



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

*Indeksiran in povzet je tudi v naslednjih bibliografskih zbirkah:*

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

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

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

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

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

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

Geodetski vestnik is partly subsidized by the Slovenian Research Agency.

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



# GEODETSKI VESTNIK

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



Letnik 61, št. 2, str. 175–360, Ljubljana, junij 2017. 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. Kristof Oštir (Ljubljana, Slovenija)  
Dr. Andrea Pödör (Székesfehérvár, Madžarska)  
Dr. Alenka Poplin (Iowa, ZDA)  
Dr. Anton Prosen (Ljubljana, Slovenija)  
Dr. Miodrag Roić (Zagreb, Hrvaška)  
Dr. Balázs Székely (Budimpešta, Madžarska)  
Dr. Joc Triglav (Murska Sobota, Slovenija)  
Dr. Arvo Vitikainen (Aalto, Finska)  
Dr. John Weber (Michigan, ZDA)  
Dr. Klemen Zakšek (Würzburg, 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*  
Dr. Mojca Foški, *tehnično urejanje in oblikovanje*

## TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

Dr. 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. 61, No. 2, pp. 175–360, Ljubljana, Slovenia, Jun 2017. 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. (FBudapest, Hungary)  
Joc Triglav, Ph.D. (Murska Sobota, Slovenia)  
Arvo Vitikainen, Ph.D. (Aalto, Finland)  
John Weber, Ph.D. (Michigan, USA)  
Klemen Zakšek, Ph.D. (Würzburg, 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*  
Mojca Foški, Ph.D., *Technical Editor and Design*

## TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, Ph.D., 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>   MEJNIK	183
<i>Blaž Mozetič</i>   SPOŠTOVANJE	185

## RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Miran Kuhar</i>	187
SI POT DO NOVEGA MODELA GEOIDA V SLOVENIJI TOWARDS A NEW GEOID MODEL OF SLOVENIA	
<i>Petra Pergar</i>	201
SI PROSTORSKE, EKONOMSKE IN ČASOVNE SPREMENLJIVKE MEHKEGA MODELA DOSTOPNOSTI DO KOMUNALNIH STORITEV EN SPATIAL, ECONOMIC, AND TIME VARIABLES FOR A FUZZY MODEL OF ACCESSIBILITY TO MUNICIPAL SERVICES	
<i>Miroslav Verbič, Peter Korenčan</i>	231
SI EKONOMETRIČNA ANALIZA CEN HIŠ V SLOVENIJI NA PODLAGI ZDRUŽEVANJA V SKUPINE EN CLUSTER-BASED ECONOMETRIC ANALYSIS OF HOUSE PRICES IN SLOVENIA	
<i>Lea Petrović Krajnik, Ivan Mlinar, Damir Krajnik</i>	246
POLITIKA NAČRTOVANJA MESTA: NOVA STANOVANJSKA NASELJA NA DEGRADIRANIH OBMOČJIH V ZAGREBU EN CITY PLANNING POLICY: NEW HOUSING DEVELOPMENTS IN ZAGREB BROWNFIELDS	
<i>Ivan Landek, Stanislav Frangeš, Marijan Marjanović</i>	263
PREDLOG IZDELAVE NACIONALNEGA TOPOGRAFSKEGA MODELA (TNTM) V REPUBLIKI HRVAŠKI EN PROPOSAL FOR ESTABLISHMENT OF THE BASIC NATIONAL TOPOGRAPHIC MODEL (BNTM) IN THE REPUBLIC OF CROATIA	

<i>Wojciech Przegon, Stanisław Bacior, Katarzyna Sobolewska–Mikulska</i>	278
KARTOGRAFSKE RAZISKAVE SPREMENB PROSTORSKE STRUKTURE ZEMLJIŠČ V KRAKOVSKI ČETRTEI PODGÓRZE NA POLJSKEM V OBDOBJU 1847–2016	
EN CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF TRANSFORMATIONS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF LANDS OF PODGÓRZE IN KRAKOW IN POLAND IN THE PERIOD OF 1847–2016	

## STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

---

<i>Klemen Medved, Sandi Berk</i>	293
PROTI NOVI REALIZACIJI ETRS89 TOWARDS A NEW REALIZATION OF ETRS89	
<i>Joc Triglav</i>	296
A SI TI TUD IZ(B)RISAL SVOJO HIŠO?!	
HAVE YOU (WITH)DRAWN YOUR HOUSE, TOO?!	
<i>Joc Triglav</i>	303
DR. VLADIMIR GLOBOČNIK PLEMENITI SORODOLSKI DR. WLADIMIR GLOBOČNIK ELDER VON SORODOLSKI	
<i>Miran Brumec</i>	312
GEODETSKI INSTRUMENTI IN OPREMA NA SLOVENSKEM SURVEYING INSTRUMENTS AND EQUIPMENT IN SLOVENIAN LANDS	

## NOVICE | NEWS

---

<i>Tomaž Petek</i>   NOVICE Z GEODETSKE UPRAVE RS	314
<i>Irena Ažman</i>   ZASEDANJE EUROGEOGRAPHICSOVE SKUPINE ZA KAKOVOST	317
<i>Teja Japelj</i>   SEZNAM DIPLOM NA ODELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 2. 2017 DO 30. 4. 2017	320
<i>Aleš Lazar, Klemen Kregar</i>   GEO & IT NOVICE	323

## DRUŠTVENE DEJAVNOSTI | ACTIVITIES OF THE PROFESSIONAL SOCIETY

---

<i>Erna Flogie Dolinar, Anka Lisec</i>   SLAVNOSTNA AKADEMIJA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE S KONCERTOM OB 200-LETNICI KATASTRA	328
<i>Anka Lisec, Erna Flogie Dolinar</i>   45. GEODETSKI DAN – IZMERJENA DEŽELA: 200 LET KATASTRA NA SLOVENSKEM	332

<i>Blaž Mozetič, Erna Flogie Dolinar, Anka Lisec</i>   DELOVNI TEDEN MEDNARODNE ZVEZE GEODETOV FIG V HELSINKIH	336
<i>Anton Prosen</i>   POGLEDI NA PROSTORSKO NAČRTOVANJE SKOZI ČAS – OKROGLA MIZA	338
<i>Stefan Borovčanin, Ajda Kafol Stojanović, Ana Potočnik</i>   STROKOVNA EKSURZIJA ŠTUDENTOV MAGISTRSKEGA ŠTUDIJA GEODEZIJE IN GEOINFORMATIKE TER PROSTORSKEGA NAČRTOVANJA NA NIZOZEMSKO	340
<i>Tomaž Cink</i>   GEODETI PO POTEH HMELJA IN PIVA 2017	344
IN MEMORIAM   <i>Karel-Drago Lipič (1927-2017)</i>	347
<b>NAPOVED DOGODKOV   ANNOUNCEMENTS OF EVENTS</b>	
<i>Aleš Lazar</i>   KOLEDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV V OBDOBJU JULIJ–SEPTEMBER 2017	349
<i>Janez Slak, Boštjan Pucelj</i>   CARL ZEISS JENA / 1953 / DAHLTA 020	353

---

**Sluke na naslovnici:**

Levo: Izsek iz trigonometričnega lista s triangulacijsko mrežo za širše območje Vač, izdelan v merilu 1 : 28.800; triangulacija je bila izvedena v Krinskem koordinatnem sistemu v začetku 19. stoletja za namene franciscejske katastrske izmere (Arhiv Republike Slovenije SI AS 177).

Desno: Primer načrta podrobne grafične izmere zemljišč in prikaz zemljemerca pri izmeri z mersko mizico, objavljeno v knjigi o katastrski izmeri iz leta 1751 (Marinoni, Giovanni Jacopo de Viennae Austriae: De re ichnographica, cuius hodierna praxis exponitur, et propriis exemplis pluribus illustratur in que varias, quae contingere possunt, eiusdem aberrationes, posito quoque calculo, inquiritur, 332 str.).





# MEJNIK

*Anka Lisec*

*glavna in odgovorna urednica Geodetskega vestnika*

Spoštovani bralci in bralke Geodetskega vestnika! Letos zaznamujemo zelo pomemben mejnik v razvoju geodetske stroke na slovenskih tleh, to je 200 let od začetka sistematične katastrske izmere, zato verjamem, da naše vrstice, poleg rednih, prebirate tudi priložnostni bralci. Upam, da bo v drugi številki letošnjega letnika vsakdo našel kaj zanimivega – bogata je rubrika z recenziranimi znanstvenimi članki, prav tako rubrika s strokovnimi razpravami. O živahni pomladi v naši stroki pričajo pestre novice in poročila o društvenih dejavnostih.

Izredno odmevni, tudi v širši javnosti, sta bili majski prireditvi Zveze geodetov Slovenije na Brdu pri Kranju. Tam smo s slavnostno akademijo in koncertom v ugledni domači in mednarodni družbi počastili 200-letnico katastra, na strokovnem simpoziju v okviru 45. Geodetskega dneva pa smo si imeli priložnost izmenjati mnenja o izzivih na geodetko-katastrskem področju. Pri pregledu aktualnih novic ne moremo spregledati izredno zanimive dvojezične (slovensko-angleške) knjige *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem/Surveying Instruments and Equipment in Slovenian Lands* avtorjev mag. Janeza Slaka in Boštjana Puclja ter urednika dr. Joca Triglava, ki je izšla pri Zvezi geodetov Slovenije. Monografija z izredno bogatim in kakovostnim fotografskim gradivom ter strokovnim spremnim besedilom je zagotovo zanimiva za strokovno in širšo laično javnost.

Ko tako razmišljam, kaj je tisti najprepoznavnejši znak naše stroke, ne morem mimo ‚mejnika‘. Mejniki v splošnem pomeni točko, ki določa mejo, ki nekaj razmejuje – lahko v prostoru, lahko v času, lahko v splošnem. Tudi v Slovarju slovenskega knjižnega jezika je njegov pomen tesno povezan z geodetsko stroko – z razmejevanjem prostora, zemljišč:

*mejník (-a m (i)):*

*1. kar označuje črto, ki ločuje, razmejuje zemljišča, države, navadno kamen: postaviti, premakniti mejnik / to drevo je mejnik med travnikoma / O, kaj bo z vami, vi mejniki štirje, Celovec, Maribor, Gorica, Trst? (O. Župančič)*

*// redko obcestni kamen: sestri na mejnik ob cesti.*

Razlaga pojma se še nadaljuje:

*2. navadno s prilastkom kar časovno ločuje, razmejuje kaj: ta dogodek je zgodovinski mejnik; rojstvo otroka je bilo pomemben mejnik v njenem življenju;*

*3. knjiž., redko določena najvišja ali najnižja stopnja, velikost česa; meja: z vajami in vztrajnostjo je presegel mejnike svoje sposobnosti,*

toda za mejnik kot prepoznavni znak geodetske stroke je zanimiva predvsem razlaga v prvi alineji. Naj bodo mejni kamni ali druga oblika materializacije mej v prostoru, prvotni namen mejnikov v geodeziji je bil v naravi jasno označiti potek meja – od parcelnih mej in mej katastrskih občin do meja dežel in držav. Mejniki v naši stroki je torej v osnovi povezan z zelo pozitivnim sporočilom: označiti sporazumno dogovorjene meje za dobre sosedske odnose – za današnjo in za prihodnje generacije. To pozitivno sporočilo se je v zgodovini žal mnogokrat izgubilo zaradi številnih mejnih sporov, tako sem tudi sama ob pisanju teh vrstic večkrat pomislila, ali je mejniki primerna tema za uvodnik Geodetskega vestnika.

Seveda je! Zgornje pozitivno sporočilo mejnikov je razlog, da si zaslužijo posebno pozornost. Poleg tega so nekateri stari mejniki, mejni kamni, izredno zanimivi tudi z vidika kulturne dediščine. Ta je pravzaprav dvojna – nematerialna kulturna dediščina v smislu tradicije urejanja pravic v prostoru ter materialna kulturna dediščina z vidika zanimivih oblik teh mejnih znamenj. Na to so nas lepo spomnili kolegi iz Avstrije, ki so na nas naslovili pobudo, da stara mejna znamenja, pa tudi z njimi povezane materializirane geodetske točke, popišemo in naredimo izbor najzanimivejših za uvrstitev na seznam Unescove kulturne dediščine. Avstrijski pobudi so se poleg Slovenije prek Zveze geodetov Slovenije pridružile še Češka, Italija, Madžarska, Poljska, Romunija, Slovaška in Švica.

In kako se lahko vključimo v zanimivo pobudo? Zagotovo je že vsakdo pri svojem delu ali med sprehajanjem po naši deželi naletel na zanimiva mejna znamenja, geodetske točke. Lepo vabljeni, da tako zanimivost obiščete, jo slikate in ji določite približne koordinate – fotografijo (ali več) s podatki o približnem položaju točke pa pošljete na naš uredniški naslov [urednik@geodetski-vestnik.com](mailto:urednik@geodetski-vestnik.com). Predloge bomo zbirali do 31. 8. 2017.

Za nominacijo za Unescovo dediščino bo na koncu izbranih od tri do pet takšnih zanimivih obeležij v Sloveniji, prednost bodo imela znamenja, ki so že razglašena za kulturno dediščino vsaj na lokalni ravni. Verjamem, da lahko z akcijo zberemo zanimive informacije o mejnih kamnih in geodetskih točkah tudi na državni ravni ter stkemo zgodbo, ki bo zanimiva za pohodnike in druge obiskovalce naših krajev. Ne skrbite, pri objavi fotografij bomo korektno navedli avtorja, če pa koga zanima dejavnejše sodelovanje pri projektu, lepo vabljen/vabljena!

# SPOŠTOVANJE

*Blaž Mozetič*

*predsednik Zveze geodetov Slovenije*

Geodezija je res znanost, veda, ampak v resnici je veliko več kot samo to. Je umetnost spoštovanja vseh deležnikov, ki se z geodezijo ukvarjajo ali srečujejo, ali v okviru svojih službenih obveznosti, ali kot uporabniki oziroma naročniki, ali kot stranke v postopkih pred organi, ali pa zgolj kot stranski sopotniki, ali kot le bežni opazovalci in spremljevalci, vendar, priznajmo si, po navadi tudi kot ognjeviti kritiki in pridrževalci zrcal. Geodezija v najširšem pomenu besede je danes na številne načine tako zelo vpeta v družbeno dogajanje, da so njene aktivnosti že popolnoma samoumevne in podzavestne. Predvsem pa tak vtis še dodatno podpirajo in ustvarjajo sodobne tehnike komuniciranja ter dostopa do podatkov in njihove izmenjave.

Samoumevnost ni enostavna, ampak je dolgotrajen in zapleten proces, ki vase kot velik vrtinec posrka tudi tiste, ki se jih je s svojim robom zgolj dotaknil. Velika koncentracija idej, konceptov, želja, potreb, ljudi, zahtev, politike ... v središču vrtinca ustvarja kaos, ki ga lahko opazimo šele, ko se vrtinec pomiri. Na našo srečo ali nesrečo, odvisno od našega stojišča, se vrtinec noče ustaviti in se vrtil s spremenljivo hitrostjo naprej, z njim pa kaos, ki ga lahko obvlada le pravilo spoštovanja.

Spoštovanje je kot cvet, ki ga posameznik vzgaja in neguje, ali se bo s tem ukvarjal, pa je njegova osebna odločitev. Mesec junij najbrž ne nosi naključno slovenskega imena Rožnik, ko tudi danes kljub sodobnim pristopom marsikateri travnik zacveti v tisočerihih cvetovih številnih barv, oblik in velikosti, kjer je dovolj prostora in sonca za vse. Opazovalec v pogledu na tak travnik uživa v spoznanju urejenega kaosa, ki ga vodi nevidna sila.

Tudi 45. Geodetski dan, ki smo ga v maju posvetili veličastni obletnici Izmerjena dežela – 200 let katastra na Slovenskem, je dogodek, ki v praksi udejanja zgoraj zapisane besede. Iskrena zahvala vsem, ki ste sodelovali in pripomogli k zelo uspešni izvedbi Geodetskega dneva. Organizatorjem pa nam je v posebno zadoščenje pozitiven odziv sponzorjev, razstavljalcev sodobnih geodetskih instrumentov in opreme ter nadvse sproščena in prijateljska energija udeležencev, katerih številčnost, želja po uživanju in volja po sodelovanju so presegle vsa naša pričakovanja.

Drage kolegice in kolegi, z vsakim dogodkom, razmišljanjem, rešitvijo, komentarjem in dejanjem dokazujete, da sta geodezija in spoštovanje v trdni simbiozi, kar so opazili in nam tudi priznavajo številni zunanji spremljevalci našega dela in stroke. Spoštovanje v geodezijo smo ponotranjili, zato s samozavestjo ne bo težav.

Srečno!



POT DO NOVEGA MODELA  
GEOIDA V SLOVENIJITOWARDS A NEW GEOID  
MODEL OF SLOVENIA*Miran Kuhar*UDK: 528.21  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01  
Prispelo: 20. 4. 2017  
Sprejeto: 30. 5. 2017DOI: 10.15292//geodetski-vestnik.2017.02.187-200  
SCIENTIFIC ARTICLE  
Received: 20. 4. 2017  
Accepted: 30. 5. 2017

## IZVLEČEK

Model geoida je eden od sestavnih delov državnega koordinatnega sistema. V prispevku predstavimo pomen in vlogo določanja geoida v geodeziji in drugih sorodnih geovedah. Podana je osnovna razlika med geoidom in kvazigeoidom, saj je odločitev vsake države za ustrezen model odvisna od izbire uradnega višinskega sistema. Predstavljene so sodobne metode določitve (kvazi)geoidne ploskve. Podana je kratka zgodovina določanja geoida na območju Slovenije, za vsako rešitev smo opisali osnovne značilnosti. Na koncu smo predstavili delo, ki so ga sodelavci treh ustanov opravili v okviru projekta vzpostavitve novega prostorskega geodetskega referenčnega sistema v okviru priprav za določitev novega geoidnega modela Slovenije.

## ABSTRACT

The geoid model is a component of the national coordinate system. This paper presents the main concept and role of the geoid within geodesy and other geo-sciences. The fundamental differences between geoid and quasigeoid are given, since the decision of each country for the appropriate model depends on the choice of the official height system. Current (quasi)geoid determination methods are presented. The history of the geoid models determined for the territory of Slovenia are briefly described, and the main characteristics are outlined for each solution. At the end, preparatory work performed in the frame of the project of the establishment of the new national spatial coordinate system within the field of a new geoid model determination are presented.

## KLJUČNE BESEDE

geoid, kvazigeoid, višinska referenčna ploskev, določitev geoida, vertikalna sestavina državnega prostorskega koordinatnega sistema

## KEY WORDS

geoid, quasigeoid, height reference surface, geoid determination, vertical component of the national spatial coordinate system

## 1 UVOD

Po klasični Helmertovi opredelitvi so naloge geodezije določitev Zemljine oblike, njenega zunanjega težnostnega polja in upodobitev njenega površja. Zaradi izjemnega tehnološkega napredka geodetskih meritev in dosegljive natančnosti ne moremo mimo nove naloge geodezije: časovnega spremljanja predmetov preučevanja. Ko govorimo o obliki Zemlje, se lahko vprašamo, katera je to: fizična ali teoretična površina Zemlje. Nas relief, ki določa lastnosti Zemljine zunanje površine, ne zanima. Zanima nas površje oziroma oblika Zemlje, ki je določena z njenim težnostnim poljem, to pa je geoid. Geoid je po Gaussu ekvipotencialna ploskev zemeljskega telesa, ponazorjena s srednjo gladino svetovnih morij in v mislih podaljšana pod celinami. Geoid pa nikakor ni analitična ploskev. Te ploskve ne moremo izraziti z matematičnimi enačbami, saj se ukrivljenost geoida spreminja s spremembo reliefa in gostote mas v notranjosti Zemlje. Edina možnost izraziti ploskev geoida (celotne Zemlje) v obliki enačbe je razvoj privlačnega potenciala Zemlje v vrsto po sfernih funkcijah. Takšni obliki splošnega zemeljskega geoida pravimo globalni geopotencialni model (GGM, angl. *global geopotential model*) (Rapp, 1998) oziroma globalni model Zemljinega težnostnega polja (EGM, angl. *global gravity field model* ali tudi *Earth gravity* oziroma *gravitational model*) (Barthelme, 2009). Najbolj znana primera sta že dve desetletji stari EGM96 (Earth Gravity Model, 1996) (Lemoine in sod., 1998), pri katerem so prvič uporabili podatke z območja Slovenije, in danes aktualni EGM08 (Earth gravitational model, 2008) (Pavlis in sod., 2008). Razvoj in sedanje stanje na področju globalnih geopotencialnih modelov lahko bralec pridobi na spletnem naslovu Mednarodnega centra za globalne Zemljine modele (ICGEM, angl. *International Centre for Global Earth Models*) (ICGEM, 2017).

Geoid ni primeren za geodetska računanja in je torej kot referenčna ploskev, predvsem za določanje položaja, nadomeščen z rotacijskim elipsoidom. Odstopanja med elipsoidom in geoidom se imenujejo geoidne višine ali geoidne undulacije ter jih označujemo z  $N$ . Če se nanašajo na globalni, geocentrični elipsoid (na primer WSG84, GRS 80), so absolutne, če pa se nanašajo na relativni elipsoid (na primer Besslov), so relativne. Največje absolutne vrednosti geoidnih višin znašajo okrog  $-100$  m, v Indijskem oceanu južno od Indijskega polotoka. Odstopanja geoid – geocentrični elipsoid so relativno majhna, če jih primerjamo s srednjim polmerom Zemlje,  $R = 6371$  km. Geoidna višina  $100$  m predstavlja torej  $0,16\%$  srednjega polmera Zemlje. Zato se v večini enačb, s katerimi se računajo popravki merjenih geodetskih količin in kjer nastopata skupaj  $N$  in  $R$ , obravnava geoidna višina kot relativno zelo majhna količina.

Določanje geoida pomeni določanje oblike Zemlje oziroma določitev točno določene nivojske ploskve Zemljinega težnostnega polja, ki je podana z enačbo (Heiskanen in Moritz, 1996):

$$W = W(x,y,z) = W_0 \quad (1)$$

Geoid, kot ploskev konstantnega težnostnega potenciala ( $W_0$ ), poteka deloma zunaj, deloma znotraj Zemlje, zato je njegova določitev brez poznavanja razporeda gostote v notranjosti Zemlje izjemno težka naloga. Geoid je mogoče določiti samo posredno, z redukcijo merjenih vrednosti težnosti na geoid in uvedbo predpostavk o gostoti zemeljskih plasti v njeni notranjosti (Heiskanen in Moritz, 1996). Zaradi vseh navedenih težav je M. S. Molodenski v petdesetih letih prejšnjega stoletja podal novo zasnovano obravnavo težnostnega polja. Odpovedal se je geoidu ter obravnaval samo fizično površino Zemlje in

težnostno polje okoli nje. Pri tem ni treba uvajati hipotez o notranjosti Zemlje. Tako nastala teorija je ustvarila nov pojem, tako imenovani kvazigeoid, ki pa je v tem primeru samo referenčna ploskev za določanje na novo opredeljenih normalnih višin (Vanicek, 1974).

## 2 VLOGA IN POMEN DOLOČANJA GEOIDA

Vlogo geoida v geodeziji lahko obravnavamo na dva načina. Prvič z zgodovinskega stališča, pri čemer razdelimo geodezijo na klasično in sodobno, ter drugič s stališča dosežene natančnosti v geodetskih meritvah. V klasični geodeziji je imel geoid samo dve vlogi: »matematično figuro Zemlje«, pri čemer je bil znanstveni cilj geodetov določitev oblike in dimenzij te »figure«. Na praktični ravni je imel geoid bolj pasivno vlogo in se je uporabljal kot referenčna ploskev oziroma višinski datum za nivelmansko določitev nadmorskih višin točk (Rizos, 1982).

S praktičnim izvajanjem evropske direktive INSPIRE v okviru različnih pobud, kot sta ESDI (angl. *European Spatial Data Infrastructure*) ali GMES (angl. *Global Monitoring for Environment and Security*), dobivajo tudi raziskave geoida večji pomen. To je razvidno predvsem na naslednjih področjih:

1. Določanje geometrije površja Zemlje kot »teoretične oblike Zemlje«. Globalni geopotencialni modeli (GGM) zagotavljajo geoid na globalni ravni. Lokalni geoid, izračunan samo za območje Slovenije, lahko s primerjavo z globalnim modelom veliko pripomore k vrednotenju in zvišanju natančnosti prihodnjih globalnih geoidov (Huang in sod., 2007).

2. Višinski datum za geodetsko izmero. Že od samega začetka razvoja geometričnega nivelmana in nivelmanskih mrež predstavlja geoid ničelno nivojsko ploskev, od katere se računajo absolutne višine nadmorskih točk. Natančno poznavanje poteka ploskve geoida (kvazigeoida) kot izhodišča za računanje nadmorskih višin točk olajšuje reševanje številnih praktičnih nalog na mnogih gospodarskih področjih:

- gospodarska javna infrastruktura: vodovod, kanalizacija;
- oceanografija: v obalnem delu omogoča večjo natančnost opazovanja morske gladine in predvidenega dvigovanja zaradi globalnega segrevanja;
- hidrografija: meritve globlin zaradi varnosti plovbe na morju in rekah;
- hidrologija: omogoča natančnejše določanje poteka nivoja podtalnic in poteka kraških ponikalnic; zvišuje natančnost izračuna vodnega potenciala vodotokov in olajšuje določitev poplavnih območij;
- geodinamika: v kombinaciji s satelitskimi meritvami GNSS omogoča natančnejši vpogled v morebitne tektonske premike in seizmiko (potresna in jedrska varnost); prav tako olajšuje in zvišuje natančnost določanja premikov plazov in posedanj s tehnikami Lidar in InSar.

3. Redukcija terestričnih geodetskih meritev na elipsoid. Terestrična geodetska opazovanja opravljamo na površini Zemlje v tako imenovanem lokalnem astronomskem koordinatnem sistemu in se nanašajo na lokalno težnostno polje. Vsa računanja v državnih mrežah pa se nanašajo na privzeti referenčni elipsoid (bodisi relativni bodisi absolutni). Tako moramo v vsa geodetska opazovanja vnesti popravke, ki so s skupnim imenom zajeti kot redukcija na elipsoid. Pri tem reduciramo naslednje geodetske merske količine: astronomske azimute, zenitne razdalje, horizontalne smeri oziroma kote in razdalje. Vpliv neupoštevanja geoidnih višin je zelo opazen pri redukciji večjih dolžin. Splošno velja, da neupoštevanje vsakih 6,0 m geoidne višine povzroči relativni sistematični pogrešek velikosti 1 ppm ( $1 \times 10^{-6} \times D$ ) reducirane elipsoidne

dolžine (Pellinen, 1982). Natančen model geoida lahko uporabimo tudi za izračun komponent odklona navpičnice, kar je nujno za pravilno redukcijo terestričnih opazovanj v novi državni koordinatni sistem. Praktični primeri (Jakopič, 2008; Petrin, 2017) so pokazali, da brez upoštevanja odklonov navpičnice nastopijo razlike v ravninskih koordinatah pri izravnavi mreže tudi do 3,5 cm.

4. GNSS-višinomerstvo: z aktivno uporabo omrežij stalnih GNSS-postaj v vsakdanji geodetski izmeri se tehnologija GNSS ponuja kot način določanja višin točk. Elipsoidne višine, določene s tehnologijo GNSS, so geometrijske količine in se nanašajo na ploskev elipsoida, ni jih mogoče uporabiti v geodetski praksi niti v vsakdanjem življenju (saj niso višine v težnostnem polju Zemlje). Elipsoidne ( $h$ ) in nadmorske višine – ortometrične ( $H$ ) ali normalne višine ( $H^N$ ) povezuje znana enačba:

$$h = H + N$$

$$h = H^N + \zeta,$$

pri čemer je  $N$  geoidna višina oziroma  $\zeta$  kvazigeoidna višina. Če nam je torej znana geoidna višina (interpolirana iz geoidnega modela), lahko pridemo do ortometrične oziroma normalne višine v točki, kjer so opravljene samo meritve GNSS. Učinkovito GNSS-višinomerstvo je mogoče samo, če imamo na voljo model geoida (kvazigeoida) enakovredne natančnosti, kot je natančnost določitve elipsoidnih višin (Fotopoulos, 2003; Kuhar in sod., 2011).

5. Povezava terestrične izmere z meritvami satelitske geodezije. Z uporabo satelitskih meritev v določanju koordinat točk državne mreže (GNSS-tehnologije) je postalo pereče vprašanje povezave datuma državne mreže (podanega z lokalnim referenčnim elipsoidom) s satelitskimi geocentričnimi datumi (WGS-84). Za izračun transformacijskih parametrov za prehod iz enega v drugi koordinatni sistem je potrebno poznavanje geoida (geoidnih višin) na območju države (Hoffman-Wellenhof in sod., 1992).

Čeprav je Slovenija z letom 2008 začela uvajati nov (evropski) koordinatni sistem, ki je vezan na geocentrični elipsoid GRS80, in so transformacijski parametri za območje države znani, bodo v prihodnosti še prisotne naloge, kjer bo treba izračunati »lokalne« transformacijske parametre z najvišjo mogočo natančnostjo (na primer inženirski projekti, mestne mreže). V teh primerih je nujna uporaba čim natančnejših geoidnih višin (Vanicek in sod., 2002).

6. Raziskave v geodinamiki in geofiziki. Pri raziskavah vertikalnih recentnih tektonskih premikov obravnavamo geoid kot časovno odvisno referenčno ploskev. Ponavljajoče gravimetrične in nivelmanske meritve nam omogočajo določitev premikov. Na globalni ravni se pri raziskavah medcelinskih tektonskih premikov uporabljajo dolgovalovne geoidne informacije (geoidne višine, veljavne za velika, celinska območja), izvedene iz globalnih geopotencialnih modelov (Turcotte in Schubert, 2002).

7. Oceanografske raziskave. Pri oceanografskih raziskavah je geoid v neposredni zvezi s srednjo gladino morja in morsko topografijo. Časovno odvisne komponente morske topografije (plimovanje in sezonske variacije) je lažje pojasniti z geoidnimi informacijami (Hughes in Bingham, 2008). Podatki satelitske altimetrije, s katerimi je mogoče izračunati ploskev geoida na morskih območjih, nam omogočajo napovedovanje anomalij težnosti na morju. Te so vključene v svetovno bazo anomalij, ki so podlaga za izračun izboljšanih globalnih geopotencialnih modelov (Schum in sod., 1995; Hwang in sod., 1998).



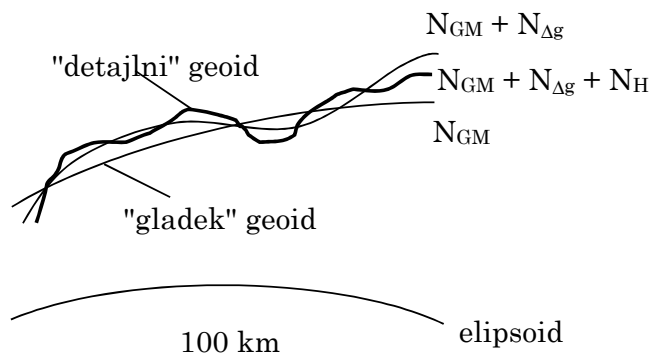
### 3 DANAŠNJI PRISTOP K DOLOČITVI GEOIDA

Določanje geoida (kvazigeoida) pomeni izračun točno določene nivojske ploskve Zemljinega težnostnega polja. Iščemo odgovor na vprašanje: ali lahko določimo težnostno polje Zemlje v zunanjem prostoru brez poznavanja razporeda gostote v njeni notranjosti, samo z znanim potencialom na robu območja (površje Zemlje). Matematično gledano, gre za reševanje problema robnega pogoja (PRP) Laplaceove parcialne diferencialne enačbe  $\Delta V = 0$ , kjer je  $V$  potencial Zemljine gravitacijske (privlačne) sile. V splošnem je pri reševanju PRP znana robna ploskev  $S$ , vendar pri tako imenovanem geodetskem problemu robnih pogojev (GPRP) ni tako. Gre za tako imenovani prosti GPRP, kjer moramo poleg geometrije robne ploskve  $S$  določiti tudi težnostni potencial  $W$  (Heck, 1997). Težnostni potencial ( $W$ ) je enak vsoti privlačnega in centrifugalnega potenciala ( $\Phi$ ), oziroma  $W = V + \Phi$ . Centrifugalni potencial je zaradi znane hitrosti Zemljine rotacije mogoče izračunati z visoko natančnostjo. Pri določitvi geoida nas dejansko zanima samo robna ploskev. Robne pogoje tu določa zvezna robna funkcija – težnostni potencial. Ker potenciala ne moremo neposredno izmeriti, ga predstavimo kot funkcijo količin, ki se v geodeziji dajo neposredno izmeriti oziroma določiti posredno iz meritev. Te količine so tako imenovane anomaljske komponente težnostnega polja Zemlje. Mednje spadajo: anomalija težnosti in moteča težnost, odkloni navpičnice (Helmertovi ali Pizzetijevi) ter geoidne višine in anomalije višin (kvazigeoidne višine). Navedene merjene količine podajajo robne pogoje, katerih rešitev je ploskev – približna oblika Zemlje. Ločimo dva pristopa k rešitvi geodetskega problema robnih pogojev: tako imenovani »klasični«, katerega rešitev je geoid, in »pristop po Molodenskem«, katerega rešitev je kvazigeoid. Pri prvem nastopajo anomalije težnosti  $\Delta g$ , komponente odklona navpičnice  $\xi$ ,  $\eta$  in »merjene« geoidne višine  $N$ . Pri drugem nastopajo moteče količine težnostnega polja Zemlje: moteča težnost  $\delta g$ , komponente odklona navpičnice  $\xi$ ,  $\eta$  (enake v obeh primerih, saj je razlika manjša od natančnosti določitve), ter »merjene« kvazigeoidne višine  $\zeta$ . V zadnji dveh desetletjih so satelitske misije CHAMP, GRACE in GOCE omogočile uvedbo dodatnih merjenih količin: elementov Marussijevega tenzorja (gradientov vektorja sile teže) (Moritz, 2010).

Iz praktičnih in teoretičnih razlogov se pri vseh sodobnih metodah določitve geoida (kvazigeoida) upoštevajo vsaj tri vrste podatkov: globalni geopotencialni model, terestrična opazovanja – neposredne merjene anomalije težnosti oziroma moteča težnost, odkloni navpičnice, (kvazi)geoidne višine in podatki o topografiji, slednje v obliki digitalnega modela reliefa. Danes se pri izračunu ploskve geoida uporabljajo tehnike spektralne analize. Količine, ki so vhodni podatki, se obravnavajo kot fizikalen pojav (zapis) z ustreznim spreminjanjem (fluktuacijo) v prostoru oziroma času. Pogostnost fluktuacij je tako imenovana frekvenca oziroma valovna dolžina in ima mnogo večjo vlogo kot prostorska (časovna) koordinata pojava. S tehnikami spektralne analize je mogoče dani pojav transformirati v frekvenčno oziroma spektralno domeno samo s preureditvijo danih podatkov. Transformacija prostorskega oziroma časovnega zapisa se v frekvenčni domeni imenuje spekter (angl. *spectrum*). V našem primeru obravnavamo geoid (globalni) kot popolni spekter Zemljinega težnostnega polja, ki ga lahko razčlenimo na štiri frekvenčne dele: nizki, srednji, visoki in (celo) zelo visoki. Tako so tudi podatki razdeljeni glede na to, kako vplivajo na izračunano celotno geoidno višino (celotni spekter težnostnega polja Zemlje). Terminologijo si je geodezija sposodila iz teorije digitalne obdelave signalov, zato se tudi iskana geoidna višina obravnava kot signal (Schwarz, 1985).

Dolgovalovno strukturo geoida dajo podatki globalnega geopotencialnega modela ( $N_{GM}$ , valovne dolžine okoli 100 km), terestrični podatki ( $N_{\Delta g}$ , anomalije težnosti oziroma moteča težnost in odkloni navpičnice)

dajo srednjevalovno strukturo (valovne dolžine 2–10 km), kratkovalovno strukturo pa podajo podatki o topografiji, pridobljeni na podlagi digitalnega modela reliefa ( $N_H$ , valovna dolžina je odvisna od ločljivosti DMR-ja). Celoten spekter informacij, vsebovanih v geoidni višini, ponazori slika 1 (povzeto po Schwarz in Sideris, 1993):



Slika 1: Prispevek posameznih vrst podatkov pri določitvi geoida (kvazigeoida).

Če izračunani geoid obsega tudi oceanska (morska) območja, moramo seveda upoštevati altimetrške meritve. Geoidne višine, pridobljene na podlagi altimetrških meritev, se lahko pretvorijo v ustrezne altimetrške anomalije težnosti (Schum in sod., 1995).

Glede številnosti podatkov največkrat prevladujejo gravimetrični podatki, zato se kot vhodni podatek večinoma uporabljajo anomalije težnosti oziroma moteča težnost. V tem primeru je treba rešiti Stokesovo enačbo (Heiskanen in Moritz, 1996):

$$N = \frac{R}{4\pi\gamma} \iint_{\sigma} S(\psi)\Delta g d\sigma, \quad (2)$$

kjer je  $\psi$  sferna razdalja med ploščinskim elementom  $d\sigma$  in točko izračuna P;  $R$  je srednji radij Zemlje – krogle, na kateri je točka;  $\gamma$  je vrednost normalne težnosti na krogli;  $S(\psi)$  je Stokesova funkcija. Pri praktičnem računanju se Stokesov integral računa z eno od metod numerične integracije ali pa z eno od spektralnih tehnik (na primer hitro Fourierovo transformacijo – FFT). Nalogo lahko rešimo tudi s kolokacijo po metodi najmanjših kvadratov (Tscherning, 1985).

Ne glede na to, kako rešujemo Stokesovo enačbo, je treba pripraviti vhodne podatke. Bolj ali manj pri vseh metodah določitve geoida se uporablja postopek »remove – restore«. Sestavljajo ga trije koraki, ki so jim podvrženi podatki, ki se uporabljajo za izračun ploskve geoida (Pribičević, 2000; Tziavos in Sideris, 2013; Yildiz in sod., 2012):

- v prvem koraku odstranjujemo vpliv topografskih mas in vpliv globalnega geopotencialnega modela iz vhodnih podatkov. Tako dobijo podatki manjše vrednosti in potek takšne ploskve je bolj gladek. Numerični proces lažje konvergira z uporabo tako zglajenih podatkov;
- v drugem koraku sledi numerični postopek: integracija, reševanje Stokesove enačbe. V tem koraku izračunamo (kvazi)geoidne višine;
- v tretjem koraku povrnemo odstranjene vplive iz prvega koraka oziroma se doda ponoven vpliv topografskih mas in vpliv geopotencialnega modela.

Večina današnjih rešitev so kvazigeoidi, saj podatkov, ki jih uporabljamo za izračun (merjene vrednosti težnosti in odklonov navpičnic), ne reduciramo v notranjost Zemlje na ničelno nivojsko ploskev (geoid), temveč jih uporabljamo v obliki, v kakršni so določeni, tj. na površini Zemlje. Če želimo ploskev, ki je rezultat nekega numeričnega postopka, uporabiti praktično, v povezavi z GNSS-določenimi elipsoidnimi višinami, je nujen preračun (transformacija, vpetje) v lokalni/državni vertikalni sistem. Tako preračunana ploskev ni več kvazigeoid, temveč višinska referenčna ploskev, ki vsebuje skupen vpliv: nezanesljivega izračuna kvazigeoida (pogreški metode, vhodnih podatkov), pogreške določitve elipsoidnih višin in tektonske vertikalne premike na območju izračuna (Solheim, 2000). Točke z znanimi geodnimi višinami, ki jih uporabimo za ta preračun, običajno imenujemo »točke za vpetje geoida«. V geodetski terminologiji so znane tudi kot GNSS-/nivelmanske točke (Kuhar in sod., 2011).

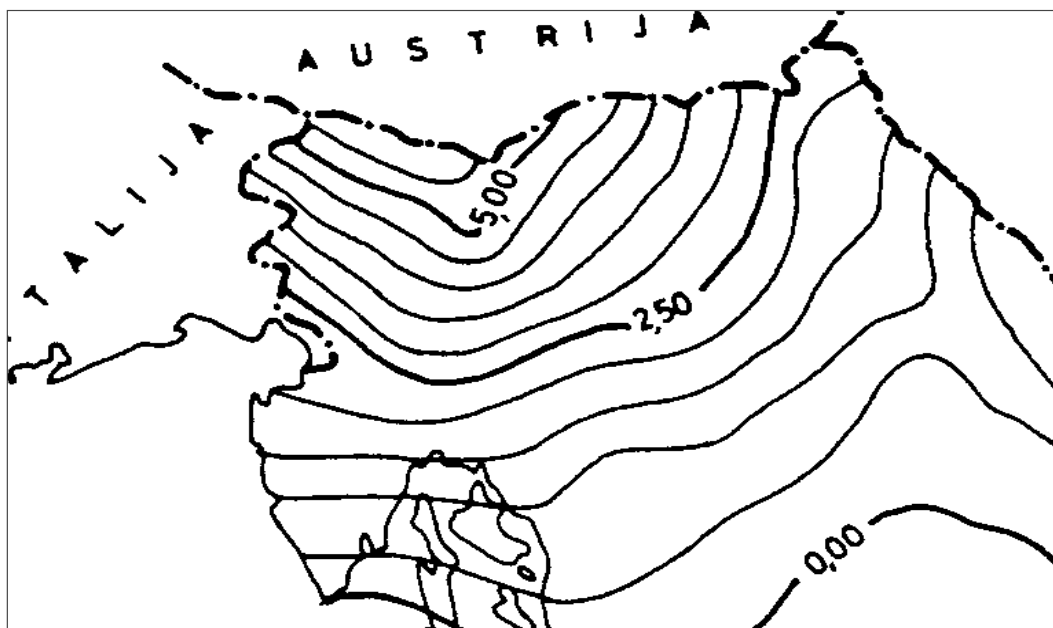
#### 4 KRATEK PREGLED RAZISKAV GEOIDA V SLOVENIJI

Prve meritve za določitev geoida, ki zajemajo Slovenijo, so bile opravljene še v obdobju avstro-ogrške monarhije. Pred prvo svetovno vojno je bil v meridianu Ljubljane izmerjen geoidni profil. To je bila prva tovrstna meritev v tedanji monarhiji.

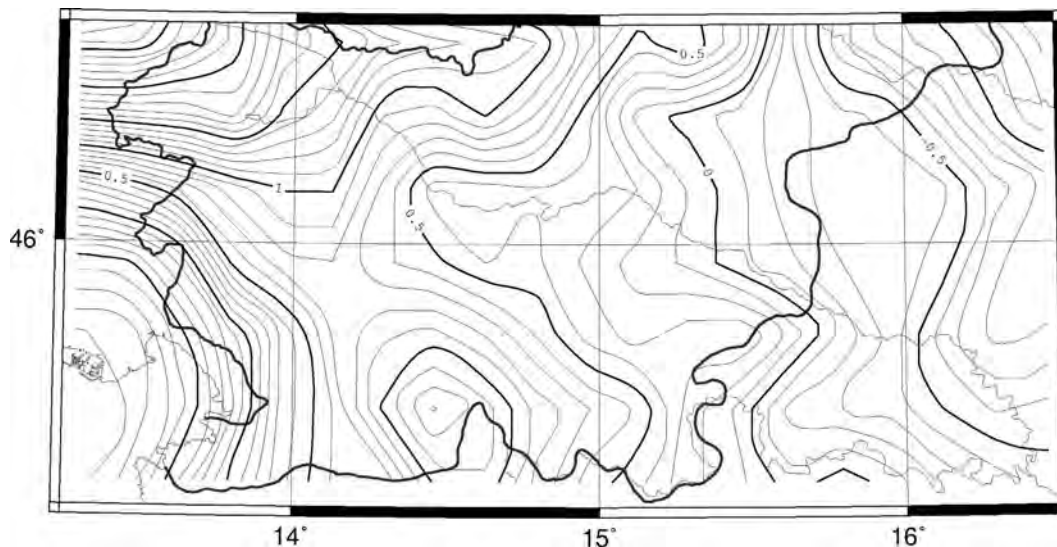
Raziskave Zemljinega težnostnega polja, gravimetrična izmera in izračun geoida so od nastanka Jugoslavije spadali na delovno področje vojaške službe. Vsa dela je izvajal Vojnogeografski inštitut (VGI) iz Beograda in vse raziskave in rezultati niso bili dostopni javnosti. To posebej velja za meritve in raziskave, opravljene po drugi svetovni vojni. Slovenskim geodetom ni preostalo nič drugega kot to, da so se posvetili raziskavam in razvoju temeljnih geodetskih mrež, kartografiji, katastru in drugim dejavnostim v okviru geodetske službe.

Po drugi svetovni vojni je prva objavljena publikacija s področja raziskav Zemljinega težnostnega polja za območje nekdanje Jugoslavije doktorska disertacija pokojnega profesorja gradbene fakultete v Sarajevu A. Muminagića, takratnega oficirja v VGI-ju. V svojih raziskavah se je profesor Muminagić ukvarjal predvsem s problemom orientacije jugoslovanske trigonometrične mreže. Z raziskavami na področju orientacije mreže je hkrati izračunal še prvi relativni geoid za območje nekdanje Jugoslavije. Za izračun geoida je uporabil podatke astronomskih meritev na 170 točkah (Muminagić, 1974). To je bila astrogeodetska rešitev, pri čemer je 360 geoidnih višinskih razlik izravnal po metodi pogojnih meritev. Glede na število merjenih podatkov in velikost območja lahko to rešitev obravnavamo kot približno. Na grafičnem prikazu poteka ploskve na območju Slovenije je očiten velik padec (naklon) geoidne ploskve proti jadranski obali (slika 2) (Kuhar, 1996), ki se je potrdila tudi v poznejših rešitvah.

Leta 1992, že v obdobju samostojne Slovenije, sta profesorja K. Čolić in T. Bašić s sodelavci izračunala astrogeodetski geoid, ki zajema območje Slovenije in del Hrvaške (Čolić in sod., 1992). To je bil del večletnega projekta Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS), s katerim so želeli določiti geoidne točke na območju Slovenije. Med letoma 1988 in 1992 sta dve terenski ekipi, zagrebška in ljubljanska (D. Miškovič in M. Acceto), opravili astronomske meritve na 46 točkah astrogeodetske mreže Slovenije, ki obsega tudi 12 točk na ozemlju Hrvaške. Na območju Slovenije so odpadle samo točke Mangart, Košuta in Kanin. Zunanja natančnost določanja astronomskih koordinat (odklonov navpičnice) je znašala: za komponento  $\xi$  v smeri sever–jug  $\pm 0,4''$  in za komponento  $\eta$  v smeri vzhod–zahod  $\pm 0,5''$ . To uvršča izvedena astronomska opazovanja v najnatančnejša opazovanja te vrste (Čolić in sod., 1993). Geoid je izračunan z metodo »remove-restore« z uporabo kolokacije po metodi najmanjših kvadratov.



Slika 2: Geoid prof. Muminagiča na območju Slovenije.



Slika 3: Relativni astrogeodetski geoid na območju Slovenije iz leta 1992.

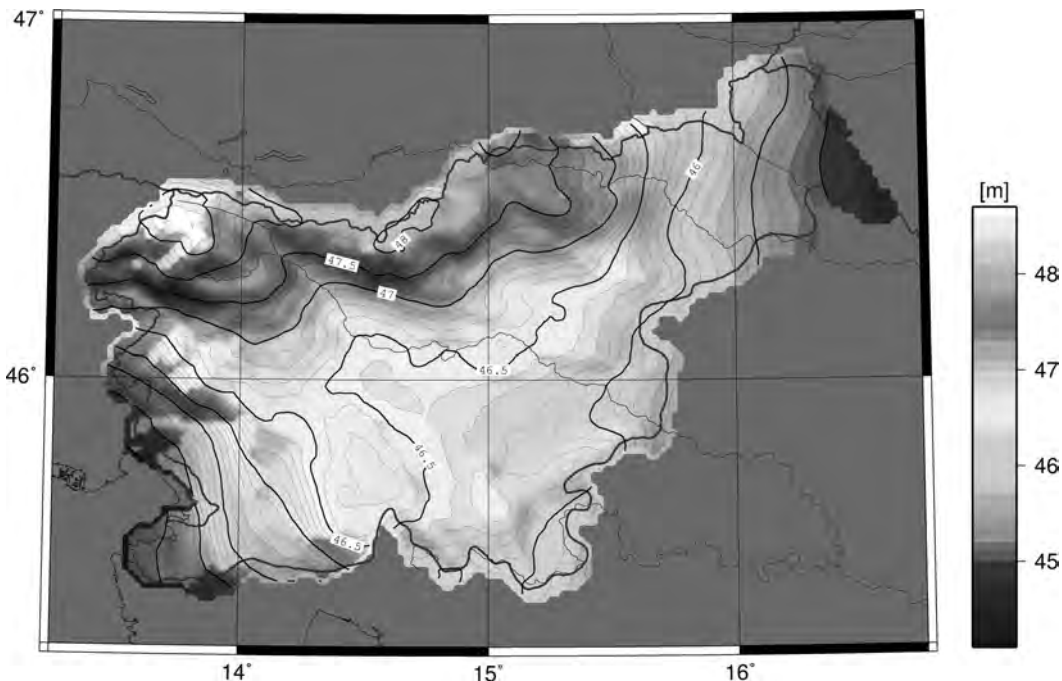
Zanimivo je, da navkljub ustaljeni praksi v postopku kolokacije iz merjenih podatkov ni odstranjen globalni trend. Pri poskusu redukcije merjenih podatkov z globalnim geopotencialnim modelom OSU91A (Rapp in sod., 1991) se je izkazalo, da so preostanki preveliki in se preveč razlikujejo od merjenih vrednosti. Vzrok za to je naslednji: zaradi zgodovinskih razlogov je položaj astrogeodetske mreže Slovenije na Besslovem referenčnem elipsoidu napačen, v mreži so prisotne velike lokalne deformacije merila,

natančnost mreže je precej nehomogena (Stopar in Kuhar, 2003). Pri določitvi dotedanjih globalnih geopotencialnih modelov niso bili vključeni podatki z obravnavanega območja (Kuhar, 1996). To se je zgodilo štiri leta pozneje pri izračunu prvega (zares) globalnega geopotencialnega modela EGM96 (Lemoine in sod., 1998). Potek ploskve relativnega geoida iz leta 1992 kaže slika 3.

#### 4.1 Sedaj veljavni model geoida za območje geoida

Sedaj veljavna rešitev geoidne ploskve v Sloveniji je iz leta 2000 in jo je v okviru doktorske disertacije izračunal profesor Boško Pribičević z geodetske fakultete v Zagrebu (Pribičević, 2000). Pri tem je uporabil več astrogeodetskih meritev in upošteval spremenljivo gostoto Zemljine skorje na podlagi izdelanega digitalnega modela gostote (Pribičević in Medak, 2001). V izračun je bilo vključenih 98 točk z izmerjenimi komponentami odklona navpičnice. Največ točk je na ozemlju Slovenije, vendar so upoštewane tudi točke z mejnih območjih Avstrije, Madžarske in Hrvaške. Na ozemlju Slovenije je bilo v izračun privzetih 50 točk. V končno rešitev je bilo vključeno še približno tri tisoč vrednosti točkastih anomalij težnosti. Geoid je izračunan z metodo »remove-restore« z uporabo kolokacije po metodi najmanjših kvadratov s programom, napisanem na TU Gradec (Sünkel in sod., 1987).

Rezultat kolokacije po metodi najmanjših kvadratov so izračunane (predicirane) geoidne višine v pravilni mreži točk (grid) z ločljivostjo  $1,0' \times 1,5'$ . Geoidne višine so podane glede na geocentrični elipsoid GRS-80. Izračun višinske referenčne ploskve je bil opravljen na podlagi 163 točk za vpetje geoida. Od tega jih je 33 imelo višino določeno z geometričnim nivlemano, ostale pa s trigonometričnim višinomerstvom. Razpon geoidnih višin na območju Slovenije je med 44,140 m in 48,724 m, pri čemer je povprečna geoidna višina 46,453 m (Kuhar in sod., 2011). Deklarirana natančnost izračunanih geoidnih višin je povprečno 3 cm (Pribičević, 2000), geoid je predstavljen na sliki 4.



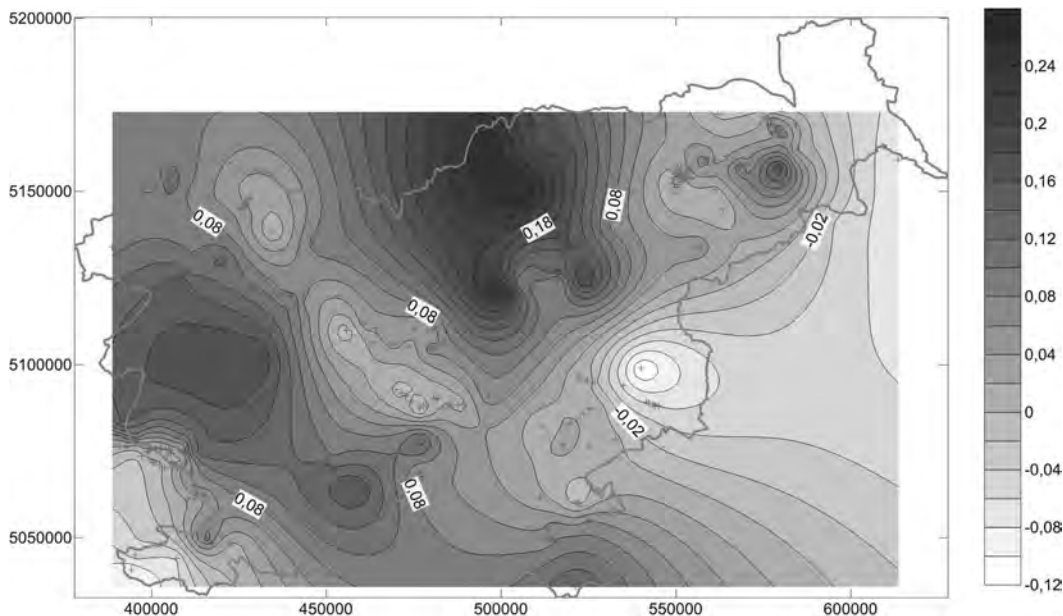
Slika 4: Ploskev uradnega modela geoida na območju Slovenije.

Rešitev sloni na najnovejših teoretičnih dognanjih, sami uporabljeni podatki z območja Slovenije niso tako slabe kakovosti (razen zastarelosti gravimetričnih podatkov). Žal je bila uporaba geoida v praksi že v samem začetku otežena. Avtor ni imel dostopa do podatkov sosednjih držav – Italije, Avstrije in Madžarske. Točke za vpetje ploskve geoida so bile neenakomerno razporejene po območju izračuna, prav tako jih je nekaj deset od 163 uporabljenih na hrvaškem ozemlju. Uporabljene uradne višine točk (v Sloveniji) so veljale pred preračunom višinske nivelmanske mreže. Ta je bil izveden leta 2000, kmalu po tem, ko je GURS sprejel model geoida kot uradni (Koler, Vardjan, 2000). Ena od analiz natančnosti obstoječega geoida je bila izvedena leta 2008 na podlagi 781 točk z znanimi geodnimi višinami, od tega so 248 točkam višine določene z niveliranjem, 533 točkam pa s trigonometričnim višinomerstvom. Točke z nadpovprečno velikimi odstopanji so bile predhodno odstranjene. Rezultati so predstavljeni v Urbanč (2008), Kuhar in sod. (2011). Za ilustracijo podajamo samo preglednico natančnosti, določeno na podlagi letnice določitve višin.

Preglednica 1: Standardna deviacija po letih določitve višine

Spodnja meja	Zgornja meja	Število točk	Standardna deviacija [cm]
	pred 1950	2	6,0
1950	1990	28	9,5
1990	2000	127	4,4
	2000 naprej	91	6,2
			6,0

Ugotovili smo, da so bili najslabši rezultati na točkah, izmerjenih med letoma 1950 in 1990, kjer so bila odstopanja več kot 9 cm. Najboljši rezultati pa so bili med letoma 1990 in 2000, takrat je bilo določenih tudi največ višin. Preseneča nas lahko natančnost po letu 2000, saj znaša več kot 6 cm. Od 91 točk je pri kar 25 točkah odstopanje večje od 10 cm. Slika 5 prikazuje grafični prikaz odstopanj na niveliranih točkah na celotnem območju Slovenije.



Slika 5: Grafični prikaz odstopanj na niveliranih točkah.

Kot uradna rešitev je model geoida postal tudi sestavni del programa za pretvorbo in transformacijo koordinat (med D48/GK in D96/TM) SiTra (SiTra, 2008). Čeprav so odstopanja (predvsem višin) na posameznih območjih tudi večja od 20 cm, je uporaba tega modela še vedno smotrna, saj bi recimo uporaba globalnega modela pri nas prinesla še več težav, ker slednji ni vpet v višinski sistem države.

## 4.2 Dela v zadnjem desetletju

Zadnje desetletje je delo na osnovnem geodetskem sistemu zaznamovano z vzpostavitvijo novega državnega prostorskega referenčnega sistema (GURS, 2004). V tem obdobju je Geodetska uprava Republike Slovenije v sodelovanju s partnerji izvedla dva projekta s sredstvi Norveškega finančnega mehanizma (angl. *Norway Grants*) in finančnega mehanizma EGP (angl. *EEA Grants*). Prvi je bil Vzpostavljane omrežja postaj GPS in evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji, izvajal se je med letoma 2007 in 2010. Zaznamovali sta ga vzpostavitev državnega omrežja stalnih postaj GNSS in vzpostavitev horizontalne sestavine novega državnega referenčnega sistema (Berk, 2010). V delu nalog je bila obravnavana tudi idejna zasnova vertikalne sestavine novega državnega prostorskega referenčnega sistema in tudi zasnova izračuna novega modela geoida (Berk, 2010). Drugi projekt, Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav, se je izvajal med letoma 2013 in 2016. Področju osnovnega geodetskega sistema je bil namenjen eden od štirih podprojektov. Težišče podprojekta Geodetski referenčni sistem je bilo vzpostavitev šestih stalno aktivnih državnih geodetskih točk 0. reda oziroma državne kombinirane geodetske mreže ter vzpostavitev nove vertikalne sestavine državnega geodetskega referenčnega sistema (Stopar in sod., 2015).

Pri obeh projektih je bilo v delo na višinskem sistemu in zasnovi novega geoida vključenih več posameznikov z Geodetske uprave RS, Geodetskega inštituta Slovenije ter Fakultete za gradbeništvo in geodezijo. Vsi rezultati so tako plod skupinskega dela, izpostavili bomo samo nekaj ključnih elementov.

Strategija vzpostavitve novega višinskega sistema Slovenije predvideva uvedbo normalnih višin in novega višinskega datuma Koper. Ta je bil tudi vzpostavljen v okviru drugega norveškega projekta (Koler in sod., 2017). S tem namenom je bilo opravljeno tudi veliko terenske izmere. Ponovno so bili izmerjeni vsi poligoni na novo projektirane nivelmanske mreže 1. reda v skupni dolžini prek 1600 km. Na večini reperjev so bile opravljene gravimetrične in GNSS-meritve, da bi določili geopotencialne kote reperjev ter položaj v evropskem referenčnem koordinatnem sistemu. Število reperjev z merjenim težnim pospeškom in znanim položajem v ETRS89, ki jih je tako mogoče uporabiti tudi pri izračunu geoida, je več kot 2000. Vzpostavljena sta bila dva nova digitalna modela reliefa (Žagar in Berk, 2009).

Prvi norveški projekt se je končal z izračunom testnega modela geoida. Ta je bil določen na podlagi starih gravimetričnih podatkov in z vpetjem geoidne ploskve na samo 24 GNSS-/nivelmanskih točk (Kuhar in sod., 2011). Kontrolnih točk je bilo 352. Standardni odklon iz odstopanj na kontrolnih točkah znaša 0,035 m, kar je več kot dvakrat nižje od uradnega modela iz leta 2000. Analiza testnega geoida je podrobneje predstavljena v prispevku Kuhar in sod. (2011). Največje pomanjkljivosti testnega modela so:

- premalo GNSS-/nivelmanskih točk za vpetje geoida in njihova neenakomerna razporeditev;
- prevlada starih gravimetričnih meritev iz sedemdesetih let prejšnjega stoletja;
- neupoštevanje gravimetričnih podatkov z območja Italije, kjer je bila zaradi konfiguracije reliefa kakovost slovenskih podatkov najslabša. Z območja Avstrije je bilo na voljo malo točk tik ob meji.

To je narekovalo izdelavo nove strategije izračuna, ki je privedla do nove regionalne gravimetrične izmere in povečanja števila točk za vpetje. Do konca leta 2016 je opravljen del nove regionalne gravimetrične izmere, in to najprej na območjih, kjer je število točk iz preteklega obdobja pomanjkljivo (osrednja, severna in južna Slovenija). Do konca leta 2016 je število teh točk znašalo 600. Predvideno je nadaljevanje regionalne izmere, posebej ob obali, zaradi vzpostavitve novega globinskega datuma za potrebe hidrografije ter njegove povezave z višinskim sistemom. Pridobljeni in ovrednoteni so gravimetrični podatki sosednjih držav: Italije, Avstrije in Madžarske. Podatke iz Hrvaške lahko obravnavamo kot del zapuščine geodetskih del, opravljenih v nekdanji Jugoslaviji. Kontrolnih točk (GNSS-/niveľmanske točke, na katerih se opravi primerjava interpoliranih in merjenih geoidnih višin) je sedaj več kot 900.

Pričakovati je, da bo natančnost naslednje rešitve, ki se bo navezovala že na nov višinski sistem, še višja.

## 5 SKLEP

Uvajanje novega državnega prostorskega referenčnega sistema, skladnega z evropskim prostorskim koordinatnim sistemom ETRS, pomeni tudi postopen prehod na trirazsežno geodezijo (3D). Tega si ne moremo predstavljati brez uporabe tehnologije GNSS. Tu je nepogrešljiv pripomoček kakovosten model geoida. Skorajšnjo uvedbo in vzpostavitev vertikalne sestavine novega državnega referenčnega sistema moramo obravnavati skupaj z določitvijo novega modela geoida. Ko bo v bližnji prihodnosti Slovenija uradno uvedla nov višinski sistem, bo novi model (kvazi)geoida zagotovil izvedbo vseh ustreznih geodetskih nalog na visoki kakovostni ravni.

## Zahvala

Del prispevka je nastal na podlagi rezultatov projektov *Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji* ter *Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav*, ki sta bila podprta s finančnim mehanizmom EGP.

## Literatura in viri:

- Barthelme, F. (2009). Definition of Functionals of the Geopotential and Their Calculation from Spherical Harmonic Models. Scientific Technical Report STRO9/02. Potsdam: GFZ German Research Centre for Geosciences. <http://icgem.gfz-potsdam.de/theory>, pridobljeno 15. 4. 2017.
- Berk, S. (ur.). (2010). Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji. Zbornik projekta. Ljubljana: Geodetska uprava RS. [http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/projekti/DGS/2010p/Zbornik\\_projekta.pdf](http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/projekti/DGS/2010p/Zbornik_projekta.pdf), pridobljeno 10. 4. 2017
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, T., Pribičević, B., Ratkajec, M., Sünkel, H., Kühtreiber, N. (1992). New geoid solution for Slovenia and a part of Croatia. V: P. Holota in M. Vermeer (ur.). IAG First continental workshop on the geoid in Europe, 11.–14. maj, 158–165.
- Čolić, K., Bašić, T., Petrović, T., Pribičević, B., Ratkajec, M. (1993). Improved geoid solution for Slovenia and a part of Croatia. V: H. Montag in C. Reigber (ur.). IAG Symposium, 112, 141–144. Springer.
- Fotopoulos, G. (2003). An Analysis on the Optimal Combination of Geoid, Orthometric and Ellipsoidal Height Data. UCGE Report št. 20185, Calgary, Kanada. [http://www.ucalgary.ca/engo\\_webdocs/MGS/03.20185.GFotopoulos.pdf](http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/MGS/03.20185.GFotopoulos.pdf), pridobljeno 18. 4. 2017.
- GURS (2004). Strategija osnovnega geodetskega sistema. Geodetski vestnik, 48 (3), 289–314.
- Heck, B. (1997). Formulation and linearization of boundary value problems: from observables to a mathematical model. V: F. Sanso in R. Rummel (ur.). Geodetic boundary value problems in view of the one centimeter geoid. Lecture notes in earth sciences, 65, 121–160. Springer.
- Heiskanen, W. A., Moritz, H. (1996). Physical Geodesy, ponatis izvirnika iz leta 1967. Gradec: Inštitut za fizikalno geodezijo, Tehniška univerza Gradec.
- Hoffman-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J. (1992). Global Positioning System Theory and Practice. Springer: Dunaj, New York.
- Huang, J., Kotsakis, C., Gruber, T. (2007). Review of Evaluation Methods and Test Results for the Quality Assessment of Earth Gravity Models. Predstavljeno na XXIV generalni skupščini IUGG 2.–13. 7. 2007, Peruggia. Simpozij GS002: Gravity



- Field. [http://www.iapg.bgu.tum.de/mediadb/22440/22441/20070702\\_IUGG\\_EGM\\_Validation.pdf](http://www.iapg.bgu.tum.de/mediadb/22440/22441/20070702_IUGG_EGM_Validation.pdf), pridobljeno 4. 4. 2017.
- Hughes, C. W., Bingham, R. J. (2008). An oceanographer's guide to GOCE and the geoid. *Ocean Science*, 4, 15–29. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/os-4-15-2008>
- Hwang, C., Kao, E. C., Parsons, B. (1998). Global derivation of marine gravity anomalies from Seasat, Geosat, ERS-1 and TOPEX/POSEIDON altimeter data. *Geophysical Journal International*, 134 (2), 449–459. DOI: 10.1111/j.1365-246X.1998.tb07139.x
- ICGEM – International Centre for Global Earth Models (2017). <http://icgem.gfz-potsdam.de/home>, pridobljeno 15. 4. 2017.
- Jakopič, M. (2008). Določitev odklonov navpičnic iz geoidnih višin. Diplomski naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <http://drugg.fgg.uni-lj.si/880/>, pridobljeno 15. 4. 2017.
- Koler, B., Vardjan, N. (2001). Preračun nivelmanske mreže Republike Slovenije. V: F. Vodopivec (ur.), *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2001*. 7. srečanje SZGG Ljubljana, 13. 12. 2001, zbornik del, 5–16. Ljubljana: UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Koler, B., Urbančič, T., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Stopar, B., Sterle, O. (2017). Pregled višinskih datumov Slovenije. V: M. Kuhar (ur.), *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2016*, 22. srečanje SZGG Ljubljana, 26. 1. 2017, zbornik del, 93–97. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Kuhar, M. (1996). *Raziskave ploskve geoida v Sloveniji*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Kuhar, M., Berk, S., Koler, B., Medved, K., Omang, O., Solheim, D. (2011). Vloga kakovostnega višinskega sistema in geoida za izvedbo GNSS-višinomerstva, 55 (2), 226–234. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.02.226-234>
- Lemoine, F. G., Kenyon, S. C., Factor, J. K., Trimmer, R. G., Pavlis, N. K., Chinn, D. D., Cox, C. M., Klosko, S. M., Luthcke, S. B., Torrence, M. H., Wang, Y. M., Williamson, R. G., Pavlis, E. C., Rapp, R. H., Olson, T. R. (1998). The Development of the Joint NASA GSFC and the National Imagery and Mapping Agency (NIMA) Geopotential Model EGM96. Tehnično poročilo NASA/TP-1998-206861. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, ZDA.
- Muminagić, A. (1974). Ispitivanje realnog geoida u Jugoslaviji, *Geodetski list*, 28 (1), 6–12.
- Moritz, H. (2010). *Classical physical geodesy*. V: W. Freedren, M. Z. Nashed, T. Sonar (ur.), *Handbook of geomathematics*, 2, 127–158. Springer: Berlin, Heidelberg.
- Pavlis, N. K., Holmes, S. A., Kenyon, S. C., Factor, J. K. (2008). An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008, predstavljeno na 2008 General Assembly of the European Geosciences Union, Dunaj, 13.–18. april, 2008. [http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/EPavlis&al\\_EGU2008.ppt](http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/EPavlis&al_EGU2008.ppt), pridobljeno 10. 4. 2017.
- Pellinen, L. P. (1982). *Theoretische Geodäsie*, prevod iz rušine F. Deumlich. Berlin: Verlag für Bauwesen.
- Petrin, T. (2017). *Analiza odklonov navpičnice na območju testnega polja Kravec*. Magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <https://repositorij.uni-lj.si/lzpis/Gradiva.php?id=91360&lang=slv>, pridobljeno 27. 4. 2017.
- Pribičević, B. (2000). *Uporaba geološko-geofizičnih in geodetskih baz podatkov za računanje ploskve geoida Republike Slovenije*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Pribičević, B., Medak, D. (2001). Utjecaj gustoće pripruvsinskih masa Zemljine kore na geoidne undulacije. *Geodetski list*, 55 (1), 19–31.
- Rapp, R., Wang, Y. M., Pavlis, N. K. (1991). The Ohio State 1991 Geopotential and Sea Surface Topography Harmonic Coefficient Models. The Ohio State University, Department of Geodetic Science, poročilo št. 410, Columbus/Ohio, ZDA. <https://earthsciences.osu.edu/sites/earthsciences.osu.edu/files/report-410.pdf>, pridobljeno 3. 4. 2017.
- Rapp, H. R. (1998). Past and future development of geopotential modeling. V: Forsberg, Feissel, Dietrich (ur.). *Geodesy on the move*, 58–78. Springer Verlag, Berlin, New York. [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-72245-5\\_9](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-72245-5_9), pridobljeno 3. 4. 2017.
- Rizos, C. (1982). The role of the geoid in high precision geodesy and oceanography, München: Deutsche Geodätische Kommission, Reihe A, zvezek št. 96.
- Schum, C. K., Ries, J. C., Tapley, B. D. (1995). The accuracy and applications of satellite altimetry. *Geophysical Journal International*, 121 (2), 321–336. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.1995.tb05714.x>
- Schwarz, K. P. (1985). Data types and their spectral properties. V: K. P. Schwarz (ur.), *Local gravity field approximation*, zbornik mednarodne poletna šola, 21. 8.–4. 9. 1984, Peking, 1–65. Publications No. 60003. Calgary: University of Calgary. Division of surveying Engineering.
- Schwarz, K. P., Sideris M. (1993). Heights and GPS. *GPS World*, 4 (2).
- SiTra v2.10. Navodilo za uporabo programa. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, november 2008, 16 str. <http://http://193.2.92.129/>, pridobljeno 30. 3. 2017.
- Solheim, D. (2000). New height reference surfaces for Norway. V: J. A. Torres in H. Hornik (ur.), *Report on the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF)*, Tromsø, 22.–24. junij 2000. Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung, Astronomisch-Geodätische Arbeiten, 61, 154–158. München: Bayerische Akademie der Wissenschaften.
- Stopar, B., Kuhar, M. (2003). A study of distortions of the primary triangulation network of Slovenia. *Acta geod. geophys. Hung.*, 38 (1), 43–52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/AGeod.38.2003.1.7>
- Stopar, B., Režek, J., Komadina, Ž., Medved, K., Berk, S., Bajec, K., Oven, K., Koler, B., Urbančič, T., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Stele, O. (2015). Aktivnosti pri vzpostavitvi sodobnega geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji. V: A. Lisec, B. Stopar, S. Berk, M. Kosmatin Fras (ur.), 43. Geodetski dan 2015 – Geodetska (R)evolucija: zbornik posveta, 37–56. Ljubljana: Zveza geodetov Slovenije.
- Sünkel, H., Bartelme, N., Fuchs, H., Hanafy, M., Schuch, W. D., Wieser, M. (1987). The gravity field in Austria. V: H. Sünkel (ur.), *The gravity field in Austria*, 47–75. Gradec: Geodätische Arbeiten Österreichs für die Internationale Erdmessung, Band IV.
- Tscherning, C. C. (1985). Local approximatin of the gravity potential by least squares collocation. V: K. P. Schwarz (ur.) *Local gravity field approximation*, zbornik mednarodne poletne šole, 21. 8. –4. 9. 1984, Peking. Publications 60003, 277–362. Calgary: University of Calgary. Division of surveying Engineering.

- Tziavos, I. N., Sideris, M. G. (2013). Topographic Reductions in Gravity and Geoid Modeling. V: F. Sanso in M. G. Sideris (ur.). *Geoid Determination: theory and methods*, Lecture notes in earth system sciences, 337–400. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Turcotte, D. L., Schubert, G. (2002). *Geodynamics*, 2. izdaja. Cambridge University Press.
- Urbanč, M. (2008). Ocena natančnosti geoidnega modela Slovenije. Diplomska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <http://drugg.fgg.uni-lj.si/478/>, pridobljeno 1. 4. 2017.
- Vanicek, P. (1974). Brief outline of the Molodenskij theory. Lecture notes No. 23. Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Fredericton. <http://www2.unb.ca/gge/Pubs/LN23.pdf>, pridobljeno 4. 4. 2017.
- Vanicek, P., Novak, P., Craymer, M., Pagiatakis, S. (2002). On the correct determination of transformation parameters of horizontal geodetic datum. *Geomatica*, 56 (4), 329–340.
- Zakon o državnem geodetskem referenčnem sistemu (ZDGRS). Uradni list RS, št. 25/2014.
- Žagar, T., Berk, S. (2009). Primerjava podatkov SRTM z DMV Slovenije. V: M. Kuhar (ur.), *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2008*. Zbornik predavanj, 77–86. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Yildiz, H., Forsberg, R., Ågren, J., Tscherning, C. C., Sjöberg, L. E. (2012). Comparison of remove-compute-restore and least squares modification of Stokes' formula techniques to quasi-geoid determination over the Auvergne test area. *Journal of geodetic Science*, 2 (1). DOI: <https://doi.org/10.2478/v10156-011-0024-9>



Kuhar M. (2017). Pot do novega modela geoida v Sloveniji  
*Geodetski vestnik*, 61 (2), 187–200. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.187-200](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.187-200)

---

**Doc. dr. Miran Kuhar, univ. dipl. inž. geod.**  
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
 Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
 e-naslov: [miran.kuhar@fgg.uni-lj.si](mailto:miran.kuhar@fgg.uni-lj.si)

# PROSTORSKE, SPATIAL, ECONOMIC, EKONOMSKE IN ČASOVNE AND TIME VARIABLES SPREMENLJIVKE MEHKEGA FOR A FUZZY MODEL MODELA DOSTOPNOSTI DO OF ACCESSIBILITY TO KOMUNALNIH STORITEV MUNICIPAL SERVICES

Petra Pergar

UDK: 349.414:338.465

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 1. 9. 2016

Sprejeto: 26. 5. 2017

DOI: 10.15292//geodetski-vestnik.2017.02.201-230

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 1. 9. 2016

Accepted: 26. 5. 2017

## IZVLEČEK

Za načrtovanje infrastrukturnih sistemov se lahko že v zgodnejših fazah prostorskega načrtovanja vzpostavijo modeli, ki zajemajo tudi ključne elemente načrtovanja dostopnosti do komunalnih storitev. Modeli za podporo odločanju v prostorskem načrtovanju, morajo omogočati ustrezno prostorizacijo rezultatov, ekonomske presoje in pravočasno načrtovanje infrastrukturnih sistemov. V prispevku je predstavljen model dostopnosti do komunalnih storitev, ki temelji na teoriji mehke logike. Obravnavane so prostorske, časovne in ekonomske lingvistične spremenljivke mehkega modela in predlagana metoda statistične analize prostorskih podatkov za določitev pripadnostnih funkcij. Metoda temelji na vzorčenju infrastrukturnih sistemov znotraj različnih razredov gostote poselitve. Statistična analiza 156 obstoječih stanovanjskih območij v Republiki Sloveniji je zajela 10 do 20 % stanovanjskih površin v desetih lokalnih skupnostih. Izdelana je bila validacija ekonomske in verifikacija predlagane prostorske pripadnostne funkcije na 16 testnih območjih različne stopnje pozidanosti. Predlagana metoda prostorske analize je primerna za določanje pripadnostnih funkcij. Za predlagane spremenljivke se lahko razvije model dostopnosti do infrastrukturnih sistemov v Republiki Sloveniji. Za vzpostavitev celovitega modela so potrebne nadaljnje raziskave za vključitev zmogljivosti omrežij kot tudi okoljskih in družbenih vidikov zagotavljanja dostopnosti do komunalnih storitev.

## KLJUČNE BESEDE

prostorsko načrtovanje, mehko modeliranje, dostopnost, komunalne storitve

## ABSTRACT

For the planning of infrastructure systems, the models that include key elements of accessibility to municipal services in the early stages of spatial planning can be developed. Models for decision-making in spatial planning should enable suitable spatial presentation, economic assessments, and timely planning of infrastructure systems. This article describes the model of the accessibility to municipal services, which is based on the use of methods of fuzzy logic. Spatial, economic, and temporal variables of the fuzzy model are discussed, and a method for the determination of the membership functions is proposed. This method is based on sampling infrastructure systems within different classes of population density. A statistical analysis of 156 existing residential areas in the Republic of Slovenia has covered from 10 to 20% of the residential areas within 10 local communities. Validation of economic variables and verification of proposed spatial membership functions has been made within 16 residential areas of different settlement densities and level of urbanization. The proposed method of spatial analysis is suitable for determining membership functions. For the proposed variables, a model of accessibility to infrastructure systems within Slovenia can be developed. There is a need for further research to establish a comprehensive model related to the infrastructural capacity, as well as environmental and social aspects of accessibility to municipal services.

## KEY WORDS

spatial planning, fuzzy modelling, accessibility, municipal services

## 1 INTRODUCTION

The access to municipal services is enabled through various infrastructure systems. Networks and facilities of infrastructure systems are a result of relatively advanced technical sciences; however, municipal activities in terms of organization, management, the relationship to the consumer and planning, are often left behind by technological solutions (Klemenčič, 1997). When planning the accessibility of municipal services, the orientations, resulting from spatial planning and relating to the efficient land use and the consideration of public and private interest in developing the land should be taken into account (ESDP, 1999; ZPNačrt, 2007). Policies, aimed at local communities, which are responsible for ensuring adequate accessibility to municipal services (MELLS, 1996), should also be taken into consideration. Alongside that, early integration of measures, dictated by the sustainable planning of infrastructure systems (Pitts, 2004) is also important, as well as adaptation to predicted climate changes (Seto et al., 2014).

Providing municipal services by infrastructure systems designers, planners and those responsible for the provision of municipal services, requires planning, which combines the land-use planning with infrastructure planning systems. Klemenčič and Pitts point out that already in the planning stages of the development of settlements, the phases, relating to the operation, maintenance, renovation and further development of infrastructure systems should be considered (Klemenčič, 1997; Pitts, 2004). It is important to plan the extent of municipal services in the early (strategic, initial) stages, as it is too late for a comprehensive solution of infrastructure systems in the implementation phases. Any partial solutions, which in themselves follow the progress of technology in a particular field of infrastructure, may even have negative effects on the entire system<sup>1</sup> (Pitts, 2004). Planning and management of infrastructure systems in construction-technical terms is in the domain of civil, mechanical, electro-technical and IT experts, and is based on various engineering methods, for which, in the early stages of land-use planning, there are usually no relevant input data for modelling available. Detailed simulations of various alternative solutions would be time-consuming and associated with high costs, and are therefore not implemented in practice. For the inclusion in the assessment in strategic phases of spatial planning, it is therefore necessary to make use of various generalizations and predictions.

The sectorial legislation of the Republic of Slovenia defines the concept of developing the land, which can with certainty be confirmed at the operational level of planning. For the assessment in the strategic stages this definition is not appropriate. Therefore we introduced the concept of accessibility<sup>2</sup> to municipal services, which means timely, long lasting and also economical long-term ability to provide adequate municipal services in the considered land.

For the actual use of the model results in spatial planning, appropriate localization of the model results is important (Preston, Yuen and Westaway, 2010) and the possibility of actual implementation and use of the models and tools in planning practice (Lichfield, 2006). The available spatial data on the settlement<sup>3</sup>, data on existing municipal infrastructure networks and facilities<sup>4</sup> and digital data on land use, enable the assessment of accessibility to municipal services in implementing stages of spatial planning. In smaller areas, an individual assessment of each land plot can be made. For the assessment of larger areas, such

<sup>1</sup> E.g. heat pump in the area with surplus heat in district heating system

<sup>2</sup> The original English term "accessibility" may be translated into Slovene as *accessibility* (e.g. Access to services in the physical sense) and as well as *availability* (e.g. Accessibility of in economic terms).

<sup>3</sup> Cadastre and Real Estate Register (GURS)

<sup>4</sup> Cadastre of public infrastructure (GURS)

assessment is time-consuming, and it is therefore necessary to use methods, based on geographic information systems tools. The most commonly used are tools, based on buffer zones. In determining the width of the buffer zone, we typically utilize some general distances, within which the connection is technically possible, or acceptable by the network operators. However, since the arrangement of the buildings in the area is (generally) not adjusted to fit the distance from infrastructure systems, but rather vice versa, it is necessary, when determining the values of model variables, to take into account the dependencies between the expected distances of infrastructure systems and different characteristics of settlement. For an appropriate implementation of empirical economic data, it is also important to differentiate between built-up lands, where users are already using the services, and raw lands. Of key importance for the spatial part of the model is, of course, the integration of simulations of the new residential use and settlement in the area. The model must also allow the assessment, related to the existing land use.

From the economic point of view, the results of the model must allow the assessment of the costs of providing access to municipal services and the anticipated number of users who can use these services. These empirical data are crucial for further assessment by economic experts, where there are two main analytical directions present. The first is based on the theory of well-being and analyses of public services, which includes the assessment, related to the study of the land rent. The researches and models of the other analytical direction are mainly based on the assessment of the costs and benefits, gravity and accessibility models (Johansson and Leonard, 1986). Notwithstanding the long period of development of these analytical directions, the area is still characterized by high level of abstraction (Jäger, 2003; Park, 2014), idealization of the actual state (Alexander, 2014) and lack of empirical models (McDonald, 2003; Hortas- Rico, Ole Sole, 2008; Irwin, 2010). It is also necessary to carry out researches on the micro-empirical level, where the observation unit can be an individual investor (Ploegmakers, van der Krabben and Buitelaar, 2013). More researches should be aimed at developing more realistic dynamic spatial models (Irwin, 2010). If we actually want to take into account the results of the assessment of whether the society can handle the costs (Rakar, 2010), this assessment must be carried out timely, that is in the early stages of planning.

An important part of the assessments in the strategic stages is the prediction of future events. Typically, the assessments in spatial planning are focused on the future growth of the population and fluctuation of the population number. Less attention is focused on the future status of the infrastructure systems. Since one of the important topics in the recent years is the aging of infrastructure systems and associated high costs of renovations (Rakar, 2010), the assessments must include this aspect. Incorporation of time variables in the model must therefore allow for a distinction between 1) the existing, vital network 2) the network, the depreciation period of which is already or will soon expire and where costs of renovations or even restrictions for new buildings before reconstruction can be expected, 3) the networks under construction, which are associated with the current investment expenses and 4) the planned network, for which timely planning of funding sources is of crucial importance. The model should also allow for the distinction between the degree of accessibility, which already allows direct connection to infrastructure systems and the accessibility that requires further investment in terms of upgrading the secondary and / or primary<sup>5</sup> infrastructure systems.

<sup>5</sup> Infrastructure networks are basically divided into primary, which are intended for connections between settlements or parts of settlements, and secondary networks, to which users connect with private connections.

The collection and interpretation of the basic data on infrastructure and settlement 10 years ago accounted for the bulk of the time spent for such assessments. The data on the existing infrastructure systems are today quickly available, while the data on the planned systems are not systematically collected yet. In the absence of data, for which it is not realistic to expect that they may be supplemented, estimates can be used (Pergar and Polajnar, 2013). The available spatial data are, of course, not ideal, but with the awareness of the uncertainties of the input data and dependencies between variables, despite the uncertainties, the use of spatial data for purposes that go beyond simple localization (mapping) of the existing state in the area, should be used. Especially in strategic spatial models, these uncertainties are virtually ignored, which often leads to doubts related to the validity and accuracy of the results of such models (Preston, Yuen, and Westaway, 2011). With the inadequate incorporation of uncertainty in the models, it can be considered, or even shown, a significantly greater precision than actually exists in the real world (Krivoruchko, 2011). The reduction of uncertainty in spatial planning is possible especially with planned procedures and adequate preparation and processing of spatial data (Mlakar, 2009). Therefore, it is important that, prior to the establishment of a model of accessibility, we also ask ourselves about the suitability of the chosen method of modelling.

Spatial models, based on methods of geographic information systems, can basically be divided into overlay methods, multi-criteria evaluation methods and the methods of artificial intelligence (Collins et al., 2001; Malczewski, 2004). The overlay methods simplify too much the complexity of the process in determining land use, which we seek to eliminate by the use of multi-criteria evaluation methods. However, these with their complexity in terms of mathematical modelling of environmental geographical information systems reduce the commercial use of such models, which is a precondition for wider use in the practice of spatial planning (Malczewski, 2004). The solution is offered in the combining of multi-criteria decision-making models and methods of artificial intelligence, the main advantage of which is that they are, in contrast with traditional mathematical methods, tolerant of imprecision, ambiguity and uncertainty of input data, and dependencies between variables (Malczewski, 2004). After 2009, there is, in the development and use of models for the management of infrastructure systems, seen a big increase in multi-criteria decision-making models based on fuzzy decisions (Kabir, Sadiq and Tesfamariam, 2013). Similarly, the analysis of the number of reports of using the method of fuzzy logic in the field of spatial planning indicates a doubling of the number of published scientific contributions after 2007<sup>6</sup>. The method of fuzzy logic has already proved to be an appropriate method, primarily in the manufacturing of complex models with high uncertainty and imprecise input data (e.g. Malczewski, 2006; Fernandez and Ruiz, 2009; Kabir, Sadiq and Tesfamariam, 2013).

The method of fuzzy logic was introduced by Zadeh in 1956 and since then its use has spread into many professional and research fields. In the proposed model, the theory of fuzzy sets and fuzzy reasoning is applied, which is a narrower field of fuzzy logic. Based on the fuzzy logic, our and other empirical knowledge can be entered into the system, since it is based on fuzzy logic rules that are implemented by experts during the development of the model. The establishment of the input data requires, compared to other methods of the so-called artificial intelligence, intensive research work (Aliiev and Aliiev, 2001), while the use of such models is simpler and already built into some newer programs used for work in the geographic information systems (Borouhaki and Malczewski, 2010) and is as such more useful for other participants in the spatial planning process. By using the methods of fuzzy logic, the loss of information

<sup>6</sup> The analysis was made in the database Web of Science publications according to keyword: "fuzzy logic" and "spatial planning".

in the evaluation of the strategic phases as such can be significantly reduced, which can lead to different investment decisions, strategy developments and tax policies (Sui, 1992). The method is often used in this field in cases of evaluation of sustainability criteria (Han et al, 2006; Fernandez and Ruiz, 2009), as it can easily include a high number of criteria into the decision, which on the other hand can lead to the so-called information overload models (Virant, 2003). In the analysed studies (Sui, 1992; Han et al, 2006; Fernandez and Ruiz, 2009), there is little attention given to a more detailed determination of fuzzy sets or creation of individual membership functions, which are essential for the reduction of uncertainty of the results of the fuzzy model.

## 2 VARIABLES OF THE MODEL OF ACCESSIBILITY TO MUNICIPAL SERVICES

In order to be able to calculate with fuzzy statements, it is first necessary to determine their linguistic attributes, which are followed by the definition of their membership functions. For each variable, a basic premise ( $X$  is **term**) is created, wherein  $X$  is a fuzzy variable and **term** the linguistic value of this variable. There are different formats of fuzzy sets and various forms of membership functions. The most commonly used are triangular and trapezoidal forms of functions and the parametric manner of function recording<sup>7</sup> (Virant, 1998, 2003). If for the logistical connection we use a fuzzy implication, we obtain fuzzy rules on the basis of which we set the algorithms of functioning of fuzzy systems. The general example of the rule is (Virant 2003): IF ( $X_1$  is **term1**) AND ( $X_2$  is **term2**) AND THEN ... ( $Y$  is **term a**). The continuation of this article thus defines the linguistic values of spatial, economic and temporal variables (for example: **near, far, old, new**) and their membership functions (e.g. the function to integrate population density class  $G_E$  (50, 70, 90, 110) recorded in a parametric manner, Table 1).

The spatial part of the model is based on the distance between the existing or planned network and the considered land, as well as on the integration of the current state of the settlement in the model. For the integration of the distance between the existing or planned network and the considered land, the variable *distance* is determined with linguistic values **close**, **far<sub>s</sub>**, and **far<sub>p</sub>** (Figure 1). At the distance from the infrastructure system, where the linguistic value **close** achieves the membership value 1, there is the highest level of accessibility to the particular infrastructure network possibility. Where the distance is coming closer to 0, the studied unit of land is located in the safety corridor of the infrastructure system, where construction usually is not possible, which is why the accessibility of these lands is not provided. In the range of values **far<sub>p</sub>** the expansion of primary infrastructure system is previously required. Within the value **far<sub>s</sub>**, before connecting, an upgrading of the secondary systems is needed. For greater distances, the assessment of accessibility is associated with excessive uncertainty of the actual construction of the primary infrastructure system in the considered time frame, therefore the accessibility for this land is not provided within the model. In determining the value of the variable **far<sub>p</sub>**, it should be taken into consideration that there are, especially within the settlements, routes of primary systems related to the systems of infrastructure corridors, which usually run within the public roads. The determination of the distance from the primary system is therefore influenced, more than by the Euclidian distance, by the impact of the allocation of settlement and corridors of roads around the area. In addition, the long sections of primary networks are typically designed for several areas simultaneously, and therefore the cost of assuring accessibility should not be entirely the responsibility of the considered land.

<sup>7</sup> Parametric manner of record for triangular functions:  $(a, b, c)$ ; for trapezoidal functions:  $(a, b, c, d)$ .

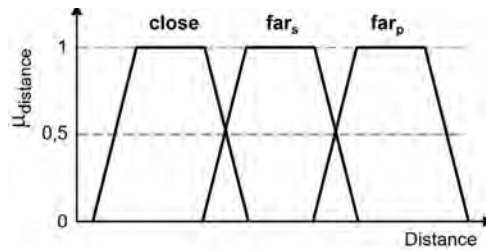


Chart 1: Fuzzy variable *distance* and its linguistic value for the inclusion of the distance from the network into the model.

The model must enable simulations of future settlements and also the assessment of the situation based on the current use of the land. With this in mind we have to consider the actual built-up land and population density, which are key elements for enabling further detailed economic assessments. For this purpose, a further fuzzy variable *built-up* is determined, with the fuzzy value **built**. The vacant (unbuilt) lands are defined as a fuzzy complement to the function with the value **built**  $\mu_c(x) = 1 - \mu_A(x)$ . For the incorporation of the existing land use into the model, it is necessary to take into account the fact that the area of building land is determined by the legally binding provisions, e.g. in the Spatial planning act. Therefore, the borders of the land for construction purposes can be included into the model only with crisp sets. The values to include the simulations of future use in the model can be fuzzy. The population density is incorporated into the model through fuzzy variables of classes of population density. The number and width of classes and the membership functions form depend on the settlement system in the considered land and on the accuracy of spatial analysis.

The output variable *costs* is determined by fuzzy numbers **S1, S2, ... Sn**. In the case of major uncertainties in determining the costs, the trapezoidal membership functions are used to determine the fuzzy number, and if the predictions are more reliable and the differences between classes small, the triangular membership functions. Thus defined variable *costs* is used in the consequent part of the fuzzy logic process. The connection between the antecedent or premise and consequent part of the process is based on the fuzzy rules, such as: IF (*density of pop.* is **Gi**) AND (*age* is **new**) THEN (*cost* is **Si**). The values of the *costs* function are determined according to the cost which is assessed (the cost of the construction, the costs of annual depreciation, operating costs, renovation costs). In determining the value, the differences arising from the construction in different areas of settlement (a more dense building is associated with higher construction costs) must be taken into consideration, as well as variables related to different geological conditions for construction.

For the fuzzy variable *age*, four fuzzy values are determined, namely **old**, **new**, **under construction** and **planned** (Figure 2). The value **old** defines the infrastructure systems, for which a lower accessibility to municipal services as a result of the age of the systems can be expected. The function to the left is not bounded, in order to increase the tolerance to inadequate data on age<sup>8</sup>, or if certain parts of the systems actually already significantly exceed the lifespan. The network within the expected life of the system is defined as **new**. The connecting of additional users to the system is in terms of age of the network in this part expected and optimal. In determining the value of the membership functions **new** and **old**, we should take into account the different depreciation periods of individual infrastructure systems. The network,

<sup>8</sup> E.g. year of construction 1000



which is during the time of the assessment in the phase of project documentation or under construction, shall be defined by the value **under construction**. The function in this case can be defined by a triangular function, because the construction is, in comparison with the rest of the time periods, carried out in a substantially shorter period of time. The membership function **planned** is bounded to the right, since the design of the new systems is only suitable for narrower and manageable time frames, for example 5 years. The delimitation between the old and the new network is dependent on the lifetime of the built-in materials, and is typically determined by the relevant regulations and standards, which is why this part of the study does not discuss it in detail. Since the actual integration of the data into the model requires availability of data on existing networks, the empirical part offers an analysis of the available data on the age of networks in the sample and a comparison with the data on the age of the connected buildings.

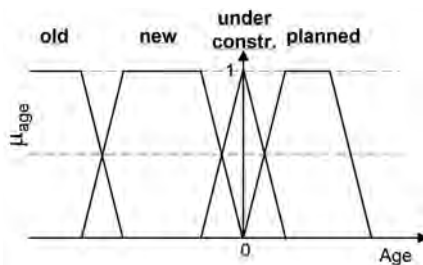


Chart 2: Fuzzy variable *age* and its linguistic value for the inclusion of age into the model

## Method of determining membership functions

Of all the methods for evaluation of municipal infrastructure, into which we can directly include the relation to population density, the method of selection of typical spatial units, for example units of settlements or housing neighbourhoods, is appropriate (Rakar and Makuc, 1985). It is important that for a comprehensive assessment of the impact of population density on the costs of providing services, we include the population density from the lowest, which usually cause the highest costs per capita, to the highest densities in the studied area. The spatial analyses in the study are therefore based on the sample of existing housing settlements in the Republic of Slovenia within the selection of the local communities of different population densities. The selection<sup>9</sup> was based on the division of local communities in Slovenia on medium-sized and small cities (Zavodnik Lamovšek, Drobne and Žaucer, 2008). We also considered the criterion of the number of local communities in each group and the number of inhabitants. Thus, alongside two from the class of medium-sized cities, we included in the sample another 4 local communities from the group of small towns and 4 from the others. In the final selection, the greater diversity of the settlement was also taken into account. Based on the above criteria, the following have been selected: Municipality of Ljubljana, Municipality of Novo Mesto, Municipality of Idrija, Municipality of Črnomelj, Municipality of Naklo, Municipality of Ruše, Municipality of Vransko, Municipality of Turnišče, Municipality of Loški Potok and Municipality of Sveti Tomaž.

The sampling took place according to the classes of population density. The determination of the population density classes was based on the spatial analysis of the existing population density in 10

<sup>9</sup> Due to the prescribed uniform method of making digital content of Spatial planning acts, we selected the pattern within local communities that during the sampling already had adopted acts in accordance with the state legislation adopted after 2007. The sampling was conducted in 2012.

selected local communities. For the graphical analysis, the population density was determined by the KernelDensity function in the programming environment ArcMap® (Figure 1). We took into account the number of residential parts of buildings (REN)<sup>10</sup> and the average number of household members within each local community<sup>11</sup>. Thus 6 classes, according to which the sampling was designed, were determined. The sample included the fully built residential zones<sup>12</sup>. For the final sample we determined 156 residential areas with 25 to 30 zones within each density class from A to F<sup>13</sup> (the classes are presented in more detail in Table 1) with over 7,000 existing housings. The sample covers a total area of 10 to 20% of the residential land use in 10 selected local communities. It is estimated that the percentage of the covered area is sufficiently representative. After the completion of the sampling, the data control on the distribution of apartments in buildings that are monitored within the register (Table 1) was done.

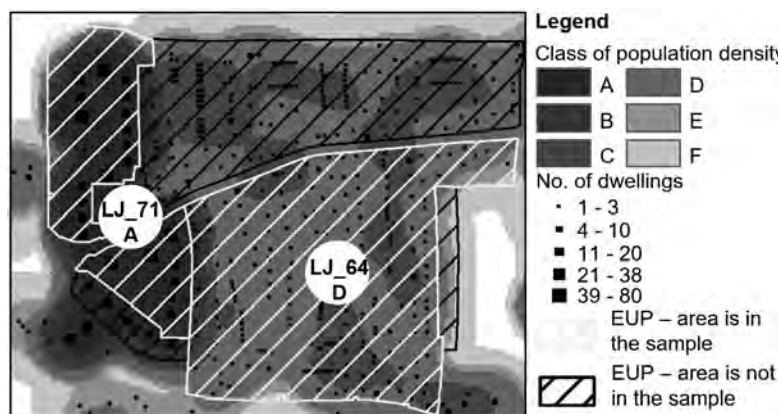


Figure 1: Review of the sampling of the existing residential areas within the proposed classes of population density.

During sampling it turned out that the selected classes of population density A, B, C and D are part of larger settlements and settlements of urban character, while the class E covers the smaller rural settlements and the class F scattered settlements in rural areas. The sample in addition to data on settlement also included information on existing infrastructure networks for water supply, waste water, local roads and electricity distribution, gas pipeline and the heating network<sup>14</sup>. When selecting the associated network infrastructure for individual residential area in the sample, we had to resolve the crucial dilemma of division of networks on the primary and secondary systems. The sample of classes of density, A, B, C and D cover only the secondary network, while the costs of building primary networks are based on the proportionate share of the primary network of the entire settlement. When sampling in classes E and F, the sample of the settlement already included the interconnected settlements or individual buildings, with which the additional lengths of the infrastructure systems, as a result of the distribution of the population in the area, were covered.

<sup>10</sup> Data were taken from the register of real estate (REN, GURS).

<sup>11</sup> Average number of people per household in the year 2011 ([www.stat.si](http://www.stat.si)).

<sup>12</sup> In case of individual empty areas within the sample, the sample was corrected with additional buildings and infrastructure networks.

<sup>13</sup> The designation of certain classes of population density was not the subject of research; further research need to determine an appropriate naming of the proposed classes.

<sup>14</sup> Data were taken from the Cadastre of public infrastructure (GURS), the sampling was done manually based on engineering knowledge of individual networks and connections to primary systems.

The basis for estimating the costs of providing access to municipal services represent the lengths of the infrastructure systems. If we want to simultaneously assess the benefits in terms of number of customers, it is necessary to express the lengths in dependence on the parameters of population density. While the model parameters, which relate to the corresponding secondary network to an area, are relatively easy to determine, it is, mainly due to the simultaneous supply of several areas, the determining of the parameters of primary network harder. The study proposes a method based on a comparison of average costs to build a primary network in a particular sample, and the costs determined on the basis of the actual length of the primary systems in the area of each sample, at which point we included the lengths within the buffer zones of 100, 200, 300, 400 and 500m wide. To determine the average percentage of the primary water supply network, we included an additional sample within the dense settlement in 30 local communities in Slovenia, where the appropriate division of primary and secondary networks<sup>15</sup> is still recorded. The value of the fuzzy variable  $far_p$  is determined according to the Euclidean distance, where both costs are the same.

When analysing actual spatial data, it is difficult to expect normally distributed samples, the statistical analyses are therefore based on nonparametric tests. In all cases, the Kruskal-Wallis test for hypotheses testing was used. If there were statistically significant differences between classes of population density for a given variable, we determined the value of fuzzy variables for each population density class. Based on the median and the 1st and 3rd quartile, membership functions are determined. For the trapezoid function a degree of membership increases to 1 in the 1st quartile, a degree of membership begins to decline in the third quartile. In the determining of the triangular function, the top represents the median of the class. Following recommendations, the functions then intersect with each other at the degree of membership of 0.5 (Virant, 2003). To facilitate the interpretation of the results of the fuzzy model and for greater intelligibility, are the values determined in such a manner converted from the fuzzy environment into the environment of crisp values by defuzzification. For spatial representation of the model results the method was tested with which the results obtained from the raster model are generalized into different spatial units (plot of land, unit of spatial planning, settlement). Thus generalized values can be presented in a simple and more understandable way.

The treatment of parameters, related to the determination of the economic variable, includes also the validation of the model. The spatial variables, in addition to the validation, already cover the verification, in the part that was enabled by the built-in features in the programming environment ArcMap®. The spatial and cost part of the model were verified on 16 residential areas of different population densities and rates of built-in, within the local communities, which were not included in the original sampling. The process of fuzzy modelling for one input and output was developed in the MS Excel programming environment, with triangular and trapezoidal membership functions, the Mamdani method of implications and the gravity method of defuzzification. The spatial analysis and verification of the spatial representation of the results were made in the ArcMap® programming environment, with built-in functions FuzzyMembership and FuzzyOverlay. The development of new tools has not been the subject of the research.

<sup>15</sup> *Appropriate recording of networks, divided into primary and secondary systems, is getting lost in the public records.*

### 3 RESULTS

Table 1 shows the proportions of each type of buildings from the sample in a research. Based on the population density classes that were defined in the sampling phase, we were already able to define membership functions for the inclusion of the population density in the fuzzy model (Table 1). Although by using the function KernelDensity we can define the current population density in the whole area, that is not appropriate for the inclusion of population density in the spatial part of the proposed model, as on the edges of the settlements the density, due to the inclusion of the empty areas in the calculation of density, drops all the way to the lowest class (shown in Figure 1), however, that does not mean that all the classes of population density actually occur at this location. It is more appropriate to include the population density into the spatial part of the model by taking into account the sharp boundaries of units of spatial planning or areas of simulation of new residential areas. The proposed membership functions (Table 1) are taken into account in the costs simulations (Chart 6).

Table 1: Proposed classes of population density, their membership functions and comparison with the proportions of the buildings according to the number of dwellings in the sample.

Class and population density (No./ha)	Proposed membership function	No. of houses in the sample	Percentage according to the no. of houses in the sample					
			Over 50	21 to 50	6 to 20	3 to 5	Row house	1 to 2
A - over 300	(280,300,500,500)	780	27%	36%	30%	2%	1%	4%
B - from 100 to 300	(90,110,280,300)	716	-	12%	30%	10%	40%	8%
C - from 60 to 100	(50,70,90,110)	1886	-	-	-	1%	89%	10%
D - from 20 to 60	(16,24,50,70)	2330	-	-	-	2%	41%	57%
E - from 10 to 20	(8,12,16,24)	958	-	-	-	-	2%	98%
F - less than 10	(0,0,8,12)	521	-	-	-	-	2%	98%

During the sampling of the infrastructure networks it turned out that in some areas, the data are lacking. The residential areas with lack of data are not covered in subsequent statistical analyses. According to the expectations, all the considered networks were not present in all classes of population density. Thus, the heating network appears only in classes A and B, the gas supply also in the class C and sewage network also in the class D, while public roads, water and electricity network as a mandatory infrastructure networks are present in all 6 classes. The dependency on the population density was comparable for all the addressed networks; however, the comparison of thus obtained distances between networks differs. This is due to the existence of certain networks outside of public areas (roads). According to the current practice, all new networks are designed within the public areas. Since most of the sampled water supply networks run in public areas, and the data were, compared with data on public roads, of better quality, we determined the value of the values of the membership function **close** according to the values of the sample of the water supply network. For the determination of dependency of distance on the networks of population density, we used the nonparametric Kruskal-Wallis test for hypothesis testing: H0 medians of samples are the same, while H1 medians of the sample are not. In all cases the hypothesis H1 was confirmed. On the basis of these findings, the membership function could be determined for each class, however, since the results of classes A, B and D were very close, we set a uniform function. All

the discussed networks thus have determined membership functions  $\text{close}_{(A, B, D)} (0,10,20,30)$ ,  $\text{close}_{(C)} (0,10,15,25)$ ,  $\text{close}_{(E)} (0,10,35,45)$  and  $\text{close}_{(F)} (0,10, 55,65)$ .

Based on the analysis of 30 major settlements with appropriate distribution of primary and secondary water supply networks, the expected costs of building of the primary network for classes A, B, C and D were determined in proportion of 45%<sup>16</sup>. For each class a comparison was then made with the costs established on the basis of the lengths of the primary network in the buffer zones of the samples. The costs are similar for the distance of 200 to 300 m for all classes. Thus determined distance was the basis for determining the value of the function  $\text{far}_p$ . The values of the function  $\text{far}_s$  were determined as a value between the above-specified values of functions  $\text{close}$  and  $\text{far}_p$ .

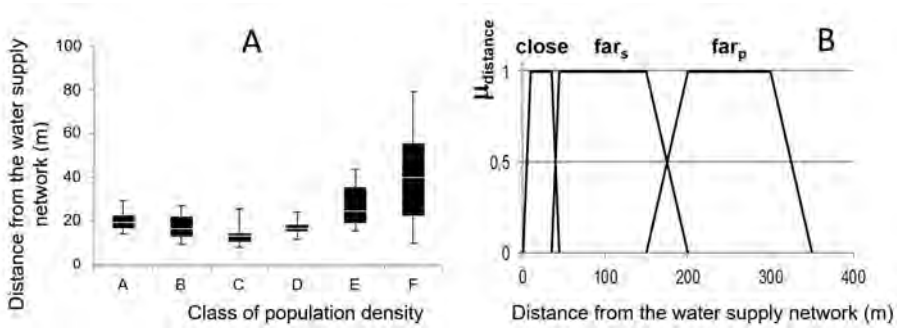


Chart 3: Quartile diagram of the analysis of the distance from the water supply network (A) and the membership function of the variable *Distance from the water supply network* for the population density class E (B).

The result of the statistical analysis of the distances between the buildings has shown that the differences between the medians of samples are statistically significant. Nevertheless, due to small differences in classes A, B, E and F, a uniform membership function was set. The membership functions for the value of the **built** are thus determined by using the three trapezoidal functions:  $\mu_1(ABEF) = (25, 30, 40, 50)$ ;  $\mu_2(C) = (0, 5, 10, 15)$ ;  $\mu_3(D) = (10, 15, 25, 30)$ .

Since the used ArcMap® program does not enable the inclusion of the consequent part of the process of fuzzy inference, the possibility of the spatial representation of the results could have been checked only in the antecedent part of the process with one value of the variable for each variable. The experiment thus tested the following premises: A) IF *population density* is **Gi** AND *distance from the water supply* is **close**<sup>17</sup> AND *land* is **buildable**, B) IF *population density* is **Gi** AND *build-up* is **built** AND *land* is **buildable** and C) IF *population density* is **Gi** AND *build-up* is **built** AND *distance from the network* is **close** AND *land* is **buildable**. In doing this we estimated the expected final population densities **G<sub>i</sub>** for  $i = A, B, C, D, E$  and  $F$  per EUP<sup>18</sup>. For testing, the FuzzyMembership tool was used and a combination of two intermediate results thus obtained with FuzzyOverlay tool. The result is a part of the fuzzy process and represents only the degrees of membership. With

<sup>16</sup> The statistical analysis of the lengths of networks in classes E and F already covers the primary network; therefore no additional assessment is required.  
<sup>17</sup> The statements should include both the variable, in this case, "distance", as well as its value, in this case its close. As a result, some statements are inappropriate from the linguistic point of view. A linguistically correct statement would be as follows: The distance from the water supply network is small or Water supply network is near.  
<sup>18</sup> The verification of the model takes into account boundaries of the defined units of spatial planning, the concept of the proposed method allows consideration of arbitrary spatial units, for example simulations of future land use in a certain population density.

the ZonalStatistic tool the result thus obtained was averaged per plot of land. A test was done on 16 residential areas<sup>19</sup> of the total area of 641 hectares, namely for 2-4 zones within each class of population density from A to F. The tested areas included build and larger vacant lands. A section of the experiment is shown in Figure 2.

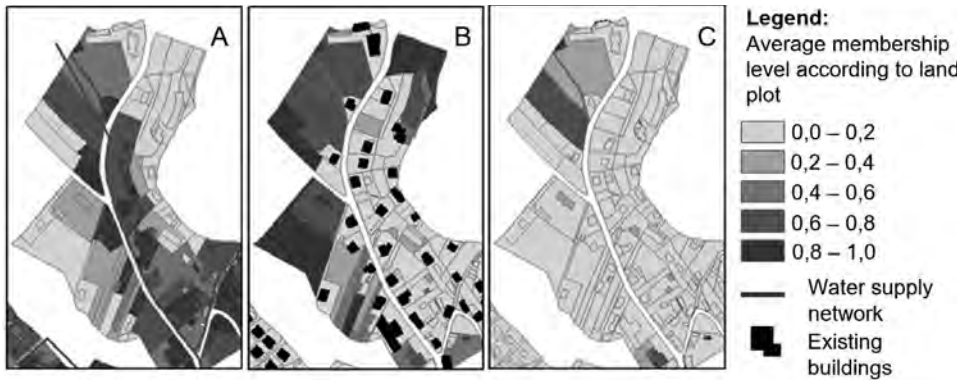


Figure 2: Section from the spatial representation of the test results for each premise A, B and C at the value of population density  $G_p$ , showing the average value of membership levels per land plots.

From the interpretation of the test results we can conclude that the reduction of the level of membership in the area of infrastructure corridors systems is well reflected in low values on the plots of existing roads. The highest values are achieved by parcels that are within the range of value of the function **close**. Low values show also large land parcels that are partly located near the infrastructure system. At the implemented phases of planning when some land plots will be divided, the values of the parcels at appropriate distances will significantly increase. The test also showed that the generalization of values per land plot shows various ranges of values, which are merely a consequence of the structure of plots. That allows for greater potential for detailed calibration of the model. In the developing of the application model, it is for Class C recommended to increase the value of the function **close**. When interpreting the results in the classes of population density A and B, it is necessary to pay attention to any possible major functional areas of existing buildings that do not represent free, available vacant lands for construction.

For the determination of the dependence between the lengths of the infrastructure systems and the settlement, the sum of net floor area of existing residential buildings, the number of housing units and the total area of the EUP was taken into account. Also in this case the comparison of the results revealed a high similarity of the results between infrastructure systems. The results of sampling for the density of water supply expressed in the number of housing units and the area of EUP for water supply network are shown in Chart 4. Due to extremely large differences between the classes, the logarithmic scale is used for a more appropriate presentation of the results (Chart 4, A). The differences are substantially lower, if the dependence is shown in relation to the area of the EUP<sup>20</sup> (Chart 4, B), where a high dispersion of the data in the class F is more visible.

<sup>19</sup> Areas for verification of variables were selected in local communities, which were not included in the sample.

<sup>20</sup> EUP is, according to national legislation in republic of Slovenia, area of land with uniform spatial characteristics

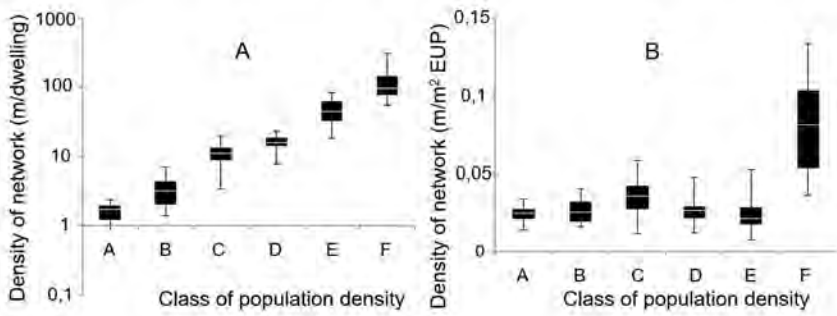


Chart 4: Quartile diagrams of the density of the water supply system expressed in meters per dwelling (A) and m per area of EUP in square meters (B).

Based on the expected length of the water supply network within each class of population density and assessment of the value of the investments<sup>21</sup> in the secondary water supply network, are on the basis of quartile diagrams (Chart 4) determined the costs membership functions for determining the value of the fuzzy variable *costs of construction for secondary water supply systems* (Chart 5).

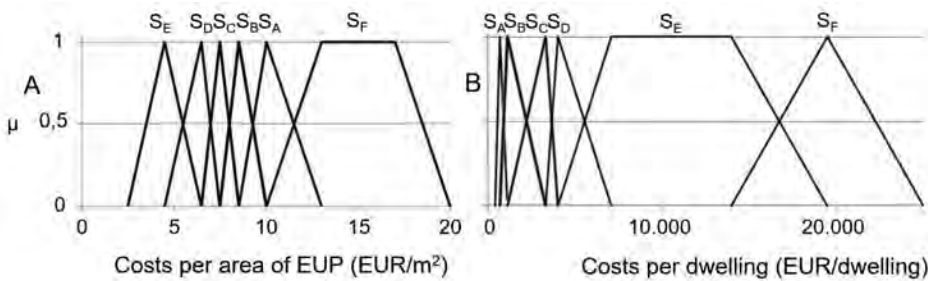


Chart 5: Membership functions of costs of water supply network expressed per surface of EUP (A) and the number of dwellings (B).

Taking into account antecedent and consequent part of fuzzy logic statement: IF (*pop. density* is  $G_i$ ) THEN (*cost* is  $S_i$ ), two fuzzy models for determining costs were formed. After the defuzzification of the results of the fuzzy model, simulations for different sizes of spatial units were done. Chart 6 presents the simulation, which is produced on the basis of the result of the fuzzy model cost estimates for the new construction of the secondary water supply network in all classes of population density in relation to the simulated number of housings (Chart 6, A) and the simulated EUP surfaces (Chart 6, B).

Thus designed model allows easy simulation of the costs of providing accessibility, based on the number of existing and / or planned housings (or surface of EUP) in a given population density within the subject area (e.g. local community). For the test areas of 16 residential areas, the verification of the fuzzy model, based on the input data of EUP area, was carried out (Chart 6, B). The result of the fuzzy model was compared to the values obtained according to the model, using the linear function obtained from the data within each class. The results of both models were comparable, larger deviations were in classes E and F, where the greatest scatters of the results of the sampling are present.

<sup>21</sup> The assessment value is based on the author's professional experience in the field of cost evaluation of infrastructure systems.

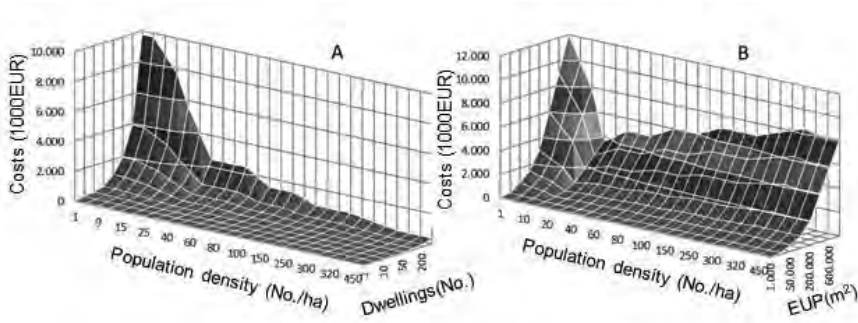


Chart 6: Simulation model of the costs of construction of the water supply network according to the model of the number of dwellings (A) and the surface of EUP (B).

The analysis of the available data on the age of networks in the samples revealed that the information on the age of networks in Slovenia is systematically monitored only in the field of drinking water supply and waste water systems. The analysis of data on the age of these systems showed a larger number of errors; often to meet the requirements of the data recorded, a flat year is entered (e.g. the year 1000 or 1800), making it impossible to directly use the data on age. The proposed method is, towards such errors that significantly overestimate the age of networks, namely tolerant, however, it is not possible to state with certainty that there is not a large number of errors even among the seemingly relevant data. We did a statistical comparison between the age of networks and buildings constructed after 1960 in particular areas, which showed that there are statistically significant differences only between the data of classes C, D, E and F in the water supply network. The water supply networks in classes C, D, E and F are on average for 10 to 20 years younger than the buildings. The reason is to be found in the extensive new constructions of water distribution networks in the 90s in areas with lower population density and is not a consequence of systematic errors in the records.

#### 4 DISCUSSION

Based on the available spatial data in the Republic of Slovenia and according to the method proposed in this article, it was possible to determine the membership functions, which will enable the integration of spatial, economic and time variables in the further development of the model of accessibility to municipal services. In modelling on the basis of economic variables, the fuzzy modelling method proved to be appropriate also for the boundary areas (population density value near 0) and in the case of inclusion of non-linearity in the model. The validation of the spatial representation model for one variable showed the high stability of the model, easy interpretation of results and the possibility of establishing concrete measures on the networks. For the inclusion of all three proposed values of distance, the tools that will allow the output part of the process of fuzzy modelling need to be developed and checked. The age of buildings can, while lacking the historical data, which realistically will not be possible to acquire, be an appropriate basis for assessing the age of networks.

This article identifies the variables of accessibility to municipal services for which we already have the available spatial data, which satisfies the condition of the real accessibility of data for creation of models



(Geurs, van Wee, 2004). To increase the quality and coverage of some of the missing data, we can make use of the data for purposes that go beyond the mere mapping of the existing (state) situation of land development. We estimate that for the purposes of determining the proposed variables of the model, the existing data are of sufficient quality, and if there is interest in Slovenia for municipal land policy, supported by appropriate models, there is no reason not to make an approach towards developing an application model and appropriate tools. The used method of fuzzy logic has in modelling shown to be a sufficiently robust method to include in an appropriate manner the uncertainties arising from the available data. The small number of sufficiently detailed set of variables allows for a transparent and comprehensive monitoring of each discussed infrastructure individually, which in turn enables planning of concrete engineering measures in an area. Models, based on the fuzzy logic, enable the integration of various participants and the public, which Malczewski (2006) defines as the key factor that will define the future use of geographic information systems in spatial planning. The method of fuzzy logic goes in the direction of development of information technologies, which will be based on a calculation using words (Zadeh, 2008). Only a comprehensible model can enable different participants and the public also the “de facto” and not only “de iure” inclusion in the process of preparation of planning documents.

The basis of the inclusion of the proposed variables in the model of accessibility to municipal services will enable: 1) the assessment of the actual accessibility to certain municipal services, which enables timely planning of the missing infrastructure systems, 2) the assessment of the costs of providing adequate access and assessment of benefits in terms of the number of users of the services and 3) identification of areas with the renovation cost estimates for the renovation of existing systems. For a comprehensive assessment of providing adequate access to municipal services for existing and potential new users, further research should determine also the variables, related to the capacity and quality of the networks, the impact of new settlements on existing users of services, potentials for the development of additional municipal services and environmental and social aspects of the provision of access to municipal services, which requires inclusion of experts from other scientific, technical and engineering disciplines. Only the development of applicative tools, testing of models of planning in practice and appropriate standardization of the preparation of the input data will lead to the implementation of the relevant provisions. Only thus will the local communities, which are responsible for the provision of public services, be given its ‘own’ spatial layer, with which they will be able to actually argue the efficient land use and budgetary resources.

## 5 ACKNOWLEDGMENTS

The article presents the results of the research made in the framework of the doctoral study of the author at the Faculty of Civil and Geodetic Engineering, University of Ljubljana, which was co-funded by the Public Research Agency of the Republic of Slovenia. Further research and development of the application model will partly take place in the framework of the project Water4Cities, which is funded by the Horizon 2020 programme.

## Literature and references:

- Alexander, E. R. (2014). Land-property markets and planning: A special case. *Land Use Policy*, 41 (11), 533–540.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.04.009>
- Aliev, R. A., Aliev, R. R. (2001). *Soft computing and its applications*, Chapter 1: Aims of Soft Computing: 10 str.  
<http://www.worldscibooks.com/compsci/4766.html>, accessed 29. 11. 2010.

- Borouhaki, S., Malczewski, J. (2010). Using the fuzzy majority approach for GIS based multicriteria group decision making. *Computers & Geosciences*, 36 (4), 301–312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2009.05.011>
- EPRP (1999). *European Spatial Development Perspectives*. Informal Council of Ministers of Spatial Planning of European Commission in Potsdam, 10.–11. Mai 1999, 62 p.
- Fernandez, I., Ruiz, M. C. (2009). Descriptive model and evaluation system to locate sustainable industrial areas. *Journal of Cleaner Production*, 17 (1), 87–100. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.02.011>
- Geurs, K.T., van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12 (2), 127–140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Hortas-Rico, M., Sole-Ole, A. (2010). Does urban sprawl increase the costs of providing local public services? Evidence from Spanish municipalities. *Urban studies*, 47 (7), 1513–1540. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098009353620>
- Irwin, E. G. (2010). New directions for urban economic models of land use change: incorporating spatial dynamics and heterogeneity. *Journal of Regional Science*, 50 (1), 65–91. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2009.00655.x>
- Jäger, J. (2003). Urban Land Rent Theory: A Regulationist Perspective. *International Journal of Urban and Regional research*, 27 (2), 233–249. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-2427.00445>
- Johansson, B., Leonardi, G. (1986). Public Facility Location: A multiregional and multi-authority decision context. In: P. Nijkamp (Ed.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, Volume I. Elsevier Science Publishers BV, 133–137.
- Kabir, G., Sadiq, R., Tesfamariam, S. (2013). A review of multi-criteria decision-making methods for infrastructure management. *Structure and Infrastructure Engineering*, 10 (9), 1176–1210. DOI: <https://doi.org/10.1080/15732479.2013.795978>
- Klemenčič, T. (1997). *Komunalno gospodarstvo*. Ljubljana, Svetovalni center, 511 str.
- Krivoruchko, K. (2011). *Spatial Statistical data Analysis for GIS Users*. Esri Press, California, 17–281.
- Lichfield, D. (2006). From Impact Evaluation to Dynamic Planning: An Integrated Concept and Practice. V: E. R. Aleksander (ur.), *Evaluation in Planning: Evolution and Prospects*. Ashgate, Hampshire, Burlington, 237–263.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20.
- McDonald, J. F. (2001). Cost-benefit analysis of local land use allocation decisions. *Journal of Regional Science*, 41 (2), 277–299. DOI: <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00217>
- MELLS (1996). Zakon o ratifikaciji Evropske listine lokalne samouprave. Uradni list RS, št. 57/1996.
- Mllakar, A. (2009). Pomen analize ranljivosti prostora in okoljskih izhodišč za celovito prostorsko načrtovanje. *Geodetski vestnik*, 53 (3), 509–525.
- Park, J. (2014). Land Rent Theory Revisited. *Science & Society*, 78 (1), 88–109. DOI: <https://doi.org/10.1521/isis.2014.78.1.88>
- Pergar, P., Polajnar, M. (2013). Odločitveni model povezovanja računovodske in tehnične evidence gospodarske javne infrastrukture. *Geodetski vestnik*, 57 (2), 286–298. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2013.02.286-298>
- Pitts, A. (2004). Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic sustainable design on building and urban scales. *Great Britan, Architectural Press*, 244 p.
- Ploegmakers, H., van der Krabben, E., Buitelaar, E. (2013). Understanding industrial land supply: how Dutch municipalities make decisions about supplying serviced building land. *Journal of Property Research*, 30 (4), 324–344. DOI: <https://doi.org/10.1080/09599916.2012.753933>
- Preston, B. L., Yuen, E. J., Westaway, R. M. (2011). Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits and risks. *Sustainability Science*, 6 (2), 177–202. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0129-1>
- Rakar, A., Makuc, J. (1985). Valorizacija objektov in naprav komunalne hidrotehnike na osnovi podatkov GPKN: primer mesta Maribor. *Geodetski vestnik*, 29 (2/3), 91–104.
- Rakar, A. (2010). Nove paradigme za ohranitev in razvoj podeželskega prostora. In: *Podeželje na preizkušnji: jubilejna monografija ob upokojitvi izrednega profesorja dr. Antona Prosenca*. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Geodetic Institute of Slovenia, 177–185.
- Seto, K. C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G. C., Dewar, D., Huang, L., Inaba, A., Kansal, A., Lwasa, S., McMahon, J. E., Müller, D. B., Murakami, J., Nagendra, H., in Ramaswami, A. (2014). Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, in New York, NY, ZDA, 923–1000.
- Sui, D. Z. (1992). A fuzzy GIS modeling approach for urban land evaluation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 16 (2), 101–115. DOI: [https://doi.org/10.1016/0198-9715\(92\)90022-j](https://doi.org/10.1016/0198-9715(92)90022-j)
- Virant, J. (1998). Čas v mehkih sistemih. *Didakta, Radovljica*, 415 str.
- Virant, J. (2003). Svet mehkega računanja, sklepanja in delovanja. *Novo znanje za mlade in strokovnjake vseh strok*. Radovljica, Didakta, 245 str.
- Zadeh, L. A. (2008). Is there a need for fuzzy logic. *Information Sciences*, 178, 275–2779. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.02.012>
- Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T. (2008). Majhna in srednje velika mesta kot ogroditelj policentričnega urbanega razvoja. *Geodetski vestnik*, 52 (2), 267–289.

Pergar P. (2017). Spatial, economic, and time variables for a fuzzy model of accessibility to municipal services. *Prostorske, ekonomske in časovne spremenljivke mehkega modela dostopnosti do komunalnih storitev*. *Geodetski vestnik*, 61 (2), 201–230. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2017.201-230](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2017.201-230)

# PROSTORSKE, EKONOMSKE IN ČASOVNE SPREMENLJIVKE MEHKEGA MODELA DOSTOPNOSTI DO KOMUNALNIH STORITEV

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 201

## 1 UVOD

Zagotavljanje dostopa do komunalnih storitev je omogočeno prek različnih infrastrukturnih sistemov. Omrežja, objekti in naprave infrastrukturnih sistemov so rezultat že razmeroma visoko razvitih tehničnih ved, vendar pa komunalne dejavnosti glede organizacije, načina upravljanja, razmerja do potrošnika in planiranja pogosto zaostajajo za tehnološkimi rešitvami (Klemenčič, 1997). Pri načrtovanju dostopnosti do komunalnih storitev je treba upoštevati usmeritve, ki izhajajo iz prostorskega načrtovanja ter se nanašajo na gospodarno rabo prostora in tehtanje javnega in zasebnega interesa pri opremljanju stavbnih zemljišč (EPRP, 1999; ZPNačrt, 2007). Upoštevati je treba tudi usmeritve, namenjene lokalnim skupnostim (MELLS, 1996), ki so odgovorne za zagotavljanje ustrezne dostopnosti do komunalnih storitev. Pomembno je tudi zgodnje vključevanje ukrepov, ki jih narekuje trajnostno načrtovanje infrastrukturnih sistemov (Pitts, 2004) ter prilagajanje na napovedane podnebne spremembe (Seto in sod., 2014).

Zagotavljanje komunalnih storitev od načrtovalcev infrastrukturnih sistemov, prostorskih načrtovalcev in odgovornih za zagotavljanje komunalnih storitev zahteva načrtovanje, v katerem se združuje načrtovanje rabe prostora z načrtovanjem infrastrukturnih sistemov. Klemenčič in Pitts izpostavljata, da je treba že v fazah planiranja razvoja poselitve upoštevati tudi faze, ki se nanašajo na delovanje, vzdrževanje, obnove in nadaljnji razvoj infrastrukturnih sistemov (Klemenčič, 1997; Pitts, 2004). Pomembno je, da se obseg komunalnih storitev načrtuje že v zgodnjih (strateških, začetnih) fazah, ker je v izvedbenih fazah že prepozno za oblikovanje celovitih rešitev infrastrukturnih sistemov. Morebitne parcialne rešitve, ki same po sebi sicer sledijo napredku tehnike na posameznem infrastrukturnem področju, imajo lahko celo negativne učinke na celoten sistem<sup>1</sup> (Pitts, 2004). Načrtovanje in upravljanje infrastrukturnih sistemov v gradbeno-tehničnem smislu je v domeni strokovnjakov gradbenega, strojnega, elektrotehničnega ter informacijskega področja in temelji na različnih inženirskih metodah, za katere v zgodnejših fazah načrtovanja rabe prostora običajno še ni na voljo ustreznih vhodnih podatkov. Podrobne simulacije različnih variantnih rešitev bi bile dolgotrajne in povezane z visokimi stroški, zato se v praksi ne izvajajo. Za vključitev v presoje v strateških fazah je zato treba posegati po različnih posplošitvah in napovedih.

V področni zakonodaji v RS je opredeljen pojem opremljenosti zemljišč za gradnjo, ki pa se z gotovostjo lahko potrdi šele na izvedbeni ravni prostorskega načrtovanja. Za obravnavane presoje v strateških fazah

<sup>1</sup> Na primer ogrevanje s toplotnimi črpalkami na območju vročevodnega sistema z viški toplotne energije.

ta opredelitev ni primerna, zato vpeljemo pojem dostopnosti<sup>2</sup> do komunalnih storitev, ki pomeni pravočasno, trajno in tudi dolgoročno ekonomsko vzdržno možnost zagotavljanja ustreznih komunalnih storitev na obravnavanem zemljišču.

Za dejansko uporabo rezultatov modela v prostorskem načrtovanju je pomembna ustreza prostozizacija (alokacija) rezultatov modela (Preston, Yuen in Westaway, 2010) ter možnost dejanske implementacije in uporabe modelov v praksi prostorskega načrtovanja (Lichfield, 2006). Razpoložljivi prostorski podatki o poselitvi<sup>3</sup>, podatki o obstoječi gospodarski javni infrastrukturi<sup>4</sup> in digitalni podatki o namenski rabi prostora že omogočajo presoje opremljenih zemljišč za gradnjo v izvedbenih fazah prostorskega načrtovanja. Na manjših območjih obdelave se lahko izdelata posamična presoja na posamezno parcelo natančno. Za obravnavo večjih območij je takšna presoja dolgotrajna, zato je treba uporabiti drugačne postopke. Najpogosteje so v uporabi prostorske analize, ki temeljijo na določanju vmesnih območij<sup>5</sup>. Pri določanju širine vmesnih območij se običajno uporabijo splošne oddaljenosti, znotraj katerih je še tehnično mogoča ali po navodilu upravljavcev sprejemljiva priključitev. Ker pa se razporeditev stavb v prostoru (praviloma) ne prilagaja primerni oddaljenosti od infrastrukturnih sistemov, ampak nasprotno, je pri določitvi vrednosti spremenljivk modela treba upoštevati tudi odvisnosti med pričakovanimi oddaljenostmi od infrastrukturnih sistemov in načinom poselitve. Za ustrezno oblikovanje ekonomskih empiričnih podatkov je pomembno tudi razlikovanje med pozidanimi zemljišči, kjer uporabniki storitve že uporabljajo, in nepozidanimi zemljišči. Ključnega pomena pri prostorskem delu modela je seveda vključitev simulacij nove stanovanjske rabe in poselitve v prostoru. Model pa mora omogočati tudi presoje, vezane na obstoječo namensko rabo prostora.

Iz ekonomskega vidika morajo rezultati modela omogočiti oceno stroškov za zagotavljanje dostopnosti do komunalnih storitev ter pričakovanega števila uporabnikov, ki te storitve na preučevanem zemljišču lahko izkoriščajo. Navedena empirična podatka sta ključnega pomena za nadaljnje presoje ekonomskih strokovnjakov, pri čemer sta na obravnavanem področju prisotni dve glavni analitični smeri. Prva temelji na teoriji blaginje in analizah javnih storitev, vanjo spadajo tudi presoje, vezane na proučevanje rente za rabo zemljišč. Raziskave in modeli druge analitične smeri večinoma temeljijo na presoji stroškov in koristi, gravitacijskih modelih in modelih dostopnosti (Johansson in Leonardi, 1986). Čeprav sta se navedeni analitični smeri razvili že dolgo nazaj, je za področje še vedno značilna visoka stopnja abstrakcije (Jäger, 2003; Park, 2014), idealiziranje dejanskega stanja (Alexander, 2014) in pomanjkanje empiričnih modelov (McDonald, 2003; Hortas-Rico in Sole Ole, 2008; Irwin, 2010). Potrebne so tudi raziskave na mikro empirični ravni, kjer je enota opazovanja lahko posamezen investitor (Ploegmakers, van der Krabben in Buitelaar, 2013). Več raziskav mora biti usmerjenih v izdelavo realnejših dinamičnih prostorskih modelov (Irwin, 2010). Če želimo tudi dejansko upoštevati rezultate presoje, ali družba stroške lahko prenese (Rakar, 2010), mora biti ta presoja izvedena pravočasno, torej v zgodnejših fazah prostorskega načrtovanja.

Pomemben del presoj v strateških fazah je tudi napovedovanje prihodnjih dogodkov. Običajno so presoje v prostorskem načrtovanju osredotočene na prihodnjo rast poselitve in gibanje števila prebivalcev. Manj pozornosti je namenjena prihodnjemu stanju infrastrukturnih sistemov. Ker je ena izmed pomembnih

<sup>2</sup> Izvirni angleški izraz *accessibility* lahko v slovenščino prevajamo kot *dostopnost* (na primer *dostopnost do storitev v fizičnem smislu*) in tudi kot *dosegljivost* (na primer *dosegljivost v časovnem in ekonomskem smislu*).

<sup>3</sup> *Kataster stavb in register nepremičnin (GURS)*.

<sup>4</sup> *Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (GURS)*.

<sup>5</sup> *Angl. buffer zone*.

tem v zadnjem obdobju staranje infrastrukturnih sistemov in s tem povezani visoki stroški obnov (Rakar, 2010), morajo presoje vključevati tudi ta vidik. Vključitev časovnih spremenljivk v model mora zato omogočiti razlikovanje med 1) obstoječim, vitalnim omrežjem, 2) omrežjem, ki mu je že ali mu bo v kratkem pretekla amortizacijska doba in na katerem lahko pričakujemo stroške obnov ali celo omejitve priključevanja novih objektov do obnove, 3) omrežja v gradnji, ki so povezana s trenutnimi investicijskimi odhodki, in 4) načrtovanim omrežjem, za katero je ključnega pomena pravočasno načrtovanje virov financiranja. Model mora omogočiti tudi razlikovanje med stopnjo dostopnosti, ki že omogoča neposredno priključevanje načrtovanih objektov na sisteme, in dostopnostjo, ki pred dejansko možnostjo priključitve narekuje še dodatne investicije v smislu dograditve sekundarnih in/ali primarnih<sup>6</sup> infrastrukturnih sistemov.

Še pred desetimi leti se je v tovrstnih presojah največ časa namenilo za zbiranje in interpretacijo osnovnih podatkov o infrastrukturi in poselitvi. Podatki o stanju prostora so danes že hitro dosegljivi, medtem ko se podatki o načrtovanih ureditvah še ne zbirajo sistematično. Ob odsotnosti podatkov, za katere ni realno pričakovati, da bi jih lahko dopolnili, lahko uporabimo tudi ocene (Pergar in Polajnar, 2013). Razpoložljivi prostorski podatki seveda niso idealni, a je ob zavedanju negotovosti vhodnih podatkov in odvisnosti med spremenljivkami navkljub negotovostim treba spodbujati uporabo prostorskih podatkov za namene, ki presegajo zgolj prikaze stanja v prostoru. Še posebej v strateških prostorskih modelih so negotovosti skoraj prezrta tema, kar pogosto povzroča dvome, povezane z veljavnostjo in natančnostjo rezultatov takšnih modelov (Preston, Yuen in Westaway, 2011). Z neustrezno vključitvijo negotovosti v modele lahko upoštevamo, ali celo prikazujemo, bistveno večjo natančnost, kot obstaja v realnem svetu (Krivoruchko, 2011). Zmanjšanje negotovosti v prostorskem načrtovanju je mogoče predvsem z načrtovanimi postopki ter ustrezno pripravo in obdelavo prostorskih podatkov (Mlakar, 2009). Zato je pomembno, da se že pred vzpostavitvijo modela dostopnosti vprašamo tudi o primernosti izbrane metode modeliranja.

Prostorske modele, ki temeljijo na metodah v okolju geografskih informacijskih sistemov, lahko v osnovi razdelimo na metode prekrivanja, večkriterijske metode vrednotenja in metode umetne inteligence (Collins in sod., 2001, v: Malczewski, 2004). Metode prekrivanja preveč poenostavljajo kompleksnost procesov pri določanju rabe prostora, kar se skuša odpraviti z uporabo večkriterijskih metod vrednotenja. Te pa s svojo kompleksnostjo v smislu matematičnega modeliranja v okolju geografskih informacijskih sistemov zmanjšujejo komercialno rabo takšnih modelov, kar je osnovni pogoj za širšo uporabo v praksi prostorskega načrtovanja (Malczewski, 2004). Rešitev se ponuja v združitvi večkriterijskih odločitvenih modelov in metod umetne inteligence, pri katerih je bistvena prednost, da so v nasprotju s tradicionalnimi matematičnimi metodami tolerantne do nenatančnosti, dvomnosti in negotovosti vhodnih podatkov ter odvisnosti med spremenljivkami (Malczewski, 2004). Po letu 2009 je na področju razvoja in uporabe modelov za upravljanje infrastrukturnih sistemov opaziti veliko povečanje večkriterijskih odločitvenih modelov, ki temeljijo na mehkem odločanju (Kabir, Sadiq in Tesfamariam, 2013). Podobno tudi analiza števila objav o uporabi metode mehke logike na področju prostorskega načrtovanja kaže na podvojitve števila objavljenih znanstvenih prispevkov po letu 2007<sup>7</sup>. Metoda mehke logike (angl. *fuzzy logic*) se je

<sup>6</sup> *Infrastrukturna omrežja v osnovi delimo na primarna, ki so namenjena povezavi med naselji oziroma njihovimi deli, ter sekundarna, na katero se končni uporabniki priključujejo z zasebnimi priključki.*

<sup>7</sup> *Analiza je bila izdelana v bazi objav Web of Science po ključnih besedah: »fuzzy logic« in »spatial planning«.*

že izkazala za primerno predvsem na področju izdelave kompleksnih modelov z visokimi negotovostmi in nepreciznimi vhodnimi podatki (npr. Malczewski, 2006; Fernandez in Ruiz, 2009; Kabir, Sadiq in Tesfamariam, 2013).

Metodo mehke logike je vpeljal Zadeh v letu 1956 in od takrat se je njena uporaba razširila na številna strokovna in raziskovalna področja. V predlaganem modelu je uporabljena teorija mehkih množic in mehkega sklepanja, ki je ožje področje mehke logike. Na podlagi mehke logike lahko v sistem vnašamo svoja in druga izkustvena znanja, saj temeljijo na mehkih logičnih pravilih, ki jih ob razvoju modela posredujejo nosilci izkustvenih (ekspertnih) znanj. Vzpostavitev vhodnih podatkov zahteva v primerjavi s preostalimi metodami tako imenovane umetne inteligence intenzivno znanstveno-raziskovalno delo (Aliev in Aliev, 2001), medtem ko je uporaba tako oblikovanih modelov enostavnejša in že vgrajena v nekatere novejšje programe za delo v okolju geografskih informacijskih sistemov (Borouhaki in Malczewski, 2010), in je kot takšna lahko bolj uporabna za preostale deležnike v procesu prostorskega načrtovanja. Z uporabo metode mehke logike se lahko bistveno zmanjša izguba informacij pri vrednotenju v strateških fazah, kar na primer lahko vodi v drugačne investicijske odločitve, razvojne strategije in davčne politike (Sui, 1992). Na obravnavanem področju je pogosto uporabljena pri vrednotenju trajnostnih kriterijev (Han s sod., 2006; Fernandez in Ruiz, 2009), ker omogoča preprosto vključevanje visokega števila kriterijev v odločitve, kar pa na drugi strani lahko vodi do tako imenovane preinformiranosti modelov (Virant, 2003). V analiziranih raziskavah (Sui, 1992; Han in sod, 2006; Fernandez in Ruiz, 2009) je malo pozornosti posvečene podrobnejšemu določanju mehkih množic oziroma oblikovanju posameznih pripadnostnih funkcij, ki pa so ključnega pomena za zmanjševanje negotovosti rezultatov mehkega modela.

## 2 SPREMENLJIVKE MODELA DOSTOPNOSTI DO KOMUNALNIH STORITEV

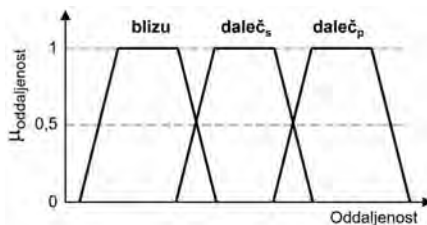
Za računanje z mehкими izjavami je treba najprej določiti njihove lingvistične attribute, sledi opredelitev njihovih pripadnostnih funkcij. Za posamezno spremenljivko se oblikuje osnovna premisa ( $X$  je **term**), pri čemer je  $X$  mehka spremenljivka in **term** lingvistična vrednost te spremenljivke. Mogoči so različni zapisi mehkih množic in različne oblike pripadnostnih funkcij. Najpogosteje se uporabljajo trikotniške in trapezoidne oblike funkcije in parametrični način zapisa funkcij<sup>8</sup> (Virant, 1998, 2003). Če za logično povezavo uporabimo mehko implikacijo, dobimo mehka pravila, na podlagi katerih postavljamo algoritme delovanja mehkih sistemov. Splošen primer pravila je (Virant, 2003): IF ( $X_1$  je **term1**) AND ( $X_2$  je **term2**) AND ... THEN ( $Y$  je **term a**)<sup>9</sup>. V nadaljevanju prispevka so tako določene lingvistične vrednosti prostorskih, ekonomskih in časovnih spremenljivk (kot so v nadaljevanju na primer: **blizu**, **daleč**, **staro**, **novo**) in njihove pripadnostne funkcije (na primer funkcija za vključitev gostote poselitve razreda  $G_E$  (50,70,90,110), zapisana na parametričen način, preglednica 1).

Prostorski del modela temelji na oddaljenosti med obstoječim ali načrtovanim omrežjem in obravnavanim zemljiščem ter na vključitvi obstoječega stanja poselitve v model. Za vključitev oddaljenosti med obstoječim ali načrtovanim omrežjem in obravnavanim zemljiščem se določi spremenljivka *oddaljenost* z lingvističnimi vrednostmi **blizu**, **daleč**, in **daleč<sub>p</sub>** (graf 1). Na oddaljenosti od infrastrukturnega sistema, kjer dosega lingvistična vrednost **blizu** stopnjo pripadnosti 1, je največja možnost dejanske priključitve

<sup>8</sup> Parametričen zapis trikotne funkcije: ( $a, b, c$ ), trapezoidne funkcije: ( $a, b, c, d$ ).

<sup>9</sup> Po priporočilih (Virant, 1998, 2003) se tudi za zapise v slovenskem jeziku zaradi večje jasnosti uporabljajo izvirni angleški izrazi IF, AND, OR, THEN, min, max.

prek terciarnega sistema oziroma priključka. Kjer se oddaljenost bliža vrednosti 0, je proučevana enota zemljišča v varovalnem koridorju infrastrukturnega sistema, kjer gradnja praviloma ni mogoča, zato se dostopnost na teh zemljiščih ne določa. V območju vrednosti **daleč<sub>p</sub>** so zemljišča, na katerih je predhodno treba širiti primarni infrastrukturni sistem. V vmesnem območju **daleč<sub>s</sub>** je pred priključitvijo treba le dograditi sekundarne sisteme. Na večjih oddaljenostih je zagotovitev dostopnosti povezana s previsoko negotovostjo dejanske izgradnje primarnega infrastrukturnega sistema v obravnavanem časovnem okvirju, zato se za ta zemljišča dostopnost ne določa. Pri določitvi vrednosti spremenljivke **daleč<sub>p</sub>** je treba upoštevati, da so predvsem v naseljih trase primarnih sistemov vezane na sisteme infrastrukturnih koridorjev, ki praviloma potekajo znotraj javnih cest. Na določanje oddaljenosti od primarnih sistemov zato bolj kot evklidska razdalja vpliva razporeditev poselitve in koridorjev cest po prostoru. Poleg tega so daljši odseki primarnih omrežij običajno namenjeni več območjem hkrati, zato strošek zagotavljanja dostopnosti ne sme biti v celoti v breme obravnavanega zemljišča.



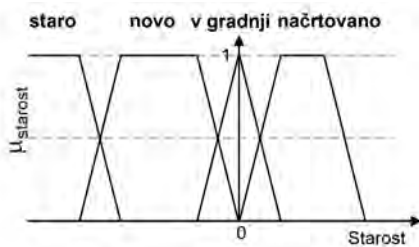
Graf 1: Mehka spremenljivka *oddaljenost* in njene lingvistične vrednosti za vključitev oddaljenosti od omrežja v model.

Model mora omogočiti simulacije prihodnje poselitve in tudi presoje stanja glede na trenutno namensko rabo zemljišč. Pri tem je treba upoštevati dejansko pozidanost zemljišč in gostoto poselitve kot ključen element, ki omogoča nadaljnje podrobnejše ekonomske presoje. V ta namen se določi še mehka spremenljivka *pozidano* z mehko vrednostjo **pozidano**. Nezazidana zemljišča se opredelijo kot mehki komplement funkciji z vrednostjo **pozidano**  $\mu_c(x) = 1 - \mu_A(x)$ . Za vključitev obstoječe namenske rabe prostora v model je treba upoštevati, da je območje stavbnega zemljišča vezano na pravno zavezujoča določila prostorskega akta. Zato se meje že veljavnega zazidljivega območja v model lahko vključijo le z ostrimi vrednostmi. Vrednosti za vključitev simulacij prihodnje rabe v model so lahko mehkejše. Gostota poselitve se v model vključi prek mehkih spremenljivk razredov gostote poselitve. Število in širina razredov ter oblika pripadnostnih funkcij so odvisni od sistema poselitve v obravnavanem okolju in natančnosti obravnave.

Izhodna spremenljivka *stroški* se določi z mehкими števili **S1, S2 ... Sn**. Ob večjih negotovostih pri določanju stroškov se za določitev mehkega števila uporabijo trapezne pripadnostne funkcije, če so napovedi bolj zanesljive in razlike med razredi majhne, se uporabijo trikotne pripadnostne funkcije. Tako opredeljena spremenljivka *stroški* se uporabi v sklepnih logiki mehkega procesa. Povezava med pogojno in sklepno logiko procesa nato temelji na posameznih logičnih izjavah, na primer: IF (*gostota pos.* je **G<sub>p</sub>**) AND (*starost* je **nov**) THEN (*strošek* je **S<sub>p</sub>**). Vrednost funkcije *stroški* se določi glede na strošek, ki se presoja (stroški prve gradnje, stroški letne amortizacije, stroški obratovanja, stroški obnov). Pri določitvi vrednosti je treba upoštevati tudi razlike, ki izhajajo iz gradnje na različnih območjih poselitve (gostejša zazidava je povezana z višjimi stroški gradnje), ter spremenljivke, vezane na terenske razmere gradnje.

Za mehko spremenljivko *starost* se opredelijo štiri mehke vrednosti, in sicer **stano, novo, v gradnji** in

**načrtovano** (graf 2). Z vrednostjo **staro** se opredelijo infrastrukturni sistemi, pri katerih se lahko pričakuje nižja dostopnost do komunalnih storitev, ki je posledica starosti sistemov. Funkcija v levo ni zamejena, s čimer je povečana toleranca do neustreznih podatkov o starosti<sup>10</sup> ali pa nekateri deli sistemov dejansko že bistveno presegajo življenjsko dobo. Omrežje znotraj pričakovane življenjske dobe sistema se opredeli kot **novo**. Priključevanje dodatnih uporabnikov na sistem je z vidika starosti omrežja v tem delu pričakovano in optimalno. Pri določitvi vrednosti pripadnostnih funkcij **staro** in **novo** je treba upoštevati različne amortizacijske dobe posameznih infrastrukturnih sistemov. Omrežje, ki je ob presoji v fazi izdelave projektne dokumentacije ali gradnje, se opredeli z vrednostjo **v gradnji**. Funkcija je v tem primeru lahko definirana s trikotno funkcijo, ker je gradnja v primerjavi s preostalimi časovnimi obdobji bistveno krajša. Pripadnostna funkcija **načrtovano** je v desno zamejena, ker je načrtovanje novih sistemov smiselno le v ožjih in časovno obvladljivih okvirjih, na primer pet let. Razmejitve med starim in novim omrežjem je odvisna od življenjske dobe vgrajenih materialov ter je praviloma določena z ustreznimi predpisi in standardi, zato v raziskavi ta del ni bil podrobneje obravnavan. Ker je za dejansko vključitev podatkov v model ključnega pomena razpoložljivost podatkov o obstoječih omrežjih, je bila v empiričnem delu izdelana analiza razpoložljivih podatkov o starosti omrežij v vzorcu in izdelana primerjava s podatki o starosti priključenih stavb.



Graf 2: Mehka spremenljivka starost in njene lingvistične vrednosti za vključitev starosti v model.

## Metoda določitve pripadnostnih funkcij

Od metod vrednotenja komunalne infrastrukture, v katere lahko neposredno vključimo tudi relacijo do gostote poselitve, je primerna metoda izbora tipičnih prostorskih enot, na primer vzorčnih naselij ali stanovanjskih sosesk (Rakar in Makuc, 1985). Pomembno je, da za celovito presojno vpliva gostote poselitve na stroške zagotavljanja storitev v presoji zajamemo gostote poselitve od najnižjih, ki praviloma povzročajo najvišje stroške na prebivalca, do najvišjih gostot v preučevanem prostoru. Prostorske analize v raziskavi so zato temeljile na vzorcu obstoječe stanovanjske poselitve v Republiki Sloveniji v izboru lokalnih skupnosti različne gostote poselitve. Pri izboru<sup>11</sup> je bila najprej izdelana delitev vseh lokalnih skupnosti v Republiki Sloveniji na srednje velika in majhna mesta (Zavodnik Lamovšek, Drobne in Žaucer, 2008). Upoštevano je bilo tudi merilo števila lokalnih skupnosti v posamezni skupini in število prebivalcev. Tako so bile poleg dveh iz razreda srednje velikih mest v vzorec vključene še po štiri lokalne skupnosti iz skupine majhnih mest in štiri izmed preostalih. Pri dokončnem izboru je bila upoštevana

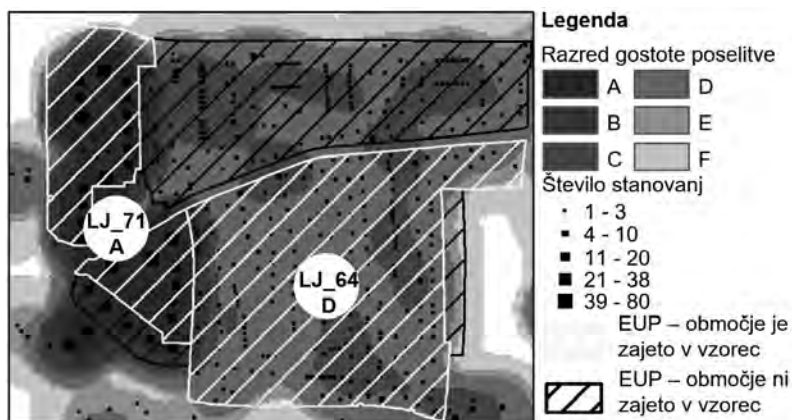
<sup>10</sup> Na primer leto izgradnje 1000.

<sup>11</sup> Zaradi predpisane enotne metode izdelave digitalnih vsebin prostorskih aktov je bil izbran vzorec v lokalnih skupnostih, ki so v času vzorčenja že imele sprejete prostorske akte v skladu z novejšo prostorsko zakonodajo, sprejeto po letu 2007. Vzorec je potekalo v letu 2012.



tudi čim večja raznolikost poselitve. Na podlagi zgornjih meril so bile izbrane: mestna občina Ljubljana, mestna občina Novo mesto, občina Idrija, občina Črnomelj, občina Naklo, občina Ruše, občina Vranksko, občina Turnišče, občina Loški Potok in občina Sveti Tomaž.

Vzorčenje je potekalo po razredih gostote poselitve. Določitev razredov je temeljila na prostorski analizi gostote obstoječe poselitve v izbranih desetih lokalnih skupnostih. Za grafično analizo je bila določena gostota poselitve s funkcijo KernelDensity v programskem okolju ArcMap® (slika 1). Upoštevano je bilo število stanovanjskih delov stavb<sup>12</sup> ter povprečno število članov gospodinjstva v posamezni lokalni skupnosti<sup>13</sup>. Tako je bilo določenih šest razredov, po katerih je bilo izdelano vzorčenje. V vzorec so bile vključene že v celoti pozidane enote urejanja prostora<sup>14</sup>. Za končen vzorec je bilo določenih 156 stanovanjskih območij s po 25 do 30 območji v posameznem razredu gostote poselitve od A do F<sup>15</sup> (razredi so podrobneje predstavljeni v preglednici 1) z več kot 7000 obstoječimi stanovanjskimi objekti. V skupni površini vzorec zajema od 10 do 20 % stanovanjske namenske rabe prostora v izbranih desetih lokalnih skupnostih. Ocenjujemo, da je delež tako zajetih površin dovolj reprezentativen. Po izvedenem vzorčenju je bila izdelana kontrola podatkov o deležih stanovanj v stavbah, ki se spremljajo v okviru REN (preglednica 1).



Slika 1: Prikaz načina vzorčenja obstoječe stanovanjske zazidave v predlaganih razredih gostote poselitve.

Med vzorčenjem se je izkazalo, da so izbrani razredi gostote poselitve A, B, C in D praviloma del večjih naselij in naselij mestnega značaja, razred E zajema manjša podeželska naselja in razred F območja razpršene poselitve. V vzorec so bili poleg podatkov o poselitvi vključeni podatki o obstoječih infrastrukturnih omrežjih za oskrbo s pitno vodo, odvajanje odpadnih komunalnih voda, lokalnih cestah ter distribucijskem elektroenergetskem, plinovodnem in vročevodnem omrežju<sup>16</sup>. Pri izboru pripadajočega infrastrukturnega omrežja k posameznemu stanovanjskemu območju v vzorcu je bilo treba razrešiti še ključno dilemo delitve omrežij na primarne in sekundarne sisteme. V vzorec razredov gostote poselitve

<sup>12</sup> Podatki so bili povzeti po Registru nepremičnin (GURS).

<sup>13</sup> Povprečno število prebivalcev na posamezno gospodinjstvo v letu 2011 ([www.stat.si](http://www.stat.si)).

<sup>14</sup> V primeru posameznih praznih zemljišč v vzorcu je bil vzorec korigiran z dodatnimi stavbami in infrastrukturnim omrežjem.

<sup>15</sup> Poimenovanje tako določenih razredov gostote poselitve ni bilo predmet raziskave, v nadaljnjih raziskavah je treba določiti ustrezno poimenovanje predlaganih razredov.

<sup>16</sup> Podatki so bili povzeti po Zbirnem katastru javne gospodarske infrastrukture (GURS), vzorčenje je potekalo ročno na podlagi inženirskega poznavanja posameznih omrežij in navezav na primarne sisteme.

A, B, C in D je zajeto le sekundarno omrežje, stroški izgradnje primarnega omrežja pa temeljijo na sorazmernem deležu primarnega omrežja celotnega naselja. Pri vzorčenju v razredih E in F je že v vzorec poselitve hkrati zajetih več med seboj povezanih naselij oziroma posameznih stavb, s čimer so že zajete tudi dodatne dolžine infrastrukturnih sistemov, ki so posledica razporeditve poselitve v prostoru.

Podlaga za oceno stroškov zagotavljanja dostopnosti do komunalnih storitev so dolžine infrastrukturnih sistemov. Če želimo hkrati presoјati koristi v smislu števila odjemalcev, je treba dolžine izraziti v odvisnosti od parametrov gostote poselitve. Medtem ko je parametre modela, ki se nanašajo na pripadajoče sekundarno omrežje k posameznemu območju, razmeroma enostavno določiti, je predvsem zaradi sočasnega napajanja več območij hkrati določanje parametrov primarnih omrežij težavnejše. V raziskavi je predlagana metoda, ki temelji na primerjavi povprečnega stroška za gradnjo primarnih omrežij v posameznem vzorcu in stroška, določenega na podlagi dejanske dolžine primarnih sistemov v okolici posameznega vzorca. Pri tem so bile zajete dolžine vmesnih območij širine 100, 200, 300, 400 in 500 metrov. Za določitev povprečnega deleža primarnega vodovodnega omrežja je bil zajet dodaten vzorec znotraj zgoščene poselitve v tridesetih lokalnih skupnostih v Republiki Sloveniji, kjer je še evidentirana ustrežna delitev na primarno in sekundarno omrežje<sup>17</sup>. Vrednost mehke spremenljivke **daleč<sub>p</sub>** se določi na evklidski oddaljenosti, kjer sta oba stroška enaka.

Pri analizah dejanskih prostorskih podatkov je težko pričakovati normalno porazdeljene vzorce, zato statistične analize temeljijo na neparametričnih testih. V vseh primerih je bil za testiranje hipotez uporabljen test Kruskal-Wallis. Če so za posamezno spremenljivko obstajale statistično značilne razlike med razredi gostote poselitve, se nato določijo vrednosti mehkih spremenljivk za posamezen razred gostote poselitve. Na podlagi mediane ter 1. in 3. kvartila se določijo pripadnostne funkcije. Za trapezoidne funkcije se določi stopnja pripadnosti 1 pri 1. kvartilu, stopnja pripadnosti se začne zmanjševati pri vrednosti 3. kvartila. Pri določitvi trikotne funkcije vrh predstavlja mediano razreda. Po priporočilih se funkcije nato med seboj sekajo pri stopnji pripadnosti 0,5 (Virant, 2003). Za lažjo interpretacijo rezultatov mehkega modela in večjo razumljivost se tako opredeljene vrednosti pretvorijo iz mehkega okolja v okolje običajnih vrednosti z ostrenjem<sup>18</sup>. Za prostorske prikaze je v prispevku predlagana in preizkušena tudi metoda, pri kateri se tako dobljeni rezultati rastrskega modela posplošijo na različne prostorske enote (zemljiško parcelo, enoto urejanja prostora, naselje). Tako določene posplošene vrednosti je mogoče enostavno in bolj razumljivo tudi prikazati.

Obravnavajo parametere, vezanih na določitev ekonomskih spremenljivk, zajema tudi validacijo modela. Prostorske spremenljivke poleg validacije zajemajo že tudi verifikacijo, in sicer v delu, ki so ga omogočale že vgrajene funkcije v programskem okolju ArcMap. Prostorski in stroškovni del modela je verificiran na 16 stanovanjskih območjih različne gostote poselitve in stopnje zazidanosti, in sicer iz lokalnih skupnosti, ki niso bile zajete v osnovno vzorčenje. Proces mehkega modela za en vhod in izhod je bil razvit v programskem okolju MS Excel. Pri tem so upoštewane trikotniške in trapezoidne oblike pripadnostnih funkcij, metoda implikacije Mamdani in težiščna metoda ostrenja. Prostorske analize in verifikacije prostorskega prikaza rezultatov so bile izdelane v programskem okolju ArcMap®, z vgrajenima funkcijama FuzzyMembership in FuzzyOverlay. Razvoj novih orodij ni bil predmet raziskave.

<sup>17</sup> Ustrežna delitev in evidentiranje omrežij ločeno na primarne in sekundarne sisteme se v javnih evidencah izgublja.

<sup>18</sup> Izvirni angleški izraz je defuzzification.

### 3 REZULTATI

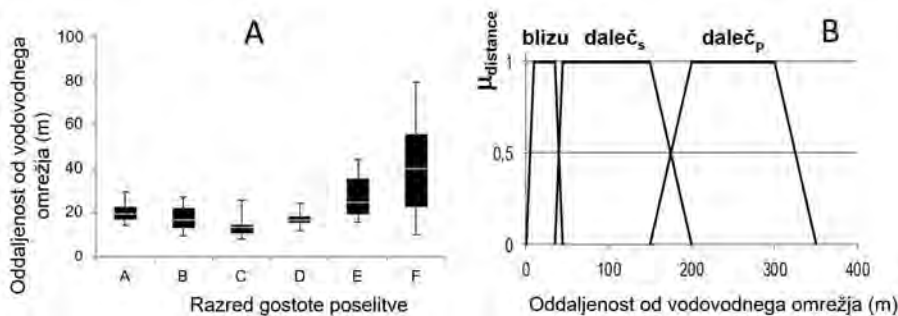
V preglednici 1 so prikazani deleži posameznega tipa stavb iz izdelanega vzorca. Na podlagi razredov gostote poselitve, ki so bili določeni že v fazi vzorčenja, so bile že lahko opredeljene pripadnostne funkcije za vključitev gostote poselitve v mehki model (preglednica 1). Čeprav na primer lahko s funkcijo *KernelDensity* na celotnem prostoru opredelimo trenutno gostoto poselitve, za vključitev gostote poselitve v prostorski del predlaganega modela to ni primerno. Na robovih poselitve namreč gostota, zaradi vključitve praznih zemljišč v preračun gostote, upade vse do najnižjega razreda (razvidno s slike 1), kar pa še ne pomeni, da se na tej lokaciji dejansko pojavijo vsi razredi gostote poselitve. Gostoto poselitve je v prostorski del modela ustrežneje vključiti ob upoštevanju ostre meje enote urejanja prostora ali območij simulacije novih stanovanjskih območij. Predlagane pripadnostne funkcije (preglednica 1) so upoštewane v simulacijah (graf 6).

Preglednica 1: Predlagani razredi gostote poselitve, njihove pripadnostne funkcije in primerjava z deleži stavb glede na število stanovanj v vzorcu.

Razred in gostota (preb/ha)	Predlagana pripadnostna funkcija	Število stavb v vzorcju	Odstotek stavb glede na število stanovanj in vrstnih hiš v vzorcju					
			nad 50	od 21 do 50	od 6 do 20	od 3 do 5	vrstne hiše	od 1 do 2
A – več kot 300	(280,300,500,500)	780	27 %	36 %	30 %	2 %	1 %	4 %
B – od 100 do 300	(90,110,280,300)	716	-	12 %	30 %	10 %	40 %	8 %
C – od 60 do 100	(50,70,90,110)	1886	-	-	-	1 %	89 %	10 %
D – od 20 do 60	(16,24,50,70)	2330	-	-	-	2 %	41 %	57 %
E – od 10 do 20	(8,12,16,24)	958	-	-	-	-	2 %	98 %
F – manj kot 10	(0,0,8,12)	521	-	-	-	-	2 %	98 %

Med vzorčenjem infrastrukturnih omrežij se je izkazalo, da so na nekaterih območjih podatki še pomanjkljivi. Stanovanjska območja s pomanjkljivimi podatki niso bila zajeta v nadaljnje statistične analize. Vsa obravnavana omrežja po pričakovanjih niso bila prisotna v vseh razredih gostote poselitve. Tako se vročevodno omrežje pojavi le v razredih A in B, plinovodno omrežje še v razredu C in kanalizacijsko omrežje še v razredu D, omrežje javnih cest, vodovodno in elektroenergetsko omrežje je kot obvezno seveda prisotno v vseh šestih razredih. Odvisnosti od gostote poselitve so bile za vsa obravnavana omrežja med seboj primerljive. Primerjava tako dobljenih oddaljenosti pa se med omrežji razlikuje. Vzrok je v poteku nekaterih obstoječih omrežij tudi zunaj javnih površin (cest). Po sedanji praksi se vsa nova omrežja načrtujejo znotraj javnih površin. Ker večina vzorčenega vodovodnega omrežja poteka po javnih površinah in so bili podatki v primerjavi s podatki o javnih cestah kakovostnejši, so bile za določitev vrednosti pripadnostne funkcije **blizu** privzete vrednosti iz vzorca vodovodnega omrežja. Za opredelitev odvisnosti oddaljenosti od omrežij od gostote poselitve je bil uporabljen neparametričen test Kruskal-Wallis za testiranje hipoteze: H0-mediane vzorcev so enake, H1-mediane vzorcev niso enake. V vseh primerih je bila sprejeta hipoteza H1. Na podlagi te ugotovitve bi lahko za vsak razred določili svojo pripadnostno funkcijo, ker pa so si bili rezultati v razredih A, B in D zelo blizu skupaj, je zanje določena enotna funkcija. Tako so za vsa obravnavana omrežja določene pripadnostne funkcije **blizu**<sub>(A)</sub>, **blizu**<sub>(B,D)</sub>(0, 10,20,30), **blizu**<sub>(C)</sub>(0,10,15,25), **blizu**<sub>(E)</sub>(0,10,35,45) in **blizu**<sub>(F)</sub>(0,10,55,65).

Na podlagi analize tridesetih večjih naselij z ustrezno razdelitvijo na primarno in sekundarno vodovodno omrežje so bili pričakovani stroški gradnje primarnega omrežja za razrede A, B, C in D določeni v deležu 45 %<sup>19</sup>. Za vsak posamezen razred je bila nato izdelana primerjava s stroški, določenimi na podlagi dolžin primarnih omrežij v vmesnih območjih ob vzorcih. Stroška sta za vse razrede podobna na oddaljenosti od 200 do 300 metrov. Tako določena oddaljenost je bila podlaga za določitev vrednosti funkcije  $daleč_p$ . Vrednosti funkcije  $daleč_s$  so določene kot vrednost med zgoraj določenimi vrednostmi funkcij  $blizu$  in  $daleč_p$ .



Graf 3: Kvartilni diagrami analize oddaljenosti od vodovodnega omrežja (A) in pripadnostne funkcije spremenljivke *Oddaljenost od vodovodnega omrežja* za razred gostote poselitve E (B).

Rezultat statistične analize oddaljenosti med stavbami je pokazal, da so razlike med medianami vzorcev statistično značilne. Kljub temu je zaradi majhnih razlik za razrede A, B, E in F določena enotna pripadnostna funkcija. Pripadnostne funkcije za vrednosti **pozidano** so tako določene s tremi trapezoidnimi funkcijami:  $\mu_1(ABEF) = (25, 30, 40, 50)$ ;  $\mu_2(C) = (0, 5, 10, 15)$ ;  $\mu_3(D) = (10, 15, 25, 30)$ .

Ker uporabljeno programsko okolje ArcMap® še ne omogoča vključitve sklepnega dela procesa mehkega sklepanja, je bila možnost prostorskega prikaza rezultatov lahko preverjena le v pogojnem delu procesa z eno vrednostjo spremenljivke pri posamezni spremenljivki. V preizkusu so bile tako preverjene naslednje premise: A) IF *gostota poselitve* je  $G_i$  AND *oddaljenost od vodovoda* je **blizu**<sup>20</sup> AND *zemljišče* je **zazidljivo**, B) IF *gostota poselitve* je  $G_i$  AND *zazidanost* je **pozidano** AND *zemljišče* je **zazidljivo** in C) IF *gostota poselitve* je  $G_i$  AND *zazidanost* je **pozidano** AND *oddaljenost od omrežja* je **blizu** AND *zemljišče* je **zazidljivo**. Pri tem so bile ocenjene pričakovane končne gostote poselitve  $G_i$  za  $i=A, B, C, D, E$  in  $G$  na enoto urejanja prostora<sup>21</sup>. Pri preveritvi je bilo uporabljeno orodje *FuzzyMembership* in kombinacija dveh tako dobljenih vmesnih rezultatov z orodjem *FuzzyOverlay*. Rezultat je del mehkega procesa in predstavlja zgolj stopnje pripadnosti. Z orodjem *ZonalStatistic* je bil tako dobljen rezultat povprečen na posamezno zemljiško parcelo. Izdelan je bil preizkus na 16 stanovanjskih območjih<sup>22</sup> skupne površine 641 hektarov, in sicer za od 2 do 4 območja v posameznem razredu gostote poselitve od A do F. Na testiranih območjih so bila tako zazidana kot večja nezazidana območja. Izsek iz preizkusa je na sliki 2.

<sup>19</sup> V statistično analizo dolžin omrežij v razredih E in F je že zajeto tudi primarno omrežje, zato dodatna ocena ni potrebna.

<sup>20</sup> Izjave morajo zajemati tako spremenljivko, v tem primeru »oddaljenost«, kot njeno vrednost, v konkretnem primeru je njena vrednost *blizu*.

<sup>21</sup> Posledično so nekatere izjave neustrezne iz jezikovnega vidika. Jezikovno pravilna izjava bi se na primer glasila: Oddaljenost od vodovoda je *majhna ali Vodovod* je *blizu*.

<sup>22</sup> V verifikaciji modela so bile upoštewane meje že določenih enot urejanja prostora, koncept predlagane metode omogoča upoštevanje poljubnih prostorskih enot, na primer simulacije prihodnje rabe prostora v določeni gostoti poselitve

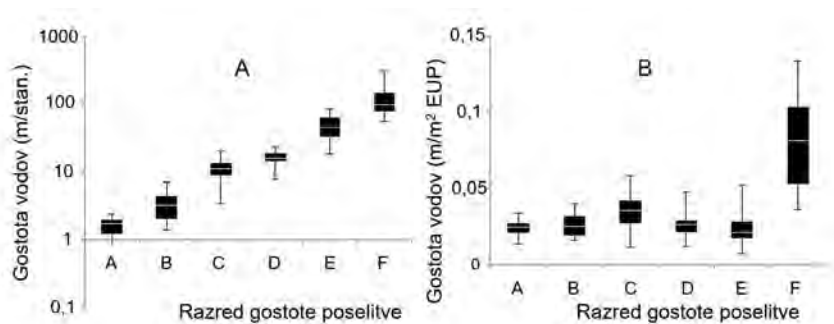
<sup>23</sup> Območja za verifikacijo spremenljivk so bila izbrana v lokalnih skupnostih, ki niso bile zajete v vzorec.



Slika 2: Izsek iz preizkusa prostorskega prikaza rezultatov za posamezne premise A, B in C pri vrednosti gostote poselitve  $G_E$ , s prikazom povprečnih vrednosti pripadnostnih stopenj na zemljiško parcelo.

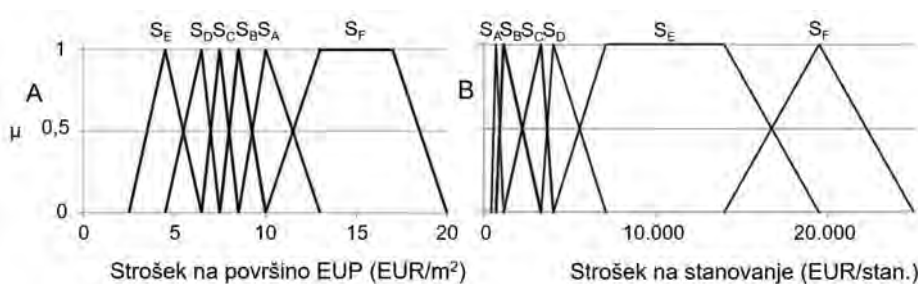
Iz interpretacije rezultatov preizkusa sledi, da se zmanjšanje stopnje pripadnosti na območju koridorjev infrastrukturnih sistemov dobro odraža v nizkih vrednostih na parcelah obstoječih cest. Najvišje vrednosti dosegajo parcele, ki so v vsej širini znotraj območja vrednosti funkcije **blizu**. Nizke vrednosti izkazujejo tudi velike zemljiške parcele, ki se v delu sicer nahajajo v neposredni bližini infrastrukturnega sistema. Ob parcelaciji, ki se izvede šele v izvedbenih fazah prostorskega načrtovanja, se bodo vrednosti parcelam na primerni oddaljenosti bistveno zvišale. Preizkus je tudi pokazal, da posplošitev vrednosti na zemljiško parcelo izkazuje različne razpone vrednosti, ki so zgolj posledica strukture parcel. Navedeno omogoča večje možnosti pri podrobnejšem umerjanju modela. Pri razvoju aplikativnega modela je za razred C priporočljivo povečanje vrednosti funkcije **blizu**. Pri interpretaciji rezultatov v razredu gostote poselitve A in B je treba biti pozoren na morebitne večje funkcionalne površine obstoječih stavb, ki ne predstavljajo prostih, razpoložljivih zemljišč za gradnjo.

Za določitev odvisnosti med dolžinami infrastrukturnih sistemov in poselitvijo je bila za enoto poselitve lahko upoštevana vsota neto tlorisnih površin obstoječih stanovanjskih stavb, število stanovanj in skupna površina enote urejanja prostora. Primerjava rezultatov je tudi v tem primeru pokazala na visoke podobnosti rezultatov med infrastrukturnimi sistemi. Rezultati vzorčenja za gostoto vodov, izraženo v številu stanovanj in površine enote urejanja prostora za vodovodno omrežje, so na grafu 4. Zaradi izredno velikih razlik med razredi je zgolj zaradi ustrežnejšega prikaza rezultatov uporabljeno logaritmčno merilo (graf 4, A). Kot bistveno nižje se izkazujejo razlike, če se odvisnosti izkazujejo glede na površino EUP (graf 4, B), kjer je bolj razviden tudi visok raztros podatkov v razredu F.



Graf 4: Kvartilni diagrami gostote vodov vodovodnega omrežja, izražene v m/stanovanje (A) in v m/površino EUP (B).

Na podlagi pričakovanih dolžin vodovodnega omrežja v posameznem razredu gostote poselitve in strokovne ocene vrednosti investicij<sup>23</sup> v sekundarno vodovodno omrežje so na podlagi kvartilnih diagramov (graf 4) nato določene stroškovne pripadnostne funkcije za določitev vrednosti mehke spremenljivke *stroški izgradnje sekundarnih vodovodnih sistemov* (graf 5).

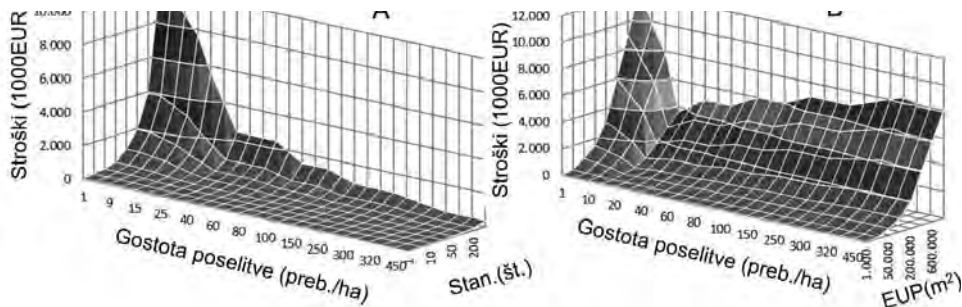


Graf 5: Pripadnostne funkcije stroškov izgradnje vodovodnega omrežja, izraženih na površino EUP (A) in število stanovanj (B).

Ob upoštevanju mehke izjave pogojne in sklepne logike: IF (*gostota pos.* je  $G_i$ ) THEN (*strošek* je  $S_i$ ) sta oblikovana dva mehka modela za določitev stroškov. Po ostrenju rezultatov mehkega modela so bile izdelane simulacije za različne velikosti prostorskih enot. Na grafu 6 je predstavljena simulacija, ki je izdelana na podlagi rezultata mehkega modela ocene stroškov novogradnje sekundarnega vodovodnega omrežja po vseh razredih gostote poselitve glede na simulirano število stanovanj (graf 6, A) in glede na simulirane površine EUP (graf 6, B).

Tako oblikovan model nam omogoča enostavno simulacijo stroškov opremljanja glede na število obstoječih in/ali načrtovanih stanovanj (ali površine EUP) v posamezni gostoti poselitve na obravnavanem prostoru (na primer lokalne skupnosti). Za testna območja 16 stanovanjskih območij je bila izdelana tudi verifikacija mehkega modela, ki temelji na vhodnih podatkih površine EUP (graf 6, B). Rezultat mehkega modela je bil primerjan z vrednostmi, ki jih dobimo po modelu z uporabo linearne funkcije, pridobljene iz podatkov v posameznem razredu. Rezultati obeh modelov so bili med seboj primerljivi, večja odstopanja so bila v razredih E in F, kjer so prisotni največji raztrosi rezultatov vzorčenja.

<sup>23</sup> Ocena vrednosti temelji na avtoričinih strokovnih izkušnjah s področja vrednotenja infrastrukturnih sistemov.



Graf 6: Simulacije modela stroškov izgradnje vodovodnega omrežja po modelu števila stanovanj (A) in površine EUP (B).

Analiza razpoložljivih podatkov o starosti omrežij v vzorcih je pokazala, da se podatki o starosti omrežij v Republiki Sloveniji sistematično spremljajo le za področje oskrbe s pitno vodo ter odvajanje komunalnih odpadnih in padavinskih voda. Analiza podatkov o starosti teh sistemov je pokazala na večje število napak, pogosto je za izpolnitev zahteve po podatku vpisano pavšalno leto (na primer leto 1000 ali 1800), kar onemogoča neposredno uporabo podatkov o starosti. Predlagana metoda je do tovrstnih napak, ki bistveno precenijo starost omrežij, sicer tolerantna, ni pa mogoče z gotovostjo trditi, da tudi med na videz ustreznimi podatki ni večjega števila napak. Izdelana je bila statistična primerjava med starostjo omrežij in stavb, zgrajenih po letu 1960, ki je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike le med podatki v razredih C, D, E in F pri vodovodnem omrežju. Vodovodna omrežja v razredih C, D, E in F so v povprečju od 10 do 20 let mlajša kot stavbe. Razlog je iskati v obsežnih novogradnjah vodovodnih omrežij v 90. letih na območjih nižjih gostot poselitve, ne gre za sistematične napake v evidencah.

#### 4 RAZPRAVA

Na podlagi razpoložljivih prostorskih podatkov v Republiki Sloveniji je bilo po predlagani metodi v prispevku mogoče določiti pripadnostne funkcije, ki bodo omogočile vključitev prostorskih, ekonomskih in časovnih spremenljivk v nadaljnji razvoj modela dostopnosti do komunalnih storitev. Pri modeliranju na podlagi tako oblikovanih ekonomskih spremenljivk se je metoda mehkega modeliranja izkazala kot ustrezna tudi na robnih območjih (vrednosti gostote poselitve blizu 0) in pri vključevanju nelinearnosti v model. Validacija prostorskega prikaza modela za eno spremenljivko je pokazala na visoko stabilnost modela, enostavno interpretacijo rezultatov in možnost določitve konkretnih ukrepov na omrežjih. Za vključitev vseh treh predlaganih vrednosti oddaljenosti je treba razviti ali preveriti že razpoložljiva orodja, ki bodo omogočala tudi izhodni del procesa mehkega modeliranja. Starost stavb je ob pomanjkanju zgodovinskih podatkov, ki jih, realno gledano, ne bo mogoče več pridobiti, lahko ustrezna podlaga za oceno starosti omrežij.

V pričujočem prispevku so opredeljene spremenljivke modela dostopnosti do komunalnih storitev, za katere že imamo na voljo razpoložljive prostorske podatke, s čimer zadostimo tudi pogoju realne dosegljivosti podatkov za izdelavo modelov (Geurs in van Wee, 2004). K večji kakovosti in zajemu nekaterih manjkajočih podatkov pa bo lahko pripomogla prav uporaba podatkov v namene, ki presegajo zgolj prikaz stanja v prostoru. Ocenjujemo, da so za potrebe določitve predlaganih spremenljivk modela obstoječi podatki že dovolj kakovostni, in če v Republiki Sloveniji obstaja interes po komunalni zemljiški politiki, podprti z ustreznimi modeli, ni razlogov, da ne bi začeli razvijati aplikativnega modela in ustreznih orodij.

Uporabljena metoda mehke logike se je pri modeliranju izkazala za dovolj robustno metodo, ki primerno vključuje tudi negotovosti, izhajajoče iz razpoložljivih podatkov. Manjše število dovolj podrobno določenih spremenljivk omogoča transparentno in razumljivo spremljanje vsake obravnavane infrastrukture posebej, kar nam šele omogoča tudi načrtovanje konkretnih inženirskih ukrepov v prostoru. Modeli, ki temeljijo na mehki logiki, omogočajo tudi vključevanje različnih deležnikov in javnosti, kar Malczewski (2006) opredeli kot ključni dejavnik, ki bo v prihodnosti določal uporabo geografskih informacijskih sistemov v prostorskem načrtovanju. Metoda mehke logike gre v smeri razvoja informacijskih tehnologij, ki bodo temeljile na računanju z besedami (Zadeh, 2008). Šele razumljiv model lahko različnim deležnikom in javnosti omogoči tudi »de facto« in ne le »de iure« vključevanje v procese priprave prostorskih aktov.

Že na podlagi vključitve predlaganih spremenljivk v model dostopnosti do komunalnih storitev bodo lahko omogočene: 1) presoje dejanske dostopnosti do posameznih komunalnih storitev, kar omogoča pravočasno načrtovanje manjkajočih infrastrukturnih sistemov, 2) ocene stroškov zagotavljanja ustrezne dostopnosti in presoje koristi v smislu števila uporabnikov storitev ter 3) določitev območij prenove z ocenami stroškov prenove obstoječih sistemov. Za celovito presojo zagotavljanja ustrezne dostopnosti do komunalnih storitev obstoječim in potencialnim novim uporabnikom je treba v nadaljnjih raziskavah opredeliti tudi spremenljivke, ki se nanašajo na zmogljivost in kakovost omrežij, vplive nove poselitve na obstoječe porabnike storitev, potencialne za razvoj dodatnih komunalnih storitev ter okoljske in družbene vidike zagotavljanja dostopnosti do komunalnih storitev, za kar pa je v raziskave treba vključiti tudi strokovnjake z drugih znanstvenih, strokovnih in inženirskih področij. Šele razvoj aplikativnih orodij, testiranje modelov v praksi prostorskega načrtovanja in ustrezna standardizacija priprave vhodnih podatkov bodo lahko vodili v implementacijo v ustrezne predpise. Šele s tem bodo tudi lokalne skupnosti, ki so sicer odgovorne za zagotavljanje javnih storitev, dobile »svoj« prostorski sloj, s katerim bodo lahko dejansko argumentirale gospodarno ravnanje s prostorom in proračunskimi sredstvi.

## 5 ZAHVALA

V prispevku je predstavljen del rezultatov raziskave, izdelane v okviru doktorskega študija avtorice na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, ki ga je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Nadaljevanje raziskave in razvoj aplikativnega modela bo deloma potekal v okviru projekta Water4Cities, ki je financiran iz programa Horizon 2020.

## Literatura in viri

Glej literaturo na strani 216.



Pergar P. (2017). Spatial, economic, and time variables for a fuzzy model of accessibility to municipal services. *Prostorske, ekonomske in časovne spremenljivke mehkega modela dostopnosti do komunalnih storitev*. *Geodetski vestnik*, 61 (2); 201-230. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.201-230

*Petra Pergar, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.*

*LUZ d. d.*

*Verovškova ulica 64, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: petra.pergar@luz.si*



# EKONOMETRIČNA ANALIZA CEN HIŠ V SLOVENIJI NA PODLAGI ZDRUŽEVANJA V SKUPINE

# CLUSTER-BASED ECONOMETRIC ANALYSIS OF HOUSE PRICES IN SLOVENIA

*Miroslav Verbič, Peter Korenčan*

UDK: 330.43:332.74  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01  
Prispelo: 29. 9. 2016  
Sprejeto: 8. 4. 2017

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.231-245  
SCIENTIFIC ARTICLE  
Received: 29. 9. 2016  
Accepted: 8. 4. 2017

## IZVLEČEK

Osrednji namen članka je proučiti oblikovanje cen hiš v Sloveniji s kombinacijo geografsko obtežene regresije in hierarhičnega združevanja v skupine. Prikazano je tudi, kako uporabiti geografsko obteženo regresijo za napovedovanje cen hiš, prilagojeno lastnostim regionalnih trgov. Z globalnim in regionalnimi regresijskimi modeli smo analizirali presečne podatke o prodajah nepremičnin iz leta 2015. Prostorski vplivi na vrednost nepremičnine so bili opisani na podlagi vrednostnih območij in regionalizacije. Ugotovili smo, da na vrednost hiš statistično značilno vplivajo lokacija, bližina železniške proge, priključek na plinovod, neto tlorisna površina, starost ter površina pripadajočih stavbnih in kmetijskih zemljišč.

## ABSTRACT

The main purpose of the article is to investigate the formation of house prices in Slovenia with a combination of geographically weighted regression and hierarchical clustering. It also demonstrates how to operationalize the geographically weighted regression for house price forecasting, tailored to the regional market features. We analyzed data on house sales in Slovenia for 2015 by estimating a global and regional regression models. The effect of location on house value was described by employing house value zones and through regionalisation. Results reveal that location, railway proximity, access to gas network, house area, house age, and area of building and farming lot belonging to a house have a statistically significant effect on house prices.

## KLJUČNE BESEDE

analiza cen hiš, geografsko obtežena regresija, združevanje v skupine, regionalizacija

## KEY WORDS

analysis of house prices, geographically weighted regression, clustering, regionalisation

## 1 INTRODUCTION

The residential real estate market in Slovenia has been facing a period of stagnation for the last couple of years. After the crash in 2008, real estate prices dropped significantly, though the number of market transactions remained low until the end of 2013. At the beginning of 2014, we witnessed an increase in the number of sales, especially of apartments, and less significantly for houses, which lasted until 2015. That was probably the result of decreased apartment prices, which achieved in 2015 the lowest average values per square meter since the beginning of systematic monitoring of the market in 2007. On average, apartments were sold in 2015 for 1,440 €/m<sup>2</sup>, which represents a 1% decrease from 2014 and a 21% decrease from 2007.

We can observe similar dynamics for houses, with some unique features. Namely, differences arise from the way houses were constructed in Slovenia. In rural areas, most of them were built by owners without the cooperation of construction companies, thus they differentiate widely and are tailored to owners' individual desires. We can also observe spatial heterogeneity in rural areas, which was caused by poor urban planning and "ignorance" of the law. As a result, well organized housing markets can be found in Ljubljana and Maribor only. However, we can still see that, at the national level, price bottom was reached in 2014, when houses were sold on average for 105,000 €. In 2015, the average price increased to 108,000 €, and is related to a 3% decrease in the number of transactions (GURS, 2016b).

In this article, we analyse the house prices in Slovenia for the year 2015, where various house and transaction features are used as determinants of house prices. We introduce two main hypotheses. First, the effect of location on house prices can be measured through the value zone in which the house is located and through the differences between the regression coefficients of the same explanatory variable across different regions. Second, house and transaction features, such as location, railway proximity, access to gas network, house area, house age, and area of building and farming lot belonging to a house, statistically significant affect the house prices.

House prices have been investigated for several decades, primarily by employing econometric models estimated by the least squares estimator. The main limitation of the method is that it produces average or global parameter estimations, which then have to be applied to the whole region that is being analysed (Fotheringham, Charlton and Brunsdon, 1998). This implies that the parameters are stationary over space, which has been proven false in researching various social phenomena (Chrostek and Kopczewska, 2013; Du and Mulley, 2011; Romih and Bojnec, 2008). Three main reasons for spatial non-stationarity are defined by Fotheringham et al. (1998) as: (1) random variation in data sample, (2) heterogeneous relationships across space, and (3) unavoidable misspecification of the model.

Even though the issues with global regression models are known, little is done (especially) with respect to the first and the third reason for spatial non-stationarity, which are caused by our limited understanding of the phenomena. On the other hand, significant gains were made in understanding heterogeneous relationships between variables across space. The first step in this direction can be traced to the introduction of the spatial expansion method (SEM) by Casetti (1972). His aim was to expand the least squares approach with parameters that are functions of subsequent variables. In this way, SEM offers researchers a possibility of including heterogeneous spatial attributes into the analysis. There were several attempts

to use SEM models in analyzing house prices (*cf.* Gelfand, Kim, Simans and Banerjee, 2003). Complexity of the models is notable, which might explain the researchers transitioning to the geographically weighted regression (GWR) that evolved from SEM and was first discussed by Brunson, Fotheringham and Charlton (1996).

The novelty of the approach, employed in this article, is to combine the geographically weighted regression in investigating house prices with hierarchical clustering, in order to improve the explanatory and forecasting power of the models. Hierarchical clustering is a straightforward approach, which gives us an ability to identify clusters based on measures of similarity between residential units. The data used in this research document are house sales in Slovenia in the first half of 2015. They were gathered by the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, and were made available on request of the authors. Data contain information on sales terms, house attributes, maps of public infrastructure, and house value zones.

The article is structured as follows. In Section 2, we discuss the methods employed in our research, in particular the geographically weighted regression and the hierarchical clustering. Section 3 contains a detailed description of the data employed, in order to understand the current market conditions in Slovenia. Section 4 is devoted to reporting the main results of our analysis. Section 5 concludes with the key findings and indicates possible steps for further research.

## 2 METHODS

In this section, we first introduce and discuss the geographically weighted regression, which will give us the ability to adopt the models to local conditions. Then, we discuss ways to measure distance, which is a core element of the geographically weighted regression. Furthermore, we introduce and describe the clustering methods, which are essential in order to divide sample units into homogeneous regions.

### 2.1 Geographically weighted regression

The geographically weighted regression (GWR) is based on the weighted least squares (WLS) estimator, where the distances between the observed unit and all other units in the sample are used as weights. The method basically enables us to obtain the local parameter estimates instead of the global ones (Fotheringham et al., 1998). The data generating process for observation  $i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , is thus the following:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ki} + \varepsilon_i \quad (1)$$

where  $y$  is the dependent variable,  $x_k$  are the explanatory variables,  $\beta_k$  represent the regression coefficients, and  $\varepsilon$  is an IID (independent and identically distributed) disturbance term. Equation (1) also introduces two non-standard variables,  $u_i$  and  $v_i$ , which represent the coordinates of each sample point.

This means that instead of one global model we now get  $N$  local models, which are fitted for each point in the sample (Fotheringham et al., 1998; Lu, Charlton and Fotheringham, 2011; Du and Mulley, 2011). Parameter estimates are thus obtained as:

$$\widehat{\beta}_i(u_i, v_i) = (X^W(u_i, v_i)X)^{-1} X^W(u_i, v_i)y \quad (2)$$

where  $W(u_i, v_i)$  represents the square diagonal matrix of graphically conditioned weights for pivotal point  $i$ . The matrix is presented in equation (3) and has number of rows and columns equal to  $N$ :

$$W(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_{iN} \end{pmatrix} \quad (3)$$

In order to calculate the weights,  $w_{ij}$ , we first have to introduce the measure of distance,  $d_{ij}$ , which can be described in different terms. Most commonly, the Euclidean distance is used, though it may not be the optimal in some cases, as nowadays people may perceive distance primarily as road distance or even as time spent to go from point  $i$  to point  $j$ . Lu et al. (2011) analysed the purchase prices of houses in London using the GWR method with both the Euclidean distance and the travelling time. They found that the latter provides better results, which corresponds to the perception that distance is measured by people as time spent on the way. Downside of the travelling time measure is in its complex calculation process, which needs a precise road network map and travelling speed for each segment of the network, thus researchers do not use it as widely as the Euclidean measures.

Relationship between  $w_{ij}$  and  $d_{ij}$  is not straightforward due to the assumption that the effect of distance is not linear. In general, there are five types of *kernel* functions (Lu et al., 2015), which all consist of two variables: distance ( $d_{ij}$ ) and bandwidth ( $b$ ). An important attribute of all *kernel* functions is also that they limit towards 0, when  $d_{ij} \rightarrow \infty$ .

The most used weight is the *Gaussian weight*, which is defined as:

$$w_{ij} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \quad (4)$$

with the main advantage being in its continuity, which makes it applicable for all sorts of real data that might produce errors with other approaches. A very similar approach is to use the *exponential weight*, which does not include division by two and squaring of the  $d_{ij} / b$  quotient. Some researchers use the *bi-square weight* (Brunsdon et al., 1996), due to its nullification of the out-of-bandwidth observations effect:

$$w_{ij} = \begin{cases} \text{if } d_{ij} > b \rightarrow [1 - (d_{ij} / b^2)]^2 \\ \text{else} \rightarrow 0 \end{cases} \quad (5)$$

A modification of the latter approach produces the *tri-cube weight*, which uses cubing instead of squaring the elements. The last kernel function is extremely basic, and may be used only with great caution. It is called the *boxcar weight* and is defined as:

$$w_{ij} = \begin{cases} \text{if } d_{ij} > b \rightarrow 1 \\ \text{else} \rightarrow 0 \end{cases} \quad (6)$$

Bandwidth ( $b$ ) can be determined in two ways. The first one is based on a broad theoretical basis of the right value. However, often this is not possible, thus the researchers came up with an econometric solu-

tion comprised of two steps (Brunsdon et al., 1996). The first step is to calculate fitted values with the GWR model, where the weights are calculated without bandwidth:

$$w_{ij} = \exp \left[ - \left( d_{ij} \right) \right] \tag{7}$$

whereas in the second step, we employ the least squares method with  $y$  as the dependent variable and (previously) fitted values  $\hat{y}(b)$  as an explanatory variable with bandwidth  $b$ :

$$b = \sum_i \left\{ y_i - \hat{y}_i(b) \right\}^2 \tag{8}$$

However, this configuration may lead to a problem, since when  $b$  is decreasing, the effect of other observations is decreasing as well and the effect of observation  $i$  is increasing (Fotheringham et al., 1998), which can lead to “islands”. In order to counter that problem, the method of cross validation (CV) is used, based on the idea that in order to evaluate the effect of other observations on the pivotal one, we have to omit the effect of the latter observation (Brunsdon et al., 1996). Therefore, the equation for  $b$  is given as:

$$b = \sum_i \left\{ y_i - \hat{y}_{\neq i}(b) \right\}^2 \tag{9}$$

The cross validation technique was first proposed by Cleveland (1979) in terms of smoothing locally weighted robust regressions. In case of GWR, the CV technique is updated with kernel functions, introduced by Bowman (1984; cf. Fotheringham et al., 1998). This enables us to determine the effect of neighbouring elements based on distances between them.

Since 1990, the GWR method has become popular in different scientific areas where phenomena are spatially related. Further development of the method is focused on improving the weighting scheme and combining the method with other methods, such as linear mixed models (Lu and Zhang, 2012). The aim of these improvements is to maximize the explanatory power of such models. However, there is an issue of the GWR technique that remains unanswered – its forecasting capability – largely due to the fact that the GWR method results in a family of models, equal in number to the number of observations.

## 2.2 Distance metrics and clustering

Every point in the sample data is described with  $x$  and  $y$  coordinates, which allows us to calculate the distance between points. When real market data are used, the Minkowski approach to measuring the distance is used, as proposed by Lu, Charlton, Brunsdon and Harris (2016):

$$d = \left( \sum_{i=1}^m |u_i - v_i|^2 \right)^{1/p} \tag{10}$$

where  $u_i$  and  $v_i$  are vectors of dimension  $m$  defined in Euclidean space, and  $p$  is a positive real number. Based on Lu et al. (2016), we decided to use  $p = 2$ , which represents the standard Euclidean distance.

Next, the kernel function has to be chosen, which simulates the effect of neighbouring observations on the current one. Nowadays, the GWR method is often enhanced with *bi-square* (Fotheringham et al., 1998) and *tri-cube* kernels (Lesage, 1999). Nevertheless, these approaches have one disadvantage, which becomes obvious when applying them to heterogeneous spatial data. Namely, they both tend to produce islands that do not have enough neighbouring observations in bandwidth range ( $b$ ) for employing the least squares estimator. This disadvantage is addressed with the introduction of adaptive bandwidth, which adapts to the pattern so that the radius is bigger where the observations are sparse and smaller where they are dense (Kupfer and Farris, 2006). This is achieved by determining the observations that have a significant effect on the given observation, producing  $n$  sub-samples of the same size  $m$ .

Although many authors find the *bi-square kernel with adaptive bandwidth* attractive (Fotheringham et al., 1998; Guo, Ma and Zhang, 2008; Kupfer and Farris, 2006; Lesage, 1999), it is still not prevalent due to low increase in explanatory power and significant increase in complexity compared to the Gaussian kernel. Therefore, researchers in real estate valuation still tend to use the Gaussian kernel (Bitter, Mulligan and Dall'erba, 2006). For these reasons, the Gaussian weight is chosen in the present article, as shown in equation (4). This allows us to incorporate all available data in a localised regression.

Subsequently, a family of regression coefficients is calculated. As the existing routines in the R software package return the descriptive statistics of a coefficient family separately for each coefficient, a new routine was developed, which returns a matrix of coefficients  $K_r$ :

$$K_r = \begin{pmatrix} b_{i0} & b_{i1} & \cdots & b_{ik} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n0} & b_{n1} & \cdots & b_{nk} \end{pmatrix} \quad (11)$$

where  $b_{i0}$  represents the regression constant of observation  $i$ , and  $b_{nk}$  represents the  $k$ -th coefficient of the  $n$ -th observation. Matrix  $K_r$  is the foundation for model agglomeration that follows, and enables us to observe the aspects of the localised regression coefficients.

Agglomeration of models is achieved by using the clustering method. In general, clustering is defined as a technique with which we divide a multivariate dataset into clusters or groups of similar units (Košmelj and Breskvar Žaucer, 2006). In terms of clustering GWR models, we divide localised regression models into groups based on their similarity. By clustering, we can get homogeneous groups or spatial regions where house prices are formed similarly with regard to the chosen explanatory variables.

The process consists of five steps (Košmelj and Breskvar Žaucer (2006): (1) choosing units of observation and explanatory variables; (2) standardising the variables if needed; (3) choosing the suitable distance between units; (4) using different classification methods; and (5) analysing the obtained results. In our case, the regression coefficients are the ones that are being standardised. The third step is skipped due to the usage of hierarchical clustering – a stepwise process where the closest units are joint till all are in one group (Murtagh, 2016). The similarity criteria used

was proposed by Ward (1963), as these yield reasonable results and are known for its robustness. With the information obtained from the stepwise process, we can generate the dendrogram and determine the optimal number of cluster. These are then placed on the actual map and geographically defined as regions.

The last step of the analysis is to estimate the least squares models on regional data subsamples and perform model diagnostics to check for potential problems. In particular, each model is tested for heteroscedasticity, which introduces bias to the standard errors of regression coefficients (White, 1980). The problem is very common in housing econometrics due to the complexity of cross-section determinants affecting the real estate prices, and was already noted by some other authors analysing the Slovenian real estate market (Cirman et al., 2015; Romih and Bojnec, 2008).

### 3 DATA

The data for our research were obtained from the Slovenian Property sales register (GURS, 2016a). Our sample data contained information about house and apartment purchases in Slovenia between 1 February and 31 July 2015, the total sample size being equal to 5,891 transactions. We excluded all apartments (3,322), unfinished houses (231) and houses where only a portion was sold (1,055). We also investigated the variables and excluded all observations where the price per square meter (*Price*) was above 10,000 €/m<sup>2</sup> and/or the size was greater than 2,000 m<sup>2</sup> (90 transactions). This step was necessary in order to keep the sample homogeneous and to exclude possible errors in the database. The descriptive statistics are presented in Table 1. The final sample size amounted to 1,193 transactions.

Table 1: Descriptive statistics of the final sample ( $n = 1,193$ ).

Source: GURS (2016a); own calculations.

Variable	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
Price (€)	100,304.47	94,035.39	1,000	1,528,773
Location (value zone)	9.16	4.33	1	20
Railway proximity	0.02	0.13	0	1
Access to gas network	0.18	0.38	0	1
House age (years)	50.68	26.83	2	90
House area (m <sup>2</sup> )	147.32	108.25	20	1,998
Farming lot (m <sup>2</sup> )	1,959.22	10,799.65	0	184,190
Building lot (m <sup>2</sup> )	886.42	1,124.89	0	10,920

*Location* was determined by a map of value zones, which was proposed by the Decree on determining real estate valuation models (Official Gazette of the Republic of Slovenia 95/2011; hereinafter referred to as the “Decree”). The Decree divides the country into 20 zones, which are internally homogeneous and differentiated by the average house price (see Figure 1). Previous research showed that this variable has an outstanding explanatory power and is highly significant in explaining house prices (*cf.* Romih and Bojnec, 2008).

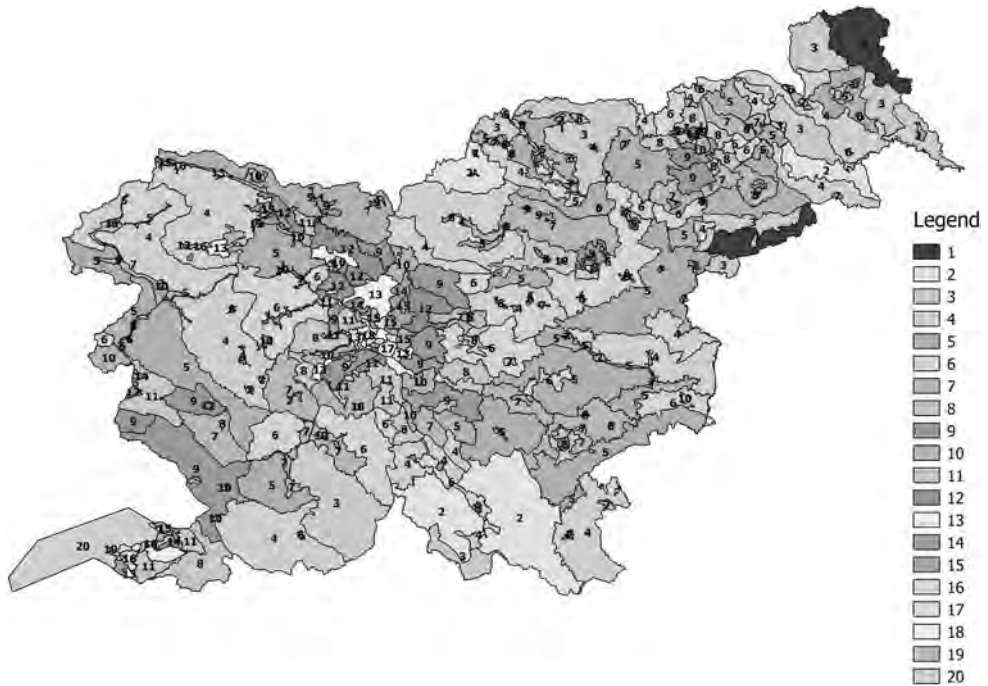


Figure 1: Map of house value zones.  
 Source: Decree on determining real estate valuation models (Official Gazette of the Republic of Slovenia 95/2011).

*Railway proximity* represents a dummy variable, proposed by the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia in its document entitled Equations and value calculation using real estate valuation models (GURS, 2009). It suggests that a railway has a significant negative effect on house prices if the house is less than 75 meters away from active tracks. Therefore, the variable is defined with value 1 when the house is located inside the effect zone and 0 if it is outside. This variable is important due to the disturbances caused by railway traffic. In our sample, 22 units were positioned inside the 75 m buffer area. *Access to gas network* is a dummy variable that indicates whether a house is connected to a public gas network (1) or not (0). Connection to a gas network is important, because natural gas is one of the least expensive energy sources for heating. In our sample, 213 units were connected to a network. Variable *House age* represents the difference between the year of analysis and the year in which the house was built, though with a ceiling:

$$Age = \min \begin{cases} Age_{ef} \\ 90 \end{cases} \tag{12}$$

The ceiling is set in order to reduce the age affect of very old houses that are still in good shape on their price. Variable *House area* represents the sum of net floor areas of all spaces in the house. Some researchers suggested that the effect of an area on the price is not linear, but rather parabolic (cf. Hu, Wang and Feng, 2013), therefore we also use the area squared in some model specifications. Usually houses come with premises that are divided into building lot and farming lot, based on the intended use. *Building lot* represents the sum of all plots that were sold with the house with the intended use defined as building



land, whereas *Farming lot* represents the sum of all plots that were sold with the house for farming and thus cannot be build upon.

### 4 EMPIRICAL RESULTS

Hereinafter, we present the main findings obtained with a combination of geographically weighted regression for investigating house prices and hierarchical clustering for improving the explanatory and forecasting power of the models. This will enable us to better understand the differences between using only the GWR and adding the regionalisation techniques. By comparing the regression coefficients, we will be able to better understand the effects of local conditions on house price determination.

The dependant variable in our analysis is the selling price of a house, which will be explained by employing seven explanatory variables that were proposed by the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia and were proven effective by other researchers (Romih and Bojnec, 2008; Cirman, Pahor and Verbič, 2015). These variables are: location, railway proximity, access to gas network, house area, house age, farming lot, and building lot. Due to increased explanatory power of the model, the dependant variable was defined as a natural logarithm of the price in Euros – a transformation that yielded good results in previous studies (Du and Mulley, 2011; Cirman et al., 2015).

#### 4.1 Global model

The first step was to estimate the global model, based on the final sample of 1,193 transactions, and establish the point of comparison for subsequent research:

$$\ln(\text{Price}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Zone} + \beta_2 \text{Railway} + \beta_3 \text{Gas} + \beta_4 \text{Age} + \beta_5 \text{Area} + \beta_6 \text{Area}^2 + \beta_7 \text{Building\_lot} + \beta_8 \text{Farming\_lot} + \varepsilon \tag{13}$$

where  $\beta_j, j = 0, \dots, 8$  are regression coefficients and  $\varepsilon$  is an IID-distributed disturbance term. The estimates of regression coefficients of the global model were calculated by using the basic R function *lm* from the package *stats* and are reported in Table 2.

Table 2: Regression coefficient estimates of the global model.  
Source: GURS (2016a); own calculations.

Coefficient estimate	Value	Robust standard error	t–statistic	p–value
Intercept	10.01000	0.0657700	152.2460	0.0000
Location (value zone)	0.128900	0.0044810	28.7570	0.0000
Railway proximity	–0.230000	0.1236000	–1.8610	0.0630
Access to gas network	0.110400	0.0480300	2.2980	0.0217
House age	–0.010690	0.0006466	–16.5250	0.0000
House area	0.002841	0.0002651	10.7150	0.0000
House area squared	–0.000001	0.0000002	–6.7750	0.0000
Building lot	0.000115	0.0000154	7.4810	0.0000
Farming lot	0.000011	0.0000016	7.1230	0.0000
n	1,193			
R <sup>2</sup>	0.61			

As can be seen from the regression results in Table 2, all the regression coefficients are statistically significant ( $p < 0.10$ ), most of them highly statistically significant ( $p < 0.001$ ). First, when a house is “promoted” to a higher value level (by one value level), on average, *ceteris paribus*, the house price increases approximately by 12.9%. This result can be logically corroborated in practice due to the fact that houses in the highest value levels (zones) are the most expensive. We can also infer that the house price decreases, on average, *ceteris paribus*, by approximately 23.0%, if the house is situated close to an active railway. This is reasonable from the owner’s viewpoint due to increased sound pollution. On the other hand, access of a house to gas network increases, on average, *ceteris paribus*, the house price by approximately 11.0%. This is also reasonable, as natural gas in one of the least expensive energy sources for heating. Moreover, if the age of a house increases by one year, on average, *ceteris paribus*, the house price decreases approximately by 1.1%.

The effect of house area on the house price is indeed non-linear, as hypothesized earlier. Namely, an increase in the area of a house by 1 m<sup>2</sup>, on average, *ceteris paribus*, results in an increase of the house price by approximately 0.3%. This effect becomes negative for larger houses (with area greater than 142 m<sup>2</sup>), as indicated by the regression coefficient for house area squared, though this U-shaped effect is very low in strength (−0.000001). The non-linear effects of this kind were also confirmed by Cirman et al. (2015), analysing the market for apartments in the wider Ljubljana area, and Romih and Bojnec (2008), based on a nationwide sample of second-hand apartments.

Moreover, if the building lot increases by 1 m<sup>2</sup>, on average, *ceteris paribus*, the house price increases by approximately 0.01%. The effect is small in strength, though still tenfold when compared to the effect of farming lot. Namely, if the farming lot increases by 1 m<sup>2</sup>, on average, *ceteris paribus*, the house price increases approximately only by 0.001%. The latter two regression coefficients seem plausible for two reasons. First, because a unit change in these two explanatory variables is relatively small, and second, because it is extremely hard in Slovenia to change the intended land use to building land, which is a much more desirable commodity.

The explanatory power of the global model was rather good, with the multiple determination coefficient being equal to 0.61, the Akaike information criterion having a value of 2,067 and the Schwarz information criterion being equal to 2,118 (the latter two are useful first and foremost for model comparison). Nonetheless, we detected the problem of heteroscedasticity in our global model specifications (by employing Breusch–Pagan and White tests). The problem was dealt with in two ways. First, the detected heteroscedasticity was taken into account by applying a robust variance estimator for calculating the standard errors (see Table 2), and second, it was corrected for by employing the regional models (see Section 4.2).

## 4.2 Regional models

In order to evaluate the GWR model, we first determined the bandwidth value by using the R function *bw.gwr* from the package *GWmodel* (Gollini et al., 2015), which amounted to 253.88 km. Considering that the distance across Slovenia is roughly 258 km, the calculated bandwidth is quite large. Nevertheless, the most likely reason for this result is the inclusion of value zones into the analysis, as these account for a great amount of spatial variability in house prices. Consequently, the spatial heterogeneity decreases

and significant differences occur only when observations are (very) far apart. This is in no way an issue for our analysis, as the Kernel function from equation (4) still evaluates the effects of neighbouring observations, only the decrease of effects is slower with greater distance.

Next, a family of GWR coefficients was calculated and clustered. This was achieved using a self-developed R function. It uses previously discussed bandwidth from the R function *gwr.Gauss* from the package *spgwr*, developed by Bivand and Yu (2006), to evaluate the weights matrices. The GWR family was evaluated using the R function *lm* for each set of weights, which yielded a matrix with 1,193 rows and 9 columns, representing regression coefficients for each data point in the sample. Afterwards, the clustering process was initiated, where the units were clustered based on proximity of the regression coefficients. The first step was to normalise the GWR family matrix values. Next, the function *dist* with method *euclidean* from the R package *stats* was used in order to get the matrix of distances between units of the GWR family. In the last step, we used the function *hclust* with the method *ward* from package *stats*, which returned three structures, represented in the dendrogram (Figure 2).

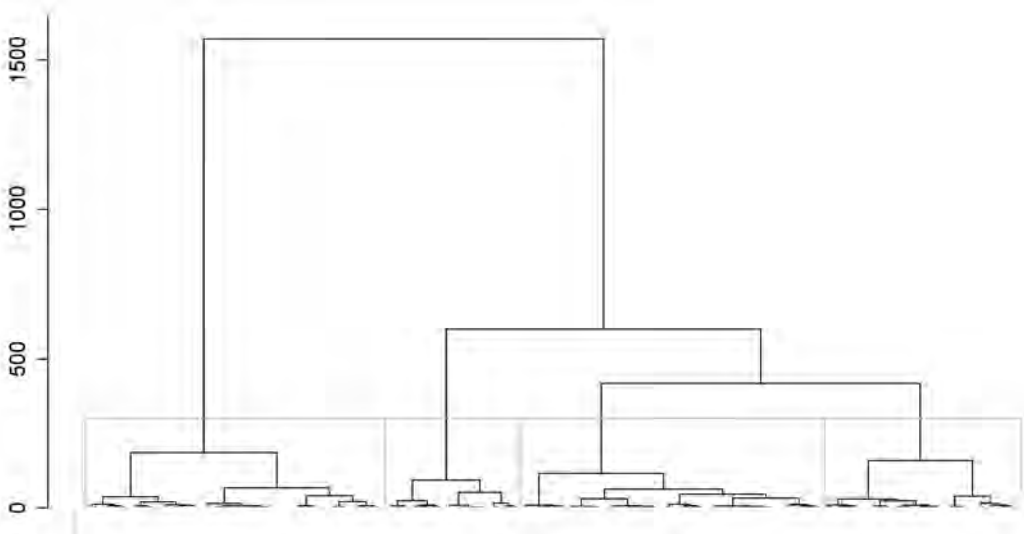
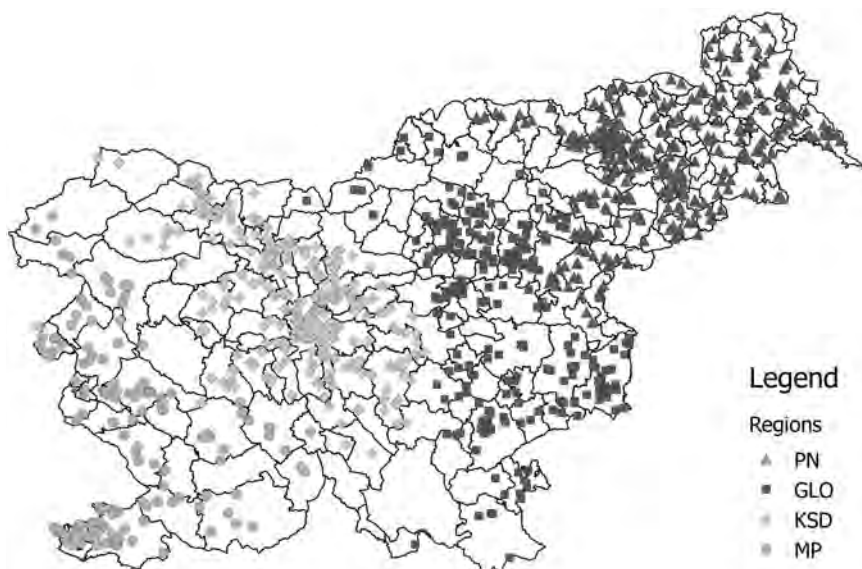


Figure 2: Dendrogram of clustered GWR coefficients.  
Source: GURS (2016a); own calculations.

The dendrogram enables us to divide the localised models into four homogeneous groups, based on the stepwise process, representing: (1) Primorska and Notranjska regions, south-west (PN); (2) Gorenjska region and capital city of Ljubljana with its suburbs, north-west and central Slovenia (GLO); (3) Koroška and Savinjska regions, Zasavje and part of Dolenjska region, from the north to south-east (KSD); and (4) East of the country with Maribor as second largest city and Prekmurje region (MP). We can observe from Figure 3 that the groups stand for geographically coherent and spatially homogeneous regions. In order to evaluate the regional (subsample) model specifications, we again employ the least squares estimator. The estimates of regression coefficients of the four regional models are reported in Table 3.



## Legend

## Regions

- ▲ PN
- GLO
- KSD
- ◆ MP

Figure 3: Spatial position of the clusters.

Source: GURS (2016a); own calculations.

As can be seen from the regression results in Table 3, when a house is “promoted” to a higher value zone (by one value zone), on average, *ceteris paribus*, the house price increases approximately by 12.0–15.5% (depending on the group of observations). The effect is highly statistically significant ( $p < 0.001$ ) for all four groups of observations and in line with the result from the global model (12.9%). The negative effect of an active railway on the house price is statistically significant ( $p < 0.10$ ) only for Gorenjska region and capital city of Ljubljana with its suburbs. On the other hand, access to gas network has a positive and statistically significant effect on the house price for Primorska and Notranjska regions and for Koroška and Savinjska regions, Zasavje and part of Dolenjska region. This explanatory variable is missing in the last model specification (MP), as none of the houses in that group of observations had a connection to a public natural gas network. The signs of the effects of the latter two explanatory variables are in line for all four groups of observations with the result from the global model.

Next, if the age of a house increases by one year, on average, *ceteris paribus*, the house price decreases approximately by 0.9–1.1% (depending on the group of observations). The effect is highly statistically significant for all four groups of observations and in line with the result from the global model (1.1%). The U-shaped effect of house area on the house price is also present in all four groups of observations, (highly) statistically significant and in line with the result from the global model. Namely, an increase in the area of a house by 1 m<sup>2</sup>, on average, *ceteris paribus*, results in an increase of the house price by approximately 0.3–0.7%, whereas this effect becomes negative for large houses (with area greater than 423 m<sup>2</sup>), as indicated by the negative regression coefficients for house area squared (see Table 3).

Moreover, if the building lot increases by 1 m<sup>2</sup>, on average, *ceteris paribus*, the house price increases by approximately 0.01–0.02% (depending on the group of observations). The effect is (highly) statistically

significant for all four groups of observations and in line with the result from the global model (0.1%). Again, even though small in strength, this effect is still tenfold when compared to the effect of farming lot. Namely, if the farming lot increases by 1 m<sup>2</sup>, on average, *ceteris paribus*, the house price increases approximately by 0.001–0.002% (depending on the group of observations). The latter effect is statistically significant only for the first three groups of observations (see Table 3), though in line with the result from the global model (0.001%).

Table 3: Regression coefficient estimates of the regional models.  
Source: GURS (2016a); own calculations.

Coefficient estimate		Regional models			
		PN	GLO	KSD	MP
Intercept	Value	9.689000	9.875000	10.08000	9.690000
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Location (value zone)	Value	0.121800	0.154500	0.120200	0.130500
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Railway proximity	Value	-0.134000	-0.623300	-0.148700	-0.610200
	<i>p</i> -value	0.5723	0.0898	0.2783	0.3924
Access to gas network	Value	0.197000	-0.043620	0.124100	–
	<i>p</i> -value	0.0171	0.7758	0.0532	–
House age	Value	-0.010610	-0.010810	-0.010920	-0.008845
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
House area	Value	0.006836	0.002790	0.003386	0.004162
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
House area squared	Value	-0.000008	-0.000001	-0.000004	-0.000003
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0007	0.0073	0.0199
Building lot	Value	0.000092	0.000094	0.000192	0.000233
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0010	0.0000	0.0016
Farming lot	Value	0.000009	0.000012	0.000023	0.000021
	<i>p</i> -value	0.0000	0.0000	0.0000	0.4416
n		382	251	388	172
R <sup>2</sup>		0.63	0.46	0.58	0.56

Just as in the case of estimating the global model, we also checked for the presence of heteroscedasticity in our regional model specifications by employing Breusch–Pagan and White tests. The results of model diagnostics revealed that by employing the regional models, we corrected for the presence of heteroscedasticity (e.g. the *p*-value of the White test statistic amounted to 0.32–0.96, depending on the group of observations, which indicates not to reject the null hypothesis of homoscedasticity), without having to apply a robust variance estimator for calculating the standard errors. In addition, the results of the spatial Chow test provided evidence that the regional (localized) models are indeed different than the global model (*p* < 0.05).

## 5 CONCLUDING REMARKS

The article investigates house prices in Slovenia, where various house and transaction features, such as sales terms, house attributes, maps of public infrastructure, and house value zones, are used as determinants of house prices. The novelty of the approach is to combine the geographically weighted regression with hierarchical clustering in order to improve the explanatory and forecasting power of the models. The article demonstrates how to operationalize the GWR model for house price forecasting; either at the global level or at the local (regional) level. In addition, it demonstrates how to identify geographically meaningful regions that account for relief, major road networks, other infrastructure, and presence of towns.

The results of both the global and regional models demonstrate that house and transaction features, such as location, railway proximity, access to gas network, house area, house age, and area of building and farming lot belonging to a house, statistically significant affect the house prices. Access to gas network, building lot and farming lot all exhibited a positive linear effect on the house price, whereas railway proximity and house age exhibited a negative linear effect. The effect of house area turned out to be non-linear (U-shaped), though rather small. Moreover, the effect of location on house prices can indeed be measured through the value zone in which the house is located and through the differences between the regression coefficients of the same explanatory variable across different regions. Namely, when a house is “promoted” to a higher value zone, this results in a meaningful and statistically significant increase in the house price, whereas the differences in regression coefficients between the regional models are also sound and explicable.

However, there is still room for improvement. First, more testing should be done in future research with different types of distance measures, such as road distance and travelling time from one observation point to another. Second, one should attempt to improve the kernel weighting scheme, which can have an effect on the localised regression coefficients. And third, various non-hierarchical approaches and mixed approaches to clustering might yield a better spatial distribution of regions.

## Literature and references:

- Bitter, C., Mulligan, G. F., Dall'erba, S. (2006). Incorporating spatial variation in housing attribute prices: A comparison of geographically weighted regression and the spatial expansion method. *Journal of Geographical Systems*, 9 (1), 7–27. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10109-006-0028-7>
- Bivand, R., Yu, D. (2006). The spgwr Package. The Comprehensive R Archive Network (CRAN). <ftp://ftp.auckland.ac.nz/pub/software/CRAN/doc/packages/spgwr.pdf>
- Bowman, A. W. (1984). An alternative method of cross-validation for the smoothing of density estimates. *Biometrika*, 71 (2), 353–360. DOI: <http://doi.org/10.1093/biomet/71.2.353>
- Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., Charlton, M. E. (1996). Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28 (4), 281–298. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>
- Casetti, E. (1972). Generating models by the expansion method: Applications to geographical research. *Geographical Analysis*, 4 (1), 81–91. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1972.tb00458.x>
- Chrostek, K., Koczczyńska, K. (2013). Spatial prediction models for real estate market analysis. *Ekonomia*, 35, 25–43.
- Girman, A., Pahor, M., Verbič, M. (2015). Determinants of time on the market in a thin real estate market. *Engineering Economics*, 26 (1), 4–11. DOI: <http://doi.org/10.5755/j01.ee.26.1.3905>
- Cleveland, W. S. (1979). Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American Statistical Association*, 74 (368), 829–836. DOI: <http://doi.org/10.1080/01621459.1979.10481038>
- Du, H., Mulley, C. (2011). Understanding spatial variations in the impact of accessibility on land value using geographically weighted regression. *Journal of Transport and Land Use*, 5 (2), 46–59. DOI: <http://dx.doi.org/10.5198/jtlu.v5i2.225>
- Fotheringham, A. S., Charlton, M. E., Brunsdon, C. (1998). Geographically weighted regression: A natural evolution of the expansion method for spatial data analysis. *Environment and Planning A*, 30 (11), 1905–1927. DOI: <http://doi.org/10.1068/a301905>
- Gelfand, A. E., Kim, H.-J., Sirmans, C. F., Banerjee, S. (2003). Spatial modeling with spatially varying coefficient processes. *Journal of the American Statistical Association*

- Association, 98 (462), 387–396. DOI: <http://doi.org/10.1198/016214503000170>
- Gollini, I., Lu, B., Charlton, M., Brunsdon, C., Harris, P. (2015). GWmodel: An R package for exploring spatial heterogeneity using geographically weighted models. *Journal of Statistical Software*, 63 (17), 1–50. DOI: <http://dx.doi.org/10.18637/jss.v063.i17>
- Guo, L., Ma, Z., Zhang, L. (2008). Comparison of bandwidth selection in application of geographically weighted regression: A case study. *Canadian Journal of Forest Research*, 38 (9), 2526–2534. DOI: <http://doi.org/10.1139/X08-091>
- Hu, G., Wang, J., Feng, W. (2013). Multivariate regression modeling for home value estimates with evaluation using maximum information coefficient. In: Lee, R. (Ed.), *Software engineering, artificial intelligence, networking and parallel/distributed computing*, Springer, Berlin, pp. 69–81.
- Košmelj, K., Breskvar Žaucer, L. (2006). Metode za razvrščanje enot v skupine; osnove in primer. *Acta agriculturae Slovenica*, 87 (2), 299–310.
- Kupfer, J. A., Farris, C. A. (2006). Incorporating spatial non-stationarity of regression coefficients into predictive vegetation models. *Landscape Ecology*, 22 (6), 837–852. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10980-006-9058-2>
- Lesage, J. P. (1999). A family of geographically weighted regression models. In: Anselin, L. (Ed.), *Advances in spatial econometrics*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 241–264.
- Lu, B., Charlton, M., Fotheringham, A. S. (2011). Geographically weighted regression using a non-Euclidean distance metric with a study on London house price data. *Procedia Environmental Sciences*, 7, 92–97. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.07.017>
- Lu, J., Zhang, L. (2012). Geographically local linear mixed models for tree height-diameter relationship. *Forest Science*, 58 (1), 75–84. DOI: <http://doi.org/10.5849/forsci.09-123>
- Lu, B., Harris, P., Charlton, M., Brunsdon, C., Nakaya, T., Gollini, I. (2015). GWmodel: Geographically-weighted models (Version 1.2-5). The Comprehensive R Archive Network (CRAN). <http://cran.r-project.org/web/packages/GWmodel/index.html>
- Lu, B., Charlton, M., Brunsdon, C., Harris, P. (2016). The Minkowski approach for choosing the distance metric in geographically weighted regression. *International Journal of Geographical Information Science*, 30 (2), 351–368. DOI: <http://doi.org/10.1080/13658816.2015.1087001>
- Murtagh, F. (2016). Hclust: Hierarchical clustering. The Comprehensive R Archive Network (CRAN). <http://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/hclust.html>
- Romih, M., Bojnec, Š. (2008). Višina in oblikovanje cen rabljenih stanovanj v Sloveniji. *Management*, 3 (2), 165–184.
- GURS. (2009). Equations and value calculation using real estate valuation models. Ljubljana: Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia.
- GURS. (2016a). Property sales register data for year 2015. Ljubljana: Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia.
- SGURS. (2016b). Report on the Slovenian real estate market for year 2015. Ljubljana: Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia.
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58 (301), 236–244. DOI: <http://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48 (4), 817–838. DOI: <http://doi.org/10.2307/1912934>



Verbič M., Korenčan P. (2017). Cluster-based econometric analysis of house prices in Slovenia. *Geodetski vestnik*, 61 (2), 231-245. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.231-245](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.231-245)

**Assoc. prof. Miroslav Verbič, Ph.D**  
 University of Ljubljana, Faculty of Economics  
 Kardeljeva ploščad 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
 e-mail: [miroslav.verbic@ef.uni-lj.si](mailto:miroslav.verbic@ef.uni-lj.si)

**Peter Korenčan, M.Sc**  
 Akustika Group  
 Vojkova cesta 58, SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
 e-mail: [peter.korencan@akustikagroup.si](mailto:peter.korencan@akustikagroup.si)

# POLITIKA NAČRTOVANJA MESTA: NOVA STANOVANJSKA NASELJA NA DEGRADIRANIH OBMOČJIH V ZAGREBU

# CITY PLANNING POLICY: NEW HOUSING DEVELOPMENTS IN ZAGREB BROWNFIELDS

*Lea Petrović Krajnik, Ivan Mlinar, Damir Krajnik*

UDK: 658.23(497.521.2)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 6. 4. 2017

Sprejeto: 28. 5. 2017

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.246-262

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 6. 4. 2017

Accepted: 28. 5. 2017

## IZVLEČEK

Namen prispevka je pokazati politiko načrtovanja mest na področju preoblikovanja degradiranih območij, posebej preobrazbe teh območij v stanovanjska naselja. Rezultati raziskave treh izbranih primerov so pokazali, da preobrazba degradiranih območij v stanovanjska naselja prispeva h kakovosti življenja na regeneriranem območju ter njegovi umestitvi v širše območje, tudi z vidika trajnostnega razvoja na lokalni ravni. Razvoj novih stanovanjskih območij prispeva k boljšemu povezovanju prostora in dinamičnejši mobilnosti. Zasnova in načrtovanje novih stanovanjskih območij v skladu z organiziranimi programi, kot je hrvaški nacionalni program socialne stanovanjske gradnje, dovoljuje hitro in celovito izvedbo posegov velikih meril ter zagotavlja enakopravno socialno vključenost in kakovostne življenjske razmere. Območja, ki so bila prej monofunkcionalna, zaprta in nedostopna, tako postajajo večnamenska, odprta in dostopna ter so motor razvoja v širšem kontekstu. Preobrazba, ki temelji na aktivni urbani politiki, celovitem urbanističnem načrtovanju in projektiranju, prispeva k trajnostnemu razvoju na lokalni ravni in izpolnitvi aalborških zavez.

## ABSTRACT

*This paper aims to show the city planning policy for transformation of brownfield areas into housing developments. Research results of three selected case studies have shown that the brownfield area transformation into housing developments contributes to the quality of life in the area and the integration of that area into the surrounding space, and thus also to the aspects of sustainable development at the local level. New housing developments contribute to the better networking of space and dynamic mobility. Design and construction of new housing areas based on a programmes put in place, such as the Croatian Social Housing Construction Scheme allow rapid and integral implementation of large-scale interventions and provide socially integrated housing and high-quality living conditions. Areas that were once monofunctional, enclosed and inaccessible have become multifunctional, open and accessible thus representing a generator of development in the wider context. A transformation based on an effective city planning policy, comprehensive urban planning and design contributes to sustainable development at the local level, thus fulfilling Aalborg Commitments.*

## KLJUČNE BESEDE

Zagreb, politika načrtovanja mest, degradirana območja, razvoj stanovanjskih območij, hrvaški nacionalni program socialne stanovanjske gradnje, trajnostni razvoj

## KEY WORDS

Zagreb, City planning policy, Brownfields, Housing Development, Croatian Social Housing Construction Scheme, Sustainable Development



## 1 INTRODUCTION

City development, gradual expansion and the transformation of its urban structure over the centuries has resulted in the dynamics of space and the dynamics of life, which have become the most prominent features of contemporaneity. The overall city area are characterized by complex dynamics of (a) physical and non-physical space, which could be considered on different levels through mobility dynamics, (b) structural and functional changes, (c) space use, (d) social interaction, (e) environmental networks and flows and (f) virtual mobility - information and the (g) financial investments (Gašparović, Petrović Krajnik and Hladki, 2015). The urban structure of Zagreb, like many other European metropolises, contains area called brownfields as of the end of the 20th Century, where the complex dynamics is visible.

There are many definitions of the term brownfields in the European context, among them standing out the definition prepared within the taskforce CLARINET (Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies, 2002). According to Ferber and Grimski (2002), brownfields are sites that have been affected by the former uses of the area and surrounding land; are derelict or underused; may have real or perceived contamination problems; are located mainly in developed urban areas; and require intervention to bring them back to beneficial use. This definition was amended based on the conclusions of the European expert network CABERNET (Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration Network), which emphasise that these are areas which were: (a) under the influence of former users, (b) neglected or insufficiently researched, (c) mainly located in part or in whole in developed urban areas, (d) require an intervention that would restore them to useful use and (e) may have realistic or potential problems with pollution. Three main categories of brownfield sites were identified (Ferber and Grimski, 2001): (1) *brownfields in traditional industrial areas* - as a result of the massive employment decline in the coal, steel, and textile industries at the beginning of the 1980s and following structural changes in industry; (2) *brownfields in metropolitan areas* - as a result of persisting displacement pressures on peripheral areas during the urban sprawl process; and 3. *brownfields in rural areas* - as a result of abandonment of sites related to primary economic activities in agriculture, forestry and mining.

This paper focuses on the second type of brownfields – *brownfields in metropolitan areas*, located on city outskirts and resulting from economic and socio-political changes in the late 20th Century. These areas represent a huge potential for implementing urban strategies and policies, the implementation of which requires to conceive appropriate measures and instruments which are the basis for the complex task, the design of their further development.

Planning and development of brownfield areas was highlighted as one of the important elements of European cities on the path of achieving sustainable development at the 4th European Conference on Sustainable Cities & Towns in 2004 in Aalborg. Based on the *Aalborg Charter* (1994), in 2004 *Aalborg Commitments* were adopted addressing 10 themes<sup>1</sup> (2004) whose implementation contributes to the achievement of sustainability at the local level. Theme *Planning and Design* emphasizes the importance of strategic role for urban planning and design in addressing environmental, social, and economic, health, and cultural issues for the benefit of all. To contribute to sustainable development with regard to theme No. 5, the following must be implemented: (1) re-use and regenerate derelict or disadvantaged

<sup>1</sup> 1. Governance; 2. Urban management; 3. Natural common goods; 4. Responsible consumption; 5. Planning and design; 6. Better mobility; 7. Local action for health; 8. Sustainable local economy; 9. Social equity and justice; 10. Local to global

areas; (2) avoid urban sprawl by achieving appropriate urban densities and prioritising brownfield site over greenfield site development; (3) ensure the mixed use of buildings and developments with a good balance of jobs, housing and services, giving priority to residential use in city centres; (4) ensure appropriate conservation, renovation and use/reuse of our urban cultural heritage; (5) apply requirements for sustainable design and construction and promote high-quality architecture and building technologies (The Aalborg Commitments, 2004)

Writing on the brownfield redevelopment and sustainability has been interdisciplinary in nature (architecture and urban planning, economics, sociology etc.) Brownfield regeneration has become a mayor policy driver in many developed countries (Dixon, Raco, Catney and Lerner, 2007). Bagaeen, S.G. (2006) argues that the challenge in brownfield sites (especially military sites) will be to guarantee competitive advantages that can transform these sites into reliable economic opportunities while looking after the interests of all the parties involved. Dixon, T. (2007) stress that in UK there is a clear attempt to interlink “sustainable development” and “sustainable brownfield” policy agendas. Vojnović, I. (2014) points out that limited understanding of the science behind sustainability and the lack of commitment and apprehension by governments are two variables that limit our advancement toward the sustainability condition.

This paper aims to show that city planning policy of structural and functional transformation of brownfield areas on city outskirts into housing developments contributes to integration of the area into the wider context and to the overall quality of life, thus also contributing to the aspects of sustainable development at the local level. It wishes to show that once monofunctional, enclosed and inaccessible zones used for specific purposes have become, as a result of transformation based on effective city planning policy, comprehensive urban planning and design, multifunctional, physically open and accessible to users of the surrounding area, and that they represent a generator of development in their context.

## 2 METHODOLOGY

Criteria that housing developments had to fulfil in order to be taken into consideration as a case study within this research were: (1) brownfield area, (2) housing development drafted in accordance with the Croatian Social Housing Construction Scheme (The Act on State-Subsidized Residential Construction 2001, 2004, 2007, 2009, 2012) and (3) beginning of transformation after the year 2000, based on architectural design competitions (Figure 1).

Representation of the structural and functional transformation of selected case studies and their impact on the wider spatial context are based on the established analysis model. The analysis model includes following elements: (1) land use and built-up area before transformation process, (2) selected area and its surroundings in the new planning documentation, (3) national public architectural competition awarded project and legally binding land use plan, (4) accessibility of the area by public transport, and (5) new structure, facilities, density and footprint of the housing development.

In order to collect the necessary data for the analysis of housing development, field research was carried out, the spatial planning documentation in the period before and after the transformation was analysed, the awarded plans and projects and urban planning documentation (elaborated based on the competition) were analysed, as well as the public transport network and built structure visible on Croatian basic maps and aerial photos in the period before and after transformation.

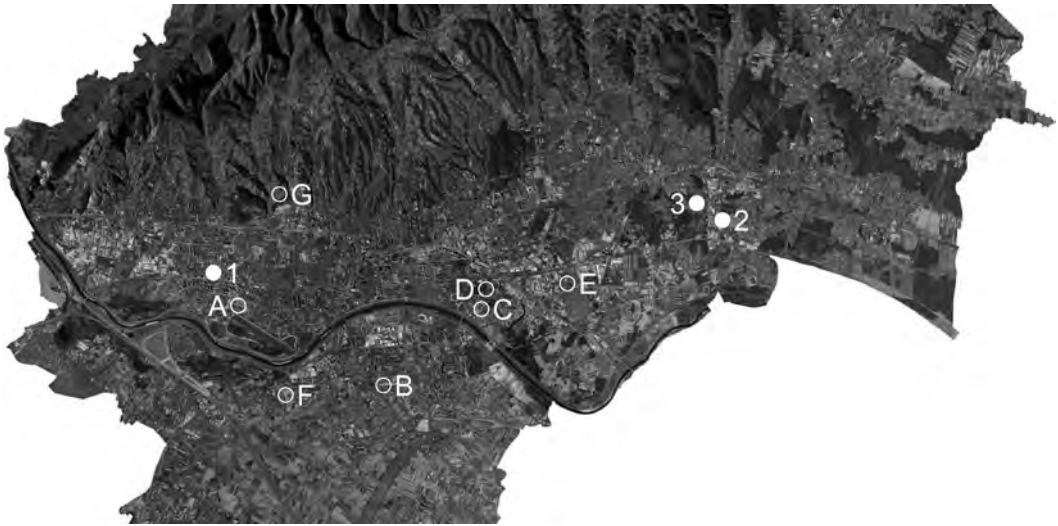


Figure 1: Zagreb's housing developments after the year 2000.

1 Špansko Oranice (CSHCS, competition in 2003, realised), 2 Novi Jelkovec (CSHCS, competition in 2003, realised), 3 Sopnica South (CSHCS, competition in 2007), A Vrbani III (competition in 2004, realised), B Podbrežje (competition in 2006), C Borovje-Tigrovi (competition in 2006), D Borovje-Savica (competition in 2006), E Munja (competition in 2006), F Blato-East (competition in 2007), G Müllerov breg (competition in 2010)

For the purpose of this research graphical illustrations and tables of the elements of the analysis model were made. In order to understand the overall changes in the physical structure of the selected areas, a graphical representation with parallel aerial photos before and after the transformation process and the award-winning competitions for the subject areas was made (Figure 2). In order to deepen the analysis of individual elements of the model and to enable their further quantitative analysis, graphical representations of land use and built structure before and after the transformation process were made (Figure 3 and Figure 4), which served as a basis for quantitative comparison presented in tables (Table 1 and Table 2). For the purpose of perceiving changes in a wider spatial context, directly or indirectly related to the transformation process, a graphical representation of the spatial planning documentation of the City of Zagreb in the period before and after the transformation process was made (Figure 5). The graphical illustrations and tables of the parameters for housing development are presented in parallel to perceive changes within specific area and between selected areas.

Furthermore, in order to understand the similarities and differences between selected examples, their comparative analysis was made, based on the set analysis model, graphical illustrations and tables, and elements of the Aalborg Commitments themes (2004) especially on the theme Planning and design (re-use and regenerate derelict or disadvantaged areas; avoid urban sprawl by achieving appropriate urban densities and prioritising brownfield site over greenfield site development; ensure the mixed use of buildings and developments with a good balance of jobs, housing and services (giving priority to residential use in city centres); apply requirements for sustainable design and construction and promote high-quality architecture and building technologies), Better mobility (increase the share of journeys made by public transport, on foot and by bicycle) and Social equity and justice (secure good quality and socially integrated housing and living conditions). The comparative analysis was made based on

the following elements: (1) Planning and realization, (2) Land use and public transport before and after transformation, (3) structural transformation, (4) Social housing programme, (5) Spatial and urban planning documentation changes, (6) Relation to the surrounding area. An integral table (Table 2) gives the results of comparative analysis of selected examples.

Finally, the relation between the results of research and the elements of the themes of *Aalborg Commitments* were analysed in order to confirm the hypothesis and possible impact of interventions in the context of achieving sustainability and sustainable development at the local level (Table 3).

### 3 HOUSING DEVELOPMENTS IN ZAGREB AFTER THE YEAR 2000

At the beginning of the 21st Century, planning and partial construction of new housing developments begins in Zagreb, as a result of development in the last decades of the 20th Century. After Croatian independence in 1991, the country was struck by the War of Independence (1991 - 1995) which caused large destruction, including 11% of the housing stock (Bobovec, 2000: 2). Due to specific political and economic conditions, intensity and volume of economic activities was significantly reduced, while the post-war economic recovery had been slow, with a pronounced stagnation in housing construction. The pre-war shortage of housing in major cities, especially in Zagreb, was further emphasized with the arrival of people from war-torn areas. Increased demand for flats in Zagreb was not accompanied by a clear vision and an effective implementation of housing construction, which was one of the major causes of individual construction of residential buildings (Zlatar, 2014: 154). They were built on mainly small and inadequate plots and in areas without planning documentation that would ensure clear urban concept of conservation and development, as well as quality housing. Planned housing developments in Zagreb in the 1990s were also absent because of new market conditions after the War of Independence in which large pre-war construction companies with experienced professionals and operative infrastructure failed to find successful models of independent activity, while private entrepreneurs had neither knowledge nor sufficiently-developed operative infrastructure (Mlinar, 2009: 160). There were no programmes or models for housing construction like the pre-war model of Socially oriented housing construction that marked the 1980s to provide a sufficient number of good quality flats nor was the housing market regulated (Bobovec and Mlinar, 2013: 142). The Ministry of Public Works, Reconstruction and Construction prepared and started implementing the Act on State-Subsidised Housing Construction (2001). Following the adoption of the Social Housing Construction Scheme in late 2001 and the adoption of the City of Zagreb Master plan in 2003, urban and architectural competitions were launched for new housing developments of Špansko-Oranice, Novi Jelkovec, Vrbani III, Podbrežje, Borovje-Tigrovi, Borovje-Savica, Munja, Blato East, Sopsnica South, and Müllerov breg (Mlinar, 2013: 36). Housing developments were planned as transformations of what were brownfield areas at the time, or as developments of greenfield sites, in locations in which construction of new housing developments was planned according to the spatial and urban planning documentation. Competitions were funded by state and city institutions and carried out by the Croatian Architects Association and The Zagreb Society of Architects.

Out of a total of ten public competitions held, three housing developments were realised (Špansko-Oranice, Novi Jelkovec and Vrbani III), while the construction of the remaining seven was halted by the financial crisis that hit Croatia in 2008. According to the newly adopted Social Housing Construction Scheme, housing developments were planned for Špansko-Oranice, Novi Jelkovec and Sopsnica South.

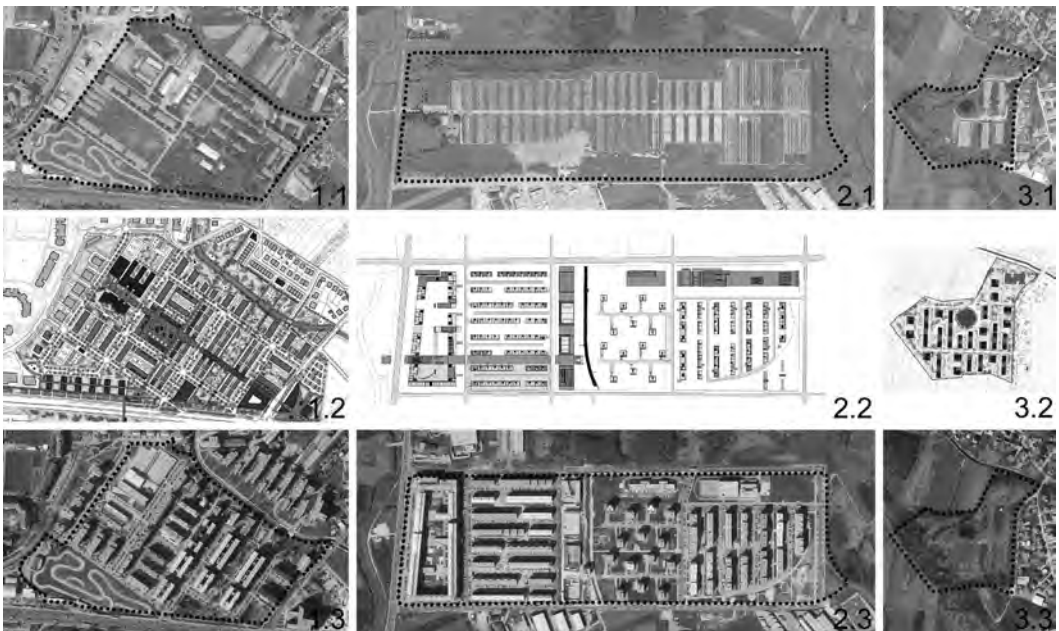


Figure 2 Comparative illustrations of selected areas – Aerial photo before and after planned transformation and urban planning and architectural solutions.

Špansko-Oranice: 1.1 Aerial photo (2003), 1.2 awarded project (2003), 1.3 Aerial photo (2012)

Novi Jelkovec: 2.1 Aerial photo (2003), 2.2 awarded project (2003), 2.3 Aerial photo (2012)

Sopnica South: 3.1 Aerial photo (2003), 3.2 awarded project (2007), 3.3 Aerial photo (2012)

Source: 1.2, 2.2 and 3.2 Mlinar (2013)

#### 4 CROATIAN SOCIAL HOUSING CONSTRUCTION SCHEME

Croatian Social Housing Construction Scheme (CSHCS) began in the late 2001 as one in a series of organized housing construction programmes that were implemented in Croatia under certain conditions and at certain periods. Before it, the best-known programme was the Programme of socially oriented housing construction from the 1970s. The main features of the CSHCS were its scope and multi-level implementation, using experiences from the implementation of the Housing Care Programme for Victims of the War of Independence, launched in 1996, the goal of which was primarily to secure housing for as many victims of the war as possible. Other people were not included in the programme and were left to the free housing market, which faced a growing demand for housing units, driving prices up and making them less and less affordable to an average buyer. With the CSHCS the aim was to solve, in a relatively short time, two extremely complex tasks, the first being to provide the required number of housing units in all of Croatia, ensuring the quality of urban life and housing, and the second to preserve the space from uncontrolled use. The aim of the CSHCS is to meet housing needs and improve the quality of housing for a wider number of citizens, as well as to improve construction, enabling Croatian citizens to buy flats under more favourable terms than the ones offered on the market with a guaranteed quality of construction and completion of work within set deadlines. As part of the implementation of the CSHCS, needs were identified and project programmes prepared based on which architectural competitions were carried

out, enabling the selection of the best design solutions. During the ten years of the implementation of CSHCS, in Croatia 5.553 apartments (of which 2.102 apartments in the City of Zagreb) were built in 173 residential and residential-commercial buildings (Bobovec and Mlinar, 2013: 145), as well as one complex of ground-level and one-storey row houses. In addition to individual buildings, the CSHCS also included the already mentioned three housing developments in Zagreb: Špansko-Oranice, Novi Jelkovec and Sopnica South.

## 5 STRUCTURAL AND FUNCTIONAL TRANSFORMATION OF SELECTED BROWNFIELDS INTO HOUSING DEVELOPMENTS AT THE BEGINNING OF THE 21ST CENTURY IN ZAGREB

This paper analyses in detail the three selected areas on the outskirts of the city of Zagreb: Špansko Oranice, Novi Jelkovec and Sopnica South (location 1, 2 and 3 on Figure 1), which meet the set criteria according to the set analysis model explained in the chapter *Methodology*.

### 5.1 Špansko Oranice

The Špansko Oranice area is located in the South-West of Zagreb. Before the transformation of the area (19.18 ha), most of the land was used for military purposes, housing the Prečko military complex<sup>2</sup>. The area South-West of the complex was used by a kart centre and a car wash. Due to specific military use, 15.74 ha of land was enclosed by a fence. Between 1942 and 1978 in the Špansko-Oranice area, 43 buildings were built for military use and 4 for karting centre and car wash. The total built-up area covered 11.21 % of the whole Špansko Oranice area.

Under the purchase agreement between the Republic of Croatia – Ministry of Defence and the City of Zagreb, the Ministry handed the military complex over to the City of Zagreb in 2002. According to the Zagreb Master plan (2003) the Špansko Oranice area was designated for the transformation into an area of mixed - predominately residential use. In the immediate contact zone are areas designated for mixed - predominantly business uses, a protective green area, sport and recreational use, and water and water resources. In 2003, a national public architectural competition for the housing development at the location of the Špansko Oranice military complex in Zagreb, for the CSHCS, was held (The Zagreb Society of Architects). The awarded project from the Zagreb City Planning Office served as the basis for Detailed urban plan for the housing development. The urban planning solution and the detailed urban plan are marked by an orthogonal urban grid laid out following the grid of the former military complex, synchronised with the asymmetric boundary of the coverage area by asymmetric peripheral blocks, layout of buildings, and their slanting gables. A great deal of attention was paid to the park landscaping concept based on the formation of pedestrian-only squares and streets. Pedestrian areas are intersected by a continuous system of relatively smaller, yet connected park areas enabling the connection with a wider spatial context (Šimpraga, 2014).

The Southern side of the area is adjacent to the city's main East-West expansion direction (Zagreb Avenue). The residential area is connected by public transport – bus lines – to the transport terminal Ljubljanka in the Western part of the city. There are plans to build new light-rail routes North and East of the Špansko Oranice area to complement the current tram system.

<sup>2</sup> which was unique due to its peripheral vegetation and landscaped areas within the complex.

The housing development is shielded from Zagreb Avenue by a stretch of park area and planned commercial buildings. The park potential of the Vrapčak creek is not fully utilized, but it is emphasised by slanting and indented gables of the surrounding residential buildings. A total of 32 residential buildings with 1,586 flats for housing approximately 4,758 residents were built (83 flats per ha, 250 residents per ha) (Mlinar, 2013: 37). A kindergarten and primary school were also built, with plans for the construction of commercial buildings. Some residential buildings have commercial spaces on the ground floor. The total built-up area covers 22.83 % of the whole Špansko Oranice area.

## 5.2 Novi Jelkovec

The Sopnica – Jelkovec area is located in the South-East of Zagreb. Before the transformation, the entire area of 33.2 ha was used from 1966 for economic - industrial purposes. Due to its specific use, the area was enclosed by a fence (25.51 ha) and available solely for industrial purposes. It contained the total of 62 structures (57 buildings), with the administration building at the main entrance. The buildings were laid out in an orthogonal grid, with the longer side of each building facing North-South. The total built-up area covered 25.39 % the whole Sopnica – Jelkovec area.

In the late 20th Century the pig farm's location was deemed inappropriate from the urban planning and ecological aspect. The Sestete Master plan (2003) classifies the entire Novi Jelkovec area as mixed-use. In the immediate contact zone are area designated mostly for economic use, except for the green area – the city park with forest and protective green areas located towards the sport and recreation zone, and towards the residential area. In 2003, a national public architectural competition for the housing development at the location of Sopnica-Jelkovec (today Novi Jelkovec) in Sestete (33.20 ha), for the CSHCS, was held (The Zagreb Society of Architects). The awarded project of the group of authors from the Institute for Urban and Spatial Planning at the Zagreb Faculty of Architecture served as the basis for the development of the Detailed urban plan for the housing development, that divides the elongated area into four subsections (*Megastructure*, *Fingers*, *Forest Park* and *Ellipse*), i.e. urban blocks which may be used as a basis for the structural and functional transformation and urbanisation of the surrounding abandoned area.

The Western side of the Novi Jelkovec area is adjacent to the Ljudevit Posavski Street, which connects two important parallel expansion directions – Slavonia Avenue in the South and Zagreb Road in the North. The housing development is connected by public transport – bus lines – with three terminals of the City of Zagreb, Dubec and Sestete in the Eastern part of the city and the Central train station in the city centre.

Novi Jelkovec contains a total of 54 residential buildings, with 2,733 flats (Mlinar and Šmit, 2008: 120) for housing approximately 8,199 residents (82 flats per ha, 246 residents per ha) (Mlinar, 2013: 37). The structures either completed or under construction include: two kindergartens, primary and secondary school, cultural centre, indoor swimming pool, playgrounds, sports grounds, clinic, veterinary clinic and department store. The overall built-up area of Novi Jelkovec covers 23.19 % (completed and under construction 21.87 %). The housing development were designed as part of the CSHCS; however, the construction and sale of flats were mostly organised by the City of Zagreb according to the so-called Zagreb model (149 flats are included in the CSHCS (Agency for Transactions and Mediation in Immovable Properties, 2015), but it should be noted that these are individual residential units within buildings).

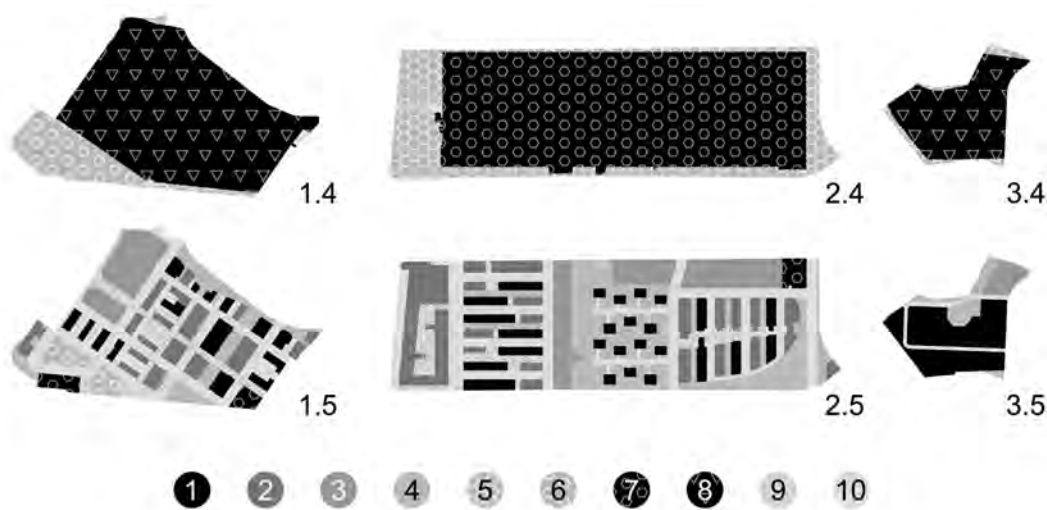


Figure 3: Comparative illustrations of selected areas – land use before and after transformation.

Špansko-Oranice: 1.4 land use before transformation, 1.5 land use after transformation

Novi Jelkovec: 2.4 land use before transformation, 2.5 land use after transformation

Sopnica South: 3.4 land use before transformation, 3.5 land use after transformation

(1- Residential use, 2- Mixed use, 3- Public and social use, 4- Public green area, 5- Protective green area, 6- Sport and recreation use with construction, 7- Economic use – industry / business, 8- Special use, 9- Infrastructure, 10- Infrastructure – pedestrian-only streets and squares)

### 5.3 Sopnica South

The Sopnica South area is located in the Eastern part of Zagreb. Before the transformation, Sopnica South (5.81 ha) was used from the 1960s as a military warehouse. Due to its specific use, the area was enclosed by a fence (5.32 ha) and available solely for military purposes. From 1959 to 1988 a total of 11 structures were constructed (including 7 buildings) used as warehouses. The buildings were grouped and located near a small natural lake, with the longer axis facing North-South. The total built-up area of the Sopnica South covers 11.19 %

Based on the decision by the Central State Administrative Office for State Property Management, Ministry of Defence handed over the Sopnica warehouse to the Agency for Transactions and Mediation in Immovable Properties in 2009. According to the Amendments of Zagreb Master plan (2006) the Sopnica South was turned from a special-use area into mixed-use - predominantly residential zone. The area is surrounded by protective green areas, except for the Eastern side where the area is a continuation of the existing construction designated for mixed, predominantly residential use. In 2007, a national public architectural competition was held (The Zagreb Society of Architects). The winning design is made by a group of authors from the x3m: arhitektura+urbanizam studio (The Zagreb Society of Architects, 2016), which retained the existing lake as the focal point. In between residential buildings, playgrounds and sports grounds are planned. The plan included 22 residential buildings in an orthogonal grid, with a total of 400 flats for housing approximately 1200 residents (68 flats per ha, 206 residents per ha) (Mlinar, 2013: 41). Residential buildings with square and rectangular layouts, stretching along the longer axis



in the North-South direction. Buildings along the lake and pedestrian areas were envisaged to contain commercial and service spaces in the ground floor. In the North-East section of the coverage area a kindergarten was planned. The total built-up area will amount to 18.28% of the whole Sopnica South area.

Table 1: Share of land use in selected areas before and after transformation.

	Špansko-Oranice				Novi Jelkovec				Sopnica South			
	before		after		before		after		before		after	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Residential	-	-	2.07	10.80	-	-	3.69	11.11	-	-	3.74	64.38
Mixed-use – predominantly residential	-	-	2.78	14.50	-	-	5.94	17.90	-	-	-	-
Public and social	-	-	2.20	11.46	-	-	4.07	12.26	-	-	0.59	10.15
Economic - business	-	-	0.65	3.38	-	-	0.42	1.27	-	-	-	-
Infrastructure	0.13	0.68	6.36	33.14	0.11	0.33	8.50	25.6	-	-	0.59	10.15
Pedestrian-only streets and squares	-	-	1.69	8.80	-	-	2.17	6.53	-	-	-	-
Public parks and landscaped areas	-	-	2.43	12.66	-	-	8.41	25.33	-	-	0.89	15.32
Sport and recreation	3.09	16.10	1.01	5.26	-	-	-	-	-	-	-	-
Special use - Military	15.57	81.14	-	-	-	-	-	-	5.21	89.67	-	-
Economic - Industry	-	-	-	-	25.51	76.84	-	-	-	-	-	-
Protective green area	0.40	2.08	-	-	7.58	22.83	-	-	0.6	10.33	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>19.19</b>	<b>100</b>	<b>19.19</b>	<b>100</b>	<b>33.20</b>	<b>100</b>	<b>33.20</b>	<b>100</b>	<b>5.81</b>	<b>100</b>	<b>5.81</b>	<b>100</b>

## 6 COMPARATIVE ANALYSIS OF SELECTED EXAMPLES OF BROWNFIELD TRANSFORMATION

In the context of achieving sustainability and sustainable development at the local level, the comparative analysis of selected transformation examples is based on elements of the *Aalborg Commitments*, as well as the set analysis model.

### Planning and realisation

Špansko Oranice and Novi Jelkovec housing developments were realized according to urban planning and architectural competitions and spatial planning documents, i.e. detailed urban plans on the former brownfield area. The Sopnica South housing development was shelved partly due to the outbreak of the 2008 financial crisis and partly due to unresolved ownership issues, although an urban planning and architectural design competition was held as the basis for its execution, providing high-quality urban and architectural design solution on the former brownfield area. Špansko Oranice housing development

was planned to be constructed in two stages because of the concession for the operation of the karting centre - land currently occupied by the karting centre will represent the second stage of construction.

Table 2: Results of the comparative analysis of selected areas.

Elements of comparative analysis	Housing development					
	Špansko Oranice		Sesvetska Sopnica/ Novi Jelkovec		Sopnica South	
Planning and realization						
Brownfields	+		+		+	
Urban planning and architectural competition	+		+		+	
Detailed urban plan	+		+		-	
Realization	+		+		-	
Land use and public transport before and after transformation						
Land use before	special - military		industry		special - military	
Accessibility of the area before	-		-		-	
Public transport lines before	+		-		-	
Land use after	multifunctional		multifunctional		multifunctional	
Accessibility of the area after	+		+		+	
Commercial and service facilities in ground floor of buildings	+		+		+	
Public and social facilities	+		+		+	
Buildings for business purposes	+		+		-	
Landscape areas	+		+		+	
Public areas of high standard	+		+		+	
New public transport lines	-		+		-	
New system of public transport in immediate vicinity	+		-		-	
Structural transformation						
Aesthetic and construction value of existing structure before	-		-		-	
Built-up area before	2.15 ha	11.21 %	8.43 ha	25.39 %	0.65 ha	11.19 %
Built-up area after (planned)	4.38 ha	22.83 %	7.69 ha	23.19 %	1.06 ha	18.28 %
Built-up area after (realisation)	3.51 ha	18.30 %	7.26 ha	21.87 %	-	-
Housing units density	83 flats/ha		82 flats/ha		68 flats/ha	
Population density	250 inh./ha		246 inh./ha		206 inh./ha	
Diversity of new structure	+		+		+	
Social housing programme						
CSHCS	+		+		+	
Total number of flats	1,586		2,733		400	
Spatial and urban planning documentation changes						
Master plan – changes in land use on the site	+		+		+	
Master plan – changes in land use on immediate vicinity	+		+		+	
Relation to the surrounding area						
Consolidation of surrounding area	+		-		-	
Benefit for surrounding area	+		+		+	

## Land use and public transport before and after transformation

Two selected areas were used for special purposes – military complex and military warehouse, whereas one was used for industrial purposes. One of the areas also contained an area of different use – sport and recreation (karting centre). All three areas were enclosed by a fence and available solely to specific users. The areas in question were accessible from the main traffic development axis. Before the transformation, only one area (Špansko Oranice) had a good traffic connection via public transport – bus lines.

After the structural and functional transformation, these areas became multifunctional, with emphasis on residential construction. Two housing developments are a combination of residential use and mixed, predominantly residential use, whereas one is of exclusively residential use. Ground floors of residential buildings in all three selected areas contain a certain amount of space used for commercial and service purposes. All three housing developments either contain or plan to construct facilities for public and social use, primarily for the residents, as well as for the residents of neighbouring housing developments in need of such amenities. In two of the housing developments, there are plans for the construction of buildings intended for business purposes, but they are yet to be realised. All new housing developments contain a large portion of public landscaped areas and are characterized by landscaping design, which significantly improves the quality of life. The proportion of areas designated for infrastructure and pedestrian-only areas and squares clearly demonstrates that the selected areas are equipped with public amenities of the highest standards. All three examples of housing developments feature well-balanced different uses of space.

For the purposes of the new housing development in one of the selected areas (Novi Jelkovec), new bus lines were introduced connecting it with three main bus terminals. According to the current spatial planning documentation, for one of the selected areas (Špansko Oranice) there are plans to construct a new system of public transport – light rail, to complement the existing tram network and provide better access from a broader city area.

## Structural transformation

The analysis of structure of the selected transformed areas shows that all three areas were already built up. In one of the area construction began as early as the 1940s, whereas in the other two it began in the late 1950s and early 1960s. The built structures in selected areas were rationally constructed, functional, and orthogonal. The structures in all three areas were without any aesthetic or construction value (barracks, production plants, warehouses etc.) and were thus suitable for complete removal, to enable further structural and functional transformation.

After the structural and functional transformation, the selected areas now feature diverse structures. Novi Jelkovec is an area dominated by various structures ranging from dense city block, rectangular-layout buildings, and small square-layout “towers”. The Sopotnica South area is in the immediate vicinity and features rectangular and square-shaped buildings located in landscaped areas. Špansko Oranice features structures with rectangular layouts and residential buildings of specific typology, transitioning from classic residential buildings with verticals, to buildings with galleries. Buildings in all three areas were rationally constructed, functional, and orthogonal. When compared based on their previous use, two areas previously used for military purposes now have a larger footprint than the area previously used

for industrial purposes. All three selected areas have achieved or plan on achieving population density appropriate for collective residential housing.

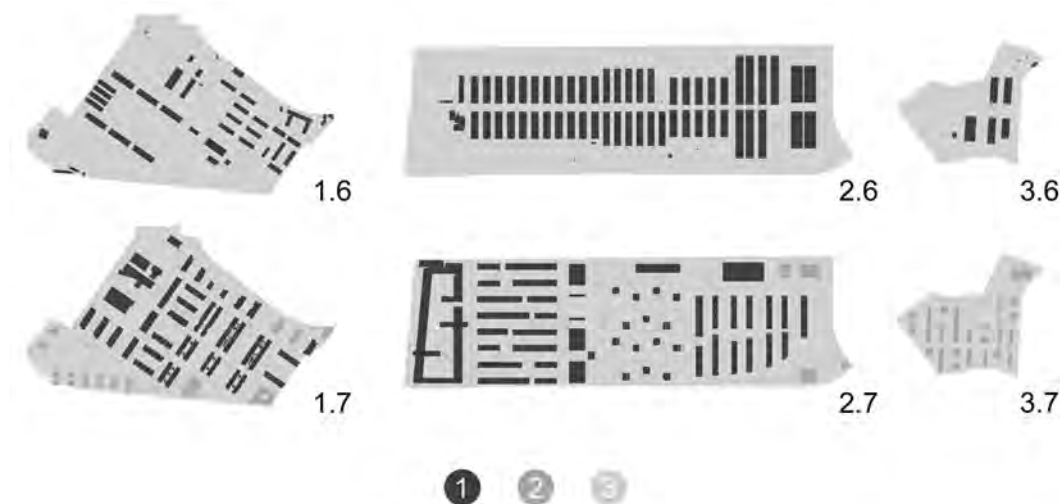


Figure 4: Comparative illustrations of selected areas – built structure before and after transformation.

Špansko-Oranice: 1.6 built structure before transformation, 1.7 built structure after transformation

Novi Jelkovec: 2.6 built structure before transformation, 2.7 built structure after transformation

Sopnica South: 3.6 built structure before transformation, 3.7 built structure after transformation

(1- built structure, 2- structure planned for building, 3- selected area)

## Social housing programme

All three housing developments were planned and designed according to the Croatian Social Housing Construction Scheme, enabling the construction of a complete housing development, controlled quality construction, and socially integrated housing and living conditions. In addition, by applying this social housing program, flats in the analysed housing developments were more available to a greater number of potential buyers who could not afford flats in the then market value since it was at least one third higher than the price of a flat built according to the CSHC. The highest number of newly built flats was in Novi Jelkovec (2,733), then in Špansko Oranice (1,586), and the least in Sopnica Jug (400 flats were planned).

## Spatial and Urban Planning Documentation Changes

A comparative analysis of selected areas from the 2003 Master plan, and the 2013 amendments to the Master plan, clearly shows that two areas underwent a change in use. The detailed urban plan designated the Špansko Oranice area for public and social use, whereas the purpose of the Sopnica South area was converted from special use to mixed, predominantly residential use. The use of the Novi Jelkovec area remained unchanged.

In the immediate vicinity, West of the Sopnica South area, the protective green area has been converted into mixed use area to enable the further construction expansion. North of the Špansko Oranice area, i.e. the Vrapčak creek, the Pavlenski put residential complex was built which uses the accompanying

facilities of Špansko Oranice housing development. South-East of the Novi Jelkovec area, the protective green area has been converted to economic – business use to accommodate further building expansion intended for business purposes.

### Relation to the surrounding area

The Novi Jelkovec area is separated from the surrounding housing development – by protective green area in the East and by existing economic construction in the South. Due to its specific position and isolation within the economic zone, the area is mostly its facility-oriented. Due to a well-defined surrounding urban structure, and the use of pedestrian pathway networks and landscaped areas, Špansko Oranice is integrated into and connected to a wider area. The Sopnica South area is a direct extension of the existing housing construction, thus forming a larger unit whose residents could use the facilities of the newly-planned housing development and further stimulate the development of the area. All three housing developments favourably affect the surrounding area with its urban structure and facilities. The wider urban context of Špansko Oranice is consolidated, while the other two examples are the non-consolidated city areas.

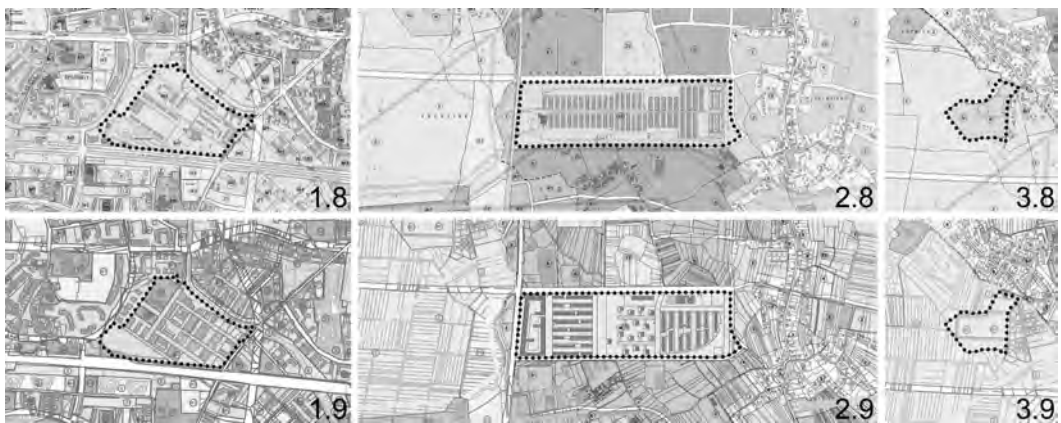


Figure 5: Comparative illustrations of selected areas – Master plan before and after transformation.

Špansko-Oranice: 1.8 Zagreb Master plan (2003), 1.9 Zagreb Master plan (2013)

Novi Jelkovec: 2.8 Zagreb and Sesvete Master plan (2003), 2.9 Zagreb and Sesvete Master plan (2013)

Sopnica South: 3.8 Zagreb and Sesvete Master plan (2003), 3.9 Zagreb and Sesvete Master plan (2013)

## 7 CONCLUSION

City planning policy for structural and functional transformation of Zagreb brownfield areas on the city outskirts into housing developments with all the accompanying facilities and a good balance between the various uses of space contributed to integration of the area into the wider context and to the overall quality of life. One of the important integration factors is the use of space in the immediate vicinity of specific area. Planning and construction of a housing development in predominantly economic zone (Novi Jelkovec) leads to a much longer process of integration into the surrounding context than in the case of integration in the context of a residential and mixed-use area where the structure is already partially or almost completely defined (Špansko Oranice).

Construction of new housing developments stimulates the introduction of new public transport lines (Novi Jelkovec) and the development of new public transport systems (Špansko Oranice), which contributes to space networking, creates dynamic mobility and stimulates the use of public transport. Design and construction of housing developments based on organized programmes, such as the CSHCS, enables qualitative outcomes in urban planning, architectural and construction terms, allows rapid and integral implementation of large-scale interventions in the area and provides socially integrated housing and living conditions.

Transformation of the area does not necessarily lead to an increase in the percentage of the built structure. It primarily depends on the land use and facilities in the selected area before and after the transformation (Novi Jelkovec).

Table 3: Relation between selected themes of Aalborg Commitments and elements of comparative analysis.

Selected themes of <i>Aalborg Commitments</i> with their elements	Elements of comparative analysis					
	Planning and realisation	Land use and public transport before and after transformation	Structural transformation	Social housing programme	Spatial and urban planning documentation changes	Relation to the surrounding area
<b>PLANNING AND DESIGN</b>						
re-use and regenerate derelict or disadvantaged areas	+	+	+			
avoid urban sprawl by achieving appropriate urban densities and prioritising brownfield site over greenfield site development	+		+			
ensure the mixed use of buildings and developments with a good balance of jobs, housing and services (giving priority to residential use in city centres)		+			+	+
apply requirements for sustainable design and construction and promote high-quality architecture and building technologies	+		+	+		
<b>BETTER MOBILITY</b>						
increase the share of journeys made by public transport, on foot and by bicycle		+				+
<b>SOCIAL EQUITY AND JUSTICE</b>						
secure good quality and socially integrated housing and living conditions	+	+	+	+	+	+

Areas that were once monofunctional, enclosed and inaccessible due to specific use have become, as a result of transformation based on effective city planning policy, comprehensive urban planning and design, multifunctional, physically open and accessible to users of the surrounding area. They represent a generator of development in the wider context which can be seen from the changes in their immediate vicinity (construction of Pavlenski put residential complex which uses the accompanying facilities of Špansko Oranice housing development; conversion of the protective green area into mixed use area in order to enable the further building expansion towards the Sopotnica South area; conversion of the protective green area into economic – business use to accommodate further building expansion South-East of the Novi Jelkovec area).

Comprehensive transformation of Zagreb brownfields into housing developments contributes to sustainable development on the local level, thus fulfilling Aalborg Commitments - especially theme 5 *Planning and Design*, theme 6 - *Better mobility* and theme 9 - *Social equity and justice* (Table 3).

The effects of the transformation of Zagreb brownfields into housing developments show results of an action on the local level that have multiple positive impacts and benefits in the wider spatial context on the path of achieving sustainable development.

## Acknowledgement

This research is a part of the scientific project *Heritage Urbanism - Urban and Spatial Planning Models for Revival and Enhancement of Cultural Heritage* (2032) financed by Croatian Science Foundation, which is being carried out at the Faculty of Architecture, University of Zagreb.

## Literature and references:

- Agency for Transactions and Mediation in Immovable Properties (2016). *Poticajna stanogradnja*. <http://www.apn.hr/poticajna-stanogradnja>, accessed 10. 12. 2016.
- Bagaee, S. G. (2006): Redeveloping former military sites: Competitiveness, urban sustainability and public participation. *Cities*, 23 (5), 339–352. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2006.05.002>
- Bobovec, B. (2000). Housing care program for Homeland War victims, Methods of conducting large investment and architectural project. Master Thesis. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Architecture.
- Bobovec, B., Mlinar, I. (2013). Social Housing Construction Scheme in Croatia. *Prostor*, 21, 1 (45), 140–157.
- Decision on the adoption of a Detailed urban plan for the housing development on the grounds of the Špansko – Oranice military complex area. Official Gazette of the City of Zagreb, 22/2003.
- Decision on the adoption of a Detailed urban plan for the housing development at the Sopotnica - Jelkovec area. Official Gazette of the City of Zagreb, No. 22/2003.
- Dixon, T. (2007). The Property Development Industry and Sustainable Urban Brownfield Regeneration in England: An Analysis of Case Studies in Thames Gateway and Greater Manchester. *Urban Studies*, 44, 2379–2400. DOI: <https://doi.org/10.1080/00420980701540887>
- Dixon, T., Raco, M., Catney, P., Lerner, D.N. (Eds) (2007). *Sustainable Brownfield Regeneration – Livable Places from Problem Spaces*. Oxford – Malden – Carlton: Wiley-Blackwell.
- Ferber, U., Grimski, D. (2001). Urban Brownfields in Europe. *Land Contamination & Reclamation*, 9 (1), 145–148.
- Ferber, U., Grimski, D. (2002). Brownfields and Redevelopment of Urban Areas. Wien: Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies (CLARINET).
- Ferber, U., Grimski, D., Millar, K., Nathanail, P. (2006). Sustainable Brownfield Regeneration. Network Report. Nottingham: Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration Network (CABERNET).
- Gašparović, S., Petrović Krajnik, L., Hladki, T. (2015). Multimodal Nodes as a Potential for Multilevel Inter-connectivity and Sustainable Development. *Open Urban Studies and Demography Journal, Urbanity in motion – special issue, Suppl 1-M7*, 62–71. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/2352631901401010062>
- Mlinar, I., Šmit, K. (2008). Urban-planning Parameters in the Analysis of Housing Developments Zaprude and Sopotnica-Jelkovec in Zagreb. *Prostor*, 16, 1 (35), 116–125.
- Mlinar, I. (2009). Zagreb Housing Development after 2000 – Competition Designs and Constructions. *Prostor*, 17, 1 (37), 158–169.
- Mlinar, I. (2013). New housing developments in Zagreb. *Korak u prostor*, 11, 4 (44), 36–42.

- Sesvete Master Plan. Zagreb, The City of Zagreb 2003 and 2013.
- Standards in apartments, buildings, and housing developments within state-subsidized residential construction – Standards in housing developments. Zagreb: Građevinski institut, Udružene samoupravna interesna zajednica stanovanja grada Zagreba / Civil Engineering Institute, Joint self-management community of interest for housing of the City of Zagreb 1983 and 1984.
- Sustainable cities platform (1994). The Aalborg Charter. <http://www.sustainablecities.eu/aalborg-process/charte>, accessed 30. 1. 2017.
- Sustainable cities platform (2004). The Aalborg Commitments. <http://www.sustainablecities.eu/aalborg-process/commitments>, accessed 30. 1. 2017.
- Šimpraga, S. (2014). City constructing in the background. *Zarez*, 16 (398), <http://www.zarez.hr/clanci/gradogradnja-u-drugom-planu>, accessed 20. 2. 2017.
- Technical conditions for the design and construction of housing units in 20 locations of social housing construction in Zagreb between 1979 and 1980. Zagreb: Građevinski institut, Udružene samoupravna interesna zajednica stanovanja grada Zagreba / Civil Engineering Institute, Joint self-management community of interest for housing of the City of Zagreb 1979.
- The Act on State-Subsidized Residential Construction. Official Gazette of the Republic of Croatia, No. 109/2001, 82/2004, 76/2007, 38/2009, 38/2009 and 86/2012.
- The Zagreb Society of Architects (2016). Competitions, Results. <http://www.d-a-z.hr/hr/natjecaji/rezultati/>, accessed 30. 1. 2017.
- Vojnović, I. (2014). Urban sustainability: Research, politics, policy and practice. *Cities*, 39, S30–S44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.002>
- Zagreb Master Plan. (2003). Zagreb, The City of Zagreb, amendments in 2013.
- Zlatař, J. (2014). City profile – Zagreb. *Cities*, 39, 144–155. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2014.03.004>



Petrović Krajnik L., Mlinar I., Krajnik D. (2017). City planning policy: new housing developments in Zagreb brownfields. *Geodetski vestnik*, 61 (2), 246–262. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.246-262

**Assist. prof. Lea Petrović Krajnik, Ph.D.**  
 University of Zagreb, Faculty of Architecture  
 Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Croatia  
 e-mail: [lea.petrovic@arhitekt.hr](mailto:lea.petrovic@arhitekt.hr)

**Assoc. prof. Damir Krajnik, Ph.D.**  
 University of Zagreb, Faculty of Architecture  
 Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Croatia  
 e-mail: [damir.krajnik@arhitekt.hr](mailto:damir.krajnik@arhitekt.hr)

**Assoc. prof. Ivan Mlinar, Ph.D.**  
 University of Zagreb, Faculty of Architecture  
 Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Croatia  
 e-mail: [ivan.mlinar@arhitekt.hr](mailto:ivan.mlinar@arhitekt.hr)



# PREDLOG IZDELAVE NACIONALNEGA TOPOGRAFSKEGA MODELA (TNTM) V REPUBLIKI HRVAŠKI

# PROPOSAL FOR ESTABLISHMENT OF THE BASIC NATIONAL TOPOGRAPHIC MODEL (BNTM) IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Ivan Landek, Stanislav Frangeš, Marijan Marjanović

UDK: 528.4(497.5)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 27. 12. 2016

Sprejeto: 3. 6. 2017

DOI:10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.263-277

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 27. 12. 2016

Accepted: 3. 6. 2017

## IZVLEČEK

Začetek razvoja topografske izmere in izdelave topografskih kart v merilu 1 : 25.000 (TK25) v Republiki Hrvatski sega v leto 1993, ko je bil izdelan projekt STOKIS – Uradni topografski kartografski informacijski sistem (hrv. Službeni topografski kartografski informacijski sustav). S projektom STOKIS je bil določen topografski in kartografski model podatkov, določene so bile smernice za izdelavo hrvaškega topografskega informacijskega sistema (CROTIS) kot modela podatkov, na podlagi katerega je vzpostavljena temeljna topografska baza (TTB). Leta 2003 se je začela izdelava topografskih kart v merilu 1 : 25.000 (TK25) za celotno območje Republike Hrvatske, in sicer na podlagi obdelave podatkov, ki so jih uvažali v TTB. Model podatkov CROTIS se je z leti spreminjal glede na tehnološki razvoj področja prostorskih podatkov. Doslej so izdelali štiri različice sistema CROTIS. V članku je podan pregled razvoja sistema od prve do zadnje različice. CROTIS 2.0 je topografski model, ki se nanaša na zbiranje podatkov na kopenskem delu Republike Hrvatske. Ker je 30 % območja Hrvatske vezano na morje, bo v članku predstavljen tudi topografski model Hrvatskega hidrografskega inštituta (HHI) iz Splita. Z opisom možnosti za usklajitev obeh modelov je podan predlog novega temeljnega nacionalnega topografskega modela za območje Republike Hrvatske.

## KLJUČNE BESEDE

topografski model, objektni razredi, hrvaški topografski informacijski model (CROTIS), temeljni nacionalni topografski model (TNTM)

## ABSTRACT

The development of topographic survey and production of topographic maps in scale 1:25,000 in the Republic of Croatia started in 1993 with the completion of the project the Official Topographic-Cartographic Information System (STOKIS). The STOKIS project defined the topographic and cartographic data model. The Croatian Topographic Information System (CROTIS) was created using the guidelines from STOKIS as the data model that was a foundation for the establishment of The Basic Topographic Database (BTD). The topographic maps in scale 1:25,000 for the whole territory of Croatia were made by processing data uploaded in the BTD since 2003. The CROTIS data model has changed during the years due to technological development in the field of geospatial data. Up to this day, four versions of CROTIS have been produced. This paper will give an overview of the development from the first to the last version. CROTIS 2.0 is a topographic model that refers to the collection of data on the land area of the Republic of Croatia. As 35% of the area of the Republic of Croatia is covered by the sea, this paper will show the topographic model by the Croatian Hydrographic Institute (HHI) from Split. This paper for all propose The Basic National Topographic Model for the territory of the Republic of Croatia by the harmonization of the two mentioned models.

## KEY WORDS

Topographic model, object classes, Croatian Topographic Information System (CROTIS), Basic National Topographic Model (BNTM)

# 1 INTRODUCTION

The topographic mapping, as well as the wide field of geographic information, has been strongly influenced by the development of geographic information systems in the past decades (Foerster et al., 2010; Goodchild, 2010). In the Republic of Croatia, the Official Topographic-Cartographic Information System (STOKIS) was defined in 1993. The Regulation Regarding Topographic Survey and the Creation of State Maps (Official Gazette, 2008: Article 23) stipulates that the basic principles of topographic and cartographic databases establishment should be in compliance with the STOKIS. In the Article 25, the Regulation further defines the topographic databases (TD) creation principle, and in the Article 26, it defines the cartographic databases (CD) creation principle. Accordingly, the current STOKIS data model with data sources and CD hierarchy is shown in Figure 1 (Racetin, 2013).

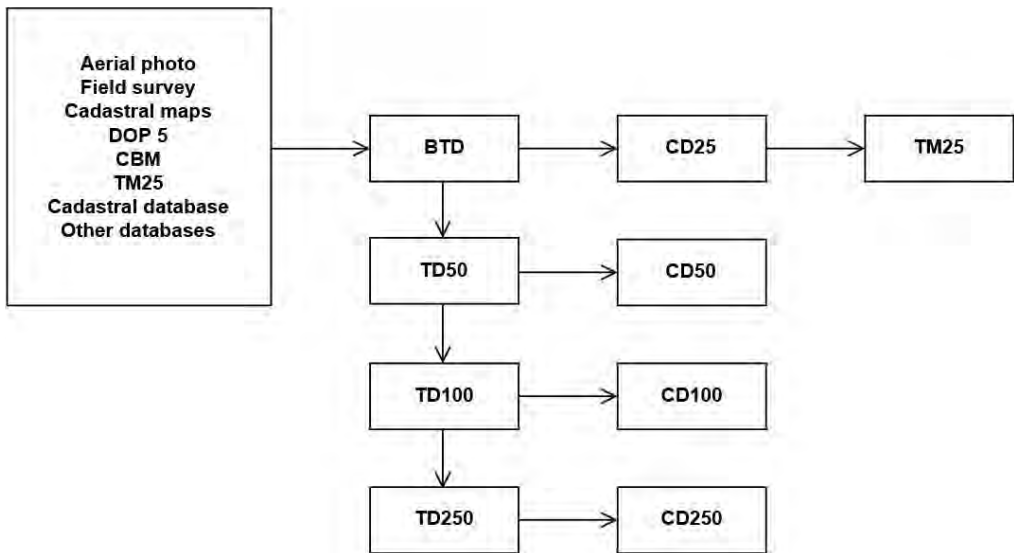


Figure 1: The Croatian Official Topographic-Cartographic Information System STOKIS.

The main source for the Official Topographic-Cartographic Information System is aerial photogrammetric imagery, while the secondary sources are field survey data, cadastral maps, digital ortophotos in scale 1:5000 (DOP 5), Croatian Base Maps in scale 1:5000 (CBM), Topographic Maps in scale 1:25,000 (TM 25) and other official databases and registers.

For the proposal of establishing a new topographic model in the Republic of Croatia, topographic models of Denmark, the Netherlands, Great Britain and Slovenia were analysed. In the Danish model, most of the inputs into the database are carried out on the basis of new aerial images and spot checks, i.e. the field survey (Bengtson, 2001). Furthermore, we analysed the Dutch basic model TOP10N within the Basic Topographic Registry (BRT), that is, analysis of main object classes of the TOP10NL (KADASTER, 2014) and the British topographic models (OS, 2014). The National topographic and cartographic system Slovenia (TKSS) is a collection of topographic spatial data in numerical or graphical, analogue and digital form. According to TKSS, production of official maps in scales 1:5000, 1:25,000, 1:50,000, 1:100,000, 1:250,000, 1:500,000 and 1:1,000,000 is predicted. Every scale has a data model,

specifications and cartographic key. The data model consists of object entities, object types and object groups (Petrovič, 2005; GURS, 2014). Anyhow, according to Stoter (2005), cartographic products are no longer, as before, the main objective of creating and maintaining topographic information systems. An important aspect here is optimization of cartographic production with automated generalization of topographic data (Stoter et al., 2013).

## 2 DEVELOPMENT OF THE CROATIAN TOPOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (CROTIS)

After 1990, work on the official cartography development strategy in the Republic of Croatia started. Geospatial data are data about objects and appearances on the surface or under the earth's surface that are commonly shown on the maps. In the field of cartography, there is a big connection to the geospatial data. The Official Topographic-Cartographic Information System (Frančula and Lovrić, 1993) is the core document, which describes the strategy for multiannual development of cartography in the Republic of Croatia. After the introduction of the STOKIS, the analysis had been carried out to determine the most suitable data model for current situation in the Republic of Croatia. A research on the condition of geospatial data in the Republic of Croatia was conducted already in 1994 (Radić, 1994). Numerous scientists and experts from the Geodetic Faculty, State Geodetic Administration and private companies participated in the research. The Croatian Topographic Information System (CROTIS) was proposed and adopted as a result of the research (Biljecki, 1996). CROTIS is a basic document, which gives a classification of the official topographic data during its collection, editing, accuracy, depiction and exchange. After photogrammetric restitution and topologic processing, data are stored into the Basic Topographic Database (BTD). BTD was established in 2003, and by the end of 2010, the process of initial data upload for the whole territory of the Republic of Croatia was completed.

The first version of CROTIS data model was defined on the basis of the German Authorative Topographic-Cartographic Information System ATKIS (germ. *Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem*) data model. ATKIS is a project for the German land survey by the BKG (germ. *Bundesamt für Kartographie und Geodäsie – Federal Agency for Cartography and Geodesy*), which in the first phase of digitalization consisted of one digital topographic model (DLM) and more digital cartographic models (DKM), and it had to be an upgrade of the classic analogue, printed map. Nowadays, the ATKIS has become a nationally standardised project, where the topography is described in a geo-topographic database and provided in the form of usage-oriented digital Earth surface models (ATKIS, 2016).

In 1990s, the Republic of Croatia did not have any experience in the production of topographic maps in scales smaller than 1:5000 (Basic State Map – BSM). After gaining independence in 1990, analyses were started to determine the most suitable topographic data model for the Republic of Croatia, supported also by the Norwegian funds. Based on the results of numerous researches and discussion at the national academic and professional level from that time, it has been concluded, that the best model was ATKIS. In parallel, analyses for the most suitable data model and possibilities of its implementation for the Republic of Croatia started. From 1990 to 1996, a number of studies were conducted to determine the basic guidelines for topographic model and it was named CROTIS 1.0. The CROTIS 1.0 model (Table 1) defined and standardized the data model as well as collection, processing, accuracy, topological relations and exchange of topographic data.

Table 1: CROTIS version 1.0 data model object units.

1000	PERMANENT GEODETIC POINTS
2000	BUILDINGS, COMMERCIAL AND PUBLIC OBJECTS
3000	UTILITY LINES
4000	TRANSPORT
5000	VEGETATION AND LAND TYPES
6000	WATERS
7000	RELIEF
8000	ADMINISTRATIVE AND TERRITORIAL ORGANIZATION, BORDERS
9000	GEOGRAPHICAL NAMES

The topographic model, issued by the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Croatia, consisted of 9 object units, 31 object groups and 101 object types. Object units that were included into the first CROTIS 1.0 document were: *Permanent geodetic points, Buildings, Commercial and public objects, Utility lines, Transport, Vegetation and land types, Waters, Relief, Administrative and territorial organisation, Borders and Geographical names (toponymes)* (Table 1).

Following the CROTIS version 1.0 data model, the CROTIS version 1.1 was produced (Biljecki, 2009). Analyses and technological novelties showed that new exchange format EXPRESS, which was universal at that moment, must be adopted. The CROTIS version 1.1. was issued in 2002. In data model CROTIS version 1.1, 9 object units remained as in the model CROTIS version 1.0. Subsequently, the data model CROTIS version 1.2 was produced (Table 2), in which the object units of *Permanent geodetic points* and *Administrative and territorial organisation, borders* were extracted and are now maintained in the separated data bases. The data model CROTIS version 1.2 was adopted in 2009 (Table 2).

Taking into account the technological advances in the field of spatial data and European Union directives, new moments of spatial data development occurred. At the time of issuing of the INSPIRE Directive (INSPIRE, 2007), the Republic of Croatia had pre-accession agreements and all the novelties from the EU were carefully monitored. The EU published the INSPIRE Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council on 14 March 2007. The data model CROTIS version 2.0 is largely harmonised with the INSPIRE Directive and was adopted in 2014 (Divjak, 2013, 2014). The primary principle of the directive is sharing spatial data between all the interested subjects, and as the theme spectrum is very broad in the CROTIS version 2.0, all

of the basic components of interoperability concept and harmonisation were fulfilled (Landek et al., 2014).

Table 2: CROTIS version 1.2 data model object units.

1000 PERMANENT GEODETTIC POINTS
2000 BUILDINGS, COMMERCIAL AND PUBLIC OBJECTS
3000 UTILITY LINES
4000 TRANSPORT
5000 VEGETATION AND LAND TYPES
6000 WATERS
7000 RELIEF
<del>8000 ADMINISTRATIVE AND TERRITORIAL ORGANIZATION, BORDERS</del>
<del>9000- 1000 GEOGRAPHICAL NAMES (TOPONYMS)</del>

The data model CROTIS version 2.0 (Table 3) was defined in a way, compared to the CROTIS version 1.2, that the object unit *Vegetation and land type* was renamed to *Land cover and land use*. Unlike the previous model versions, this one was minimally expanded with the new contents. The new compound object classes, attributes and values occur due to the new approach to object grouping, the new data catalogue and due to harmonization of names with the associated definitions. The main objective was to minimize unidentified objects. Furthermore, all object classes, which were stored and updated in the Digital Terrain Model (DTM) database, were excluded from the object unit *Relief*. The former unit of *Vegetation and land use* was changed to a greater extent. The new object class *Land use* was introduced as a separate data layer within the unit of *Land cover and land use* that conceptually differ from the rest of the classes within the unit. The unit of Geographical names was renamed from “*Zemljopisna imena*” to “*Geografska imena*” (also Croatian translation for Geographical names but with the more suitable word). The greatest change refers to the way the polygon objects are presented. This is because the collection of data was adjusted to primitive graphical elements (point, line) and therefore area objects consisted of boundaries (line), which contained attributes of an area object. In the new model, every object can have one of a three given geometries (point, line, polygon) and contains all attributes provided by the model, as already defined by Mallgren (1982). Except from the definitions of object units, attributes and classes, definitions of attribute values are given in the new model, as well. In the model CROTIS version 2.0, abstract object upper-class „CROTIS object“ was introduced, which is a carrier of basic attributes of all classes in the model, as unique identifier, accuracy of collection, origin, life cycle data and so on (Landek et al., 2014).

Table 3: CROTIS version 2.0 data model object units.

BUILDINGS	<del>BUILDINGS, COMMERCIAL AND PUBLIC OBJECTS</del>
UTILITY LINES	
TRANSPORT	
LAND COVER AND LAND USE	<del>VEGETATION AND LAND TYPES</del>
HIDROGRAPHY	<del>WATERS</del>
RELIEF	
GEOGRAPHICAL NAMES (changes in croatian translation)	

The data model CROTIS version 2.0 is a topographic model similar to the topographic models of the Kingdom of Denmark and the Netherlands (Ključanin et al., 2014), where the topographic databases are provided for the scale 1:10,000.

### 3 TOPOGRAPHIC MODEL OF THE CROATIAN HYDROGRAPHIC INSTITUTE

The Hydrographic Institute of the Republic of Croatia (HHI), for its own purposes, has symbols and abbreviations, which are used for depiction on Croatian nautical charts. Symbols and abbreviations are published in the publication “Symbols and abbreviations used on charts” (Gržetić et al., 2013). Symbols and abbreviations are organised in following units (Gržetić et al., 2013):

- General,
- Topography,
- Hydrography,
- Navigational means and services and
- Alphabetical indexes.

From the publication, it is evident, which data are required to produce the topographic model of the Hydrographic Institute of the Republic of Croatia (Gržetić et al., 2013). In two object units of *Topography* and *Hydrography*, there are object classes that have been already processed in CROTIS. This means that most of the topographic and hydrographic data are collected, although the same data are already processed and collected in the Basic Topographic Database (BTD), which is based on the data model CROTIS at the State Geodetic Administration (DGU).

In the Republic of Croatia, as stipulated by the law, the State Geodetic Administration is responsible for topography of the land, while the Hydrographic Institute of the Republic of Croatia is in charge of topography of the sea. Therefore, a common data model would be the most appropriate basis for the national topographic model. Based on the publication about symbols and abbreviations used on charts from 2013 (Gržetić et al., 2013), object units, groups, classes and subclasses that the Hydrographic

Institute of the Republic of Croatia is collecting, were selected and compared with the data model of CROTIS 2.0 (Table 4).

Table 4: Overview of the topographic model structure from HHI and comparison to the CROTS 2.0.

		HHI	CROTIS 2.0
TOPOGRAPHY	Natural features	Coastline	Hillocks
			Flat coast
Sandy shore			
Stony shore			
Sandhills, Dunes			
Relief		Contour lines with values and spot height	✓
		Spot heights	✓
		Form lines with spot height	✓
Water features		River	✓
		Lakes	✓
		Salt pans	✓
Vegetation		Wood	✓
		Deciduous tree	✓
		Evergreen (except conifer)	✓
		Conifer	
		Palm	
		Swamp	✓
		Supplementary national symbols	Grass field
Vineyard	✓		
Paddy field			
Park, garden	✓		
Bushes	✓		
Lagoon			
Slough	✓		
Spring	✓		
Cultural Features	Settlements, Buildings	Buildings	✓
		Important building	✓
		Ruin	✓
	Roads, Railways, Airfields	Motorway	✓
		Road	✓
		Track, Path	✓
		Railway, with station	✓
		Cutting	✓
		Embankment	✓
		Tunnel	✓
Airport, Airfield	✓		

RECEVIRANI ČLANCI | PEER-REVIEWED ARTICLES

SI | EN

		HHI	CROTIS 2.0		
Landmarks	Other Cultural Features	Bridge	✓		
		Aerial cableway	✓		
		Power cable	✓		
		Telephone line			
	Landmarks	Supplementary national symbols	Overhead pipe		
			Pipeline on land	✓	
		Landmarks	Landmarks	Fence	
				Airplane landing field	✓
				Church	✓
				Church tower	✓
				Chapel	✓
				Cross	✓
				Temple	✓
				Mosque, Minaret	✓
				Cemetery	✓
				Tower	✓
				Water tower	✓
				Chimney	✓
				Flare stack	✓
				Windmill	✓
				Wind turbine	✓
				Wind farm	
				Radio mast	
				Radio tower	
	Radar mast				
	Dish aerial				
	Tanks	✓			
	Silo	✓			
	Fort	✓			
	Mine	✓			
	Caravan site				
	Ports	Supplementary national symbols	Watermill	✓	
Well			✓		
Fountain			✓		
Stadium			✓		
Ports	Hydraulic Structures in General	Dyke, Levee, Berm			
		Seawall	✓		
		Breakwater	✓		
		Groyne			
		Harbour Installations	Fishing harbour	✓	



		HHI	CROTIS 2.0			
			Boat harbour, Marina ✓			
			Yacht club, Sailing club			
			Pier, Jetty ✓			
			Pontoon			
			Dry dock			
			Basin ✓			
			Canals, Barrages	Canal ✓		
				Terminal		
			Public Buildings	Harbour Master's office		
				Custom office ✓		
				Health office ✓		
				Hospital ✓		
				Post office		
			HYDROGRAPHY	Depths	Depth Contours	Drying contour
					Offshore Installations	General
	Platform					
	Submarine Cables	Supply pipeline: oil, gas ✓				
		Supply pipeline: water ✓				
Tracks and Routes	Ferry	Ferry				
Areas and Limits	Anchorage and Anchorage Areas	Sea-plane operating area				
NAVIGATION AIDS AND SERVICES	Services	Supplementary national symbols	Public inn			
			Restaurant			
			Fuel station			
			Car park			
			Water Police			

RECEVIRANI ČLANCI | PEER-REVIEWED ARTICLES  
SI | EN

From the Table 4, it is clear that the majority of subclasses are already included and data are collected within the State Geodetic Administration's Basic Topographic Database (BTD) based on the topographic data model CROTIS version 2.0. Since the Hydrographic Institute of the Republic of Croatia (HHI) does not have a topographic data model, we suggest that the CROTIS version 2.0 topographic data model is updated with required extensions aiming to include object classes from the proposed HHI's topographic model. This new topographic model would be the basic national topographic model, as it would contain object classes that represent basic data on land and at sea.

#### 4 THE PROPOSAL FOR THE BASIC NATIONAL TOPOGRAPHIC HYDROGRAPHIC MODEL (BNTHM)

Joining the classes and sub-classes of the topographic models from the Hydrographic Institute of the Republic of Croatia and the State Geodetic Administration is the proposal of the new Basic National Topographic Hydrographic Model (BNTHM). BNTHM will be a unique model, which will provide the basis for topographic and hydrographic data collection, which will be available to use in different institutions. This will definitely reduce the costs and will avoid the problem of duplicating data as stipulates also by the INSPIRE (2007).

BNTHM would consist of object units and object classes that represent geospatial data for which both the Hydrographic Institute of the Republic of Croatia and the State Geodetic Administration are responsible.

In the continuation, a detailed overview of the Basic National Topographic Hydrographic Model by the object units is given: *Buildings*, *Transport*, *Land cover and land use*, *Relief* and *Hydrography*. In the contrary to the CROTIS version 2.0, the BNTHM model suggests that the object units of *Geographical names* and *Utility lines* are omitted i. e. it is suggested to extract them in the separate databases. Other institution in the Republic of Croatia will be responsible for the databases *Geographical names* (Institute for Croatian Language and Linguistics, Croatian Institute of History) and *Utility lines* (HEP – Hrvatska elektroprivreda, PLINACRO – transmission and sales of natural gas, JANAF etc).

### BNTHM – basic package

BNTHM – basic package contains information on the life cycle of objects and code lists that describe the method of determining the object, accuracy, data source and reason for the change on object (Figure 2).

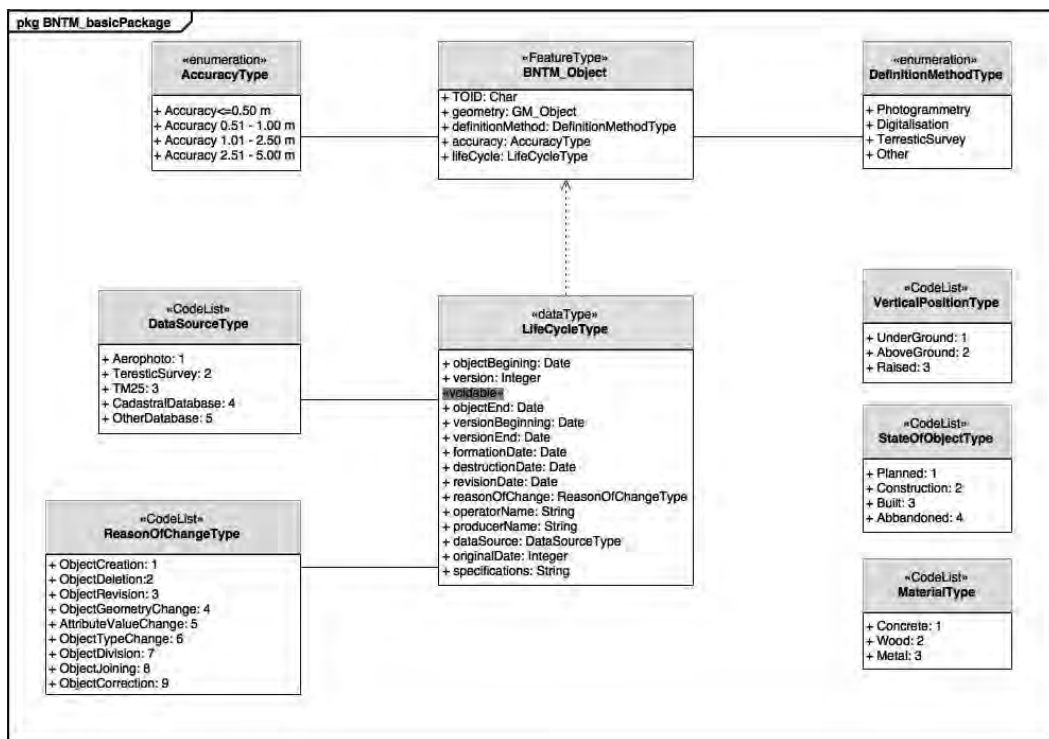


Figure 2: BNTHM – basic package.

### BNTHM – object unit *Buildings*

The proposed BNTM, the object unit *Buildings* (Figure 3) foresees the following change:

On the Code list for *BuildingType* from the Croatian Hydrographic Institute’s topographic model *Fort* and *Caravan site* have to be added.

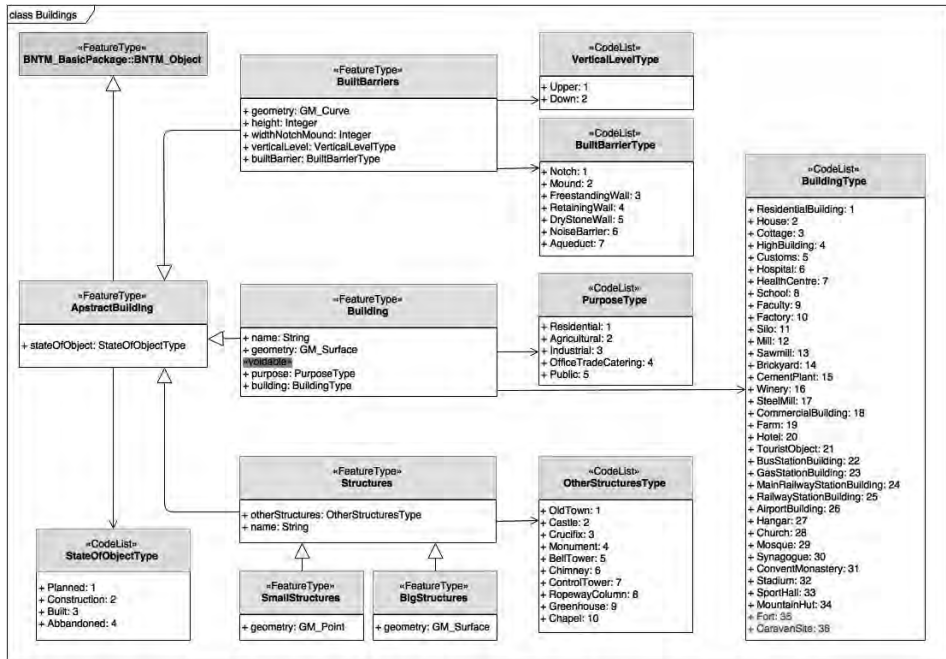


Figure 3: BNTM – object unit Buildings

### BNTM – object unit Transport

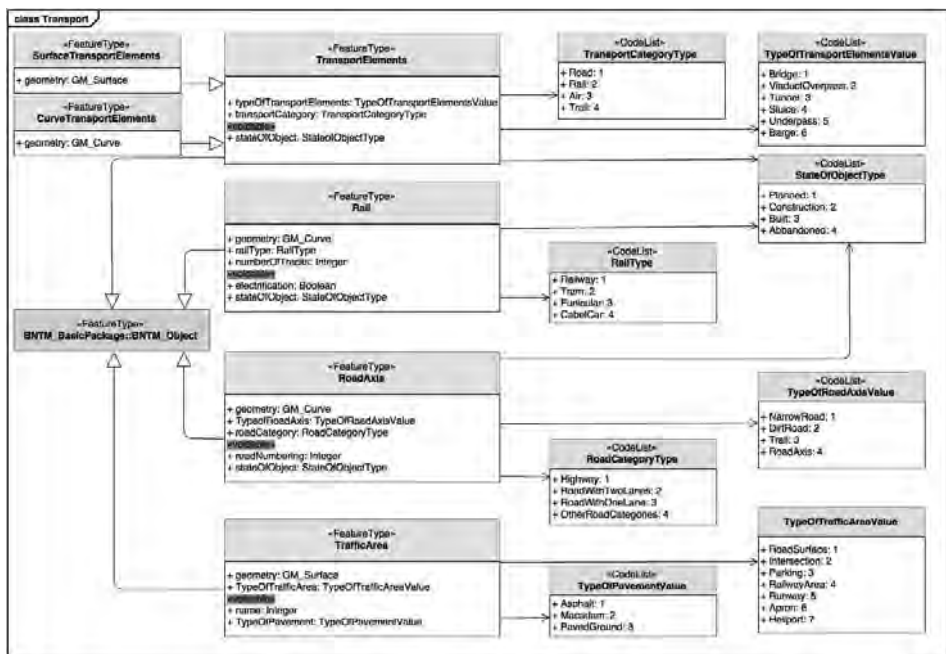


Figure 4: BNTM – object unit Transport

The proposed BNTM object unit *Transport* (Figure 4) has no changes compared to object unit *Transport* within the CROTIS version 2.0.

### BNTM – object unit *Land cover and land use*

The proposed BNTM object unit *Land cover and land use* (Figure 5) foresees the following changes:

- On the Code list for *TypeOfPublicAreaValue* from the Croatian Hydrographic Institute’s topographic model *Runway, Apron* and *Seaplane Landing Area* have to be added,
- On the Code list for *TypeOfAgriculturalLandValue* from the Croatian Hydrographic Institute’s topographic model *Meadow, Conifer* and *Palm* have to be added,
- On the Code list for *TypeOfLandUseValue* from the Croatian Hydrographic Institute’s topographic model *Lawn, Paddy Field* and *Tree Plantation* have to be added.

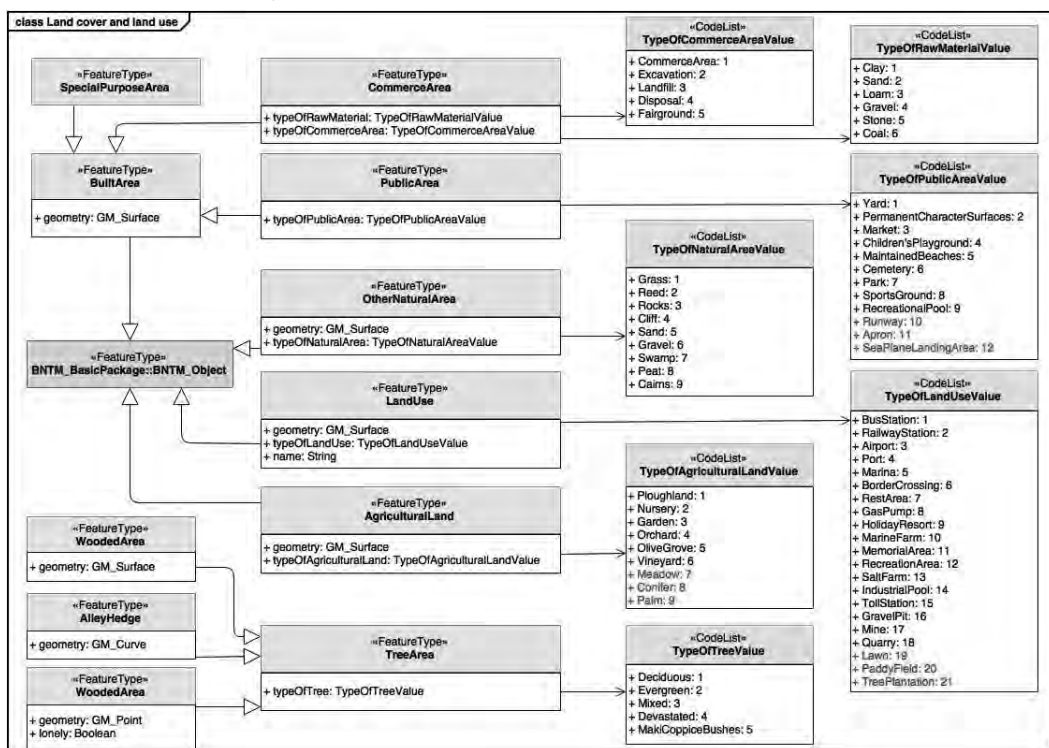


Figure 5: BNTM – object unit *Land cover and land use*

### BNTM – object unit *Relief*

Within the proposed BNTM object unit *Relief* (Figure 6), the following changes have to be applied/ added:

- *Data Type, Isoline* – *Geometry: GM\_Curve; IsolineCategory: IsolineCategoryType* together with the
- *Data Type: Contour Line* and *Data Type: Depth Contour*,
- *Data Type HeightPoint; Geometry: GM\_Point* and
- *Data Type DepthPoint; Geometry: GM\_Point*.

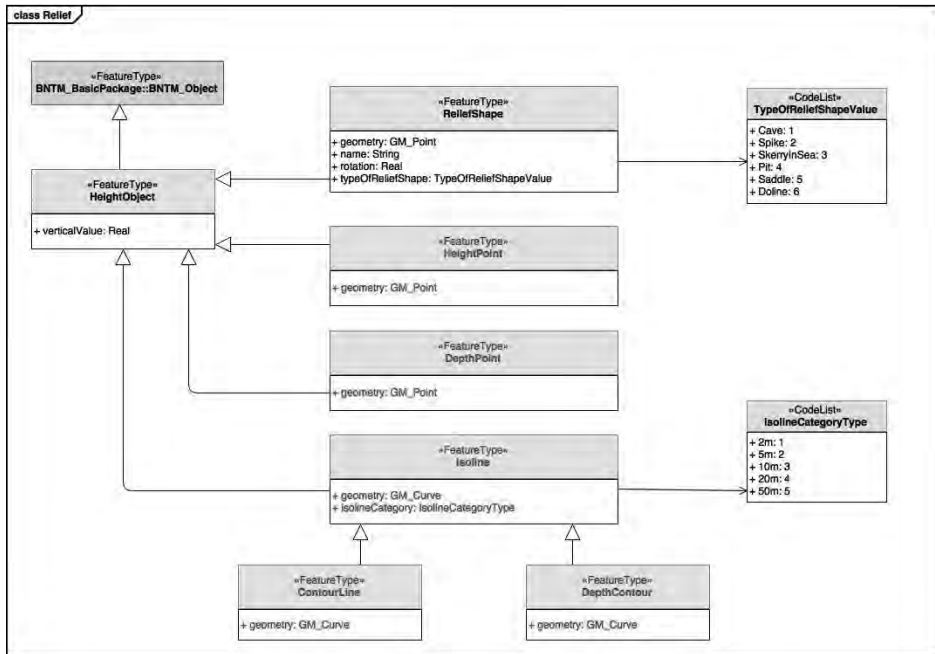


Figure 6: BNTM – object unit Relief.

### BNTM – object unit Hydrography

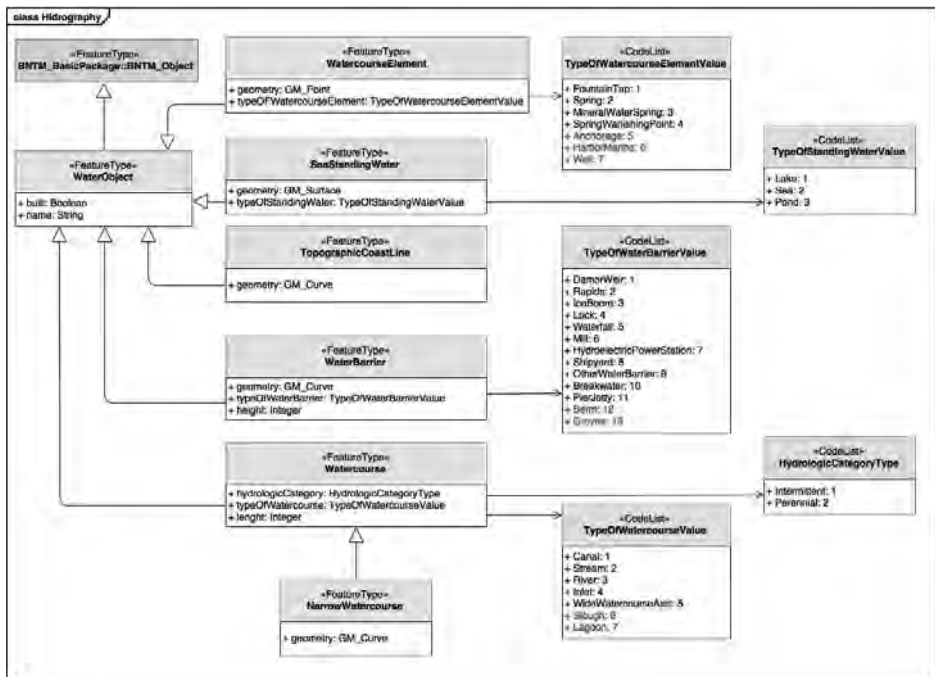


Figure 7: BNTM – object unit Hydrography

The proposed BNTM – object unit *Hydrography* (Figure 7) foresees the following changes:

- On the Code list for *TypeOfWaterBarrierType* from the Croatian Hydrographic Institute's topographic model *Berm* and *Groyne* have to be added,
- On the Code list for *TypeOfWatercourseElementValue* from the Croatian Hydrographic Institute's topographic model *Anchorage*, *Harbor/Marina* and *Well* have to be added,
- On the Code list for *TypeOfWatercourseValue* from the Croatian Hydrographic Institute's topographic model *Slough* and *Lagoon* have to be added.

## 5 CONCLUSIONS

The development of digital cartography in the Republic of Croatia began in 1990, when the project STOKIS (Official Topographic-Cartographic Information System) was proposed. After STOKIS, the Croatian Topographic Information System (CROTIS) was launched. CROTIS was developed as a part of the Croatian-Norwegian project in the 1990s. Experts from the Kingdom of Norway participated in this project. The project defined the first topographic data model in the Republic of Croatia.

The latest version of the topographic data model CROTIS version 2.0 is harmonized with the INSPIRE Directive EC/2/2007. In the proposed topographical model, certain changes have been applied within and between object classes, and some object classes have been left out because they are not under the jurisdiction of the State Geodetic Administration and are not collected in the Basic Topographic Database (BTD). According to the proposal of the topographic model, object unit *Geographical names* and object unit *Utility lines* are omitted and they are to be in separate databases. Similar happened already in CROTIS version 1.2, when the object units of the *Permanent geodetic points* and *Administrative and territorial organisation, borders* were displaced in separate databases.

For the purpose of the new topographic data model, all the analysed topographic data models (Danish, Dutch, British and Slovenian), although not presented in this paper, were considered in the research phase. At the first glance, they are similar, but depending on the country and the level of its economic development, each country has its own specifics. The proposed basic national topographic and hydrographic model (BNTHM) is unique and as such is best suited to the needs of development of the overall economy in the Republic of Croatia.

After a detailed analysis of the object classes that are collected by the Croatian Hydrographic Institute, it was noticed that the object units *Buildings*, *Transport*, *Land cover and land use*, *Relief* and *Hydrography* of CROTIS 2.0 differ in a small number of object classes. In this article the proposal for the establishment of the Basic National Topographic Hydrographic Model (BNTHM) is given. Since the State Geodetic Administration is in charge of topographic survey on land and the Croatian Hydrographic Institute for topographic survey at sea, the common BNTHM for the whole territory of the Republic of Croatia was proposed. BNTHM would be the basis for all institutions in the Republic of Croatia, which need geospatial data of the topographic survey in scale 1:10,000 in their work.

## Literature and references:

- ATKIS (2016). Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS). Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. <http://www.adv-online.de/AAA-Modell/ATKIS>, accessed 15. 11. 2016.
- Bengston, M. (2001). Design and implementing of automatic generalisation in a new production environment for datasets in scale 1:50,000 (and 1:100,000). Proceedings of the International Cartographic Conference, Beijing, China, 1076–1083.
- Biljecki, Z. (1996). CROTIS – topografsko informacijski sustav Republike Hrvatske. Zagreb: The State Geodetic Administration (DGU).
- Biljecki, Z. (2009). Implementacija rezultata projekta CROTIS-GML, dokument CROTIS 1.1. Zagreb: The State Geodetic Administration (DGU).
- Divjak, D. (2013). Prijedlog poboljšanja postojećeg sustava na temelju dosadašnjih projekata i iskustava. Zagreb: The State Geodetic Administration (DGU).
- Divjak, D. (2014). Hrvatski topografsko informacijski sustav 2.0 (CROTIS 2.0). Zagreb: The State Geodetic Administration (DGU).
- Foerster, T., Stoter, J., Kraak, M. J. (2010). Challenges for Automated Generalisation at European Mapping Agencies: A Qualitative and Quantitative Analysis. The Cartographic Journal, 47 (1), 41–54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/000870409X12525737905123>
- Frančula, N., Lovrić, P. (1993). Službeni topografsko-kartografski informacijski sustav – Idejni projekt. Zagreb: The State Geodetic Administration (DGU).
- Goodchild, M. F. (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. Journal of Spatial Information Sciences, 1, 3–20. DOI: <http://dx.doi.org/10.5311/JOSIS.2010.1.2>
- Gržetić, Z., Filipović, V., Tomić, V., Pogančić, M., Bročić, P., Glavurdić, A., Leder, N., Barišić, I. (Eds., 2013). Symbols and abbreviations used on charts. Split: Hydrographic Institute of the Republic of Croatia.
- GURS (2014). <http://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/topografski-in-kartografski-podatki/>, accessed 15. 6. 2014.
- INSPIRE (2007). Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32007L0002>, accessed 15. 6. 2014.
- KADASTER (2014). <https://www.kadaster.nl>, accessed 15. 6. 2014.
- Ključanin, S., Poslončec-Perić, V., Ponjavić, M., Karabegović, A., Landek, I. (2014). Strategija razvoja službene kartografije u Federaciji Bosni i Hercegovini. Sarajevo: The Federal Administration for Geodetic and Property Affairs (FGU).
- Landek, I., Marjanović, M., Šimat, I. (2014). Model podatka Hrvatskog topografsko informacijskog sustava CROTIS 2.0. Kartografija i geoinformacije, 13 (21), 30–51.
- Mallgren, W. R. (1982). Formal specification of graphic data types. ACM Transactions of Programming Language and System, 4(4), 687–710.
- OS (2014). <https://www.ordnancesurvey.co.uk>, accessed 15. 6. 2014.
- Pravilnik o topografskoj izmjeri i izradbi državnih karata (=Regulations Regarding Topographic Survey and the Creation of State Maps). Official Gazette of the Republic of Croatia No.109/2008.
- Petrović, D. (2005). Kartografija i geoinformacije u Sloveniji. Kartografija i geoinformacije 4, 17–28.
- Racetin, I. (2013). STOKIS u hrvatskoj pravnoj regulativi. Geodetski list, 2, 135–144.
- Radić, Z. (1994). Restrukturiranje i reprogramiranje geodetsko-prostornog sustava Republike Hrvatske s tehnološkom dogradnjom njegova informacijskog sustava (u novim uvjetima samostalne, suverene države koja se uključuje u europske sustave). Podprojekt provedba brzih promjena i konceptualna rješenja restrukuiranog geodetsko-prostornog sustava Republike Hrvatske (GEOPS). Zagreb: The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Croatia (DGU).
- Stoter, J. E. (2005). Generalisation within NMAs in the 21st century. Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Cartographic Conference. A Coruña, Spain.
- Stoter, J., van Smaalen, J., Bakker, N., Hardy, P. (2013). Specifying Map Requirements for Automated Generalization of Topographic Data. The Cartographic Journal, 46 (3), 214–227. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/174327709X446637>



Landek I., Frangeš S., Marjanović M. (2017). Proposal for establishment of The Basic National Topographic Model (BNTM) in the Republic of Croatia. Geodetski vestnik, 61 (2), 263-277. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.263-277

**Ivan Landek, M.Sc.**

State Geodetic Administration (DGU)  
Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Croatia  
e-mail: [ivan.landek@dgu.hr](mailto:ivan.landek@dgu.hr)

**Marijan Marjanović, Ph.D.**

State Geodetic Administration (DGU)  
Gruška 20, HR-10000 Zagreb, Croatia  
e-mail: [marijan.marjanovic@dgu.hr](mailto:marijan.marjanovic@dgu.hr)

**Prof. Stanislav Frangeš, Ph.D.**

University of Zagreb. Faculty of Geodesy  
Kačićeva 26, HR-10000 Zagreb, Croatia  
e-mail: [stanislav.franges@geof.hr](mailto:stanislav.franges@geof.hr)

# KARTOGRAFSKE RAZISKAVE SPREMENB PROSTORSKE STRUKTURE ZEMLJIŠČ V KRAKOVSKI ČETRTI PODGÓRZE NA POLJSKEM V OBDOBJU 1847–2016

# CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF TRANSFORMATIONS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF LANDS OF PODGÓRZE IN KRAKOW IN POLAND IN THE PERIOD OF 1847–2016

Wojciech Przegon, Stanisław Bacior, Katarzyna Sobolewska–Mikulska

UDK: 349.414(438)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 17. 5. 2016

Sprejeto: 8. 6. 2017

DOI:10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.278-292

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 17. 5. 2016

Accepted: 8. 6. 2017

SI | EN

## IZVLEČEK

Prvi kartografski prikazi in raziskovanja s področja rabe zemljišč so nastali v Združenih državah Amerike že pred prvo svetovno vojno. V letih med vojnoma so takšna raziskovanja izvajali predvsem za potrebe regionalnega načrtovanja. Podatki in statistične metode omogočajo primerjavo med stanjem prostora v različnih časovnih obdobjih ter so v pomoč pri prostorskem načrtovanju na vseh ravneh. V prispevku so predstavljeni rezultati raziskave sprememb prostorske strukture zemljišč v četrti Podgórze (Poljska), ki je del mesta Krakow, in sicer v preteklih 169 letih. Temeljno gradivo za raziskave in analize so kartografska gradiva za izbrana obravnavana leta, to so leta 1847, 1909, 2003 in 2016. Na podlagi teh gradiv so bile določene značilnosti zemljiških parcel kot prostorskih objektov ter njihove spremembe v obdobjih 1847–1909, 1909–2003 in 2003–2016. V ta namen so bile izvedene računalniške prostorske analize, pri čemer so bile med drugim določene porazdelitve ter korelacije med izbranimi prostorskimi spremenljivkami, ki opisujejo lastnosti zemljišč oziroma parcelne strukture obravnavanega območja.

## ABSTRACT

The first maps and studies in the field of land use were initiated in the United States as early as before World War I. Between the two world wars such studies were carried out with the main focus on regional planning. Planning process at all levels is usually based on rich statistical materials, which allows to compare the state of the space in different time periods. In the presented paper, the authors investigated transformations of the spatial structure of lands for a part of Podgórze, the district of Krakow for the period of the past 169 years. Source materials utilised for the research works and analyses included cadastral maps from the selected analysed years, i.e. 1847, 1909, 2003 and 2016. Based on the mentioned materials, the characteristics of land parcels as spatial features were analysed and changes were determined for the periods of 1847–1909, 1909–2003 and 2003–2016 showing the present situation. Computer processing of maps was performed for this purpose, and distributions and correlations between spatial variables characterizing parcel structure were analysed for the study area.

## KLJUČNE BESEDE

katastrski načrt, zemljišče, parcela, prostorske analize, statistične analize, raba zemljišč

## KEY WORDS

cadastral map, land, land parcel, spatial analyses, statistical analyses, land use

Wojciech Przegon, Stanisław Bacior, Katarzyna Sobolewska–Mikulska | KARTOGRAFSKE RAZISKAVE SPREMENB PROSTORSKE STRUKTURE ZEMLJIŠČ V KRAKOVSKI ČETRTEI PODGÓRZE NA POLJSKEM V OBDOBJU 1847–2016 | CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF TRANSFORMATIONS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF LANDS OF PODGÓRZE IN KRAKOW IN POLAND IN THE PERIOD OF 1847–2016 | 278–292 |



## 1 INTRODUCTION

The first maps and studies in the field of land use were initiated in the United States already before World War I. Between the two world wars such studies were carried out with the main focus on regional planning. However, their greatest extension was noticed in England. The work published by Stamp (1948) is considered as the pioneer work of a very high scientific potential, related to investigations of land use in the cities. Stamp was the initiator and the executor of research works performed in the period 1930–1949 in England, Wales and Scotland; as a result, the new method of land use analyses was developed, which presented the spatial distribution of main land use forms.

Historical works include studies, which refer to the past development of a city and, at the same time, discuss issues of land use. Works by Conzen (1960) and Smailes (1964) can be mentioned as examples. Conzen (1960) analysed changes, which occurred in the spatial structure of Newcastle within the period of 230 years. The performed analyses allowed detection of a development cycle and pointed to the succession of land use forms, which were generalised onto other British cities. Smailes (1964) presented the general process of land use changes which had taken place in London since the Roman period till the sixties of the twentieth century; he also highlighted historical processes of transformations. Planning works are usually based on rich statistical materials, which allows to compare various data i.e. information. The authors of such works are mainly experts involved in spatial planning. Some works of American authors may be given as an example. Bartholomew (1955) performed comparative land use studies in 97 American cities of different size. He stated that in a city, land use mainly depended on the number of inhabitants and on the type of a city, i.e. whether a city was a central or a satellite place. The another American spatial planner, Chapin (1965), analysed 22 cities and discussed the theory of growth of cities and land use planning methods.

In Poland, research works concerning land use were performed by spatial planners, surveyors and geographers. Jahn (1946) presented the instruction on creation of a land use map for the entire country using a unified method. The results of the collective works on these issues were published in Poland in 1957 (Uhorczak, 1957). The works were performed by Polish universities and geography centres. A general land use map at the scale of 1:300,000 was produced; it was then photographically reduced to the scale of 1:1000000. During the first years after World War II works aiming at preparation of general plans of development of cities and suburban zones were also initiated.

Works by Bromek (1955, 1966) can be considered as the first achievements in this field. In his first work, the author explains trends and conditions of land use changes in Krakow, based on comparative analyses. He considers reciprocal interdependence between the environmental impacts on the intensity of a given type of land use and the impacts of a given type of land use on particular components of the geographical environment. In his second work (Bromek, 1966) discussed basic type of land use and changes which occurred within the last 100 years in Krakow and in the surrounding areas. He also distinguished land use zones, assuming the distance from the city centre. The results of the research work suggested that this distance was the basic factor, which influenced the division of lands and their types of use. In order to detect the impacts of the city centre, which result in “urbanity” or “suburbanity” of land use, the author defined certain measures, which became the basis for identification of particular land use zones.

Nowadays, many works in the fields of contemporary geodesy and cartography concern the use of digital maps or satellite images in the analysis of the land use or the environmental structures. The application of fractal analyses consisting in appraising the similarities of images provides valuable information on the spatial structure of the study areas (Buttenfield, 1995; Chen and Zhou, 2006). Furthermore, topologic, cartometric and statistic approaches to computer data processing together with selected procedures provide many options for spatial data analysis. These possibilities can be widened by means of statistical programming, photogrammetric and spatial analytical techniques. Among the others, Bitner (2015) suggested the method of land use analyses based on cadastral maps, using mathematical models as well as special statistical programs. The morphology of the parcel mosaic was investigated in Krakow (Bitner, 2015).

The development of digital cartography, including digital cadastral maps, have caused the wide use of maps as scientific research resources (Gotlib, 2008; Moellering, 2000). The morphological analyses of the spatial pattern created by cadastral parcel boundaries can be conducted using cadastral maps created within a geographic information system – GIS (Maguire et al., 2005). Apart from digital cadastral maps, these data concerning particular parcels included information, such as the area, the circumference and the coordinates of all cusps of polygons depicting parcels. The findings may lay the foundation for planning works related to the study on the determination of the degree of urbanization of a given area.

The study on land use in cities is connected with the introduction of new terms and definitions presenting specified areas of intensive use and frequent spatial alterations. In Slovenia, as an example, single classification of land use categories had not been established until the adoption of the 2007 Rules (OPN Rules 2007) on the format and drawing-up of municipal spatial plan and criteria for specifying settlement areas in need of restoration and for specifying areas for the settlements. Since that time, a new term relating to urban land use has been introduced in Slovenia (in Slovene: urbana raba; Drobne et al., 2014). The similar terminology has been introduced to the spatial planning documentation in Poland.

In the presented paper, the authors investigated transformations of the spatial structure of lands for a part of Podgórze, the district of city Krakow (Poland) for the period of 169 years. This allows determination of the intensity of landscape and land use changes and substitution of agricultural functions by elements characteristic of urban areas. Graphical computer techniques enable the visual evaluation of land divisions, which occurred within the period of 156 years. The knowledge of the development of social-and-economic relations in Podgórze and in Krakow allows to identify the reasons of transformations of types of land use, changes of land functions and surveying divisions of arable and building lands.

The aim of the research was to define the tempo and the scope of the alterations in the land use for the district of Podgórze in Krakow based on cartographic, archival and contemporary documentation.

## 2 METHODOLOGY

The methodology of the study is based on statistical, chronological and comparative analyses relating to the time periods for which cartographic data of the study area, the district of Podgórze in Krakow, were available. In this relation, the methodology involved the following chronology:

- Preparation and computer processing of maps;
- Measurements of spatial features of parcels in the periods of 1847–1909 and 1909–2003;

- Distributions and correlations between spatial variables of parcels for the periods of 1847–1909 and 1909–2003;
- Transformations of the spatial structure of lands in the period of 2003–2016.

Successive research included the analysis of correlation coefficients of the above features, which determined relations between the features of the parcel layout for the years 1847, 1909 and 2003. In the process of the interpretation, three elements were considered. Firstly, the scale of correlation is the following: 0–0.1: variables are not correlated; 0.1–0.3: weak correlation; 0.3–0.5: average correlation; 0.5–0.7: high correlation; 0.7–0.9 very high correlation; 0.9–1.0: complete correlation. Secondly, the minus sign (-) of the correlation coefficient means the reverse relation, i.e. when one feature increases, the other feature decreases; and the plus sign (+) of the correlation coefficient means that when one feature increases the other one also increases. The star sign (\*) is used to mark correlation coefficient that is not significant, and belongs to the range 0–0.3.

## 2.1 Characteristics of study area

Podgórze, a city of the 18<sup>th</sup> century located within the boundaries of medieval Krakow, is a phenomenon at the European scale. The uniqueness of Podgórze resulted from the situation when, on a narrow belt of lands between the Vistula River and the rock masses of Podgórskie Krzemionki, a type of a belt (line) city was developed whereas in the upper parts, close to Lasota Street, a residential area of a garden type was created. This practical, urban-and-architectural implementation preceded theoretical assumptions from the end of the 19<sup>th</sup> century, concerning the line city of Arturo Soryi and garden cities of Ebenezer Howard. In Podgórze, two landscape zones were developed. In the lowland, the zone of the urban, cultural landscape was developed, and on the southern and eastern slopes of Podgórski Kamionki, the zone of the agricultural landscape was created. The division into such landscape zones can be confirmed by land use forms presented in large-scale maps, cadastral maps and iconographic materials from the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries, as well as by the area balance of land use forms, based on measurements on maps covering different parts of Podgórze. This is also confirmed by the contemporary development of the Old Podgórze area, which is perceived as a public utility area (Chmielewski, 2013).

At present, changes in the structure of land use in Krakow are stimulated by the processes of metropolization resulting from spatial policy (Luchter, 2016) and urbanization (Reed et al., 2002; Exner et al., 2009), which are characterized by an increase in a number of parcels and decrease in their areas. Researches on the city of Krakow anticipate alterations in land use, inclusive of arable areas which over the last years have been subject to intense development and building processes. The forecasts to 2020 based on the research (Luchner et al., 2015) show a declining tendency for arable areas in the whole city of Krakow as well as in its particular districts including Podgórze.

## 2.2 Preparation and computer processing of maps

In order to analyse the spatial structure changes of the lands it was necessary to determine cartographic materials, which condition could guarantee that they could be used for comparing purposes. The cadastral map of Podgórze from 1847, at the scale of 1:2880, the cadastral map of the town of Podgórze from 1909, at the scale of 1:1000, and the cadastral map of Podgórze from 2003, at the scale of 1:1000, were selected. The analysis covered areas, which were dominated by agricultural activities in 1847, i.e. fragments of fields

of Bonarka, Wilki and Krzemionki (Figure 1). Figure 1 presents locations of the selected parcels and contains order numbers of the parcels – they are not cadastral numbers from the original map. The present transportation system of Old Podgórze is presented in the background in order to easily locate the discussed area. Its area equals to 75 hectares, which is approximately 14 of the past town communes of Podgórze (540 ha).



Figure 1: A general drawing of locations of selected parcels: Bonarka, Wilki and Krzemionki of the town community of Podgórze, covered by the results of the performed analysis, as for 1847; the original scale 1:2880. (Source: The State Archives in Krakow – pressmark 444. The authors' original work.)



Figure 2: A general drawing of locations of parcels in the parts of fields: Bonarka, Wilki and Krzemionki of the town community of Podgórze as for 1909; the original scale 1:1000. (Source: The University Archives in Krakow Faculty of Geodesy. The authors' own work.)

Figure 2 presents a fragment of the cadastral map of Podgórze from 1909. It may be noticed that not all sections of this map are in a good condition. This also influenced the selection of the study area. In order to illustrate the growing intensity of the parcel division process, the parcel structure from 1847 was presented on the map from 1909; thus it is possible to visually evaluate crosswise or lengthwise divisions of old parcels from 1847, as well as shapes and locations of new parcels from 1909.

Figure 3 presents a fragment of the cadastral map from 2003, originally provided at the scale 1:1000. This map belongs to the resources of the Krakow City Office, the Department of Geodesy. The structure of parcels of 1847 was also marked on this map.



Figure 3: A general drawing of locations of parcels in the Old Podgórze area as for 2003; the original scale 1:1000. (Source: The University Archives in Krakow Faculty of Geodesy The scale of work 1:6000. The authors' own work.)

Cartographic materials were prepared in three stages:

1. Scanning of existing maps using the drum scanner Eagle Anatech 3640 with the real resolution of 400 dpi.
2. Calibration (matching) and digitising (redrawing) of rasters and obtained raster images to nominal coordinates in the Krakow reference system. Calibration was performed using the Iras/B Intergraph software in Microstation v. SE Bentley environment.
3. The obtained drawings in the DGN format were used for further interpretation of results obtained from the measurements of parcels.

### 2.3 Measurements of spatial features of parcels in the periods of 1847–1909 and 1909–2003

Prepared cartographic materials were used for the analyses of selected 179 parcels from 1847, 775 parcels from 1909 and 576 parcels from 2003. Map descriptions allowed identification of parcels and types of

land use. The study involved inter alia the analyses of parameters of parcels, such as width, length, size, parameter distance between the parcel centre and a build-up zone (a straight line), distance between the parcel centre and the Podgórze centre – the market square (the straight line), types of land use, parcel shape and access to road. Due to extensive analyses, the original table presenting the results is not included in the paper.

The analysis of data allows to state that acquired and systematised data enabled the statistical analysis of transformation of the spatial structure of parcels in the periods of 1847–1909 and 1909–2003, using the STATISTICA software tool. Values, which characterised distributions and correlations between spatial features of parcels, allow to quantitatively recognise particular phenomena.

## 2.4 Distributions and correlations between spatial variables of parcels for the periods of 1847–1909 and 1909–2003

The basic statistical descriptive characteristics were considered as the features of the parcel layout for the years of 1847, 1909 and 2003. The following features of parcels for the analysed periods were assumed:

1. The parcel layout as: the size, width, length, elongation, perimeter and shape;
2. The parcel location as: the distance from built-up areas, the distance from the centre of Podgórze, access to the road;
3. The land use and divisions of parcels: the land use, number of parcels resulting from the division of one parcel in the period of 1847–1909, the number of parcels resulting from the division of one parcel in the period of 1847–2003.

The statistical calculations (Przegon, 2004) should be interpreted together with the images for the analysed years. Due to the high number of images, the figures below present the selection to illustrate the results: Figures 4, 5 and 6 present diagrams for selected parcels' characteristics in the study area from 1847, while Figure 7 illustrates the changes in the number of parcels in the study area for the period 1847–1909.

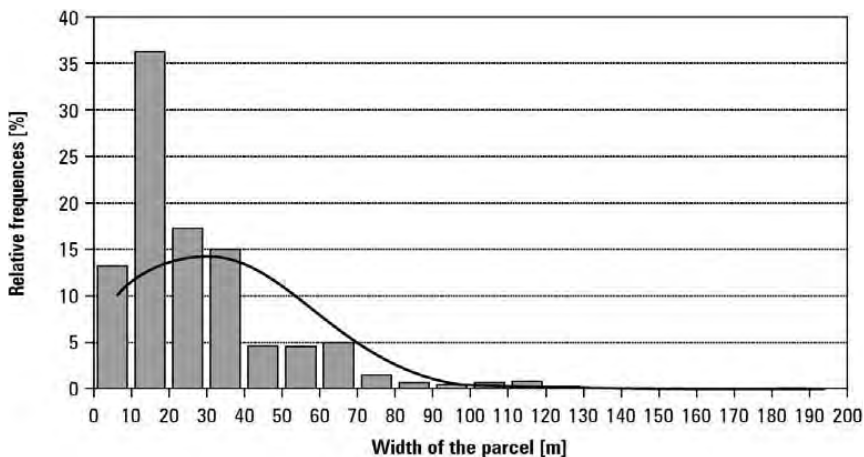
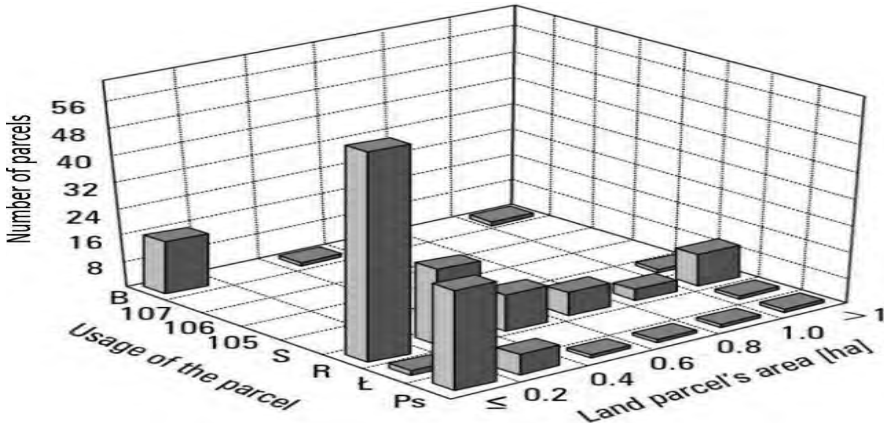
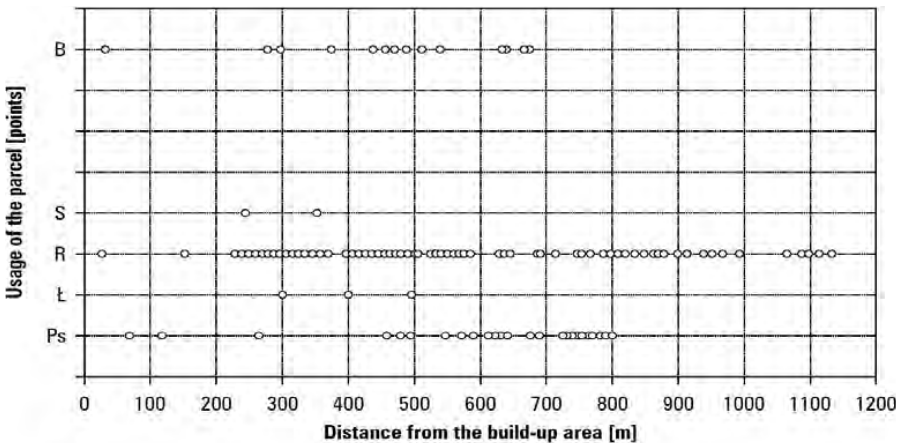


Figure 4: The distribution of numbers of parcels by their widths for the situation in 1847.



Definition of abbreviations in histogram: B – building area; S – orchards; R – arable area; ł – meadows; Ps – grazing  
 Figure 5: The histogram of size and types of land use of parcels in 1847.



Definition of abbreviations in histogram: B – building area; S – orchards; R – arable area; ł – meadows; Ps – grazing  
 Figure 6: The scatter plot of distances from built-up areas and types of land use in 1847.

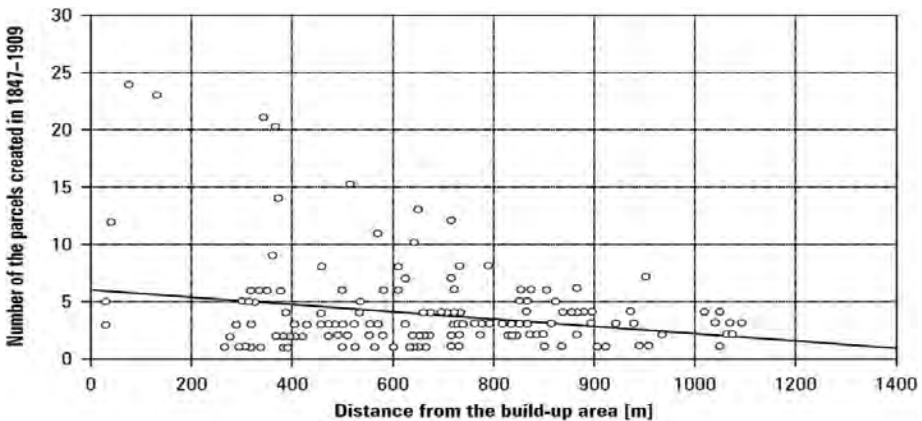


Figure 7: The scatter plot of distances from built-up areas and the number of parcels created in the period of 1847–1909.  
 Wojciech Przegon, Stanisław Baciór, Katarzyna Sobolewska–Mikulska | KARTOGRAFISKE RAZISKAVE SPREMEMB PROSTORSKE STRUKTURE ZEMLJIŠČ V KRAKOVSKI ČETRTI PODGÓRZE NA POLJSKEM V OBDOBJU 1847–2016 | CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF TRANSFORMATIONS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF LANDS OF PODGÓRZE IN KRAKOW IN POLAND IN THE PERIOD OF 1847–2016 | 278-292 |

## 2.5 Transformations of the spatial structure of lands in the period of 2003–2016

The vector cadastral map from the Centre for Geodetic and Cartographic Documentation in Krakow was used for the analysis of the current state of the real estate cadastre in 2016. After comparing with the land registry of 2003 it may be stated that in practice no larger changes occurred within the analysed 13-year period. Only several parcels were divided. Therefore, the parcels parameters were not significantly changed comparing to the year 2003. Many factors could influence this situation. The north-western part of the analysed area, presented in Figure 8 are the areas highly suffused by investments. The very dense development and high fragmentation of cadastral parcels occur in those areas. This influences the lack of interests and possibilities to divide them. The central part of the analysed area is the Bednarski Park (Figure 8). This area is fully covered with the park greenery. Areas planned for recreation and the area used for television and telecommunication services are located close to the analysed area. They are fully developed areas, where no significant changes related to the land registration occurred.

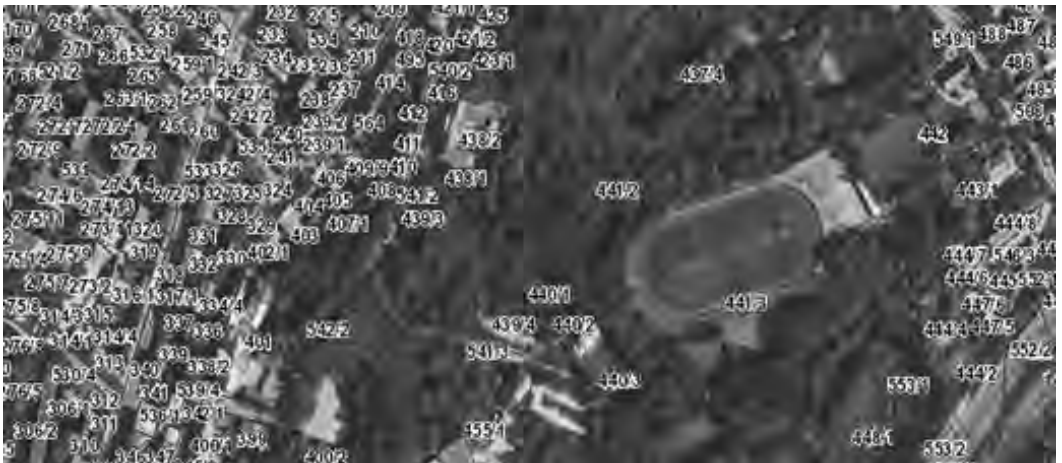


Figure 8: The north-west part of Podgórze - a fragment of an orthophoto with cadastral parcels. (Source: <http://mapy.geoportal.gov.pl>)

The southern part of the area, presented in Figure 9, is located in the direct neighbourhood of the stone pit. The area is mostly covered by trees. Some allotments are also located there. In this case changes in the land registry were not noticed as well. The important reason for the minimal changes in the spatial structure is the arrangement and development of railway, road and pedestrian transport.

The property structure has a strong influence on possible changes in the land registry. The property of the State Treasury and the City of Krakow prevails in this area. Although the parcels are big, it is not necessary to divide them as in the case of parcels being private property. On the other hand, private parcels included in the analysed area are usually small and intensively developed and therefore the possibility to divide them is limited. The private parcels situated in the southern part of the analysed area, completely covered by trees, are exceptions. They are big parcels, which have not been divided, most probably because of the low profitability of possible investments in that area.



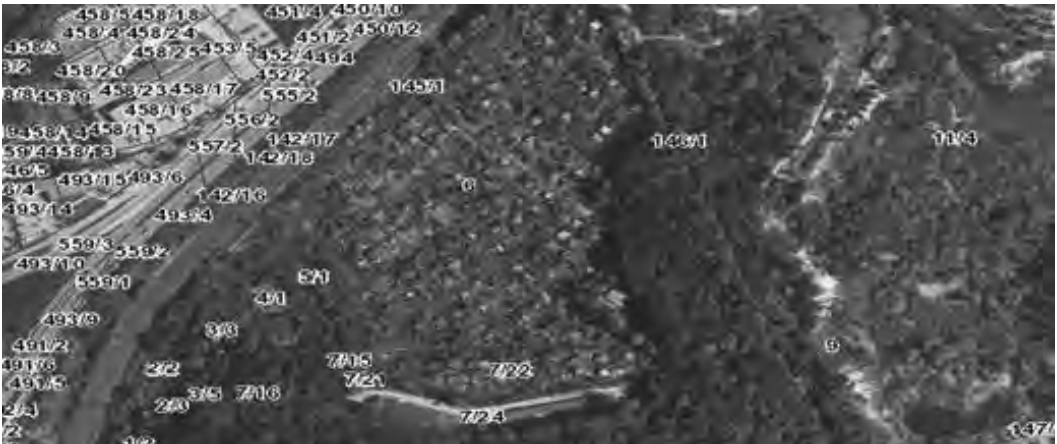


Figure 9: The south part of Podgórze – a fragment of an orthophoto with cadastral parcels. (Source: <http://mapy.geoportal.gov.pl>)

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

Acquired and analysed statistical materials allow to recognise relations between parcel features. Description of all diagrams and analyses of tables is very wide and therefore only those interpretations, which allow to sufficiently recognise transformations of the spatial structure of the selected part of Podgórze within the specified periods, are presented. Considering the above mentioned issues in the context of the situation in 1847 it should be stated that:

- The distance from the built-up zone and from the centre of Podgórze did not significantly influence the fragmentation and shapes of the parcels. Unimportant correlation coefficients are usually smaller than 0.10\*. Farther located parcels were slightly smaller and narrower or more elongated.
- The distance from the built-up zone influenced the land use significantly. Parcels were more intensively used close to residential areas, which is shown by the correlation coefficient  $r = -0.17^*$ . It should be stressed that the above mentioned trends commonly occur in rural areas.

When interrelations between the parcel layout features are interpreted it should be stated that bigger parcels are wider and longer. Relevant correlation coefficients are equal to:  $r = 0.85$  and  $r = 0.63$ . This not only proves the functional relations of those measures but also the high variability of the length and the width of the analysed parcels. The parcel length is relatively highly connected with its width (the relation – almost high), which does not occur in rural areas, since parcels are divided based on their size and not their width or length.

In the period of 1847–1909 big, long and wide parcels were divided. The correlation coefficient for the year 1909 varies between 0.4 and 0.7. In 2003, this trend is weaker but it still exists, since the correlation coefficient value remains between 0.3 and 0.4. Parcels located closer to the built-up zone were divided. The correlation coefficient for 1909 is equal to  $r = -0.21^*$  and for 2003  $r = -0.25^*$ .

Interpretation of the distribution of numbers of parcels by their sizes, widths and lengths in 1847 proves that parcels were too small (60% parcels smaller than 20 ares), too narrow (almost 50% parcels narrower than 20m) and too short (50% parcels shorter than 70m). These parameters are not favourable even in the case of horse cultivation.

In 1847 the distribution of distances between parcels and the built-up area is typical of residential areas developed along a road through a village. The distribution of parcels from residential centres in 1847 indicates that the minimal distance from a centre equalled to 400m. The histogram shape is not typical of a residential area located in the village centre. But it is typical of a village with a residential area located close to the boundaries. The distribution of the numbers of parcels created out of one parcel in the period of 1847–1909 proves that almost 80% of parcels were divided; they were mostly divided into 2–3 parts (50%) and into 4–6 parts (25%).

The distribution of parcels created out of one parcel in the period of 1909–2003 was decreased by approx. 25%, and approx. 40% parcels were not divided in 2003 comparing to the year 1909. The division into 2–3 parcels concerned 35% parcels, and the division into 4–6 parts concerned 15% parcel; one parcels was divided into three parts, on average.

The distribution of the numbers of parcels by land use proves that parcels on arable lands were dominating in 1847 (65%), which were characterised by the best outlay and the biggest area. Those was almost 22% pastures which was characterised by the worse outlay (smaller parcels). 10% of building parcels indicate that one building was allocated to the area of about 10 parcels.

The diagrams of the scatter of parcel features, i.e. correlations determined by correlation coefficients, point to the increase of distances from the built-up zone which is connected with the decreased land use intensity (correlation coefficient = -0.17\*). Pastures exists close to the densely built-up area (300–700 m). Arable lands exists with an even intensity between 200 and 1000 m. It should be noted, that changes in distances from the built-up zone significantly influence only the type land of use and the parcel shape; they do not influence the other features of a parcel.

The correlation between sizes of parcels and the number of parcels created in the period of 1847–1909 is also of great importance. The high value of the correlation coefficient ( $r = 0.72$ ) results from the clear tendency concerning division of parcels with big areas located in far distances. The parcel of 10 hectares divided into 87 small building lots can be shown as an example. This proves that in the 2<sup>nd</sup> half of the 19<sup>th</sup> century a city built-up area was developed in this part of Podgórze along the transportation route.

Some correlations between the features of parcels of 1909 are also interesting. Mutual connections of the features of parcel outlay may be seen by the following relations:

- connections between lengths and widths of parcels are expressed by the correlation coefficient of the value:  $r = 0.50$ . It is not a relation typical of parcels located in arable lands. Divisions of lands in a suburban zone are connected with creation of small building lots of smaller widths and lengths, compared to agricultural parcels;
- the parcel size mainly depends on its width ( $r = 0.83$ ). This is connected with the high, relative variability of the parcel width whose standard error is higher than the average value;
- the relatively strong influence of the parcel length on the parcel size ( $r = 0.64$ ) proves the high variability of lengths of parcels which is not always the case in agricultural areas;
- the shape of parcels is irregular since their size is bigger ( $r = 0.17^*$ ), they are longer ( $r = 0.25^*$ ) and wider ( $r = 0.21^*$ ). Obviously, parcels of longer parameters have disadvantageous shapes ( $r = 0.26^*$ ).

The performed analyses also covered relations between the distances from the built-up area, from the

Podgórze centre and the features of parcel outlays, their shapes and the types of land use. It was proved by the analyses that the influence of the distance from the built-up area on the size and the shape of a parcel is stronger than the influence of the distance from the town centre. Parcels located in longer distances from the built-up area are slightly bigger ( $r = 0.13^*$ ), wider ( $r = 0.11^*$ ), longer ( $r = 0.31$ ) and more elongated ( $r = 0.16^*$ ). They are also less intensively used ( $r = 0.58$ ).

The parcel use depends not only on the distance from the built-up area, but also on the features of the parcel outlay. Bigger and longer parcels are less intensively used. This means that mainly the small ( $r = -0.18^*$ ), narrow ( $r = -0.19^*$ ) and short ( $r = -0.35$ ) parcels are developed.

Interpretation of the distribution of numbers of parcels of 1909 by their size, width and length proves that parcels were very small (90% smaller than 20 ares), narrow (80% narrower than 20m) and very short (88% shorter than 70m). These parcel parameters are worse than these ones which characterised parcels in 1847, whose values equalled 60%, 50% and 50%, respectively. The bad parcel parameters were considered to be the following: the area smaller than 20 ares, the width smaller than 20 m, the length smaller than 70 m.

Analyses also covered the distribution of numbers of parcels by land use in 1909 with the distribution in 1847. In 1909 the analysed area was covered with building lots (49%), arable lands (29%), roads (14%), pastures (5%) and railways (3%). In 1847 the following values were noticed: arable lands (65%), pastures (22%), building lots (10%), meadows (2%) and orchards (1%).

A considerable increase of intensively used parcels occurred within 62 years. The results of the discussed analyses, performed at the micro-scale level for a selected area proved the general trend of succession of land use forms in the town of Podgórze. This phenomenon was particularly strong in the 2<sup>nd</sup> half of the 19<sup>th</sup> century. The scatter plot of distances between the parcels and the built-up area and the land use prove the high correlation of variables - the distance and the type of land use ( $r = -0.58$ ). This means that the land use intensity decreases when the distance between the parcel and the built-up zone is grows.

The analyses of distributions and correlations of parcel features in 2003, compared to the data of 1909, point that in 1847 and 1909 the influence of the distance from the built-up area was stronger than the influence of the distance from the town centre. In 2003 the land use more greatly depended on the distance from the town centre ( $r = -0.49$ ) than from the boundary of the densely built-up area ( $r = -0.32$ ). In other words, in 2003 a residential centre had a stronger influence on the type of land use than the neighbourhood of the built-up area. Comparing to 1909, the number of parcels was decreased in 2003, but their sizes, lengths and widths increased. Important changes in the parcel widths occurred. The number of parcels of the width up to 10 m decreased from 49% to 37%, and the number of parcels of the width between 10 m and 20 m is bigger (an increase from 33% to 39%); it is very convenient for the parcel development. Parcel lengths were changing with the lower intensity than parcel widths. In 2003, 45% parcels were shorter than 25 m, i.e. 8% less than in 1909. The distance between the parcels and the built-up zone decreased in 2003 since this zone was systematically getting closer in the 20<sup>th</sup> century. Comparison between the distribution of the numbers of parcels according to the distance from the centre of a build-up area in 1909 and in 2003 proves that this distribution is more equalised in 2003. This also proves the lower fragmentation of lands in the analysed area. Considering the distribution of the numbers of parcels by the land use it may be noticed that

the number of arable parcels decreased from 29% in 1909 to 9% in 2003. The number of building lots was increased only by 5%. This proves that this part of Podgórze was already highly developed as early as at the beginning of the 20<sup>th</sup> century. Parcels used as forests, meadows and different types of land use also appeared. The area of parcels under the transportation networks was increased from 14% in 1909 to 18% in 2003.

When the shape and size are analysed it should be noticed that the scatter of lengths and widths and the scatter of lengths and size of parcels in 2003 were almost identical as in 1909; this is proved by the correlation coefficients. For the first relation they are equal to:  $r = 0.48$  in 2003 and  $r = 0.50$  in 1909; for the second relation:  $r = 0.65$  in 2003 and  $r = 0.64$  in 1909.

When the scatter of parcel distances from the centre of the built-up area and their land use are analysed for 2003 it may be stated that the land use in 2003 depend much more on the distance from the centre (Podgórski Market). than on the distance from the densely built-up area:  $r = -0.49$ ; this is opposite to the situation in 1909. Therefore, the role of the centre was increased. Forested areas which were created in the period of 1909–2003 are located in the furthest distances from the centre. These are the previous Bonarka fields. In 2003, building lots are dominating in the analysed area; their numbers are equalised in distance zones between 400 m and 1000 m. Arable lands cover only a small part of parcels, mostly located within the further distances from the centre, i.e. from 700 m to 1400 m. The influence of the parcel distance from the densely built-up zone on the parcel length is similar to the one in 1909 and it is equal:  $r = 0.35$  and  $r = 0.31$ , respectively, although this distance is considerably (2 times) smaller. For the scatter of the length and the land use in 2003 the correlation coefficient equals to  $r = -0.17^*$ . Since in 1909 the correlation coefficient equalled to  $r = -0.35$ , weaker relations between both variables are noticed in 2003. Longer parcels are still more frequently used as arable lands than building lots, however, this relation is weaker since the number of arable parcels is three times smaller than in 1909.

## 5 SUMMARY

Summarising the results of statistical, chronological-and-comparative analyses of changes in the system and outlays of parcels in the selected part of the past town of Podgórze and current Old Podgórze for the years of 1847–1909, 1909–2003 and 2003–2016 it should be stated that:

- Computer graphics allows fast, visual determination of transformation changes of the land use and the extension of surveying divisions, which occurred in the analysed area in the period of 156 years. The knowledge of social-and-economic relations in the given area allows to analyse reasons of existing divisions. For example, in 1909 in the area where “Ford Krzemionki” was located, all divisions which took place after the year 1847 resulted from redemption and destination of lands for military purposes. Since the sixties of the 20<sup>th</sup> century the “Kraków Krzemionki” television centre has been located there, that is why the current divisions result from changes of terrain functions and ways of development of this area.
- In the interpretation of distributions of variables and correlation coefficients between the parcel features for the year 1847 it was specified that some relations are typical of rural areas. It proves the previous observations that Podgórze was characterised by strong features of an agricultural town in that period. In the lowland part of Podgórze the urban type settlements were developed and in the arable zones of Krzemionki intensive agricultural activities were performed. This is proved by the domination of arable lands in the entire land use structure.

- During the 2<sup>nd</sup> half of the 19<sup>th</sup> century fragmentation of lands was intensified. In the period of 1847–1909 only 20% analysed parcels were not divided. Intensification of surveying divisions was caused by the development of the social-and-economic development of Podgórze. The demographic growth, industrial development, as well as the development of fortifications and railway transport were the reasons for succession divisions of lands, divisions resulting from sales of parts of agricultural and building parcels, expropriation of lands for military purposes and construction of railway lines, delineation of areas for industrial and housing development. The turnover of lands concerned both, the lands of the town and the private lands. 179 parcels presented on the cadastral map of 1847 were selected for the statistical analysis. In 1909, there were 775 parcels in the same area, and in 2003, their number was decreased to 576 parcels. The reduction of the number of parcels within 100 years is the rare case of an independent improvement of the spatial structure of lands. The extreme fragmentation, which occurred at the end of the 19<sup>th</sup> century, was a barrier for the urbanisation process. Parcels of the average size of 8 ares and the width of 13 m were too small and, in particular, they were too narrow for their appropriate development. As a result of the land market, small parcels were enlarged in order to meet the requirements of the urban development. In the period of 1909–2003 the average parcel size was increased to 11 ares and to the width of 17m, i.e. by approx. 30%. Advantageous changes of the spatial structure may also be explained through the disappearance of agricultural function in that area, development of areas for individual and multi-family houses and the final determination of areas for railway, road and pedestrian transport. Divisions related to industrial and military investments do not exist in the area.
- Performed analysis presented the transformations of the spatial structure in the selected area of the past town of Podgórze and the present Old Podgórze in the quantitative approach. Results of statistical analysis confirmed the trends of land use changes, which occurred in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries in the area.
- The analysis of distributions and relations between variables of parcels lead to interesting conclusions concerning processes of urbanisation and changes in terrain functions. They may be utilised in programmes of revitalisation of areas of high landscape and cultural values. In 2016, the analysis of the status of the land registry was performed and it was compared with its status of the year 2003. It should be stated that only several parcels were divided within the period of 13 years. Therefore, parcel parameters were not changed in comparison with to the year 2003. The programme of revitalisation of “Old Podgórze”, which is being performed at present is not related to property divisions and the land use structure.
- Statistical analyses of transformations of the spatial structure of a part of Podgórze performed for the periods of 1847–1909 and 1909–2003 prove that in the 2<sup>nd</sup> half of the 19<sup>th</sup> century the intensity of lands disaggregation was increased. In the period of 1847–1909 only 20% of parcels were not divided. The extreme disaggregation of lands was the barrier in the process of urbanisation.
- It should be stated that only several parcels were divided within the last 13 years. Therefore parameters of parcels were not changed compared to the year 2003. The process of revitalisation of “Old Podgórze” which is being implemented is not connected with property divisions and land use issues.
- Summarising the obtained results, it should be stated that considerable changes of the spatial structure did not occur in the analysed area in the period of 2003–2016 due to the specific location of that area.

The results should be considered by urban planners who are developing programmes of revitalisation of Podgórze, with the protection of landscape and cultural values.

### Literature and references:

- Bartholomew, H. (1955). *Land Uses in American Cities*. Washington: Harvard University Press.
- Bitner, A. (2015). Metoda morfologii mozaiki działek w analizach kartograficznych. *Przegląd Geodezyjny*, 6, 3–11.
- Bromek, K. (1955). Opracowanie szczegółowej mapy użytkowania ziemi dla Krakowa. *Przegląd Geograficzny*, XXVII (3–4), 589–604. <http://rcin.org.pl/dlibra/doccontent?id=17019>, accessed 15. 3. 2016.
- Bromek, K. (1966). Użytkowanie ziemi w Krakowie i przyległych częściach powiatu krakowskiego około 1960 roku. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego*, CXXVIII.
- Buttenfield, B. P. (1995). Object oriented map generalization: modeling and cartographic considerations. In *GIS And Generalization: Methodology And Practice* (pp. 91–106). Taylor&Francis Ltd. <https://www.amazon.com/GIS-Generalization-Methodology-Practice-Gisdata/dp/0748403191>, accessed 15. 3. 2016.
- Chapin, F. S. Jr. (1965). *Urban Land Use Planning*, 2 edition. Urbana: University of Illinois Press.
- Chen, Y., Zhou, Y. (2006). *Chaos Solitons Fractals* 35, 85.
- Chmielewski, M., Węclawowicz, G., Degórska, B., Bartoszczuk, W., Brzosko-Sermak, A. (2013). *Kraków Wyzwania rozwojowe polityki przestrzennej*. Warszawa: Seria Monografie Gospodarka Przestrzenna. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Conzen, M. R. G. (1960). The plan analysis of an English city centre. *Proceedings of the IGU Symposium in Urban Geography Land. Studies in Geography*, ser. B, 24, 383–414.
- Drobne, S., Žaučer, T., Foški, M., Žavodnik Lamovšek, A. (2014). Continuous built-up areas as a measure for delineation of urban settlements. *Geodetski vestnik*, 58 (1), 69–102. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.slv.2014.01.069-102>
- Exner, P., Šeba, P., Vašata, D. (2009). *Physica Acta* 388, 4619. <http://gemma.ujf.cas.cz/~exner/papers.html>, accessed 15. 3. 2016.
- Gotlib, D. (2008). Nowe oblicza kartografii – aspekty metodyczne i technologiczne. Warszawa: Polski Przegląd Kartograficzny, 40 (1), 21–27.
- Jahn, A. (1946). *Instrukcja sporządzenia jednolitą metodą, mapy użytkowania ziemi dla całego kraju*. Warszawa.
- Luchter, B., Walkosz, A. (2015). Prognozowanie zmian udziału użytków rolnych w powierzchni ogólnej Krakowa. *Kraków: Uniwersytet Ekonomiczny, Zeszyty Naukowe*, 6 (942), 63–80.
- Luchter, B. (2016). Przemiany użytkowania ziemi w strefie podmiejskiej Krakowa w okresie przemian strukturalnych. In A. Noworól, A. Hołuj (ed.), *Społeczno-ekonomiczne przemiany w strefie podmiejskiej miast: Studium przypadku Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego* (pp. 69–105). Warszawa: CeDeWu.
- Maguire, D. J., Goodchild, M. F., Batty, M. (2005). *GIS, spatial analysis, and modeling*. ESRI Press, OPN Rules 2007.
- Moellering, H. (2000). The scope and conceptual content of analytical cartography. *Cartography and Geographic Information Science*, 27 (3), 205–224. DOI: <http://dx.doi.org/10.1559/152304000783547858>
- Przegon, W. (2004). Zmiany użytkowania ziemi w procesie urbanizacji krajobrazu na przykładzie miasta Podgórze 1784–1915, (pp. 217–246). Kraków: Towarzystwo Wydawnicze Historia Jagiellonica.
- Sharp, T. (1946). *The Anatomy of the Village*. Penguin Books, Harmondsworth, Middlesex. <https://www.abebooks.co.uk/book-search/title/anatomy-a-the-village/author/thomas-sharp>, accessed 15. 3. 2016.
- Smailes, A. E. (1964). *The Site Growth, and Changing Face of London. The Geography of Greater London* George Philip and Son Limited (pp. 1–52).
- Stamp, L. D. (1948). *The Land of Britain – Its Use and Misuse*. London.
- Supranowicz, E. (1995). *Nazwy ulic Krakowa*. Kraków.
- Uhorczak, F. (1957). *Polska Mapa Przeglądowa Użytkowania Ziemi w skali 1:1000000*. Warszawa.



Przegon W., Bacior S., Sobolewska–Mikulska, K. (2017). Cartographic analysis of transformations of the spatial structure of lands of Podgórze in Krakow in Poland in the period of 1847–2016. *Geodetski vestnik*, 61 (2), 278–292. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.278-292](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2017.02.278-292)

**Assoc. prof. Wojciech Przegon, Ph.D.**

*University of Agriculture in Krakow, Faculty of Environmental Engineering and Land Surveying  
Balicka 253A; 30-198 Kraków, Poland  
e-mail: w.przegon@interia.pl*

**Assoc. prof. Katarzyna Sobolewska – Mikulska, Ph.D.**

*Warsaw University of Technology, Faculty Geodesy and Cartography  
Plac Politechniki 1,  
00-661 Warsaw, Poland  
e-mail: k.sobolewska@gik.pw.edu.pl*

**Stanisław Bacior, Ph.D.**

*University of Agriculture in Krakow, Faculty of Environmental Engineering and Land Surveying  
Balicka 253A; 30-198 Kraków, Poland  
e-mail: rmbacior@cyf-kr.edu.pl*

Wojciech Przegon, Stanisław Bacior, Katarzyna Sobolewska–Mikulska | KARTOGRAFSKE RAZISKAVE SPREMEMB PROSTORSKE STRUKTURE ZEMLJIŠČ V KRAKOVSKI ČETRNI PODGÓRZE NA POLJSKEM V OBDOBJU 1847–2016 | CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF TRANSFORMATIONS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF LANDS OF PODGÓRZE IN KRAKOW IN POLAND IN THE PERIOD OF 1847–2016 | 278–292 |

# PROTI NOVI REALIZACIJI ETRS89

# TOWARDS A NEW REALIZATION OF ETRS89

*Klemen Medved, Sandi Berk*

Pod okriljem Mednarodne zveze za geodezijo (*International Association of Geodesy* – IAG) delujejo podkomisije za regionalne referenčne sestave. Skrajšan naziv podkomisije za Evropo je EUREF (*European Reference Frame*). Ukvarja se z definicijo, realizacijo in vzdrževanjem evropskega prostorskega referenčnega sistema. Tesno sodeluje z EuroGeographicsom – konzorcijem evropskih državnih geodetskih uprav (*National Mapping and Cadastre Agencies* – NMCA). Podkomisija EUREF organizira letne simpozije, ki se jih udeležijo predstavniki večine evropskih držav. Letošnje srečanje je potekalo v Vroclavu na Poljskem med 17. in 19. majem, prišlo je več kot sto predstavnikov iz 28 držav.

Vsako leto je na simpoziju predstavljena vrsta strokovno-znanstvenih prispevkov, ki obravnavajo tematiko uvajanja enotnega evropskega koordinatnega sistema in z njim povezane teme. Poudarek je na evropskem prostorskem referenčnem sistemu (ETRS89 in EVRS), geodetskih omrežjih (EPN, UELN, EUPOS idr.) in merskih tehnikah v geodeziji (GNSS, nivelman, gravimetrija idr.). Predstavljena so tudi nacionalna poročila o aktualnih dejavnostih posameznih držav. Simpozij se konča z razpravo in sprejetjem resolucij.

Kot večina članic smo tudi mi predstavili svoje nacionalno poročilo v povezavi z izvajanjem resolucij EUREF in dejavnostmi na področju uvajanja skupnega evropskega referenčnega koordinatnega sistema (EUREF, 2017: prispevki iz Vroclava 2017). Na letošnjem simpoziju so bile sprejete štiri resolucije, ki prinašajo smernice za nadaljnje delo na tem področju.

## 1 NEKAJ AKTUALNIH ZADEV S SIMPOZIJA

Letos je bil sprejet nov (posodobljen) statut EUREF (*EUREF Terms of References*), ki je nadomestil do sedaj veljavnega iz leta 2008. Med spremembami velja omeniti preimenovanje tehnične delovne skupine (*Technical Working Group* – TWG) v upravni odbor (*Governing Board* – GB). Njegova poglobljena naloga še naprej ostaja priprava definicij, standardov, metodologij in politik pri ohranjanju poslanstva EUREF. Tako v upravnem odboru še naprej delujejo delovne skupine za posamezna področja, na primer za zgoščevanje EPN, deformacijske modele, nadaljnji razvoj ETRS89 ... Letos se je oblikovala tudi nova delovna skupina, ki bo zadolžena za pripravo gostega polja vektorjev hitrosti na območju Evrope (*WG on European Dense Velocities*).

Za potrebe obdelave podatkov evropske mreže stalnih GNSS-postaj (*European Permanent Network – EPN*) je bilo priporočeno, da skrbniki omrežij čim prej (najkasneje do konca leta) preidejo na izmenjavo podatkov v formatu RINEX3. Vse več držav namreč v svoja omrežja vključuje tudi evropski sistem Galileo, kar zahteva prehod na ta format.

V zadnjih letih je tudi veliko poudarka na vzpostavitvi evropskega sistema za spremljanje tektonike (*European Plate Observing System – EPOS*), katerega namen je združiti različne geoznanosti pod eno okrilje. Več lahko preberete na spletnih straneh (EPOS, 2017).

## 2 DILEME GLEDE REALIZACIJE ETRS89

V Sloveniji imamo veljavno realizacijo ETRS89, ki temelji na GPS-izmerah mreže trigonometričnih točk 1. reda v letih 1994, 1995 in 1996 (oznaka D96 iz zaokrožitve srednje epohe kampanj – 1995,55). Kombinirani izračun kampanj je bil izveden v ITRF96 oziroma ETRF96. Predvideva se, da je tej realizaciji že potekel rok trajanja, zato je bila v letu 2016 izvedena nova GNSS-kampanja *EUREF Slovenija 2016* (Medved, 2016). Sedaj smo v fazi izračuna oziroma obdelave podatkov izmere, zato je bila za nas zelo aktualna razprava o posodobitvi realizacije ETRS89. Že lani (EUREF-simpozij v San Sebastiánu) so namreč ob predlogu resolucije na to temo predstavniki posameznih držav izrazili nasprotujoča si stališča. Zato je bilo sklenjeno (EUREF, 2017: resolucija št. 3 iz San Sebastiána 2016), da se vsem evropskim geodetskim upravam pošlje vprašalnik v zvezi s to tematiko, kar se je tudi zgodilo v začetku letošnjega leta.

Glavni namen vprašalnika je bil ugotoviti zadovoljstvo pristojnih ustanov z veljavno realizacijo ETRS89, ki v večini držav temelji na ITRF2000. Prav tako je bil namen ugotoviti pripravljenost (ali potrebe) za/proti posodobitvi realizacije ETRS89, ki bi temeljila na ITRF2014. V letu 2016 je bila namreč objavljena nova realizacija ITRS z oznako ITRF2014. Avtorji so pokazali (Altamimi, 2016), da je natančnejša in na dolgi rok stabilnejša od predhodnih (ITRF2008, ITRF2005, ITRF2000 ...).

Če problematiko povzamemo na kratko: v evropskem prostoru in od podkomisije EUREF se priporoča realizacija ETRS89 prek ETRF2000 (EUREF, 2017: resolucija št. 3 iz Saint-Mandéa 2012). V večini (~ 70 %) držav so realizacije ETRS89 skladne s to resolucijo. Nekatere države pa uporabljajo tudi starejše ali novejšje realizacije, tako na primer slovenska temelji na ETRF96, švicarska na ETRF93, danska na ETRF92, španska na ETRF2005 ... Zaradi vplivov geodinamike (premikov tektonskih plošč) pa se vsakih nekaj let vzpostavi nov ITRF in posledično nov ETRF za območje Evrope. Na voljo so sicer transformacijski parametri, ki omogočajo prehode med različnimi realizacijami ITRS (ITRF, 2016), vendar pa je bistvenega pomena, v katerem referenčnem sestavu se izvede izračun koordinat točk.

Če bi torej želeli uveljaviti novi ITRF2014 oziroma ETRF2014 kot podlago za realizacijo ETRS89, bi to pomenilo spremembe koordinat od 2 cm (Grčija) do 7 cm (Velika Britanija). Zamik nikakor ni zanemarljiv. Glede na poslane rezultate vprašalnika, ki so bili deloma predstavljeni na simpoziju in bodo v kratkem dosegljivi tudi na spletnih straneh EUREF (EUREF, 2017), večina držav ne podpira teh sprememb. Glede na opisana dejstva je bila tako sprejeta resolucija (EUREF, 2017: resolucija št. 1 iz Vroclava 2017), v kateri se še vedno navaja uporaba ETRF2000 kot priporočenega referenčnega sestava pri realizaciji ETRS89. Bo pa na voljo tudi možnost uporabe ETRF2014. Tako je vprašanje o načinu realizacije ETRS89 prepuščeno posamezni državi.



### 3 SKLEP

V Sloveniji smo torej pred dilemo, na katerem referenčnem sestavu naj temelji nova realizacija ETRS89 – ETRF2000 ali ETRF2014. Izvesti nameravamo izračune GNSS-kampanje *EUREF Slovenija 2016* na oba načina in na podlagi analize rezultatov sprejeti končno odločitev.

Za konec pa omenimo še nekaj, kar je mogoče sklepati tako iz različnih prispevkov kot iz razprave: pri vzpostavljanju geodetskih referenčnih sistemov prihaja čas za uvedbo četrte dimenzije (časa). Nekatere države (na primer Avstralija, Islandija, Izrael ...) se s tem že resno ukvarjajo. Zelo zanimivo bo tako spremljati potek projekta *Dinamični referenčni sestav na Islandiji*, ki je bil predstavljen na letošnjem simpoziju (EUREF, 2017: prispevki iz Vroclava 2017). Torej bomo v prihodnosti zelo verjetno imeli opraviti s kinematičnim referenčnim sestavom. Osnovni pogoj za njegovo vzpostavitev pa bo vsekakor kakovosten geokinematični oziroma deformacijski model na območju posamezne države ali pa kar celotne Evrope.

#### Literatura in viri:

Altamimi, Z. (2016). Key Results of ITRF2014 and Implication to ETRS89 Realization. 26th Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF), Donostia/San Sebastián, Španija, 25.–27. maj 2016.  
<http://www.euref.eu/symposia/2016SanSebastian/01-02-Altamimi.pdf>

EPOS (2017). European Plate Observing System. <https://www.epos-ip.org/>

EUREF (2017). Symposia – Meetings, Presentations & Resolutions.  
[http://www.euref.eu/euref\\_symposia\\_meetings.html](http://www.euref.eu/euref_symposia_meetings.html)

ITRF (2016). Transformation Parameters. ITRF Website, IGN,  
[http://itrf.ign.fr/trans\\_para.php](http://itrf.ign.fr/trans_para.php)

Medved, K. (2016). GNSS-kampanja »EUREF Slovenija 2016«. Geodetski vestnik, 60 (4), 752–758. [http://www.geodetski-vestnik.com/60/4/gv60-4\\_medved.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/60/4/gv60-4_medved.pdf)



Mag. Klemen Medved, univ. dipl. inž. geod.  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: klemen.medved@gov.si

Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.  
Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: sandi.berk@gov.si

# A SI TI TUD IZ(B)RISAL SVOJO HIŠO?! HAVE YOU (WITH)DRAWN YOUR HOUSE, TOO?!

*Joc Triglav*

## 1 UVOD

V četrti lanski številki Geodetskega vestnika sem napisal prispevek *Geopodatki: javni vpogledi v višji prestavi* (glej [http://www.geodetski-vestnik.com/60/4/gv60-4\\_triglav2.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/60/4/gv60-4_triglav2.pdf)), v katerem sem z vzorcem ideje nakazal potencial javnega vpogleda v geolocirane napake in neskladja v podatkih o nepremičninah, še posebej tistih, ki zahtevajo ukrepanje lastnikov nepremičnin. Opisan je bil tudi predlog, kako bi javni vpogled obogatili z geolociranim prikazom statusov lastništva nepremičnin, ki bi vsakomur jasno in pregledno izkazal informacijo o stanju urejenosti lastniških podatkov za posamezno nepremičnino brez razkrivanja podatkov o samih lastnikih nepremičnin. Na koncu prispevka pa lahko najdemo še kratek opis povečane ponudbe kosti za glodanje, ki bo lastnikom nepremičnin pomagala, da počistijo podatke o svojih nepremičninah pred lastnim pragom s čim manj priložnostnega pljuvanja po geodetih.

Temo pogrevam zato, ker se je na letošnjem Geodetskem dnevu na Brdu pri Kranju skupaj »zložilo« nekaj ravno pravih drobcev spodbud in informacij v smeri gornjih idej. Zjutraj nam je avstrijska kolegica Gerda Schennach, predstavnica mednarodne zveze geodetov FIG, predavala o kakovosti, transparentnosti, odgovornosti, sodelovalnosti na področju nepremičninskih evidenc in sistemov, konkretnije o *Katastru 4.0 za ljudi od ljudi*. Hrvaški kolega Miodrag Roić je predstavil rezultate sistematične vzpostavitve katastra nepremičnin na Hrvaškem z izvedbo projektov katastrske izmere. Ena od njegovih ugotovitev je bila, da rezultati žal kažejo na dolge postopke tovrstne vzpostavitve katastra nepremičnin. Avstrijski geodet Dominik Mesner je v okviru svoje zelo dinamične predstavitve avstrijskih izkušenj v katastru z vidika pooblaščenega geodeta poudaril pomen strokovnosti in odgovornosti geodetov za kakovostno geodetsko delo in spoštovanje načel zakonitosti.

Kolegica Ema Pogorelčnik iz glavnega urada GURS je v okviru predstavitve informacijske prenove nepremičninskih evidenc med številnimi novostmi in posodobitvami omenila tudi vzpostavitev spletnega opozorilnega sistema za stavbe, ki bo vseboval možnost vizualno nazornih grafičnih opozoril in ukrepanj v primeru nepopolnih in napačnih podatkov. Marjan Čeh z oddelka za geodezijo FGG je predstavil načela in postopke za izboljšavo položajne kakovosti podatkov zemljiškega katastra.

Jurij Mlinar z MOP je v svoji predstavitvi Prostorskega informacijskega sistema in predvidene nove zakonodaje med drugim opozoril na pomanjkanje verodostojnih podatkov kot eno od večjih pomanjkljivosti obstoječega sistema in predstavil cilje ministrstva za vzpostavitev manjkajočih zbirk prostorskih podatkov. Sandi Berk nas je po več kot desetletnem razvoju, dopolnitvah in verifikaciji kompleksnega vsedržavnega modela trikotniške odsekoma zvezne afine transformacije postavil na dovolj trdna tla za izvedbo transformacije podatkov zemljiškega katastra iz sistema D48/GK v D96/TM. Nina Bogataj z vrhovnega sodišča RS nam je predstavila informacijski sistem elektronske zemljiške knjige e-ZK in njegovo funkcionalnost v povezavi s katastrom, na koncu pa pojasnila, da ne moremo pričakovati, da bodo lastnikom brez vpisanega rojstnega datuma v zemljiški knjigi po uradni dolžnosti pripisovali EMŠO, temveč bodo te postopke izvajali le na podlagi zahtev upravičenih strank.

V zadnjem delu predstavitev nam je Nikolaj Šarlah z MOP z zanimivim opisom georadarske metode »odprli oči« tudi za evidentiranje podzemne gospodarske infrastrukture. Jernej Tekavec z oddelka za geodezijo FGK nam je predstavil izzive na področju razvoja večnamenskega 3D-katastra nepremičnin v Sloveniji in sodobne trende na področju sistemov zemljiškega upravljanja. Oskar Sterle z oddelka za geodezijo FGK je opisal razvoj državnega omrežja SIGNAL in aktivnosti za sistematično ugotavljanje kakovosti realizacije koordinatnega sistema D96/TM, da bi ta lahko izpolnjevala pogoje za ustrezno georeferenciranje v državnem koordinatnem sistemu. Janez Urh z GURS je na primeru projekta nove izmere naselja Modrič v k.o. Kot ponazoril kakovostne rezultate izboljšanja katastra na območjih z velikimi odstopanji katastrskih podatkov od dejanskega stanja v naravi. Andrej Mesner iz podjetja Igea nam je s predstavitvijo pomembnih primerjalnih kazalnikov nastavljal ogledalo modernizacije sistemov zemljiške administracije v regiji, s poudarkom na štirih državah naše nekdanje skupne države: Hrvaški, Makedoniji, Srbiji in Sloveniji. Geodetski dan smo strokovno »zaokrožili« z okroglo mizo na temo vizije geodetske stroke, na kateri so pod vodstvom moderatorja Marjana Čeha direktorji geodetskih uprav – Anton Kupic (Slovenija), Slavce Trpeski (Makedonija) in Borko Drašković (Srbija) – ter Blaž Mozetič (ZGS) in Bojan Stopar (FGK) predstavili svoje poglede na razvoj geodetske službe v prihodnosti.

## 2 AKCIJA »TRIGLAV«

Za prijetno presenečenje in popestritev so sredi dneva poskrbeli organizatorji s predstavitvijo medijsko uspešne akcije slovenske geodetske službe v sodelovanju z agencijo za komunikacijski menedžment Taktik. Zasnovali so komunikacijsko akcijo »Triglav«, s katero so množično pritegnili slovenske medije s hit novico o na novo izmerjeni višini našega nacionalnega simbola. Triglav ne meri več 2864 metrov, ampak »kar« 34 centimetrov manj. Zaokroženo na cel meter je to še vedno 2864 metrov, ampak ob novici so šli »na limanice« prav vsi slovenski mediji, brnelo od komentarjev pa je tudi po družbenih omrežjih. Hkrati z udarno naslovno novico so mediji javnosti zelo odmevno predstavili rezultate strokovno zahtevnega triletnega projekta Geodetske uprave RS z naslovom *Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav*. Za domiselno akcijo so sodelujoči na 26. slovenskem oglaševalskem festivalu (kr. SOF) dobili veliko nagrado. Ideja, vredna posnemanja!



Slika 1: Dobitniki velike nagrade na 16. SOF za akcijo »Triglav« (z leve proti desni): Jurij Režek, Sanja Grobovšek, Matjaž Klipšteter in Matjaž Grilc.

### 3 »A SI TI TUD' NOT PADU?«

Med zgoraj navedenimi predstavitevami mi je občasno zacingljal zvonček z mislijo na pesem »Jes sm si pa nekaj zmislu«, ki nam jo je zvečer prvega dne na slavnostni akademiji med številnimi skladbami zaigral Big band Orkestra Slovenske vojske. Akcije »Triglav« sicer ni mogoče ponoviti, je pa mogoče s kakšno variacijo uporabiti njen recept za kakšno drugo akcijo. Tako bi si na primer glede na težave, ki jih imamo v geodetskih evidencah z evidentiranjem stavb, lahko izmislili ali bi si celo morali izmisliti kakšno odmevno akcijo, s katero bi ciljno pritegnili lastnike hiš, da poskrbijo za evidentiranje svojih stavb v geodetskih evidencah.

Gotovo se spomnite priljubljenega slovenskega filma *Ne joči*, Peter režiserja Franceta Štiglica iz leta 1964. Film je torej star že več kot pol stoletja, iz njega pa se vsi spomnimo Petrovega vprašanja »A si ti tud' not padu?«. Fraza je v desetletjih že ponarodela, saj tako lepo ponazarja marsikatero življenjsko situacijo, ko včasih »pademo« v takšno ali drugačno luknjo, iz katere moramo potem fizično ali duševno zlesti ven.

Ni dvoma, da smo Slovenci silno občutljivi na svojo lastnino, še posebej na svojo hišo, kdor jo ima. Hkrati pa že desetletja v nekakšni luknji negujemo prevladujoče prepričanje (razen nas geodetov, seveda), da bo za evidentiranje naše hiše v geodetske evidence »poskrbela država«, da je to zagotovo dolžna in da to ni tako rekoč že »od nekdanj« dolžnost in zakonska obveznost lastnikov. Ali ni že skrajni čas, da to prevladujoče prepričanje med ljudmi izbezamo iz luknje na plano?!



Slika 2: Prizor iz filma *Ne joči, Peter*, ko Peter začudeno vpraša: »A si ti tud' not padu?«

#### 4 ZAKONODAJA 20. STOLETJA NA POMOČ

Da se bomo geodeti lažje spomnili zakonskih podlag o obveznostih lastnikov, na kratko kronološko nazaj, preletimo dobesedno citirane primere določb geodetske zakonodaje 20. stoletja.

##### **Leto 1974**

##### **ZAKON O ZEMLJIŠKEM KATASTRU (ZZKat)**

(Uradni list SRS, št. 16-141/74, SRS 42-1868/86 (spremembe))

##### *25. člen*

*Lastniki oziroma uporabniki so dolžni prijaviti pristojnemu občinskemu geodetskemu organu vsako spremembo v vrsti rabe zemljišča in spremembo, ki vpliva na katastrski razred, in sicer v 30 dneh od nastale spremembe.*

##### **Leto 1965**

##### **TEMELJNI ZAKON O IZMERITVI ZEMLJIŠČ IN ZEMLJIŠKEM KATASTRU**

(Uradni list SFRJ, št. 15-297/55 z dne 3. aprila 1965.)

##### *12. člen*

*Uporabniki, lastniki in uživalci zemljišč morajo prigrasiti občinskemu upravnemu organu, ki je pristojen za geodetske zadeve, vsako spremembo v posestnem stanju in kulturi, kot tudi spremembe, ki vplivajo na določitev razreda, in sicer v 30 dneh od nastale spremembe.*

##### **Leto 1928**

##### **ZAKON O KATASTRU ZEMLJIŠTA**

(»Službene novine« od 19. decembra 1928 br. 14-VIII od 18/1. 1929)

#### Član 41.

*Održavanje katastra obuhvata primanje prijave, njihovo proveravanje i provođenje promena u katastrskom operatu.*

*Promene mogu nastati:*

- 1) u granicama jedne katastarske (porazne) opštine;*
- 2) u ličnosti posednika;*
- 3) u površini parcela;*
- 4) u kulturi zemljišta;*
- 5) u katastrskom čistom prihodu s obzirom na to da li zemljište postane ili prestane biti podložno porezu, bilo stalno ili privremeno, po čl. 10. i po tač. 6. čl. 11. Zakona o neposrednim porezima;*
- 6) zatim promene, koje nastaju privremenim oslobođenjem od poreza na zemljište pod tač. 1. do 5. čl. 11. Zakona o neposrednim porezima;*
- 7) olakšanjem poreza na zemljišta, koja su naročitim troškom i radom u plodnosti poboljšana, po čl. 13. i 17. Zakona o neposrednim porezima; dalje*
- 8) otpisom poreza na zemljište usled raznih elementarnih šteta po čl. 11. tač. 6. Zakona o neposrednim porezima;*
- 9) usled ispravaka raznih prijavljenih ili opaženih grešaka u katastarskim operatima bilo koje vrste.*

#### Član 42.

*Svaki je posednik dužan, da svaku ličnu i stvarnu promenu na svom imanju prijavi usmeno ili pismeno kod katastarske vlasti i to: - promene pod tač. 2. do 5 čl. 41. ovog zakona u roku od 60 dana nakon toga što nastanu:*

- promene pod tač. 1. i 9. čl. 41. ma kada;*
- promene pod tač. 6. i 7. čl. 41. do kraja one godine, u kojoj su nastali uslovi tih promena;*
- promene pod tač. 8. čl. 41. u roku od 8 dana računajući od dana elementarne štete.*

*Za prijavljivanje šteta po članu 12. Zakona o neposrednim porezima važe odredbe Uredbe o otpisu poreza u slučaju elementarnih šteta donete na osnovu pomenutog člana zakona o neposrednim porezima od 8. februara 1928. godine.*

### **Leto 1930**

#### **PRAVILNIK ZA VZDRŽEVANJE KATASTRA V OBČINAH, V KATERIH JE IZDELAN KATASTER NA PODLAGI PREMIERA**

*(Na podlagi odredb čl. 1 in 2 in pooblastila iz čl. 70 zakona o zemljiškem katastru z dne 19. decembra 1928, razglašenega v »Službenih Novinah - štev. 14—VIII. z dne 18. januarja 1929. Razglašen v »Službenih Novinah kraljevine Jugoslavije z dne 17. septembra 1930, št. 2,12—LXXV, brez obrazcev, ki jih pravilnik navaja. Popravki, razglašeni v »Službenih Novinah« kraljevine Jugoslavije z dne 1. oktobra 1930, št. 224—*

LXXVIII, so upoštevani.)

## VII. DEL, 2. RAZDELEK

### IV. NAZNANILA SPREMEMB NA ZEMLJIŠČU.

#### 1. Dolžnost naznanila.

#### Člen 23.

*Dolžnost naznanila sprememb na zemljišču po posestnikih v teku 60 dni — je splošna in obvezna. (Glej čl. 9 zakona o neposrednih davkih, čl. 42 zakona o zemljiškem katastru in čl. 8 tega pravilnika.)*

*Prav tako so tudi vse oblasti in ustanove dolžne v roku 30 dni prijaviti katastrskim oblastim vse nastale spremembe, za katere so v svojem delokrogu na kakršenkoli način uradno zaznale. (V prvi vrsti se tiče to vseh sodnih oblasti, čl. 43 zakona o zemljiškem katastru.)*

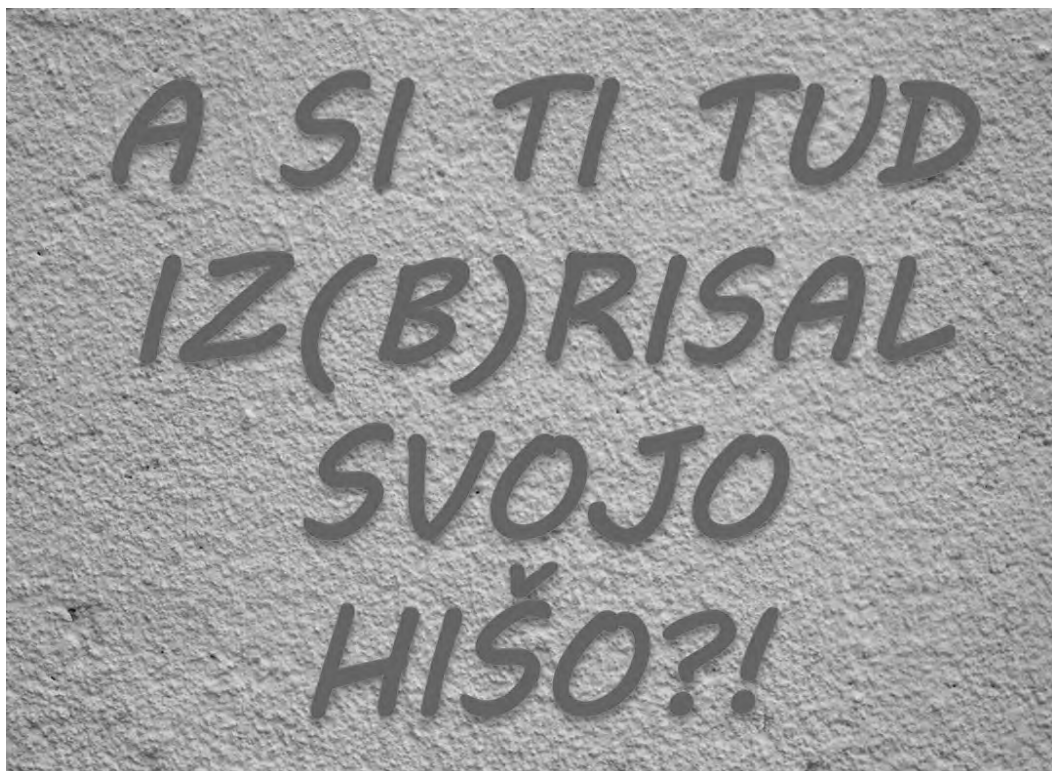
Določila vsakokratne veljavne zakonodaje za približno zadnjih sto let lahko priročno uporabimo v primerih, ko lastniki »ne razumejo« svojih dolžnosti in obveznosti glede evidentiranja svojih stavb v zemljiškem katastru.

## 5 A SITI TUD IZ(B)RISAL SVOJO HIŠO?!

To bi bil lahko slogan, ki bi ga ciljno posredovali v javnost, na primer ob uvodoma omenjeni vzpostavitvi spletnega opozorilnega sistema za stavbe, ki ga načrtuje GURS. Ob tako intrigantnem vprašanju bi zelo verjetno zastrigel z ušesi vsak državljan Slovenije, ki je lastnik hiše. In takih je veliko! Zelo veliko! Hitro bi začeli brskati po spletnem portalu GURS za podatki o svoji hiši, da bi videli, za kaj gre. Vsakdo bi hotel ugotoviti, kaj je zdaj to z njegovo hišo. Zakaj naj bi jo izrisal ali pa jo celo izbrisal? In zakaj se kdo sploh ukvarja z »mojo hišo« in kaj je narobe z njo? Ko bi lastnik na portalu našel svojo parcelo, pa bi ga na njej čakale zbirne opisne in vizualno podprte informacije o njegovi hiši, vključno z vsemi morebitnimi pomanjkljivostmi evidentiranja pri posameznih stavbah in napotki, kaj konkretno mora lastnik storiti za njihovo odpravo.

Strokovnjaki(nje) agencij za komunikacijski menedžment se gotovo lahko domislijo še bistveno učinkovitejših prijemov in boljših ciljnih sloganov za posredovanje temeljnega sporočila, ki se glasi: »Lastnik, poskrbi za geodetsko evidentiranje svoje hiše!«

Pa bodo slovenski mediji geodetom šli še enkrat na limanice? Ah, seveda bodo šli. Komaj čakajo na kaj takega. Slovenec, ki svoje hiše nima, vse življenje sanja o njej. Slovenec, ki svojo hišo ima, pa je nanjo praviloma življenjsko in čustveno silno navezan. Novica v zvezi z »mojo hišo« torej zanima vsakogar in se medijsko dobro prodaja. Saj se spomnimo, kako je potekal popis nepremičnin leta 2007? In kako je nekaj let kasneje potekalo obveščanje o posplošeni tržni vrednosti nepremičnin, ki smo ga komaj preživeli? Slovencem smo le pomahali z listom podatkov o njihovih hišah in že smo bili mesece dolgo glavna dnevna novica, bolje rečeno, tarča dnevnega obleganja lastnikov in medijev.



Slika 3: Ob vprašanjih v zvezi s »svojo hišo« Slovenci zastrizemo z ušesi ...

Akcija »Triglav« je pokazala, da dobra ideja lahko »dela čuda«. Njen uspeh bo težko doseči, vredno pa je posnemati uporabljeni pristop! Tudi tako bomo s pomočjo lastnikov lažje uresničili cilje in naloge iz uvoda tega prispevka, ki so bili predstavljeni na letošnjem Geodetskem dnevu, in v sodelovanju z lastniki stopili na pot proti »Katastru 4.0 od ljudi za ljudi« (cit. Gerda Schennach, FIG, predavanje Kataster 4.0, 45. Geodetski dan, Brdo pri Kranju, 24. 5. 2017).



*Dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.*  
 Območna geodetska uprava Murska Sobota  
 Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota  
 e-pošta: [joc.triglav@gov.si](mailto:joc.triglav@gov.si)



**DR. VLADIMIR GLOBOČNIK** **DR. WLADIMIR GLOBOČNIK**  
**PLEMENITI SORODOLSKI** **EDLER VON SORODOLSKI**

*Joc Triglav*

V nekdanjem Avstrijskem časopisu za geodezijo (nem. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, danes Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation – VGI) je pred okroglo sto leti izšel uvodni prispevek slovitega in uglednega dunajskega profesorja dr. Eduarda Doležala, ki je bil takrat in še desetletja zatem tudi urednik tega časopisa, leta 1910 pa je tudi ustanovil mednarodno združenje International Society for Photogrammetry (ISP, današnji ISPRS) in bil njegov prvi predsednik. Profesor dr. Eduard Doležal je svoj prispevek napisal ob upokojitvi dr. Vladimirja Globočnika (19. 11. 1860 – 27. 3. 1939), takratnega sekcijskega načelnika in generalnega direktorja avstro-ogrske Cesarsko-kraljeve generalne direkcije zemljiško-davčnega katastra (slika 1).



Slika 1: Naslovna stran Avstrijskega časopisa za geodezijo z naslovnim člankom, ki je ob upokojitvi dr. Vladimirja Globočnika izšel pred okroglo stotimi leti (<http://www.ovg.at/de/vgi-die-zeitschrift/ausgabe/872/>).

To dejstvo sem kot eno od stoletnih časovnih iztočnic uporabil v svoji predstavitvi ob 200-letnici razvoja katastra na Slovenskem na letošnjem Geodetskem dnevu. V tem prispevku pa je v obliki prevoda prispevka prof. dr. Eduarda Doležala podan podrobnejši zapis o tem Slovencu, ki je bil v začetku prejšnjega stoletja na čelu avstro-ogrškega katastra. Dodan je tudi dobesedno citirani zapis celotnega prispevka v nemščini. V ta namen sem le uredil besedilo, nastalo z optično prepoznavo besedila (angl. OCR – *optical character recognition*) izvirnega prispevka, ki je bil objavljen leta 1917 v Avstrijskem časopisu za geodezijo.

Najprej si torej preberimo prevod zapisa prof. dr. Eduarda Doležala ob upokojitvi dr. Vladimirja Globočnika plemenitega Sorodolskega, objavljenega januarja 1917 v 1. številki letnika XV takratnega Avstrijskega časopisa za geodezijo, za njim pa še izvirno besedilo v nemščini:

»Rojen 19. novembra 1860 v Čakovcu (Czakathurn) na Madžarskem, je Globočnik prejel temeljito izobrazbo od svojih staršev. Njegov na Kranjskem nepozabljeni oče je imel visok položaj v politični upravi Kranjske in služil tudi kot član te kronske dežele v dunajskem državnem zboru. Svoje gimnazijske študije je Globočnik opravil v Ljubljani in Trstu, kjer je opravil maturitetni izpit leta 1878, nato pa je odšel na študij na Univerzo v Gradcu, od koder se je kasneje preselil na alma mater na Dunaju.

Po opravljenih zahtevanih državnih izpiti je Globočnik leta 1882 začel kot konceptni pripravnik finančne direkcije v Trstu z delom v javnih službah in leta 1884 zaključil doktorski študij na Pravni fakulteti Univerze v Gradcu. V sedmih letih službovanja v pristaniškem mestu na Jadranu je imel mladenič priložnost temeljito spoznati vse veje davčnega poslovanja. Njegova dejavnost izven tržaškega finančnega urada mu je omogočila spoznavanje potreb podeželskega prebivalstva in na ta način je pridobil pomembne izkušnje za svojo poklicno pot.

Veselje do ustvarjalnosti in zmožnosti strokovnega razmišljanja so se Globočniku potrdile z zaposlitvijo v oddelku realnih davkov ministrstva za finance maja leta 1889. V tem oddelku, in kasneje v proračunskem oddelku kreditnega oddelka, je razširil obseg svojih finančnih sposobnosti; s svojo delovno etiko, strokovnim razmišljanjem in objektivnostjo njegovih odločitev ter urbanim in svetovalnim razmišljanjem je pridobil zaupanje in spoštovanje svojih kolegov in nadrejenih.

Leta 1897 je Globočnik prišel kot zastopnik referenta dvornega svetnika dr. barona Mensi-Klarbacha spet v oddelek realnih davkov in tako v razmeroma mladih letih nadaljeval na položaju, na katerem je lahko polno uporabil svoje znanje in svojo visoko delovno energijo za uspešen razvoj. Njegova temeljita učinkovitost je bila po odhodu barona Mensi-Klarbacha priznana leta 1899 z namestitvijo za referenta in leta 1900 z napredovanjem v ministrskega svetnika. Ko je leta 1910 potekala ponovna vzpostavitev generalne direkcije zemljiško-davčnega katastra, enako zaželena z vidika nacionalne geodetske službe kot ugleda poklica geodeta, je bil imenovan za generalnega direktorja v IV. vrednostnem razredu in pridobil naziv sekcijskega načelnika.

Na vseh položajih je Globočnik s svojim delom dosegal številne uspehe, še posebej pa je bil vesel, da se je pri svojih odločitvah in navodilih lahko zanesel na podporo in nasvete, ki sta mu jih nudila dva stara mojstra avstrijskega katastra, dvorna svetnika Broch in Jusa. Pod njegovim vodstvom so na novo izdali poligonalno inštrukcijo (nem. *Polygonalinstruktion*) in inštrukcijo za delo z mersko mizo (nem. *Mefstischinstruktion*) ter druga navodila za geodetska dela. Njegova je bila tudi pobuda za reorganizacijo litografskega inštituta, kakor tudi celovita prenova pravil za reprodukcijo katastrskih operativ v skladu s sodobnimi znanstvenimi načeli.

Povečal in opremil je oddelke za novo izmero, zmanjšal je katastrske okraje tako glede potreb po vzdrževanju evidenc kot glede ljudi, poenostavil je upravno urejanje postopkov za vzdrževanje evidenc in uvedel nujne dopolnitve. Dragocena je zbirka zakonov in predpisov (op. p.: slika 2) o zemljiško-davčnem katastru in njegovem vzdrževanju *Zusammenstellung der Gesetze und Vorschriften betreffend den Grundsteuerkataster und dessen Evidenzhaltung, dann der sonstigen Gesetze und Vorschriften über die Grundsteuer*, ki je bila leta 1912 s strani generalne direkcije zemljiško-davčnega katastra izdana v novi izdaji. Občasno so izhajali tudi zvezki uradnih objav (nem. *Mitteilungen der k. k. Generaldirektion des Grundsteuerkatasters*) z odredbami, odloki, spremembami inštrukcij itd. V severozahodnem delu Štajerske je bila začeta in testno izvedena nova triangulacija (nem. *Neutriangulierung*) z navezavo na mrežo stopinjskih merjenj (nem. *Gradmessungsnetz*) cesarsko-kraljevega Vojnogeografskega inštituta. Posebej je bil Globočnik zaposlen z vprašanjem standardizacije triangulacijskih del, to je s problemom, da se skoncentrirajo v enem oddelku, kar je nesporno v interesu ekonomike delovne učinkovitosti in najvišjega pomena glede skrbnosti pri porabi državnih sredstev za katastrske namene.

Za katastrsko osebje je bil Globočnik očetovski prijatelj, brez vsake pristranskosti glede nacionalnih ali političnih vprašanj, upravičene zahteve in pravice pa je ob vsakem času obravnaval s toplino in energijo. Zelo presenetljivo je, kaj je tako razumevajoč generalni direktor v tem pogledu dosegel, in že sama primerjava stanja iz leta 1899 s stanjem v letu 1912 jasno pokaže, da mu uradništvo katastra dolguje trajno zahvalo.

Te posebne Globočnikove skrbnosti se razen na njegova človeško naravnana občutenja navezujejo na dve njegovi posebej značilni lastnosti, to je skorajda prirojeni in tudi zgodaj razviti tehniški čut, ki mu je kot pravniku omogočil hitro in zanesljivo razumevanje tehniških geodetskih vprašanj, ki je v geodetskih strokovnih krogih pogosto zbujalo občudovanje, prav tako kot to, da je visoko cenil pomembnost tehniškega dela v modernem gospodarskem življenju.

Le redkim je znano, da je Globočnik tudi velik prijatelj umetnosti in visoko izobražen poznavalec umetnosti. Od mladosti in tudi v zrelih letih vse do današnjih dni ga življenjsko privlači spoznavanje tujih dežel, tujih ljudstev ter njihovih navad in običajev. Že kot študent na univerzi je dalj časa preživel v Berlinu in Rimu, kakor tudi v drugih nemških in italijanskih mestih. Načrtovano izvedena potovanja, na katerih je po vrsti prekriziral vse evropske države, so mu dala vpogled v pokrajinske značilnosti držav, posebnosti njihovega prebivalstva in usmeritve javnega življenja ter ga seznanila z mojstrovinami arhitekture in umetnosti, z vsemi čudovitimi kronskimi pričami evropske kulture, ki so v pričujoči svetovni vojni na tako težki preizkušnji. Na svojih poteh je iskal in našel tudi vpogled v katastrske institucije tujih držav. Od Nordkapa vse do Sicilije in od Gibraltara vse do Urala je spoznal našo staro celino, obiskal pa je tudi severno Afriko in Egipt, azijski del Turčije in Palestino. Obvladovanje sodobnih svetovnih jezikov in poznavanje več slovanskih jezikov so Globočniku na njegovih potovanjih omogočali užitek in zbiranje vtisov, ki so običajnim popotnikom nedostopni.

S teh potovanj, ki so izpolnjevala tega neutrudno aktivnega moža, se je vračal s svežim veseljem do dela in svežo delovno energijo na njemu tako ljubo delovno mesto na katastru.

Njegovi veliki dosežki v času njegove uradniške kariere so bili večkrat priznani pri najvišjih organih s posebnimi odlikovanji, kot je podelitev Reda Leopolda leta 1906 in križa z zvezdo Reda Franca Jožefa leta 1909. V juniju leta 1906 je Globočnik posredoval prošnjo za upokožitev in ob tej priliki so mu podelili tudi odlikovanje avstrijskega Reda železne krone II. razreda.

Pri polni telesni in duševni svežini se poslavlja od uradne službe, z velikim veseljem in zadoščenjem pa se lahko ozre na pomembna odlikovanja, ki mu jih je podelilo Njegovo visočanstvo pokojni cesar Franc Jožef I.

V krogih geodetskih tehnikov ne bomo pozabili, kako je Globočnik pravilno prepoznal visoko pomembnost katastrskega sistema in energično podpiral njegov tehniški razvoj, pri tem pa se posebej veselil njegovega bodočega razcveta kot tehniške službe na podlagi združitve celotne državne geodetske službe, in je pri tem vsekakor učinkovito sodeloval, kadar se mu je med njegovimi aktivnostmi za to ponudila priložnost.

Naj bo dragemu sekcijškemu načelniku Globočniku, ki ga uradniki katastra in vsi, ki smo imeli priložnost priti z njim v stik, nedeljivo občudujemo, podarjena prijetna življenjska jesen!

Na vseh delovnih mestih, ki jih je zasedal, se je izkazal kot preudaren in odgovoren ter v svojem veselju do dela neutruden državni uslužbenec, z nesebičnim in zelo srčnim zavzeanjem za interese svojih uslužbencev pa si je v njihovih srcih zagotovil trajne hvaležne spomine.

Doležal.«



Slika 2: Naslovna stran Zbirke zakonov in predpisov o zemljiško-davčnem katastru in njegovem vzdrževanju iz leta 1912, izdana v času, ko je bil generalno direkcijo katastra vodil dr. Vladimir Globočnik.

# ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN.

ORGAN

DES

VEREINES DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Redaktion: Hofrat Prof. E. Doležal und Baurat S. Wellisch.

Nr. 1.

Wien, I. Jänner 1917.

XV. Jahrgang.

Generaldirektor  
Sektionschef Dr. Wladimir Globočnik  
Edler von Sorodolski.

*Am 19. November 1860 zu Czakathurn in Ungarn geboren, erhielt Globočnik im elterlichen Hause eine sorgfältige Erziehung. Sein in Krain unvergessener Vater bekleidete ein hohes Amt in der politischen Verwaltung Krains und wirkte auch als Abgeordneter dieses Kronlandes im Reichsrate. Seine Gymnasialstudien machte Globočnik in Laibach und Triest, wo er im Jahre 1878 die Maturitätsprüfung ablegte und bezog sodann die Universität in Graz, von wo er später an die Alma Mater in Wien übersiedelte.*

*Nach Ablegung der vorgeschriebenen Staatsprüfungen trat Globočnik am 8. August 1882 als Konzeptspraktikant der Finanz-Direktion in Triest in den Staatsdienst und erwarb im Jahre 1884 das Doktorat an der juridischen Fakultät der Universität in Graz. Während sieben Dienstjahren in der Hafenstadt an der Adria hatte der junge Mann Gelegenheit, alle Zweige der Finanzverwaltung gründlich kennen zu lernen. Seine Verwendung außerhalb der Triester Finanz-zentrale machte ihn auch mit den Bedürfnissen der Landbevölkerung vertraut und er gewann auf diese Weise wichtige Einblicke für seine künftige Laufbahn.*

*Die Schaffensfreudigkeit und die sachliche Tüchtigkeit Globočnik's wurden durch die Einberufung in das Realsteuerdepartement des Finanzministeriums im Mai 1889 anerkannt. In diesem Departement und später in Budgetdepartements der Kreditsektion erweiterte er den Umfang seiner finanziellen Kenntnisse und erwarb sich durch seinen regen Arbeitseifer, die sachliche Tüchtigkeit und Objektivität seiner Referate und die Urbanität und Konzilianz seines Wesens das Vertrauen und die Wertschätzung seiner Kollegen und Vorgesetzten.*

*Im Jahre 1897 kam Globočnik als Vertreter des Referenten Hofrats Dr. Freiherrn von Mensi-Klarbach wieder in das Realsteuerdepartement und erlangte so in verhältnismäßig jungen Jahren eine Stellung, in der er seine Fähigkeiten und seine hohe Arbeitskraft zur vollen und von Erfolg begleiteten Entfaltung bringen konnte. Seine verdienstvolle Tätigkeit wurde nach dem Abgange des Barons Mensi-Klarbach im Jahre 1899 durch Bestellung zum Referenten und im Jahre 1900 durch Beförderung zum Ministerialrate gewürdigt. Als im Jahre 1910 die vom Standpunkte des staatlichen Vermessungswesens wie des Ansehens der Geometerschaft*

gleich wünschenswerte Wiedererrichtung der Generaldirektion des Grundsteuerkatasters stattfand, wurde er zum Generaldirektor in der IV. Rangklasse ernannt und mit dem Titel eines Sektionschefs ausgezeichnet.

In allen diesen Stellungen war Globočnik's Wirken von vielseitigen Erfolgen gekrönt, wobei es ihm besonders zu statten kam, daß er sich bei seinen Entschlüssen und Anordnungen der Unterstützung und des Rates der beiden Altmeister des österreichischen Katasterwesens erfreuen konnte, der Hofräte Broch und Jusa. Unter seiner Leitung wurde die Polygonalinstruktion neu aufgelegt und die Meßtischinstruktion nebst anderen Befehlen für die Ausführung von Vermessungsarbeiten neu verfaßt, seiner Initiative ist auch die Reorganisation des Lithographischen Institutes sowie die vollständige Neuregelung der Reproduktion der Katasteroperale nach modernstem Stande der Wissenschaft zu verdanken.

Die Neuvermessungs-Abteilungen wurden vermehrt und ausgestaltet, die Vermessungsbezirke, den Bedürfnissen der Evidenzhaltung und der Bevölkerung entsprechend, verkleinert, in den amtlichen Erledigungen der Evidenzhaltungsgeschäfte Vereinfachungen oder notwendige Ergänzungen eingeführt. Eine wertvolle Sammlung: "Zusammenstellung der Gesetze und Vorschriften betreffend den Grundsteuerkataster und dessen Evidenzhaltung, dann der sonstigen Gesetze und Vorschriften über die Grundsteuer" wurde im Jahre 1912 in neuer Auflage von der Generaldirektion herausgegeben, und in zwanglosen Heften erscheinende "Mitteilungen der k. k. Generaldirektion des Grundsteuerkatasters" bringen amtliche Verfügungen, Erlässe, Änderungen in den Instruktionen usw. Die Neutriangulierung im Anschlusse an das Gradmessungsnetz des k. u. k. Militärgeographischen Institutes wurde in die Wege geleitet und eine Probearbeit im nordwestlichen Teile Steiermarks durchgeführt. Besonders intensiv beschäftigte sich Globočnik mit der Frage der Vereinheitlichung der Triangulierungsarbeiten, das ist die Konzentrierung derselben in einem Amte, einem Problem, welches unstrittig im Interesse der Ökonomie der Arbeitsleistungen und der Schonung des finanziellen Aufwandes des Staates für die Katasterzwecke von allerhöchster Bedeutung ist.

Für das Katasterpersonal war Globočnik ein väterlicher Freund, der frei von jeder Parteilichkeit in nationalen und politischen Fragen urteilte und der für berechtigte Forderungen und Ansprüche jederzeit mit Wärme und Energie eintrat. Ganz überraschend ist das von dem einsichtigen Generaldirektor in dieser Hinsicht Erreichte und ein bloßer Vergleich des Status vom Jahre 1899 mit dem des Jahres 1912 läßt schon deutlich sehen, wie sehr die Beamtschaft des Katasters ihm zu bleibendem Danke verpflichtet ist.

Diese besondere Fürsorge Globočnik's ist neben seiner humanen Gesinnungsweise gewiß auch auf zwei besonders charakteristische Züge seines Wesens zurückzuführen, das ist ein geradezu angeborenes und auch frühzeitig entwickeltes technisches Empfinden, welches den Juristen zur raschen und sicheren Erfassung vermessungstechnischer Fragen in einem Maße befähigte, welches oft die Verwunderung der Fachkreise hervorrief und die hohe Wertschätzung, die er stets der Bedeutung der technischen Arbeit im modernen Wirtschaftsleben zollte.

Nur wenigen dürfte es bekannt sein, daß Globočnik auch ein großer Kunstfreund und hochgebildeter Kunstkennner war, daneben besaß er seit seiner Jugend und auch in reiferen Jahren bis zum heutigen Tage einen lebhaften Drang fremde Länder, fremde Völker, Sitten und Gebräuche kennen zu lernen. Schon als Universitäts Hörer hielt er sich längere Zeit in Berlin und Rom, sowie in anderen deutschen und italienischen Städten auf. Planmäßig unternommene Reisen, auf denen er der Reihe nach alle europäischen Länder durchquerte, gaben ihm Einblick in ihre landschaftliche Beschaffenheit, in die Eigenart ihrer Bevölkerung, in die Richtungen des öffentlichen Lebens und machten ihn vertraut mit den Meisterwerken der Architektur und der bildenden

*Kunst, mit allen den herrlichen Kronzeugen jener europäischen Kultur, die in dem gegenwärtigen Weltkrieg eine so harte Belastungsprobe erfährt; hierbei suchte und fand er auch Einblick in katastrale Einrichtungen fremder Staaten. Vom Nordkap bis nach Sizilien, von Gibraltar bis zum Ural hat er unseren alten Kontinent kennen gelernt und außerdem noch Nordafrika und Ägypten, die asiatische Türkei und Palästina besucht. Die Beherrschung der modernen Weltsprachen und die Kenntnis mehrerer slawischer Idiome ermöglichten es Globočnik auf seinen Reisen einen Genuß zu empfinden und Eindrücke zu sammeln, die dem Durchschnitt der Vergnügungsreisenden versagt bleiben müssen.*

*Von diesen Reisen, welche die Erholung des unermüdlich tätigen Mannes bildeten, kehrte er stets mit frischer Arbeitslust und Arbeitskraft zu der ihm lieb gewordenen Beschäftigung im Dienste des Katasterwesens zurück.*

*Seine großen Verdienste während seiner amtlichen Laufbahn wurden wiederholt Allerhöchsten Ortes durch besondere Auszeichnungen anerkannt, so durch Verleihung des Leopoldsordens im Jahre 1906 und des Komturkreuzes des Franz Josef Ordens mit dem Stern im Jahre 1909.*

*Als im Juni 1916 über Globočnik's Ansuchen seine Versetzung in den dauernden Rubestand erfolgte, wurde ihm noch der österreichische Orden der Eisernen Krone II. Klasse verliehen.*

*Der in voller körperlicher und geistiger Frische aus der amtlichen Tätigkeit Scheidende kann mit stolzer Freude und Genugtuung auf die bedeutenden Auszeichnungen zurückblicken, die ihm durch die Gnade Sr. Majestät des verewigten Kaisers Franz Josef I. zuteil wurden.*

*In den Kreisen der Vermessungstechniker wird es stets unvergessen bleiben, wie Globočnik die hohe Bedeutung des Katasterwesens richtig erkannt und dessen technische Ausgestaltung energisch gefördert hat, wie er insbesondere die künftige Entfaltung desselben als technisches Amt durch Zusammenfassung des gesamten staatlichen Vermessungswesens stets mit aufrichtiger Freude herbeigesehnt hat und an derselben gewiß tatkräftig mitgewirkt hätte, wenn während seiner Aktivität die Gelegenheit hierzu eingetreten wäre.*

*Möge Sektionschef von Globočnik, für den die Beamtenschaft des Katasters und alle, die Gelegenheit hatten, mit ihm in Berührung zu kommen, eine ungeteilte Wertschätzung empfinden, ein angenehmer Lebensherbst beschieden sein !*

*Er hat sich in allen Stellungen, die er bekleidete, als ein umsichtiger und pflichtgetreuer, in seiner Arbeitslust niemals ermüdender Diener des Staates erwiesen und durch sein selbstloses und hochherziges Eintreten für die Interessen seiner Beamtenschaft sich in den Herzen derselben ein unvergängliches, dankbares Gedenken gesichert.*

*Doležal.*

(Vir: ÖGK- Österreichische Geodätische Kommission)

Na koncu dodajam tudi zapis ob smrti dr. Globočnika na Dunaju, ki je shranjen v digitalni knjižnici (<https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-8KAVMGYQ/>).

*»Dr. Vladimir Globočnik. V svojem stanovanju na Dunaju, Schellinggasse, je umrl dne 27. marca t. l. v 79. letu sekcijski načelnik v p. dr. Vladimir Globočnik pl. Sorodolski, sin bivšega vladnega svetnika, dolgoletnega postojnskega okrajnega glavarja in slovenskega kulturnega delavca Antona Globočnika pl. Sorodolskega iz znane fužinarske rodbine Globočnikov v Železnikih in Ane, roj. Terčič.*

Vladimir Globočnik se je rodil dne 19. novembra 1860 v Čakovcu, kjer je bil takrat njegov oče okrajni predstojnik. Gimnazijo je obiskoval v Ljubljani in v Trstu (matura 1878), univerzo v Gradcu in na Dunaju (doktorat prava leta 1884). Že leta 1882 je vstopil kot konceptni pripravnik pri finančnem ravnateljstvu v Trstu ter tam napredoval za finančnega komisarja. Leta 1889 je bil poklican v finančno ministrstvo na Dunaj, kjer je leta 1897 postal sekcijski svetnik in namestnik referenta v oddelku za realne davke, leta 1900 ministrski svetnik, leta 1910 pa sekcijski načelnik in generalni ravnatelj zemljiškega katastra. V tej lastnosti je preosnoval in poenostavil avstrijski davčni kataster v administrativnem in tehničnem pogledu. Izdal je tudi zbirko 'zakonov in predpisov o katastru zemljiškega davka in njegovi razvidnosti' ter uvedel izdajo uradnih izvestij c. kr. generalne direkcije katastra zemljiškega davka. Leta 1916 je stopil v pokoj, ki ga je preživeljal na Dunaju tudi po zlomu Avstro-Ogrske. Do predzadnjih let je rad prihajal v Slovenijo ter redno obiskoval razen Postojne, kjer je pokopana njegova rodbina, tudi rojstni kraj očetov, Železnike. Lep, velik in čvrst, je bil navdušen turist in se še z 71-mi leti povzpel na Ratitovec. Njegova srčna želja, da bi počival v rodbinski grobnici v Postojni, se mu ni izpolnila. Pokopan je na dunajskem pokopališču. «

## C. KR. GENERALNA DIREKCIJA ZEMLJIŠKO-DAVČNEGA KATASTRA, 1810–1918

Čisto za konec pa za bolj celovito informacijo še kratek pregled zgodovine delovanja cesarsko-kraljeve generalne direkcije zemljiško-davčnega katastra, urejeno povzet po opisu arhivskega fonda SI AS 1102 (<http://arsq.gov.si/query/detail.aspx?ID=25397>):

1810–1827	K. k. Grundsteuerregulierungs-Hofkommission	C. kr. dvorna komisija za regulacijo zemljiškega davka
1827–1848	K. k. Vereinigte Hofkanzlei	C. kr. združena dvorna pisarna
1848–1850	K. k. Finanzministerium	C. kr. finančno ministrstvo
1850–1864	K. k. Generaldirektion des Grundsteuerkatasters	C. kr. generalna direkcija zemljiško-davčnega katastra
1864–1865	K. k. Generaldirektion für die direkten Steuern	C. kr. generalna direkcija za direktne davke
1865–1910	K. k. Finanzministerium	C. kr. finančno ministrstvo
1910–1918	K. k. Generaldirektion des Grundsteuerkatasters	C. kr. generalna direkcija zemljiško-davčnega katastra

S cesarskim ukazom 21. 8. 1810 je bila ustanovljena Dvorna komisija za regulacijo zemljiškega davka (nem. *K. k. Grundsteuerregulierungs-Hofkommission*), ki naj uredi sistem regulacije zemljiškega davka. Njeno delo je bilo v letih 1813–1815 prekinjeno. Komisija je vodila dela pri stabilnem katastru, ki je bil zapovedan s cesarskim ukazom dne 23. 12. 1817. Katastrska merjenja je vodil department za merjenja (nem. *Vermessungs-department*), ki se je delil na dva oddelka: I. za trigonometrično regulacijo in litografski inštitut (nem. *Abteilung für die trigonometrische Triangulierung und das Lithographische Institut*) in II. za mapiranje ali detajlno merjenje (nem. *Abteilung für die Mappierung oder Detailvermessung*). Leta 1818 je bila ustanovljena za izvedbo triangulacije Podkomisija triangulacijskega in kalkulacijskega biroja (nem. *Unterkommission des Triangulierungs- und Kalkülbüros*). Konec leta 1827 je Dvorna komisija za regulacijo zemljiškega davka prenehala delovati in njene posle je prevzela Združena dvorna pisarna (nem. *Vereinigte Hofkanzlei*) do leta 1848. Najvišje vodstvo tehničnih del je prevzela Centralna komisija katastrskega merjenja (nem. *Katastralvermessungs-Zentralkommission*). Ta je bila 1831 razpuščena in leta 1835 ponovno



vzpostavljena. V letih 1848–1850 so bili posli katastrskih operacij podrejeni C. kr. finančnemu ministrstvu (nem. *K. k. Finanzministerium*). Leta 1850 je bila ustanovljena Generalna direkcija zemljiško davčnega katastra (nem. *Generaldirektion des Grundsteuerkatasters*), delovala je do 1864. Po letu 1850 sta bila oba oddelka ločena in Triangulacijski in kalkulacijski biro je prešel v delokrog Vojnega ministrstva (nem. *K. k. Kriegsministerium*). V letu 1860 se oba oddelka ponovno združita in Podkomisija triangulacijskega in kalkulacijskega biroja se preimenuje v Direkcijo triangulacijskega in kalkulacijskega biroja (nem. *Direktion des Triangulierungs- und Kalkülbüros*). Leta 1864–1865 je prevzela posle Generalne direkcije zemljiškega katastra Generalna direkcija za direktne davke (nem. *Generaldirektion für die direkten Steuern*). Od 1865 je spadal zemljiško davčni kataster pod Sekcijo za upravno službo (nem. *Sektion für den Verwaltungsdienst*) C. kr. finančnega ministrstva. Dne 24. 5. 1869 je bil izdan zakon o regulaciji zemljiškega davka. Zakon o evidenci zemljiško-davčnega katastra 23. 5. 1883 je poveril to nalogo Finančnemu ministrstvu. Leta 1890 je bil v Finančnem ministrstvu ponovno ustanovljen Triangulacijski in računski biro. Dne 30. 3. 1910 je bila ustanovljena Generalna direkcija zemljiško davčnega katastra (nem. *K. k. Generaldirektion des Grundsteuerkatasters*). Njen generalni direktor je bil dr. Vladimir Globočnik, ki smo ga iz vsebine na spletu dosegljivih arhivskih gradiv predstavili v tem prispevku.

Dobrodošla bi bila še kakšna fotografija dr. Vladimirja Globočnika, ki glede na njegovo svetovljanstvo in številna potovanja zagotovo obstaja, verjetno med avstrijskimi ali domačimi analognimi muzejskimi oziroma arhivskimi gradivi ali v zasebnih slikovnih virih na območjih Postojne ali Železnikov.

## Literatura in viri:

Doležal, E. (1917). Generaldirektor Sectionschef Dr. Wladimir Globočnik Edler von Sorodolski. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen*, 15 (1), 1–4.  
<http://www.ovg.at/de/vgj-die-zeitschrift/ausgabe/872/>

R. A. (01. 08. 1939). *Slovenski pravnik*, 53 (7–8), 210–211.

<https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-8KAVMGYQ/>

SI AS 1102. C. kr. generalna direkcija zemljiško-davčnega katastra, 1819–1914 (Fond).

<http://arsq.gov.si/query/detail.aspx?ID=25397>



Dr. Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.

Območna geodetska uprava Murska Sobota

Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota

e-pošta: [joc.triglav@gov.si](mailto:joc.triglav@gov.si)

# GEODETSKI INSTRUMENTI IN OPREMA NA SLOVENSKEM

# SURVEYING INSTRUMENTS AND EQUIPMENT IN SLOVENIAN LANDS

*Miran Brumec*



kovnjakom, ki so znanja s področij finomehanike, optike in matematike znali s svojo tehniško genialnostjo transformirati v inovacije, kakovost in uporabnost.

V prvem delu so opisane vrste instrumentov, nekatera orodja, pojmi in osnove zemljiškega katastra. Poglavje, ki nas popelje od nonija do GNSS-sprejemnika, se konča z nasveti o ravnanju z instrumenti. Tako rekoč vsi nasveti so še vedno uporabni.

V drugem poglavju spoznamo podjetja – najprej še finomehانيčne delavnice, ki so izdelovale instrumente, in njihove »hišne« konstruktorje.

Sledi najobsežnejše poglavje s katalogom 140 teodolitov, tahimetrov in GNSS-sprejemnikov, 32 nivelirjev ter raznovrstnih orodij in pripomočkov. Vsak instrument je časovno umeščen. Iz opisov tehnoloških značilnosti, namena in načina uporabe ter primerjave z drugimi instrumenti spoznamo izjemno strokovno znanje in širino mag. Slaka. Kakovostne fotografije kolega Puclja opise in tehnološki razvoj instrumentov še poudarijo.

Prijetno me je presenetilo četrto poglavje. V njem so kratki opisi in naslovi muzejev po svetu, v katerih hranijo zbirke geodetskih instrumentov. Mlajši kolegi jih morate nemudoma začeti obiskovati, če si jih želite ogledati.

Knjiga se sklene s seznamom spletnih biografij znanstvenikov in proizvajalcev geodetskih instrumentov, seznamom literature o geodetskih instrumentih in povezavami do obsežnih bibliografij z geodetsko literaturo.

Delo nas spodbudi, da se zavemo, kako bogata je naša geodetska tehniška dediščina. Poleg instrumentov in geodetske opreme imamo fundamentalni reper FR 1049 v Smolniku (1878), bazni točki 217 v Starošincih in 218 v Hotinji vasi (1860), bazni točki pri Radovljici (1950), mnogo geodetskih točk in reperjev različnih redov ter veliko učbenikov, diplom, magistrskih del in disertacij. Naši upokojeni strokovnjaki so polni znanja in izkušenj. Zdi se, da jih zaradi površnosti in netaktnosti ne znamo vključiti in jim prisluhniti, čeprav intenzivno spremljajo aktualne strokovne strateške in taktične odločitve, jih razvrščajo, ocenjujejo, ugotavljajo periode idej in trende razvoja.

Ali ne bi bilo lepo, če bi ustanovili geodetsko zgodovinsko društvo? Poleg ohranjanja geodetskih in fotogrametričnih instrumentov bi skrbelo za ohranjanje znanja o njihovi uporabi, urejanje dokumentacije o velikih geodetskih projektih, biografije slovenskih geodetinj in geodetov, staro terminologijo, digitalizacijo stare literature, ki še vedno pride prav, na primer Praktične geodezije (Novak, 1958), Zemljiškega katastra (Bratkovič, 1962) ...

Kot se ob prebiranju in primerjanju dogaja meni, se bo tudi vam: kako lepo je praktične izkušnje z nekaterimi od instrumentov nadgraditi z novimi znanji o instrumentih in mojstrih, ki so jih izumili in sestavili. To so bili še možje! Ko boste knjigo listali z otroki ali vnuki, bodo hitro opazili lesk v vaših očeh. Nič takšnega, smo pač ponosni na svojo stroko. Hvala, Janez in Boštjan!



Carl Zeiss Jena / Dahlta 010 (Foto: Boštjan Pucelj)



**Miran Brumec**

LGB, geodetski inženiring in informacijske tehnologije, d. o. o.  
Ukmarjeva ulica 4, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: miran.brumec@lgb.si

# NIVICE Z GEODETSKE UPRAVE RS

*Tomaž Petek*

## 34. REDNO LETNO ZASEDANJE PREDSTAVNIKOV GEODETSKIH UPRAV, KI DELUJEJO NA OBMOČJU NEKDANJE AVSTRO-OGRSKE MONARHIJE

V dneh od 17. do 19. maja 2017 je na sedežu avstrijske geodetske uprave (BEV) na Dunaju potekalo 34. redno letno zasedanje predstavnikov geodetskih uprav, ki delujejo na območju nekdanje avstro-ogrske monarhije. Udeležilo se ga je 28 predstavnikov iz sedmih držav oziroma iz devetih geodetskih uprav (treh iz Italije). Tam sta bila tudi predstavnika slovenske geodetske uprave generalni direktor Anton Kupic in Tomaž Petek.



34. Fachtagung der Vermessungsverwaltungen von Tschechien, Slowakei, Ungarn, Kroatien, Slowenien, Trentino, Südtirol, Friaul-Julisch Venetien und Österreich  
Vienna, 17<sup>th</sup> to 19<sup>th</sup> of May 2017

Udeleženci zasedanja na Dunaju (Foto: BEV).

Na dnevnem redu je bila predstavitev tradicije in inovativnosti na področju katastra, saj leta 2017 mineva 200 let od začetka vzpostavljanja tako imenovanega stabilnega katastra na območju nekdanje avstro-ogrske monarhije. Predstavniki vseh sodelujočih geodetskih uprav so v predstavitvah izpostavili ključne mejnike v razvoju registracije nepremičnin na njihovih območjih. Skupna ugotovitev je bila, da so pred geodetskimi upravami veliki izzivi, saj morajo zagotoviti sodoben in ažuren ter kakovosten sistem registracije nepremičnin v prihodnosti.

Ugotovljeno je bilo tudi, da se vse države v regiji srečujejo s podobnimi težavami, na primer z zmanjša-

njem administrativnih bremen, pocenitivijo aparata državne uprave in uvedbo elektronskega poslovanja na vseh področjih. Na geodetskem področju se je večina nerešenih vprašanj nanašala na prehod na nov koordinatni sistem in izboljšavo položajne natančnosti grafičnega prikaza katastrskih podatkov ter zagotavljanje sodobne informacijske podpore za delovanje sistema registracije nepremičnin. Predstavitve posameznih instituciji bodo dostopne na spletni strani BEV.

#### 4. PLENARNO ZASEDANJE UN GGIM EVROPA

Od 7. do 8. junija 2017 je v Bruslju potekalo četrto plenarno zasedanje skupine strokovnjakov za globalno upravljanje geografskih informacij za Evropo – UN GGIM Evropa. Udeležilo se ga je več kot 60 predstavnikov iz 24 držav članic OZN iz geografske Evrope in 14 mednarodnih organizacij, ki sodelujejo kot opazovalci. Našo državo je zastopal predstavnik Geodetske uprave RS in član izvršilnega odbora UN GGIM Evropa Tomaž Petek. Na dnevnem redu plenarnega zasedanja je bilo poročanje o opravljenih dejavnostih v letu 2017 in predstavitev rezultatov dela posameznih delovnih skupin.

V uvodu je udeležence pozdravila Mariana Kotzeva, generalna direktorica Eurostata, ki je v nagovoru izpostavila pomen delovanja UN GGIM Evropa na področju povezovanja geografskih in statističnih podatkov ter informacij za zagotavljanje podpore različnim odločitvam v vsakodnevem življenju na nacionalni in regionalni ter predvsem na svetovni ravni. Izpostavila je tudi pomen ustreznih podatkov za izvedbo popisa prebivalstva in gospodinjstev, ki je načrtovan v letu 2021 in v okviru katerega se **načrtuje izkazovanje podatkov na** kilometrski mreži, ter izmenjavo podatkov z uporabo omrežnih storitev INSPIRE. Za vse to je treba zagotoviti trajno in tesno sodelovanje med geodetskimi in statističnimi upravami, pri čemer je priporočila sprejetje dogovorov o sodelovanju.



Udeleženci plenarnega zasedanja (foto: Patricia Sokachova).

Potrjen je bil delovni program UN GGIM Evropa za obdobje 2017–2020, v katerem je predvideno nadaljevanje aktivnosti, ki jih izvajajo posamezne delovne skupine. **Delovna skupina A** bo tudi v naslednjih letih delovala na področju povečevanja medopravnosti temeljnih prostorskih podatkov in njihove harmonizacije. Pripravila bo priporočila glede opredelitve vsebine temeljnih podatkovnih nizov (do sredine leta 2018) ter poročilo glede različnih poslovnih in ekonomskih modelov pri zagotavljanju dostopnosti do temeljnih podatkovnih nizov (do konca leta 2018). **Delovna skupina B** bo nadaljevala zbiranje primerov dobrih praks ter zagotavljala vsebinsko sodelovanje evropske regije v svetovnem procesu nastajanja okvirja za spremljanje indikatorjev trajnostnega razvoja, ki jih je pripravila OZN (indikatorji

UN SDG). Pripravila bo priporočila za povezovanje temeljnih prostorskih podatkov in opredelitev prednostnih nalog na tem področju ter priporočil glede učinkovitega upravljanju stranskih učinkov, ki nastanejo ob povezovanju in souporabi prostorskih podatkov. **Delovna skupina za evropski geodetski referenčni okvir** pa bo zagotovila evropski prispevek k oblikovanju globalnega referenčnega okvirja ter nadaljevala formalizacijo predloga za ustanovitev delovne skupine v okviru UN GGIM Evropa na temo geodetskega referenčnega okvirja (WG on GRF).

Izvršilni odbor UN GGIM Evropa in delovne skupine bodo v naslednjih letih izvajali tudi nekatere naloge s področij, opredeljenih na dosedanjih plenarnih zasedanjih (GGIM 5 in GGIM 6). Povezane so z opredelitvijo temeljnih prostorskih podatkov ter globalnega geodetskega referenčnega okvirja in omogočajo izpolnjevanje razvojne agende (Post2015) ter spremljanje ciljev trajnostnega razvoja. Eno od novih področij delovanja pa je tudi upravljanje zemljišč in zemljiška administracija, za katero je bila na svetovni ravni vzpostavljena delovna skupina, v okviru katere ima evropska regija vodilno vlogo.

V nadaljevanju plenarnega zasedanja so sledile predstavitve o delu UN GGIM na svetovni ravni ter UN ECE, UNGEGEN, GEOSS, ESA in drugih sorodnih institucij. Osrednja tema je bila uporaba prostorskih podatkov za spremljanje stanja in merjenje učinkovitosti pri doseganju 17 dolgoročnih ciljev trajnostnega razvoja, ki jih je opredelila OZN. Za spremljanje stanja glede 169 kratkoročnih ciljev je opredeljenih 236 globalnih identifikatorjev in skoraj za vse je treba zagotoviti usklajene prostorske podatke v vseh državah članicah OZN.

---

*Tomaž Petek*

*Geodetska uprava RS*

*Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: tomaz.petek@gov.si*

# ZASEDANJE EUROGEOGRAPHICSOVE SKUPINE ZA KAKOVOST

*Irena Ažman*

V dneh od 5. do 7. aprila 2017 je na Geodetski upravi Republike Slovenije potekalo zasedanje EuroGeographicsove skupine za kakovost.

EuroGeographics je združenje evropskih organizacij, pristojnih za kartografijo in nepremičnine. Združuje 60 organizacij iz 46 držav z namenom spodbujati razvoj evropske in nacionalnih infrastrukture za prostorske informacije s skupnim in usklajenim delovanjem na področju geografskih informacij. Članice prek EuroGeographicsa sodelujejo pri oblikovanju politik s področja prostora ter pri izmenjavi znanja in izkušenj za izvajanje svojih nalog. Za reševanje izzivov s posameznih področij so oblikovana tako imenovana omrežja KEN za izmenjavo znanja (angl. *knowledge exchange network*).

EuroGeographics ima v svoji viziji zapisano zavezo doseganja interoperabilnosti evropskih prostorskih podatkov, za kar je nujna uporaba standardov. V ta namen je bila leta 2003 ustanovljena strokovna skupina za kakovost prostorskih podatkov (leta 2011 je bila preimenovana v *Data Quality Knowledge Exchange Network*), ki je v preteklih letih delovala na področju priprave priporočil glede uporabe standardov za kakovost prostorskih podatkov. Skupina se srečuje dvakrat na leto in ima več kot 45 aktivnih članov iz 25 držav.

Poslanstvo in cilji skupine so:

- vzpostavitev mreže strokovnjakov za kakovost podatkov,
- podpora EuroGeographicsovi politiki za zagotavljanje evropske interoperabilnosti podatkov,
- delitev znanja med članicami ter
- spodbujanje izmenjave izkušenj in dobrih praks, povezanih s kakovostjo in njenim upravljanjem.

Skupina se sestaja dvakrat na leto, spomladi in jeseni. Na letošnjem spomladanskem zasedanju v Ljubljani je sodelovalo sedemnajst udeležencev iz štirinajstih držav. Obravnavali so naslednje teme:

- metodologija za zagotovitev usklajenosti med katastrskimi načrti in ortofotii,
- podatkovna shramba za podatke v različnih ločljivostih,
- odprti podatki,
- dokumentarni sistem za podatkovne specifikacije,
- validacija vodnega omrežja.

Poleg tega so bila obravnavana nacionalna poročila o dejavnostih v zvezi s kakovostjo, predstavljene nekatere izvedene delavnice (na primer *crowdsourcing*), novosti v zvezi s standardi ISO 19xxx, izbrane so bile predstavitve za naslednja srečanja in izvedena nadgradnja terminološkega slovarja skupine.

Geodetska uprava Republike Slovenije je poleg nacionalnega poročila pripravila tri predstavitve:

- predstavitev Geodetske uprave RS (Tomaž Petek),
- Geodetska uprava RS in kakovost (Irena Ažman),
- izboljšava položajne natančnosti zemljiškega katastra (Simon Sevnšek).



Slika 1: Udeleženci zasedanja.



Slika 2: Delovno.



Več o srečanju je na voljo na EuroGeographicsovi spletni strani:

<http://www.eurogeographics.org/content/qken-quality>, kjer so objavljene tudi vse predstavitve s srečanja.

Mnoge geodetske uprave imajo lastne oddelke za zagotavljanje in upravljanje kakovosti. S tem področjem se ukvarjajo celovito in sistematično ter ob upoštevanju ustreznih standardov ISO. Ugotovljeno je bilo, da na Geodetski upravi Republike Slovenije potekajo številne dejavnosti v povezavi z zagotavljanjem tako kakovosti podatkov kot tudi storitev za dostop do podatkov. Vendar so te naloge prepegosto vezane na samo eno delovno področje, niso celovite, ne povezujejo različnih vsebin in pri njihovem uresničevanju se premalo upoštevajo standardi ISO s področja geografskih informacij.

---

**Mag. Irena Ažman**

Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: irena.azman@gov.si

# SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

## OD 1. 2. 2017 DO 30. 4. 2017

*Teja Japelj*

### UVOD

Samo še slab mesec, in za študente se začne izpitno obdobje. Učenci in dijaki, ki so se trudili čez leto, pa bodo lahko že veselo zakorakali v počitnice. Spominjam se, da so se nam zdele počitnice vedno neskončno dolge, res je, da smo se vse dneve podili naokrog in zvečer utrujeni popadali v postelje, nismo imeli tablic, računalnikov, še TV smo bolj malo gledali. Poletja so bila prijetna in običajno ne prevroča. Danes ni več tako. Na koncu počitnic se velikokrat vprašamo, ali so se že sploh začele. Pa to ne velja samo za študente, ki končujejo študij na prvi ali drugi stopnji, ko morajo poprijeti za literaturo tudi med poletnimi počitnicami. Glede na pretekla leta pričakujemo, da bo tudi v tem študijskem letu med poletnimi počitnicami pridno delalo na zaključnem delu kar nekaj študentov.

Na visokošolskem strokovnem študijskem programu prve stopnje tehnično upravljanje nepremičnin so pred poletnimi počitnicami končali obveznosti tri študenti, na magistrskem študijskem programu druge stopnje geodezija in geoinformatika štiri študenti in ena študentka na magistrskem študijskem programu druge stopnje Prostorsko načrtovanje.

### GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA – 2. STOPNJA

Stoš Dobrila: Primerjava programskih orodij pri izdelavi 3D-upodobitve površja

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=97958&lang=slv>

*Osrednja tema magistrskega dela je primerjava programskih orodij, ki omogočajo izdelavo 3D-upodobitve prostorskih podatkov. V postopek primerjave smo vključili licenčno programsko orodje ArcGIS in štiri prosto dostopna, odprtokodna programska orodja QGIS, ILWIS, gvSIG ter kombinacijo programskega orodja SketchUp in aplikacije Google Zemlja. Primerjava je izvedena na podlagi možnosti in izkušenj pri izdelavi 3D-statične karte izbranega območja v koprskem primorju, kjer smo se osredotočili na naslednje kriterije: možnosti določitve koordinatnega sistema, možnosti uvoznih in izvoznih oblik podatkov, resničnost končnega izdelka in možnosti naknadnega spreminjanja vsebine. Analizirali smo dodatne možnosti, ki jih ponuja programsko orodje, ter subjektivno ovrednotili uporabniški vmesnik. Na koncu je izdelana tudi preglednica s končnimi ugotovitvami primerjave na podlagi zastavljenih kriterijev, kjer smo ugotovili, da je licenčno programsko orodje ArcGIS najprimernejše za izdelavo 3D-upodobitev izbranih prostorskih podatkov.*

---

**Barbara Fröhlich:** Kartografski prikaz ocenjene potresne ranljivosti in pričakovane poškodovanosti stavb v slovenskih občinah

**Mentor:** doc. dr. Dušan Petrovič

**Somentorica:** dr. Barbara Šket Motnikar

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=97342&lang=slv>

*V magistrskem delu obravnavamo kartografski prikaz ocenjene potresne ranljivosti in pričakovane poškodovanosti stavb v slovenskih občinah. Te podatke predstavimo tudi za različna časovna obdobja. Na področju proučevanja potresov je že veliko narejenega, še vedno pa se jih ne da napovedati. Zato je toliko bolj pomembno razumevanje nevarnosti in posledic, ki jih lahko potres povzroči. V magistrskem delu smo se osredotočili na kartografski prikaz, v ozadju pa je analiza podatkov in različni izračuni, s katerimi smo lahko kartografsko predstavili oceno potresne ranljivosti in pričakovano poškodovanost stavb v občinah. Na začetku magistrskega dela smo se dotaknili teorije potresov in področij seizmičnosti Slovenije, ki so povezana z izdelanim kartografskim prikazom. Opisan je izračun in pa sama izdelava vseh kartografskih prikazov. Na koncu smo karte analizirali, jih statistično obdelali in obrazložili zastavljene hipoteze.*

---

**Tanja Petrin:** Analiza odklonov navpičnice na območju testnega poligona Krvavec

**Mentor:** doc. dr. Miran Kuhar

**Somentorica:** doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=97340&lang=slv>

*V magistrskem delu obravnavamo različne metode določitve odklona navpičnice. Obstaja več načinov pridobitve podatkov o geoidu. Na voljo so nam geopotencialni modeli na globalni, celinski in državni ravni, gravimetrična izmera in določitev geoidnih višin s kombinacijo elipsoidnih in nadmorskih višin. Uporaba določene metode določitve odklona je povezana z razpoložljivimi podatki o geoidu. V nalogi smo si kot cilj zastavili določitev odklona navpičnice z izbranimi metodami in razpoložljivimi modeli geoida. Zanimala nas je določitev odklona s kombinacijo elipsoidnih in nadmorskih višin, kjer izračunamo odklon navpičnice v točki v določeni smeri. S to metodo pridobimo odklone, ki jih lahko neposredno uporabimo v redukciji opazovanj zaradi vpliva težnostnega polja Zemlje brez poznavanja azimuta merjene smeri. Med vsemi določenimi komponentami odklona navpičnice smo izbrali vrednosti, ki smo jih uporabili pri redukciji fiktivnih (simuliranih) opazovanj. S tem smo želeli prikazati pomen uporabe ustreznih odklonov pri redukciji opazovanj in posledično pri določitvi koordinat in višine novih točk na razgibanem terenu, kot je južno pobočje Krvavca.*

---

**Jure Stramec:** Proučevanje širjenja poselitve na poplavno ogroženih območjih ob Mislinji v letu 2012

**Mentorica:** doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

**Somentorica:** dr. Mihaela Triglav Čekada

<https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=91522&lang=slv>

*V letih 2010, 2012, 2013 in 2014 so Slovenijo prizadele hujše poplave. Prizadele so tudi območje spodnje Mislinjske doline, ki ga obravnavamo v magistrski nalogi. Obseg zadnjih poplav iz leta 2012 je bil izhodišče za proučevanje širjenja poselitve na poplavnih območjih. V nalogi je najprej orisana poplavna problematika v Sloveniji. Sledi predstavitev metode dela. Za območje obravnave je nato predstavljeno spreminjanje poselitve od 1821 do 2014 na podlagi kart druge vojaške izmere avstro-ogrske monarhije, podatkov o letniku izgradnje iz katastra stavb in ortofotov Cikličnega aerofotografiranja Slovenije od 1999 do 2014. Predstavljene so tudi spremembe namenske rabe od leta 1985 do leta 2014, ki smo jih pridobili iz prostorskih aktov občin za tri različne časovne preseke (1985, 1999 oziroma 2004 in*

2014). Narejena je bila tudi vsebinska analiza prostorskih aktov, kjer smo iskali predvsem določbe, ki se nanašajo na varstvo pred poplavami ter varstvo poplavnih območij. Nazadnje je analizirana še višina poplavne vode na objektih v poplavah v novembru 2012. Ugotovitve kažejo, da se v tekstualnih delih prostorskih aktov posveča pozornost varovanju pred poplavami, pri sami uresničitvi določb pa nastopijo težave. Na obravnavanem območju se namreč vseskozi povečuje število zemljišč, ki so v namenski rabi opredeljena kot stavbna zemljišča, večja pa se tudi število zgrajenih objektov. Objekti na območjih, ki jih ob poplavah poplavi voda, pa ob tem utrpijo veliko škode. Z omejevanjem širjenja stavbnih zemljišč na poplavna območja bi se lahko izognili materialni škodi ob poplavah.

## PROSTORSKO NAČRTOVANJE – 2. STOPNJA

Petra Zajšek: Kartografski prikaz razvoja naselja Mengeš

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=92749&lang=slv>

*V magistrski nalogi je predstavljena izdelava dinamične karte Mengeš, katere namen je predvsem kartografska predstava poselitve in širjenja naselja v različnih časovnih obdobjih s pomočjo animacije. Karta s svojo dinamiko širši javnosti na preprost način predstavi proces širjenja poselitve in načrtovanja prostora v naselju. V prvem delu naloge sta opisana pomen in vloga kart v prostorskem načrtovanju. V nadaljevanju so v teoretičnem delu predstavljeni različni tipi kartografskih animacij in primeri njihove uporabe. V praktičnem delu smo opisali zgodovino naselja, določili območje, merilo in vsebino prikaza na karti ter predstavili vizijo prostorskega načrtovanja, kot jo predvideva Občinski prostorski načrt (OPN) občine Mengeš. Opisani so postopek pridobivanja virov in izdelave šestih kart, ki prikazujejo naselje v različnih časovnih obdobjih. Izdelane karte smo z ustreznimi programsko opremo povezali v animacijo, katere potek izdelave je opisan v zadnjem delu naloge.*

## TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN – 1. STOPNJA

David Arnuš: Analiza vpliva razdalje na notranje selitve v Sloveniji z orodjem IMAGE Studio

Mentor: viš. pred. dr. Samo Drobne

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=92752&lang=slv>

Tanja Kodele: Predlog idejne zasnove OPPN v Občini Ajdovščina

Mentorica: viš. pred. dr. Mojca Foški

Somentor: asist. dr. Gašper Mrak

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=92746&lang=slv>

Nina Kranjec: Ocena kakovosti GNSS-koordinat izven pokritosti omrežja SIGNAL

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

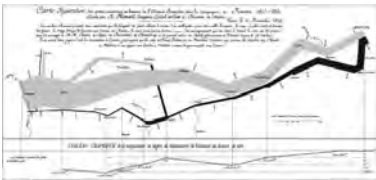
<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=97905&lang=slv>

## GEO & IT NOVICE

*Aleš Lazar, Klemen Kregar*

### Napoleonov pohod na Moskvo

Ob 150. obletnici knjige *Vojna in mir* nam je na spletni strani podjetja ESRI, kjer so objavljene zanimive karte, izdelane z njihovimi orodji, tokrat v oči padla karta o Napoleonovem pohodu na Moskvo. Gre za novo upodobitev klasične Minardove karte, ki prikazuje Napoleonov tragični pohod na Moskvo, tokrat s 3D-časovno-prostorsko kocko. Čas je prikazan na navpični osi, pripeti na ravninsko karto, na kateri so označena mesta. Gibanje vojske skozi čas in prostor je ponazorjeno z valji oziroma stožci, pri čemer debelina pomeni število mož. Naklon cevi predstavlja hitrost gibanja čet, navpični valji pa kraje, kjer so se dlje zadrževale.

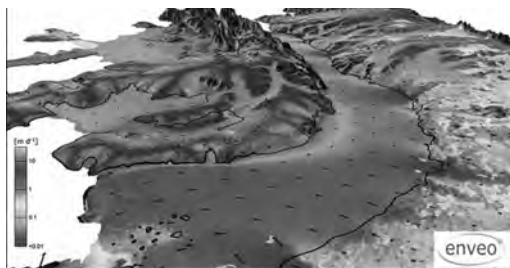


Enako kot na Minardovi karti je rumena uporabljena za vojsko med pohodom proti Moskvi, črna pa za njeno pot domov. Karta je dostopna na <https://goo.gl/8PcUnB> in je lep primer, kako lahko s sodobnimi tehnologijami tudi stare podatke prikazemo sodobneje, bolj intuitivno. Zanimiva je tudi primerjava z izvirno karto.

Vir: ESRI, maj 2017 – <http://www.esri.com>

### S sateliti spremljamo taljenje ledu na antarktiki

Več kot dve desetletji je pet radarskih satelitov spremljalo taljenje ledu na tridesetih ledenikih Antarktičnega polotoka. V študiji, objavljeni v reviji *Geophysical Research Letters*, na podlagi 24 let meritev ugotavljajo, da se led pospešeno topi. Merjenje z radarjem je kot naročeno za meritve polarnih območij, saj je tam pogosto oblačno in noči so dolge, kar radarjev ne moti. Ugotovili so, da je večina ledenikov pospešila gibanje za 20 ali 30 centimetrov na dan, kar je v povprečju 13-odstotna pospešitev.



Satelitska opazovanja so povezali z modeli gibanja ledu in tako zapolnili vrzeli, kjer ni bilo izmerjenih podatkov. Ocenili so, da pospešitev gibanja ledenikov pomeni stalitev 15 km<sup>3</sup> ledu na leto v morje. Novi podatki se razlikujejo od prejšnjih ocen, v katerih so se navajale trikrat večje količine staljenega ledu.

To je prva raziskava, s katero so določali spreminjanje hitrosti ledenikov. Prejšnje interpretacije se od rezultatov te raziskave razlikujejo, saj je pospeševanje gibanja ledenikov v absolutnem smislu zelo majhno. Največje pospeške so zaznali pri ledenikih, ki temeljijo več kot 300 metrov pod morsko gladino.

Vir: ESA, junij 2017 – [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth)

## Inteligentni transportni sistemi potrebujejo 'ego vozilo'

Pri večini dejavnosti na področju pozicioniranja, navigacije in 'timinga' (PNT) se ukvarjamo z vprašanji: Kje sem?, Kam grem? in Kako hitro grem? Z razvijanjem inteligentnih transportnih sistemov se je izkazalo, da odgovori na ta tri vprašanja ne bodo dovolj. V proces moramo vključiti še kartiranje, s katerim bomo odgovorili na dodatno vprašanje: Kje v moji okolici so drugi objekti?

Da bi nekoč lahko razvili »brezšoferske« avtomobile, se bomo morali ozreti prek prve osebe ednine, čemur nekateri raziskovalci pravijo »ego vozilo«. Z določeno stopnjo zanesljivosti in točnosti bo treba v vsakem trenutku vedeti, kje so vsa druga gibajoča se vozila, kam gredo in kako hitro se premikajo, kar pomeni nov velikostni razred informacij oziroma PNT na kvadrat.

Pri inteligentnih transportnih sistemih, ki se po svetu pospešeno razvijajo, bo vožnja odvisna od natančnih, zanesljivih in kontinuiranih podatkov o preostalih udeležencih v prometu. To ne pomeni samo avtomobilov, tovornjakov, motorjev in avtobusov, ampak tudi pešce, kolesarje in kdo ve kaj vse še – skejterje?

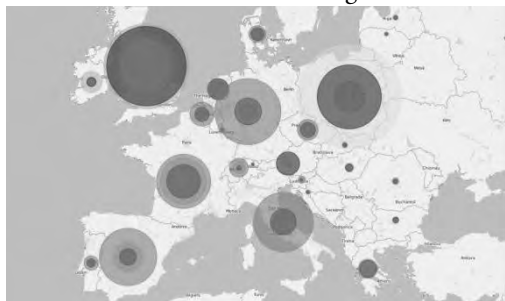
V prvem približku si lahko pomagamo s senzorji, kot so: kamera, radar, laserski skener ..., ki jih moramo dobro povezovati z GNSS- in inercialnimi sistemi. Kot kaže, pa v prihodnosti niti to ne bo dovolj. Razviti bo treba kooperativni pristop, pri katerem bodo tudi preostali udeleženci dejavno podpirali zaznavanje relativnih položajev. Tudi oni bodo potrebovali vse našteje senzorje, ki bodo morali sodelovati s senzorji našega vozila in nasprotno. Temu pa se reče 'povezljivost'.

Tako naša vozila počasi postajajo občutljiva, dragocena bitja – podobno kot mi.

Vir: GPS World, junij 2017 – <http://gpsworld.com>

## Novi podatki evropske komisije o migracijah v EU

Minevata dve leti od izbruha begunske krize. V centru znanja za migracije in demografijo Evropske



komisije so razširili podatke v »dinamičnem vzlišču podatkov«. Podatki pokrivajo migracijske tokove, dovoljenja za prebivanje in časovne vrste izbranih socio-ekonomskih podatkov, kot so rast prebivalstva, BDP, delovna sila in drugi kazalci svetovnega razvoja.

S širitvijo področja uporabe orodja v geografskem in tematskem smislu bodo lažje razumevali migra-

cije v širšem kontekstu in si odprli možnosti za multidisciplinarne analize vseh deležnikov pri migracijah.

»Dinamično vozlišče podatkov« zagotavlja neposredno vstopno točko za dostop do podatkov, povezanih z migracijami, z namenom analiziranja in globljega vpogleda v migracijske tokove v EU, njihove trende in vplive. Vsebuje uradne statistike, ocene, operativne in raziskovalne podatke mednarodnih organizacij, operativnih organov EU in raziskovalnih središč. Podatke med drugim zagotavljajo: Eurostat, Frontex, oddelek ZN za ekonomske in socialne zadeve (UN/DESA), Agencija ZN za begunce (UNHCR), Svetovna banka, Mednarodni inštitut za uporabne sistemske analize (IIASA) ter Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD).

Vozlišče vsebuje podatke o: migracijah in azilu (ilegalnih prehodih meje, prošnjah za azil, dovoljenjih za bivanje, imigracijskih in emigracijskih tokovih), demografiji (strukturi in dinamiki prebivalstva, migracijskih zalogah), socio-ekonomskih kazalcih (dohodkih, revščini, izobraženosti delavstva, brezposelnosti, urbanizaciji, trgovini, razvojni pomoči) in se še razvija. Dodati nameravajo še podatke o otrocih pri migracijah, prisilnem preseljevanju in demografske projekcije.

Z vozliščem želijo Evropski komisiji in članicam EU omogočiti, da se pripravijo na prihodnje priložnosti in izzive v zvezi z dolgoročnimi svetovnimi demografskimi in migracijskimi trendi.

Vir: EU JRC, junij 2017 – <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/>

## Vexcel UltraCam Panther



Pohodni nahrbtniki za mobilno 3D-kartiranje še niso v popolnosti dodelani, vendar se zanimanje zanje in njihove funkcionalnosti povečuje. Samo v zadnjih nekaj letih smo videli številne poskuse domače izdelave in nekaj izdelkov velikih proizvajalcev. Med slednjimi se je na seznam vpisal še Vexcel, veteran na področju fotogrametrije. Izdelali so težko pričakovani nahrbtnik **Ultra-Cam Panther**. Produkt omogoča 360° zajemanje sferičnih slik, videoposnetkov in 3D-lasersko skeniranje. Panoramska glava je opremljena s 26 kamerami za zajemanje visokoločljivostnih posnetkov na fotogrametrični način (360° stereo sferično zajemanje).

Trajektorijo je mogoče določiti na odprtem in v zaprtih prostorih. Razvili so prav poseben algoritem za določevanje položajev in usmeritev senzorjev v času zajema prostorskih podatkov. Gre za tako imenovano **vizualno odometrijo**. Programske rešitve so licencirali in zaščitili.

Posebej je treba izpostaviti modularno zasnovo nahrbtnika, ki omogoča dodajanje in/ali spreminjanje senzorjev za zajem prostorskih podatkov, odvisno od potrebe uporabnika ali vrste

projekta. Proizvajalec pri tem zagotavlja, da so vsi senzori geometrično kalibrirani in sinhronizirani ter brez časovnega zamika, kar je pomembno pri registraciji med podatki laserskega skeniranja in podobami.

Vir: Vexcel Imaging, maj 2017 – <https://www.vexcel-imaging.com/>

## NCTech LASiris, NCTech VRC



Škotski NCTech je eno vodilnih podjetij za izdelavo 360° HDR-kamer. Marca 2017 so izdali **LASiris VR** s tržno vrednostjo 13.000 ameriških dolarjev. Gre za terestrični laserski skener z močno grafično podporo – sferičnim zajemom HDR-posnetkov s 120 megapiksli. Terestrično lasersko skeniranje poteka v vidnem polju 360° x 300° z resolucijo 0.02° v horizontalni smeri in 0.4° v vertikalni smeri. Hitrost skeniranja je 300.000 točk v sekundi, natančnost pa 3 centimetre. Doseg laserskega žarka razreda 1 je 100 metrov. Naprava dimenzij 20 x 16 x 27 centimetrov tehta 4,5 kilograma. Izdelek je zelo priljubljen na področju arhitekture, inženirstva in gradbeništva, za ustvarjalce virtualne resničnosti (VR), forenzike ipd., ni pa namenjen za pridobivanje podatkov visoke natančnosti.

Aprila 2017 so napravo za sferično fotografiranje iSTAR nadgradili s funkcijo, ki omogoča meritve iz sfernih posnetkov. Njihovi dobri izdelki so pritegnili Google, s katerim so 11. maja 2017 podpisali

sodelovanje v okviru projekta Google Street View.

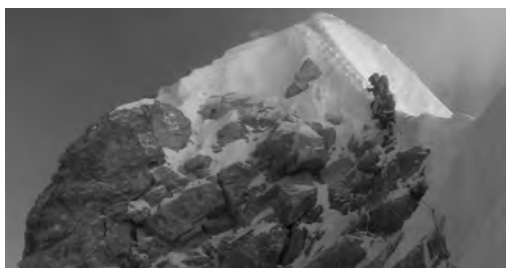
V želji po množični uporabi naprav za 3D-zajem prostorskih podatkov so junija 2017 trg obogatili še z novo nizkocenovno panoramsko HDR-kamero, imenovano **NCTech VRC** (*Virtual Reality Camera*), s tržno vrednostjo 500 ameriških dolarjev. Naprava vsebuje štiri senzorje Intel RealSense za visokoločljivostni zajem HDR-posnetkov. V približno eni minuti naprava zajeme celotno sferično podobo in pri tem pridobi globinske informacije v oddaljenosti 15 metrov od naprave. Razvijali so jo več let, računajo pa, da bodo posegli na različna področja industrije.



Vir: SPAR 3D, junij 2017 – <http://www.spar3d.com/>

### Morda niste vedeli:

Po poročanju BBC-ja je uničujoč potres v Nepalju leta 2015 pustil tudi posledice na Mount Everestu, najvišji gori na svetu. Po ugotovitvah britanskega alpinista Tima Mosedalea se je odlomila slavna Hillaryjeva stopnja (Hillary Step), 12-meterska navpična kamnita stena na jugovzhodnem grebenu gore, ki je bila zadnja ovira alpinistov, preden so





dosegli vrh. Domneve o spremembi oblike Hillaryjeve stopnje so se pojavile že maja 2016, vendar jih zaradi velike količine snega ni bilo mogoče dokončno potrditi.

Veliki zagovorniki nespremenjenosti navedenega kamnitega bloka so nepalski alpinisti. Tim Mosedale je 16. maja 2017 že šestič dosegel vrh Everesta in potrdil izginotje kamnitega bloka Hillary Step, imenovanega po Novozelancu Edmundu Hillaryju, ki je skupaj z lokalnim nosačem Tenzingom Norgayem prvi dosegel vrhu Everesta leta 1953. (BBC, maj 2017)

---

*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.*  
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: Klemen.Kregar@fgg.uni-lj.si

# SLAVNOSTNA AKADEMIJA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE S KONCERTOM OB 200-LETNICI KATASTRA

*Erna Flogie Dolinar, Anka Lisec*

Zveza geodetov Slovenije je v sodelovanju z Ministrstvom za okolje in prostor RS in Geodetsko upravo RS, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani, Geodetskim inštitutom Slovenije, Inženirsko zbornico Slovenije, Združenjem geodetskih izvajalcev GIZ-GI ter Gorenjskim geodetskim društvom posebno zaznamovala 200-letnico začetka vzpostavitve parcelnega katastra na Slovenskem. Veliki obletnici je bila namenjena slavnostna akademija s koncertom Big banda Orkestra slovenske vojske, ki je bila 23. 5. 2017 na Brdu pri Kranju. Dogodek je potekal v okviru 45. Geodetskega dneva *Izmerjena dežela – 200 let katastra na Slovenskem*, strokovnega simpozija Zveze geodetov Slovenije. Med gosti so bili predstavniki številnih institucij iz Slovenije in tujine – med drugimi so se dogodka udeležili predstavniki sorodnih geodetskih združenj, geodetskih fakultet in državnih geodetskih uprav iz Avstrije, Hrvaške, Srbije in Makedonije.

Navzoče je v spremnem programu pozdravil mag. **Blaž Mozetič**, predsednik Zveze geodetov Slovenije. **Gerda Schennach**, predstavnica mednarodne zveze geodetov FIG, je Sloveniji čestitala ob izjemnem dogodku. Pri tem je izpostavila, da ne gre le za 200-letnico katastra – gre za izjemno zgodovino stalnega razvoja geodetske stroke na Slovenskem – tako zasebne prakse, javne geodetske službe kot znanstveno -raziskovalnega razvoja. Zato še toliko bolj veseli, je izpostavila, da Zveza geodetov Slovenije s skupno organizacijo dogodka, na katerem sodelujejo javna služba, akademska in raziskovalna sfera ter zasebniki, sporoča, da je v sodelovanju največja moč.



Slika 1: Pozdravni govor predsednika ZGS mag. Blaža Mozetiča (Fotografija: ???).



Slika 2: Nagovor predstavnice mednarodne zveze geodetov FIG ge. Gerde Schennach.

Dogodek je bil hkrati namenjen zaznamovanju 6. evropskega dneva geodetov in geoinformatikov, ki ga je uvedlo združenje evropske zveze pooblaščenih inženirjev geodezije CLGE. Predsednik združenja g. **Maurice Barbieri** je čestital za izredno obletnico in izpostavil, kako je treba ob 200-letnici katastra

vedeti, da so zadaj ljudje in sistem, država, ki so »krivi« za tako lepo tradicijo na področju katastra. Zato čestitke slovenskim geodetom in državi, je poudaril. Pomen posameznikov za razvoj stroke je prepoznalo tudi zdrženje CLGE, tako vsako leto imenuje evropskega geodeta leta, je nadaljeval. Za evropskega geodeta leta 2017 je bil marca v Bruslju razglašen Guillaume-Henri Dufour, geodet iz Švice, ki je živel in ustvarjal na prelomu iz 18. v 19. stoletje. Imel je pomembno vlogo inženirja, geodeta in kartografa, znanstvenika, humanista, vojaškega polkovnika in je eden izmed petih soustanoviteljev mednarodne humanitarne organizacije Rdeči križ.

Slavnostna govornica je bila ministrica za okolje in prostor ga. **Irena Majcen**. V govoru je izpostavila pomen kakovostnega katastra, danes raje govorimo o kakovostnem sistemu nepremičninske administracije, za upravljanje prostora. Na ministrstvu se zavedajo izrednega pomena katastra za državo, tako so začeli velik program posodabljanja nepremičninskih evidenc eProstor.



Slika 3: Nagovor predsednika združenja CLGE g. Mauricea Barbierija.



Slika 4: Slavnostna govornica je bila ministrica za okolje in prostor ga. Irena Majcen.

Ob velikem jubileju je predsednik Zveze geodetov Slovenije mag. **Blaž Mozetič** podelil visoka priznanja zveze, dobili so jih:

- **Dolenjsko geodetko društvo** ob 40-letnici delovanja;
- mag. **Janez Slak** ob izdaji monografije *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem*;
- **Aleš Seliškar** za pomemben prispevek k delovanju Zveze geodetov Slovenije;
- dr. **Joc Triglav** ob 200-letnici zemljiškega katastra za izjemen prispevek k razvoju stroke in ob izdaji monografije *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem*.

Plaketo Zveze geodetov Slovenije za življenjsko delo je dobil dr. **Milan Naprudnik**. Ugledni slovenski geodet in univerzitetni predavatelj v pokoju dr. Milan Naprudnik letos praznuje 90. rojstni dan. Najvišje

priznanje Zveze geodetov Slovenije je bilo podeljeno za zasluge pri razvoju javne geodetske službe v Sloveniji, razvoju geodezije kot interdisciplinarne vede s pomembno vlogo pri načrtovanju in upravljanju prostora, uveljavljanju Alpske konvencije in varovanju Alp.



Slika 5: Prejemnik plakete Zveze geodetov Slovenije za življenjsko delo dr. Milan Naprudnik.



Slika 6: Prejemniki priznanj Zveze geodetov Slovenije (od leve): dr. Milan Naprudnik, dr. Joc Triglav, Aleš Seliškar, mag. Janez Slak, Boštjan Pucelj – Dolenjsko geodetsko društvo.

Za izjemen kulturni program sta poskrbela **Big band Orkestra Slovenske vojske** pod vodstvom **Rudolfa Strnada** in solistka **Iva Stanič**.



Slika 7: Koncert Big banda Orkestra Slovenske vojske pod vodstvom Rudolfa Strnada.



Slika 8: Prejemnik plakete za življenjsko delo dr. **Milan Naprudnik** (drugi z leve) v družbi ministrice za okolje in prostor **Irene Majcen**, svetovalca predsednika Republike Slovenije za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo akad. dr. **Boštjana Žekša** ter predsednika Zveze geodetov Slovenije mag. **Blaža Mozetiča**.

Prireditev je spremljala razstava starih geodetskih instrumentov, ki so jo pripravili geodeti pod vodstvom mag. **Janeza Slaka** z geodetske uprave RS, ter slikarske razstave **Rajka Bogataja**. Popoldansko odprtje razstave je bilo namenjeno tudi predstavitvi monografije *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem* avtorjev Janeza Slaka in Boštjana Puclja ter urednika Joca Triglava.



Slika 9: Avtor razstave starih geodetskih instrumentov mag. Janez Slak.



Slika 10: Avtor slikarske razstave Rajko Bogataj.

*Mag. Erna Flogie Dolinar, za Zvezo geodetov Slovenije*  
Geodetska uprava RS  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [erna.flogie-dolinar@gov.si](mailto:erna.flogie-dolinar@gov.si)

*Dr. Anka Liseč, za Zvezo geodetov Slovenije*  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [anka.lisec@fgg.uni-lj.si](mailto:anka.lisec@fgg.uni-lj.si)

## 45. GEODETSKI DAN – IZMERJENA DEŽELA: 200 LET KATASTRA NA SLOVENSKEM



*Anka Liseč, Erna Flogie Dolinar*

Na Brdu pri Kranju je 23. in 24. maja 2017 potekal 45. Geodetski dan, ki je bil tematsko namenjen katastru, s tem pa tudi evidentiranju in upravljanju nepremičnin. Dogodek je organizirala Zveza geodetov Slovenije z Gorenjskim geodetskim društvom ter v sodelovanju z Ministrstvom za okolje in prostor RS in Geodetsko upravo RS, Geodetskim inštitutom Slovenije, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani, Inženirsko zbornico Slovenije ter združenjem geodetskih izvajalcev GIZ-GI.

Tematika ni bila izbrana naključno, saj letos zaznamujemo 200 let od začetka sodobnega parcelnega katastra na Slovenskem. Avstrijski cesar Franc I. je namreč 23. decembra 1817 podpisal Zakon o zemljiškem davku, ki je bil pravna podlaga za začetek vzpostavitve parcelnega katastra, poznanega tudi kot Franciscejski kataster, na temelju geodetske izmere.



Slika 1: Pozdravni govor mag. Blaža Mozetiča.  
(Foto: Nik Bertoneclj)



Slika 2: Pozdravni nagovor dr. Zorana Stančiča.  
(Foto: Nik Bertoneclj).

Torkovemu odprtju razstave starih geodetskih instrumentov in razstavnega prostora podjetij, ki so predstavljala nove rešitve in tehnologije na področju geodezije in geoinformatike, ter slavnostni akademiji s koncertom Big banda Orkestra Slovenske vojske je v sredo sledil strokovni simpozij.

V uvodnem delu je številne udeležence nagovoril mag. **Blaž Mozetič**, predsednik Zveze geodetov Slovenije, otvoritveni govor pa je imel dr. **Zoran Stančič**, vodja predstavništva Evropske komisije v Sloveniji, ki je navzočim čestital za izjemno prireditev in predvsem poudaril pomen 200-letnega stalnega razvoja geodetske stroke na Slovenskem, k čemur veliko pripomorejo tudi tovrstni simpoziji.

Sledil je strokovni del s plenarnimi predavanji, na katerem je dr. **Joc Triglav** uvodne besede namenil 200-letnemu razvoju katastra na Slovenskem. Zasnovo sodobnega katastra (Cadastre 4.0) je predstavila predstavnica mednarodne zveze geodetov FIG **Gerda Schennach**. Projekte nove izmere kot enega od načinov za izboljšanje kakovosti katastrskih podatkov je predstavil prof. dr. **Miodrag Roić** s Fakultete za geodezijo Univerze v Zagrebu. V sklepnem delu plenarnih predavanj je **Dominik Mesner** iz St. Pöltna, pooblaščen geodet ter solastnik enega najstarejših in največjih avstrijskih geodetskih podjetij, orisal vlogo pooblaščenega geodeta v Avstriji.



Slika 3: Predavanje Gerde Schennach. (Foto: Nik Bertoncej).



Slika 4: Predavanje Dominika Mesnerja. (Foto: Nik Bertoncej).

V popoldanskem delu so bili predstavljeni aktualni projekti na področju nepremičninske administracije in prostorskih informacijskih sistemov v Sloveniji. Strokovnjaki z Geodetske uprave RS, Ministrstva za okolje in prostor RS, Geodetskega inštituta Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter vrhovnega sodišča so predstavili dejavnosti in načrte na navedenih področjih. Poseben poudarek je bil na izzivih sodobnih tehnologij v nepremičninski administraciji ter na splošno v geodeziji in geoinformatiki.



Slika 5: Udeleženci okrogle mize o viziji geodetske stroke (od leve proti desni): Anton Kupic, direktor Geodetske uprave Republike Slovenije, Slavce Trpeski, direktor agencije za kataster nepremičnin Makedonije, Borko Drašković, direktor republiškega geodetskega zavoda Srbije, moderator dr. Marjan Čeh, mag. Blaž Mozetič, predsednik Zveze geodetov Slovenije, dr. Bojan Stopar, predstojnik Oddelka za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani. (Foto: Nik Bertoneclj)



Slika 6: Gostitelji in gostje: Anton Kupic, direktor Geodetske uprave Republike Slovenije; mag. Blaž Mozetič, predsednik Zveze geodetov Slovenije; mag. Erna Flogie Dolinar, generalna sekretarka Zveze geodetov Slovenije; Matjaž Grilc, Inženirska zbornica Slovenije; Slavce Trpeski, direktor agencije za kataster nepremičnin Makedonije; Borko Drašković, direktor republiškega geodetskega zavoda Srbije; dr. Anka Liseč, predsednica programskega odbora 45. Geodetskega dneva; Andrej Mesner, združenje geodetskih izvajalcev GIZ-GI; dr. Bojan Stopar, predstojnik Oddelka za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani. (Foto: Nik Bertoneclj).

Program simpozija je bil sklenjen z okroglo mizo o viziji geodetske stroke. O tem so z moderatorjem dr. **Marjanom Čehom** razpravljali ugledni gostje: **Slavce Trpeski**, direktor agencije za kataster nepremičnin Makedonije, **Borko Drašković**, direktor republiškega geodetskega zavoda Srbije, **Anton Kupic**, direktor Geodetske uprave Republike Slovenije, dr. **Bojan Stopar**, predstojnik Oddelka za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani, ter mag. **Blaž Mozetič**, predsednik Zveze geodetov Slovenije.





Slika 7: Udeleženci 45. Geodetskega dneva  
(Foto: Nik Bertoncej).



Slika 8: Razstava *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem*.

### Spremljajoča razstava

Dogodek je spremljal prikaz geodetskih instrumentov, ki so se v preteklosti uporabljali na Slovenskem v zemljiškem katastru. Razstavo *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem* so pod vodstvom mag. **Janeza Slaka** pripravili Zveza geodetov Slovenije, Geodetska uprava RS, Dolenjski muzej Novo mesto in Gorenjski muzej.

Gradiva Geodetskega dneva so na voljo na spletnih straneh dogodka, in sicer tako povzetki člankov (dgg.si/wp-content/uploads/2017/04/Zbornik\_GD2017.pdf) kot same predstavitve (dgg.si/predavanja), več o dogodku pa lahko najdete na spletni strani Zveze geodetov Slovenije (<http://www.zveza-geodetov.si/>).

*Dr. Anka Lisec, za Zvezo geodetov Slovenije*  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si

*Mag. Erna Flogie Dolinar, za Zvezo geodetov Slovenije*  
Geodetska uprava RS  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: erna.flogie-dolinar@gov.si

# DELOVNI TEDEN MEDNARODNE ZVEZE GEODETOV FIG V HELSINKIH

*Blaž Mozetič, Erna Flogie Dolinar, Anka Lisec*

V Helsinkih je med 29. majem in 2. junijem potekala letna konferenca z generalno skupščino mednarodne zveze geodetov FIG (fran. *Fédération Internationale des Géomètres*). Prireditvev je obiskalo več kot 1200 udeležencev iz približno stotih držav. V osemdesetih sklopih predavanj, ki so se izvajala tudi vzporedno, je bilo mogoče prisluhniti zanimivim dosežkom in razpravam na širokem področju geodezije, geoinformatike in upravljanja prostora. Predavanja so bila vsebinsko zaokrožena in so se izvajala v okviru tehničnih komisij, tako so se nanašala na strokovne standarde in prakso (komisija 1), strokovno izobraževanje (komisija 2), upravljanje prostorskih informacij (komisija 3), hidrografijo (komisija 4), geodetsko izmero (komisija 5), inženirsko geodezijo (komisija 6), kataster in upravljanje zemljišč (komisija 7), prostorsko načrtovanje (komisija 8), vrednotenje in upravljanje nepremičnin (komisija 9) ter gradbeno ekonomiko in menedžment (komisija 10). Na posebni sekciji, ki jo je FIG organiziral v sodelovanju s Svetovno banko, je mag. Dušan Mitrovič z Geodetske uprave RS predstavil sistem množičnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji, ki v mednarodnih strokovnih krogih velja za izredno velik strokovni dosežek in zgled za razvoj sistemov tudi v razvitih sodobnih državah.

Med predavanji velja izpostaviti plenarna predavanja vrhunskih strokovnjakov iz akademske sfere, javne uprave in zasebnega industrijskega sektorja. Uvodna plenarna predavanja so se nanašala na glavno temo letošnje prireditve, to je *Življenje jutri – v digitaliziranem svetu* (angl. *Living of Tomorrow – In a Digitalised World*). Svoje poglede na izzive informacijske družbe za geodetsko in geoinformacijsko družbo so predstavili *Arvo Kokkonen*, direktor finske državne geodetske uprave, *Greg Bentley*, Bentley Systems, in *Oumar Sylla* iz programa Združenih narodov UN-Habitat.



Slika 1: Tema tokratnega letnega srečanja je bila *Življenje jutri – v digitaliziranem svetu*.

40. generalne skupščine FIG se je udeležilo rekordno število delegatov, ki so zastopali 73 članic in so prišli kar iz 69 držav. Slovenijo oziroma Zvezo geodetov Slovenije smo na skupščini zastopali Blaž Mozetič, Erna Flogie Dolinar in Anka Liseč, ki smo bili vključeni tudi v program konference.



Slika 2: Delegati iz Slovenije v družbi predsednice in podpredsednika FIG-a (z leve proti desni): dr. Rudolf Staiger, mag. Erna Flogie Dolinar, dr. Chryssy A. Potsiou, mag. Blaž Mozetič in dr. Anka Liseč.



Slika 3: Knjiga Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem – Surveying Instruments and Equipment in Slovenian Lands v rokah mag. Blaža Mozetiča in družbi prof. dr. Rudolfa Staigerja, podpredsednika FIG-a, ter Gerde Schennach, predsednice komisije za kataster in upravljanje zemljišč.

Na skupščini sta bila imenovana tudi častna člana FIG-a. To sta dr. *Daniel Steudler* iz Švice, mednarodno izredno dejaven in prepoznaven strokovnjak s področja razvoja sodobnega katastra, ki je bil pred dvema letoma tudi gostujoči predavatelj na geodetskem dnevu v Sežani, ter dr. *Yerach Doytsher* iz Izraela.

Slovenska delegacija je z izrednimi odmevi na prireditve ob 200-letnici katastra na Slovenskem ter s predstavitvijo knjige *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem – Surveying Instruments and Equipment in Slovenian Lands* urednika dr. Joca Triglava in avtorjev mag. Janeza Slaka ter Boštjana Puclja pritegnila veliko pozornosti mednarodne geodetske skupnosti.

Prihajajoče leto 2018 je volilno. Kongres FIG, ki poteka vsake štiri leta, bo gostilo turško mesto Istanbul, in sicer med 6. in 11. majem 2018. Več informacij lahko najdete na spletnih straneh FIG-a: [www.fig.net](http://www.fig.net).

**Mag. Blaž Mozetič, za Zvezo geodetov Slovenije**  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [blaz.mozetic@gov.si](mailto:blaz.mozetic@gov.si)

**Mag. Erna Flogie Dolinar**  
Geodetska uprava RS  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [erna.flogie-dolinar@gov.si](mailto:erna.flogie-dolinar@gov.si)

**Dr. Anka Liseč**  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [anka.lisec@fgg.uni-lj.si](mailto:anka.lisec@fgg.uni-lj.si)

# POGLEDI NA PROSTORSKO NAČRTOVANJE SKOZI ČAS – OKROGLA MIZA

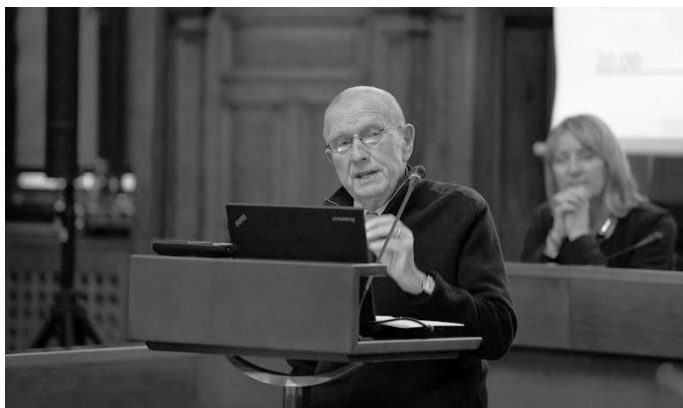
*Anton Prosen*

Društvo urbanistov in prostorskih planerjev Slovenije ter Društvo krajinskih arhitektov Slovenije sta 23. marca 2017 v veliki sejni dvorani Magistrata organizirala okroglo mizo z naslovom *Pogledi na prostorsko načrtovanje skozi čas*. Na dogodku je bilo več kot 90 udeležencev, med njimi študentje fakultet FGG, FA, FF (geografija) in BF (krajinska arhitektura). Med prisotnimi je bilo kar nekaj kolegov geodetov.

Izhodišča za razpravo so bili objavljeni prispevki v reviji IB (december 2016, izdajatelj Urad RS za makroekonomske raziskave), s katerimi so vidni soustvarjalci slovenskega prostorskega načrtovanja in regionalnega planiranja počastili petdesetletnico njenega neprekinjenega izhajanja. Avtorji prispevkov, objavljenih v reviji, so na okrogli mizi predstavili svoje poglede na prostorski razvoj Slovenije skozi čas. Revija je dosegljiva na spletni strani: <http://www.umar.gov.si>.

Osrednji del okrogle mize so bili tako nastopi predavateljev, profesorjev, nekdanjih ministrov, spoštovanih kolegov, in sicer: dr. Milana Naprudnika, Tomaža Vuge, dr. Pavla Gantarja, dr. Janeza Marušiča, mag. Iva Piryja, dr. Marjana Ravbarja in dr. Andreja Pogačnika. Moderatorja sta bila predsednika obeh stanovskih društev, in sicer dr. Liljana Jankovič Grobelšek ter Jože Novak.

Predavatelji so se slikovito in kompleksno, pa tudi kritično, ozrli na zadnja desetletja prostorskega načrtovanja v Sloveniji, jih začinili z osebnimi vtisi in izkušnjami, obenem komentirali današnje stanje in podali svoja videnja za naprej. Sledila sta diskusijska prispevka kolegov mag. Mirana Gajška in Jožeta Kavčiča. Živahna in plodna je bila tudi razprava. Po besedah moderatorke dr. Liljane Jankovič Grobelšek je bilo srečanje pravo strokovno medgeneracijsko druženje, predajanje in izmenjava znanja in izkušenj. Na spletni strani DUPPS si je mogoče ogledati fotografije in videoposnetek s srečanja ([www.dupps.si](http://www.dupps.si)).



Prof. dr. Milan Naprudnik med nastopom.

Organizatorja sta obljubila, da bodo na podlagi prispevkov in razprave oblikovali sklepe v obliki memorandumu ter ga poslali odgovornim na državni in lokalni ravni, ki so posredno ali neposredno povezani s prostorskim načrtovanjem v RS. Naj naštejemo nekaj predlogov, ki jih je pripravil kolega prof. dr. Milan Naprudnik in ki bodo v celoti vključeni v navedeni memorandum:

- **sprememba zakonodaje** v skladu z mednarodnimi izhodišči o prostorskem razvoju (CEMAT, Svet Evrope 2013);
- **vzpostavitev prostorske službe** na državni in medobčinski ravni ter **izdelava celovite zasnove regionalno-prostorskega razvoja Slovenije** kot obvezne podlage za načrtovanje razvoja urbanih središč in izdelava programov sektorjev prostorskega pomena ter
- **uskladitev prostorskih zasnov s sosednjimi državami** na podlagi protokola o varstvu Alp in **opredelitev prostorske politike** na državni ravni.

Ob koncu zapisa želim omeniti, da so taka srečanja izredno pomembna za razvoj stroke ter srečevanja različnih mnenj in pogledov na pretekli, sedanji in prihodnji čas. Kot omenjeno, je bil delež prof. Naprudnika na srečanju izjemno pomemben, in želim mu, da bi še naprej tako budno in kritično spremljal dogajanje v stroki ter s svojimi predlogi pripomogel k razvoju pomembne dejavnosti, ki pa jo državne institucije vrsto let povsem zanemarjajo.

---

*Dr. Anton Prosen*

*e-naslov: [prosenanton@gmail.com](mailto:prosenanton@gmail.com)*

# STROKOVNA EKSURZIJA ŠTUDENTOV MAGISTRSKEGA ŠTUDIJA GEODEZIJE IN GEOINFORMATIKE TER PROSTORSKEGA NAČRTOVANJA NA NIZOZEMSKO

*Stefan Borovčanin, Ajda Kafol Stojanović, Ana Potočnik*

Študenti magistrskega študija geodezije in geoinformatike ter prostorskega načrtovanja na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani smo se v začetku maja v okviru rednih študijskih obveznosti udeležili petdnevne strokovne ekskurzije na Nizozemsko. Seznanili smo se z delovanjem katastrske službe na Nizozemskem in protipoplavnim načrtovanjem ter si ogledali različne primere urbane prenove mestnih središč in revitalizacije degradiranih ladjedelniških območij. Pot smo začeli v Apeldoornu, nadaljevali smo proti Haagu in Rotterdamu ter ekskurzijo končali v Amsterdamu.

Prvi dan smo začeli s predavanji o organizaciji, delovanju in storitvah **državne katastrske službe iz Apeldoorna**. Gospod Co Mayer iz katastrske službe nas je seznanil z izvajanjem komasacij na Nizozemskem. Z njimi celovito urejajo kmetijska zemljišča, kolesarske poti, naravna območja in protipoplavno zaščito naselij. Sedaj sprejemajo zakonsko podlago za izvajanje zahtevnih komasacij stavbnih zemljišč, ki so še v povojih. Namesto izraza *land consolidation*, ki ima pogosto negativno konotacijo, raje uporabljajo pojem *land re-allotment* in tako dosegajo večje uspehe pri preurejanju zemljišč.



- Objects under construction
- Neighbor Inspector
- No Tax Paid and not registered
- No Tax Paid but registered
- Tax Paid



Slika 1: Točkovni kataster (levo) in terensko popisovanje zemljišč (desno) (vir: C. Mayer, 2017).

Seznanili smo se tudi s primeri ustanavljanja zemljiškega katastra v Afriki, predvsem v Ruandi, Burundiji, Etiopiji in Namibiji. Zaradi drugačnega družbenega sistema, kot ga poznamo v Evropi, življenja v skupnostih in ne tako daljne zgodovine kolonializma je bilo za uspešno izvedbo projekta ključnega pomena dobro sodelovanje z lokalno skupnostjo. Geodeti so pred začetkom del pristopili k poglavarju in ga informirali o svojih namerah. Ta jim je pomagal pri komunikaciji z lokalnim prebivalstvom in zgradil zaupanje do prišlekov, ki vzpostavljajo nov in njim tuj sistem evidentiranja nepremičnin. Dela

so se lotevali različno. V nekaterih primerih so prebivalci na digitalni ortofoto ali satelitski posnetek narisali meje svojega zemljišča. Kjer je bilo zaradi goste poselitve ali velikega deleža površin v skupni rabi nemogoče razmejevati lastniške parcele, so se odločili za ustanovitev tako imenovanega točkovnega katastra (angl. *point cadastre*). Evidentirani so le objekti, na identifikator objekta pa vezani podatki o lastniku nepremičnine in informacija o plačilu davka.

Zanimivim izkušnjam delovanja v tujini je sledila predstavitev projekta **Veessen Wapenveld** o pripravi rezervnega koridorja za odvajanje poplavnih voda med izjemnimi vodnimi dogodki. Vodne ureditve so se izvajale hkrati s preureditvijo (komasacijo) kmetijskih zemljišč ter preselitvijo kmetij s poplavnih območij na ustrežnejše lokacije. Po območju celovitega urejanja smo se zapeljali z avtobusom ter si vse zanimive tehnične rešitve in preurejena polja tudi ogledali.



Slika 2: Veessen Wapenveld (foto: A. Kafol Stojanović, 2017).

Strokovni del predavanj o katastru je potekal v bližini Wapenvelda, ker stoji obnovljen mlin na veter (*Vrieze's Erfgoed*). Po predavanjih nam je eden od štirih prostovoljnih mlinarjev predstavil zgodovino in delovanje te prepoznavne nizozemske dediščine.



Slika 3: Mlin na veter (levo) in udeleženci ekskurzije (desno) (foto: A. Lisec, A. Kafol Stojanović, 2017).

Drugi dan smo pričeli z vodenim ogledom zapornic Maeslant v bližini Rotterdama. Z velikimi gradbenimi konstrukcijami, jezovi, pregradami in nasipi se Nizozemci že vrsto let bojujejo proti poplavam, ki so jim nevarno izpostavljeni. Zapornice nimajo samo funkcije varovanja mesta, ampak spadajo tudi med tehnična čudesa modernega sveta.

Pot smo mimo Haaga nadaljevali do priljubljenega obmorskega središča Scheveningen. Cilj je bila ena izmed najbolj obiskanih nizozemskih plaž, popoldan pa smo preživeli v Rotterdamu. V mestnem središču smo si ogledali več arhitekturnih znamenitosti in urbanih prenov: plavajoč paviljon (niz. *Drijvend Pavi-*

*ljoen*), most Erasmus, hiše v obliki kock (angl. *Cube Houses*), pokrito tržnico Markthal in Luchtsingel, 400 metrov dolg most, namenjen pešcem.



Slika 4: Zapornice Maeslant (foto: A. Kafol Stojanovič).



Slika 5: Plavajoč paviljon (levo) in Rotterdam z mostom Erasmus (desno) (foto: A. Potočnik).



Slika 6: Hiše v obliki kock (levo) in pokrita tržnica Markthal (desno) (foto: M. Jezernik, A. Potočnik).



Predzadnji dan potovanja smo obiskali Amsterdam ali severne Benetke, kot nekateri imenujejo mesto. Strokovni del smo pričeli v severnem Amsterdamu (*Amsterdam Noord*) na območju nekdanjih ladjedelnic, ki je zaradi socialno-ekonomskih sprememb ostalo zapuščeno in močno onesnaženo. S pomočjo mestnih oblasti in s poceni alternativnim načinom transformacije, ki vključuje sodelovanje lokalne skupnosti in nevladnih organizacij, se počasi revitalizira.

Obiskali smo **De Ceugel**, ki ga zastopajo posamezniki, umetniki in majhna podjetja. Zamisel o prenovi se je porodila iz zahteve, da se zaradi onesnaženih tal na njih ne sme postaviti objektov s temelji, zato so kupili stare odslužene ladje in jih preoblikovali v pisarne ter stanovanjske in poslovne enote. Delovanje skupnosti, ki predstavlja zeleni tehnološki poligon, temelji na trajnostni uporabi virov, zaprtih snovnih krogih, ničelnih emisijah in nič odpadkih.





Slika 7: De Ceuveel (levo) (vir slike: De Ceuveel, 2017) in primer pisarne na ladji (desno) (foto: A. Potočnik, 2017).

Sledil je ogled nekoč najbolj onesnaženega dela Amsterdama, **nekdanjih ladjedelnic NDSM**. Območje se počasi transformira ter obnavlja v trajnostno in samooskrbno sosesko. Postaja poligon za različne oblike umetnosti, street arta, muzejev na prostem, restavracij itd. Sestavljajo ga proizvodne hale, ki so preoblikovane v umetniški prostor paviljona, s številnimi čezoceanskimi transportnimi kontejnerji, ki so preoblikovani v stavbne enote, sestavne elemente najinega mesta v halah.



Slika 9: Notranjost proizvodne hale z razstavljenimi umetniškimi deli (levo) in transformiran kontejner (desno) (foto: A. Kafol Stojanović, A. Potočnik).

Popoldanski prosti čas smo izkoristili za doživljanje Amsterdama ter vsak po svoje sklenili zgodbo o znamenitem Amsterdamu in Nizozemski.

Udeleženci ekskurzije bi se radi zahvalili g. Co Mayeru ter predstavnicama skupnosti De Cuevel za lep sprejem ter izčrpna in zanimiva predavanja. Hvala!

*The participants of the excursion would like to express a great thanks to Mr. Co Mayer, and representatives of De Ceuveel for a nice reception, comprehensive and interesting presentations. Many thanks!*

## Viri

Co Mayer, 2017. LA experiences Africa. Lastni vir.

De Ceuveel, 2017. Dostopno na: <http://deceuveel.nl/en/about/general-information/> (pridobljeno 3. 6. 2017).

*Stefan Borovčanin, Ajda Kafol Stojanović in Ana Potočnik,*  
za študente 2. letnika magistrskih študijev geodezije in geoinformatike ter prostorskega načrtovanja na UL FGG  
e-naslov: stephan.mr.schmitt.at@gmail.com, kafol.ajda@gmail.com, ana.potocnik1@gmail.com,

# GEODETI PO POTEH HMELJA IN PIVA 2017

*Tomaž Cink*

Celjsko geodetsko društvo je ob pomoči turistično-informacijskega centra iz Žalca 20. maja 2017 organiziralo pohod geodetov po najzanimivejših točkah mesta Žalec z bližnjo okolico. Tako smo se zbrali v ne prav velikem številu – 18 se nas je nabralo, maj se je tudi nam kot organizatorjem pokazal kot najbolj pester mesec glede dogodkov in prireditev na prostem.

Dobili smo se pred Ekomuzejem hmeljarstva in pivovarstva v Žalcu in najprej krenili do najvišje stavbe v Spodnji Savinjski dolini – 18-nadstropne poslovno-skladiščne stolpnice Hmezad Export Importa, največjega hmeljskega trgovca v državi. Veseli smo bili krasnih razgledov s terase po ravno ozelenelih hmeljiščih in okoliški hribih, pogledi segajo od zasavskih hribov do grebena Pohorja ter od Trojan pa do hribovja v hrvaškem Zagorju, ki je nekako nadaljevanje naše Donačke gore, dodatno veselje je bilo dejstvo, da so meteorologi udarili mimo pri napovedi deževne sobote. Mogoče pa bo razgledna terasa stolpnice v prihodnje postala nova zanimiva točka mesta Žalec.



Slika 1: Pogled na hmeljišča.

Pot nas je nato vodila do slovenskega Schönbrunn, dvorca Novo Celje, katerega stanje pa danes ne pokaže več nekdanje lepote stavbe in velikega parka okrog nje. Dvorec naj bi bil zgrajen po vzoru Schönbrunn v obdobju med letoma 1754 in 1760, je pravokotnega tlorisa in ima trinajstosno glavno pročelje z bogato členjeno baročno fasado z vhodnim portalom v rizalitu, ki obsega tri osrednje osi. Dodajamo vabilo za obisk, ob našem ogledu so pripravljali razstavo 50 vidnih slovenskih umetnikov z naslovom Epilog, ki bo ob koncu tedna odprta do 1. oktobra.



Slika 2: Dvorec Novo Celje.



Od Novega Celja naprej smo se spustili v hmeljišča, naš geodetski kolega Peter iz GP Žalec je tudi hmeljar in nam je na eni od njiv praktično prikazal spomladanska dela v hmeljiščih in napore, ki na koncu pripeljejo do lepega pridelka »zelenega zlata«, kadar so cene visoke, ali pa »grenke rože«, ko so cene hmelja nizke ali pridrvijo kakšna neurja.



Slika 3: Prikaz dela v hmeljišču in pohod med polji hmeljskih žičnic.

Pot smo nadaljevali proti Savinji in mimo bioparka Nivo, poznanega širom domovine po težavah zaradi prebogato spečenih žalskih »kukijev«. Pohod skozi hmeljišča smo točno opoldne končali na izhodišču pri ekomuzeju, kjer nas je že čakala »obirovska južina« – nekoč najbolj pogosta hrana za številne obirovce hmelja iz domačih vasi ter vzhodne Slovenije in Zagorja. Jedi pogosteje rečemo »tople murke z zabeljenim fižolom«, so pa to tople kumare z dodanim krompirjem in z zabeljenim stročjim fižolom. Treba je jo poskusiti, je res okusna, seveda pa ne sme manjkati ocvirkov. K njej je prav dobro leglo žalsko svetlo pivo Kukec po receptu Simona Kukca, lastnika pivovarn Žalec in Laško iz časa med 1880. in 1927. letom.

Ja, degustacija Kukca nam je dala energije za ogled ekomuzeja, prav posebnega muzeja v Žalcu, in nato za sprehod skozi najstarejši del Žalca do glavne turistične znamenitosti – pivske fontane Zeleno zlato. In ker je nebo začelo kazati bolj kisel obraz, smo, preden bi nas zmočil dež, zmočili svoja grla s šestimi različnimi vrstami piva iz fontane, ki kot prva svoje vrste na svetu stoji na prostem. Fontano Zeleno zlato so postavili v središče Žalca kot poklon hmeljarstvu in pivovarstvu v Spodnji Savinjski dolini. Zasnovana

je v obliki hmeljske kobule, ki se izraža v dveh polkrogih, v dveh fontanah, pivski in vodni. Vrček je oblikoval priznani industrijski oblikovalec in častni občan Žalca Oskar Kogoj, izdelujejo jih v Steklarni Hrastnik. Dogajanje na fontani je vedno pestro, zlasti ob vikendih, ko jo dnevno obišče kar veliko obiskovalcev iz domovine in seveda tudi tujine. Sploh naši v tujini živeči rojaki obiska nočejo zamuditi.



Slika 4: Veseli pohodniki na fontani piva Zeleno zlato.

No, ko so točilne naprave na postavitve vrčkov pod avtomatske pipice začeli kazati rdečo barvo kot znak, da si porabil vseh šest točenj po deciliter piva, smo naredili premik proti zadnji točki pohoda geodetov, izletniški kmetiji Kotar v naselju Pongrac 53, Griže (pa ne peš, bi bilo malo predaleč). Ko smo ravno dobro posedli v okusno urejenem prostoru kmetije Kotar, je prišel za nami obljubljen dež, pa nič hudega, bili smo na suhem v družbi polnih krožnikov okusnih dobrot z žara, in seveda tudi dobre kapljice iz štajerskih in dolenskih logov. Na koncu je padla debata, da lahko pohod geodetov po poteh hmelja in piva ponovimo na drugačni mikrolokaciji Savinjske doline, ki nam ponuja obilo zanimivosti. Pa na svidenje iz Žalca, obenem z zahvalo občini Žalec, ki nam je omogočila res ugodno ponudbo za voden ogled ekomuzeja in mesta Žalec.

Slike sva prispevala Mladen Stanojevič in avtor članka, informacije o opisanih zanimivostih pa najdete na spletni strani TIC Žalec: <http://www.zkst-zalec.si/sl-si/imenik/18/tic-zalec>.

Z veseljem sem tole zapisal, naj velja tudi kot vabilo v naše kraje!

*Tomaž Cink, univ. dipl. inž. geod.  
Območna geodetska uprava Velenje  
Prešernova cesta 1, SI- 3320 Velenje  
e-naslov: tomaz.cink@gov.si*

## IN MEMORIAM



**KAREL-DRAGO LIPIČ (1927–2017)**

Rodil se je 30. avgusta 1927. leta v občini Moravske Toplice kot peti otrok v trdni protestantski družini očetu Vincencu in materi Mariji. Oče je bil skrben in vesten gospodar ter prav tako vesten in dejaven v družbenih in civilnih organizacijah ter cerkvenem okolju. Vzgoja doma, predvsem pa očetov zgled, sta mu bila trdno vodilo na poti v življenje, tako v šolskih letih kot pozneje pri delu. Osnovno šolo je končal v rojstni vasi, na očetovo in tudi svojo željo se je leta 1939 vpisal na gimnazijo v Murski Soboti in jo po prekinitvi zaradi vojne končal z maturo leta 1948 v Mariboru. Sledil je študij na univerzi v Ljubljani, ki ga je končal kot univ. dipl. inženir geodezije, nato se je leta 1957 zaposlil na Geodetskem zavodu SR Slovenije.

Že kot študent je bil dejaven v študentski organizaciji. Njegovo odgovorno in uspešno delo ni ostalo neopaženo, in leta 1960 je bil izvoljen za podpredsednika, pozneje pa predsednika občine Ljubljana Center. S tem se je začelo njegovo delovanje na pomembnih in odgovornih položajih. Sledil je odhod v Beograd z vlogo državnega sekretarja in vodje kabineta podpredsednika zveznega izvršnega sveta Sergeja Kraigherja. Po vrnitvi v Slovenijo je bil leta 1965 izvoljen za sekretarja za urbanizem v vladi Staneta Kavčiča.

Sledilo je delovanje v strokovnih krogih, predsedoval je svetu Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo ljubljanske univerze, zatem članstvo v odboru za komunalo Gospodarske zbornice Slovenije, v letu 1979 je prevzel položaj direktorja Zavoda za urbanizem v Ljubljani. Leta 1983 je postal direktor Komunalnega podjetja Ljubljana (Vodovod-kanalizacija), kar je bila njegova zadnja zaposlitev. Ta se je v letu 1991 iztekla z odločbo o prisilni upokojitvi – prišel je na spisek funkcionarjev na vodilnih položajih razpadle države.

V pokoju sta z ženo Majdo živela v Ljubljani, redno sta zahajala na Rožnik, na vikendu na Suhem vrhu blizu rojstnega doma in kraju, ki se jima ni Drago nikoli odrekel, pa sta pridelovala vrtnine. Na Suhu dol je vedno rad zahajal, ne na obisk, ampak domov.

Aprila letos se je dopolnilo 89 let življenja Karla-Draga Lipiča, univ. dipl. inž. geodezije. Na njegovo željo so se žena Majda in širša družina od njega poslovili na pokopališču v Kranju.

Še nekaj besed v spomin kolegu in prijatelju: Po štiridesetih letih zaposlitve v stroki in opravljanju odgovornih funkcij na družbeno-politični ravni smo dolžni spregovoriti o njegovi osebni zapuščini.

Le kratko obdobje je Drago deloval na področju geodezije, nekaj dlje v urbanizmu, dovolj, da se ga bomo spominjali kot našega. Srečala sva se v obdobju študija in postala pobudnika za spremembo študijskega programa, ki je temeljil še na vlogi pridobivanja podatkov o zemljiščih za potrebe obdavčenja, najpomembnejšem viru državnega proračuna v kraljevini Jugoslaviji, še dediščini avstro-ogrske monarhije. Po drugi svetovni vojni je z nacionalizacijo zemljišč pomen zemljiškega katastra za dohodek proračuna usahnil, prenesel se je na področje gospodarstva, hkrati pa so bili potrebni podatki o zemljiščih in objektih za področje urbanizma, infrastrukturo in druge posege v prostor.

Vse to je narekovalo spremembe študijskega programa in tudi novo geodetsko zakonodajo. V upravnih geodetskih organih za tovrstne spremembe ni bilo posluha, kajti geodetsko vodstvo je pripadalo generaciji zemljiškega katastra. Šele v 1960. letih je povojna generacija geodetov, zaposlenih v Geodetskem zavodu SR Slovenije, oblikovala nov pristop. Obnovilo se je sodelovanje z Dragom, sledila je nova geodetska zakonodaja ter sprejetje programa za vzpostavitev podatkov o zemljiščih in objektih za najširši krog uporabnikov. Tudi ko je Drago deloval na odgovornih funkcijah, so bila vrata za posvet ali pomoč vedno odprta.

In še kratek zapis o njegovem delovanju na področju urbanizma. Njegova stališča o urejanju prostora na območju Ljubljane je v letu 1971 objavil Ljubljanski dnevnik pod naslovom Dokončati nedokončano. Takole je zapisal: »Nisem nasprotnik gostejše Ljubljane, ohranjati moramo staro mestno jedro in razviti rekreacijske površine na Barju. Leta 2000 naj v centru Ljubljane kraljuje le pešec.« Drago nam bo ostal v spominu kot prijatelj in tovariš. S položaji na oblastni ravni ni bil obremenjen, kot geodetu s pogledom v prihodnost pa bi mu lahko stisnila roko tudi današnja generacija geodetov.

Še zahvala njegovi zvesti sopotnici ženi Majdi za podatke in sodelovanje pri tem zapisu.

Pripravil: dr. Milan Naprudnik

# KOLENDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV

V OBDOBJU JULIJ–SEPTEMBER 2017

*Aleš Lazar*

## V SLOVENIJI

---

20. september 2017    **Arhitektura mikrostoritev kot podlaga za »digitalno« inovativno okolje – primer iz prakse**  
Ljubljana, Slovenija  
Spletna stran: <http://www.izs.si/izobrazevanja/>

---

27.–29. september 2017    **The 14th International Symposium on Operations Research in Slovenia**  
Bled, Slovenija  
Spletna stran: <http://sor17.fov.uni-mb.si/>

---

28. september 2017    **CGS konferenca**  
Ljubljana, Slovenija  
Spletna stran: <http://www.cgsplus.si>

## V TUJINI

---

2.–7. julij 2017    **ISPRS Workshops: LULC Change Detection**  
Washington, ZDA  
Spletna stran: <http://www2.isprs.org/commissions/comm3/wg7/activities.html>

---

4.–7. julij 2017    **GI Forum Salzburg: Symposium and exhibit**  
Salzburg, Avstrija  
Spletna stran: <http://www.gi-forum.org/>

---

8.–11. julij 2017    **Esri Imaging and Mapping Forum**  
San Diego, ZDA  
Spletna stran: <http://www.esri.com/events/imaging-and-mapping>

12.–18. julij 2017	<b>4th CIPA Summer School</b> Pafos, Ciper Spletna stran: <a href="http://cipa.icomos.org/2017/04/01/4th_cipa_summer_school/">http://cipa.icomos.org/2017/04/01/4th_cipa_summer_school/</a>
16.–22. julij 2017	<b>Innsbruck Summer School of Alpine Research 2017 – Close Range Sensing Techniques in Alpine Terrain Venue</b> Obergurgl, Avstrija Spletna stran: <a href="https://www.uibk.ac.at/geographie/summerschool/">https://www.uibk.ac.at/geographie/summerschool/</a>
18.–22. julij 2017	<b>FOSS4G Europe 2017</b> Pariz, Francija Spletna stran: <a href="https://europe.foss4g.org/2017/">https://europe.foss4g.org/2017/</a>
21. julij 2017	<b>IEEE/ISPRS Workshop: EarthVision 2017 – Large Scale Computer Vision for Remote Sensing Imagery</b> Honolulu, Havaji, ZDA Spletna stran: <a href="http://www.grss-ieee.org/earthvision2017/index.html">http://www.grss-ieee.org/earthvision2017/index.html</a>
22. julij–2. avgust 2017	<b>Laboratory of Place 2017 – ISPRS Summer School on 3D Surveying in Cultural Heritage</b> Ghesio, Montecrestese, Italija Spletna stran: <a href="http://www.sitech-3dsurvey.polimi.it/">http://www.sitech-3dsurvey.polimi.it/</a>
25.–26. julij 2017	<b>SA GeoTech 2017</b> Johannesburg, Republika Južna Afrika Spletna stran: <a href="http://www.sageotech.co.za/">http://www.sageotech.co.za/</a>
23.–30. julij 2017	<b>Technical Seminar on Reference Frame</b> Kobe, Japonska Spletna stran: <a href="http://www.fig.net/organisation/comm/5/index.asp">http://www.fig.net/organisation/comm/5/index.asp</a>
6.–10. avgust 2017	<b>Optical Engineering + Applications</b> San Diego, ZDA Spletna stran: <a href="http://spie.org/conferences-and-exhibitions/optics-and-photonics/optical-engineering-and-applications">http://spie.org/conferences-and-exhibitions/optics-and-photonics/optical-engineering-and-applications</a>
10.–11. avgust 2017	<b>Sustainable Development Goals: a time for innovations and investment in land administration and management</b> Dar es Salaam, Tanzanija Spletna stran: <a href="http://www.fig.net/events/2017/2017_CASLE_Conference_Tanzania.pdf">http://www.fig.net/events/2017/2017_CASLE_Conference_Tanzania.pdf</a>



- 
- 13.–16. avgust 2017**    **2017 International Symposium on Planetary Remote Sensing and Mapping**  
Hongkong, Hongkong  
Spletna stran: <http://event.lsgj.polyu.edu.hk/prsm2017/>
- 
- 22.–24. avgust 2017**    **1st International Conference on Geospatial Information Management – Mapping the Future**  
Aman, Jordanija  
Spletna stran: <http://www.rjgc.gov.jo/Default.aspx?lang=en>
- 
- 28. avgust–1. september 2017**    **26th International CIPA Symposium**  
Ottawa, Kanada  
Spletna stran: <http://www.cipaottawa.org/>
- 
- 4.–7. september 2017**    **UAV-g 2017**  
Bonn, Nemčija  
Spletna stran: <http://uavg17.ipb.uni-bonn.de/>
- 
- 4.–8. september 2017**    **COSIT2017 – 13th International Conference on Spatial Information Theory**  
L'Aquila, Italija  
Spletna stran: <http://www.cosit2017.org>
- 
- 11.–15. september 2017**    **56th Photogrammetric Week 2017**  
Stuttgart, Nemčija  
Spletna stran: <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/phowo/index.en.html>
- 
- 14.–16. september 2017**    **8th International Scientific Conference**  
Lvov, Ukrajina  
Spletna stran: <http://usprs.com.ua/>
- 
- 14.–16. september 2017**    **GeoPreVi 2017**  
Bukarešta, Romunija  
Spletna stran: <http://www.geoprevi.ro/>
- 
- 15.–22. september 2017**    **International Seminar on Construction and Application of Spatial Data Infrastructure**  
Peking in Wuhan, Kitajska  
Spletna stran: <http://gsw2017.3snews.net/>
- 
- 16.–17. september 2017**    **ISPRS Workshop on Collaborative and Dynamic Land Cover Information Services Supporting UN Sustainable Development Goals**  
Jinan, Kitajska  
Spletna stran: [ngcc.sbsm.gov.cn/article/en/he/hl/201704/20170400008768.shtml](http://ngcc.sbsm.gov.cn/article/en/he/hl/201704/20170400008768.shtml)

---

**18.–22. september 2017 ISPRS Geospatial Week 2017**

Wuhan, Kitajska

Spletna stran: <http://gsw2017.3snews.net/>

---

**26.–28. september 2017 InterGeo**

Berlin, Nemčija

Spletna stran: <http://www.intergeo.de/>

---

**28.–30. september 2017 VIII Surveying Convention**

Havana, Kuba

Spletna stran: <http://www.agrimensuracuba.com/>

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja zemljišč in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali tujini pošiljajte na e-naslov: [lazarales@gmail.com](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)*

## CARL ZEISS JENA / 1953 / DAHLTA 020

---

Instrument se je na trgu pojavil leta 1953. Dahlta nosi ime po norveškem konstruktorju J.

Dahlu. Ti instrumenti še niso poznali izboljšav, kakršne so imeli poznejši instrumenti, na primer povečave slike v daljnogledu, vgradnje izboljšanega objektiva z večjo ostrino, modre optike, dveh vertikalnih limbov (ločeno vertikalni krog in krog z diagramom krivulj), prosto vidnega polja za odčitavanje vertikalnega kroga, osvetlitve obeh krogov z zrcalom, ki se obrača in nagiba, pokončne slike, polne slike (pri avtoredukcijskih tahimetrih Hammer-Fennel je bilo vidno polje omejeno na polovico) in možnosti prisilnega centriranja.

Delovanje diagramskega tahimetra temelji na zamisli prof. Hammerja iz Stuttgarta. Namesto togih oznak za merjenje dolžin in višinskih razlik se v ravnino slike okularja preslikava par krivulj, katerih razmik se menja glede na višinski kot. Rešitev je prvo uporabilo podjetje Fennel iz Kassla v tahimetru Hammer-Fennel.

Za merjenje dolžin in višinskih razlik so se uporabljale tako imenovane late ÅtdahltaÅs (late z reperjem na višini 1,40 metra). Instrument omogoča neposredno odčitavanje horizontalnih dolžin in višinskih razlik. Sledila je serija z oznako Dahlta 010 v letu 1968, nato Dahlta 010A v letu 1971, zadnji tip tega instrumenta z oznako Dahlta 010B pa se je na trgu pojavil v poznih 80. letih prejšnjega stoletja.

**Instrument hrani glavni urad Geodetske uprave Republike Slovenije.**



# KOLEKTOR



**RIKO<sup>®</sup>**

**Globalni inženiring  
za srečo ljudi**



***cestno  
podjetje  
kranj d.o.o.***



UI.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

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

statistika  
statistical services

real estate  
nepremičnine

developmet  
razvoj

LAND MANAGEMENT  
UREJANJE ZEMLJIŠČ

DALJINSKO ZAZNAVANJE  
REMOTE SENSING

PUBLIC INFRASTRUCTURE CADASTRE  
kataster GJI

AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEMS  
KMETIJSKI INFORMACIJSKI SISTEMI

LAND CONSOLIDATION  
KOMASACIJE

civil surveying  
inženirska geodezija

SPATIAL DATA  
PROSTORSKI PODATKI

BUILDINGS CADASTRE  
KATASTER STAVB

spatial plans  
prostorski načrti

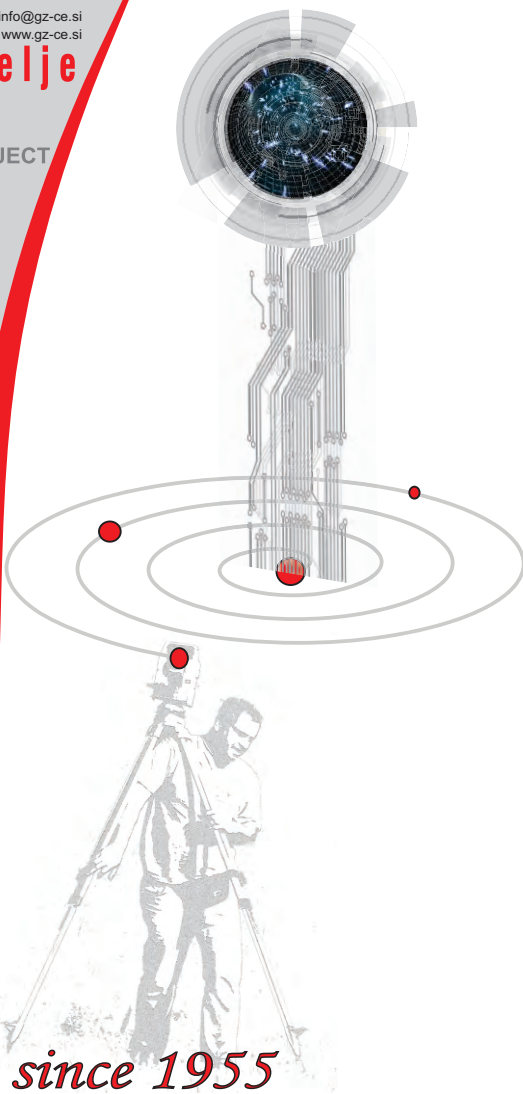
CURRENT STATE ANALYSIS  
ANALIZA STANJA

SPATIAL PLANNING AND MANAGEMENT  
NAČRTOVANJE IN UREJANJE PROSTORA

kanalizacione  
sisteme

local plans  
občinski plans

CARTOGRAPHY  
KARTOGRAFIJA



*since 1955*

IZRAVNAJMO TENZIJE POSLOVNEGA SVETA,  
PODAJMO SI ROKE DRAGI POSLOVNI PARTNERJI  
IN KRENIMO SKUPAJ NOVIM IZZIVOM NAPROTI!

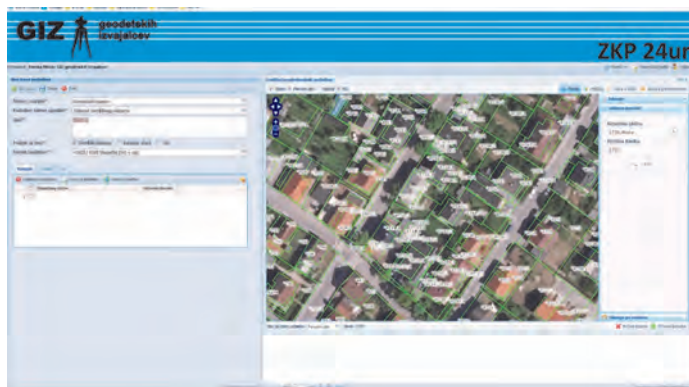
HIVALA VAM ZA SKUPNIH 60 LET!

# ELEKTRONSKI DOSTOP

DO PODATKOV

ZEMLJIŠKEGA KATASTRA, KATASTRA  
STAVB IN ZBIRNEGA KATASTRA GJI

## ZKP 24 UR

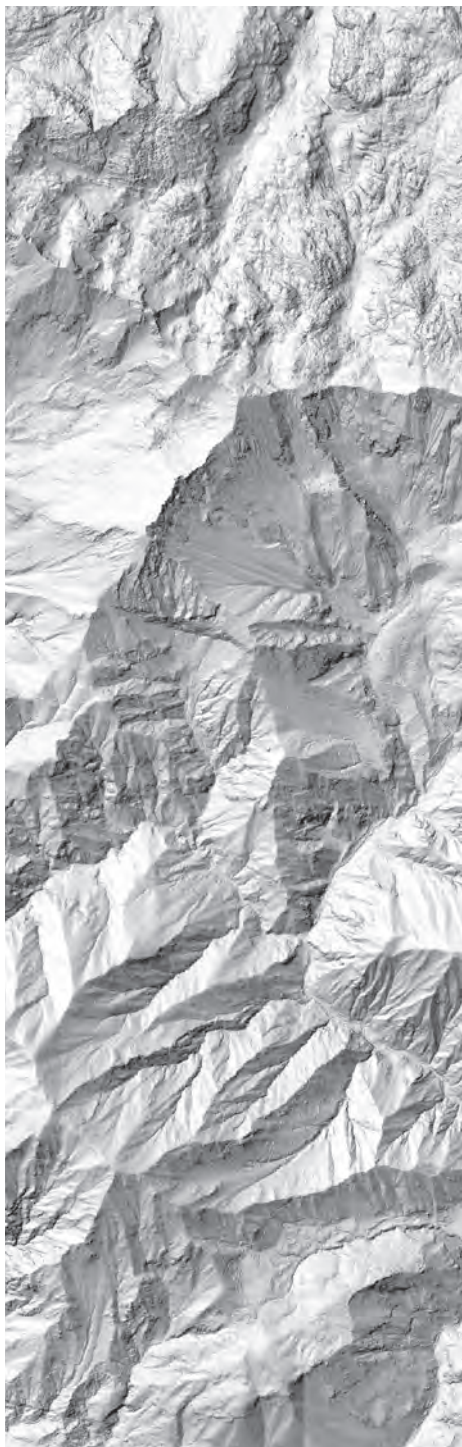


Vse dodatne informacije dobite na  
spletni strani GIZ GI  
[www.giz-gi.si](http://www.giz-gi.si)

ali po elektronski pošti  
[giz-gi@giz-gi.si](mailto:giz-gi@giz-gi.si).







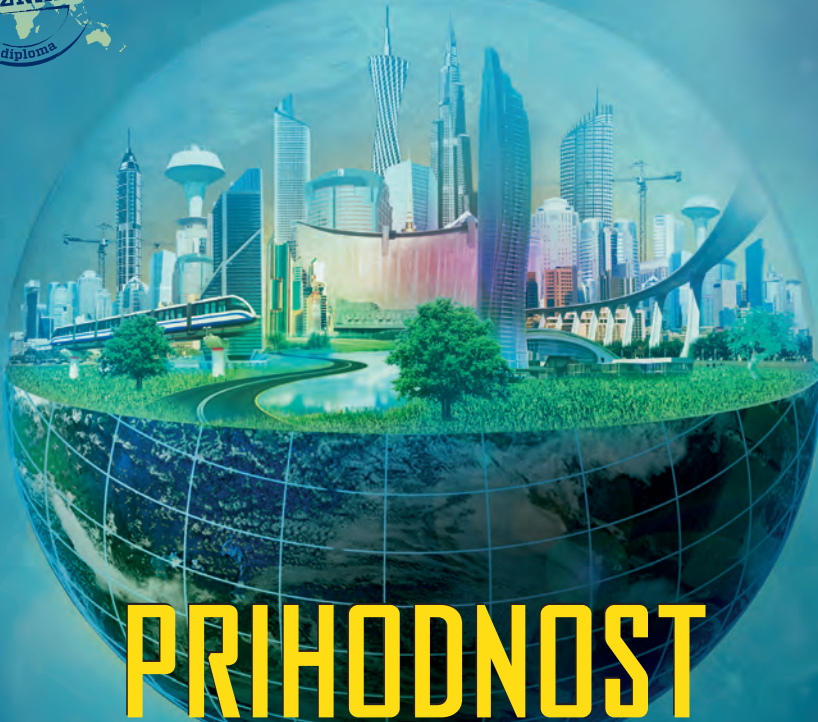
Podoba analitičnega senčenja DMR1  
Laserskega skeniranja Slovenije 2014-2015

## **GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE**

- **Geodetski referenčni sistem, SIGNAL**
- **Prostorski podatki, statistike in analize**
- **Nepremičninske evidence in upravljanje z nepremičninami**
- **Daljinsko zaznavanje, fotogrametrija in lasersko skeniranje**
- **Hidrografija**
- **Kartografija**
- **Geografski informacijski sistemi (GIS)**
- **Lokacijske storitve in navigacija**
- **Izdelki za orientacijo in mobilnost ranljivih skupin**
- **Razvoj kazalnikov in večrazsežna vizualizacija**
- **Priprava in vodenje mednarodnih projektov**
- **Izobraževanje**
- **Izdelava prostorskih maket**
- **Grafične storitve**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana  
tel.: 01 200 29 00, faks: 01 425 06 77, e-pošta: info@gis.si  
medmrežje: [www.gis.si](http://www.gis.si)





# PRIHODNOST JE TREBA ŠE ZGRADITI

GRADBENIŠTVO, OKOLJSKO GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJA  
SKOZI CELOTNO ZGODOVINO ČLOVEŠTVA PREMKAJO MEJE ZNANEGA.  
PRIHODNOST PRINAŠA TRAJNOSTNE IZZIVE NA ZEMLJI IN NOVE V VESOLJU.

**BOŠ ZRAVEN, KO SE BO GRADILA PRIHODNOST?**

Vpiši se na Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo  
Univerze v Ljubljani z mednarodno priznano diplomom.

**Fakulteta redno izvaja bolonjske študijske  
programe I., II. in III. stopnje!**

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta *za gradbeništvo in geodezijo*



