina Pintar, Ph.D.**

University of Ljubljana, Biotechnical Faculty  
Jamnikarjeva ulica 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
e-mail: [marina.pintar@bf.uni-lj.si](mailto:marina.pintar@bf.uni-lj.si)

**prof. Andrej Udovč, Ph.D.**

University of Ljubljana, Biotechnical Faculty  
Jamnikarjeva ulica 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
e-naslov: [andrej.udovc@bf.uni-lj.si](mailto:andrej.udovc@bf.uni-lj.si)

# VARIACIJE VREDNOSTI TEC NA OBMOČJU SRBIJE V OBDOBJU POVEČANE SONČEVE AKTIVNOSTI V LETIH 2013 IN 2014

# VARIATIONS OF TOTAL ELECTRON CONTENT OVER SERBIA DURING THE INCREASED SOLAR ACTIVITY PERIOD IN 2013 AND 2014

*Dragan Blagojevic, Miljana Todorovic Drakul, Oleg Odalovic, Sanja Grekulovic, Jovan Popovic, Danilo Joksimovic*

UDK: 52-13(497.11)"2013-2014"  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01  
Prispelo: 14. 6. 2016  
Sprejeto: 2. 12. 2016

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.734-744  
SCIENTIFIC ARTICLE  
Received: 14. 6. 2016  
Accepted: 2. 12. 2016

## IZVLEČEK

Za razumevanje splošnih lastnosti ionosfere na območju Srbije smo opravili analizo časovnih in prostorskih sprememb vrednosti količine TEC (angl. total electron content). Osredotočili smo se na ugotavljanje dnevnih in letnih časovnih ter prostorskih sprememb razmer v ionosferi na podlagi vrednosti TEC, določenih z opazovanji GNSS oziroma GPS. Na podlagi opravljenih analiz smo skušali opredeliti lastnosti ionosfere na območju Srbije na lokalni in regionalni ravni. V obdobju intenzivne Sončeve aktivnosti so se dnevne vrednosti TEC spreminjale med 4 TECU (angl. total electron content unit) v nočnih urah in 55 TECU okrog poldneva. Te spremembe ustrezajo vrednostim zenitne ionosferske refrakcije od 0,6 metra ponoči do 8,8 metra podnevi. Sezonske spremembe vrednosti TEC se dobro ujemajo z običajno letno Sončevo aktivnostjo, kjer razlike v vrednosti TEC med letnimi časi dosežejo 45 TECU. Prostorska spremenljivost vrednosti TECU je opazna v vseh smereh, zato je ne moremo predstaviti s konstantnimi vrednostmi ali v obliki trenda.

## ABSTRACT

To understand general ionosphere properties over Serbia, an analysis of temporal and spatial ionosphere Total Electron Content (TEC) over the region was performed. The present research focuses on daily, seasonal and spatial ionosphere variations, based on TEC series calculated from the GNSS ie. GPS measurements. This analysis provides for characterization of ionosphere nature and fine structure over Serbia, both locally and regionally. For the days with high solar activity changes of TEC values ranges from minimum 4 Total Electron Content Units (TECU), in night hours, up to 55 TECU around the noon. It is shown that that changes are equivalent to the to the delay of GPS signals approximately 8.8 m in in vertical direction during the (maximum) daily conditions and the delay of 0.6 m during the (minimum) night conditions. Also, it is shows that a seasonal TEC differences follows directly Son activity during the seasons, and maximal differences of TEC values between the seasons reaching values of 45 TECU, again in the years of high Son's activities. For spatial changes all gained results indicate that there exist changes in all directions which cannot be recognized as constant bias or a trend.

## KLJUČNE BESEDE

GNSS, GPS, variacija ionosfere, skupna vsebnost elektronov (TEC)

## KEY WORDS

GNSS; GPS; Ionosphere Variation; Total Electron Content (TEC)

## 1 INTRODUCTION

Global Navigation Satellite System (GNSS), such as Global Positioning System (GPS) or Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema (GLONASS), application provides for accurate, three-dimensional positioning and navigation on the Earth's surface, being used in numerous civil and military applications. Although the GNSS techniques had been significantly improved over the past two decades, several sources of errors still remain, which may limit the accuracy, practical operation and performances of precise positioning. Ionosphere is the major source of errors for the GNSS positioning. Scope of ionosphere error may range from several meters (at night, during the minimum solar activity period, for the satellites in zenith), up to several tens of meters (mid-day, during the maximum solar activity period, for the satellites near the observer's horizon) (Hofmann-Wellenhof et al., 1992). Ionosphere is located approximately between 50 km and 1000 km above the Earth's surface. In this region, ionizing radiation from the Sun causes the existence of electrons, in the quantities influencing radio-waves propagation (Kleusberg & Teunissen, 1996). The number of electrons intercepted by the electro-magnetic waves traveling through ionosphere is known as the Total Electron Content – TEC. It represents an integral of electron density per unit of volume, along the signal path between the satellite and the GNSS receiver. It is noted in TECU, with 1 TECU being  $10^{16}$  electrons per square meter of cylindrical cross-section. Ionosphere delay is nearly proportional to the Total Electron Content along the signal path and inverse proportional to the frequency squared. This dispersion property of ionosphere provides for dual frequency GNSS receivers to compensate for the errors of ionosphere delay and measure the TEC.

Ionosphere is a very dynamic environment, and the electron density may significantly vary in time (Wyllie, 2007) at the given location, which leads to temporal and spatial variations in the Total Electron Content. Temporal variation of TEC is the combination of regular and non-regular variations. Regular TEC variation is linked to daily and seasonal changes in the Earth-Sun geometry (or the solar zenith angle) and changes of solar ionizing radiation intensity considering Sun's eleven-year solar cycle (current solar cycle number is 24). Irregular (or non-repetitive) variation usually refer to the effects of Traveling Ionospheric Disturbances (TID) and ionospheric or geomagnetic storms.

Research related to the GNSS use for monitoring ionosphere had started in late 1980's. In these early researches, the focus was on improving ionospheric models for navigation, which would be capable of achieving better accuracy of ionospheric delay, or the Total Electron Content (TEC) modeling. In the past years, the ionosphere research using the GNSS is growing, predominantly focuses on three fields: global TEC distribution and changes (Komjathy et al., 1996; Hu et al., 2004; Hoque et al., 2007), ionospheric scintillations in various regions (Gherm, V.E et al., 2007; Béniguel et al., 2009; Abadi et al., 2014) and developing models for ionospheric research and satellite navigation (Skone, 1998; Gao, 2001).

Monitoring ionosphere at the global level by the means of GNSS was made possible by establishing the International Global Navigation Satellite System Service – IGS. This had provided for production of global TEC temporal changes maps. Since 1996, these maps are being regularly monitored by the IGS center (Schaer et al., 1996). However, due to the low density of the IGS GNSS network, spatial resolution of ionospheric observations is not sufficient for detailed ionosphere structure research. This also makes IGS data use for the real-time navigation more difficult.

In order to support regional navigation, survey and scientific research, a great number of regional GNSS permanent networks have been established in different parts of the world: Great Britain (Dodson et al., 2000), Spain (Talaya, 1999), Germany (Wanninger, 1999), Serbia (Odalovic and Aleksic, 2006; Odalovic et al., 2011). Establishing these regional GNSS networks with greater densities had provided for monitoring ionospheric activities with much greater accuracy and resolution that satisfy the needs of satellite navigation, survey and ionosphere research (Gao, 2002).

The TEC variations as per local weather, season and solar activities were intensively studied over the past several decades (Rastogi et al., 1971; Da Rosa et al., 1973; Rao et al., 2006; Wu et al., 2006; Oron et al., 2013). However, no such research had been performed over the territory of Serbia. Since the GNSS permanent stations network – AGROS (Active Geodetic Reference Base of Serbia) was established, the conditions were provided for researching daily, seasonal and spatial ionosphere variations. Therefore, in order to obtain better positioning accuracy, it is necessary to precisely know the particular value and variations of TEC over the various geographic locations and under the different conditions. Having in mind the above, this paper examines spatial-temporal TEC variations for the territory of Serbia. TEC values were calculated from dual frequency GPS measurements, for the period of increased solar activity. Since the ionosphere may show strong seasonal variations (Gorney, 1990), data were taken for the dates matching summer and winter solstice, and spring and autumn equinox in 2013 and 2014.

The TEC is also correlated to the solar flux, number of sun spots and the conditions of the geomagnetic field of the Earth. For example, solar flux F10.7 at a wavelength of 10.7 cm (2800 MHz) due to the relation to the X-ray, EUV and UV fluxes is one of the most commonly used indicators of solar activity. The F10.7 shows similar variations as the number of sun spots R. The value varies from the minimum of approximately 65 (for the number of sun spots equal to zero in the solar minimum) up to the maximum of approximately 200 for the number of sun spots ranging from 150 to 160 (Davies, 1989). Sun spots appear and disappear over time, and R indicates systemic variations that provide useful information about the Sun's state. The R value varies from zero to 200, within the period of approximately 11 years, being a so-called sun spots period or solar cycle (Memerzadeh, 2009). Parameters for the planetary  $A_p$  index are given as the daily global measure of geomagnetic activity.  $A_p$  index is defined throughout  $K_p$  index converted in the linear scale before it is averaged over the day, where  $K_p$  index is a global measure of the magnetic deviations from the regular daily variation during a 3-hour period (Schunk and Nagy, 2000).

## 2 TEC DETERMINATION USING GNSS TECHNOLOGY

A system of dual-frequency GPS receivers provides for monitoring ionosphere influence on the GPS signals. Therefore, it is possible to determine an integrated electron content between the satellite and the receiver, as well as the scintillations' effect on the L frequency band. To compensate ionospheric delay, dual-frequency GPS receivers use L1 (1575.42 MHz) and L2 (1227.60 MHz) frequencies. This removes such effects, using the dispersive ionosphere content, with the refraction index being a function of frequency.

Delay,  $\Delta t = t_2 - t_1$ , the measurement between L1 and L2 frequencies is used to calculate TEC along the signal path:



$$\Delta t = \left( \frac{40.3}{c} \right) \cdot \frac{\text{TEC}}{\left( \frac{1}{f_2^2} - \frac{1}{f_1^2} \right)} \tag{1}$$

where  $c$  is the speed of light in open space. Calculating TEC using exclusively pseudo-lengths data may produce the noise-encumbered results, while the phase differences provide a precise measure of relative TEC frequencies. The absolute TEC may be obtained only if pseudo-length are also being used.

Therefore, using pseudo-lengths provides absolute TEC, while using phase differences improves the accuracy. According to that, GPS data provides for the efficient method of estimating TEC values with greater spatial and temporal coverage (Davies and Hartmann, 1997; Hockeand Pavelyev, 2001). Having that the frequencies used by the GPS system are sufficiently high, the signals are minimally influenced by ionospheric absorption and Earth’s magnetic field, both in short- and in long-term changes in the ionosphere structure.

Here, the values of vertical TEC were obtained as the sum of slanted TEC’s, hardware satellite delay  $b_s$  and hardware receiver delay  $b_r$ . The  $b_s$  values as differential code discrepancies between the satellite can be taken over from the Data Centre of the Bern University (Switzerland), and  $b_r$  can be modeled as the minimized TEC value between 2:00 AM and 6:00 AM - local time. Thus, vertical TEC may be expressed as follows

$$\text{VTEC} = \frac{(\text{STEC} + b_s + b_r)}{S(e)} \tag{2}$$

where STEC is slanted TEC,  $e$  is the elevation angle of satellites in degrees,  $S(e)$  is the slant factor against the zenith angle  $z$  at the Ionospheric Pierce Point - IPP<sup>1</sup> and VTEC is vertical TEC in the IPP point. The slant factor,  $S(e)$  (or the mapping function) is defined as (Langley et al., 2002):

$$S(e) = \frac{1}{\cos(z)} = \left( 1 - \frac{R_e \times \cos(e)}{R_e + h_i} \right)^{-0.5} \tag{3}$$

where  $R_e$  is the average Earth’s radius in km, and  $h_i$  is the (effective) height of ionosphere over the Earth’s surface. Vertical TEC (VTEC) determined in this manner was used in the present paper. Results are shown in the chapters below.

### 3 OBSERVATIONS, RESULTS AND DISCUSSION

A set of 30 AGROS stations distributed throughout the state had been used as the test polygon for this analysis. Data had been taken over for each base station from the archive, in the form of 30-second RINEX files. Data collected contain 72-hour observations from March, June, September and December of 2013 and 2014.

The temporal series of TEC measurements had been obtained using equation 2. “GPS TEC Analysis” software was used for processing, being developed at Boston University (Seemala, G. K., 2014). Phase

<sup>1</sup> Usual practice in the GNSS research community is to assume that, for the mapping purpose, ionosphere can be presented as the thin layer on the spherical shell at the altitude of 350 km above the Earth’s surface. This represents a two-dimensional modelling approach.

RECEIZIRAN | ČLANEK | PEER-REVIEWED ARTICLES  
S I E N

and code values on both frequencies had been used to eliminate clock and tropospheric effect errors, in order to calculate relative values of slanted TEC (Sardón and Zarraoa, 1997). Afterwards, absolute TEC values had been obtained by removing hardware delays, i.e. differential code discrepancies between the satellite and the receiver (Seemala, G.K., Valladares, C.E., 2011). Trigonometric single-layer mapping function (equation 3) was used to convert TEC to VTEC at AGROS stations and at the IPP point at the altitude of 350 km. Elevation angle was limited to the value of 20° to decrease a potential effect of multiple signal reflection during the tests. Data sampling was done at 30 seconds.

### 3.1 Solar Activity during the Testing Period

Solar activity during the testing period is shown in Figure 1 and 2. March 2013 was the period of moderate solar activity, with the exception of March 18<sup>th</sup>, when the solar flux had reached the value of 116, and the number of sun spots being 79. In June 2013, somewhat stronger geomagnetic activity is notable (*Ap* index reaching 18, with 95 sun spots and solar flux of 137.6). For the period of September 2013, there is a notable decrease of sun spots and solar flux. In December 2013, a low geomagnetic activity and increase in sun spots and solar flux is notable. 2014 was somewhat more turbulent than 2013, with February, March and December 2014 being prominent (*Ap* index reaching 19, number of sun spots equaling 80, and solar flux of 173.4).

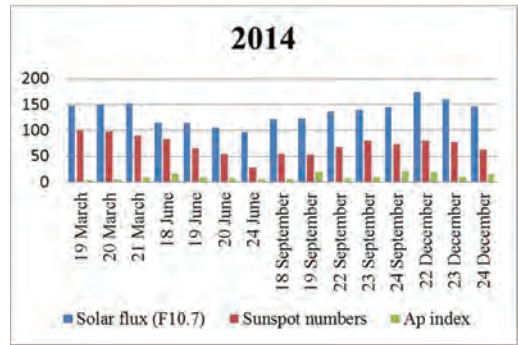
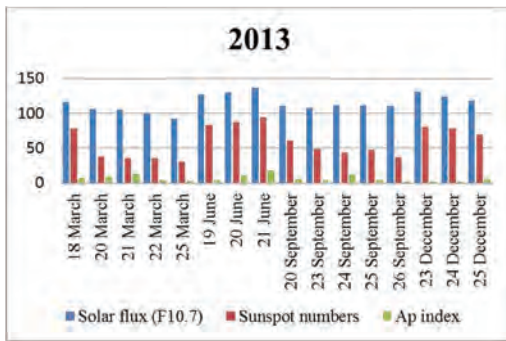


Figure 1: Solar flux, number of sun spots and *Ap* index in 2013      Figure 2: Solar flux, number of sun spots and *Ap* index in 2014

### 3.2 Daily and Seasonal TEC Variations

Grocka base station (44.64 N, 20.75 E) had been used for daily variations analysis. Figures 3 and 4 show daily and seasonal ionosphere variations over Grocka station during the characteristic period. Each figure shows 24-hour VTEC data for all visible satellites in four seasons in 2013 and 2014. X-axis shows the Coordinated Universal Time (UTC), and Y-axis the VTEC values. Minimal elevation angle for all satellites is 20 degrees.

For the purpose of this analysis, the assumption is made that the morning covers 4:00 – 9:00, day 9:00 – 17:00, dusk 17:00 – 21:00, and night covers 21:00 – 4:00 in Serbia local time.

Daily VTEC variations at Grocka station show numerous characteristics, typical for medium ionosphere widths, such as the occurrence of minimum values before dawn and gradual increase, with the maximum

being reached around the noon, followed by a gradual decrease of values in the afternoon. The figure shows that the maximum VTEC values occur approximately around 11:00 UT, i.e. 12:00 to 14:00 local time, and the minimum VTEC values occur from 20:00 UT or 21:00 local time, to 4:00 UT or 5:00 local time. Therefore, it is notable that the VTEC values obtained during the day significantly exceeds the ones at night time.

However, occurrence of maximum and minimum ionospheric values varies with the season. It is also notable that there is a significant daily change in VTEC value during each season, even in June, when ionosphere is traditionally stable.

These daily VTEC variations, apart from the influence of Earth's magnetic field, could also be contributed to the changes in the Sun's activity and the intensity of incoming radiation, as well as the change of zenith angle under which the radiation breaches the Earth's atmosphere (Rao et al., 2006).

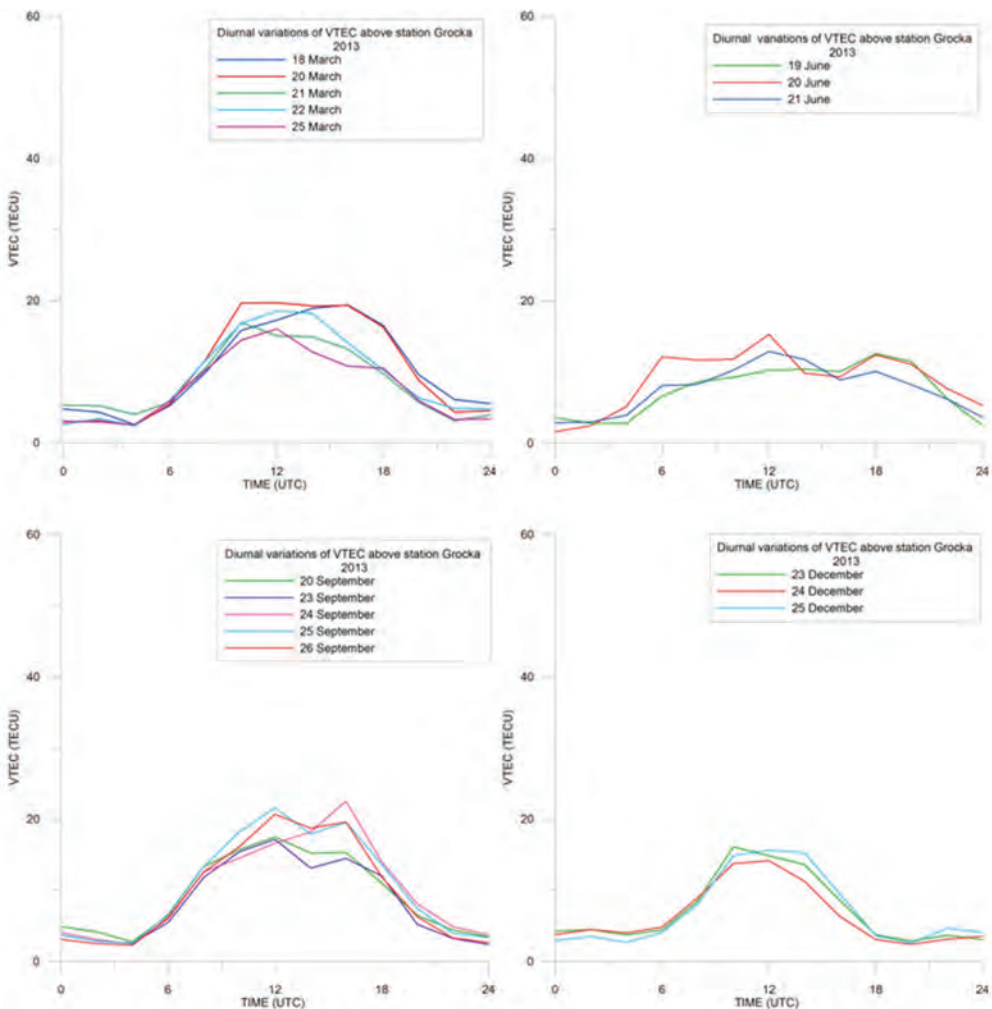


Figure 3: Daily and seasonal VTEC value variations over Grocka (AGROS) GPS base stations during 24 Hours (UTC), in 2013

Comparing the values on figures, significant differences in VTEC value are notable for different seasons in 2013 and 2014. The greatest values occur in March and December 2014, with the lowest ones being shown in June of both years. It can be noted that the daily VTEC values obtained in September (autumn) and March (spring) are generally greater than the values obtained in December (winter) and June (summer). This kind of gained results it in agreement with lot of other researches, for example (Wyllie, 2007) or (Leong, 2011).

However, during the period of December 2014, the VTEC values are higher, which may be due to the increased solar and geomagnetic activity (see Figures 2 and 4).

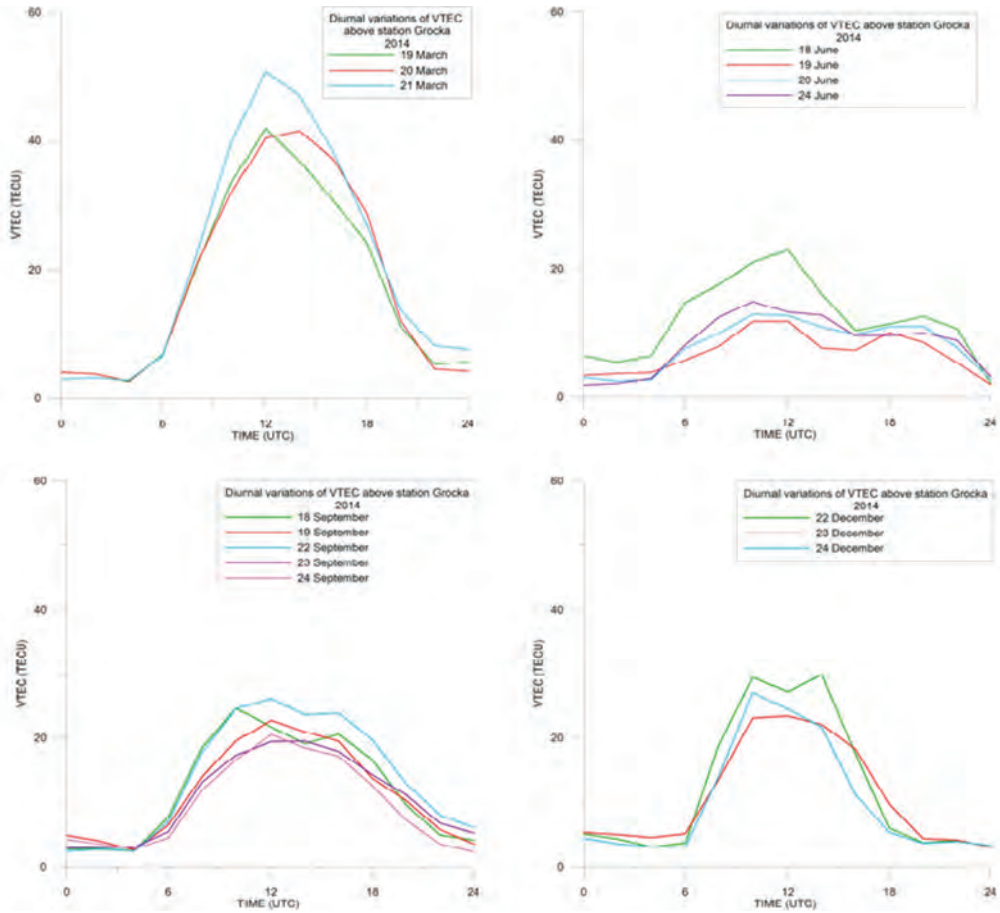


Figure 4: Daily and seasonal VTEC value variations over Grocka (AGROS) GPS base stations during 24 Hours (UTC), in 2014

Pursuant to these results, there is few evidence of consistency in observations among the seasons. While the general trend within each season is similar, modeled coefficients deducted from daily data are not sufficiently precise for the prediction of general ionosphere, day in, day out.

### 3.3 TEC Spatial Variations

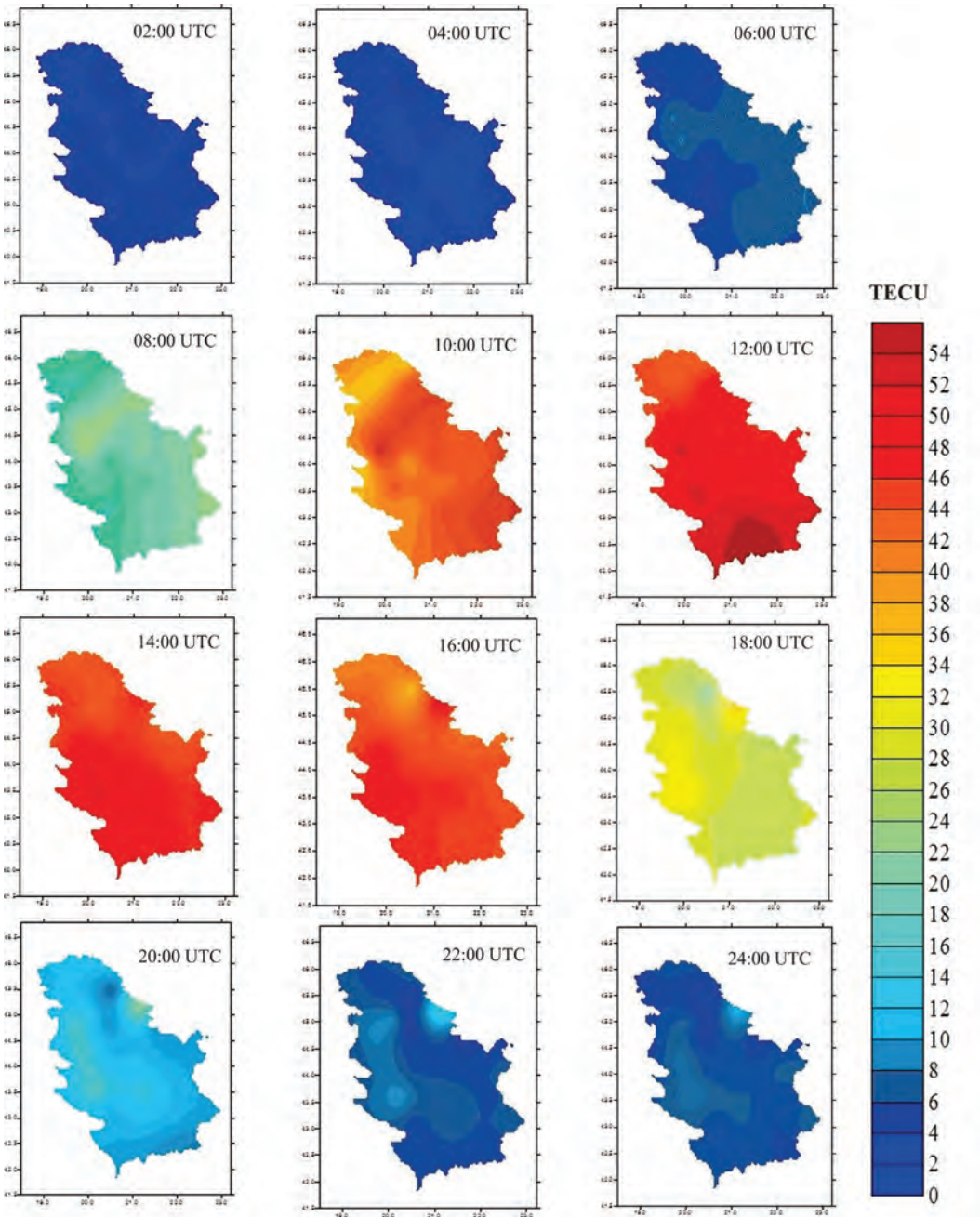


Figure 5: Overview of VTEC values over Serbia on March 21<sup>st</sup>, 2014 for 24 hours (units: TECU)

This section covers a broad, regional analysis of the ionosphere. Thirty AGROS stations, distributed over the territory of Serbia, had been used to determine VTEC value, using the procedure described above. Pursuant to

the results obtained, a time series was calculated, consisting of 12 two-hour observations of VTEC over Serbia for four seasons in 2013 and 2014. The results are shown in Figure 5 with the values for March 21st, 2014, being the day when the greatest solar activity was noted. X and Y axis show longitude and latitude direction, respectively.

Figure 5 shows that the greatest VTEC values were registered from 12:00 UT to 14:00, reaching 55 TECU during the day, and the lowest values of 4 TECU were registered during the night, in March 2014. That is equal to the delay of approximately 8.8 m in vertical direction during the maximum daily conditions and the delay of 0.6 m during the minimum night conditions. As a general rule, the slant factor of 3 is applied to the low elevation angles of satellites. This ratio describes the factor by which the ionospheric delay is being increased against the delay in zenith, due to the ionospheric conditions and the satellite elevation angle. That would mean that during the maximum daily conditions in March 2014, satellites with low elevation angle had an ionospheric delay of 26.4 m.

Figure 5 shows that, apart from the fact that the VTEC values over the region vary during the day, they are also spatially correlated. These characteristics of spatial correlation provide for ionosphere modeling over the entire territory of Serbia. However, Figure 5 also shows that some data records indicate an obvious gradient from southwest towards northeast, while others indicate the inverse direction, while some even indicate perfectly homogeneous slope which can lead to difficulties in establishing a regular mathematical expression for VTEC modeling over Serbia. This is particularly important for the high precision, real-time positioning for instance (Wu et al., 2006).

#### 4 CONCLUSIONS

Ionosphere varies regarding time, geographic location and some of solar and geomagnetic Earth-Sun geometry activities. Daily VTEC variation can be contributed to the changes in the Sun's activity. Apart from that, volatile Sun eruptions may cause an increase in ionospheric activity, correlated with the number of sun spots. This research covers the ionosphere changes at the daily level over the region of Serbia, in different seasons and considering the location in 2013 and 2014. These periods belong to the solar cycle number 24, and the period of increased solar activity. GPS observations from the AGROS permanent stations network were used to determine VTEC parameter and examine spatial and temporal ionosphere variation in Serbia. Data indicate that the daily variations show a consistent pattern throughout the seasons. VTEC shows the increase from 06:00 UT, with the maximum VTEC values being obtained around 12:00 UT, i.e. 13:00 to 14:00 local time; while the minimum VTEC values occur after the midnight. It is obvious, however, that there is a significant daily variation of the VTEC, thus the modeled coefficients deducted from daily data are not sufficiently precise to describe daily ionosphere changes. The value reached by the VTEC varies seasonally. Regarding seasonal variations, the greatest values occur in spring and autumn months, and the lowest ones in summer and winter period. However, some deviations are possible, which may be assigned to solar and geomagnetic activity (the period of December 2014). Spatial VTEC variations indicate that the values over the region are spatially correlated, thus providing for modeling of ionosphere over Serbia. However, a difficulty poses the lack of regularity in the daily VTEC values' variations against the geographic location. All showed results were in agreement with similar investigation around the world, but this kind of researches is the first detailed investigation of the ionosphere above the territory of the Serbia.

**Acknowledgements:** The authors would like to thank the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia for the support of this work within the projects TR36020.

**Literature and references:**

Abadi, P., Saito, S., Srigutomo, W. (2014). Low latitude scintillation occurrence around the equatorial anomaly crest over Indonesia. *Annales Geophysicae*, 32 (1), 7–17. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/angeo-32-7-2014>

Béniguel, Y., Romano, V., Alfonsi, L., Aquino, M., Bourdillon, A., Cannon, P., De Franceschi, G., Dubey, S., Forte, B., Gherm, V., Jakowski, N. (2009). Ionospheric scintillation monitoring and modelling. *Annals of geophysics*, 52 (3-4), 391–416.

Da Rosa, A. V., Waldman, H., Bendito, J., and Garriott, O. K. (1973). Response of the ionospheric electron content to fluctuations in solar activity. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 35 (8), 1429–1442. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9169\(73\)90146-3](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9169(73)90146-3)

Davies, K., Hartmann, G.K. (1997). Studying the ionosphere with the global positioning system. *Radio Science*, 32 (4), 1695–1703. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/97rs00451>

Davies, K. (1989). *Ionospheric Radio*. 1st Ed., Peter Peregrinus Ltd., London.

Dodson, A.H., Bingley, G. W., Penna, N.T., Aquino, M. H. O. (2000). A National Network of Continuously Operating GPS Receivers for the UK. *International Association of Geodesy Symposia*, 367–372. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-59742-8\\_60](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-59742-8_60)

Gao, Y., Liao, X., Liu, Z. (2002). Ionosphere modelling using carrier smoothed ionosphere observations from a regional GPS network. *Geomatica*, 56 (2), 97–106.

Gherm, V., Zernov N., Strangeways, H. (2007). Modelling of the effect of strong scintillation on GPS Signals due to plasma bubbles in the low-latitude ionosphere. presented at COST 296/IRI meeting in Prague, Czech Republic, 10–14 July, 2007, published on the Conference website.

Gorney, D. J. (1990). Solar cycle effects on the near-Earth space environment. *Reviews of Geophysic*, 28 (3), 315–336. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/RG028i003p00315>

Hocke, K., Igarashi, K., Nakamura, M., Wilkinson, P., Wu, J., Pavelyev, A., Wickert, J. (2001). Global sounding of sporadic E layers by the GPS/MET radio occultation experiment. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 63 (18), 1973–1980. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s1364-6826\(01\)00063-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1364-6826(01)00063-3)

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., and Collins, J. (1992). *Global Positioning System, Theory and Practice*. 4th edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 389 pp.

Hoque, M. M., Jakowski, J. (2007). Higher order ionospheric effects in precise GNSS positioning. *Journal of Geodesy*, 81 (4), 259–268. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00190-006-0106-0>

Hu, C., Chen, W., Gao, S., Chen, Y., Ding, X., Kwok, S. (2004). Absolute ionospheric delay estimation based on GPS PPP and GPS active network. *International Symposium on GPS/GNSS 2004*, Sydney, 6-8 Dec. 2004.

Kleusberg, A., Teunissen, J. G. P. (1996). *GPS for Geodesy*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BFb0117676>

Komjathy, A., Langley, R. B. (1996). The effect of Shell Height on High Precision Ionospheric Modelling Using GPS. *Proceedings of the 1996 IGS Workshop*, Silver City, MD, 19-21 March, pp. 193–203.

Langley, R., Fedrizzi, M., Paula, E., Santos, M., Komjathy, A. (2002). Mapping the low latitude ionosphere with GPS. *GPS World*, 13, 41–46.

Leong, S. K., Musa, T. A., Abdullah, K. A. (2011). Spatial and temporal variations of GPS-derived TEC over Malaysia from 2003 to 2009, ISG & ISPRS 2011, Sept. 27–29, 2011 – Shah Alam, MALAYSIA.

Memarzadeh Y., (2009). *Ionospheric Modeling for Precise GNSS Applications*. Publication on Geodesy 71, NCG, 2009.

Odalovic, O., Aleksic, I. (2006). Active Geodetic Network of Serbia. *Shaping the Change XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8–13, 2006*.

Odalovic, O., Grekulovic, S., Aleksic, I., Todorovic M., Popovic, J., (2011). GNSS Application Aiming to Establish a New Reference System of Serbia for Needs of Real Estate Cadastre. *INGEO 2011-Proceedings of the 5th International Conference on Engineering Surveying*, 22th-24th September 2011, Brijuni, Croatia, pp 265-268. ISBN: 978-953-6082-15-5.

Oron, S., D’ujanga, F.M., Ssenyonga T. J. (2013). Ionospheric TEC variations during the ascending solar activity phase at an equatorial station, Uganda. *Indian Journal of Radio & Space Physics*, 42, 7–17.

Rao, P. R., Krishna, S. G., Niranjan, K., Prasad, D. S. V. V. D. (2006). Temporal and Spatial Variations in TEC Using Simultaneous Measurements from the Indian GPS Network of Receivers during the Low Solar Activity Period of 2004-2005. *Annales Geophysicae*, 24 (12): 3279–3292. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/angeo-24-3279-2006>

Rastogi, R. G., Sharma, R. P. (1971). Ionospheric electron content at Ahmedabad (near the crest of equatorial anomaly) by using beacon satellite transmissions during half a solar cycle. *Planetary and Space Science*, 19 (11), 1505–1517, [http://dx.doi.org/10.1016/0032-0633\(71\)90010-9](http://dx.doi.org/10.1016/0032-0633(71)90010-9).

Sardón, E., Zarraoa, N. (1997). Estimation of the total electron content using GPS data: How stable are the differential satellite and receiver instrumental biases? *Radio Sci*, 32 (5): 1899–1910.

Schaer, S., Beutler, G., Rothacher, M., Springer, T. A. (1996). Daily global ionosphere maps based on GPS carrier phase data routinely produced by the Code Analysis Center. *Proceedings of 1996 International GPS Service for Geodynamics Analysis Center Workshop*, P. A. V. S. J. F. Z. Eds. R.E. Neilan, NOAA, Silver Spring, Md., 19-21 March, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, Calif., 181–192.

Schunk, R.W., Nagy, A. F. (2000). *Ionospheres, Physics, Plasma physics and Chemistry*. Cambridge, Atmospheric and Space science series.

Seemala, G. K. (2014). *GPS-TEC Analysis Application Read Me*. Institute for Scientific Research, Boston College, USA.

- Seemala, G.K., Valladares, C. E. (2011). Statistics of total electron content depletions observed over the South American continent for the year 2008. *Radio Science*, 46 (5), RS5019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/2011RS004722>
- Skone, S. (1998). Wide Area Ionosphere Grid Modeling in the Auroral Region. UCGE Reports Number 20123, Ph.D thesis, The University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.
- Talaya, J., Bosch, E. (1999). CATNET, a permanent GPS network with real-time capabilities. In Proc. ION GPS-99, 12th Int. Tech. Meeting of The Satellite Division of The US Institute of Navigation, pp. 14–17.
- Wanninger, L. (1999). The Performance of Virtual Reference Stations in Active Geodetic GPS -Networks Under Solar Maximum Conditions. Proceedings of ION-GPS99 September 14–17, 1999 Nashville TN.
- Wu, S., Zhang, K., Yuan, Y., Wu, F. (2006). Spatio-temporal Characteristics of the Ionospheric TEC Variation for GPSnet-based Real-time Positioning in Victoria. *Journal of Global Positioning Systems*, 5 (1&2), 52–57. DOI: <http://dx.doi.org/10.5081/jgps.5.1.52>
- Wyllie, S. (2007). Modelling the Temporal Variation of the Ionosphere in a Network-RTK Environment. PhD Thesis, School of Mathematical and Geospatial Sciences, RMIT University, Melbourne, Victoria, Australia.



Blagojevic D., Todorovic Drakul M., Odalovic O., Grekulovic S., Popovic J., Joksimovic D. (2016). Variations of total electron content over Serbia during the increased solar activity period in 2013 and 2014. *Geodetski vestnik*, 60 (4): 734-744. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.734-744

**Prof. Dr. Dragan Blagojevic, Univ. Grad. Eng. of Geod.**  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering  
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia  
e-mail: [bdragan@grf.bg.ac.rs](mailto:bdragan@grf.bg.ac.rs)

**Miljana Todorovic Drakul, Univ. Grad. Eng. of Geod.**  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering  
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia  
e-mail: [mtodorovic@grf.bg.ac.rs](mailto:mtodorovic@grf.bg.ac.rs)

**Assoc. Prof. Dr. Oleg Odalovic, Univ. Grad. Eng. of Geod.**  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering  
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia  
e-mail: [odalovic@grf.bg.ac.rs](mailto:odalovic@grf.bg.ac.rs)

**Assistant Professor Sanja Grekulovic, Univ. Grad. Eng. of Geod.**  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering  
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia  
e-mail: [sanjag@grf.bg.ac.rs](mailto:sanjag@grf.bg.ac.rs)

**Jovan Popovic, Univ. Grad. Eng. of Geod.,**  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering  
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia  
e-mail: [popovic@grf.bg.ac.rs](mailto:popovic@grf.bg.ac.rs)

**Danilo Joksimovic, Univ. Grad. Eng. of Geod.**  
University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering  
Bulevar kralja Aleksandra 73, SRB-11000 Belgrade, Serbia  
e-mail: [jokso9@yahoo.com](mailto:jokso9@yahoo.com)



# VEČJEZIČNI GEODETSKI SLOVAR ZA DIGITALNO DOBO

# MULTILINGUAL SURVEYING DICTIONARY FOR DIGITAL AGE

*Joc Triglav*

## 1 UVODNI TEMELJNI KAMEN FIG

Mednarodna zveza geodetov FIG (fr. *Fédération internationale des géomètres*) je z namenom, da bi olajšala mednarodno znanstveno-tehnično sodelovanje med geodetskimi strokovnjaki iz različnih dežel in jezikovnih območij, leta 1958 sklenila izdati večjezični geodetski slovar FIG. Pri pripravi slovarja so poleg glavnih avtorjev sodelovali strokovnjaki vseh državnih geodetskih zvez, včlanjenih v FIG. Leta 1963 je tako FIG s finančno pomočjo Organizacije združenih narodov za izobraževanje, znanost in kulturo UNESCO (angl. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation*) izdal Večjezični slovar FIG v francoskem, angleškem in nemškem jeziku (fr. *Dictionnaire multilingue de la Fédération internationale des géomètres: édition trilingue, français, allemand, anglais*). Tehnično pomoč pri izdaji so zagotovili državni geodetski inštituti: francoski Institut Géographique National iz Pariza, nemški Institut für Angewandte Geodäsie iz Frankfurta na Majni in angleški Royal Institution of Chartered Surveyors iz Londona. Slovar ima 501 stran formata 19 cm × 25 cm, natisnila pa ga je založniška hiša Argus iz Amsterdama. Poleg uvodnih navodil za uporabo vsebuje:

- seznam okrajšav;
- bibliografijo;
- osnovne pojme v francoščini z opisi, razvrščene po abecedi, ter prevode teh pojmov v nemški in angleški jezik;
- abecedni seznam dodatnih pojmov v francoščini, vključno s sinonimi osnovnih pojmov in primeri, citiranimi v slovarju;
- abecedni seznam pojmov v nemščini in
- abecedni seznam pojmov v angleščini.

## 2 GEODETSKI SLOVAR IZ STARIH ČASOV

Starejši rod geodetov je verjetno večinoma že pozabil, da smo tudi v nekdanji skupni državi geodeti leta 1980 izdali Večjezični geodetski slovar Zveze geodetskih inženirjev in geometrov Jugoslavije (slika 1). Mlajši rod geodetov pa z redkimi izjemami zelo verjetno sploh še ni slišal zanj. V članku vam bom zato ta imenitni večjezični geodetski slovar najprej na kratko predstavil, nato pa bom predstavitev dopolnil

z orisom ideje za usposobitev slovarja za digitalne čase. Večjezični geodetski slovar FIG v uvodu omenjam, ker je Večjezični geodetski slovar Zveze geodetskih inženirjev in geometrov Jugoslavije s tesnim sodelovanjem in pomočjo takratnih republiških in pokrajinskih zvez geodetov, geodetskih delovnih organizacij in ustanov, geodetskih šol in velikega števila geodetskih strokovnjakov izdelan skladno s tem temeljnim slovarjem FIG.



Slika 1: Večjezični geodetski slovar, ki ga je leta 1980 izdala Zveza geodetskih inženirjev in geometrov Jugoslavije, natisnil pa ga je Zavod za kartografiju Geokarta, Beograd. (Foto: Joc Triglav)

Za predstavitev bom neposredno uporabil kar nekatere dele vsebine predgovora in navodil k slovarju, v katerih je zapisano vse, kar je treba vedeti za začetek.

Pripravo slovarja je vodil uredniški odbor, ki so ga sestavljali zelo ugledni geodeti iz posameznih republik. Slovenski član uredniškega odbora je bil dipl. inž. Ivan Golorej, načelnik republiške geodetske uprave, ki je naveden tudi kot vodilni avtor slovenskega dela vsebine slovarja. Glavni urednik in urednik slovarja pa sta bila upokojena polkovnika geodetske službe Milutin Stefanović in Nikola Radošević. V uvodnem delu so navedeni številni sofinancerji, tako so na primer z območja Slovenije izid slovarja finančno podprli: Raziskovalna skupnost Slovenije, Republiška geodetska uprava, Zavod SRS za družbeno planiranje in Geodetski zavod SRS.

Slovar na 879 straneh A4-formata je sestavljen v osmih jezikih. Vsebuje približno 5500 strokovnih izrazov v štirih jezikih narodov in narodnosti naše nekdanje skupne države: srbohrvaškem (hrvaškosrbskem), slovenskem, makedonskem in albanskem, ter v štirih tujih jezikih: francoskem, angleškem, nemškem in ruskem. Vsebina delov slovarja je prikazana na sliki 2.

## S A D R Ž A J

PREDGOVOR	— — — — —	VII
UPUTSTVO ZA KORIŠČENJE REČNIKA	— — — — —	XIII
SKRAČENICE	— — — — —	XVIII
REČNIK (OSNOVNI TERMINI)	— — — — —	1
INDEKSI:		
— SRPSKOHRVATSKI (HRVATSKOSRPSKI)	— —	463
— SLOVENAČKI	— — — — —	549
— MAKEDONSKI	— — — — —	615
— ALBANSKI	— — — — —	661
— FRANCUSKI	— — — — —	697
— ENGLESKI	— — — — —	731
— NEMAČKI	— — — — —	785
— RUSKI	— — — — —	841

Slika 2: Vsebina glavnih delov Večjezičnega geodetskega slovarja.

Najprej je priporočljivo in koristno prebrati kratka navodila za uporabo slovarja in seznam okrajšav z opisom njihovega pomena. Navodila in seznam okrajšav obsegata le po eno stran, kjer so glede uporabe slovarja razložena vsa ustrezna pojasnila.

Slovar je sestavljen iz dveh delov. V prvem so v srbohrvaškem (hrvaškosrbskem) jeziku navedeni osnovni strokovni izrazi s pripadajočimi opisi in obrazložitvami. Pod tem so za vsak strokovni izraz navedeni po vrsti prevodi teh izrazov v ostale jezike, in sicer z označbami (glej primer v okvirčku na sliki 3):

- S. – slovenski,
- M. – makedonski (v cirilici),
- A. – albanski,
- F. – francoski,

- E. – angleški,
- N. – nemški in
- R. – ruski (v cirilici).

Obrazložitve strokovnih izrazov so podane po francoskem besedilu kot temeljnem jeziku Večjezičnega slovarja FIG, saj so jih sprejele vse državne geodetske zveze, včlanjene v FIG. Iz tehničnih razlogov so glavni strokovni izrazi navedeni v enakem zaporedju in z enakimi črkovno-številčnimi oznakami (na primer A 67, C 159, E 164 ...) kot v Večjezičnem slovarju FIG (slika 3).

pogrešek ničle	T 58	pogreznjen svet	A 47	polica	S 3
pogrešek, položajni —	E 165	Poissonov koeficient	A 67	poliedrska projekcija	P 260
pogrešek, preostali —	E 167	pojasnilo na robu	R 110	poligon	C 159 C 166, P 171
pogrešek pri centriranju	E 158,	pojasnilo znakov	L 16	poligon (mnogokotnik)	P 173
C 101, E 144, E 193		pojemno-jezični hitrost	V 96	poligon (pentlja)	M 12
pogrešek pri justiranju	D 18	poje		poligon, busolni —	C 159
pogrešek pri kartiranju	E 159	<b>E164 SREDNJA KVADRATNA GRE-</b>		oligon, busolni grafični —	C 162
pogrešek pri odčitavanju	E 154	<b>SKA f (POGRESKA f); SRED-</b>		oligon, glavni —	C 159
pogrešek pri risanju	E 159	<b>NJA GREŠKA f DRUGOG</b>		oligon, grafični —	C 159, C 164
pogrešek pri zaključnem		<b>STEPENA m</b> Po definiciji to je koli-		oligon, izravnanje	
poligonu	E 153	čina čiji je kvadrat srednja vrednost		(proporcionalno)	C 224
pogrešek (razlika)	R 140	zбира kvadrata pravih grešaka. Kako		oligon, izravnanje (z rotacijo	
pogrešek, refrakcijski —	R 73	nam prave greške nisu poznate,		in spremembo merila)	C 223
pogrešek, sistematični —	E 168	koristimo odstopanja i stavljamo		oligon, iztegnjeni —	C 169
pogrešek, slučajni —	E 140	da je		oligon, kotni —	C 161
pogrešek, srednji —	E 161			oligon, merjenji	M 130
pogrešek, srednji				oligon, orientirani —	C 159
aritmetični —	E 162			oligon, prečni —	T 199
pogrešek, srednji kvadra-				oligon, priključiti enega	
tni —	M 157, E 164, E 161, D 59			na drugega	G 68
pogrešek, srednji položajni —	R 29			oligon, razdelitev pogreškov	
pogrešek sukanja	T 154			v poligonu	C 220
pogrešek, verjetni —	E 166			oligon, slepi —	A 118
pogrešek, višinski —	E 141			oligon, stranski —	C 159
pogrešek vizirne osi	D 17			oligon,	
pogrešek vrtilne osi	D 17			tahimetrični —	C 168, C 159

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{vv}{n-1}}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{|p_{vv}|}{n-1}}$$

S. srednji kvadratni pogrešek m  
 M. средняя квадратная грешка (f)  
 A. gabim i mesem kvadratik  
 F. erreur f moyenne quadratique  
 E. root mean square error;  
 standard error; standard  
 deviation  
 N. mittlerer Fehler m  
 R. средняя квадратическая  
 ошибка f

↑ abecedni seznam pojmov
↑ oznake pojmov
← opis pojma pod oznako v osnovnem delu slovarja in prevodi pojma v ostalih jezikih

Slika 3: Posamezni pojmi so opisani v srbohrvaškem (hrvaškosrbskem) jeziku, prevodi pa so pod opisom navedeni v preostalih sedmih jezikih slovarja. Ključ večjezične povezave med pojmovno vsebino v prvem delu slovarja in abecednimi seznamami pojmov v drugem delu slovarja so črkovno-številčne oznake

Drugi del slovarja v zaporednih sklopih po zgoraj navedenem vrstnem redu jezikov vsebuje abecedne sezname strokovnih izrazov v vseh osmih navedenih jezikih. Slovenski uporabnik Večjezičnega geodetskega slovarja se na primer lahko loti iskanja opisa nekega pojma oziroma strokovnega izraza tako, da najprej poišče v abecednem seznamu iskani pojem in nato pogleda črkovno-številčno oznako ali oznake, zapisane za pojmom. Nato v osnovnem prvem delu slovarja poišče opis pod izbrano črkovno-številčno oznako. Pod opisom vsakega pojma so navedeni prevodi pojmov v vse preostale jezike slovarja, po vrstnem redu od slovenskega do ruskega. Za ponazoritev je na sliki 3 na primer prikazan primer iskanja pojma »srednji kvadratni pogrešek« in opisa pod najdeno črkovno-številčno oznako E 164. Če sta črkovno-številčni oznaki za posameznim pojmom v abecednem kazalu dve ali več, je treba v osnovnem delu slovarja poiskati vse oznake in opise pojmov pod temi oznakami. V navodilih so podani še nekateri podrobnejši napotki za učinkovito uporabo slovarja.

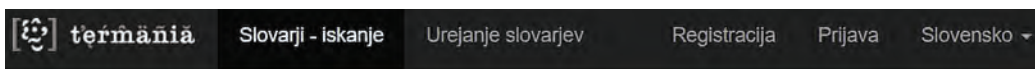
### 3 GEODETSKI SLOVAR ZA NOVE ČASE

V današnjem času se morajo slovarji prilagoditi in prirediti za uporabo v digitalni dobi. Po težkih knjigah, med tisoči in tisoči slovarskih gesel, brskajo le še redkejši strokovnjaki specialisti, pa še to le, če nimajo na voljo digitalne, praviloma spletne, različice. Skrajni čas je torej, da geodeti v takšno obliko pretvorimo tudi opisani Večjezični geodetski slovar. V Sloveniji obstajata dva močna in kakovostna ter izjemno uporabna spletna slovarska portala. Našemu geodetskemu slovarju je treba najti mesto vsaj na enem in tako zagotoviti, da bo izjemno večjezično bogastvo geodetskega strokovnega izrazoslovja za potrebe v današnjem času in prihodnosti prosto dostopno geodetom in vsem drugim uporabnikom.

Prva možnost je vključitev Večjezičnega geodetskega slovarja v spletni slovarski portal Fran (www.fran.si). »Portal Fran združuje slovarje, slovenistične jezikovne vire in portale, ki so nastali ali še nastajajo na Inštitutu za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, ter slovarje, ki so v okviru dela na tem inštitutu dobili digitalno obliko. Omogoča tudi iskanje po drugih izbranih slovenskih jezikovnih korpusih. Namen portala (slika 4) je omogočiti dostop do slovarskih informacij čim širšemu krogu uporabnikov, zato omogoča tako povsem preproste kakor tudi zelo kompleksne poizvedbe.« (cit., vir: <http://www.fran.si/o-portalu>).

Slika 4: Spletni slovarski portal FRAN. (Vir: [www.fran.si](http://www.fran.si))

Druga možnost je vključitev Večjezičnega geodetskega slovarja v spletni slovarski portal Termania (<http://www.termania.net>), ki »je prosto dostopni spletni slovarski portal, namenjen predvsem iskanju po slovarskih zbirkah, omogoča pa tudi urejanje slovarskih zbirk oziroma gesel. Namen portala je postati centralno mesto zbiranja terminoloških in drugih podatkov slovarske narave za slovenščino, v kasnejši fazi pa tudi za druge jezike. Prednost portala Termania (slika 5) pred drugimi slovarskimi portali je predvsem v tem, da so na enem mestu preko enotnega vmesnika na voljo slovarji povsem različnih tipov in struktur, in to ne samo za iskanje, temveč tudi za urejanje.« (cit., vir: <http://www.termania.net/o-portalu>).



Slika 5: Spletni slovarski portal Termania. (Vir: [www.termania.net](http://www.termania.net))

#### 4 PREVEDBA V DIGITALNO OBLIKO ...

Praktični pristop k prevedbi Večjezičnega geodetskega slovarja v digitalno obliko lahko na primer izvedemo na naslednji način:

1. Skeniranje slovarja – število strani: 1 (platnica) + XIX (Uvod) + 880 + 6 (Errata) = skupno 906 strani A4-formata.
2. Prevedba v tekstovno obliko s programsko opremo za avtomatsko prepoznavo znakov OCR (angl. *Optical Character Recognition*).
3. Podroben pregled besedila s črkovalniki za posamezen jezik slovarja in odprava napak avtomatskega postopka OCR pri prepoznavi znakov.
4. Stik in dogovor za vključitev v slovarski portal z Inštitutom za slovenski jezik Frana Ramovša (E: [isj@zrc-sazu.si](mailto:isj@zrc-sazu.si), [kahacic@zrc-sazu.si](mailto:kahacic@zrc-sazu.si)), upravljavcem slovarskega portala Fran, in podjetjem Amebis (E: [info@amebis.si](mailto:info@amebis.si), [miro.romih@amebis.si](mailto:miro.romih@amebis.si)), upravljavcem portala Termania.

In kdo naj bi izvedel te korake, ter kako? Racionalen, čeprav v slovenski geodetski službi doslej neupoštevani, odgovor na to vprašanje je med drugim opisan v strokovnih člankih, ki sem jih na temo digitalizacije znanstvenih, strokovnih, zakonodajnih in drugih vsebin geodetske znanosti in stroke objavil pred leti v Geodetskem vestniku, na primer:

- leta 2006: GeoDiLib – Slovenska digitalna knjižnica geodezije  
[http://www.geodetski-vestnik.com/50/2/gv50-2\\_337-345.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/50/2/gv50-2_337-345.pdf),
- leta 2013: »Historia magistra vitae est« (Zgodovina je učiteljica življenja)  
[http://www.geodetski-vestnik.com/images/57/4/gv57-4\\_mnenja1.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/images/57/4/gv57-4_mnenja1.pdf).

Marsikdo med vami geodeti in geodetkami zagotovo pozna še druge odgovore – boljše, enostavnejše, hitreje – in lahko tudi prispeva k njihovi uresničitvi.

## 5 ... TO JE ZDAJ VPRAŠANJE?!

Ali bomo torej v sodobnem času, z vso tehniko, ki nam je na voljo, geodeti kot stroka in služba zmogli zbrati nekaj malega volje in časa, da spravimo v digitalno in spletno dostopno obliko Večjezični geodetski slovar, v pripravo katerega je geodetska stroka narodov in narodnosti nekdanje Jugoslavije vložila dolga leta medsebojnega sodelovanja in napornega dela? V sodobnem času je pogosto razmišljanje, da je takšno početje zgolj izguba časa in denarja, saj imamo vendar veliko pomembnejšega dela. Že mogoče, vendar je trajna izguba časa in denarja zagotovo bistveno večja, če kot stroka in služba ne znamo uporabiti in ceniti znanja in dosežkov preteklih generacij geodetov, še posebej, če si domišljamo, da tega znanja ne potrebujemo!

### Literatura in viri:

Triglav, J. (2006). GeoDiLib – Slovenska digitalna knjižnica geodezije. Geodetski vestnik, 50 (2), 337–345.

Triglav, J. (2013). »Historia magistra vitae est« (Zgodovina je učiteljica življenja). Geodetski vestnik, 57 (4), 807–814.

Višejezični geodetski rečnik: osmojezično izdanje na srpskohrvatskom (hrvatskosrbskom), slovenačkom, makedonskom, albanskom, francuskom, engleskom, nemačkom i ruskom jeziku (1980). Beograd: Zavod za kartografiju »Geokarta«.



---

*Dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.*  
Območna geodetska uprava Murska Sobota,  
Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota  
e-naslov: [joc.triglav@gov.si](mailto:joc.triglav@gov.si)

# GNSS-KAMPANJA »EUREF SLOVENIJA 2016« “EUREF SLOVENIA 2016” GNSS CAMPAIGN

*Klemen Medved*

## 1 UVOD

Geodetska uprava RS je v drugi polovici leta 2016 izvajala obsežne terenske meritve v okviru GNSS-kampanje, imenovane »EUREF Slovenija 2016«. V njej naj bi ponovno izmerili vse geodetske točke, na podlagi katerih je bila v Sloveniji realizirana horizontalna sestavina državnega prostorskega koordinatnega sistema.

V zadnjem obdobju smo v Sloveniji vzpostavili državno kombinirano geodetsko mrežo oziroma mrežo 0. reda, ki bo na dolgi rok pomenila hrbtenico slovenskega geodetskega referenčnega sistema in jo je treba vključiti v samo realizacijo koordinatnega sistema. Prav tako uporabljamo državno omrežje stalnih GNSS-postaj SIGNAL, ki je neposredno vključeno v geodetsko referenčno osnovo in mora biti skladno z vsemi drugimi referenčnimi točkami.

Z izmero smo tako povezali in isti časovni epohi vse tri slovenske geodetske referenčne osnove in pridobili možnost za novo, kakovostnejšo realizacijo državnega prostorskega koordinatnega sistema.

## 2 RAZLOGI ZA IZVEDBO EUREF-KAMPANJE

Slovenski realizaciji ETRS89, ki temelji na EUREF GPS-kampanjah iz let 1994–1996, je po nekaterih ocenah že potekel rok trajanja. Razlogi za to so precej aktivna tektonika slovenskega državnega ozemlja. Ocenjeni vektorji hitrosti kažejo na spreminjanje geometrije območja Slovenije z velikostjo do nekaj milimetrov na leto (Caporali in sod., 2011; Sterle, 2015).

Z vzpostavitvijo mreže 0. reda smo vzpostavili hierarhijo geodetskih mrež, ki jih sestavljajo stalno delujoče postaje GNSS (tako omrežje 0. reda kot tudi omrežja SIGNAL) in druge fizično stabilizirane točke GNSS. Hierarhija – od najpomembnejše do najmanj pomembne mreže – je (Stopar in sod., 2015a):

1. mreža 0. reda,
2. omrežje SIGNAL in
3. pasivna mreža fizično stabiliziranih točk GNSS (EUREF-točke).

Omrežje SIGNAL je operativno že deset let, vendar so bile koordinate postajam GNSS določene na podlagi opazovanj GNSS, ki so trajala le en teden v letu 2007. Izvedena so bila tako, da je vzpredno potekala izmera na vseh petih uradnih EUREF-točkah v Sloveniji (Donačka gora, Korada, Kucelj, Malija



in Velika Kopa) in v omrežju SIGNAL. Koordinate točk omrežja SIGNAL se od takrat niso spremenile in predstavljajo geometrijo ozemlja Slovenije le še na stopnji točnosti nekaj centimetrov. Opazovanja so bila opravljena kmalu po začetku operativnega delovanja omrežja SIGNAL in takrat nismo imeli časovnih vrst koordinat. Tako ne poznamo neskladnosti med uradno določenimi in pravimi vrednostmi koordinat, pri katerih bi bila upoštevana lokalna in regionalna geodinamika območja Slovenije. Na podlagi številnih raziskav pa vendarle lahko sklepamo, da je geodetski datum D96 po 21 letih postal zastarel in neustrezne kakovosti za današnje potrebe.

Koordinate točk EUREF so bile določene z izračunom v letu 2003, ki pa je temeljil na izmerah EUREF v letih 1994, 1995 in 1996. Koordinate so določene za srednjo epoho 1995,55 in se od takrat niso spreminjale. Zaradi istih vzrokov kot pri omrežju SIGNAL tudi koordinate točk EUREF ne predstavljajo več prave geometrije ozemlja Slovenije. Neskladnost je tu še večja, saj je od določitve koordinat preteklo že 20 let.

Točke EUREF tako predstavljajo geometrijo mreže v letu 1995, omrežje SIGNAL v letu 2007, mreža 0. reda pa geometrijo v letu 2016. Povezava med tremi mrežami na podlagi koordinat je tako nepravilna. Tako je treba vzpostaviti in opredeliti povezavo med vsemi tremi mrežami. Pravilna relacija je lahko vzpostavljena le na podlagi obdelave opazovanj GNSS za vse točke vseh treh mrež za isto časovno obdobje v isti obdelavi in v ustreznem globalnem koordinatnem sistemu (Stopar in sod., 2015b).

### 3 NAČRTOVANE EUREF-KAMPANJE

Prva EUREF-kampanja, ki se je v Sloveniji izvajala leta 1994, torej pred 22 leti, je vključevala sedem točk in je bila priprava na obsežnejšo leta 1995. Ta je bila velik logistični in finančni zalogaj, saj je vključevala 48 točk. Kampanja »EUREF Slovenija 1995« se je pod vodstvom g. Miškovića izvajala v sodelovanju takratnega Inštituta za uporabno geodezijo iz Frankfurta (IfAG), Geodetske uprave RS, Hrvaške geodetske uprave in nekaterih večjih slovenskih geodetskih podjetij. Hkrati je bilo na terenu več kot sto operaterjev s 34 instrumenti (Trimble, model 4000). Sledila je še EUREF-kampanja v letu 1996, ko je bilo jedro izmer na območju Hrvaške, v Sloveniji pa je bilo vanjo vključenih šest točk (Berk in sod., 2003).

Tokrat smo zaradi kadrovskih in predvsem finančnih omejitev načrt prilagodili okoliščinam. Tako je bila načrtovana izvedba kampanje v devetih serijah s po petimi terenskimi ekipami in instrumenti (Javad, model Triumph) ter s približno istim naborom točk kot pred dvema desetletjema. Tako se je sicer povečal časovni obseg merjenj, bistveno pa so se zmanjšali stroški, saj so bile vse meritve opravljene v okviru rednega dela uslužbencev Urada za geodezijo.

Vse EUREF-točke, ki so bile izmerjene že v kampanjah v letih 1994–1996, so bile predhodno pregledane. Nekatere trigonometrične točke I. reda so bile v relativno slabem stanju, saj se v zadnjih 20 letih ni izvajalo sistematično vzdrževanje, zato so bile ustrezno sanirane (primera na slikah 1 in 2). Poleg tega sta bila preverjena dostop do točke in zaraščenost območja. Okolico nekaterih točk je bilo treba temeljito očistiti, ker je bila zaraščena.

Nekatere točke so bile v tem času tudi uničene oziroma spoznane za neustrezne (Žigartov vrh, Grintovec, Lendavske gorice, Pasja ravan). V kampanjo je bila vključena tudi »nova« točka, ki so jo v preteklosti že merili več kot 72 ur (GNSS-opazovanja). To je geodinamična geodetska točka Dole (pri Metliki).



Slika 1: Trigonometrična točka I. reda 515 (Košuta) pred sanacijo in po njej.



Slika 2: Trigonometrična točka I. reda 175 (Snežnik) pred sanacijo in po njej.

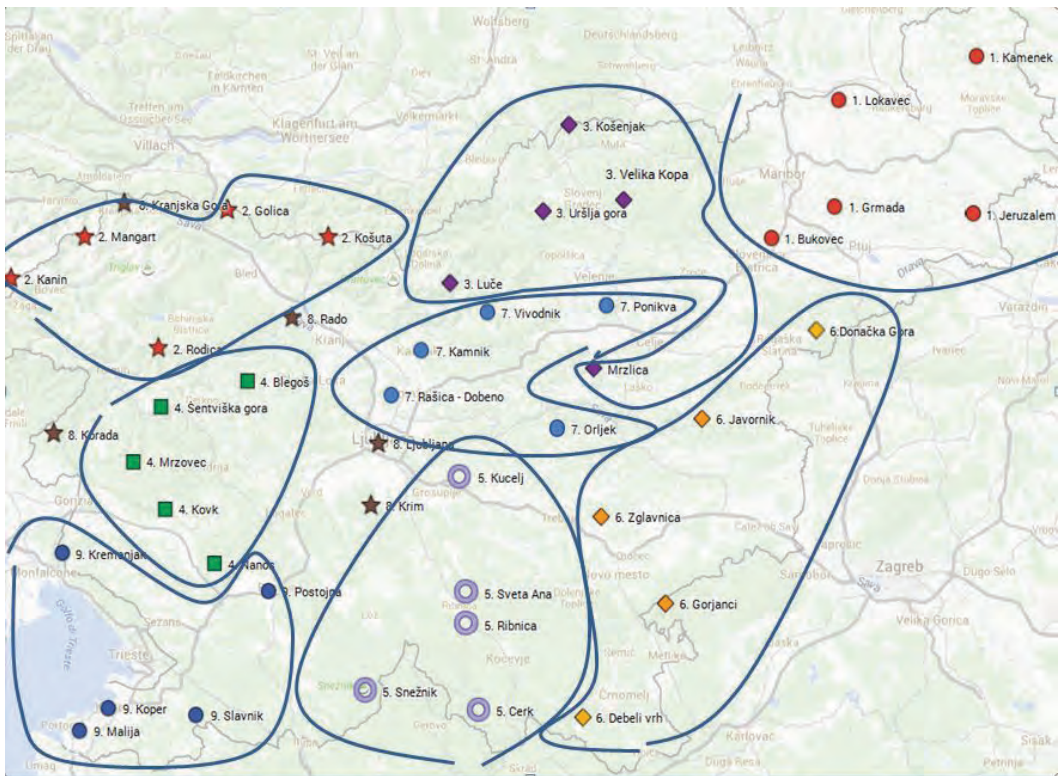
Pred izmero je bila pregledana oprema za merjenje, nabavljeni so bili manjkajoči kosi, treba je bilo tudi oblikovati obrazec zapisnika ter pripraviti navodila za ravnanje z instrumentom, izpolnjevanje zapisnika in arhiviranje podatkov. Instrumenti so bili pred začetkom projekta ustrezno testirani. Izvedeno je bilo tudi izobraževanje vseh operaterjev, ki so sodelovali v kampanji.

V pripravljalnem obdobju je bilo sklenjenih nekaj dogovorov, in sicer s slovensko vojsko (MORS) za sodelovanje s helikopterskim prevozom (Kanin in Mangart), s hrvaško geodetsko upravo za izvajanje meritev na dveh njihovih točkah (Brusnik in Pulj) ter s slovensko policijo za dostop na carinski pomol v Kopru.

#### 4 IZVEDBA MERITEV

GNSS-kampanja »EUREF Slovenija 2016« se je pričela 22. avgusta 2016 in končala 10. novembra 2016. V tem obdobju je bilo skupaj opravljenih 36 dni terenskih meritev. Merjenje je potekalo na 46 izbranih EUREF-točkah, ki vključujejo izbrane točke astrogeodetske mreže (trigonometrične točke I. reda) in geodinamične mreže. Meritve so potekale v devetih serijah (slika 3). V vsaki so se izvajale hkrati na petih točkah, razen v peti seriji, v katero sta bili vključeni še dve hrvaški točki, in v šesti seriji, v katero je bilo vključenih šest točk. Vsaka posamezna točka je bila merjena v treh dnevni serijah (tj. po 72 ur). Interval registracije podatkov je bil 30 sekund, elevacijska maska pa  $10^\circ$ . Večinoma so serije potekale

od ponedeljka do četrтка (od 12<sup>h</sup> do 12<sup>h</sup> po lokalnem času), nekatere pa tudi od torika do petka. Razlog je bil enostaven, in sicer boljša vremenska napoved. Pri meritvah so se uporabljali instrumenti Javad Triumph-LS (oziroma -LV) z anteno JAV\_RINGANT\_G3T NONE.



Slika 3: Prikaz lokacij EUREF-točk po posameznih serijah meritv.

Meritve so potekale na naslednjih točkah astrogeodetske mreže: *Blegoš* (169), *Snežnik* (175), *Gorjanci* (375), *Debeli vrh* (376), *Javornik* (374), *Kamenek* (387), *Kanin* (202), *Grmada* (385), *Golica* (516), *Mrzovec* (171), *Slavnik* (181), *Orljek* (224), *Jeruzalem* (517), *Lokavec* (386), *Rodica* (170), *Zglavnica* (396), *Mangart* (179), *Košuta* (515), *Velika Kopa* (372), *Uršlja gora* (223), *Mrzlica* (373), *Košenjake* (91), *Nanos* (176), *Sveta Ana* (174), *Kucelj* (173), *Cerk* (185), *Donačka gora* (214), *Rašica* (168), *Vivodnik* (166), *Korada* (518), *Krim* (172), *Maliija* (180) in *Kremenjak* (519), geodinamičnih točkah: *Kamnik* (KAMN), *Kovk* (KOVK), *Kranjska Gora* (KRGO), *Ljubljana* (LJUB), *Luče* (LUCE), *Ponikva* (PONI), *Postojna* (POST), *Radovljica* (RADO), *Ribnica* (RIBN), *Šentviška gora* (SEGO), *Bukovec* (BUKO), *Dole* (DOLE) in *Koper* (SMKP) ter hrvaških EUREF-točkah: *Brusnik* (0727) in *Pula* (0729).

Skupaj so bile torej meritve opravljene na 48 tako imenovanih pasivnih geodetskih točkah s statično GNSS-izmero. Poleg tega so se opazovanja izvajala na:

- šestih stalno delujočih postajah kombinirane geodetske mreže 0. reda (Areh, Kog, Koper, Korada, Šentvid pri Stični in Prilozje),

- petnajstih stalno delujočih postajah omrežja SIGNAL (Bodonci, Bovec, Brežice, Celje, Črnomelj, Idrija, Ilirska Bistrica, Lendava, Ljubljana, Maribor, Nova Gorica, Ptuj, Radovljica, Slovenj Gradec in Trebnje),
- obmejnih stalno delujočih postajah sosednjih državnih GNSS-omrežij (avstrijsko APOS, hrvaško CROPOS, italijansko Rete GNSS FVG in madžarsko GNSSnet.hu) ter
- nekaterih IGS-postajah na območju Evrope.

Meritve so potekale brez večjih zapletov, vreme nam je bilo večinoma naklonjeno (sliki 4 in 5), čeprav se je že pojavil prvi sneg (slika 6). V posamezni ekipi sta bila od dva do štirje člani, odvisno od zahtevnosti dostopa do točke. Prvo serijo meritev smo opravili v severovzhodnem delu države in nadaljevali v visokogorju. Za točki Kanin in Mangart je bil organiziran helikopterski prevoz članov skupine in opreme, saj je dostop do njiju zelo zahteven (slika 7).



Slika 4: Meritve na točki Blegoš.



Slika 5: Pogled z Mangarta.



Slika 6: Zimske razmere na točki Vivodnik.



Slika 7: Helikopterski prevoz opreme in operaterjev na Kanin in Mangart.

Med meritvami so nas na točki Debeli vrh obiskali člani Dolenjskega geodetskega društva (slika 9), na točki Malija pa člani Primorskega geodetskega društva.

V splošnem lahko povzamemo, da so bile meritve izvedene uspešno. Za problematične so se izkazale nekatere točke, ki so na vrhu visokih stebrov in so že v slabem stanju (na primer Debeli vrh) ali pa na

neugodni mikrolokaciji (na primer Bukovec, stabilizirana na poševnem terenu sredi njive, ki se obdeluje). Pri teh bo treba končne rezultate interpretirati zelo pazljivo.



Slika 8: Točka Korada, v ozadju točka mreže 0. reda.



Slika 9: Obisk Dolenjskega geodetskega društva na točki Debeli vrh.

## 5 NADALJNJA OBDELAVA PODATKOV

Nadaljnja obdelava podatkov bo vključevala vseh 48 izmerjenih geodetskih točk GNSS-kampanje in 40 stalnih GNSS-postaj. V izračun bo vključenih 80 zaporednih dnevnih serij (22. 8. 2016–10. 11. 2016). Razdeljene so v devet serij meritev s po tremi dnevnimi serijami in osem vmesnih serij, ko so opazovane samo stalne GNSS-postaje. Skupaj gre za 230.680 epoh z registracijo na 30 sekund. Srednja epoha kampanje je 2016,75.

Sam izračun se bo izvedel s programsko opremo Bernese GNSS Software, različica 5.2, v koordinatnem sestavu IGB08 in z vklopom na IGS-točke, vse skladno s smernicami EUREF. Sledila bo transformacija v ETRS89 in končna potrditev izračunov s strani EUREF. Rezultati obdelave podatkov bodo primerjani s tistimi iz kombiniranega izračuna EUREF GPS-kampanj iz let 1994–1996 (47 točk) in iz Mini EUREF GPS-kampanje iz leta 2007 (25 točk).

## 5 ZAKLJUČEK

Z izvedbo GNSS-kampanje »EUREF Slovenija 2016« smo tudi v Sloveniji kot eni zadnjih evropskih držav izvedli ponovno izmero geodetskih točk, ki pomenijo državno realizacijo ETRS89. Sledita obdelava in izračun podatkov, ki bosta dejansko pokazala, kakšno je stanje horizontalne sestavine državnega prostorskega koordinatnega sistema.

Vsekakor je bil glavni cilj EUREF GNSS-izmere določitev kakovostnih koordinat EUREF-točk, postaj GNSS v omrežju SIGNAL in postaj GNSS na točkah kombinirane geodetske mreže 0. reda. Z obdelavo GNSS-meritev bomo pridobili koordinate vseh ključnih geodetskih točk v Sloveniji v istem časovnem obdobju ter na njihovi podlagi lahko določili novo realizacijo koordinatnega sistema.

V splošnem lahko rečemo, da so glede na velikost in značaj dobljenih odstopanj koordinat mogoči naslednji scenariji (Stopar in sod., 2015b):

- a) koordinatne razlike bodo majhne in lahko ohranimo sedanjí statični geodetski datum D96;
- b) koordinatne razlike bodo (pre)velike in treba bo:

- določiti nov statični geodetski datum D17 na podlagi izračuna GNSS-kampanje »EUREF Slovenija 2016«,
- preiti na poldinamični geodetski datum ali
- preiti na (4R) dinamični geodetski datum.

Glede na poznana dejstva bo nova realizacija najverjetneje morala vsebovati tudi dinamično komponento, saj iz izkušenj vemo, da lahko statičen geodetski datum ustreza današnjim zahtevam le za krajše obdobje (največ od 5 do 10 let). Z novimi koordinatami EUREF-točk v Sloveniji bomo pridobili možnost za nadaljnje izboljšave geokinematičnega modela slovenskega ozemlja (sedaj obstaja le v delovni obliki, vzpostavljen pa je bil le v raziskovalne namene), ki bo temeljil na precej velikem številu točk in precej dolgem časovnem obdobju od prvih kakovostnih izmer GNSS.

Konkretno smo z izmero »EUREF Slovenija 2016« pridobili kakovostna opazovanja GNSS za 45 EUREF-točk, za katere od prve izmere EUREF mineva več kot 20 let. Za več kot 20 stalno delujočih postaj GNSS imamo na voljo neprekinjena opazovanja GNSS za več kot deset let. Na petih točkah kombinirane geodetske mreže 0. reda pa se izvajajo opazovanja GNSS neprekinjeno približno eno leto in še ne morejo sodelovati pri tvorbi geokinematičnega modela (Stopar in sod., 2016).

Bodo pa točke 0. reda ključne za določitev prihodnjega, kakovostnejšega geokinematičnega modela Slovenije. To so namreč edine točke, ki v Sloveniji izpolnjujejo stroga merila glede izbora lokacije in stabilizacije/izgradnje.

## Viri in literatura:

- Berk, S., Komadina, Ž., Marjanović, M., Radovan, D., Stopar, B. (2003). Kombinirani izračun EUREF GPS-kampanj na območju Slovenije. *Geodetski vestnik*, 47 (4), 414–422.
- Caporali, A., Lidberg, M., Stangl, G. (2011). Lifetime of ETRS89 Coordinates. Report on the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF). Kišinjev, Moldavija, 25.–28. maj 2011.
- Miškovič, D. (1995). Poročilo o GPS kampanji Slovenija 1995. Interno gradivo. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije, november 1995, 4 str.
- Sterle, O. (2015). Časovno odvisne geodetske mreže in koordinatni sistemi. Doktorska disertacija, št. 27/GO. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Stopar, B., Koler, B., Kogoj, D., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Kregar, K., Štebe, G., Urbanič, T., Goršič, J., Mencin, A., Berk, S., Bajec, K., Mesner, N., Fabiani, N., Caserman, M., Bric, V., Triglav Čekada, M., Kamičnik, I., Janežič, M., Oven, K. (2015a). Razvoj geodetskega referenčnega sistema 2014. Zaključni elaborat. Projekt št. 2433-13-0003. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, oktober 2015, 295 str.
- Stopar, B., Režek, J., Komadina, Ž., Medved, K., Berk, S., Bajec, K., Oven, K., Koler, B., Urbanič, T., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Sterle, O. (2015b). Aktivnosti pri vzpostavitvi sodobnega geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji. *Geodetska (r)evolucija*, 43. geodetski dan, Sežana, 9.–10. april 2015. Zbornik posveta, str. 37–56. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije, in Nova Gorica: Primorsko geodetsko društvo.
- Stopar, B., Koler, B., Kogoj, D., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Kregar, K., Štebe, G., Urbanič, T., Goršič, J., Mencin, A., Berk, S., Fabiani, N., Mesner, N., Caserman, M., Bric, V., Triglav Čekada, M., Kamičnik, I., Janežič, M., Oven, K. (2016). Implementacija kombinirane geodetske mreže in višinske komponente ERSR v državni geodetski referenčni sistem. Zaključni elaborat. Projekt št. 2433-13-0003. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, september 2016, 3 zv., 216 + 152 + 538 str.
- Zupančič, M. (2016). Poročilo projekta EUREF SLO 2016. Interno gradivo. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije, november 2016, 8 str.



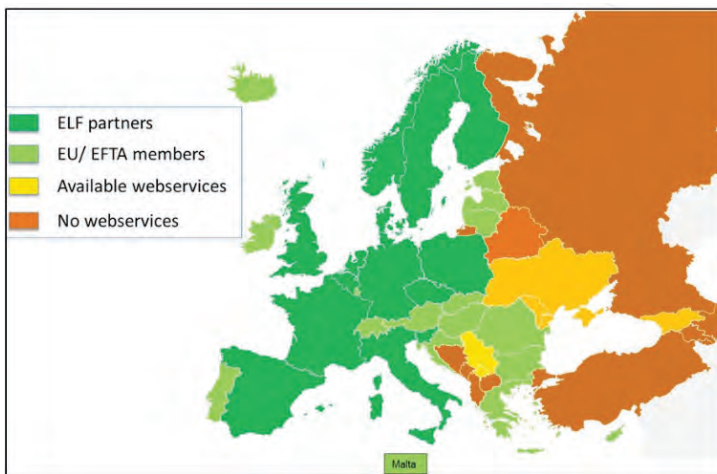
*Mag. Klemen Medved, univ. dipl. inž. geod.*  
 Geodetska uprava Republike Slovenije  
 Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana  
 e-naslov: klemen.medved@gov.si

# EVROPSKI LOKACIJSKI OKVIR

# EUROPEAN LOCATION FRAMEWORK

*Danijel Boldin, Tomaž Petek*

V tri leta trajajočem projektu, ki se je začel marca 2013 in v katerem je sprva sodelovalo 30 partnerjev, kasneje pa je bil podaljšan do oktobra 2016 in je na koncu vključeval konzorcij 40 partnerjev iz Evrope, je sodelovala tudi Slovenija (slika 1).



Slika 1: Sodelujoče države.

Finančno projekt zajema naložbo v višini 13 milijonov EUR, ki jo je v deležu 50 % sofinancirala evropska komisija iz programa ICT PSP. Nosilna organizacija konzorcija je bila norveška geodetska uprava Kartverket. V konzorciju je od samega začetka sodelovala tudi Geodetska uprava RS, in sicer v obsegu 198.000 EUR (vrednost 18 mesecev dela za enega človeka).

Cilj projekta »European Location Framework – ELF« je bil zagotoviti skupni evropski lokacijski okvir (ELF), ki bo v skladen z Evropskim interoperabilnostnim okvirjem (*angl. European Interoperability Framework* – EIF) in direktivo o vzpostavitvi infrastrukture za prostorske informacije v Evropi (*angl. Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe – INSPIRE*) ter bo omogočal povečanje ponovne uporabe uradnih prostorskih podatkov, ki jih vodi in vzdržuje javni sektor. ELF naj

omogoča dostop in uporabo uradnih, vzdrževanih, medopravilnih in medmejno usklajenih referenčnih prostorskih podatkov za evropske uporabnike iz javnega in zasebnega sektorja

Projekt je bil razdeljen na devet delovnih področij oziroma sklopov (angl. *work package*), kot je prikazano na sliki 2.

WP Number <sup>53</sup>	WP Title
WP 1	Management
WP 2	E.L.F. Specifications
WP 3	E.L.F. Services and Data Content
WP 4	Implementation of Geo-Tools
WP 5	Cloud Service Platform
WP 6	User and 3rd party data content
WP 7	Service Instances
WP 8	Engagement and Dissemination
WP 9	Sustainable access and use

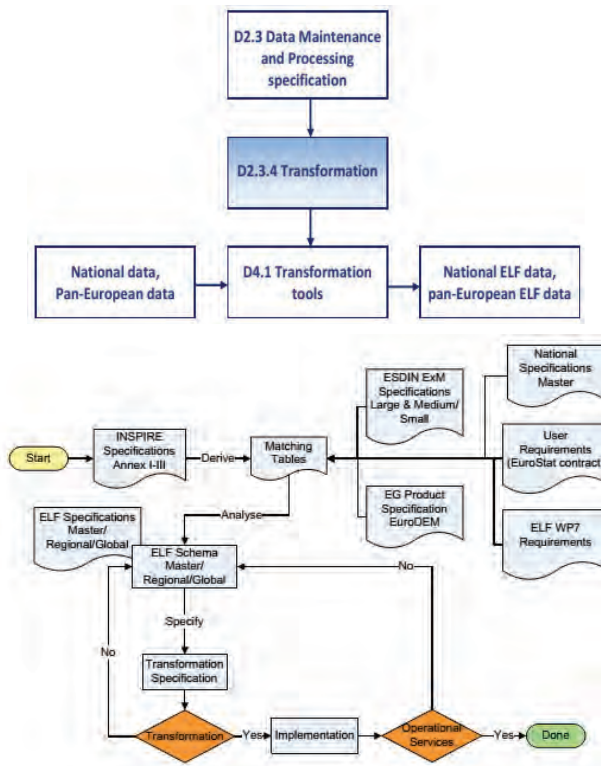
Slika 2: Sodelovanje GU v delovnih sklopih.

Geodetska uprava je sodelovala v **šestih delovnih** sklopih. Prvi je bil namenjen upravljanju projekta. Delovna skupina drugega sklopa je pripravila podatkovne specifikacije za izbrane podatkovne sloje in za tri ravni natančnosti, in sicer: od 1 : 5000 do 1 : 100.000 (angl. *master*), od 1 : 100.000 do 1 : 500.000 (angl. *regional*) in v manjših merilih od 1.500.000 (angl. *global*). Pripravila je tudi specifikacije za obdelavo in vzdrževanje izdelkov in storitev. Izbrani podatkovni sloji (v skladu s specifikacijami direktive INSPIRE) so bili: administrativne enote (angl. kratica *AU*), hidrografija (*HY*), promet (*TN*), zemljepisna imena (*GN*), zemljiškokatastrske parcele (*CP*), naslovi (*AD*), višine (*EL*), zgradbe (*BU*), pokrovnost tal (*LC*), dejanska raba tal (*LU*) in ortofoto posnetki. Pripravi ustreznih navodil in rešitev za zagotavljanje podatkov prek nacionalnih servisnih storitev je bil posvečen tretji delovni sklop. V njem so pripravili tudi sistemsko okolje za računalniški sistem v oblaku, kjer se uporablja ena od odprtokodnih rešitev – OSKARI. Logični in postopkovni model preoblikovanja podatkov sta prikazana na slikah 3 in 4.

Zagotavljanju podatkov tretjih oseb je bil posvečen šesti delovni sklop. Delovna skupina je proučevala možnosti uporabe podatkov in storitev, ki jih ne vzdržujejo partnerji, vključeni v projekt. S temi podatki bi lahko povečali uporabnost uradnih podatkov. V osmem delovnem sklopu so se posvečali informiranosti in ozaveščanju uporabnikov o projektu in njegovih rezultatih ter spodbujanju sodelovanja med zainteresiranimi partnerji. S trajnostjo, dostopom in uporabo so se ukvarjali v devetem delovnem sklopu. Delovna skupina je pripravljala ustrezno politiko za trajnostno pravno interoperabilnost, da bodo podatki ELF na voljo za uporabo in ponovno uporabo tudi po koncu projekta.

Naloge, izvedene v projektu, so omogočile pripravo in obdelavo podatkov tudi iz zbirk geodetske uprave. V okviru projekta so bili preoblikovani navedeni podatkovni sloji v skladu z ELF-specifikacijami, vključeni so bili v ELF-spletne storitve, omogočen je bil dostop do tako preoblikovanih podatkov uporabnikom ELF-platforme. Izdelani so bili spletni servisi za tako imenovano osnovno karto (angl. *basemap*).





Sliki 3 in 4: Logični in postopkovni model preoblikovanja podatkov.

Celotna ELF-infrastruktura (specifikacije, podatki, platforma in storitve) je namenjena nacionalni uporabi na evropski ravni. Olačna infrastruktura ArcGIS Online in odprtokodna OSKARI omogočata centralno iskanje in dostop do referenčnih podatkov ter povezovanje do nacionalnih geoportalov. Odprtokodna arhitektura, ki podpira jezike držav, vključene v projekt, je prilagodljiva in omogoča nadaljnji razvoj uporabe podatkov in storitev (angl. *new basemap*). Razvita storitev Geo Locator v osnovi omogoča iskanje nacionalnih podatkov o geografskih imenih. Predvidena je širitev proizvodnje na administrativne podatke (hišni in poštni naslovi). Prototipno so razvita geo-orodja za medmejno usklajevanje podatkov (angl. *edge matching*) na semantični in sintaktični ravni ter za generalizacijo in vizualizacijo. Pripravljena je ELF Basemap za območja sodelujočih držav za globalno in regionalno raven v okoljih OSKARI in ArcGIS Online.

ELF-projekt ima spletno stran [www.elfproject.eu](http://www.elfproject.eu), na kateri so na voljo dodatne informacije o vsem, kar se je v projektu izvajalo. Vsebine so delno prevedene v slovenski jezik ([www.elfproject.eu/sl](http://www.elfproject.eu/sl)). Podatki so prav tako na voljo na socialnem omrežju Twitter, in sicer na računu [@elfprojecteu](https://twitter.com/elfprojecteu) in od različnih uporabnikov Twitterja, ki uporabljajo skupne zaznamke (hashtag) [#elfprojecteu](https://twitter.com/elfprojecteu).

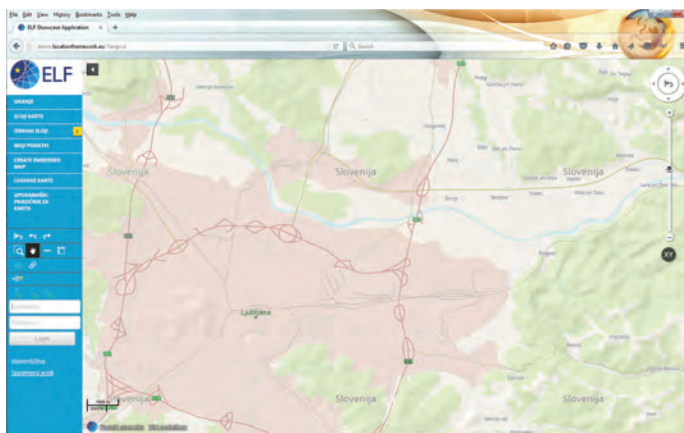
Predstavitev na spletni strani [www.locationframework.eu](http://www.locationframework.eu) prikazuje podatke ELF, ki so na voljo (slika 5). Aplikacijo je mogoče uporabljati za iskanje, prenos in ogled podatkov. ELF-platforma ponuja tri vrste storitev, in sicer: ELF Topographics Basemap, (WMTS), ELF Cadastral Index Map (WMS 1.3) in

ELF Administrative Basemap (WMS 1.3). Prvi dve storitvi sta licencirani, tretja pa deluje kot prototip.



Slika 5: Predstavitvena stran projekta.

Trenutno deluje tudi tako imenovana demonstracijska (angl. *showcase*) aplikacija na naslovu: <http://demo.locationframework.eu/> (slika 6).



Slika 6: Demonstracijska aplikacija.

Praktičen prikaz rezultatov projekta je tudi na videoposnetku, ki je na voljo na naslovu: <https://youtu.be/nvS6pxibzV8>.



Mag. Danijel Boldin  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
e-naslov: danijel.boldin@gov.si

Tomaž Petek  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
e-naslov: tomaz.petek@gov.si

# GEOPODATKI: JAVNI VPOGLEDI V VIŠJI PRESTAVI

# GEO DATA: PUBLIC VIEWING IN HIGHER GEAR

*Joc Triglav*

## 1 UVOD

Uslužbenci geodetske uprave se zadnja leta množično in precej intenzivno ukvarjamo z odpravo napak in neskladij v geodetskih evidencah. Izvajamo različne kontrole, predvsem v evidencah zemljiškega katastra, katastra stavb, registra nepremičnin in evidenci hišnih števil, ter primerjamo povezave in medsebojno skladnost podatkov med posameznimi geodetskimi evidencami. V ta namen so informatiki geodetske uprave izdelali tudi aplikacijo za kontrolo napak (slika 1), v kateri so po kategorijah in tipih izpisani sezname napak, ki jih lahko uporabniki sortiramo po geodetskih pisarnah, katastrskih občinah, po šifrah napak, parcelah in stavbah, ter si po potrebi izdelujemo statistike reševanja napak ipd. Aplikacija tedensko zajema stanje evidenc in izvaja kontrolo stanja za vse tipe napak. Orodje je odlično za pregled napak in neskladij v geodetskih evidencah! Seveda bo še bistveno boljše, ko bo aplikacija postala predvsem orodje za preprečevanje nastanka napak in neskladij, ne šele za njihovo naknadno odkrivanje. Če se izrazim v medicinskem žargonu, nujno potrebujemo aplikacijo, ki bo preprečevala napake, preden jih sploh vnesemo v evidence, namesto da jih le ugotovlja, ko so že vnesene.

Napaka		Stanje 1.1.2016	Nove Rešene	Priliv	Stanje 30.11.2016
S.02	1 Stavba ni v STA_PAR	36	28	22	6
S.03	1 Parcela v STA_PAR ni veljavna	49	270	307	-37
S.04	1 Površina ZPS = 0 ali null	38	1	39	-38
S.05	1 Površina ZPS > površine parcele	206	8	109	-101
S.06	1 Na parcelnem delu stavba, ki ni povezana s to parcelo	7	223	220	3
S.08	1 Pravi ZPS, ni K vpisa	90	123	140	-17
S.09	1 ZPS neusklajen med ZK in KS	22	103	125	-22
S.10	1 HŠ dela stavbe na več stavbah	2	2	3	-1

Slika 1: Aplikacija Geodetske uprave RS za kontrolo napak – primer zaslonskega izpisa dela statistike napak za območje GP Murska Sobota za obdobje prvih enajstih mesecev tega leta.

## 2 POTENCIAL JAVNEGA VPOGLEDA V GEOLOCIRANE NAPAKE IN NESKLADJA

Ta kratki prispevek pišem, ker želim opozoriti, da ima aplikacija velik potencial, ki ga je treba uporabiti tudi za javno informiranje lastnikov nepremičnin in drugih uporabnikov podatkov iz geodetskih evidenc. Vsaka od napak in neskladij, izpisanih na seznamih navedene aplikacije, je namreč geolocirana na parcelo

ali stavbo in prek tega tudi na lastnika. To pomeni, da je vsako od napak mogoče s tipizirano slikovno oznako označiti v kartografskem prikazu vpogleda v geodetske podatke in s standardiziranim opisom opisati v pisnem delu prikaza geodetskih podatkov.

Pri tem je smiselno ločiti prikazovanje napak in neskladij v pregledovalniku Preg in v Javnem vpogledu v podatke o nepremičninah. V Pregu, ki je namenjen geodetom in bolj strokovnim uporabnikom, bi se lahko prikazovale vse vrste napak in neskladij. V Javnem vpogledu v podatke o nepremičninah pa bi bilo smiselno prikazati predvsem ali pa samo napake, ki za odpravo zahtevajo ukrepanje lastnika.

### 3 SPODBUDA ŽUPANOV

K pisanju članka me je spodbudila razprava županov prejšnji teden na sestanku koordinacijskega sosveta upravne enote Murska Sobota, na katerem se ob koncu vsakega leta redno sestajamo predstavniki državnih organov in služb ter župani občin z območja upravne enote Murska Sobota. Na sestanku smo geodeti pozvali župane k dejavnejši vlogi občinskih služb pri spodbujanju občanov, da kot odgovorni lastniki poskrbijo za vpis dejanskega stanja svojih nepremičnin v uradne evidence, da bo čim manj težav in pritožb pri odmerjanju občinskih NUSZ ter pri skorajšnjem novem krogu postopkov množičnega vrednotenja nepremičnin in v nadaljevanju pri uvedbi davka na nepremičnine. Župani so se večinoma odzvali z navedbami, kako pričakujejo, da bo vse ustrezne naloge v zvezi s tem opravila »geodetska uprava, ki je to dolžna po zakonu«, in da naj geodeti s tem »ne utrujamo občin«.

Dodatni odziv v razpravi je bil, da bi ljudje, vključno z občinami, bolj sodelovali, če bi bolje razumeli, kaj konkretno je narobe z vpisi njihovih nepremičnin v uradne evidence. Tako so na primer navedli, da »ko pogledajo v javni vpogled, vidijo na sliki svojo hišo (na DOF-u, op. p.), mi geodeti pa jim kljub temu pravimo, da ni evidentirana«. Skratka, lokalne skupnosti so izrazile željo in potrebo, da geodeti javnosti nazorneje pokažemo, kaj v evidencah in pri kateri konkretni nepremičnini manjka oziroma kaj ni skladno med posameznimi evidencami. Praktične izkušnje pri delu s strankami na področju urejanja podatkov o nepremičninah potrebo po večji nazornosti informativnih prikazov in izpisov potrjujejo, zato lahko dodatno prizadevanje geodetske uprave na tem področju olajša odpravo napak in neskladij tako lastnikom kot tudi nam, geodetom.

### 4 VZOREC IDEJE

V nadaljevanju navajam le nekaj značilnih primerov nekaterih neskladij v evidentiranju stavb, pri katerih bi bilo za lastnike nepremičnin in druge uporabnike zelo koristno, če bi jih prikazovali v Javnem vpogledu v podatke o nepremičninah (slike 2, 3, 4). Slike ideje za prikaz napak in neskladij v grafičnem in pisnem delu javnega vpogleda so seveda izdelane samo za vzorec. Od vseh napak in neskladij, ki jih s programom kontrole napak že izkazujemo, je treba izdelati enoten ožji izbor tistih, ki zahtevajo ukrepanje lastnikov, ter poskrbeti za njihov nazoren in laikom razumljiv prikaz v javnem vpogledu ter za sprotno posodabljanje podatkov, na primer vsaj enkrat tedensko, kot je že sicer urejeno pri programu kontrole napak, po možnosti pa dnevno ob ažuriranju centralnih baz podatkov.



Slika 2: Aplikacija Javni vpogled v podatke o nepremičninah: zamisel o vključitvi sloja napak in neskladij kot ene od možnosti za sloje javnega vpogleda – z rdečim X so označene stavbe z neskladji.

**Parcelle**

Katastrska občina	Številka parcele	Površina parcele (m <sup>2</sup> )	Urejena parcela	Katastrski dohodek (EUR)	Vrednost nepremičnine	Grafični prikaz
00 SKRITA	99/3	765	NE	0,29	€	

**Stavbe**

Na izbrani parceli ni stavbe **X** Obstaja stavba na parceli - ni evidentirana v zemljiškem katastru/katastru stavb/REN

**Gospodarska javna infrastruktura**

Slika 3: Aplikacija Javni vpogled v podatke o nepremičninah: zamisel o vključitvi opisa napak in neskladij v grafični in pisni del javnega vpogleda – primer stavbe, ki obstaja v naravi, a ni evidentirana v nobeni geodetski evidenci.

**Parcelle**

Katastrska občina	Številka parcele	Površina parcele (m <sup>2</sup> )	Urejena parcela	Katastrski dohodek (EUR)	Vrednost nepremičnine	Grafični prikaz
00 SKRITA	396/2	2.700	NE	4,37	€	

**Stavbe**

Katastrska občina	Številka stavbe	Katastrski vpis	Število delov stavbe	Vrednost nepremičnine	Grafični prikaz
00 SKRITA	68	NE	1	€	

X Stavba ni evidentirana v zemljiškem katastru/katastru stavb

00 SKRITA 281 NE 1 €

X Stavba ni evidentirana v zemljiškem katastru/katastru stavb

**Gospodarska javna infrastruktura**

Stavba ni evidentirana v zemljiškem katastru/katastru stavb

Slika 4: Aplikacija Javni vpogled v podatke o nepremičninah: zamisel o vključitvi opisa napak in neskladij v grafični in pisni del javnega vpogleda – primer stavbe 281, ki obstaja v naravi in je evidentirana v REN, ni pa evidentirana v zemljiškem katastru/katastru stavb.

## 5 NAMESTO LASTNIŠTVA INDIKATORJI STATUSOV LASTNIŠTVA

Poleg podatkov o nepremičninah bi bilo v Javnem vpogledu v podatke o nepremičninah za vsako nepremičnino zelo koristno geolocirano prikazati tudi stanje statusa lastništva, seveda brez navajanja samih lastnikov nepremičnin, da nam ustavno sodišče ne bi spet pokvarilo dobrih namenov glede transparentnosti lastniških podatkov. V mislih imam namreč le preverjanje in geolocirano izkazovanje indikatorja DA/NE o tem:

- ali so lastniki nepremičnine vpisani z veljavno enotno matično številko (EMŠO – fizične osebe) oziroma veljavno matično številko (MŠ – pravne osebe);
- ali je lastnik ali kateri od solastnikov z EMŠO/MŠ po podatkih eCRP pokojni (fizične osebe) oziroma po podatkih ePRS ukinjena/neobstoječa pravna oseba;
- ali je lastnik ali kateri od solastnikov vpisan brez EMŠO/MŠ;
- ali je lastnik ali kateri od solastnikov vpisan brez znanega naslova.

Pri nepremičninah, ki glede statusa vpisa lastnikov ne bi izpolnjevale pogoja iz gornje točke 1, bi se moralo v javnem vpogledu pri vsaki nepremičnini takih lastnikov/solastnikov izpisati ustrezno opozorilo glede na kategorije statusa pod točkami 2, 3 in 4 – z napotkom, da je treba lastništvo urediti v zemljiški knjigi. Tako opozorilo bi vsakomur, ki bi v javnem vpogledu pogledal podatke o posamezni nepremičnini, hitro pokazalo status urejenosti lastniških podatkov. Čeprav uporabniki samih lastnikov nepremičnin v javnem vpogledu ne moremo videti, bi bilo ob izpisu opozorila vsakomur jasno, da mora/morajo za pravilnost upravljanja take nepremičnine lastnik/solastniki urediti lastniške podatke.

Zanimiv in zelo koristen bi bil na primer tudi prikaz indikatorjev za:

- stavbo z enim delom, pri katerih je v REN vpisano drugačno lastništvo kot na parceli, na kateri stoji stavba;
- stavbo z enim delom, ki leži na dveh ali več parcelah istega lastništva;
- stavbo z več deli, ki leži na dveh ali več parcelah istega lastništva;
- stavbo z več deli, ki leži na dveh ali več parcelah različnega lastništva,

itd.

Stavbe, ki spadajo med zgoraj navedene primere, namreč pomenijo potencialni vir težav in napak pri vzpostavljanju pravilnega stanja, ki zagotavlja skladnost med dejanskim stanjem v naravi in vpisom v evidence.

## 6 IZ PREGA V JAVNI VPOGLED IN NAPREJ

Grafični pregledovalnik Preg je treba celovito in temeljito tehnološko prenoviti, da se znebi (upravičenega) slovesa zastarelosti, drobcenega grafičnega okna in nasploh videza »kamenodobnega« spletnega izdelka. Ob prenovi bi bilo poleg vseh drugih tehnoloških nadgradenj smiselno sistematično nastaviti tudi dodatne sloje z delovnimi podatki za vso Slovenijo, v katere bi imeli vpogled vsi uslužbenci na geodetski upravi in glede na uporabniške pristojnosti tudi drugi uporabniki, kot so na primer geodetska podjetja.

Ena od takih dodanih funkcionalnosti bi zagotovo morala biti možnost vpogleda v DOF-načrte od prvih serij CAS leta 1993 naprej, po možnosti v obliki časovnega drsnika po letnicah CAS. Nekoč v prihodnosti bo treba s posodobljenimi transformacijskimi postopki pretvoriti tudi aeroposnetke CAS iz obdobja 1975–1996 v kakovostno razpačene geolocirane prikaze in jih zložiti na skupen časovni drsnik z DOF-i. S starih DOF-ov in še starejših aeroposnetkov je treba spihati prah in jih dati na spletno svetlo. Ta naloga je verjetno najhitreje in najenostavneje uresničljiva z uporabo tehnološke rešitve knjižnice Time Machine ([http://cmucreatelab.org/projects/Explorables/pages/Explorable\\_Data](http://cmucreatelab.org/projects/Explorables/pages/Explorable_Data)) laboratorija CREATE Lab Univerze Carnegie Mellon (<http://cmucreatelab.org/>), ki omogoča vzpostavljanje in dinamično interaktivno ogledovanje geolociranih rastrskih ali vektorskih geopodatkov v prostoru in času. To rešitev na primer uporablja tudi Google Earth Engine v aplikaciji Timelapse (<https://earthengine.google.com/timelapse/>).

Druga takšna koristna funkcionalnost je recimo uporaba sloja s podatki avtomatske identifikacije stavb na podlagi DOF in Lidar snemanja, ki ga je za geodetsko upravo izdelal Geodetski inštitut Slovenije. Ko bi uslužbenec geodetske uprave vključil ta delovni sloj, naj bi prek lastništva parcele, na kateri leži centroid nove/spremenjene stavbe, imel avtomatizirano možnost izpisa standardnega »poziva« lastniku za evidentiranje stavbe. Še boljše bi bilo, če bi proceduro avtomatizirali v skupni proces za celo Slovenijo in

avtomatizirano v Javnem vpogledu v podatke o nepremičninah pri vseh zaznanih neevidentiranih stavbah v ZKP- oziroma ZKN-prikazu na parceli izrisali vidno slikovno oznako neevidentirane stavbe ter jo v pisnem delu podatkov o tej parceli avtomatizirano dopolnili s pisnim opozorilom o neevidentirani stavbi. Seznane vseh takih nepremičnin bi potem lahko avtomatizirano sistemsko posredovali občinam kot pomoč pri ugotavljanju ažurnosti njihovih evidenc za NUSZ, o stopnji pozidanosti stavbnih zemljišč ipd.

## 7 POVEČANA PONUDBA KOSTI ZA GLODANJE PRED LASTNIM PRAGOM

Geodeti moramo zgrabiti vse možnosti za avtomatizacijo geolociranja prikazov vseh napak in neskladij ter javno spletno objavo vseh tistih tipov napak in neskladij, ki zahtevajo ukrepanje lastnika nepremičnine. Če bodo neskladja v podatkih nazorno razvidna vsem in vsakomur v javnem vpogledu, se ne bo mogel noben lastnik ali drug uporabnik več izgovarjati, da ne ve zanje. Tako bo geodetska služba naredila močan korak v smeri spodbujanja odgovornega lastništva in spoznanja, da lastnina nepremičnin lastniku ne zagotavlja le pravic, temveč zahteva tudi njegovo odgovornost, da v svoje dobro v geodetskih evidencah poskrbi za pravilnost podatkov o svojih nepremičninah. Prav tako se nobena služba, ki pri delu in odločanju uporablja podatke geodetskih evidenc, ne bo mogla več sprenevedati, da z napakami in neskladji ni bila seznanjena. Mediji, ki imajo nas geodete in naše evidences tako »radi«, se pa tudi ne bodo mogli več le »naslajati« nad nami in našimi domnevno »kot švicarski sir luknjastimi evidencami«, ker bodo pglavitni razlogi za napake v vrednostih nepremičnin in posledičnih davkih vsem javno razvidni in bo morala javnost skupaj z mediji začeti »glodati tudi kakšno drugo kost«, ne samo geodetske.

Možnosti za izboljšanje informiranja javnosti o podatkih o nepremičninah je seveda še veliko. S tem, ko bomo za začetek »vrgli karte« najbolj očitnih napak in neskladij na mizo lastnikom in javnosti, bomo v geodetski službi sicer razkrili nekaj očitnih pomanjkljivosti svojih evidenc, vendar bomo hkrati pokazali, da te pomanjkljivosti in poti do njihove odprave dobro poznamo, lastnike nepremičnin pa bomo javno in konkretno usmerili na pot odgovornega lastništva, ki nas bo s skupnimi močmi in sodelovanjem postopoma pripeljala tudi do urejenih geodetskih in drugih prostorskih evidenc!



*Dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.*

*Območna geodetska uprava Murska Sobota, Lendavska ulica 18*

*SI-9000 Murska Sobota*

*e-naslov: joc.triglav@gov.si*



# DRUGI SLOVENSKI DAN INSPIRE

*Irena Ažman*

V kongresnem centru hotela CITY v Ljubljani je Geodetska uprava Republike Slovenije dne 8. 11. 2016 organizirala drugi slovenski dan INSPIRE. Na prireditvi se je zbralo več kot šestdeset udeležencev. Predstavljenih je bilo deset prispevkov o stanju in načrtih v zvezi z izpolnjevanjem zahtev evropske direktive INSPIRE (kratica za evropsko infrastrukturo za prostorske informacije) in Zakona o infrastrukturi za prostorske informacije (ZIPI), s katerim je bila direktiva leta 2010 prenesena v slovenski pravni red.

V uvodu je udeležence nagovoril Anton Kupic, generalni direktor Geodetske uprave Republike Slovenije. V govoru je izpostavil, da smo v drugi polovici obdobja, namenjenega izpolnitvi obveznosti, zapisanih v ZIPI in evropski direktivi. Pomembno je, da si natančno začrtamo naloge in aktivnosti, ki jih je treba izvesti do leta 2021. To leto je namreč mejnik, ko naj bi države članice EU v celoti izpolnile svoje obveznosti. Pomembno je tudi, da naloge, povezane z uresničevanjem načel INSPIRE, vpletemo v redno delovanje vseh ustvarjalcev prostorskih podatkov v državi, predvsem pa ta načela upoštevamo pri prenovi in vzpostavitvah novih zbirk prostorskih podatkov.



Slika 1: Udeleženci srečanja INSPIRE.

Tomaž Petek je predstavil stanje glede izvajanja direktivne INSPIRE. Opisal je naloge, ki so že bile izvedene, dejavnosti, ki potekajo, ter podrobno orisal zahteve, katerih izpolnitev nas čaka v prihodnje.

Naloge, ki jih predpisujeta evropska zakonodaja in ZIPI, je vlada RS povzela v sprejetem akcijskem načrtu za izvajanje direktive INSPIRE do leta 2020. Načrt vsebuje številne ukrepe za uresničitev vseh zahtev in obveznosti. Še naprej bo treba uresničevati naloge koordinacije (na nacionalni ravni in ravni EU), informiranja in obveščanja, povezati dejavnosti INSPIRE z nalogami eUprave in pobudo za odprte podatke, izvesti akcijski načrt do leta 2020 (metapodatki, omrežne storitve, souporaba in izmenjava podatkov ...), uskladiti politiko dostopa in uporabe podatkov, prilagoditi načrt izvajanja spremenjenim prioritetam Evropske komisije, avtomatizirati spremljanje in poročanje ter ne nazadnje – kar je težka in odgovorna naloga – uporabiti načela INSPIRE in se prilagoditi zahtevam INSPIRE v vseh projektih spreminjanja podatkovnih zbirk in vzpostavljanja novih.

Predstavniki Evropske komisije Francesco Fragnatelli je govoril o povezavi INSPIRE z eUpravo. Predstavil je program ELISE, ki bo združeval sedanji pobudi EULF in ARE3NA za zagotavljanje evropskih lokacijskih medopravilnih rešitev za eUpravo. Predstavil je pomen in vlogo INSPIRE pri zagotavljanju podatkov za eUpravo. Poudaril je, da imata INSPIRE in eUprava enaka načela, enake potrebe in skupne izzive.

Posamezne rešitve in stanje na področju INSPIRE so predstavili mag. Uroš Mladenovič (infrastruktura in ELF-servisi), Matija Krivic (portal e-Geologija), mag. Irena Ažman (metapodatki INSPIRE) in Primož Kogovšek (podatki ARSO). Načela odprtih podatkov in dejavnosti ministrstva za javno upravo je predstavil mag. Aleš Veršič. Brez standardov ne gre – geografske standarde in delo tehničnega odbora za geografske informacije v okviru Slovenskega inštituta za standardizacijo je predstavil njegov predsednik Simon Vrečar. Z zapletenimi in obsežnimi nalogami za vse upravljavce zbirk podatkov, potrebnih za zagotovitev dostopa do preteklih stanj podatkov, nas je seznanil Gregor Završnik.



Slika 2: Popoldanski delovni posvet skupine INSPIRE.

V popoldanskem delu srečanja je bil izveden delovni posvet članov slovenske koordinacijske skupine INSPIRE s predstavnikoma Skupnega raziskovalnega središča (JRC) Evropske komisije. Komisija je avgusta 2016 izdelala poročilo za Evropski svet in parlament, v katerem je zbrala ugotovitve o izvajanju direktive INSPIRE v državah članicah. Ocena potrjuje, da je direktiva še vedno zelo pomembna za učinkovito

izpolnjevanje potreb okoljske politike in bo zaradi uveljavljanja digitalnega gospodarstva sčasoma postala še pomembnejša. To je zapisano tudi v strategiji za enotni evropski digitalni trg, v katero so vključeni pomembni elementi direktive INSPIRE.

V poročilu o izvajanju direktive INSPIRE komisija ugotavlja, da je dober napredek doseglo samo nekaj držav. To so članice, v katerih so bile že izvedene ustrezne naložbe, izvajanje direktive INSPIRE pa je bilo usklajeno s širšimi nacionalnimi ukrepi za politiko odprtih podatkov in boljših storitev eUprave. Ugotovljene vrzeli pri izvajanju so precejšnje in so posledica zamud, ki so se nabrale v dosedanjih postopkih, kar prinaša precejšnje razlike v hitrosti in kakovosti izvajanja med državami članicami. Slovenija je v poročilu uvrščena v zgornjo polovico držav. Kot najuspešnejše je komisija ocenila države, ki so zgodaj vložile sredstva v izvajanje, razvile politiko odprtih podatkov ter uskladile zahteve direktive INSPIRE s svojimi nacionalnimi prednostnimi nalogami v zvezi z odprtimi podatki in prizadevanji za eUpravo.

Srečanje se je sklenilo s skupno ugotovitvijo, da je zastavljene cilje mogoče doseči samo s tesnim sodelovanjem vseh deležnikov. Vzpostavitev skupne informacijske infrastrukture za prostorske informacije v Sloveniji ni naloga izključno državne geodetske službe, temveč vseh deležnikov, ki zagotavljajo podatke in storitve, pa tudi tistih, ki zagotavljajo komunikacijsko tehnologijo in informacijsko infrastrukturo za organe javne uprave, ter uporabnikov.

Predstavitve so dostopne na slovenskem geoportalu: <http://www.geoportal.gov.si/slo/novice/243/drugi-slovenski-dan-inspire>.

---

*Irena Ažman*

*Geodetska uprava RS*

*Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: irena.azman@gov.si*

# NOVI DOKTORJI ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

*Elizabeta Adamlje*

## ALEŠ GOLJA, DOKTOR ZNANOSTI

Dne 15. septembra 2016 je mag. Aleš Golja, prof. šp. vzg., uspešno javno zagovarjal doktorsko nalogo v okviru interdisciplinarnega podiplomskega študija prostorskega in urbanističnega planiranja na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Soglasje k temi doktorske disertacije je dala komisija za doktorski študij Univerze v Ljubljani na 17. redni seji 11. maja 201120. Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Mitja Brilly (UL FGG), za somentorja pa doc. dr. Dejan Cigale (UL FF).

Avtor: Aleš Golja  
 Naslov: Razvoj vodnega in obvodnega prostora za prostočasne dejavnosti  
 (angl. Development of water and waterside space for leisure activities)  
 Mentor: prof. dr. Mitja Brilly  
 Somentor: doc. dr. Dejan Cigale  
 URL: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/5850/>

*V doktorski disertaciji smo ocenjevali potencial in načrtovanje razvoja prostočasnih dejavnosti na rekah (vožnja s kajaki, kanuji, rafti, rečnimi bobi ipd.). Ob izhodišču, da je načrtovanje prostorskega razvoja v naravnem okolju za potrebe prostega časa, športne rekreacije in turizma izziv za ohranjanje vrednot okolja, zagotavljanje trajnostnega razvoja, ohranjanje zdravja ter dobrega počutja ljudi, je podana hipoteza, da s segmentacijo jedrnih območij za razvoj prostočasnih dejavnosti na vodnem in obvodnem prostoru lahko vzpostavimo sistem ukrepov za njihov uravnotežen razvoj.*

*V okviru raziskave slovenskega rečnega prostora smo z anketnim vprašalnikom ugotavljali motive ter pomembne in moteče dejavnike za uporabnike, ki se v prostem času ukvarjajo z veslaškimi dejavnostmi. Rezultati ankete so bili podlaga za določitev osnovnih lastnosti vodotokov, ki smo jih upoštevali pri ocenjevanju primernosti rečnih odsekov za veslaške dejavnosti na osmih slovenskih rekah po prilagojeni metodi RIVASSlo. Podrobnejšo raziskavo stanja in potenciala za razvoj ter preverjanje hipoteze smo izvedli na pilotnem območju reke Soče v zgornjem Posočju.*

*Raziskava je pokazala, da je smotno določiti segmente reke glede na vrsto dejavnosti in jih razdeliti na odseke glede na morfološke danosti (težavnostne stopnje) in lokacije vstopno-izstopnih točk, ter da je ocena primer-*

nosti rečnih odsekov za veslaške dejavnosti na posameznih odsekih podlaga za pripravo ukrepov za izboljšanje posameznih lastnosti. Izdelali smo teoretični koncept modela upravljanja jedrnih območij za vzpostavitev in razvoj vodnih poti za veslaške dejavnosti, ki sledi ciljem povezovanja prostorskih, okoljskih, socio-ekonomskih, kulturnih in drugih vidikov trajnostnega razvoja na rečnem prostoru. V disertaciji niso obravnavane druge oblike prostočasnih dejavnosti, kot sta ribolov ali kopanje, ki so s kajakaštvom lahko tudi v konfliktu. Obravnavane niso niti druge dejavnosti na vodah, kot so plovba, izkoriščanje vodnih sil, oskrba z vodo, čiščenje voda, namakanje ipd., ki lahko vplivajo na izvajanje prostočasnih dejavnosti.

## PETRA DROBEŽ, DOKTORICA ZNANOSTI

Dne 20. septembra 2016 je v okviru doktorskega študija geodezije na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG) doktorsko nalogo zagovarjala Petra Drobež, univ. dipl. inž. geod. Soglasje k temi doktorske disertacije je dala komisija za doktorski študij Univerze v Ljubljani na 30. seji 4. julija 2012. Za mentorico je bila imenovana izr. prof. dr. Anka Lisec (UL FGG), za somentorico pa doc. dr. Mojca Kosmatin Fras (UL FGG).

Avtorica: Petra Drobež

Naslov: Analiza možnosti vzpostavitve 3D-katastra ob uporabi virov daljinskega zaznavanja  
(angl. Analysis of the possibility of establishing 3D cadastre using the remote sensing technologies)

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

URL: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/5903>

*V doktorski nalogi smo analizirali možnosti za vzpostavitev 3D-katastra nepremičnin ob uporabi virov daljinskega zaznavanja. Skupaj smo obravnavali dve področji, in sicer zemljiško administracijo ter daljinsko zaznavanje. Ugotovili smo, da je treba za popolno in kakovostno evidentiranje pravic, omejitev in odgovornosti na nepremičninah ter za evidentiranje drugih podatkov o nepremičninah vzpostaviti 3D-kataster. Zemljiška parcela kot osnovna enota parcelnega katastra ne omogoča popolnega in preglednega evidentiranja pravic, omejitev in odgovornosti. Prav tako ne omogoča podatkovne podpore drugim namenom zemljiške administracije, kot so vrednotenje nepremičnin in podpora upravljanju nepremičnin ter prostorskemu načrtovanju.*

*Osnovna enota predlaganega modela 3D-katastra je 3D-nepremičninska enota. Nanaša se na nepremičnino, ki je položajno in višinsko prostorsko omejena. Za namene vzpostavitve 3D-katastra smo analizirali primernost izbranih tehnologij daljinskega zaznavanja. Ugotovili smo, da so glede na visoke zahteve po natančnosti in točnosti določitve položaja za zajem mejnih znamenj edini primerni brezpilotni letalni sistemi. Za zajem streh stavb in prometnic se priporoča uporaba stereoparov letalskih posnetkov in aerolaserskega skeniranja. Teoretične izsledke smo preizkusili na praktičnem primeru. Za zajem mejnih znamenj so se kot ustrezni izkazali brezpilotni letalni sistemi, s katerimi smo dosegli visoko točnost položaja, ki je primerljiva s klasično terestrično izmero. Ugotovili smo, da fotogrametrični oblak točk državnega aerolaserskega skeniranja Slove-*

nije z ločljivostjo 5 točk/m<sup>2</sup> zadošča za zajem značilnih točk streh in prometnic. Poleg podatkov daljinskega zaznavanja so za vzpostavitev 3D-katastra ključnega pomena podatki o prostorskih razsežnostih delov stavb ter prostorskih razsežnostih stavb in drugih gradbeno-inženirskih objektov nad in pod površjem Zemlje, ki jih s tehnologijami daljinskega zaznavanja iz zraka ni mogoče pridobiti.

Ugotovitve smo strnili v preučevanju možnosti za vzpostavitev 3D-katastra v Sloveniji, pri čemer bi nadgradili sedanji sistem. Za primer stavbe smo izdelali trirazsežni model stavbe, ki vključuje katastrske podatke, skupaj z etažnimi načrti in prerezom stavbe. Dodatni podatki, ki jih pri tem potrebujemo, so oblika strehe (te je mogoče dobiti z metodami daljinskega zaznavanja) ter višinska razsežnost etaž oziroma prostorov (to je edini podatek, ki bi ga bilo treba dodatno pridobiti na podlagi terenskega ogleda).

Sedanja zakonodaja omogoča trirazsežno evidentiranje stavb. Prometnic in drugih gradbeno-inženirskih, ki niso zemljiška parcela ali stavba, pa v Sloveniji še ni mogoče evidentirati, zato smo predlagali uvedbo 3D-nepremičninske enote, ki se lahko uporabi tudi za druge podzemne in nadzemne trirazsežne objekte. Pomembni nadaljnji izzivi se nanašajo na podrobnejšo opredelitev podatkovnih modelov katastra, uvedbo časovne komponente v podatkovni model katastra nepremičnin in podrobnejšo opredelitev postopkov (»dogodkov«) spreminjanja oziroma vzdrževanja podatkov katastra nepremičnin, pri čemer je treba poleg vidika registracije podatkov upoštevati tudi prostorsko-pravni vidik strukturiranja prostora.

## MAJA SIMONETI, DOKTORICA ZNANOSTI

Dne 22. septembra 2016 je mag. Maja Simoneti, univ. dipl. inž. kraj. arh., uspešno javno zagovarjala doktorsko nalogo v okviru interdisciplinarnega podiplomskega študija prostorskega in urbanističnega planiranja na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Soglasje k temi doktorske disertacije je dala komisija za doktorski študij Univerze v Ljubljani na 16. redni seji 23. marca 2011. Za mentorja je bil imenovan izr. prof. dr. Anton Prosen (UL FGG), za somentorico pa izr. prof. dr. Ana Kučan (UL BF).

---

Avtorica:	Maja Simoneti
Naslov:	Celovit sistem ukrepov za urejanje javnih zelenih površin v slovenskih naseljih (angl. Comprehensive system of measures for public green urban areas planning and management in Slovenia)
Mentor:	izr. prof. dr. Anton Prosen
Somentorica:	prof. dr. Ana Kučan
URL:	<a href="http://drugg.fgg.uni-lj.si/5970">http://drugg.fgg.uni-lj.si/5970</a>

*Doktorska disertacija raziskuje, kako deluje aktualni slovenski sistem urejanja javnih zelenih površin glede na to, da se pomen javnih zelenih površin za kakovost bivanja v urbanem okolju z razvojem povečuje in da se v novih konceptih urejanja izpostavlja pomen celovitega in vključujočega urejanja za zagotavljanje družbenih, ekoloških in gospodarskih koristi urbanih zelenih površin. Cilj naloge je konceptualno razširiti razumevanje*

urejanja javnih zelenih površin, poudariti pomen povezav med fazami in vidiki urejanja ter oblikovati predloge, s katerimi bo zagotovljen potrebam časa in slovenskih naselij prilagojen sistem urejanja.

Raziskovalno delo sledi predpostavki, da je slovenski sistem urejanja javnih zelenih površin pomanjkljiv in ga je zato treba dopolniti z ukrepi, ki bodo zagotovili celovito in vključujoče urejanje. Raziskava predstavlja razmere s pregledom predhodnih raziskav in tremi analitičnimi prispevki: z analizo vzdrževanja javnih zelenih površin prikazuje, kako celovit je sistem; z analizo urejanja skupnih stanovanjskih zelenih površin prikaže potrebe po sodelovanju med deležniki, z analizo vrtičkarstva pa pokaže na sposobnost deležnikov za sodelovanje.

V raziskavi z različnimi kvalitativnimi metodami, intervjuji, študijami primerov in analizami stanja povežemo značilnosti aktualnega sistema in razkrivamo, da je urejanje javnih zelenih površin v Sloveniji sistemsko podcenjeno, da je strokovno in organizacijsko povsem prepuščeno občinam, da so faze in vidiki urejanja med sabo šibko povezani in da je sodelovanje med zainteresiranimi deležniki slabo razvito. Ugotovitve naloge potrjujejo izhodiščno predpostavko ter omogočajo oblikovanje organizacijskih in drugih mehkih ukrepov, ki na več ravneh utrujejo kakovost urejanja in spodbujajo celovito strateško urejanje ter podpirajo povezovanje in vključevanje novih deležnikov pri razvoju dobre prakse. Naloga je prispevek k razvoju urejanja javnih zelenih površin in urejanja prostora ter utemeljuje pomen kvalitativnega raziskovanja razmer, faz in vidikov urejanja prostora za razvoj prakse in sistemskih rešitev.

## KLEMEN KREGAR, DOKTOR ZNANOSTI

Dne 11. novembra 2016 je na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG) doktorsko nalogo zagovarjal Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod. Nalogo je pripravil v okviru doktorskega študija grajeno okolje – znanstveno področje geodezija. Soglasje k temi doktorske disertacije je dala komisija za doktorski študij Univerze v Ljubljani na 28. seji 26. maja 2012. Za mentorja je bil imenovan izr. prof. dr. Dušan Kogoj (UL FGG).

Avtor: Klemen Kregar  
 Naslov: Optimizacija postopkov terestričnega laserskega skeniranja za meritve visoke natančnosti  
 (angl. Optimization of terrestrial laser scanning for high precision measurements)  
 Mentor: izr. prof. dr. Dušan Kogoj  
 URL: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/6135>

V disertaciji se ukvarjamo z optimizacijo postopkov terestričnega laserskega skeniranja, ker želimo povečati natančnost in zanesljivost rezultatov ter zmanjšati čas in stroške za izvedbo postopka. Glavni namen je kalibracija laserskega skenerja, ki jo želimo nadgraditi s postopki strojnega učenja. Za izvedbo kalibracije vzpostavimo postopek preciznega določanja centrov tarč iz skenogramov. Predlagamo robusten postopek visoke natančnosti, s katerim ovrednotimo tudi natančnost meritev s skenerjem. Vzpostavili smo dve kalibracijski bazi, v katerih smo položaje točk določili s klasično geodetsko metodologijo z najvišjo dosegljivo natančnostjo. Izdelali smo lasten program za izravnavo samokalibracije z izvirnim načinom zagotovitve geodetskega datuma. Na ka-

*libracijskih bazah smo kalibrirali dva terestrična laserska skenerja. Rezultate samokalibracije smo uporabili za določanje dodatnih sistematičnih pogreškov meritev, pri čemer smo uporabili klasično analizo z izravnavo krivulj ter strojno učenje. Prikazana sta dva praktična primera uporabe terestričnega laserskega skeniranja za naloge, kjer je zahtevana visoka natančnost meritev in rezultatov. V termoelektrarni Brestanica preverjamo odklon visokih dimnikov od navpičnice, na pregradi Melje na Dravi pa preizkušamo zaznavanje spremembe oblike ali položaja prelivne stene z inovativno metodo statističnega testiranja sprememb parametrov ravnine.*

---

**Podatke zbrala in pripravila:**

**Elizabeta Adamlje**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: elizabeta.adamlje@fgg.uni-lj.si



# MAGISTER ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

*Elizabeta Adamlje*

## ROBERT MOČNIK, MAGISTER ZNANOSTI

Dne 30. avgusta 2016 je Robert Močnik, univ. dipl. inž. geod., uspešno javno zagovarjal magistrsko nalogo v okviru podiplomskega študija geodezije na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Nalogo je pripravil pod mentorskim vodstvom prof. dr. Tomaža Ambrožiča in somentorstvom doc. dr. Boža Kolerja ter prof. dr. Dejana Zupana (vsi UL FGG).

**Avtor:** Robert Močnik  
**Naslov:** Analiza vpliva temperature na armiranobetonske stebre za opazovanje premikov  
(angl. Temperature effect analysis of reinforced concrete observation columns)  
**Mentor:** izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič  
**Somentorja:** doc. dr. Božo Koler, prof. dr. Dejan Zupan  
**URL:** <http://drugg.fgg.uni-lj.si/5678>

*Za geodetska opazovanja pomikov tal in grajenih objektov potrebujemo dobro stabilizirane referenčne točke, iz katerih merimo kontrolne točke na objektu ali v njegovi okolici. Te so najpogosteje stabilizirane z armiranobetonskimi stebri, ki so včasih neprimerno grajeni. To lahko zaradi temperaturnih razlik v stebru vpliva na položaj vijaka za prisilno centriranje, ki za precizne meritve ni zanemarljivo.*

*V nalogi je s prenosom varianc in kovarianc ter s simulacijo Monte Carlo analiziran vpliv pogreška položaja stojišča, orientacijske točke in kontrolne točke na rezultate izmere. Izveden je bil tudi poskus, pri katerem smo z ene strani ogrevali steber in opazovali, kolikšen je dejanski pomik vijaka za prisilno centriranje. Med ogrevanjem stebra smo tudi opazovali, kako se temperatura prenaša po stebru in kolikšno temperaturno razliko v stebru to povzroči. Ugotovili smo, da je pri temperaturni razliki 16,8 °C v stebru dejanski pomik vijaka približno 1 mm, kar za precizne meritve ni zanemarljivo.*

Podatke zbrala in pripravila:

Elizabeta Adamlje

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: elizabeta.adamlje@fgg.uni-lj.si

# SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 8. 2016 DO 31. 10. 2016

*Teja Japelj*

## UVOD

V zadnjih mesecih smo večkrat in po različnih kanalih poslušali o dokončanju tako imenovanih starih oziroma predbolonjskih študijskih programov. Večkrat je odmevalo sporočilo ministrstva: »Študenti, ki še imate stare grehe, morate – če želite študij zaključiti po starem programu – vse obveznosti opraviti do 30. 9. 2016.« Po tem roku dokončanje starih študijskih programov ne bo več mogoče.

Veliko je bilo študentov, ki so se roka za dokončanje študija zelo dobro zavedali, zato se je na fakulteti kar trlo različnih generacij, fotokopirnice so delale s polno paro, tudi lektorjem ni manjkalo dela. Glavni razlogi, da so odlašali do zadnjega, so bili po besedah »zamudnikov« ustvarjanje družine in zaposlitev še med študijem. Tudi na naši fakulteti je bilo v zadnjih mesecih na tem področju precej pestro. Na koncu nam je s skupnimi močmi uspelo, da so »zastareli« študiji odšli v večnost.

Na univerzitetnem študijskem programu geodezije je do izteka roka uspešno zagovarjalo nalogo 18 študentov, na visokošolskem študijskem programu geodezije pa 23 študentov. Bilo pa je tudi veliko diplomantov, ki so končali na bolonjskih študijskih programih. Na prvostopenjskem študijskem programu geodezija in geoinformatika je diplomsko nalogo zagovarjalo 26 študentov, na prvostopenjskem študijskem programu tehnično upravljanje nepremičnin pet študentov, na drugostopenjskem študijskem programu geodezija in geoinformatika štirje študenti in ena študentka na drugostopenjskem študijskem programu prostorsko načrtovanje.

## GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA, 2. STOPNJA

Lucija Cigelšek: Kontrola položajne točnosti državnega ortofota s tehnologijo GNSS

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentorja: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, asist. dr. Dejan Grigillo

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/6132/1/BGD022\\_Cigelsek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/6132/1/BGD022_Cigelsek.pdf)

*Ortofoto je med uporabniki zelo priljubljen, vendar za kontrolo njegove kakovosti v Sloveniji nimamo obvezujočega standarda. Kontrola se izvaja sistematično med izvajanjem cikličnega aerofotografiranja Slovenije in ob podpori znanstveno-tehničnega poročila (Kapnias et al., 2008).*

*V tujini se za kontrolo položajne točnosti prostorskih podatkov uporabljajo številni standardi, med katerimi lahko z vidika aktualnosti izpostavimo nacionalni standard za oceno točnosti prostorskih podatkov (NSSDA)*

in sporazum o standardizaciji 2215 (STANAG 2215). Ker se standarda precej razlikujeta v velikosti vzorca in statističnem modelu, smo ju v magistrskem delu praktično preizkusili na primeru kontrole državnega ortofota iz časovne serije 2014 na območju trigonometrične sekcije Celje. Izmerili smo kontrolne točke na ortofotu, na stereoparih in pridobili referenčne vrednosti z RTK-metodo izmere GNSS. Podatke smo obdelali po metodologijah obeh standardov in jih ovrednotili. Za dva lista smo izdelali ortofoto z uporabo DMR 1, pridobljenega iz podatkov laserskega skeniranja, ter preverili, ali so se odstopanja na kontrolnih točkah zmanjšala. Predstavili smo ugotovitve in podali mnenje za uvedbo standarda STANAG 2215 v kontrolo položajne točnosti državnega ortofota v Sloveniji.

---

**Jaka Gorišek:** Modeliranje funkcionalnih regij po metodi CURDS  
**Mentorica:** doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek  
**Somentor:** viš. pred. dr. Samo Drobne  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5902/1/BGD021\\_Gorisek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5902/1/BGD021_Gorisek.pdf)

*V magistrski nalogi smo modelirali funkcionalne regije po metodi CURDS (Coombes in Bond, 2008). Študijo območij delovne mobilnosti Slovenije smo izvedli za leti 2009 in 2011. Podlaga za opredelitev območij delovne mobilnosti so bili statistični podatki o delovni mobilnosti med občinami Slovenije. Primerjava območij delovne mobilnosti med obravnavanima letoma je izkazala spremembe v njihovem številu, velikosti in obliki. V nalogi smo izvedli tudi primerjavo območij delovne mobilnosti s statističnimi regijami Slovenije ter s funkcionalnimi urbanimi območji, opredeljenimi v Strategiji prostorskega razvoja Slovenije (SPRS, 2004). Rezultati naloge, še posebej pa predstavljena metoda CURDS, lahko pomembno prispevajo k študiji funkcionalnih odnosov v Sloveniji.*

---

**Alenka Pajtler:** Analiza organizacije in dejavnosti Geodetske uprave RS kot dela javne geodetske službe  
**Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec  
**Somentor:** viš. pred. dr. Samo Drobne  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5649/1/BGD020\\_Pajtler.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5649/1/BGD020_Pajtler.pdf)

*V uvodnem delu magistrskega dela podajamo pregled mednarodnih usmeritev na področju prostorske podatkovne infrastrukture s sistemom zemljiške administracije, ki je ena temeljnih prostorskih infrastruktur javne geodetske službe. Sledi opis razvoja geodetske službe pri nas, ki je predvsem zaradi gospodarskih sprememb in različnih političnih ureditev vse od začetkov po drugi svetovni vojni doživela številne spremembe. V osrednjem delu naloge najprej s teoretičnega in nato praktičnega vidika obravnavamo organizacijo in dejavnosti enega pomembnejših delov javne (državne) geodetske službe, to je Geodetske uprave RS, ki jo že sedaj in tudi v prihodnje čakajo veliki izzivi in priložnosti na področju zemljiške administracije in prostorske podatkovne infrastrukture. V praktičnem delu tako za preteklih nekaj let poglobljeno preučimo strukturo zaposlenih na Geodetski upravi RS in njene dejavnosti v povezavi s finančnim poslovanjem. Poleg tega na temelju izvedene ankete analiziramo zadovoljstvo zaposlenih in njihov pogled na razvoj institucije, ki jih zaposluje.*

---

**Marko Spreicer:** Optimizacija opazovanj v geodetski izmeri  
**Mentor:** prof. dr. Bojan Stopar

Somentor: asist. dr. Oskar Sterle  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/6133/1/BGD023\\_Spreicer.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/6133/1/BGD023_Spreicer.pdf)

*V magistrski nalogi smo obravnavali problem optimizacije geodetskih mrež. Optimizacija geodetskih mrež nam omogoča vnaprejšnjo določitev optimalnega geodetskega datuma, položajev točk v geodetski mreži, optimalne uteži opazovanj in izboljšavo slabših delov geodetske mreže. Poudarek v nalogi je na optimizaciji drugega reda, pri kateri optimiziramo natančnost geodetskih opazovanj, oziroma uteži opazovanj, za pridobitev ustrezne natančnosti koordinat točk geodetske mreže. Za avtomatizacijo postopka optimizacije drugega reda smo izdelali računalniški program. Program omogoča vnos podatkov o geodetski mreži in kriterijev, ki naj bi jih pri optimizaciji upoštevali. Program med optimizacijo iterativno odstranjuje opazovanja, ki bistveno ne prispevajo k natančnosti in zanesljivosti geodetske mreže, dokler ni mogoče odstraniti več nobenega opazovanja, ne da bi s tem presegli vnaprej postavljenih kriterijev. Z izdelanim programom smo izvedli več primerov optimizacije geodetske mreže z različnimi kriteriji ter prikazali uporabnost računalniškega programa in postopkov optimizacije pri načrtovanju geodetskih mrež.*

## PROSTORSKO NAČRTOVANJE, 2. STOPNJA

Monika Rudolf: Pravni režimi in druge omejitve na zemljiščih pri izvajanju agrarnih operacij  
 Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5987/1/BPN011\\_Rudolf.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5987/1/BPN011_Rudolf.pdf)

*V magistrski nalogi so analizirane in predstavljene pravne in druge zakonske omejitve na kmetijskih zemljiščih pri izvajanju agrarnih operacij. Podrobneje smo preučili evropsko in slovensko zakonodajo na področju izvajanja agrarnih operacij, s poudarkom na omejitvah na zavarovanih in drugih varovanih območjih. Naloga je razdeljena na dva dela, in sicer teoretični (zakonski okvirji) in praktični (empirični) del. V teoretičnem delu je predstavljena evropska in slovenska zakonodaja na področju agrarnih operacij in dejavnosti, ki se izvajajo na tem področju v Sloveniji. Posebna pozornost je namenjena predstavitvi posebnih varovanih območij ter njihovega varstva na kmetijskih zemljiščih. Kot sklepni del teoretičnega dela smo izdelali preglednico, ki prikazuje posamezne vsebinske sklope zakonodaje in soglasja, ki jih je treba pridobiti pri soglasodajalcih ob posegih v prostor v sklopu agrarnih operacij. Predstavljen pa je tudi novi Zakon o kmetijskih zemljiščih s spremembami (ZKZ-E), ki je bil sprejet 31. marca 2016 in prinaša nekatere spremembe na področju agrarnih operacij.*

*V empiričnem delu obravnavamo območje občine Tišina, ki je bila vključena v projekte Programa razvoja podeželja (PRP) 2007–2013, kjer so na devetih območjih izvajali komasacijo kmetijskih zemljišč. Predstavljen je časovni potek komasacije. Poudarek je na prostorskih analizah in tematskih kartografskih prikazih omejitve posegov na kmetijska zemljišča z vidika varovanih in drugih posebnih območij za celotno območje občine Tišina. Poskušali smo preučiti vse prostorske omejitve, ki jih je treba upoštevati pri posegih v prostor, tudi agrarne operacije. Na podlagi izdelanih prostorskih analiz in tematskih prikazov lahko dobimo celovit pregled za posamezno območje, katerega soglasje potrebujemo pri načrtovanju in izvajanju agrarnih operacij. Ugotovili smo, da se posamezne omejitve pogosto med seboj prostorsko prekrivajo. Občina Tišina bo v prihodnjem obdobju izvajala agromelioracije na komasacijskih območjih, ki so predvidene po PRP 2014–2020, in bo morala upoštevati prostorske omejitve, ki so bile preučene in prikazane s kartami, izdelanimi v tej nalogi.*

## UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GEODEZIJE

Saša Ban: Razvoj urbanega sistema v Sloveniji  
Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek  
Somentor: asist. dr. Gašper Mrak  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5785/1/GEU991\\_Ban.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5785/1/GEU991_Ban.pdf)

*V diplomskem delu obravnavamo razvoj urbanega sistema v Sloveniji. Tematika je pomembna z vidika prostorske ureditve in sistema poselitve, saj predstavlja omrežja mest in naselij ter njihovih medsebojnih vplivov, predvsem z vidika hierarhije mest in naselij različnih velikosti in funkcij. V prvem, teoretičnem delu diplomskega dela opredelimo tematiko na podlagi teoretične literature, predstavimo uveljavljene definicije urbanega sistema in njegovih komponent, predstavimo uveljavljeno teorijo centralnih krajev, koncept policentričnosti. V drugem delu skozi časovne mejnike, pregled študij, sprejeto prostorsko zakonodajo in sprejete strategije prikazemo razvoj urbanega sistema in policentrične zasnove poselitve v Sloveniji od konca 2. svetovne vojne. V aplikativnem delu kritično ocenimo razvoj urbanega sistema in naredimo analizo napredka v razvoju urbanega sistema v Sloveniji ter oceno skladnosti razvoja policentrične zasnove poselitve s cilji, ki so bili postavljeni v sprejeti zakonodaji in strategijah. Pri tem predvsem poskušamo odgovoriti na vprašanje, ali so se cilji, ki so bili za razvoj policentričnega urbanega omrežja postavljeni v preteklosti, uresničili, ugotoviti, ali je šel razvoj v zastavljeni smeri, in ugotoviti, kateri kraji so bili, so in bodo ogrodje sistema.*

Gašper Banovec: Analiza izbranih obstoječih algoritmov za generalizacijo digitalnega modela reliefa na primeru uporabe na izbranih področjih v geodeziji in geoinformatiki

Mentor: izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič  
Somentor: izr. prof. dr. Tomaž Podobnikar  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5886/1/GEU1005\\_Banovec.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5886/1/GEU1005_Banovec.pdf)

*Namen naloge je analiza izbranih obstoječih algoritmov za generalizacijo digitalnega modela reliefa na primeru uporabe na izbranih področjih v geodeziji in geoinformatiki, kot so kartografija, prostorske analize v GIS-u in kontrola kakovosti. V praktičnem delu naloge smo uporabili testno območje Semiča, ki predstavlja ravninski del in Semiško goro, ki se dviga nad Semičem. S programom ArcGIS smo izvedli nekaj enostavnih analiz površja: izračun naklona, ekspozicije, ukrivljenosti in analitično senčenje z uporabo podatkov DMV 5, DMV 12,5 ter lidarskega DMR-ja. Z bilinearno metodo interpolacije smo vse tri sloje prostorskih podatkov prevzorčili iz ločljivosti 12,5 m na ločljivost 25 m in 50 m ter opravili analize. Rezultate analiz smo interpretirali v smislu treh izbranih področij v geodeziji in geoinformatiki.*

*Lidarski DMR je najbolj kakovosten prikaz glede na stopnjo detajlnosti. DMV 12,5 in DMV 5 sta bolj skladna, predvsem v ravninskem delu, DMV 5 in lidarski DMR pa v hribovitem predelu. Analitično senčenje pri azimutu 45° daje nedefinirane prikaze površja, pri azimutu 135° obratno predstavijo površja, hribi so doline in doline hribi, senčenje pri vertikalnem kotu 10° pa dolge sence. Generiranje najboljših plastnic dobimo iz lidarskega DMR-ja, kjer se plastnice generalizirajo in reducirajo predvsem na ravninskem predelu. Pri prevzorčenju na boljše ločljivost z 12,5 m na 1 m smo iskali napake na slojih. Pri posrednem vzorčenju smo v primerjavi s neposrednim dobili še bolj generalizirane prikaze. Ekspozicija je najmanj občutljiva na generalizacijo, veliko*

*bolj pa so naklon in ukrivljenost. Pri ukrivljenosti se dovolj dobro razlike vidijo pri ločljivosti 25 m, kjer tudi vizualno opazimo razlike v konkavnosti in konveksnosti. Najmanj razlik opazimo pri tlorisni ukrivljenosti. S prevzorčenjem na manjšo ločljivost na 25 m in na 50 m se zmanjša kakovost prikaza in kakovost podatkov DMV-ja, vendar smo pri ločljivosti 50 m dobili enakovrednejše prikaze med sloji.*

**Tomaž Bedek:** Geodetska dela pri izgradnji nadvoza Lipovci

**Mentor:** doc. dr. Božo Koler

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5783/1/GEU993\\_Bedek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5783/1/GEU993_Bedek.pdf)

*V diplomski nalogi sem predstavil geodetska dela pri izgradnji nadvoza Lipovci. Obravnavana so geodetska dela pred gradnjo, med njo in po izgradnji objekta. Prikazana je vzpostavitev geodetske mreže in izdelava geodetskega načrta. Podrobno so opisani postopki in metode zakoličevanja. Navedena je tudi natančnost metode zakoličevanja. V naslednjem poglavju je opisan postopek zakoličbe na nadvozu in uporabljen instrumentarij. Opisan je konkreten primer zakoličenja prekladne konstrukcije. Na koncu je prikazana analiza natančnosti zakoličevanja točk.*

**Nina Bončina:** Analiza uporabe stereoparov bližnjelikovnih aerofotografij za izdelavo geodetskega načrta

**Mentorica:** doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5863/1/GEU1003\\_Bon%C4%8Dina.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5863/1/GEU1003_Bon%C4%8Dina.pdf)

*V diplomski nalogi je predstavljena izdelava geodetskega načrta iz stereoparov aerofotografij, posnetih z brezpilotnim zrakoplovom. Namen naloge je ugotoviti prednosti in slabosti metode stereozajema za izdelavo geodetskih načrtov velikih meril v primerjavi s klasičnim postopkom izdelave geodetskega načrta, kakršna je terestrična geodetska izmera. V nalogi na praktičnem primeru opišemo postopek zajema aerofotografij z brezpilotnim zrakoplovom Aibotix X6, postopek obdelave aerofotografij v programskem orodju PhotoScan ter izdelavo stereoparov in fotogrametrični zajem v programskem orodju STEZA, predstavimo izdelane fotogrametrične izdelke (oblak točk, DMR, DMP in ortofoto) ter ocenimo kakovosti stereozajema. Primerjamo tri različne metode zajema podatkov in predstavimo njihovo uporabnost.*

*Z oceno natančnosti in analizo uporabnosti metode stereozajema so bila potrjena naša predvidevanja, da je ta metoda primerna za izdelavo načrtov velikih meril, dosega ustrezne natančnosti in je veliko hitrejša za zajem podatkov v primerjavi s klasično terensko izmero. Fotogrametrični izdelki, ki nastanejo v postopku obdelave, imajo dodano uporabno vrednost, ki je klasična geodetska izmera ne prinaša.*

**Monika Dolinšek:** Degradirana območja v Zasavski regiji

**Mentorica:** doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

**Somentorica:** viš. pred. mag. Mojca Foški

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5843/1/GEU1000\\_Dolin%C5%A1ek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5843/1/GEU1000_Dolin%C5%A1ek.pdf)

*Osrednji namen ter cilj diplomskega dela sta bila opredelitev in popis degradiranih območij po enotni metodologiji na območju Zasavske regije oziroma na območju občin Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi. V ta namen smo predhodno izbrali in opredelili tipologijo in merila, s katerimi smo določili obliko in stopnjo degradacije. Z enotno in celovito inventarizacijo degradiranih območij ter osnovno statistično analizo smo podali oceno*

stanja ter obseg degradiranih območij v obravnavani regiji. V diplomskem delu smo poleg zbranih podatkov popisa zbrali tudi podatke o razvojnih načrtih ter podali nekaj lastnih predlogov glede sanacije in ponovne uporabe degradiranih območij. Njihov celovit pregled je svojevrsten prispevek k izboljšanju načrtovanja rabe prostora in trajnejšemu razvoju v Zasavski regiji.

---

**Anton Hajdinjak:** Metodologija za izračun najemnine za polaganje optičnih kablov v kabelsko kanalizacijo javne razsvetljave

**Mentorica:** izr. prof. dr. Maruška Šubic Kovač

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/1718/1/GEU997\\_Hajdinjak.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/1718/1/GEU997_Hajdinjak.pdf)

*Namen diplomske naloge je prikazati način izračuna najemnine za najem kabelske kanalizacije javne razsvetljave za polaganje optičnih kablov v primerih, ko je lastnik kabelske kanalizacije javne razsvetljave lokalna skupnost, prihodnji najemnik pa upravljevec komunikacijskega omrežja. V okviru naloge so najprej prikazane bistvene značilnosti gradnje in uporabe komunikacijskih omrežij ter omrežij javne razsvetljave, s poudarkom na posebnostih komunikacijskih omrežij. V nadaljevanju je opisan postopek ocene vrednosti najemnine za najem kabelske kanalizacije javne razsvetljave z uporabo metodologije za izračun najemnine za polaganje optičnih kablov v kabelsko kanalizacijo javne razsvetljave. Na podlagi stroškov gradnje kabelske kanalizacije in vrednosti zemljišča je izračunana vrednost povprečnih stroškov gradnje kabelske kanalizacije javne razsvetljave na območju mestne občine Kranj (v nadaljevanju: MOK). Po metodi neposredne kapitalizacije je ocenjena vrednost izhodiščne letne najemnine. Sledi opis uporabe faktorjev prilagoditev za izračun najemnine v konkretnih primerih. V zadnjem poglavju so prikazani izračuni najemnin za posamezne primere polaganja optičnih kablov v kabelsko kanalizacijo javne razsvetljave na različnih lokacijah v MOK, izvedena pa je tudi ocena ustreznosti izračunanih najemnin. V zaključnih ugotovitvah je podano še priporočilo, da je treba pred pričetkom oddajanja kabelske kanalizacije v najem urediti tudi evidenco prostih kapacitet in izdelati načrt razvoja javne razsvetljave.*

---

**Miha Hočevar:** Geodetska izmera zavarovalne mreže točke 0. reda na Kogu

**Mentor:** doc. dr. Božo Koler

**Somentor:** asist. Klemen Kregar

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5784/1/GEU994\\_Ho%C4%8Devar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5784/1/GEU994_Ho%C4%8Devar.pdf)

*Vsaka točka geodetske mreže 0. reda v Sloveniji vsebuje zavarovalno mrežo za spremljanje lokalne stabilnosti točke 0. reda. Na eni izmed točk 0. reda, ki je na Kogu, smo izvedli precizno geodetsko izmero. Opazovanja smo obdelali in izravnali v višinski in horizontalni mreži, da bi pridobili lokalne položajne koordinate referenčnih točk in točk zavarovalne mreže, ki se bodo uporabljale za ugotavljanje premikov teh točk pri nadaljnjih terminskih izmerah na mreži. Na koncu smo opravili analizo natančnosti pridobljenih rezultatov. V diplomski nalogi je opisan potek precizne geodetske izmere na terenu, uporabljen instrumentarij, priprava merjenih vrednosti za izravnavo ter izravnava podatkov.*

---

**Maja Kariž:** Analiza projekta katastrskih del na mednarodnem mejnem prehodu Sočerga

**Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec

**Somentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5844/1/GEU999\\_Kariz.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5844/1/GEU999_Kariz.pdf)

*Pomemben del geodetskih storitev je povezan z gradnjo objektov, kar je vsebina te naloge. V njej obravnavamo del geodetskih storitev ob gradnji stavbe, ki so zakonsko predpisane v Republiki Sloveniji; pri tem se osredotočamo predvsem na postopke katastrskega preurejanja in evidentiranja novega stanja v uradnih nepremičninskih evidencah. Analiza zakonskega okvirja in postopkov geodetskih storitev sicer vključuje različne faze gradbenega projekta, pri čemer posebej izpostavljamo pripravo geodetskih podlag za namene projektne dokumentacije, izvedbe projekta in evidentiranja končnega stanja v geodetskih evidencah. Kot praktičen primer je predstavljen projekt geodetskih del na mednarodnem mejnem prehodu Sočerga. Projekt zajema katastrska in druga geodetska dela pri katastrskem urejanju območja mejnega prehoda ter izgradnji in evidentiranju novega kontrolnega objekta na mejnem prehodu v zemljiški kataster in kataster stavb.*

Jasna Klobučar: Analiza izdelave katastrskega elaborata v sklopu projekta »Ureditev križanj cest z železnico na odseku . . . Pragersko–Hodoš«

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentorja: viš. pred. dr. Miran Ferlan, mag. Melita Ulbl

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5846/1/GEU998\\_Klobucar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5846/1/GEU998_Klobucar.pdf)

*V diplomski nalogi je predstavljena izdelava katastrskega elaborata pri gradnji javne gospodarske infrastrukture za primer projekta »Ureditev križanj cest z železnico na odseku Pragersko–Hodoš v okviru elektrifikacije in rekonstrukcije železniške proge Pragersko–Hodoš«. Vsebinska projektne dokumentacije je zakonsko določena, posebne zahteve, vezane na posamezni projekt, pa investitor predussem pri javnih naročilih določi v projektni nalogi. Katastrski elaborat ni obvezen del vsebine projektne dokumentacije, ker pa investitor projekta potrebuje podatke o parcelah, ki jih bo predviden objekt prizadel, običajno v projektni nalogi poda zahtevo za izdelavo katastrskega elaborata. Ta se s podatki o posameznih parcelah in posegih v prostor med drugim uporablja za določitev ustreznih odkupov in vzpostavitve služnosti na parcelah. Podlaga za izdelavo so katastrski podatki ter podatki projektanta o predvidenih gradbenih posegih in o predvideni gospodarski javni infrastrukturi.*

*V nalogi je najprej predstavljena zakonodaja, ki jo je pri izdelavi takšnega projekta treba poznati, sledi povzetek temeljnih pojmov zemljiškega katastra. Na študijskem primeru so prikazane najpogostejše napake oziroma pomanjkljivosti grafičnega podsistema zemljiškega katastra, ki jih je treba odpraviti. Za tak namen je zahtevana tudi ocena položajne natančnosti podatkov zemljiškega katastra, ki jasno podaja možna odstopanja v naravi. V zaključku naloge sta za študijski primer prikazana postopek izdelave in vsebina katastrskega elaborata, dodatno so prikazane tudi parcelacije, ki so bile izvedene na obravnavanem območju za namen katastrske ureditve zemljišč.*

Anja Kranjec: Uporaba katastrskih podatkov za vzpostavitev 3D-katastra

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentor: viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5862/1/GEU1002\\_Kranjec.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5862/1/GEU1002_Kranjec.pdf)

*V diplomskem delu je predstavljena možnost vzpostavitve trirazsežnega grafičnega modela stavb kot del podatkovnega modela 3D-katastra nepremičnin v Sloveniji, in sicer na podlagi podatkov zemljiškega katastra,*



katastra stavb in podatkov geodetske terenske izmere. Opredeljen je 3D-kataster nepremičnin, kjer je posebej predstavljen model zemljiške administracije LADM, ki postavlja koncept mnogonamenskega katastra ter model za 3D-kataster. Dodatno so predstavljene izkušnje izbranih tujih držav na področju 3D-katastra.

Kot izhodišče za vzpostavitev 3D-modelov nepremičnin v okviru katastra je predstavljen kataster v Sloveniji, s poudarkom na katastru stavb in koordinatnem katastru. V praktičnem delu diplomskega dela so prikazani trije primeri stavb, za katere smo s programsko rešitvijo AutoCAD izdelali žične modele ter s programskimi orodji SketchUp 3D-modele stavb. Slednje smo izdelali v skladu s standardom CityGML in na različnih ravneh podrobnosti (LoD). V zaključku smo podali ugotovitve, kakšni katastrski podatki so že na voljo in katere bi še potrebovali za vzpostavitev 3D-katastra nepremičnin v Sloveniji.

---

Meta Mlakar: Analiza parcelnega vzorca in njegovo spreminjanje na območju Ihana in Buj

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5786/1/GEU992\\_Mlakar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5786/1/GEU992_Mlakar.pdf)

V diplomskem delu so predstavljeni parcelni vzorci, povzeti po Ilešiču (1950). Osredotočili smo se predvsem na poljsko razdelitev na grude in z njo povezane prehodne oblike. Za celotno območje Slovenije smo pogledali, kje se navedeni parcelni vzorec pojavlja, in izpisali vsa naselja. Izmed vseh smo na podlagi opisa v Ilešičevem delu, dostopnosti podatkov franciscejskega katastra, sprememb na območju naselja in različne prostorske razporeditve izbrali naselji Ihan in Buje, ki smo ju podrobneje analizirali.

Primerjali smo podatke v dveh časovnih obdobjih. Uporabili smo podatke ob nastanku franciscejskega katastra, zemljiškega katastra ter podatke dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter proučevali parcelno in lastniško strukturo ter spremembe rabe zemljišč. Primerjalne analize so pokazale, da se je na obravnavanih območjih parcelna struktura spremenila predvsem zaradi komasacij kmetijskih zemljišč, spremembe rabe pa so bile predvsem posledica zaraščanja travnikov ter širjenja stavbnih zemljišč na kmetijska. Lastniška struktura je razdrobljena tako v času franciscejskega katastra kot danes.

---

Jernej Moderc: Primerjava podatkov o skupnem vzponu vzdolž posnetih GPS-sledi glede na metodo določitve

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5720/1/GEU990\\_Moderc.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5720/1/GEU990_Moderc.pdf)

V diplomski nalogi smo obravnavali podatke o skupnem vzponu vzdolž 250 posnetih GPS-sledi, zajetih na območju zahodne Slovenije. GPS-sledi so bile posnete z enostavnim enofrekvenčnim kodnim GPS-snemalnikom Qstarz BT-Q1000P, s kriterijem zajema 10 m oddaljenosti od predhodno posnete točke. Iz tako posnetih GPS-sledi smo izračunali skupni vzpon na različne načine, in sicer: direktno iz posnetih elipsoidnih višin, z uporabo različnih pragov poenostavitve višinskega profila, s programom Google Zemlja v načinu prikaza posnete GPS-sledi ‚Absolutno‘ oziroma ‚Pritrjeno na tla‘, torej na SRTM 90 m, ter s polaganjem na podatke DMV 1 m iz nedavnega ALS-snemanja Slovenije, ki smo jih uporabili kot referenčne.

Ovrednotili smo ustreznost posamezne metode določitve skupnega vzpona ter empirično določili korekcijske

faktorje za zagotovitev skladnosti podatkov o skupnem vzponu z referenčnimi vrednostmi ter njihove medsebojne primerljivosti. Na podlagi agregatne obdelave 250 posnetih GPS-sledi smo ugotovili, da je treba podatek o skupnem vzponu, izračunan iz izvorno posnete, nepopravljene GPS-sledi, v povprečju zmanjšati za 20 %, da pridobimo vrednost, primerljivo z referenčno. Podatki o skupnem vzponu, dobljeni s programom Google Zemlja v načinu ‚Pritrjeno na tla‘ oziroma izračunani s pragom poenostavitve 15 m, pa so zaradi bolj generaliziranega modela reliefa oziroma višinskega profila v povprečju premajhni in jih je zato treba za primerljivost z referenčnimi vrednostmi v povprečju povečati za 20 %. Vsota odstopanj od izračunanih referenčnih vrednosti skupnih vzponov pa je v povprečju najmanjša pri metodi določitve s 5-metrskim pragom poenostavitve višinskega profila.

Matej Polak: Preučevanje zemljiške razdelitve celkov na izbranih območjih

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5865/1/GEU995\\_Polak.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5865/1/GEU995_Polak.pdf)

V diplomski nalogi je predstavljena analiza sprememb parcelnega vzorca celek od prve polovice 19. stoletja do danes. Uporabili smo podatke franciscejskega katastra, zemljiškega katastra, grafičnih enot kmetijskega gospodarstva (GERK) in dejanske rabe prostora. Najprej so predstavljene različne oblike poljskih razdelitev in njihov pomen za podobo krajine ter podroben opis značilnosti celkov. Analiza je bila izvedena na primeru 30 celkov v treh izbranih območjih Slovenije, kjer je njihova pojavnost še posebej značilna. Zanimalo nas je, ali se ohranja prvotna zasnova in kompaktnost posesti v enem kosu, ki zaradi samozadostnosti ni dovoljevala večjih sprememb in delitev kmetij. Večina jih tako ostaja sklenjenih, v nekaj primerih smo opazili, da imajo kmetijska zemljišča tudi zunaj posesti celka. S povečanim priseljevanjem ljudi na podeželje se posestna struktura manj spreminja, pri tem značilen razpršeni poselitveni vzorec ostaja nespremenjen. S primerjavo posestnih listov z GERK-om smo ugotovili, da večina celkov obdeluje izključno zemljišča, ki jih imajo v lasti. Kjer so že v opuščanju, njihova zemljišča najpogosteje obdelujejo sosednji kmetje. Pogledali smo tudi spreminjanje rab na obravnavanih območjih. Gozd se je povsod razširil, običajno na predele, kjer so bili nekoč pašniki in travniki. Zmanjšale so se tudi površine njiv in ekstenzivnih sadovnjakov. Rezultate smo predstavili grafično in numerično.

Mirko Stamenković: Možnost vzpostavitve 3D-katastra stavb na podlagi meritev brezpilotnih letal

Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec

Somentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5861/1/GEU1001\\_Stamenkovic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5861/1/GEU1001_Stamenkovic.pdf)

V diplomski nalogi je kratko predstavljen sistem zemljiške administracije v Sloveniji, posebej pa so predstavljeni trendi v svetu na tem področju, s poudarkom na vzpostavitvi 3D-katastra nepremičnin. Pri tem smo obravnavali izzive uporabe brezpilotnih letalnikov. Uporabo brezpilotnih letal v današnjem času srečamo na različnih področjih. Tako je tudi v geodetski stroki, kjer meritve z brezpilotnimi letalniki postajajo vse pogostejši način zajemanja prostorskih podatkov.

V diplomski nalogi je predstavljena tovrstna tehnologija, opisan je postopek meritev na terenu, kot tudi sama obdelava pridobljenih podatkov v različnih programskih orodjih. Generiran je oblak točk, na podlagi katerega

so pridobljeni podatki, potrebni za izris 3D-modela stanovanjske hiše. Končni cilj naloge je poskušati ugotoviti, ali so tako zajeti podatki kakovostno dovolj uporabni in natančni za vzpostavitev 3D-modelov stavb v okviru 3D-katastra. Nadalje so podani rezultati primerjave med podatki, zajetimi z brezpilotnimi letali, s podatki iz katastra.

---

Simon Šajn: Izdelava športnoturistične karte kraškega roba nad Ilirsko Bistrico  
Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič  
Somentor: asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5872/1/GEU1006\\_%C5%A0ajn.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5872/1/GEU1006_%C5%A0ajn.pdf)

V diplomski nalogi je predstavljen celoten potek izdelave športnoturistične karte kraškega roba nad Ilirsko Bistrico. Viri podatkov za izdelavo karte so bili državne topografske karte, DOF, temeljni topografski načrt, digitalni model višin in na terenu pridobljeni podatki. Območje prikaza pokriva širše območje kraškega roba severozahodno od Ilirske Bistrice. Na karti so prikazane možnosti za kolesarske poti in plezalne stene. Območje za zdaj še ni namenjeno turizmu, je pa na karti prikazano, kaj lahko potencialni turisti že uporabijo za športni turizem. Na tem območju se že lahko zapeljejo po prikazanih gorskih kolesarskih poteh in stena že omogoča ustvarjanje plezalnih smeri. Pri spustu (downhill kolesarstvu) so potrebne še dodatne ureditve, kot so ureditve poti in postavitve ovir, potrebnih za spust. Na podlagi pridobljenih podatkov je bila s programskim orodjem OCAD 12 izdelana interaktivna spletna karta. Na njej so ustvarjene povezave na karto stene, na kateri so prikazana območja zahtevnosti plezanja in povezavi na Google Zemljo ter povezave na fotografije območja.

---

Matija Uršič: Raziskava stabilnosti parametrov notranje orientacije fotoaparata v brezpilotnem letalnem sistemu in njihov vpliv na položajno točnost izdelkov  
Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras  
Somentorja: asist. dr. Dejan Grigillo, Matej Bone, univ. dipl. inž. geod.  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5719/1/GEU989\\_Ursic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5719/1/GEU989_Ursic.pdf)

Ob vse pogostejši uporabi brezpilotnih letalnih sistemov v geodeziji postajajo ti vse bolj izpopolnjeni. Tako se pri želji po doseganju visoke točnosti fotogrametričnih izdelkov, ki so rezultat kompleksne izravnave bloka posnetkov in postopkov večslikovnega ujemanja, pojavi vprašanje stabilnosti parametrov notranje orientacije digitalnega fotoaparata v letalniku ter njihovega vpliva na končni izdelek. V nalogi smo uporabljali letalnik Bramor rTK podjetja C-ASTRAL, za obdelavo posnetkov pa program Agisoft PhotoScan. Na bencinskem servisu Petrol v Vipavi je bila stabilizirana geodetska mreža 20 točk, ki smo jo uporabljali za kalibracijsko polje. Mrežo smo s polarno metodo izmere zgostili, da smo dobili več kontrolnih točk. Za ugotavljanje stabilnosti parametrov notranje orientacije fotoaparata smo nad kalibracijskim poljem izvajali lete ob treh različnih terminih; vsakič dva leta, vsak na različni višini nad tlemi, vedno po istem načrtu letenja. Pridobljene posnetke smo vnesli v Agisoft PhotoScan, kjer smo z izravnavo bloka posnetkov izračunali parametre notranje in zunanje orientacije fotoaparata. Spreminjanje parametrov notranje orientacije fotoaparata smo analizirali na podlagi rezultatov izravnave posameznih testnih blokov posnetkov. Vpliv parametrov notranje orientacije fotoaparata na položajno točnost izdelkov – ortofotov in oblakov točk – smo ocenili na podlagi odstopanj na kontrolnih točkah, ki smo jih na izdelkih izmerili v programu Autocad Civil 3D. Opazovali smo tudi odstopanja izdelkov na kontrolnih točkah ob uporabi različnega števila oslonilnih točk.

**Nataša Volčanjšek: Pomen in vloga kulturne krajine za urejanje prostora na primeru Bizeljskega****Mentorica:** doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek**Somentorica:** viš. pred. mag. Maja Simoneti[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5864/1/GEU996\\_Vol%C4%8Danj%C5%A1ek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5864/1/GEU996_Vol%C4%8Danj%C5%A1ek.pdf)

*V diplomski nalogi je obravnavana kulturna krajina na območju krajevne skupnosti Bizeljsko. Značilen je razgiban, rahlo valovit teren z veliko krajinsko pestrostjo prostora. Tu sta značilna krajinska vzorca ravninski svet ob reki Sotli in potoku Dramlji, kjer se menjajo travniki in njive ter gričevje, kjer se menjajo vinogradi, sadovnjaki, njive in travniki ter gozd na osončnih pobočjih. Na obravnavanem območju so najboljše vinogradniške lege v brežiški občini. Bizeljsko je del bizeljsko-sremiškega vinorodnega okoliša.*

*V prvem delu naloge preučimo krajevno skupnost Bizeljsko skozi naravne in družbeno-geografske značilnosti ter ugotavljamo, kako se je kulturna krajina predstavljala v promocijskem gradivu nekoč in danes. Pregledali smo, kako je stanje na področju vinogradništva in sadjarstva, ter opravili pogovor s predstavnikom občine in kmetijsko-svetovalne službe. V drugem delu naloge pa se osredotočimo na katastrsko občino Orešje, kjer smo podali smernice za nadaljnji razvoj, in sicer tako, da bi se obstoječa tradicionalna kulturna krajina še naprej ohranjala. Ohranjanje kulturne krajine je pomembno z vidika gospodarstva, ekologije in kulture kot tudi turizma. Za ohranitev kulturne prepoznavnosti je treba spodbujati kmetijske dejavnosti, ki bolj oblikujejo in vzdržujejo take prepoznavne krajinske vzorce.*

**Špela Žagar:** Mareografska opazovanja za potrebe določitve vertikalnega datuma Slovenije**Mentor:** doc. dr. Miran Kuhar**Somentor:** doc. dr. Božo Koler[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5871/1/GEU1004\\_Zagar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5871/1/GEU1004_Zagar.pdf)

*V diplomski nalogi so prikazana mareografska opazovanja na postajah v Trstu in Kopru, ki so bila uporabljena in se uporabljajo za določitev vertikalnega datuma nivelmanskih mrež Slovenije. Podan je zgodovinski prikaz od začetka opazovanj v Trstu v XIX. stoletju do opazovanj sedanje sodobne mareografske postaje v Kopru. Prav tako so podane osnove plimovanja morij in oceanov ter možnosti določitve srednje morske gladine na podlagi mareografskih opazovanj.*

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI GEODEZIJE****Sinja Bandelj:** Določanje pripadajočih zemljišč v večstanovanjskih soseskah**Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec**Somentor:** viš. pred. mag. Maja Simoneti[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5933/1/GEV455\\_Bandelj.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5933/1/GEV455_Bandelj.pdf)

*V nalogi obravnavamo problematiko urejanja lastništva zemljišč v stanovanjskih soseskah, ki so jih zgradili v dobi družbeno usmerjene stanovanjske gradnje, zlasti v obdobju od leta 1960 do leta 1985, ko so v državi letno zgradili tudi do 10.000 stanovanj. Osvetliti poskušamo prostorsko zakonodajo, ki je bila podlaga za gradnjo*

sosesk, različne zasnove sosesk, načine pridobivanja zemljišč in financiranja gradnje, ter nakažemo vzroke za nedosledno zemljiškoknjižno urejanje v obdobju družbeno usmerjene gradnje. V nadaljevanju prikažemo spremembe zakonodaje na obravnavanem področju po letu 1990, ko smo prešli na tržno gospodarstvo, ki prav tako niso imele pravega učinka na zemljiškoknjižno urejanje. Opozorimo na počasno zavedanje etažnih lastnikov in občin na nujnost urejenega lastništva in vpisov v zemljiško knjigo. Na temelju izbranih študijskih primerov predstavimo poizkuse ureditve nerešenih lastniških razmerij v soseskah na podlagi obstoječe zakonodaje. Na koncu izpostavimo različne možnosti za ureditev zemljiškoknjižne problematike in njen pomen za učinkovito upravljanje sosesk.

---

Jure Bohanec: Analiza točnosti in natančnosti zenitne troposferske refrakcije GNSS

Mentor: prof. dr. Bojan Stopar

Somentor: asist. dr. Oskar Sterle

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5873/1/GEV447\\_Bohanec.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5873/1/GEV447_Bohanec.pdf)

*V diplomski nalogi primerjamo izračun zenitne troposferske refrakcije v meteorološkem modelu z neodvisnim izračunom s tremi geodetskimi metodami obdelave statičnih GNSS-opazovanj in analiziramo podatke v absolutnem in relativnem načinu določitve. V absolutnem načinu smo izračunali razlike med izračunom zenitne troposferske refrakcije z meteorološkim modelom ALADIN, ki ga vzamemo za referenco, z obdelavo opazovanj GNSS z geodetskimi metodami (PPP, Bernese GNSS Software, omrežje SIGNAL).*

*Vrednost absolutne zenitne troposferske refrakcije izbrane referenčne postaje smo uporabili za določitev relativne troposferske refrakcije ter pridobljene diferencialne vrednosti primerjali z vrednostmi, pridobljenimi iz meteorološkega modela. Na podlagi pridobljenih razlik smo izračunali srednje vrednosti ter standardne odklone razlik troposferske refrakcije ter ovrednotili pridobljene rezultate. Rezultati v diplomski nalogi kažejo na visoko skladnost vrednosti zenitne troposferske refrakcije, določene z geodetskimi metodami z meteorološkim modelom, predvsem v relativnem načinu določitve z metodo PPP in Bernese GNSS Software.*

---

Sabina Čović: Prostorska analiza trga stanovanjskih nepremičnin v Sloveniji v letih 2007–2013

Mentor: viš. pred. dr. Samo Drobne

Somentor: asist. dr. Marjan Čeh

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5766/1/GEV451\\_%C4%8Covi%C4%87.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5766/1/GEV451_%C4%8Covi%C4%87.pdf)

*V diplomski nalogi smo predstavili in analizirali aktivnost trga stanovanjskih nepremičnin v Sloveniji v obdobju 2007–2013. Analizo smo izvedli na podlagi podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije. Analizirali smo število transakcij in povprečno ceno za kvadratni meter stanovanja in hiše po občinah Slovenije. Pri tem smo posebno pozornost namenili analizi dinamike trga stanovanjskih nepremičnin v pomembnejših mestnih središčih Republike Slovenije, tj. v regionalnih središčih, opredeljenih v Strategiji prostorskega razvoja Slovenije. Ugotovitve naše študije so skladne z objavami v literaturi.*

---

Mitja Domajnko: Izdelava kart za Slovenska pustolovska tekmovanja

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5701/1/GEV438\\_Domajnko.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5701/1/GEV438_Domajnko.pdf)

*Slovenska avantura je šport, ki se dogaja v naravi in ima velik poudarek na orientaciji. Nepogrešljivi pripomočki za izvajanje disciplin in gibanje po terenu so različne vrste kart. Cilj diplomske naloge je opisati postopek priprave karte za Slovensko avanturo ter analizirati in opisati spremembe pri pripravi in izdelavi kart v zadnjem desetletju. V analizo smo vključili predvsem vrste uporabljenih virov, njihove glavne značilnosti in izboljšave, spremembe pri postopkih izdelave kart ter izboljšave na izdelanih kartah do sedaj. Opisana so redakcijska dela pri izdelavi kart, tehnologija izdelave ter predstavljeni tiskani primerki kart Slovenske avanture 2016.*

Barbara Đorđević: Geografski informacijski sistem omrežja plinovoda v Javnem podjetju Energetika Ljubljana

Mentor: viš. pred. dr. Samo Drobne

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5765/1/GEV452\\_%C4%90or%C4%91evi%C4%87.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5765/1/GEV452_%C4%90or%C4%91evi%C4%87.pdf)

*V diplomski nalogi predstavimo projekt vzpostavitve geografskega informacijskega sistema (GIS) omrežja plinovoda v Javnem podjetju Energetika Ljubljana, pri katerem smo sodelovali. Posebej opišemo postopke ažuriranja podatkovne baze omrežja plinovoda ter predstavimo nekatere postopke prostorskih analiz, ki jih omenjeni GIS omogoča. S tem sistemom ocenjujemo število zgrajenih in neaktivnih plinskih priključkov oziroma odjemalcev na območju Mestne občine Ljubljana. Rezultati kažejo, da je od skupno 5817 neaktivnih odjemalcev plina največ potencialnih novih odjemalcev na vzhodu Mestne občine Ljubljana, v naseljih Novo Polje, Polje in Vevče.*

Sunčica Ečimovič: Spreminjanje namenske rabe prostora s primerjavo podatkov Selak: občinskih prostorskih aktov na primeru občin Metlika in Semič

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5702/1/GEV437\\_EcimovicSelak.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5702/1/GEV437_EcimovicSelak.pdf)

*V diplomski nalogi smo za ugotovitev sprememb namenske oziroma planske rabe prostora v občinah Metlika in Semič proučili, opisali in analizirali odloke o spremembah in dopolnitvah prostorskih sestavin, sprejetih v obdobju 1986–2013, ter vrste osnovne in podrobne planske rabe prostora, ki smo jih primerjali na podlagi Pravilnika o pripravi prostorskih sestavin dolgoročnih in srednjeročnih družbenih planov občin v digitalni obliki iz leta 2003 in Pravilnika o vsebini, obliki in načinu priprave občinskega prostorskega načrta ter pogojih za določitev območij sanacij razpršene gradnje in območij za razvoj in širitev naselij iz leta 2007. Rezultate analize sprememb osnovne in podrobne planske rabe zemljišč za občini Metlika in Semič med obravnavanimi prostorskima aktoma smo opisali in numerično ter grafično prikazali. Prav tako smo z analizo ugotovili obseg posamezne vrste osnovne planske rabe na prebivalca. Končni rezultati kažejo, da so se območja stavbnih zemljišč v občini Metlika in naselju Metlika zmanjšala, v naselju Gradac pa povečala, prav tako se je obseg stavbnih zemljišč na prebivalca v občini Metlika in naselju Metlika zmanjšal, v naselju Gradac pa povečal. V občini Semič in naselju Semič beležimo povečanje območij stavbnih zemljišč, medtem ko se je obseg stavbnih zemljišč na prebivalca razen v naselju Semič, v celotni občini Semič zmanjšal.*

Gorazd Ferik: Primerjava globalnega, evropskega in državnega modela geoida na območju Slovenije

Mentor: viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5748/1/GEV443\\_Ferik.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5748/1/GEV443_Ferik.pdf)

*V nalogi je prikazana rekonstrukcija lokalne ceste, ki povezuje naselje Dragučova z javno cesto. Cesta poteka po zasebnih zemljiščih, zato je v nalogi opisan postopek pridobitev lastninske pravice na zemljiščih, kjer poteka cesta, katastrska izmera ceste z upravnim postopkom vpisa v zemljiški kataster in vpis v zemljiško knjigo. Posebno poglavje je namenjeno postopku kategorizacije ceste.*

---

**Jakob Grahek:** Analiza transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM na manjšem območju

**Mentor:** prof. dr. Bojan Stopar

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5768/1/GEV449\\_Grahek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5768/1/GEV449_Grahek.pdf)

*V nalogi je obravnavana primerjava dveh modelov geoida za območje Slovenije, uradno rešitev SLOAMG2000 in testno SLOAMG2010 ter globalnega modela EGM08. Analizo natančnosti in skladnosti na območju Slovenije smo izvedli na podlagi 1200 GNSS-nivelmanskih točk z znanimi nadmorskimi in elipsoidnimi višinami. Analiza je pokazala, da za ozemlje Slovenije najboljše rezultate ponuja testni model slovenskega geoida SLOAMG2010, najslabše pa globalni model geoida EGM08.*

---

**Vedran Grgurić:** Izdelava elaborata za namene legalizacije zgradb v RH

**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5746/1/GEV445\\_Grguric.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5746/1/GEV445_Grguric.pdf)

*V tej diplomski nalogi je opisana zakonodaja in celoten postopek legalizacije nezakonito zgrajenih zgradb na ozemlju Republike Hrvaške. Opisane so metode geodetskih meritev, prav tako postopek izdelave geodetskega elaborata za legalizacijo zgradb. Na koncu so navedeni konkretni primeri izvedbe za območje istrske županije. Podana je tudi analiza števila rešenih zahtevkov za legalizacijo, oziroma dinamika reševanja za navedeno županijo.*

---

**Fani Išić:** Navigacija GNSS v kopenskem prometu

**Mentor:** prof. dr. Bojan Stopar

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5875/1/GEV448\\_Isic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5875/1/GEV448_Isic.pdf)

*V diplomski nalogi smo predstavili globalne navigacijske satelitske sisteme in podporne sisteme oziroma sisteme za izboljšanje natančnosti določitve položaja. Opisali smo osnovna načela delovanja, vplive na določanje položaja in omenili področja uporabe GNSS-sistemov. V drugem delu diplomske naloge so predstavljena načela GNSS-navigacije na kopnem oziroma v cestnem in železniškem prometu. Predstavljenih je nekaj novjših GNSS-aplikacij za uporabo v prometu na kopnem. V cestnem prometu so to satelitska navigacija vozil, upravljanje z voznim parkom, satelitsko cestninjenje in eCall, pri železnicah je to lociranje in sledenje vlakovnih kompozicij. Narejen je tudi pregled stanja na področju GNSS-aplikacij v kopenskem prometu v svetu.*

---

**Tadej Kmetec:** Kataster stavb in vpis stavbe v solastnini do zemljiške knjige

**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5747/1/GEV444\\_Kmetec.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5747/1/GEV444_Kmetec.pdf)

*V diplomskem delu smo predstavili ureditev nepremičninskih evidenc v večstanovanjski stavbi. Predstavljen je celoten postopek vpisa – od izmere na terenu do upoštevanja vpisa posameznih delov stavbe v zemljiško*

*knjigo na podlagi Zakona o posebnih pogojih za vpis lastninske pravice na posameznih delih stavbe v zemljiško knjigo (ZPPLPS). Poseben poudarek pri izdelavi elaborata je na izdelavi etažne lastnine z upoštevanjem predhodnih vpisov.*

**Miha Marolt:** Zasnova in izdelava tematskih kart za potrebe informacijske infrastrukture Triglavskega narodnega parka

**Mentor:** doc. dr. Dušan Petrovič

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5703/1/GEV436\\_Marolt.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5703/1/GEV436_Marolt.pdf)

*Triglavski narodni park je edini narodni park v Sloveniji. Javni zavod Triglavski narodni park, ki upravlja zavarovano območje, ima nalogo usmerjanja obiskovalcev. Eno izmed glavnih orodij za usmerjanje obiskovanja so tudi različne karte. Diplomaska naloga obravnava zasnovo in izdelavo kart za informacijsko infrastrukturo Triglavskega narodnega parka. V začetnem delu naloge je predstavljen Triglavski narodni park in njegove naloge, predvsem usmerjanje obiskovanja in parkovna infrastruktura. Glavni del diplomske naloge predstavlja izhodišča in idejno zasnovo tematskih kart za parkovno infrastrukturo, redakcijski načrt za tematske karte in izdelavo petih vzorčnih kart za informacijske table in zloženke Triglavskega narodnega parka. V zaključnem delu naloge je opisan postopek izdelave tematskih kart in podan komentar h končnim rezultatom naloge.*

**Saša Matijević:** Kontrola instrumentalnih pogreškov laserskih sledilnikov in primerjava s tahimetri

**Mentor:** izr. prof. dr. Dušan Kogoj

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5677/1/GEV434\\_Matijevic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5677/1/GEV434_Matijevic.pdf)

*Laserski sledilniki so zelo natančni merilni sistemi, ki na podlagi interferometričnega ali preciznega absolutnega načina elektronsko izmerijo razdaljo, z optično elektronskimi enkoderji pa prostorsko smer. Instrumenti imajo vgrajen mehanizem za usmerjanje žarka, ki sledi premikajoči se tarči. Meritve kotov in razdalje do tarče se uporabijo za izračun koordinate tarče v koordinatnem sistemu instrumenta. V diplomski nalogi so opisani sestavni deli laserskega sledilnika, njegovo delovanje, vplivi na natančnost meritev, določanje natančnosti, standardi za preizkuse, primerjava laserskih sledilnikov s tahimetri in ponudba teh instrumentov na trgu.*

**Simon Obran:** Parcelacija dolžinskega objekta na primeru odseka ceste v občini Kanal ob Soči

**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5764/1/GEV454\\_Obran.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5764/1/GEV454_Obran.pdf)

*V diplomski nalogi je po zakonu Zakon o evidentiranju nepremičnin opisana in na praktičnem primeru predstavljena parcelacija dolžinskega objekta. Predstavljena je odmera občinske ceste z oznako 163161, ki stoji v občini Kanal ob Soči. Pri tem so predstavljeni postopki za pridobitev naročila, izvedba na terenu in rezultati za dokončno izmero dolžinskega objekta. Podrobno je predstavljen pomen parcelacije ter ureditve meje, saj se pri parcelaciji dolžinskega objekta največkrat srečamo z obema postopkoma. Zaključni del predstavlja vpis v uradne evidence ter elaborat parcelacije in ureditve meje, ki je v celoti predstavljen v prilogi.*

**Tadeja Primožič:** Alternativno reševanje sporov v postopku ureditve meje

**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5761/1/GEV453\\_Primozic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5761/1/GEV453_Primozic.pdf)



*Diplomska naloga predstavlja alternativne načine reševanja sporov pri urejanju meje. Mediacija je metoda alternativnega reševanja sporov, ki se običajno uporablja na sodiščih pri reševanju sporov iz gospodarskih, delovnih, družinskih in drugih civilnopravnih razmerij. V nalogi je opisan celoten proces ureditve meje v upravnem in nepravdnem sodnem postopku ter postopek ureditve meje z mediacijo, ki jo strankam ponudi sodišče. Naštete so prednosti mediacije in metode alternativnega reševanja sporov. Predstavljena sta Zakon o alternativnem reševanju sporov (ZARSS) ter Zakon o mediaciji v civilnih in gospodarskih zadevah (ZMCGZ). Podrobno je opisan tudi postopek izvajanja mediacije pri Službi za alternativno reševanje sporov (SARS).*

**Vojko Rozman:** Vpliv kakovosti koordinat oslonilnih točk na izračun prostornin iz oblakov točk bližnjelikovnega fotogrametričnega zajema

**Mentor:** doc. dr. Božo Koler

**Somentor:** asist. Tilen Urbančič

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5729/1/GEV439\\_Rozman.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5729/1/GEV439_Rozman.pdf)

*Namen diplomske naloge je ugotoviti vpliv kakovosti koordinat oslonilnih točk na izračun prostornine gradbene jame iz oblaka točk. Oblak točk smo generirali iz fotografij, zajetih z brezpilotnim letalnikom. Koordinate oslonilnih točk smo najprej izmerili z GNSS RTK-metodo, ki je hitrejša in manj natančna. Nato smo mrežo oslonilnih točk izmerili z natančnejšo klasično geodetsko izmero. Oceno natančnosti merjenih količin smo naredili po ISO-standardu. Koordinate oslonilnih točk smo določili z izravnavo horizontalne in višinske geodetske mreže. Izračun prostornine gradbene jame smo naredili v programu 3D Survey, pri čemer smo uporabili koordinate oslonilnih točk, določene z različnimi metodami izmere. Rezultate izračunanih prostornin smo primerjali med seboj. Razlika prostornin je bila manjša od enega odstotka, kar pomeni, da je GNSS RTK-metoda dovolj natančna za georeferenciranje oblaka točk za potrebe izračuna prostornine.*

**Anita Ulčnik:** Primerjava TPS in TLS izmere kontrolne mreže Bavarski dvor

**Mentor:** izr. prof. dr. Dušan Kogoj

**Somentor:** asist. Klemen Kregar

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5769/1/GEV450\\_Ulcnik.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5769/1/GEV450_Ulcnik.pdf)

*Terestrično lasersko skeniranje je novejša tehnologija, ki se v geodeziji vedno več uporablja. Zmožnosti tehnologije za uporabo v geodeziji niso dovolj dobro poznane. Zato smo to tehnologijo primerjali s preverjeno tehnologijo klasične tahimetrične geodetske izmere. Testno polje je bila geodetska mreža za opazovanje stabilnosti gradbene jame Bavarski dvor. Mreža opazovalnih točk je bila izmerjena s preciznim tahimetrom in terestričnim laserskim skenerjem. Koordinate diskretno merjenih točk klasične mreže smo pridobili z ločeno izravnavo horizontalne in višinske mreže. Koordinate točk, izmerjene z laserskim skenerjem, so bile podane v koordinatnem sistemu skenerja, zato smo jih, da smo lahko izvedli primerjavo, morali transformirati v lokalni sistem terestrične mreže gradbene jame.*

**Peter Urh:** Komasačije zemljišč na območju tradicionalne parcelne strukture

**Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec

**Somentor:** asist. dr. Gašper Mrak

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5932/1/GEV456\\_Urh.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5932/1/GEV456_Urh.pdf)

*V diplomski nalogi obravnavamo možnosti izvajanja komasacije kmetijskih zemljišč na delu Sorškega polja. V uvodnem delu na kratko podajamo splošne probleme slovenskega kmetijstva, s poudarkom na neustrezni parcelni strukturi kmetijskih zemljišč. V nadaljevanju je predstavljen postopek komasacije, ki je lahko ena od temeljnih rešitev predstavljene težave. Opisano je, kako se je ta postopek v Sloveniji razvijal, od začetkov pa vse do danes. Defnirana je tudi današnja zakonska ureditev komasacij po zakonodaji, ki ureja komasacije kmetijskih zemljišč. Posebej je izpostavljena možnost vključitve prenove in razvoja vasi v komasacijo. Praktični del naloge, ki je predstavljen na koncu, se nanaša na študijsko območje, za katero so značilne tradicionalne parcelne strukture (proge). Na delu Sorškega polja smo analizirali parcelni, delno pa tudi lastniško strukturo kmetijskih zemljišč. Možnost izvajanja komasacij je opredeljena predvsem z vidika prostorskih aktov dveh občin, kjer smo ugotovili, da so v sosednjih občinah na meji zelo raznolika določila (omejitve) v povezavi s komasacijami.*

**Grega Vidmar:** Ocena kakovosti določitve koordinat v omrežju SIGNAL na večjih nadmorskih višinah

**Mentor:** prof. dr. Bojan Stopar

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5874/1/GEV446\\_Vidmar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5874/1/GEV446_Vidmar.pdf)

*V nalogi smo analizirali kakovost določitve koordinat v omrežju SIGNAL na večjih nadmorskih višinah s tremi metodami izmere GNSS: statično, VRS in MAC – v realnem času in z naknadno obdelavo opazovanj. Vsa opazovanja smo opravili na območju Krvavca na nadmorski višini približno 1500 m.*

*V prvi fazi smo primerjali koordinate, določene z VRS- in MAC-metodama izmere s koordinatami, določenimi s statično metodo izmere. V drugi fazi pa smo primerjali koordinate, določene z naknadno obdelavo opazovanj za virtualne referenčne postaje, določene na različnih nadmorskih višinah.*

*Kakovost koordinat smo obravnavali kot merilo kakovosti modeliranja troposferske refrakcije v omrežju SIGNAL ter tudi kot merilo uporabnosti metod izmere na večjih nadmorskih višinah. Z analizo meritev smo ugotovili, da je kakovost koordinat, določenih s konceptom MAC, primerljiva s kakovostjo koordinat, določenih s statično metodo, ter da je kakovost koordinat, določenih s konceptom MAC, višja od koordinat, določenih s konceptom VRS. Pokazali smo tudi, da sta modela troposferske refrakcije Hopfield in Saastamoinen primerna za uporabo na višjih nadmorskih višinah.*

**Gregor Vidovič:** Spreminjanje namenske rabe prostora s primerjavo podatkov občinskih prostorskih aktov na primeru občin

Hoče - Slivnica in Kidričevo

**Mentorica:** viš. pred. mag. Mojca Foški

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5727/1/GEV440\\_Vidovic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5727/1/GEV440_Vidovic.pdf)

*V diplomskem delu je bila narejena analiza spreminjanja namenske rabe za občino Hoče - Slivnica in občino Kidričevo. Občini sta primerljivi po legi in velikosti. Primerjava je bila narejena za zadnja dva sprejeta prostorska akta za celotno območje občin, in sicer v letu 2004 ter v letu 2013 oziroma 2014.*

*Predstavljen je opis in razvoj zakonodaje, ki je določila občinske prostorske akte za obravnavana primera. Vrste namenske rabe prostora kakor tudi njihov prikaz se med prostorskimi akti v primerjanih časovnih obdobjih razlikujejo. Zato smo določili metodo, s katero lahko izvedemo primerjavo. Analizo smo naredili v programskem okolju ArcMap 10.2.*

*V nalogi so predstavljene primerjave površin območij osnovne in podrobne namenske rabe prostora s preglednicami, kartami in komentarjem. Nekaj primerov izsekov je pokazanih tudi grafično. V obeh primerih so se povečale površine območij stavbnih zemljišč, zmanjšale pa površine območij kmetijskih zemljišč.*

---

**Robert Vrhovnik:** Zasnova novega izmenjevalnega formata zapisa podatkov zemljiškega katastra z upoštevanjem smernic LandINFRA

**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5726/1/GEV442\\_Vrhovnik.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5726/1/GEV442_Vrhovnik.pdf)

*V nalogi je prikazano načelo posodobitve izmenjevalnega formata podatkov zemljiškega katastra na podlagi smernic Land and Infrastructure Conceptual Model Standard (v nadaljevanju: LandINFRA). Prikazana je nova zasnova zapisa podatkov zemljiškega katastra v izmenjevalni datoteki, in sicer v formatu XML, kot ga priporoča Open Geospatial Consortium (v nadaljevanju: OGC).*

*V teoretičnem delu naloge sem opisal problem sedanjih formatov zapisa podatkov v izmenjevalnih datotekah zemljiškega katastra. Opredelil sem metodologijo dela in predstavil uporabljeno programsko opremo. V empiričnem delu naloge sem najprej analiziral sedanje formate zapisa podatkov, na podlagi katerih sem zasnoval format zapisa XML, ki pa še ne upošteva smernic OGC (LandINFRA). To je bila odskočna deska za snovanje novega formata zapisa zemljiškokatastrskih podatkov v izmenjevalni datoteki na podlagi koncepta LandINFRA. Vse tri oblike zapisov sem nato primerjal in izpostavil najprimernejšega.*

---

**Ilija Vuk:** Izdelava digitalnega modela reliefa kamnoloma s tehnologijo terestričnega laserskega skeniranja

**Mentorica:** doc. dr. Simona Savšek

**Somentor:** izr. prof. dr. Dušan Kogoj

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5676/1/GEV435\\_Vuk.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5676/1/GEV435_Vuk.pdf)

*V diplomskem delu je teoretično predstavljena izdelava digitalnega modela reliefa. Praktični del smo izvedli v kamnolomu Suhor pri Vinici. Terenski zajem podatkov je obsegal izmero izhodiščne mreže in skeniranje južnega dela kamnoloma. Izmero smo izvedli z univerzalnim tahimetrom Leica Nova MS50, ki omogoča klasične terestrične meritve in terestrično lasersko skeniranje. Rezultati izravnane izhodiščne mreže so uporabljeni za umestitev oblaka točk v državni koordinatni sistem D48/GK. Iz obdelanega oblaka točk je izdelan digitalni model reliefa, s katerim se je izračunala prostornina kamnoloma.*

---

**Tomaž Žavbi:** Geodetska dela pri gradnji manj zahtevnih objektov

**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5728/1/GEV441\\_Zavbi.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5728/1/GEV441_Zavbi.pdf)

*V diplomskem delu so opisana zakonsko opredeljena geodetska dela pri gradnji manj zahtevnih objektov. V nalogi je podrobno predstavljen objekt enostanovanjske hiše. Za vsako izmed predvidenih geodetskih del manj zahtevnega objekta je prikazan elaborat geodetske storitve. Prikazana so dela pred pričetkom gradnje, med samo gradnjo objekta ter po končani gradnji, ki ji sledi vpis objekta v uradne evidence.*

## GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA, 1. STOPNJA

---

**Luka Alič:** Primerjalna analiza podatkov franciscejskega in aktualnega katastra v k.o. Črešnje  
**Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec  
**Somentor:** asist. dr. Marjan Čeh  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5941/1/BGG126\\_Ali%C4%8D.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5941/1/BGG126_Ali%C4%8D.pdf)

---

**Valentina Ambrožič:** Osnove navigacije v GNSS

**Mentor:** prof. dr. Bojan Stopar  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5683/1/BGG110\\_Ambrozic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5683/1/BGG110_Ambrozic.pdf)

---

**Maša Arnež:** Izdelava kartografsko oblikovanega posterja trajnostnega razvojnega cilja »Podnebni ukrepi«

**Mentor:** doc. dr. Dušan Petrovič  
**Somentor:** asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5966/1/BGG130\\_Arne%C5%BE.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5966/1/BGG130_Arne%C5%BE.pdf)

---

**Žan Belšak:** Ocena kakovosti opazovanj GNSS ob uporabi različnih anten

**Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren  
**Somentor:** asist. dr. Oskar Sterle  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5915/1/BGG122\\_Bel%C5%A1ak.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5915/1/BGG122_Bel%C5%A1ak.pdf)

---

**Špela Bratina:** Terenska izmera za oceno kakovosti državnega ortofota: delovišče pod viaduktom Verd

**Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren  
**Somentor:** asist. dr. Dejan Grigillo  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5735/1/BGG112\\_Bratina.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5735/1/BGG112_Bratina.pdf)

---

**Robert Brglez:** Modeliranje plimovanja trdne Zemlje pri določanju položaja 3D-točk kombinirane geodetske mreže

**Mentor:** doc. dr. Miran Kuhar  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5916/1/BGG123\\_Brglez.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5916/1/BGG123_Brglez.pdf)

---

**Maša Dimec:** Primerjalna analiza poteka zemljiškokatastrskih mej in značilnih reliefnih linij

**Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec  
**Somentorja** asist. Dr. Marjan Čeh, asist. dr. Dejan Grigillo  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5943/1/BGG128\\_Dimec.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5943/1/BGG128_Dimec.pdf)

---

**Marko Djurić:** Vzpostavitev reperja za spremljanje stabilnosti iztočnega kanala na jezu v Markovcih

**Mentorica:** doc. dr. Simona Savšek

- Somentor: asist. Tilen Urbančič  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5881/1/BGG118\\_Djuri%C4%87.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5881/1/BGG118_Djuri%C4%87.pdf)
- 
- Valens Frangež: Analiza vpliva geometrije aerolaserskega skeniranja na kakovost določitve digitalnega modela reliefa  
 Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras  
 Somentorja: asist. dr. Dejan Grigillo, asist. Tilen Urbančič  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5639/1/BGG109\\_Frangez.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5639/1/BGG109_Frangez.pdf)
- 
- Marko Hribar: Priprava katastrskih podatkov za terensko delo s tabličnim računalnikom  
 Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec  
 Somentorja: asist. dr. Marjan Čeh, Barbara Trobec, univ. dipl. inž. geod.  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5944/1/BGG129\\_Hribar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5944/1/BGG129_Hribar.pdf)
- 
- Žiga Janež: Pomen standardov v geodetski izmeri  
 Mentorica: doc. dr. Simona Savšek  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5849/1/BGG115\\_Janez.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5849/1/BGG115_Janez.pdf)
- 
- Maja Jarc: Usklajevanje podatkov zemljiškega katastra in državne meje na slovensko-italijanski meji  
 Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec  
 Somentorja: asist. dr. Marjan Čeh, Marko Kragelj, univ. dipl. inž. geod.  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5697/1/BGG088\\_Jarc.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5697/1/BGG088_Jarc.pdf)
- 
- Jan Kokalj: Analiza degradiranega prostora izbranih občin osrednjeslovenske statistične regije  
 Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek  
 Somentorica: viš. pred. mag. Mojca Foški  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5967/1/BGG133\\_Kokalj.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5967/1/BGG133_Kokalj.pdf)
- 
- Anja Kržan: Uporaba terestričnega laserskega skeniranja za izdelavo promocijskega darila  
 Mentor: izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič  
 Somentor: asist. Klemen Kregar  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5945/1/BGG125\\_Krzan.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5945/1/BGG125_Krzan.pdf)
- 
- Blaž Lipuš: Segmentacija oblaka točk z Gaussovo sfero  
 Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras  
 Somentorja: asist. dr. Dejan Grigillo, asist. Tilen Urbančič  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5968/1/BGG131\\_Lipu%C5%A1.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5968/1/BGG131_Lipu%C5%A1.pdf)
- 
- Blaž Mikl: Analiza degradiranega prostora v izbranih občinah koroške regije  
 Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

- 
- Somentorica:** viš. pred. mag. Mojca Foški  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5882/1/BGG116\\_Mikl.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5882/1/BGG116_Mikl.pdf)
- 
- Dominik Mlakar:** Analiza podatkov nove izmere in rekonstrukcija katastra
- Mentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec
- Somentorja:** asist. dr. Marjan Čeh, Barbara Trobec, univ. dipl. inž. geod.  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5946/1/BGG127\\_Mlakar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5946/1/BGG127_Mlakar.pdf)
- 
- Marko Novak:** Primerjava različnih metod določitve položaja pri katastrski izmeri
- Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
- Somentorica:** izr. prof. dr. Anka Lisec  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5883/1/BGG119\\_Novak.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5883/1/BGG119_Novak.pdf)
- 
- Blaž Petovar:** Primerjava geoidnih višin v testnem poligonu Krvavec
- Mentor:** doc. dr. Miran Kuhar  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5917/1/BGG120\\_Petovar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5917/1/BGG120_Petovar.pdf)
- 
- Matic Planinšek:** Primerjava višin v različnih sistemih višin v izbranem višinskem poligonu
- Mentor:** doc. dr. Miran Kuhar
- Somentor:** doc. dr. Božo Koler  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5918/1/BGG124\\_Planinsek.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5918/1/BGG124_Planinsek.pdf)
- 
- Gorazd Prašnikar:** Kartografska upodobitev območja projekta smučarske skalalnice v Ljubljani
- Mentor:** doc. dr. Dušan Petrovič
- Somentor:** asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5969/7/BGG132\\_Pra%C5%A1nikar.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5969/7/BGG132_Pra%C5%A1nikar.pdf)
- 
- Klemen Stoporko:** Preizkus instrumenta Javad Triumph-LS po standardu ISO 17123- 8
- Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5919/7/BGG121\\_Stoporko.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5919/7/BGG121_Stoporko.pdf)
- 
- Leja Špiler:** Primerjava DTK 5 in DMV 5 na območju gozdnih cest s podatki kombinirane GNSS in klasične izmere
- Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
- Somentor:** asist. dr. Dejan Grigillo  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5736/1/BGG114\\_Spiler.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5736/1/BGG114_Spiler.pdf)
- 
- Alen Šraj:** Uporaba ploskavnega ujemanja za ugotavljanje sprememb površja na melišču
- Mentorica:** doc. dr. Mojca Kosmatin Fras
- Somentorja:** asist. dr. Dejan Grigillo, asist. Tilen Urbančič

[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5884/1/BGG117\\_%C5%A0raj.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5884/1/BGG117_%C5%A0raj.pdf)

**Tadeja Vok:** Vpliv različnih pogojev izvedbe statičnih opazovanj GNSS na določitev položaja  
**Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren  
**Somentor:** asist. dr. Oskar Sterle  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5737/1/BGG111\\_Vok.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5737/1/BGG111_Vok.pdf)

**Tamara Žnidaršič:** Obdelava skeniranega objekta MHE Melje s programskim paketom Pointsense  
**Mentorica:** doc. dr. Simona Savšek  
**Somentor:** doc. dr. Aleš Marjetič  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5738/1/BGG113\\_Znidarsic.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5738/1/BGG113_Znidarsic.pdf)

## TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN, 1. STOPNJA

**Štefka Grum:** Vključitev PP Radovljica v nivelmansko mrežo Slovenije  
**Mentor:** doc. dr. Božo Koler  
**Somentor:** asist. Tilen Urbančič  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5685/1/BTU064\\_Grum.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5685/1/BTU064_Grum.pdf)

**Jan Jež:** Postopek ureditve meje v upravnem in sodnem postopku  
**Mentor:** viš. pred. dr. Miran Ferlan  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5974/1/BTU67\\_Jez.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5974/1/BTU67_Jez.pdf)

**Domen Kladnik:** Izračun konstante antene instrumenta JAVAD TRIUMPH-LS iz opazovanj GNSS  
**Mentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5734/1/BTU065\\_Kladnik.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5734/1/BTU065_Kladnik.pdf)

**Uroš Sojer:** Vrednotenje kolesarskih povezav med naseljema Šentjakob in Podgorica ter Ljubljano  
**Mentorica:** doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek  
**Somentor:** asist. dr. Gašper Mrak  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5848/1/GTU066\\_Sojer.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5848/1/GTU066_Sojer.pdf)

**Dominik Zupan:** Analiza in vrednotenje degradiranih urbanih območij na izbranem primeru  
**Mentorica:** doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek  
[http://drugg.fgg.uni-lj.si/5686/1/BTU063\\_Zupan.pdf](http://drugg.fgg.uni-lj.si/5686/1/BTU063_Zupan.pdf)

## GEO & IT NOVICE

*Aleš Lazar, Klemen Kregar*

### IZSTRELITEV ČETVERICE SATELITOV GALILEO

Dne 17. novembra 2016 je raketa Ariane 5 v orbito ponesla še štiri satelite Galileo, s čimer se pospešeno dograjuje konstelacija evropskega navigacijskega satelitskega sistema. Ariane 5 prihaja iz družine raket, ki jih upravlja podjetje Arianespace, in je vzletela z evropske vesoljske postaje v Kourouju v Francoski Gvajani ob 10.06 po lokalnem času. V vesolje je odpeljala satelite Galileo 15–18, prvi par je bil v orbito izpuščen 3 ure, 35 minut in 44 sekund po vzletu, drugi par pa 20 minut kasneje.



Po brezhibnem izpustu iz novega »dispenserja«, ki je narejen za upravljanje štirih satelitov, so vsi štirje dosegli ciljno višino. V prihodnjih dneh jih bodo vesoljski inženirji z »drežanjem« utirili v končne delovne orbite. Potem se bodo začela testiranja pripravljenosti za vključitev v konstelacijo, kar naj bi okvirno trajalo šest mesecev.

S to misijo je v sistemu Galileo v orbitah že 18 satelitov, ki bodo omogočili Evropski komisiji, da razglasi začetek prvih storitev, predvidoma konec leta 2016.

Zadnja izstrelitev se bistveno razlikuje od vseh prejšnjih, saj so uporabili raketo Ariane 5, izdelek podjetja, ki ima sedež v Evropi. Poleg tega so tokrat izstrelili kar štiri satelite. Doslej so satelite v vesolje vozili z ruskimi raketami Soyuz, ki so vedno nosile po dva satelita.

Esin direktor za program Galileo Paul Verhoef je dejal: »Zdaj, ko se lahko zanesemo na mo(go)čno Ariane 5, lahko prej pričakujemo polno funkcionalnost sistema.« Naslednji izstrelitvi sta načrtovani v letih 2017 in 2018, sistem pa naj bi bil, s 24 sateliti in rezervami, popoln do leta 2020.

S 75 uspešnimi vzletmi zapored je Ariane 5 postavila rekord med evropskimi razvijalci raket in znova dokazala svojo zanesljivost.

Vir: ESA, november 2016 – [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Navigation/Galileo/Launching\\_Galileo](http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/Launching_Galileo)

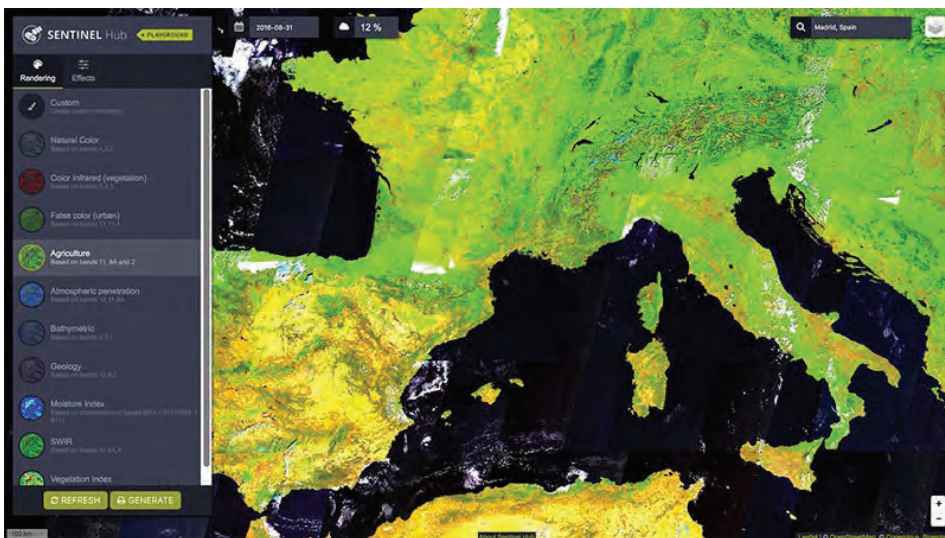
### Podjetje Sinergise je zmagalo na tekmovanju 2016 Copernicus Masters

Slovensko podjetje Sinergise je zmagalo na tekmovanju Evropske vesoljske agencije – 2016 Copernicus Masters. Z nagrajeno rešitvijo so skrajšali čas za prikaz in uporabo satelitskih posnetkov z nekaj ur na le



nekaj sekund. Sinergise sicer deluje na področju opazovanja Zemlje že več kot deset let.

Poseben izziv za podjetje so prinesli brezplačno dostopni podatki Copernicusove misije Sentinel-2, katere namen je zagotavljati tedensko osvežene satelitske posnetke. Tehnologije, ki so bile na voljo, niso omogočale hitre obdelave tako velike količine podatkov za različne uporabnike, zato so v Sinergisu razvili lastno rešitev Sentinel Hub, ki omogoča enostavno in učinkovito arhiviranje, obdelavo in porazdeljevanje (posredovanje) satelitskih podatkov. Ti so uporabnikom dostopni prek spletnih storitev, ki jih je enostavno vključiti v namizne, spletne in mobilne rešitve GIS. Čas za prikaz in uporabo satelitskih podatkov (posnetkov) se je skrajšal z nekaj ur na le nekaj sekund. Sinergise ima dostop do celotnega arhiva Sentinel 2 in, kot še poročajo iz podjetja, načrtuje, da jih bodo uporabili za učenje algoritmov strojnega učenja, ki s samodejnim iskanjem vzorcev in zakonitosti v podatkih obetajo nove možnosti za izkoriščanje satelitskih podatkov v okviru opazovanja Zemlje.

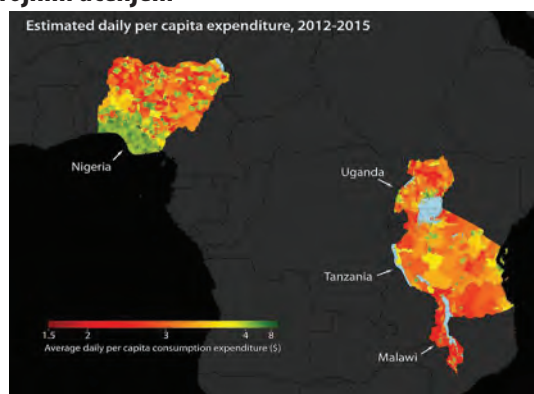


Vir: Sinergise, d.o.o., november 2016 – <http://www.sinergise.com>; <http://www.winners.copernicus-masters.com>

## Kartiranje revščine iz satelitskih posnetkov s strojnem učenjem

Mnoge vladne in nevladne organizacije po svetu se bojujejo proti revščini. Pri tem je ključnega pomena spremljanje stanja revščine po svetu, saj le tako lahko ugotovimo, kakšni so rezultati dela in kje bi se bilo treba še bolj potruditi. Klasičen pristop za kartiranje revščine je terenski popis podatkov, ki je relativno drag in včasih tudi tvegan. Revščino zato raziskovalci skušajo razbrati kar iz satelitskih posnetkov.

Sateliti, ki krožijo okrog Zemlje, posamejno veliko



posnetkov, iz katerih je z različnimi postopki mogoče pridobiti mnogo raznovrstnih informacij. Pri zaznavanju revščine so prvo oceno stanja naredili kar na podlagi nočnih satelitskih posnetkov. Na območjih, kjer ponoči gorijo luči, je elektrika, glede na območja z elektriko pa lahko sklepamo, kje živijo bogatejši ljudje. Za več podrobnosti o stopnji revščine uporabljajo posnetke, narejene podnevi, in iz njih na primer razberejo dostopnost do vode, primerjajo obravnavano območje z urbanim območjem, prepoznavajo dostopnost hrane na podlagi obdelanosti kmetijskih površin v okolici in tako naprej.

Na stanfordski univerzi so za kartiranje revščine uporabili strojno učenje, in sicer metodo konvolucijske nevronske mreže. Program se na podlagi vzorcev iz satelitskih posnetkov in pravih podatkov o revščini, dobljenih s popisom, nauči vzpostaviti povezavo med njimi in tako za področja brez popisnih podatkov napovedati stopnjo revščine. Za raziskavo so uporabili satelitske posnetke Nigerije, Tanzanije, Ugande, Malavija in Ruande.

Rezultati so se izkazali za kar točne. Čeprav je terenski zajem podatkov zanesljivejši, pa včasih, kadar ni mogoč, lahko uporabimo računalnike in satelite.

Vir: GIS Lounge, november 2016 – <https://www.gislounge.com>

## Trimble SX10



Trimble je izdelal instrument, ki se imenuje SX10 Scanning Total Station. Nova generacija instrumenta združuje tri metode merjenja položajev točk: hitro 3D-skeniranje, fotografiranje z izboljšano tehnologijo VISION in polarno merjenje individualnih točk z visoko natančnostjo. Združevanje vseh treh metod dela zagotavlja višjo natančnost in učinkovitost merjenja kot kadar koli prej.

Skeniranje deluje do razdalje 600 metrov, z njim zajemamo točke s hitrostjo do 26600 točk na sekundo. Vrtenje sistema zagotavljajo magnetni pogoni MagDrive™. Novi instrument je popolnoma združljiv s programsko opremo Trimble Business Center, kar omogoča gladek potek dela od terena do pisarne.

Ron Bisio, podpredsednik geoprostorskih oddelka Trimble, je dejal, da novost prinaša inovativno tehnologijo in pomemben preboj v zmogljivosti geodetskih del. Edinstvene prednosti SX10 ponuja geodetom, inženirjem in geoprostorskim strokovnjakom za gladko reševanje najbolj zapletenih projektov.

Vir: Trimble, november 2016 – <http://www.trimble.com>; SpatialSource – <http://www.spatialsource.com.au>

## Konstelacija malih satelitov za raziskovanje zunanjih mej atmosfere

V januarju 2017 bodo z mednarodne vesoljske postaje, ki kroži 380 kilometrov nad Zemljo, izpustili skupino miniaturnih satelitov, znanih pod imenom »cubesats«. Spustili se bodo v spodnjo termosfero,

to je zunanji sloj našega ozračja, ki se razteza med 200 in 380 kilometri nad površjem Zemlje. Tako se bo začelo najpodrobnejše raziskovanje tega sloja atmosfere doslej.

Konstelacija malih satelitov je del mednarodnega projekta QB-50. Vsak satelit in njegovo vsebino pripravlja druga raziskovalna ekipa iz kar 28 držav. Satelitki merijo le 10 krat 10 centimetrov in tehtajo okrog kilograma. Njihova majhnost je izjemno pomembna za razmerje med količino zbranih podatkov in ceno. »Z zelo velikim satelitom pridobimo niz podatkov, ki stane ogromno denarja, s 50 sateliti pa pridobimo 50 nizov podatkov, ki so mnogo cenejši,« je povedala Naomi Mathers, znanstvenica centra za napredne instrumentalne tehnologije iz Canberre.

Del atmosfere, ki ga bodo raziskovali, je še slabo raziskan in ga je težko meriti, je pa meja med našo atmosfero in zunanjim prostorom, kjer v zemljo trči mnogo ultravijoličnega in rentgenskega sevanja. Trki povzročajo severni sij in pomenijo potencialno nevarnost za električna in telekomunikacijska omrežja.

Sateliti naj bi delovali od 3 do 12 mesecev, potem pa se postopoma vračali proti Zemlji, kjer bi med padanjem skozi atmosfero popolnoma zgoreli.

Vir: GIS Lounge, november 2016 – <https://www.gislounge.com>; Science alert, <http://www.sciencealert.com>

## ESRI izdeluje prvo globalno karto katoliške cerkve

Projektna skupina GoodLands je s pomočjo podjetja ESRI izdelala geografski informacijski sistem katoliške cerkve. Cilj projekta je spodbuditi cerkev k bolj ekološkemu pristopu pri upravljanju cerkvenih zemljišč ter zagotoviti pomoč cerkvenim organizacijam pri uporabi prostorskih podatkov za reševanje svetovnih težav, kot so lakota in podnebne spremembe.



Na portalu GIS projekta GoodLands najdemo celovite prostorske podatke o katoliški cerkvi po vsem svetu, ki so namenjeni podpori pri vzdrževanju nepremičnin, zdravstvenem varstvu, izobraževanju in drugih cerkvenih dejavnostih. Portal je zastavljen uporabniku prijazno, tako da lahko uporabniki in organizacije prispevajo in delijo podatke, kar ustvarja živi atlas informacij, ki ga lahko množično uporabljamo.

Podjetje ESRI pri projektu zagotavlja pogoje za ustvarjanje, shranjevanje in dostopanje do ogromnih količin podatkov, ki so potrebni za celovito in varno karto cerkvenih zemljišč. Cerkvene oblasti bodo na

podlagi prikazovanja in analiziranja teh podatkov iz razumljivih zemljevidov lažje ohranjale in varovale svojo posest.

Kot je dejal ustanovitelj in predsednik podjetja ESRI, je ponosen, da sodelujejo s skupino GoodLands pri tako pomembni in vplivni pobudi ter da njihova tehnologija vsebuje dragocena orodja, ki bodo GoodLandsu pomagala do uspeha.

Vir: GoodLands, november 2016 – <http://www.goodlandproject.org/>

## Leica BLK360 in Autodesk ReCap 360 Pro

Dne 16. novembra 2016 so na dogodku Autodesk University 2016 v Las Vegasu razkrili revolucionaren terestrični laserski skener z imenom **BLK360**. BLK360 poleg lidarskega senzorja vsebuje infrardeči senzor in tri kamere za panoramske posnetke 360°. Kamere opravljajo sferično slikanje v visoki resoluciji (150 MP) in so podprte z LED-bliskavico.



Skener meri le 16,5 centimetra v višino, njegov premer znaša 10,2 centimetra ter tehta vsega en kilogram. Kljub majhnosti gre za profesionalen 3D-skener, saj zagotavlja skeniranje s hitrostjo 360.000 točk/sekundo in omogoča možnost nastavitve prostorske resolucije skeniranja. Merilni doseg laserskega žarka znaša 60 metrov, natančnost skeniranja pa 4 milimetre.

Skener zajema podatke v celoti 360° in za eno stojišče potrebuje vsega tri minute. Upravljanje poteka popolnoma brezžično prek mobilne tablice

z nameščenim programom **ReCap 360 Pro Mobile**, ki so ga razvili skupaj s skenerjem BLK360. Razvijalci so poskrbeli za industrijsko minimalističen dizajn, saj estetsko črno barvo bogati žareč zelen obroč okoli dna. Poleg tega aluminijasto ogrodje vsebuje le en sam gumb. Baterija vzdrži več kot 50 stojišč.

BLK360 je plod več kot enoletnega sodelovanja med podjetjema Leica in Autodesk. Uradna objava instrumenta bo spomladi 2017, že sedaj pa je najavljeno, da se bo cena gibala okrog 15.000 evrov. Ta poteza bo korenito zamajala trg terestričnih laserskih skenerjev, podobno kot jo je Faro leta 2010, ko je izdal skener Focus3D in mejo spustil na 50.000 evrov. S kakovostnim produktom in dostopno ceno želijo 3D-skeniranje približati vsakomur, ki se ukvarja z arhitekturo, inženiringom in gradbeništvom. V želji, da bi bil izdelek čim širše uporaben, so optimizirali terenski zajem podatkov, ki poteka izredno preprosto in zelo intuitivno. Po zajemu podatkov omogoča program ReCap 360 Pro transformacijo oblaka točk v različne CAD- in BIM-modele ter možnosti vizualizacije v obliki virtualne resničnosti (VR) in obogatene resničnosti (AR).

Vir: SPAR3D, november 2016 – <http://www.spar3d.com/>

## Morda niste vedeli:

Podjetje Sony je na trgu kompaktnih digitalnih fotoaparатов postavilo nov mejnik na področju hitrosti

samodejnega ostrenja slike. **Fotoaparat RX100 V** (model **DSC-RX100M5**), novi vodilni model v okviru priljubljene družine Cyber-shot RX100, sliko izostril v zgolj 0,05 sekunde. Za kakovosten zajem fotografij in videoposnetkov ločljivosti do 4K skrbita še tipalo Exmor RS CMOS s pomnikom DRAM in leča ZEISS Vario-Sonnar z objektivom T\* 24-70 mm F1.8 – 2. Fotoaparat lahko na račun hitrosti brez težav zajame do 24 slik na sekundo, in sicer z ločljivostjo 20,1 milijona slikovnih točk. Za ogled zajetih slik pa je na voljo visokokakovostni zaslon z visokim kontrastnim razmerjem in ločljivostjo 2.350.000 slikovnih točk. (Računalniške novice, oktober 2016)

Na novinarski konferenci Geodetske uprave RS dne 22. 11. 2016 je mag. Jurij Režek, direktor urada za geodezijo na Geodetski upravi RS, naznanil novo uradno višino **Triglava**, ki je na podlagi novih prostorskih podatkov visok **2863,65 metra**. Prejšnja uradna višina najvišje slovenske gore, določena leta 1985, je znašala 2863,99 metra. Nova natančna višina Triglava je bila določena z upoštevanjem novega slovenskega geoida, ki je bil izdelan v okviru projekta za posodobitev prostorske infrastrukture. Novi višinski sistem ima izhodišče v Kopru, medtem ko je stari temeljil na izhodišču v Trstu, ki je 17 centimetrov višje. Ta razlika bo vplivala na določitev vseh višin v Sloveniji. Novi geoid je z napako med pet in deset centimetri tudi točnejši od prejšnjega (izdelanega leta 2000), pri katerem je bila napaka do 20 centimetrov. (Slovenska tiskovna agencija, november 2016)

---

*Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.*  
MAGELAN skupina d.o.o.  
Glavni trg 13, SI-4000 Kranj  
e-naslov: lazarales@gmail.com

*dr. 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

## 13. KONFERENCA O LOKACIJSKIH STORITVAH KOMISIJE ZA LBS PRI MEDNARODNEM KARTOGRAFSKEM ZDRUŽENJU ICA, DUNAJ, AVSTRIJA, 14.–16. 11. 2016

*Dušan Petrovič*

Lokacijske storitve še niso prav dolgo uveljavljeno in razvito področje, kljub temu je pristojna komisija pri mednarodnem kartografskem združenju ICA letos organizirala že 13. tovrstno konferenco. Zaradi bližine prizorišča sva se konference po nekaj letih spet udeležila s kolegom dr. Klemnom Kozmusom Trajkovskim.

Konferenco, še eno v sklopu dogodkov ob mednarodnem letu kart, je gostila dunajska tehnična univerza, na njej je več kot sto udeležencev z vsega sveta predstavljalo različne prispevke, povezane z raziskavami, tehnologijami in rešitvami s področja lokacijskih storitev. Organizatorji so jih tematsko združili v naslednje sklope: navigacija in iskanje poti, socialne storitve in prostovoljno zbiranje podatkov, analize mobilnosti, določanje lege v zaprtih prostorih, raziskave uporabnikov ter izzivi zasebnosti in varnosti.

S Klemnom sva predstavila zanimivo orodje za usmerjanje pohodnikov po planinskih poteh, ki ga je na podlagi podatkov Planinske zveze Slovenije v okviru diplomske naloge razvijal Peter Žličar. Orodje deluje podobno kot cestna navigacija, seveda z nekaterimi prilagoditvami in tudi dodatnimi možnostmi.

V sicer pretežno akademski skupnosti udeležencev je bila posebna sekcija predstavitev namenjena podjetjem in njihovim rešitvam na področju LBS. Kot običajno je bilo tudi na tokratnem kongresu poleg obilice zanimivih tudi nekaj manj zanimivih predstavitev, v splošnem pa ugotavljava, da se je hiter razvoj na tem področju nekoliko upočasnil, zato je bil eden izmed pomembnih dosežkov konference tudi oblikovanje razvojne agende usmeritev področja in komisije v prihodnje.



Slika: Prizor s predavanj.

*Dušan Petrovič, UL FGG, Oddelek za geodezijo*

# NOVO VODSTVO DRUŠTVA ŠTUDENTOV GEODEZIJE SLOVENIJE

*Alen Šraj*

Najprej bi se rad zahvalil dosedanjemu predsedniku Aleksandru Šašiču Kežulu za uspešno vodenje Društva študentov geodezije Slovenije v preteklih dveh letih. Zahvala za ves trud, ki je bil vložen v delovanje društva, pa gre tudi vsem drugim članom.

Nova vodstvo se zavezuje, da bo še naprej skrbelo za pestrost dogajanja na fakulteti. Potrudili se bomo organizirati čim več družabnih in strokovnih dejavnosti ter s tem čim bolj povezati študente Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani.

Novo vodstvo Društva študentov geodezije Slovenije:

**predsednik in zastopnik: Alen Šraj**

generalni sekretar:	Klemen Lovenjak	nadzorni odbor:	Tine Hren
blagajničarka:	Nina Stajnko		Nejc Novak
preostali člani IO DŠGS:	Patricija Vrhovšek		Anja Judež
	Anja Šinkovec		
	Neža Ema Komel		



*Alen Šraj, za DŠGS*

e-naslov: [alen.sraj1@gmail.com](mailto:alen.sraj1@gmail.com)

## IN MEMORIAM MAG. PAVEL ZUPANČIČ



(1937-2016)

V zadnjih dneh septembra nas je pretresla vest, da smo izgubili strokovnega kolega, dolgoletnega člana društva, prijatelja.

Naše poti so se prepletale od samih začetkov društvenega delovanja in stkale trdne vezi. Strokovno delo, športne in družabne aktivnosti so napolnile globoko morje skupnih spominov. Naključje ali usoda nas je tudi v zadnjih trenutkih njegovega življenja privedla v iste, njemu tako ljube obmorske kraje. Vračajoč se z uspešnega pohoda po še enem delčku »transverzale po vrhovih jadranskih otokov«, ki smo jo skupaj s Pavlom zasnovali pred več kot desetimi leti, smo se udeleženci, kot že večkrat, sprehodili po starem mestnem jedru Zadra. Takrat se nismo zavedali, Pavel, da smo si tako blizu, pa tudi že tako daleč!

Pavel se je rodil 12. septembra 1937 v Trziču, a nato že osnovno šolo obiskoval za Bežigradom v Ljubljani, ki je postala njegovo domače mesto. Tudi gimnazijo je končal v bližnji bežigrajski sosesčini in se nato vpisal na geodetski oddelek Tehniške fakultete v Ljubljani. Po diplomi leta 1963 se je zaposlil na Zavodu za izmero in kataster zemljišč v Ljubljani in s tem začel plodno strokovno pot.

Hitro je začutil svoja pedagoška nagnjenja in sposobnosti ter se zato leta 1965 zaposlil na Srednji gradbeni šoli v Ljubljani. Tam je leta 1973 tudi prevzel dolžnosti predstojnika geodetskega odseka. Potem ko je že od leta 1974 predaval tudi na geodetskem oddelku tedanje Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani različne geodetske predmete, je leta 1977 dokončal podiplomski študij in pridobil naziv magister fotogrametrije ter bil leta 1983 imenovan v naziv docent. Po njegovem energičnem, včasih tudi provokativnem nastopu, občutku za humor, predvsem pa po velikem osebnem praktičnem



znanju in izkušnjah, ki jih je prelival v svoja izvajanja, izdane učbenike in druga pisna gradiva, se ga spominjajo številne generacije dijakov in študentov.

Leta 1990 je nato prevzel odgovorno mesto načelnika mestne geodetske uprave v Ljubljani in zatem, po izvedenih postopkih centralizacije državne geodetske službe, leta 1995 postal vodja območne geodetske uprave Ljubljana ter že leta 1996 pomočnik direktorja Geodetske uprave Republike Slovenije. Po upokojitvi leta 1998 je nadaljeval strokovno delo kot sodni izvedenec geodetske stroke za zemljiški kataster in inženirsko geodezijo.

Pavel je predvsem ostal geodet tudi v prostem času, ko se je sicer posvečal vrsti dejavnosti. Strokovno dejavnost je vedno prepletal s športom, kjer je z žilavo zagnanostjo in tekmovalnim duhom uspeval v vrsti panog in vedno tudi dosegal dobre rezultate.

Kot predsednik je več mandatov vodil Ljubljansko geodetsko društvo, ki mu je bil zvest vse od vstopa v geodetsko stroko. Prvič je predsedovanje prevzel leta 1971, ko so društvene aktivnosti že skoraj zamrle, potem pa še dvakrat, leta 1979 in leta 1994. Bil je tudi predsednik Zveze geodetov Slovenije, več mandatov član njenega izvršnega odbora in tudi član Zveze GIG Jugoslavije. Imel je sposobnost, da je ob sebi zbral in s svojim zgledom motiviral sodelavce ter v težkih trenutkih pokazal pravo smer za skupno doseganje cilja.

Društveni kolegi smo se imeli priložnost srečevati s Pavlom pri skoraj vseh aktivnostih društva v večdesetletnem obdobju. Težko bi našli področje, na katerem ni pustil svojega pečata, in člana, ki ga ne bi poznal. Sprehod po spletnih straneh Ljubljanskega geodetskega društva ob pregledu slikovnega arhiva sproži plaz lepih spominov. Pa vendar ga zadnja leta najbolj povezujemo z druženjem pri obeležju izhodišču krimskega koordinatnega sistema, ob točki prvega reda številka 172 na Krimu. Kot predsednik društva je prevzel pobudo in jo s slovesnim odkritjem 26. oktobra 1994 odmevno realiziral s postavitvijo navedenega obeležja. To je z leti postalo osrednja točka druženja ne le ljubljanskih, temveč vseh slovenskih geodetov, Pavel pa v očeh članov »oče« tega krimskega druženja.

Minljivost je neločljiv sestavni del našega bitja, čeprav se z njo najtežje sprijaznimo. Za nami ostajajo sledi, ki pa so skladno z našim življenjem plitkejšje ali globlje, se hitreje zabrišejo ali pa ostanejo vidne in pričajo o našem življenju še dolgo po našem odhodu. Pavel je s svojo izjemno energijo in aktivnostjo pustil globoke sledi povsod, kjer se je gibal. Tako tudi v našem društvu.

Pavel, na Krimu boš vedno z nami!

# KOLENDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV

V OBDOBJU OKTOBER–DECEMBER 2016

*Aleš Lazar*

## V SLOVENIJI

---

25.–27. januar 2017    **IFAM & INTRONIKA 2017**  
Celje, Slovenija  
Spletna stran: <http://www.icm.si/>

---

27.–28. januar 2017    **9. Informativa**  
Ljubljana, Slovenija  
Spletna stran: <http://www.informativa.si>

## V TUJINI

---

5.–7. januar 2017    **Asia GIS Conference**  
Hongkong, Kitajska  
Spletna stran: <http://www.dupad.hku.hk/agisc/>

---

23.–25. januar 2017    **Defence Geospatial Intelligence (DGI) Conference**  
London, VB  
Spletna stran: <http://dgi.wbresearch.com/>

---

24.–26. januar 2017    **Geodesign Summit**  
Redlands, ZDA  
Spletna stran: <http://www.esri.com/events/geodesign-summit/>

---

31. januar–1. februar 2017    **Global Space Congress**  
Abu Dabi, Združeni arabski emirati  
Spletna stran: <http://globalspacecongress.com>

---

1.–3. februar 2017    **Radio Science for Humanity**  
Sophia Antipolis, Francija  
Spletna stran: <http://ursi-france.telecom-paristech.fr/evenements/journees-scientifiques/2017/2017-en.html>

13.–15. februar 2017	<b>International LiDAR Mapping Forum (ILMF)</b> Denver, ZDA Spletna stran: <a href="http://www.lidarmap.org">http://www.lidarmap.org</a>
16.–17. februar 2017	<b>The 8th International Conference "Geodesy, Mine Survey and Aerial Photography. At the turn of the centuries"</b> Moskva, Rusija Spletna stran: <a href="http://www.con-fig.com">http://www.con-fig.com</a>
1.–3. marec 2017	<b>3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures</b> Nafplio, Grčija Spletna stran: <a href="http://www.3d-arch.org">http://www.3d-arch.org</a>
5.–7. marec 2017	<b>JURSE 2017 - Joint Urban Remote Sensing Event</b> Dubaj, Združeni arabski emirati Spletna stran: <a href="http://jurse2017.com/">http://jurse2017.com/</a>
8.–10. marec 2017	<b>German Society for Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation</b> Würzburg, Nemčija Spletna stran: <a href="http://www.dgpf.de/con/jt2017.html">http://www.dgpf.de/con/jt2017.html</a>
13.–14. marec 2017	<b>19. Münchner Tage für Nachhaltiges Landmanagement</b> München, Nemčija Spletna stran: <a href="http://www.bole.bgu.tum.de/index.php?id=170">http://www.bole.bgu.tum.de/index.php?id=170</a>
23.–24. marec 2017	<b>Modern Technologies for the 3rd Millennium</b> Oradea, Romunija Spletna stran: <a href="http://www.arhiconoradea.ro/Conferinta/HOME.htm">http://www.arhiconoradea.ro/Conferinta/HOME.htm</a>

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja zemljišč in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali v tujini pošiljajte na e-naslov: [lazarales@gmail.com](mailto:lazarales@gmail.com).

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja zemljišč in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali v tujini pošiljajte na e-naslov: [lazarales@gmail.com](mailto:lazarales@gmail.com).

*Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.*  
MAGELAN skupina d.o.o.  
Glavni trg 13, SI-4000 Kranj  
e-naslov: [lazarales@gmail.com](mailto:lazarales@gmail.com)

V Geodetskem vestniku predstavljamo različne stare geodetske instrumente. Gradivo pripravlja mag. Janez Slak, ki je tudi dal pobudo, da bi popisali vse instrumente, ki so se na Slovenskem v javnem in zasebnem sektorju uporabljali pri vzpostavitvi in vzdrževanju zemljiškega katastra. Z njim sodeluje Boštjan Pucelj, ki instrumentarij slikovno dokumentira.

Naj povabimo vse, ki imate doma kakšen geodetski instrument (predvsem iščemo priprave izpred leta 1950), da to sporočite mag. Janezu Slaku ([janez.slak1@gov.si](mailto:janez.slak1@gov.si)), ki ga bo vključili v svojo opisno evidenco.

---

## E. KRAFT&SOHN, DUNAJ, ŠT. 209

Instrument se glede konstrukcije v vseh elementih razlikuje od drugih instrumentov, delno zaradi starosti, delno pa zaradi svojstvenih rešitev tega proizvajalca.

Vertikalni limb, ki je vgraviran le na četrtini polovičnega vertikalnega kroga, je tudi nosilec daljnogleda. Daljnogled in nivelacijska libela se pri vsakem transportu fizično odstranita od preostalega dela instrumenta. Natančnost odčitavanja vertikalnega in horizontalnega kroga je 1 minuta, s pomočjo na vsak krog nameščenega po enega nonija. Osnovna razdelba na limbih je 30 minut. Instrumentu je dodana busola. V daljnogledu z zunanjim fokusiranjem je nameščen trinitni razdaljemer.

Posebnost instrumenta je tudi podnožje, kjer funkcijo horizontiranja prevzema glava stativa. Instrument se pri vzdrževanju zemljiškega katastra na Slovenskem ne pojavlja, je pa bil osnovni geodetski pribor pri trasiranju železniške proge po slovenskem ozemlju.

Arhivski primerek je v zasebni lasti.





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  
posvetovalstvo

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 plani

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

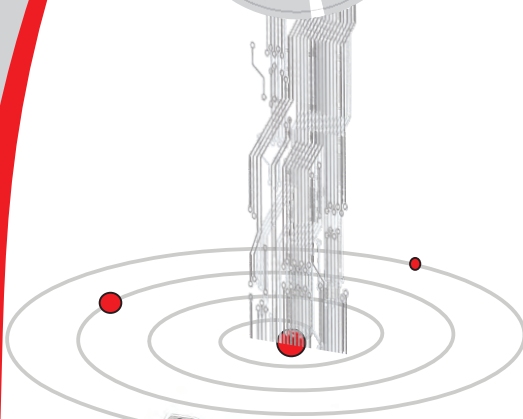
CARTOGRAPHY  
KARTOGRAFIJA

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!

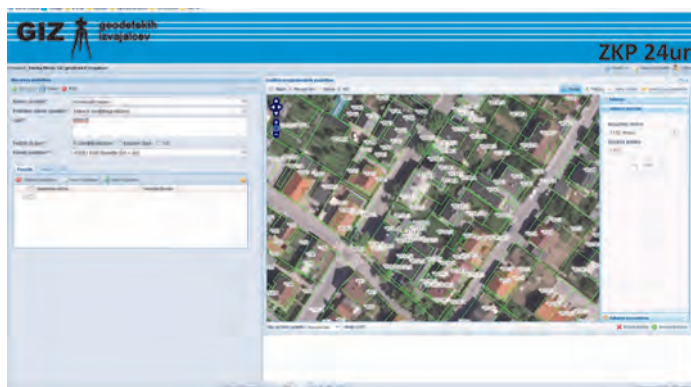
HIVALA VAM ZA SKUPNIH 60 LET!

# ELEKTRONSKI DOSTOP

DO PODATKOV

ZEMLJIŠKEGA KATASTRA, KATASTRA  
STAVB IN ZBIRNEGA KATASTRA GJI

## ZKP 24 UR



Vse dodatne informacije dobite na  
spletni strani GIZ G1  
[www.giz-gi.si](http://www.giz-gi.si)

ali po elektronski pošti  
[giz-gi@giz-gi.si](mailto:giz-gi@giz-gi.si).



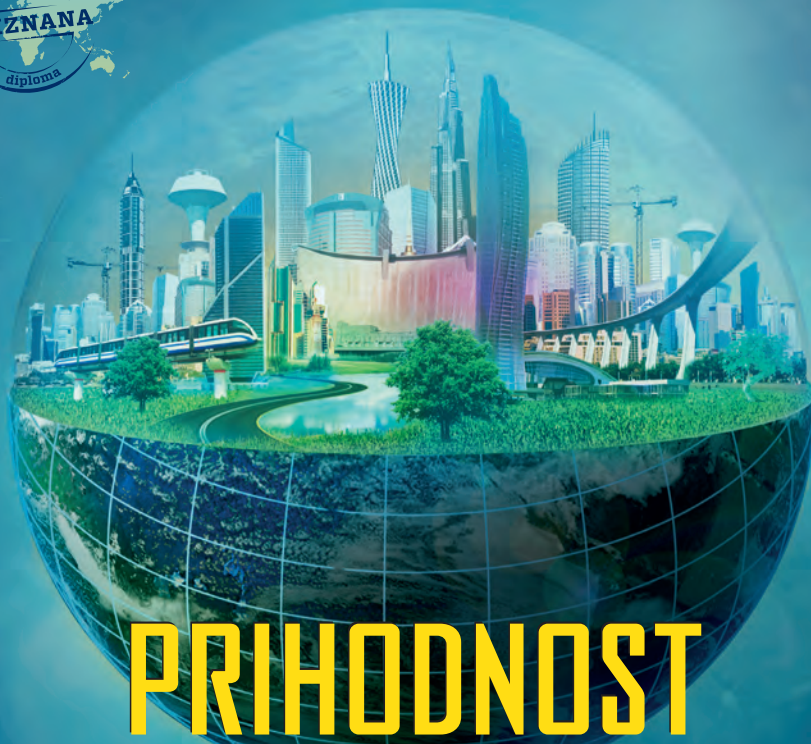


**Vesele praznike  
in srečno novo leto 2017**

**Merry Christmas  
and a Happy New Year 2017**

 **GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE**





# PRIHODNOST JE TREBA ŠE ZGRADITI

GRADBENIŠTVO, OKOLJSKO GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJA  
SKOZI CELOTNO ZGODOVINO ČLOVEŠTVA PREMIKAJO MEJE ZNANEGA.  
PRIHODNOST PRINAŠA TRAJNOSTNE IZZIVE NA ZEMLJI IN NOVE V VESOLJU.

**BOŠ ZRAVEN, KO SE BO GRADILA PRIHODNOST?**

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Potem obišči informativni dan  
na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo  
Univerze v Ljubljani: 10. in 11. februarja 2017.



*Tisoč in tisoč zvezd je nad nami,  
tisoč in tisoč zvezd je med nami,  
naj gre po svetu – rama ob rami –  
svetloba z nami!*

*Tone Pavček*

**SREČNO in USPEŠNO  
2017!**







# GEODETSKI VESTNIK

Glasilo Zveze geodetov Slovenije

Journal of the Association of Surveyors of Slovenia

ISSN 0351-0271 | letn./Vol. 60 | št./No. 4 | str./pp. 603-818 |



## RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES



*Miba Lunar, Ciril Bobak, Matija Marolt*

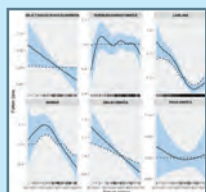
PORAZDELJENO UPODABLJANJE VOKSELIZIRANIH PODATKOV LIDAR  
DISTRIBUTED RENDERING OF VOXELIZED LIDAR DATA

*Melita Ulbl, Rok Štembal, Martin Smodiš*

RAZVOJNI MODEL MNOŽIČNE OCENE VREDNOSTI TRŽNIH NAJEMNIN ZA PISARNE  
PRELIMINARY MODEL OF RENTS APPRAISAL FOR OFFICES

*Petra Janež, Marija Bogataj, Samo Drobne*

VPLIV DAVČNE NEPREMIČNINSKE POLITIKE IN PRIHODKOV OBČIN NA NOTRANJE  
SELITVE: ŠTUDIJA PRIMERA ZA MESTNO OBČINO LJUBLJANA  
IMPACT OF THE REAL ESTATE TAXATION AND MUNICIPAL REVENUE ON DYNAMICS OF  
INTERNAL MIGRATION: CASE STUDY FOR CITY MUNICIPAL OF LJUBLJANA



*Iris Stopar, Maruška Šubic Kovač*

VREDNOTENJE ZEMLJIŠČ V PRIMERU STVARNE SLUŽNOSTI: ŠTUDIJA PRIMERA V SLOVENIJI  
LAND VALUATION IN CASE OF EASEMENT: THE CASE STUDY IN SLOVENIA



*Matjaž Glavan, Andrej Udovč, Marina Pintar*

EKONOMSKO VREDNOTENJE IZPLAČIL NADOMESTIL ZA KMETIJSTVO NA OBMOČJU SUHEGA  
ZADRŽEVALNIKA POPLAVNIH VODA  
ECONOMIC EVALUATION OF THE COMPENSATION PAYMENTS FOR AGRICULTURE IN THE AREA  
OF A FLOOD WATER DRY DETENTION RESERVOIR



*Dragan Blagojevic, Miljana Todorovic Drakul, Oleg Odalovic, Sanja Grekulovic,  
Jovan Popovic, Danilo Joksimovic*

VARIACIJE VREDNOSTI TEC NA OBMOČJU SRBIJE V OBDOBJU POVEČANE SONČEVE  
AKTIVNOSTI V LETIH 2013 IN 2014  
VARIATIONS OF TOTAL ELECTRON CONTENT OVER SERBIA DURING THE INCREASED  
SOLAR ACTIVITY PERIOD IN 2013 AND 2014

ISSN 0351-0271



9 770351 027001

Dostopno na | available at: <http://www.geodetski-vestnik.com>