



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

Indeksiran in povzet je tudi v naslednjih bibliografskih zbirkah:

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

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

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

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

Indexed and abstracted is also in those bibliographic data bases:

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

Geodetski vestnik is partly subsidized by the Slovenian Research Agency.

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

GEODETSKI VESTNIK

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



Letnik 61, št. 1, str. 1–174, Ljubljana, marec 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

MEDNARODNI UREDNIŠKI ODBOR

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

IZDAJATELJSKI SVET

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

TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

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

GLAVNA IN ODGOVORNA UREDNICA

Dr. Anka Lisec

Tel.: +386 1 4768 560

E-naslov: urednik@geodetski-vestnik.com

PODROČNI IN PODPODROČNI UREDNIKI

Dr. Bojan Stopar, *področni urednik za geodezijo*
Dr. 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*

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

GEODETSKI VESTNIK

UDK 528=863

ISSN 0351-0271

e-ISSN 1581-1328



Vol. 61, No. 1, pp. 1–174, Ljubljana, Slovenia, March 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

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Ivan Aleksić, Ph.D. (Belgrade, Serbia)

Branislav Bajat, Ph.D. (Belgrade, Serbia)

Tomislav Bašić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)

Øystein Jakob Bjerva, Ph.D. (Ås, Norway)

Giuseppe Borruso, Ph.D. (Trieste, Italy)

Rafaella Cefalo, Ph.D. (Trieste, Italy)

Urška Demšar, Ph.D. (St. Andrews, Great Britain)

Henrik Harder, Ph.D. (Aalborg, Denmark)

Thomas Kalbro, Ph.D. (Stockholm, Sweden)

Reinfried Mansberger, Ph.D. (Vienna, Austria)

Leiv Bjarte Mjøs, Ph.D. (Bergen, Norway)

Gerhard Navratil, Ph.D. (Vienna, Austria)

Krištof Oštir, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)

Alenka Poplin, Ph.D. (Iowa, USA)

Andrea Pödör, Ph.D. (Székesfehérvár, Hungary)

Anton Prosen, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)

Miodrag Roić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)

Balázs Székely, Ph.D. (Freiburg, Germany)

Joc Triglav, Ph.D. (Murska Sobota, Slovenia)

Arvo Vitikainen, Ph.D. (Aalto, Finland)

John Weber, Ph.D. (Michigan, USA)

Klemen Zakšek, Ph.D. (Hamburg, Germany)

PUBLISHING COUNCIL

Blaž Mozetič, M.Sc., *president of The Association of Surveyors of Slovenia*

Erna Flogie Dolinar, M.Sc., *general secretary of The Association of Surveyors of Slovenia*

Anka Lisec, Ph.D., *editor-in-chief*

Sandi Berk, *Editor of the section Professional Discussion*

Erik Karbič

Mojca Foški, Ph.D., *Technical Editor and Design*

TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, Ph.D., e-mail: mojca.foski@fgg.uni-lj.si

Barbara Trobec, e-mail: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si

Teja Koler Povh, Ph.D., e-mail: teja.povh@fgg.uni-lj.si

EDITOR-IN-CHIEF

Anka Lisec, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)

Phone: +386 1 4768 560

E-mail: editor@geodetski-vestnik.com

FIELD AND SUB-FIELD EDITORS

Bojan Stopar, Ph.D., *field editor for Geodesy*

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

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

VSEBINA CONTENTS

UVODNIK | EDITORIAL

<i>Anka Lisec</i> TRNJULČICA	8
<i>Blaž Mozetič</i> PRVI KORAK	11

RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Helena Grčman, Simon Vozel, Vesna Zupanc</i>	13
SI LASTNOSTI TAL PRI BONITIRANJU KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ SOIL CHARACTERISTICS AND AGRICULTURAL LAND EVALUATION	
<i>Mihaela Triglav Čekada, Maja Lavrič, Mojca Kosmatin Fras</i>	23
SI LOČEVANJE IGLAVCEV IN LISTAVCEV NA PODLAGI NEOBDELANE INTENZITETE LASERSKIH TOČK DECIDUOUS AND CONIFEROUS TREES SEPARATION BASED ON THE RAW INTENSITY OF LASER POINTS	
<i>Samo Drobne</i>	35
SI FUNKCIONALNE REGIJE IN OBMOČJA: PREGLED LITERATURE PO PODROČJIH UPORABE EN FUNCTIONAL REGIONS AND AREAS: LITERATURE REVIEW ACCORDING TO APPLICATION FIELDS	
<i>Metin Soyacan, Arzu Soyacan, Nursu Tunahoglu</i>	58
SI TRANSFORMACIJA DEFORMIRANIH GEODETSKIH MREŽ V NOVE REFERENČNE KOORDINATNE SISTEME: ŠTUDIJA PRIMERA TRANSFORMACIJE ED50-ITRFXX V TURČIJI EN TRANSFORMATION OF DISTORTED GEODETTIC NETWORKS TO NEW COORDINATE REFERENCE SYSTEMS: A CASE STUDY FOR ED50-ITRFXX TRANSFORMATION IN TURKEY	

STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

<i>Anka Lisec, Miran Ferlan</i>	76
SI 200 LET OD ZAČETKA PARCELNO-ORIENTIRANEGA KATASTRA NA SLOVENSKEM EN 200 YEARS FROM THE ORIGIN OF THE PARCEL-ORIENTED LAND CADASTRE IN SLOVENIAN LANDS	

<i>Sandi Berk, Danijel Boldin</i>	91
SLOVENSKI REFERENČNI KOORDINATNI SISTEMI V OKOLJU GIS <i>SLOVENIAN COORDINATE REFERENCE SYSTEMS IN GIS ENVIRONMENT</i>	
<i>Marjan Čeh, Bojan Stopar, Barbara Trobec, Jernej Tekavec, Miran Brumec, Anka Lisec</i>	102
PILOTNI PROJEKT IZBOLJŠAVE KAKOVOSTI ZEMLJIŠKO KATASTRSKEGA PRIKAZA V KATASTRSKI OBČINI ČREŠNJICE THE PILOT PROJECT FOR QUALITY IMPROVEMENT OF LAND CADASTRE INDEX MAP IN CADASTRAL COMMUNITY ČREŠNJICE	
<i>Jurij Režek</i>	115
OB ZAKLJUČKU PROJEKTA »POSODOBITEV PROSTORSKE PODATKOVNE INFRASTRUKTURE ZA ZMANJŠANJE TVEGANJ IN POSLEDIC POPLAV« AT THE CLOSING OF THE PROJECT »MODERNIZATION OF SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE TO REDUCE RISKS AND IMPACTS OF FLOODS«	
<i>Tomaž Šturm, Rok Pisek, Blaž Repnik, Dragan Matijašič</i>	125
PREGLEDOVALNIK PODATKOV O GOZDOVIH FOREST DATA VIEWER	
<i>Anka Lisec</i>	132
APELDOORNSKA DEKLARACIJA O KOMASACIJAH IN PREUREJANJU ZEMLJIŠČ ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ APELDOORN DECLARATION ON LAND CONSOLIDATION AND LAND READJUSTMENT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	

NOVICE | NEWS

<i>Tomaž Petek</i> DESETO ZASEDANJE DELOVNE SKUPINE ZA ZEMLJIŠKO ADMINISTRACIJO (WPLA) PRI EKONOMSKI KOMISIJI ZA EVROPO (UN-ECE)	136
<i>Elizabeta Adamlje</i> DOKTORICA ZNANOSTI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG	139
<i>Tėja Japelj</i> SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 11. 2016 DO 31. 1. 2017	141
<i>Aleš Lazar, Klemen Kregar</i> GEO & IT NOVICE	144

DRUŠTVENE DEJAVNOSTI | ACTIVITIES OF THE PROFESSIONAL SOCIETY

<i>Marjeta Bregar, Boštjan Pucelj</i> 1RAZSTAVA GEODETSKI INSTRUMENTI IN OPREMA NA SLOVENSKEM S Poudarkom NA DOLENJSKI	150
<i>Boštjan Pucelj</i> DOLENJSKO GEODETSKO DRUŠTVO – ŽE OD LETA 1977	153

Melita Rataj DOLENJCI SO SE POVZPELI NA DEBELI VRH – GEODETSKO TOČKO I. RED	155
NAPOVED DOGODKOV ANNOUNCEMENTS OF EVENTS	
Aleš Lazar KOLEDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV V OBDOBJU OKTOBER–DECEMBER 2016	157
POVABILO NA 45. GEODETSKI DAN	161
SEZNAM RECENZENTOV ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ČLANKOV V GEODETSKEM VESTNIKU V LETU 2016	163
Janez Slak, Boštjan Pucelj NEUHÖFER & SOHN, WIEN (VIENNA) / 1880* /	166

Slike na naslovnici:

Izsek iz načrta franciscejskega katastra iz leta 1825 za območje Kostanjevice na Krki, ki je spadala v novomeško okrožje dežele Kranjske (nem. Landstrass, Kreis Neustadt, Provinz Krain – Illyrien). Načrt je bil izdelan v krmskem koordinatnem sistemu v merilu 1 : 2800. Hranijo ga v Avstrijskem državnem arhivu (nem. Österreichisches Staatsarchiv). Načrt se v barvah in postavitvi kartografskih znakov nekoliko razlikuje od načrta franciscejskega katastra, ki ga hranijo v Arhivu RS.

TRNULJČICA

Anka Lisec

glavna in odgovorna urednica Geodetskega vestnika

Letos se bomo geodeti in širša javnost zagotovo večkrat spomnili, da je preteklo okroglih dvesto let, odkar je avstrijski cesar Franc I. sprejel znani zakon o zemljiškem davku. S tem se je začela sistematična katastrska izmera vseh dežel avstrijskega dela nekdanje monarhije, to je tudi večinskega dela slovenskega ozemlja v okviru dežel Primorske, Kranjske, Koroške in Štajerske.

Zakon je bil sicer sprejet šele 23. decembra 1817, toda pripravljalna dela in poskusna izmera so se intenzivno izvajali vse leto. Zapisniki in gradiva takratnih razprav kažejo, kako veliko pozornost so že pred dvema stoletjema namenjali *zagotavljanju kakovosti katastrskih podatkov*. Zanimiva je predvsem burna izmenjava mnenj med tistimi, ki so pri katastrski izmeri izpostavljali pomen referenčnega koordinatnega sistema s kakovostno mrežo geodetskih točk, in tistimi, ki so kakovostno geodetsko osnovo povezovali s »previsokimi« stroški. A je bil brez velikih pretresov sprejet prvi predlog, predvsem zaradi dveh argumentov, in sicer, da: (1) lahko le katastrski načrti v referenčnem koordinatnem sistemu zagotavljajo osnovo za pravilno določitev površin zemljišč ter s tem tudi podlago za pravično obdavčitev v celotni monarhiji ter (2) je to nujni pogoj, če bi želeli katastrske načrte uporabljati tudi v druge namene, ne le v davčne. V današnjem strokovnem jeziku bi lahko rekli, da so že razmišljali o »*večnamenskem*« katastru.

Triangulacija in katastrska izmera slovenskih dežel – z izjemo Prekmurja, ki je takrat spadalo v ogrski del monarhije – sta bili dokončani leta 1828. V dobrem desetletju jim je torej uspelo razviti triangulacijsko mrežo, v določevanje parcelnih meja so vključili posestnike zemljišč, podrobno so popisali vsa zemljišča, stavbe, zemljepisna imena in druge pomembne prostorske danosti. Izdelali so za takrat kakovostne katastrske načrte in v primerjavi z današnjimi moramo izpostaviti pomensko veliko bogatejše načrte tako imenovanega franciscejskega katastra.

Toda tehnologija izmere se je neprenehoma razvijala, spreminjala se je posestna struktura, spreminjala se je raba prostora – vse to je zahtevalo stalno posodabljanje podatkov katastra, kar pa se je izvajalo nekje bolj, drugje manj sistematično. Znane so nove izmere iz druge polovice 19. stoletja. Ob stoletnici katastra so imeli na primer na ozemlju današnje Avstrije že veliko območij z novim katastrom. Ta je bil rezultat bodisi *nove izmere*, kar je največkrat pomenilo novo nastavitev po mirnem posestnem stanju, ali pa *komasacij*, kjer so preurejali lastninsko-parcelno strukturo zemljišč in hkrati zagotavljali infrastrukturo za njihovo smotrno rabo.

Na slovenskih tleh so se nove izmere pretežno urbanih območij in komasacije pretežno kmetijskih zemljišč izvajale predvsem v 60., 70. in 80. letih preteklega stoletja, a v zelo omejenem obsegu. Tako se danes, v sicer digitalnih podatkovnih zbirkah, še vedno srečujemo s starimi katastrskimi načrti, ki pogosto izvirajo iz 19. stoletja in mnogokrat ne odražajo dejanskega mirnega posestnega stanja v prostoru. Na dlani so instrumenti za novo nastavitve katastra na takih območjih, pa tudi instrumenti za celovito katastrsko preurejanje zemljišč. Toda zdi se, da so ti instrumenti kot Trnuljčica – o njeni lepoti vsi radi govorijo, a je nihče ne želi ali ne more prebuditi.

Dejstvo je, da tako zahtevnih del, kot so nova izmera, nastavitve katastra ali komasacije, ne moremo za vso državo izvesti »čez noč«. Skrbi pa sporočilo, razvidno iz različnih razprav – že več kot dve desetletji namreč v Sloveniji prevladuje zamisel, da so taki pristopi »predragi« in zahtevajo »preveč časa«. Medtem bi bilo zagotovo že veliko narejenega, pa čeravno bi delali zelo majhne korake, mar ne? Resnično upam, da tudi z objavami v Geodetskem vestniku prispevamo kanček k novim rešitvam, spremembam, predvsem spremembam v razmišljanju. Ni namreč brezupnih položajev, so samo ljudje, ki so izgubili upanje ...

Tokratna številka spet prinaša bogat nabor znanstvenih in strokovnih člankov – zahvaljujem se vsem avtorjem in drugim soustvarjalcem revije, da nam vedno znova skupaj uspe pripraviti tako raznolike in zanimive vsebine. Nikakor pa ne spreglejte vabila Zveze geodetov Slovenije in Gorenjskega geodetskega društva na 45. Geodetski dan 23. in 24. maja 2017, ki bo na Brdu pri Kranju in bo posvečen 200-letnici katastra na Slovenskem. Lepo vabljeni!

PRVI KORAK

Blaž Mozetič

predsednik Zveze geodetov Slovenije

Z odločitvijo cesarja Franca I. tistega davnega leta 1817, da uveljavi Zakon o zemljiškem davku (nem. *Grundsteuerpatent*), so dežele na območju današnje Slovenije dobile pravno podlago in storile prvi korak za začetek izvajanja sistematične katastrske izmere. Vzroki za takšno odločitev so bili najbrž zelo vladarsko pragmatični, saj je potreboval podatke, koliko zemlje je v cesarstvu in kdo so lastniki, da bi jih lahko obdavčil in si tako zagotovil dodaten finančni vir za polnjenje državne blagajne. Malo za šalo in malo zares se nam je zgodilo, da je bilo znanje geodetske stroke izkoriščeno za davčne namene, tako da vemo, od kod morebitna nepriljubljenost geodetov. Ne glede na to nam naša pragmatičnost omogoča, da dolgoročnost posledic te vladarjeve odločitve še danes s pridom unovčujemo geodeti.

K sreči se je družba razvijala in zorela ter prišla do spoznanja, da je zasebna lastnina človekova pravica in tudi ustavna kategorija, kar pomeni, da smo se geodeti posredno začeli ukvarjati še z določanjem in evidentiranjem mej pravic. Ne smemo pozabiti niti na pomembno povezanost države, ozemlja in geodezije. Geodetska stroka tako po svoje skrbi za območje oziroma ozemlje države, ki je ena izmed treh temeljnih sestavin države v širšem pomenu. Torej države brez ozemlja ni, tega pa je treba določiti, izmeriti in označiti. Upam si zapisati, da je geodetska stroka državotvorna in svojevrsten varuh državnega ozemlja.

Ali sploh dojamemo časovno razsežnost teh let? Obdobje 200 let dela za geodete in 200 let razvoja geodetske stroke. Generacije geodetov in tudi drugih strokovnjakov, ki so povezani z delovanjem in razvojem geodetske stroke, se že dve stoletji ukvarjamo z izmero dežele. Pravzaprav se izzivi niso veliko spremenili. Delček tega je predstavljen v knjigi *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem*, ki jo Zveza geodetov Slovenije ob pomoči številnih sodelavcev izdaja ob častitljivi obletnici.

Priljubljenost oziroma popularnost ali nepriljubljenost na drugi strani ni pravo merilo pomembnosti stroke v družbi. Svojo stroko moramo najprej spoštovati sami, pravzaprav je treba malo pomesti pred svojim pragom, potem v realnem svetu stanovsko pokazati in dokazati, da smo za nekatere stvari na tem svetu poklicani samo geodeti, šele potem bosta geodet in geodetska stroka upravičeno samozavestna. Takrat bomo v očeh drugih, če to priznajo ali ne, pomembni in cenjeni. Dragi moji, lahko vam naštejemo 200 izgovorov, zakaj bi prej zapisane besede lahko spregledali in jih ne želeli razumeti.

Kot pri vsakem dolgem popotovanju vedno obstaja prvi korak, zato naj bo vaš prvi korak udeležba na Geodetskem dnevu 2017 z naslov *Izmerjena dežela: 200 let katastra na Slovenskem*, ki bo v torek in sredo, 23. in 24. maja 2017, na Brdu pri Kranju, kajti letos Geodetski dan ni navaden dan, ampak je dan, ko je geodet samo geodet in praznuje 200 let.

Srečno in vljudno vabljeni na Geodetski dan 2017!

LASTNOSTI TAL PRI BONITIRANJU KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ

SOIL CHARACTERISTICS AND AGRICULTURAL LAND EVALUATION

Helena Grčman, Simon Vozel, Vesna Zupanc

UDK: 631.111.3:631.164.24
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 24. 1. 2017
Sprejeto: 19. 2. 2017

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.13-22
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 24. 1. 2017
Accepted: 19. 2. 2017

IZVLEČEK

Boniteta kmetijskih zemljišč postaja ena od najpomembnejših evidenc kakovosti kmetijskih zemljišč, na kateri slonijo odločitve pri prostorskem načrtovanju in varovanju kmetijskih zemljišč ter nova delitev zemljišč v postopku komasacij. V Sloveniji je bila boniteta zemljišč vzpostavljena v letu 2008 na podlagi prevedbe katastrske klasifikacije kmetijskih zemljišč. Pojavljajo se vprašanja v zvezi z zanesljivostjo tega podatka, o čemer pričajo vloge za spremembo bonitete na podlagi analize stanja v naravi. V prispevku bomo predstavili izkušnje, ki smo jih pridobili s primerjavo med uradnimi evidencami in izračunano boniteto na podlagi natančnih podatkov o lastnostih tal, pridobljenih z analizo talnih profilov. V raziskavo smo zajeli 44 parcel na različnih pedosistematskih talnih enotah. Ugotovili smo, da so povprečne razlike med izmerjeno in uradno boniteto 5 točk. Večje razlike smo ugotovili pri kmetijskih zemljiščih s slabšim pridelovalnim potencialom, pri kmetijskih zemljiščih z dobrim pridelovalnim potencialom so bile razlike manjše.

KLJUČNE BESEDE

bonitiranje zemljišč, varovanje kmetijskih zemljišč, prostorsko načrtovanje, javne evidence

ABSTRACT

The land-rating value of agricultural land is one of the most important records/inventories of agricultural land quality, on which spatial planning and agricultural land protection decisions are based, as well as land assignment in land consolidation processes. Land valuation was established state-wide in Slovenia in 2008 by a conversion of cadastral classification data into land-rating values. However, some questions regarding the reliability of the data arise, as can be seen by the requests for the change of land-rating value based on the field examination results. This article presents experiences and findings of comparison between official information from public data bases and land-rating value based on calculations with precise data on soil characteristics, obtained from analyses of 44 soil profiles, located within different pedosystematic units. On average, the difference between land-rating value based on precise calculations and official information was 5 points. Bigger differences were determined on agricultural land with lower production potential, on agricultural land with higher production potential differences were lesser.

KEY WORDS

land rating value, protection of agricultural land, landscape planning, public data base information

1 UVOD

Tla so, poleg zraka in vode, najpomembnejši naravni vir. Imajo številne funkcije, zagotavljajo prostor za bivanje ljudem, živalim in rastlinam, so skladišče ogljika, vir naravnih dobrin in omogočajo kmetijsko pridelavo (Montanarella, 2015). So močno raznolika, odvisno od geološke podlage in okoliščin, v katerih so se razvila (Vidic et al., 2015). Za razumevanje videza in razvoja kulturne krajine (Stritar, 1990) ter konkurenčnih interesov različnih dejavnosti, kot so gospodarstvo, rudarstvo in kmetijstvo (Zupanc et al., 2011; Malucelli et al., 2014; Montanarella in Panagos, 2015), so ključni podatki o lastnostih in kakovosti tal. Osnovno informacijo o lastnostih tal (talnem tipu, globini, kislosti, skeletnosti itd.) daje Pedološka karta Slovenije, ki je bila v merilu 1 : 25.000 izdelana za celotno ozemlje Republike Slovenije (Vidic et al., 2015).

Zaradi potreb po primerjavi različnih vrst tal so se v državah razvili različni načini vrednotenja tal (Doran in Parkin, 1994; Klingebiel in Montgomery, 1961; Prus, 1991). V Sloveniji smo za oceno proizvodne sposobnosti tal v letu 1984 sprejeli Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel (Uradni list SRS, št. 36/84), ki je temeljil na avstrijskem in nemškem zgledu (Ruprecht, 1991). Proizvodna sposobnost tal je temeljila na izračunu talnega števila, ki so ga na podlagi podatkov o geološki podlagi, razvojni stopnji tal, teksturi in vodnih razmerah določili ločeno za travniška in obdelovalna zemljišča. Navedeno metodologijo so v letu 2008 nadgradili z upoštevanjem klime in reliefa, ki vplivata na dolžino vegetacijske dobe in način obdelave tal (Košir, 2008). Način določanja točk glede na lastnosti tal (po starem talnega števila) se ni bistveno spremenil. Razlika je v tem, da se je poenotila metodologija določanja točk lastnosti tal za travniška in obdelovalna zemljišča. Nov način vrednotenja zemljišč, pri katerem se poleg lastnosti tal upoštevajo še klima, relief in posebni vplivi, se imenuje bonitiranje. Termin boniteta opredeljuje proizvodno sposobnost kmetijskega in gozdnega zemljišča in se, v skladu s predpisano zakonodajo, ugotavlja na podlagi naravnih in ekonomskih pridelovalnih razmer (Košir, 2005).

Pravna podlaga za boniteto in bonitiranje zemljišč je bila vzpostavljena z Zakonom o evidentiranju nepremičnin (Uradni list RS, št. 47/2006, 65/2007 – odl. US in 79/2012 – odl. US). Na podlagi tega zakona sta bila leta 2008 sprejeta Pravilnik o vzpostavitvi bonitete zemljišč (Uradni list RS, št. 35/2008) ter Pravilnik o določanju in vodenju bonitete zemljišč (Uradni list RS, št. 47/2008). V skladu s Pravilnikom o vzpostavitvi bonitete zemljišč (Uradni list RS, št. 35/2008, v nadaljevanju: Pravilnik, 2008) se je boniteta kmetijskih zemljišč za vso Slovenijo določila na podlagi podatkov zemljiškega katastra in konkretnih podatkov izbranih referenčnih parcel za vsako katastrsko kulturo in razred vsakega katastrskega okraja. Na podlagi vzorčnih parcel se je s prevedbenimi preglednicami boniteta pripisala vsem po podatkih katastra enakim parcelam. Boniteto zemljišč je vzpostavila Geodetska uprava Republike Slovenije, ki tudi vzdržuje podatke o njej. Pri množičnem določanju oziroma vzpostavitvi ni mogoče zajeti in upoštevati vseh lokalnih posebnosti, zato se lahko pojavijo odstopanja med boniteto, določeno pri vzpostavitvi bonitete kmetijskih zemljišč, in dejanskim stanjem v naravi. Boniteto zemljišča je mogoče spremeniti na podlagi konkretnih podatkov (ogledov in meritev pedoloških lastnosti na terenu, preverbe parametrov klime in reliefa ter posebnih vplivov), kar ureja Pravilnik o določanju in vodenju bonitete zemljišč (Uradni list RS, št. 47/2008).

Boniteta kmetijskih zemljišč postaja vse pomembnejša informacija o proizvodni sposobnosti kmetijskih zemljišč, ki se upošteva pri davčni politiki, na trgu kmetijskih zemljišč, pri komasacijah ter v novem

zakonu o kmetijskih zemljiščih (Uradni list RS, št. 58/2012, Lisec et al., 2014) in njegovih podzakonskih aktih (vzpostavitev trajno varovanih kmetijskih zemljišč, vrednotenje izgube kmetijskih zemljišč pri presojah vplivov na okolje). Pogosto se postavlja vprašanje, koliko je bonitetna ocena skladna s stanjem v naravi. O tem pričajo vloge za spremembo bonitete na podlagi analize stanja v naravi. Odstopanja med navedbo v uradnih evidencah in stanjem v naravi vplivajo tudi na odločitev lastnikov o pristopu h komasacijskemu postopku (Lisec et al., 2014).

Preverili smo, ali je mogoče kljub jasnim navodilom (Pravilnik, 2008) zaradi različne interpretacije navodil ter brez natančnih analiz na terenu oziroma brez potrditve v laboratoriju bonitetno oceno prilagoditi željam naročnika oziroma različnim interesom pri prostorskem načrtovanju. Pri rabi odprtega prostora, katerega glavnina so kmetijska zemljišča, je konkurenca med kmetijstvom in drugimi, dobičkonosnejšimi panogami, zelo velika (Malucelli et al., 2014; Scalenghe in Marsan, 2009). Boniteta je eden izmed ključnih parametrov pri določanju območij trajno varovanih zemljišč. Zanesljivo se pojavi navzkrižje med določanjem trajno varovanih kmetijskih zemljišč in razvojnimi pobudami v lokalnih skupnostih, zato je ključnega pomena pregleden in utemeljen pristop (Seidl in Golobič, 2015), ki temelji na nedvoumni dejstvih. Jasna opredelitev zaščite je nujna za preprečitev drobljenja kmetijskega prostora (Barbec in Smith, 2002). Namen raziskave je bil na podlagi merjenih podatkov o lastnosti tal ugotoviti razlike med uradno evidenco o boniteti kmetijskih zemljišč in stanjem v naravi ter predlagati izboljšave, ki bi omogočile zanesljivejšo in bolj preverljivo oceno bonitete kmetijskih zemljišč.

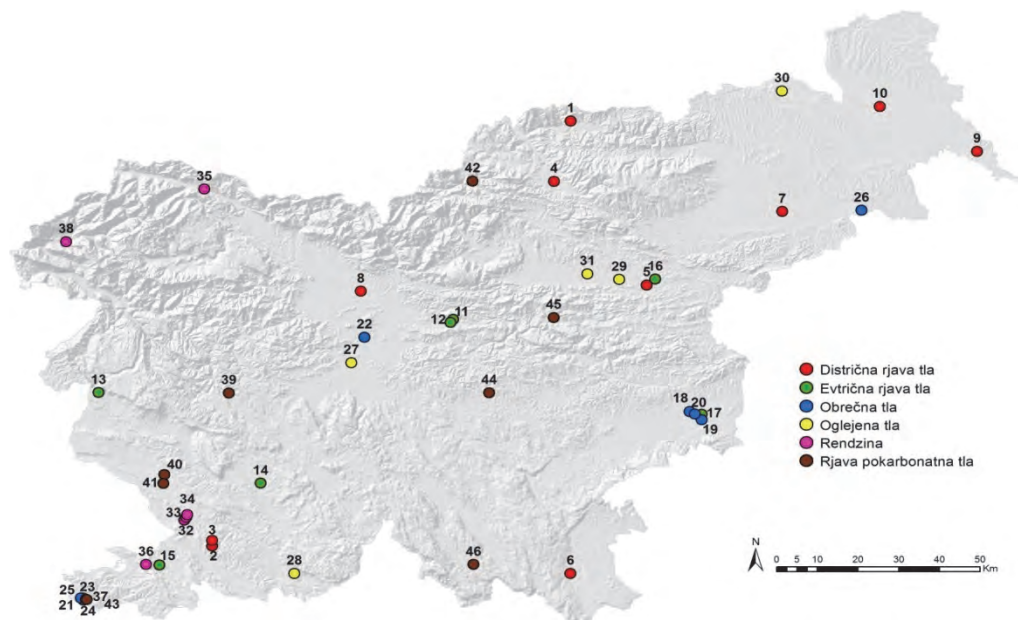
2 MATERIAL IN METODE DE LA

Iz arhiva podatkov Katedre za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti smo izbrali 46 talnih profilov z raznolikimi fizikalnimi in kemičnimi lastnostmi, za katere so bili na voljo analitski podatki za pedološke lastnosti (tekstura, pH, vsebnost organske snovi, kationska izmenjalna kapaciteta in delež bazičnih kationov na sorptivnem delu tal) ter točne koordinate izkopa profila, na podlagi katerih smo lahko opredelili številko parcele. Z izborom profilov smo želeli pridobiti čim več različnih talnih tipov in čim bolj raznolike fizikalne in kemijske lastnosti tal z različno matično podlago. Med njimi je bilo deset distričnih rjavih tal, sedem evtričnih rjavih tal, devet obrečnih tal, pet oglejenih tal, sedem rendzin in osem rjavih pokarbonatnih tal. Zaradi premajhnega števila profilov za posamezne talne tipe smo pri statistični obdelavi nekatere sorodne talne tipe združili: oglejena tla vključujejo tudi dva psevdogleja, rjava pokarbonatna tla dve terri rossi. Bonitete smo določili tudi za en profil antropogenih tal in en profil spranih tal, vendar smo ju zaradi premajhnega števila izpustili iz nadaljnje statistične obdelave, ki je tako zajela 44 vzorčnih parcel/talnih profilov. Prostorska razporejenost talnih profilov je prikazana na sliki 1.

Bonitetne točke smo izračunali v skladu s Pravilnikom (2008). Boniteta se izračuna po enačbi, ki jo je za te namene razvil Strzemski (Strzemski, 1975) in je bila s Pravilnikom še dopolnjena:

$$B = \sqrt{T \times K \times R} \times \left(1 - \frac{\sum \% \text{posebni vplivi}}{100} \right),$$

kjer T pomeni točke lastnosti tal, v okviru katerih se upoštevajo globina, tekstura in skelet, K točke lastnosti klime ter R točke lastnosti reliefa (Pravilnik, 2008).



Slika 1: Prostorska razporeditev talnih profilov, na podlagi katerih smo izračunali bonitetne ocene pripadajočih parcel.

V vseh profilih, za katere so bili na voljo podatki, smo pri točkah lastnosti tal upoštevali odbitek za skelet, ne pa tudi posebnih vplivov na zemljišču (zaprtost, vetrovnost, poplavnost). Točke lastnosti tal smo določili glede na geološko podlago, razvojno stopnjo in teksturo v skladu s Pravilnikom (2008). Za relief smo upoštevali odstotek nagiba v skladu s točko 3 v merilih za bonitiranje zemljišč (Pravilnik, 2008). Odstotek nagiba smo ocenili na podlagi topografske karte in terenskih opisov pri pedološkem kartiranju. Točke lastnosti klime smo določili v skladu s Priročnikom za bonitiranje (preglednica 1: Geografska razdelitev Slovenije po pokrajinskih tipih in lastnostih klime glede na nadmorsko višino, Košir, 2011). Pri določitvi točk za lastnosti tal in relief so vrednosti v različnih razponih, zato smo bonitetne točke računali na različne načine (scenarije), ki so opisani v preglednici 1. Izračunali smo razliko med najvišjo (scenarij A) in najnižjo (scenarij B) boniteto. Za primerjavo izračunane bonitete parcel na podlagi podatkov talnih profilov z boniteto iz uradne evidence GURS smo izbrali izračunano boniteto zemljišč po scenariju C. Podatke o uradni boniteti GURS smo pridobili prek spletne aplikacije Javni vpogled v nepremičnine (2016). Izračunali smo tudi relativno razliko glede na uradno boniteto (GURS). Za posamezne skupine tal smo izračunali povprečne razlike in standardne napake za razlike.

Preglednica 1: Različni scenariji za izračun bonitete zemljišč zaradi razpona točk lastnosti tal in razpona točk lastnosti reliefa.

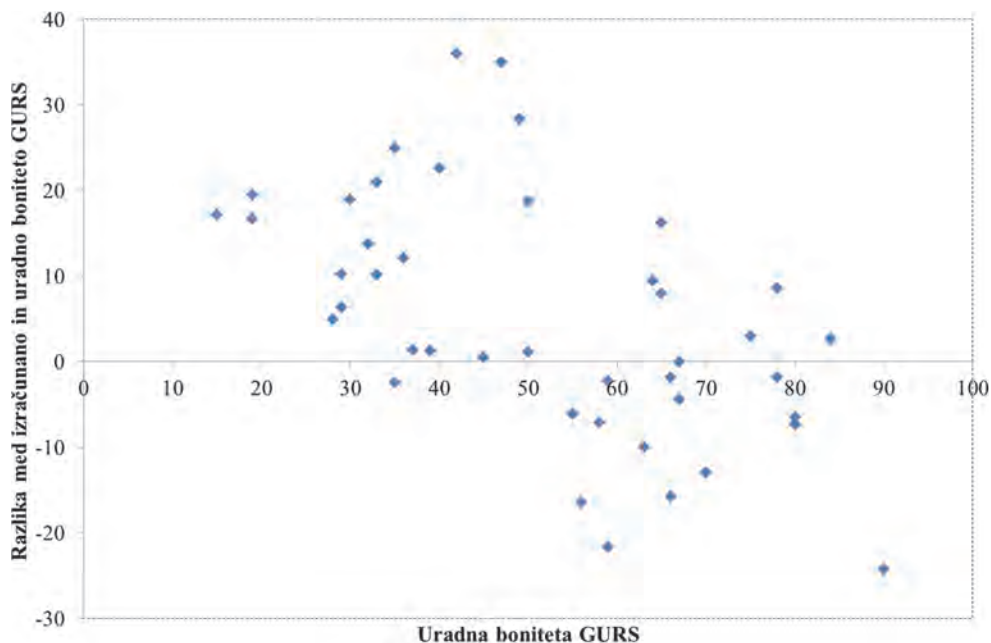
Izračun bonitete po scenariju A	Najvišja vrednost za točke lastnosti tal, najvišja vrednost za točke reliefa, vrednost točk lastnosti klime.
Izračun bonitete po scenariju B	Najnižja vrednost za točke lastnosti tal, najnižja vrednost za točke reliefa, vrednost točk lastnosti klime.
Izračun bonitete po scenariju C	Povprečna vrednost za točke lastnosti tal, povprečna vrednost za točke reliefa, vrednost točk lastnosti klime.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

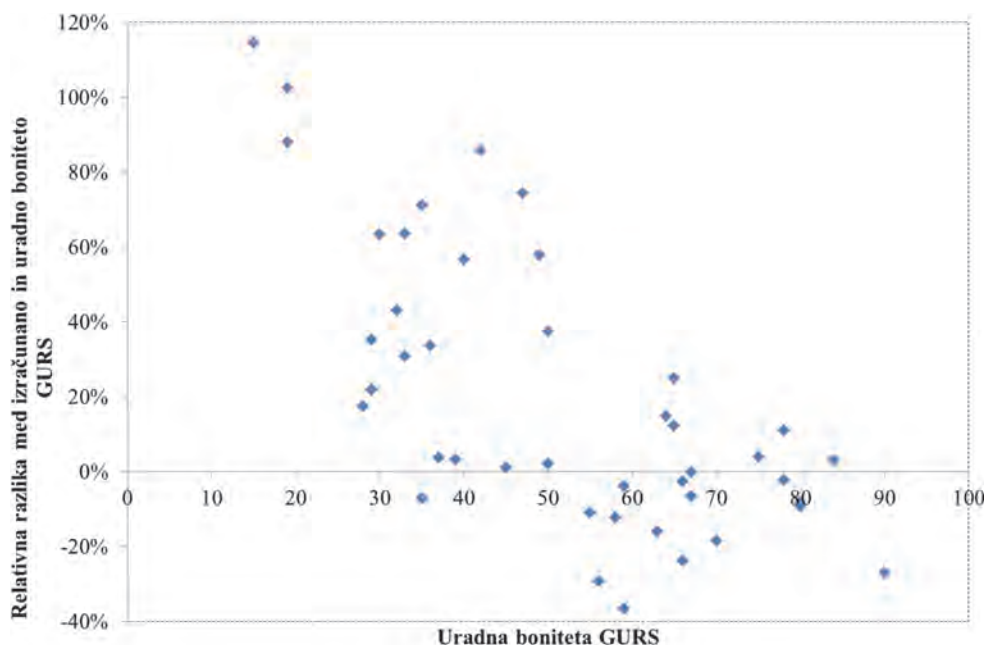
V analizo je bilo zajetih 44 vzorčnih parcel z razponom uradne bonitete GURS (Javni vpogled v nepremičnine, 2016) od 6 do 90 ter razponom izračunane bonitete (scenarij C) od 32 do 87 bonitetnih točk. Stanje v naravi (izračunana boniteta po scenariju C) je večinoma boljše, kot predvideva uradna bonitetna ocena (GURS). V 26 primerih so bile izračunane bonitete (scenarij C) na podlagi terenskega ogleda zemljišča in laboratorijskih analiz talnih vzorcev višje od bonitete uradnih evidenc GURS, v 16 primerih nižje in v dveh primerih enake kot uradna boniteta GURS. Absolutne razlike v boniteti so bile od -24 do $+36$ točk, relativne razlike glede na uradno boniteto od -37% do $+114\%$ (slika 2). S slike 2 je tudi razvidno, da so pri nižjih uradnih bonitetah (do 50 točk) skoraj vse razlike pozitivne, torej so izračunane (dejanske bonitete) višje od uradnih bonitetnih ocen (GURS). Z višanjem bonitete se relativna napaka zmanjšuje. Zanimivo je, da se zmanjšujejo tudi absolutne razlike. Uradne bonitete slabših zemljišč (< 50 BT) so večinoma podcenjene, boljših zemljišč (> 50 BT) pa deloma precenjene, deloma podcenjene, vendar so razlike manjše. V 25 primerih (56 % parcel) je bila absolutna razlika do vključno 10 bonitetnih točk, v 11 primerih (25 % parcel) pa od 10 do vključno 20 bonitetnih točk. V osmih primerih (18 % parcel) je bila razlika več kot 20.

Podrobneje smo proučili primere, pri katerih so odstopanja presejala 20 bonitetnih točk. Na ogledenih tleh smo velike razlike med izračunano in uradno boniteto opazili pri treh lokacijah od petih. Domnevamo, da je nižja uradna boniteta posledica vrednotenja po stari katastrski klasifikaciji, ki je zajela stanje, ko tla še niso bila hidromeliorirana. Podobne ugotovitve o vplivu spremembe katastrske klasifikacije na bonitetno oceno so ugotovili v diplomski nalogi Kavčnik (2011), v okviru katere so izdelali analizo treh primerov bonitiranja. Pri talnem tipu rendzina smo večje razlike med izračunano in uradno boniteto opazili pri dveh od petih lokacij, kjer so tla izjemno plitva in skalovita. Velike razlike so lahko posledica velike prostorske variabilnosti nekaterih lastnosti tal, predvsem globine (žepavost) in skalovitosti (Bennie et al., 2006), zaradi česar je težko predvideti globino tal in s tem proizvodno sposobnost zemljišča. Podobno lahko pričakujemo za rjava pokarbonatna tla. Na distričnih rjavih tleh smo velike razlike med izračunano povprečno boniteto in uradno boniteto opazili pri treh lokacijah. V dveh primerih so bila tla močno antropogeno spremenjena zaradi gradnje v bližini; pred tem posegom je bil na lokacijah gozd, kar je verjeten razlog za tako velike razlike med izračunano in uradno boniteto. Razlike pri rjavih tleh (distričnih ali evtričnih) lahko nastanejo tudi zaradi nepoznavanja ključnih pedoloških lastnosti (pH, vsebnost bazičnih kationov).

Izračunali smo povprečne razlike in standardne napake povprečnih razlik med izračunano boniteto po scenariju C in uradno boniteto GURS za posamezne talne tipe in za vse proučevane primere skupaj (preglednica 1). Povprečna pozitivna razlika vseh proučevanih primerov je 5 bonitetnih točk. Vse skupine talnih tipov so bile v povprečju ocenjene z višjo boniteto, kot je zavedeno v evidencah GURS: distrična rjava tla imajo v povprečju 8,5 točke višjo boniteto, sledijo rendzine s povprečno razliko 6,7 točke, oglejena tla s povprečno razliko 4,3 točke, obrečna tla s povprečno razliko 4 točke in evtrična rjava tla s povprečno razliko 3,5 točke. Najnižjo povprečno razliko, 2,5 točke, imajo rjava pokarbonatna tla.



Slika 2: Primerjava med boniteto, izračunano po scenariju C, in uradno boniteto GURS.



Slika 3: Relativne razlike med boniteto, izračunano po scenariju C, in uradno boniteto GURS.

Razlike med posameznimi talnimi tipi izvirajo iz razlik med načinom vrednotenja proizvodne sposobnosti tal ob vzpostavitvi (Pravilnik o vzpostavitvi bonitete zemljišč, Uradni list RS, št. 35/2008) ter načinom,

ki ga uporabljamo ob novem vrednotenju (Pravilnik, 2008). Ob vzpostavitvi bonitete je veljala domneva, da imajo vsa zemljišča iste katastrske kulture in razreda v istem katastrskem okraju enako boniteto, pri čemer se je boniteta na podlagi lastnosti tal in reliefa izračunala samo za vzorčne parcele. Vse nadaljnje določitve bonitete zemljišč temeljijo na Pravilniku (2008) z upoštevanjem lastnosti tal, klime in reliefa. Pri določitvi točk lastnosti tal je treba poznati geološko podlago, teksturo in razvojno stopnjo tal. Glede na rezultate naše študije je pri nekaterih razvojnih stopnjah, predvsem tistih s slabšim pridelovalnim potencialom (distrična rjava tla, rendzine, rankerji), povezava s podatki katastrske rabe (kultura in razred) očitno slabša. Pri razvojnih stopnjah tal z boljšo proizvodno sposobnostjo (obrečna tla, evtrična rjava tla) in posledično višjimi bonitetami zemljišč so povprečne razlike med dejanskimi in uradnimi bonitetami manjše. Tak primer so obrečna tla. Vseh devet proučevanih profilov pripada razvitim obrečnim tlam. Za razvita obrečna tla z dobro rodovitnostjo (globoka tla z veliko humusa, podobno teksturo, raven relief) so torej podatki iz evidenc GURS zanesljivi.

Standardne napake povprečnih razlik kažejo razpore razlik med izmerjeno boniteto in boniteto GURS. Vzorčna skupina oglejenih tal je izkazala največjo standardno napako povprečnih razlik, to je 8,2 točke, kar pomeni, da lahko v oglejenih tleh pričakujemo največje razpore med dejansko in uradno boniteto. Sledijo jim evtrična rjava tla s standardno napako 7,3, rendzine s standardno napako 6,9, distrična rjava tla s standardno napako 4,9, obrečna tla s standardno napako 4 točke in rjava pokarbonatna tla s standardno napako 3,5 točke (slika 4). Razponi razlik kažejo, poleg zgoraj navedenega neujemanja s podatki katastra, tudi variabilnost lastnosti tal znotraj talnega tipa. Oglejena tla se lahko bistveno razlikujejo po globini in intenzivnosti redukcijskih razmer (zastajanja vode), rendzine in rjava pokarbonatna tla po plitvosti in skeletnosti, evtrična rjava tla po lastnostih, ki izvirajo iz matične podlage (tekstura, globina, skeletnost).

Preglednica 2: Povprečne razlike med izmerjeno (scenarij C) in uradno boniteto (GURS) ter povprečne razlike med najvišjo (scenarij A) in najnižjo (scenarij B) izmerjeno boniteto s pripadajočimi standardnimi napakami za skupine talnih tipov, n je število obravnavanih profilov.

	n	Povprečna razlika med izmerjeno in uradno boniteto ± standardna napaka	Povprečna razlika med najvišjo (scenarij A) in najnižjo (scenarij B) izmerjeno boniteto ± standardna napaka
Distrična rjava tla	10	8,5 ± 4,9	4,9 ± 0,5
Evtrična rjava tla	7	3,5 ± 6,5	6,5 ± 0,6
Obrečna tla	9	4,0 ± 4,3	4,3 ± 0,5
Oglejena tla	5	4,3 ± 3,9	3,9 ± 0,7
Rendzina	5	6,7 ± 6,8	6,8 ± 0,7
Rjava pokarbonatna tla	8	2,5 ± 6,7	6,7 ± 0,6
Skupaj	44	5,0 ± 2,1	5,5 ± 0,2

Pravilnik pri določevanju točk lastnosti tal in reliefa dopušča razpore vrednosti, zato nas je zanimalo, za koliko se razlikujejo bonitetne ocene, če izbiramo vedno najvišjo vrednost (scenarij A) ali vedno najnižjo vrednost (scenarij B). Za vzorčne lokacije smo po skupinah talnih tipov izračunali povprečne razlike med izračunano najvišjo boniteto po scenariju A in izračunano najnižjo boniteto po scenariju B. Ugotovili smo, da so razlike za talne tipe rendzina, rjava pokarbonatna tla in evtrična rjava tla največje in podob-

ne: od 6,7 do 6,8 točke. Za distrična rjava tla je povprečna razlika 4,7 točke ter za obrečna 4,4 točke. Oglejena tla so izkazala najmanjšo povprečno razliko: 3,8 točke. Razlike med bonitetnimi točkami po scenariju A in B kažejo možnost subjektivne presoje pri bonitiranju. Izračunali smo, kolikšen delež od povprečne izračunane bonitete (scenarij C) predstavlja mogoča razlika med scenarijem A in B. Ugotovili smo, da pri rendzinah in rjavih pokarbonatnih tleh te razlike pomenijo v povprečju 15 %, pri evtričnih rjavih tleh 13 %, pri distričnih rjavih tleh 8 %, pri oglejenih in obrečnih tleh pa 6 % vrednosti bonitete.

Poleg navedenih razponov pri določitvi točk lastnosti tal in reliefa Pravilnik (2008) dovoljuje subjektivnost pri ocenjevanju teksture tal, ki je poleg razvojne stopnje ključni parameter pri izračunu bonitete. Pravilnik (2008) ne zahteva merjenih podatkov za teksturo, temveč dovoljuje prstni preizkus. Ocena teksture s prstnim preizkusom, kljub bogatim praktičnim izkušnjam, ni dovolj natančna in dopušča tudi možnost namernega prilagajanja teksture želeni bonitetni oceni. Zaradi spremembe teksture samo za en teksturni razred (na primer če določimo teksturni razred meljasta ilovica namesto ilovica) se lahko vrednost točk za lastnosti tal zniža za od 6 do 15 (Pravilnik, 2008), zaradi česar se boniteta zmanjša za od 1 do 10 točk.

Pravilnik (2008) ne predpisuje meritev drugih lastnosti (na primer deleža skeleta, pH, deleža bazičnih kationov na sorptivnem delu tal). Nekatere lastnosti so ključne za določitev razvojne stopnje tal, zato brez teh podatkov zanesljiva določitev bonitete sploh ni mogoča. Za razlikovanje med evtričnimi in distričnimi tlemi na primer potrebujemo merjene podatke o kislosti tal in nasičenosti sorptivnega dela tal z bazičnimi kationi. Napake so lahko bistvene, saj dosegajo evtrična tla veliko višje število točk za lastnosti tal kot distrična rjava tla. Nekatere lastnosti je mogoče predvideti iz matične podlage (kamninske osnove, na kateri tla nastajajo), a opozarjamo, da je tudi v tem primeru treba nedvoumno ugotoviti vrsto kamninske osnove na posameznem zemljišču. Ta pa marsikod ni vidna oziroma določljiva, ker je pregloboko. Na različnih preperinah, ki so v stanju glin ali ilovic, evtričnosti/distričnosti ni mogoče določiti brez analize, ponekod so kamnine mešane, takšni so na primer prodi. Pooblaščen strokovnjaki za bonitiranje zaradi pomanjkanja meritev tako največkrat uporabijo javno dostopne podatke geološke in pedološke karte, ki zaradi meril (1 : 50.000, 1 : 25.000) ne morejo biti zanesljivi za posamezno parcelo.

Vsebnost skeleta je lastnost, zaradi katere se zmanjša pridelovalni potencial tal za kmetijsko pridelavo, saj imajo slabše vodnozadrževalne sposobnosti (Tetegán et al., 2015; Rousseva et al., 2017), poleg tega obstaja možnost abrazije kmetijske mehanizacije (Bialobrzeska in Kostencki, 2015). Vendar izkušnje pri bonitiranju kažejo, da lahko zaradi odbitnih točk za skelet preveč znižamo število točk za lastnosti tal. Vsebnost skeleta je skoraj vedno ocenjena in ne izmerjena lastnost, pri čemer izkušnje kažejo, da se z vizualno oceno delež skeleta v tleh pogosto preceni. Pri tleh na apnencih je pogosta prostorska heterogenost v globini tal (žepavost). Skeletnost se pri takih tleh lahko upošteva v globini tal (plitvost) ali v obliki odbitnih točk za vsebnost skeleta. Boniteto lahko bistveno zmanjšajo tudi odbitne točke za posebne negativne vplive.

Večina urbanih območij Evrope se širi na najboljša kmetijska zemljišča, še posebej v državah z razvitim gospodarstvom (Toth, 2012). Za doseg trajnostnih razvojnih ciljev (angl. *sustainable development goals*) (Montanarella in Panagos, 2015), med katere spada zmanjšanje trajne izgube tal, je nujna močna nacionalna zakonodaja. Čeprav je varovanje kmetijskih zemljišč zapisano v ustavo, je še prostor za izboljšavo pravnih mehanizmov za zaščito (Seidl in Golobič, 2015). Z vidika varovanja kmetijskih zemljišč je Pravilnik (2008) preohlapen, saj dopušča spremembo bonitete brez preverljivih laboratorijskih analiz

za parametre lastnosti tal, ki bistveno vplivajo na končno vrednost bonitete. Zgolj podatek o boniteti seveda ne omogoča varovanja pred izgubo zemljišč, vendar je za zdaj edini veljavni kazalnik za kakovost in pridelovalno sposobnost zemljišč, ki naj bi ga upoštevali pri načrtovanih posegih v prostor.

4 SKLEP

Boniteta kmetijskih zemljišč postaja ena najpomembnejših evidenc kakovosti zemljišč in posledično temelj za strokovno utemeljeno varstvo kmetijskih zemljišč v okviru prostorskega načrtovanja. S predstavljeno študijo smo potrdili, da med dejanskim stanjem v naravi in uradno boniteto GURS lahko nastanejo odstopanja, ki izvirajo iz vzpostavitve bonitete prek podatkov katastrske rabe (katastrska kultura in r-zred), vendar so razlike različne za različne talne tipe. Pri tleh s slabšo proizvodno sposobnostjo (rendzine, rankerji) so lahko razlike v boniteti zemljišč večje, pri tleh z boljšim pridelovalnim potencialom (evtrična rjava tla, obrečna tla) so manjše, torej so podatki evidenc GURS za boniteto dobrih kmetijskih zemljišč zanesljivi. To kaže na veliko uporabnost evidence o boniteti pri varovanju najboljših kmetijskih zemljišč, saj pri višjih bonitetah nekaj točk razlike ne vpliva na odločitve prostorskega planiranja.

Za namene, ki se nanašajo na posamezno parcelo, recimo izračun davčnih obveznosti ali zamenjalnih faktorjev v postopku komasacij, je točnost bonitetne ocene za vsako parcelo zelo pomembna. V nasprotju s splošno uveljavljenim mnenjem so povprečne razlike v boniteti zemljišč za vse skupine tal pozitivne (povprečna razlika je 5 točk), kar pomeni, da je uradna boniteta GURS večinoma podcenjena. To ni v skladu s številnimi (špekulativnimi) vlogami za znižanje uradne bonitete. Možnost špekulativnega znižanja bonitete omogoča ohlapnost pravilnika, saj ta ne predpisuje obveznih analiz tistih talnih lastnosti, ki ključno vplivajo na dodeljeno število točk za lastnosti tal in posledično bonitetno oceno (tekstura, pH, nasičenost sorptivnega dela tal z bazičnimi kationi, delež skeleta). Lastnosti so lahko le ocenjene in tako težje preverljive. Poleg izvedbe ustreznih fizikalnih in kemijskih analiz tal bi zanesljivost in preverljivost bonitiranja lahko izboljšali z navajanjem natančnih koordinat odvzetih vzorcev.

Literatura in viri:

- Bennie, J., Hill, M. O., Baxter, R., Huntley, B. (2006). Influence of slope and aspect on long-term vegetation change in British chalk grasslands. *Journal of ecology*, 94 (2), 355–368. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.200.01104.x>
- Brabec, E., Smith, C. (2002). Agricultural land fragmentation: the spatial effects of three land protection strategies in the eastern United States. *Fragmentation and Land Use Planning: Analysis and beyond? 2002 Landscape and Urban Planning*, 58 (2–4), 255–268. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00225-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00225-0)
- Bialobrzaska, B., Kostencki, P. (2015). Abrasive wear characteristics of selected low-alloy boron steels as measured in both field experiments and laboratory tests. *Wear*, 328–329: 149–159. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2015.02.003>
- Doran, J. W., Parkin, T. B. (1994). *Defining and Assessing Soil Quality*. V: J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, B. A. Stewart (ur.), *Defining soil quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication Number 35, Madison, Wisconsin, USA, str. 3–21.
- Kavčnik, M. (2011). *Preučevanje metodologije za določanje pridelovalne sposobnosti zemljišč v zemljiškem katastru – bonitiranje*. Diplomsko naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. http://drugg.fgg.uni-lj.si/3802/1/GEV_0371_Kavcnik.pdf, pridobljeno 12. 3. 2016.
- Klingebiel, A. A., Montgomery, P. H. (1961). *Land-capability classification*. USDA Agriculture Handbook No. 210.
- Košir, J., Breznik, B., Maslo, G. (1999). *Vrednotenje kmetijskih in gozdnih zemljišč*. Priročnik za vrednotenje, ocenjevanje in katastrsko klasifikacijo zemljišč. Ljubljana, 90 str.
- Košir, J. (2005). Vzpostavitev evidence bonitete zemljišč v zemljiškem katastru. *Geodetski vestnik*, 49 (2), 241–253.
- Košir, J. (2008). Boniteta zemljišč – nova evidenca v zemljiškem katastru. *Geodetski vestnik*, 52 (2), 374–375.
- Košir, J. (2011). *Bonitiranje kmetijskih in gozdnih zemljišč*. Strokovni nasveti. Kmečki glas, 26. oktober 2011.
- Košir, J. (2011). *Priročnik za bonitiranje zemljišč*. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.
- Lisec, A., Primožič, T., Ferlan, M., Šumrada, R., Drobne, S. (2014). Land owners' perception of land consolidation and their satisfaction with the results – Slovenian experiences. *Land Use Policy*, 38, 550–563. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.003>

- Lobnik, F., Vrščaj, B., Prus, T., Kralj, T., Šporar, M., Rupreht, J., Tič, I., Zupan, M., (2003). Zasnova metodologije za postavitev vrednotenja kmetijskih zemljišč, poročilo projekta V4-0405-00. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. 57 str.
- Malucelli, F., Certini, G., Scalenghe, R. (2014). Soil is brown gold in the Emilia-Romagna region, Italy. *Land Use Policy*, 39, 350–357.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.019>
- Montanarella, L. (2015). Govern our soils. *Nature*, 523, 32–33.
- Montanarella, L., Panagos, P. (2015). Policy relevance of Critical Zone Science. *Land Use Policy*, 49, 86–91. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.07.019>
- Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Uradni list SRS, št. 36/1984.
- Pravilnik o vzpostavitvi bonitete zemljišč. Uradni list RS, št. 35/2008.
- Pravilnik o določanju in vodenju bonitete zemljišč. Uradni list RS, št. 47/2008.
- Prus, T. (1991). Vrednotenje tal z vidika nekaterih kopenskih ekosistemov. Magistrska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Rousseva, S., Kercheva, M., Shishkov, T., Lair, G. J., Nikolaidis, N. P., Moraetis, D., Krám, P., Bemasconi, S. M., Blum, W. E. H., Menon, M., Banwart, S. A. (2017). Soil Water Characteristics of European SoilTFC Critical Zone Observatories. *Advances in Agronomy*
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.agron.2016.10.004>
- Rupreht, J. (1991). Pedološko kartiranje in ugotavljanje talnega potenciala v slovenskem ruralnem prostoru. *Sodobno kmetijstvo*, 7–8, 337–340.
- Scalenghe, R., Marsan, F. A. (2009). The anthropogenic sealing of soils in urban areas *Landscape and Urban Planning*, 90 (1–2), 1–10.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.011>
- Seidl, P. N., Golobič, M. (2015). Določitev trajno varovanih zemljišč – metodološki poskus. *Geodetski vestnik*, 59 (2), 275–288.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.02.275-288>
- Stritar, A., (1990). Krajina, krajinski sistemi; raba in varstvo tal v Sloveniji. Ljubljana: Partizanska knjiga: 170 str.
- Strzemeski, M. (1975). *Ideas Unerlying Soil Systematics*.
- Tehnična navodila za določanje bonitete zemljišč (2008). Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- Tetegan, M., Richer de Forges, A. C., Verbeque, B., Nicoulaud, B., Desbourdes, C., Bouthier, A., Arrouays, D., Cousin, I. (2015). The effect of soil stoniness on the estimation of water retention properties of soils: A case study from central France. *Catena*, 129, 95–102. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.03.008>
- Vidic, N. J., Prus, T., Grčman, H., Zupan, M., Liseč, A., Kralj, T., Vrščaj, B., Rupreht, J., Šporar, M., Suhadolc, M., Mihelič, R., Lobnik, F. (2015). Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1:250 000. Ljubljana in Bruselj: University of Ljubljana and European Union.
- Zakon o evidentiranju nepremičnin. Uradni list RS, št. 47/2006, 65/2007 – odl. US in 79/2012 – odl. US.



Grčman H., Vozel S., Zupanc V. (2017). Lastnosti tal pri bonitiranju kmetijskih zemljišč
Geodetski vestnik, 61 (1): 13-22. DOI: [10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.13-22](https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.13-22)

Prof. dr. Helena Grčman, univ. dipl. inž. agronomije
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Jamnikarjeva ulica 101, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: helena.grcman@bf.uni-lj.si

Doc. dr. Vesna Zupanc, univ. dipl. inž. agronomije
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Jamnikarjeva ulica 101, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: vesna.zupanc@bf.uni-lj.si

Simon Vozel, univ. dipl. inž. agronomije
Mošenik 2, SI-1251 Moravče
e-naslov: vozel.simon@gmail.com

LOČEVANJE IGLAVCEV IN LISTAVCEV NA PODLAGI NEOBDELANE INTENZITETE LASERSKIH TOČK

DECIDUOUS AND CONIFEROUS TREE SEPARATION BASED ON THE RAW INTENSITY OF LASER POINTS

Mihaela Triglav Čekada, Maja Lavrič, Mojca Kosmatin Fras

UDK: 528.7:582.09
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 16. 12. 2016
Sprejeto: 16. 3. 2017

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.23-34
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 15. 12. 2016
Accepted: 16. 3. 2017

IZVLEČEK

Podatki aerolaserskega skeniranja med drugim podajo informacijo o odbojnosti površine, od katere se je odbil laserski žarek, zapisana je kot intenziteta laserske točke. S primerjavo povprečnih vrednosti nenormaliziranih intenzitet posameznih drevesnih vrst smo ugotavljali, ali lahko drevesne vrste, ki rastejo v Sloveniji, med seboj ločimo samo na podlagi laserskih podatkov. V analizi smo preučevali 113 samostojnih dreves (57 iglavcev in 56 listavcev), ki smo jih določili tudi na terenu. Uporabili smo štiri laserske nize podatkov. Prva dva sta bila zajeta z valovno dolžino 1550 nm: prvi spomladi (15. 5. 2012), drugi pa pozno poleti (18. 9. 2012). Zadnja dva niza sta bila zajeta z valovno dolžino 1064 nm: tretji pozimi (5. 3. 2013) in četrti poleti (7. 7. 2014). Med drugim smo ugotovili, enako kot že raziskovalci pred nami: (i) da so povprečne intenzitete listavcev v obeh valovnih dolžinah višje od iglavcev v času olistanosti, medtem ko je v času neolistanosti ravno nasprotno; (ii) da ločevanje na intenzitete prvih in edinih odbojev v primerjavi z intenzitetami vseh odbojev kaže, da so povprečne vrednosti prvih (samo prvi in edini odboji skupaj) višje od drugih (vsi odboji) v času olistanosti, v času neolistanosti je ravno nasprotno. Med preučevanjem oreha, javorja, jesena in lipe (ali lipovca) smo ugotovili, da rezultati preučevanja povprečnih intenzitet laserskih podatkov, posnetih v časovnih vrstah, nakazujejo tudi na možnost določevanja razlik v fenološki fazi listavcev spomladi.

KLJUČNE BESEDE

lidar, nenormalizirana intenziteta, valovna dolžina, listavci, iglavci

ABSTRACT

Aerial laser scanning provides information about the reflectivity of the surface from which the laser beam was reflected; this information is given as an intensity of a laser point. By comparing the average non-normalised intensity values for different tree species growing in Slovenia in laser scanning data sets acquired with different wavelengths, whether tree species can be separated based only on laser scanning intensity data was investigated. We studied 113 single trees (57 coniferous and 56 deciduous trees), identified in the field and in four laser data sets. The first two were acquired in the 1550 nm wavelength: the first set in spring (May 15, 2012), the second in late summer (September 18, 2012). The last two sets were acquired in the 1064 nm wavelength: the third in winter (March 5, 2013) and the fourth in summer (July 7, 2014). Among other things, we have determined, the same as researchers before us: (i) that the average intensities of deciduous trees in both wavelengths are higher in the leaf-on season, while it is the opposite in the leaf-off season; (ii) that the average intensities of the combined class of first and the only reflections is higher than the average intensities of all reflections in leaf-on season; during the leaf-off season it is the opposite. The behavior of tree species *Juglans regia*, *Acer Pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* and *Tilia cordata* (or *Tilia Platyphylolus*) also implies that the differences in the average intensities in laser time series enable the determination of the phenological phase of deciduous trees in the spring.

KEY WORDS

lidar, non-normalised intensity, wavelength, deciduous, coniferous

1 UVOD

Lasersko skeniranje je aktivna metoda daljinskega zaznavanja, pri kateri laser odda lasersko svetlobo v obliki kratkega pulza, ki se lahko na poti proti tlom večkrat odbije od različnih delov površja, kar je najvidnejše na vegetaciji. Tako dobimo laserske točke z različnimi redi odboja. Prvi odboj se zgodi na vrhu ali blizu vrha vegetacije, naslednji v notranjosti krošnje drevesa ali grmovja. Če vegetacija ni pregosta in če snemamo z dovolj visoko gostoto točk, se zadnji odboj najverjetneje zgodi od tal. Aerolasersko skeniranje tako omogoča zapis vertikalne strukture drevja ali druge vegetacije (slika 1). Zato lasersko skeniranje v svetu in pri nas s pridom uporabljajo za različne gozdarske namene na ravni gozdnogospodarskih enot, gozdnih sestojev in posameznih dreves (Šturm et al., 2016). Če se osredotočimo na posamezna drevesa, ki jih bomo obravnavali tudi v naši raziskavi, lahko z laserskimi podatki identificiramo vrhove in določimo višine posameznih dreves. Vrhove posameznih dreves v gozdnem sestoju lahko ločimo med seboj z različnimi algoritmi, ki iščejo lokalne maksimume v surovih podatkih ali na digitalnih modelih krošenj (Reitberger et al., 2008; Kim et al., 2009; Li et al., 2012; Mongus in Žalik, 2015).



Slika 1: Krošnje dreves v laserskem oblaku točk z gostoto 15 točk/m²: a) smreka, b) oreh, c) jesen, d) lipa.

Če k preučevanju geometrijskih odvisnosti med točkami dodamo še preučevanje intenzitete odbitih laserskih točk, lahko raziskave razširimo na preučevanje zmožnosti določitve posameznih drevesih vrst v laserskih podatkih (Holmgren in Persson, 2004; Moffiet et al., 2005; Kim et al., 2009; Ørka et al., 2009; Korpela et al., 2010). Ker je intenziteta laserskih točk odvisna od različnih parametrov, ta naloga še zdaleč ni enostavna in rešena. Na vrednost intenzitete vplivajo (na primer Triglav Čekada, 2011): valovna dolžina laserskega senzorja, višina leta nad terenom, kot skeniranja, pod katerim je laserski žarek zadel tarčo, odbojnost tarče, velikost tarče (na primer majhen proti velikemu listu), divergenca laserskega žarka, značilnosti posamezne drevesne vrste, od katere se odbijajo točke (razporeditev listja in vej v drevesni krošnji), atmosferske razmere med snemanjem (mogoč vpliv na slabljenje signala med snemanjem) idr. Rezultate klasifikacije drevesnih vrst na podlagi intenzitete je sicer mogoče izboljšati, če uporabimo normaliziramo intenziteto, kjer odpravimo nekatere vplive na vrednost intenzitete (Korpela et al., 2010), vendar lahko razločimo posamezne drevesne vrste tudi na podlagi nenormaliziranih intenzitet. Tako sta Holmgren in Persson (2004) preučevala razločevanje smreke, rdečega bora in breze na Švedskem ter ugotovila, da so vrednosti povprečnih intenzitet pri smrekah višje od bora. Ørka et al. (2009) so preučevali smreko in brezo na Norveškem. Reitberger et al. (2008) so preučevali le razlike med listavci in iglavci v Nemčiji, kjer so bile dominantne vrste smreka, bukev in javor. Suranto et al.

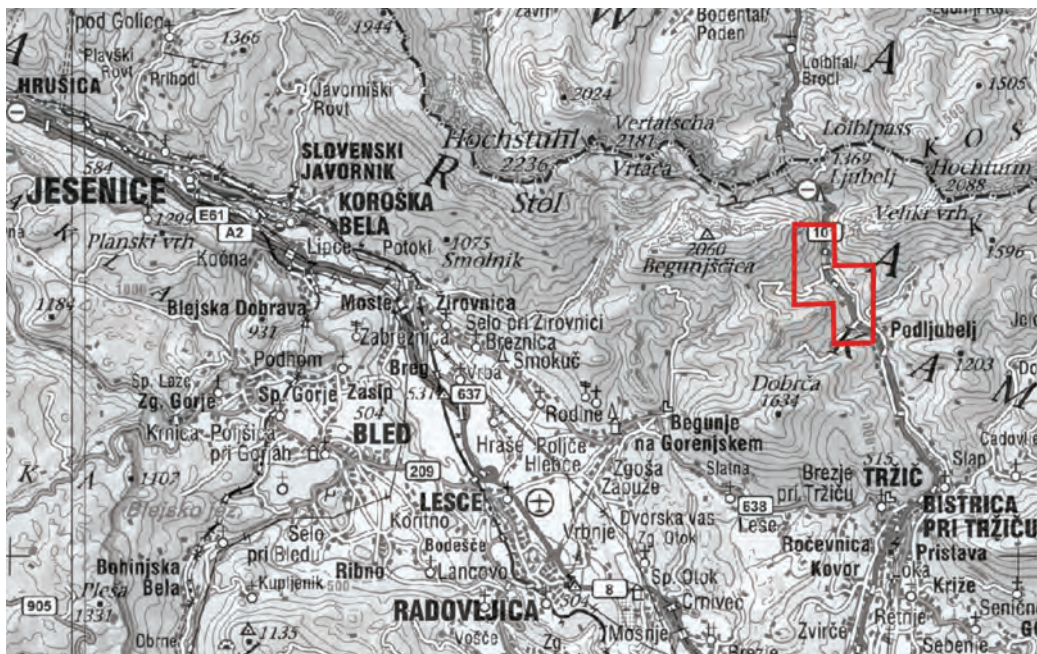
(2009) so preučevali območje z večjimi višinskimi razlikami in bolj raznolikimi iglavci v Severni Ameriki. Večinoma so avtorji uporabljali laserske podatke valovne dolžine 1064 nm.

Podobnih raziskav v Sloveniji nismo zasledili, zato smo preučili možnosti razlikovanja drevesnih vrst iz intenzitet časovne serije laserskih podatkov, posnetih na območju Slovenije. Prvič smo preučevali tudi intenzitete v dveh valovnih dolžinah (1550 nm in 1064 nm), saj v tujih raziskavah preučujejo intenzitete samo v eni valovni dolžini. Praktični del raziskave je bil izveden v okviru magistrske naloge (Lavrič, 2016), v kateri je opisan tudi več podrobnosti raziskave.

2 METODOLOGIJA RAZISKAVE

2.1 Podatki

Kot testno območje smo izbrali območje velikosti 4 km² ob cesti na Ljubelj v Karavankah (slika 2). Njegova povprečna nadmorska višina je približno 750 metrov. Zaradi lažjega ločevanja posameznih dreves med seboj smo izbrali samostojna drevesa ob cesti (slika 3), ki jih lahko brez težav prepoznamo na ortofotu in tudi najdemo na terenu.



Slika 2: Območje obravnave na državni pregledni karti 1 : 250.000 (vir: GURS).

Uporabili smo štiri nize aerolaserskih podatkov (preglednica 1), od katerih so bili trije posneti v času, ko je listnato drevje deloma ali popolnoma olistano, en pa v času, ko so bila drevesa brez listov. Dva niza sta posneta z valovno dolžino 1550 nm in dva z valovno dolžino 1064 nm. Vsa štiri laserska skeniranja je izvedlo podjetje FlyCom, d. o. o, prva dva niza z istim skenerjem (Riegl LMS-Q560), zadnja dva pa z enakim tipom skenerja (Riegl LMS-Q780), vendar dvema različnima instrumentoma. Oba tipa skenerjev delujeta v polnovalovnem načinu, vendar so ob prvi obdelavi podatki izvoženi v pulzno obliko zapisa, ki

jo dobi naročnik in jo berejo vsi programi za obdelavo laserskih podatkov. V raziskavi smo uporabljali samo podatke, zapisane v pulznem načinu. Na prvih dveh snemanjih je bilo skupaj z laserskim skeniranjem izvedeno še aerofotografranje, zato imamo na voljo tudi ortofote. Pri zadnjih dveh nizih podatkov je bilo izvedeno samo lasersko skeniranje. Prvi, drugi in četrti niz podatkov so bili snemani s primerljivo gostoto, medtem ko je bil tretji niz sneman z višjo gostoto točk.

Preglednica 1: Opis značilnosti posameznega niza laserskih podatkov

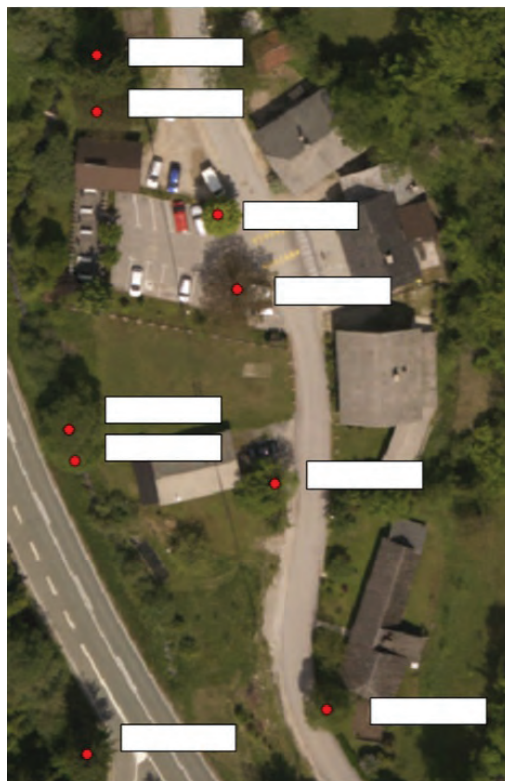
	NIZ 1	NIZ 2	NIZ 3	NIZ 4
Datum snemanja	15. 5. 2012	18. 9. 2012	5. 3. 2013	7. 7. 2014
Olistanost	olistano	olistano	neolistano	olistano
Valovna dolžina (nm)	1550	1550	1064	1064
Gostota snemanja (točk/m²)	8	8	15	5
Višina leta nad terenom	700 m	700 m	1000 m	1200–1400 m

2.2 Metodologija

Na podlagi ortofotov, ki jih imamo poleg prvih dveh nizov laserskih podatkov, smo izdelali terenske skice (slika 3). Na njih smo že pred terenskim ogledom označili drevesa, ki smo jih nameravali preučiti (majhni krogi na sliki 3). Na skico smo dodali tudi bele kvadratke, v katere smo na terenu vpisovali vrste dreves. Določali smo jih s klasifikacijskim ključem iz knjige *Drevesne vrste na Slovenskem* (Brus, 2012). Izbirali smo predvsem samostojna drevesa ali drevesa na gozdnem robu, da smo jih lažje prepoznali na terenu in v oblaku laserskih točk. Krošnje samostojnih dreves ali dreves z gozdnega roba so pravilneje oblikovane, zato omogočajo lažjo določitev. Skupno smo na terenu določili vrsto 113 drevesom: od tega jih je bilo 57 iglastih in 56 listnatih. Podrobno analizo povprečnih intenzitet za posamezno vrsto smo naredili le za najpogostejše drevesne vrste na območju obravnave: 51 smrek (*Picea abie*), 4 macesne (*Larix decidua*), 14 orehov (*Juglans regia*), 9 javorjev (*Acer pseudoplatanus*), 5 jesenov (*Fraxinus excelsior*) in 4 lipe oziroma lipovce (*Tilia cordata* ali *Tilia platyphyllos*). Za splošno primerjavo med iglavci in listavci smo uporabili med iglastimi drevesi samo smreke, izpustili smo dva bora (*Pinus sylvestris*), ker jih je premalo, in macesne, ker odvržejo iglice. Pri listavcih smo, poleg zgornjih naštetih, upoštevali še: tri slive (*Prunus*), tri jabolane (*Malus*), tri hruške (*Pyrus*), dve češnji (*Prunus*), tri hraste (*Quercus petraea*), dva kostanja (*Castanea sativa*), eno bukev (*Fagus sylvatica*), dva gabra (*Carpinus betulus*), eno brezo (*Betula pendula*) in štiri druge listavce.

Posamezno drevo smo ročno poiskali v posameznem podatkovnem nizu laserskih podatkov. Uporabili smo klasificirane oblake laserskih točk, v katerih so zapisane originalne intenzitete odbojev. S programom LAStools (<http://www.cs.unc.edu/~isenburg/lastools/>) smo ročno izrezali krošnjo drevesa iz laserskih podatkov, za izrez smo uporabili samo točke iz treh klasifikacijskih razredov: nizke, srednje in visoke vegetacije. Za vsako drevo smo tako dobili ločeno datoteko, v kateri so ostale samo točke, ki ponazarjajo krošnjo izbranega drevesa. Točk, ki so se odbile od tal, v tej datoteki ni več. Krošnjo posameznega drevesa predstavlja večinoma od 200 do 3000 laserskih točk. Število točk na krošnji posameznega drevesa je odvisno od gostote osnovnega oblaka točk, vrste drevesa in olistanosti med snemanjem. Oblak točk posameznega drevesa smo izvozili v format ASCII, kjer smo poleg koordinat posamezne točke ohranili še naslednje attribute: intenziteto, red odboja, število vseh zabeleženih odbojev posameznega pulza in klasi-

fikacijski razred. Z ASCI-datotekami smo izračunali statistike za posamezno drevo: povprečno vrednost intenzitete in standardni odklon intenzitet za posamezno drevo.



Slika 3: Primer terenske skice (vir podlage: ortofoto NH-WF iz leta 2012).

Povprečne vrednosti intenzitet posameznih drevesnih vrst za posamezen podatkovni niz smo najprej primerjali za vse laserske točke v krošnji drevesa. Potem smo analizo ponovili še za združene prve (prvi od mnogih odbojev enega pulza) in edine odboje (samo ta odboj enega pulza). Združeni prvi in edini odboji prikazujejo samo vrhno plast drevesa oziroma zunanji listni ovoj drevesa, od katerega se najprej odbije laserski žarek.

3 REZULTATI

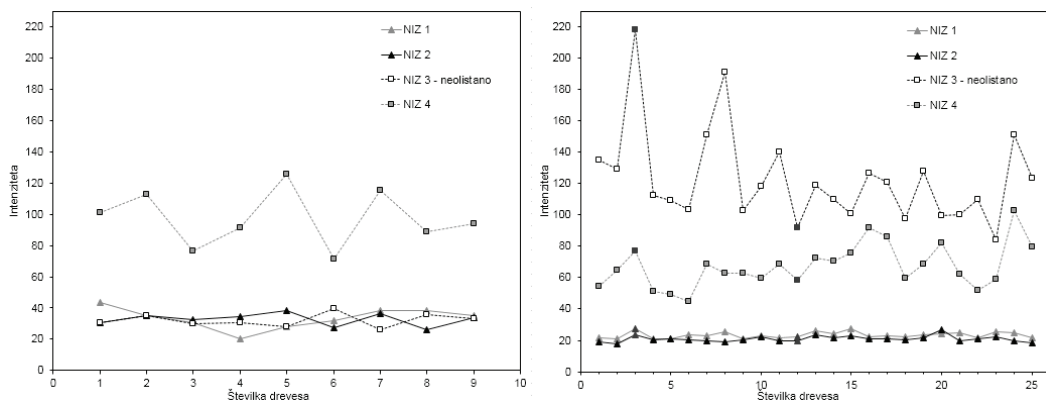
3.1 Razpršenost intenzitet na posameznem drevesu

Najprej smo primerjali povprečne intenzitete posameznih dreves ene drevesne vrste glede na podatkovni niz. Na sliki 4 vidimo primera javorja in smreke. Za osnovno primerjavo med drevesnimi vrstami smo uporabili povprečno intenziteto posameznega drevesa, kot cenilko razpršenosti intenzitet pa standardni odklon intenzitet posameznega drevesa.

Smreka je zimzeleni iglavec, zato lahko med seboj primerjamo prva dva in zadnja dva podatkovna niza, da bi odkrili razliko v prikazovanju intenzitet glede na valovno dolžino. Na sliki 4b takoj opazimo, da

imata prvi in drugi niz, oba posneta z valovno dolžino 1550 nm, manjše povprečne intenzitete z veliko manjšimi standardnimi odkloni 23 ± 11 , kot so v zadnjih dveh nizih, ki sta posneta z valovno dolžino 1064 nm. Standardni odkloni intenzitet so v zadnjih dveh nizih tudi veliko višji, 123 ± 108 enot. Pri javorju lahko primerjamo med seboj le prvi, drugi in četrti niz podatkov, ki prikazujejo drevesa v času olistanosti. Enako opazimo, da so povprečne intenzitete v prvih dveh nizih (1550 nm) nizke (34 ± 16 enot), v četrtem nizu pa je (1064 nm) veliko višja (98 ± 80 enot). V preglednici 2, kjer so zapisane povprečne intenzitete tudi drugih preučevanih drevesnih vrst, vidimo enak pojav. Pri valovni dolžini 1550 nm imamo nižje povprečne intenzitete in nižje povprečne standardne odklone posameznih dreves, pri valovni dolžini 1064 nm pa sta obe povprečji višji. Ugotovimo lahko, da je povprečna intenziteta iglavcev in listavcev v času olistanosti v valovni dolžini 1064 nm približno trikratnik vrednosti v valovni dolžini 1550 nm. Povprečni standardni odklon intenzitete posameznega drevesa iglavcev in listavcev v času olistanosti je v valovni dolžini 1064 nm kar trikratnik ali višji večkratnik vrednosti pri valovni dolžini 1550 nm. Torej je pri valovni dolžini 1064 nm sipanje intenzitet na posameznem drevesu veliko večje.

Na sliki 4 tudi opazimo, da lahko med seboj ločimo posamezne primerke dreves že samo na podlagi njihove povprečne intenzitete, saj ima neko drevo visoko intenziteto v primerjavi z drugimi drevesi iz iste drevesne vrste v obeh valovnih dolžinah, če primerjamo vrednosti povprečnih intenzitet posameznega drevesa in vseh dreves ene vrste v času olistanosti. Lahko govorimo o značilnem razponu intenzitet posamezne drevesne vrste v posamezni valovni dolžini. Oglejmo si smreki številka 3 in 12. Smreka 3 (temno sivo obarvana točka v vseh štirih nizih) ima v vseh štirih podatkovnih nizih visoko povprečno intenziteto glede na skupno povprečno vrednost vseh smrek iz posameznega podatkovnega niza, medtem ko ima smreka številka 12 (enako temno sivo obarvana v vseh štirih nizih) nizko povprečno intenziteto v vseh podatkovnih nizih. Pri javorju lahko med seboj primerjamo le vrednosti posameznih dreves v drugem (1550 nm) in četrtem nizu (1064 nm), ki sta bila oba posneta v času polne olistanosti. Če pogledamo javorjeva drevesa od 4 do 7, vidimo enak vzorec višanja in nižanja povprečnih intenzitet v drugem in četrtem nizu (glej črne trikotnike in sive kvadrate).



Slika 4: Povprečne intenzitete posameznih dreves: a) javor (levo), b) smreka (desno). Zaradi večje preglednosti je izrisana le polovica dreves, saj smo tam, kjer je stalo v skupini več dreves, na grafu izrisali samo eno intenziteto.

Preglednica 2: Povprečne intenzitete in povprečni standardni odklon intenzitet na posameznem drevesu pri različnih drevesnih vrstah

	NIZ 1	NIZ 2	NIZ 3	NIZ 4
Smreka	24±11	21±8	123±108	67±53
Macesen	26±12	21±9	58±47	68±51
Oreh	19±8	26±10	42±34	85±67
Javor	34±16	33±13	32±26	98±80
Jesen	24±13	27±11	38±30	94±83
Lipa	34±14	32±14	35±28	99±70

3.2 Primerjanje povprečnih intenzitet glede na drevesno vrsto

S prikazom povprečnih vrednosti intenzitet za celoten vzorec ene drevesne vrste bomo ponazorili še razlike med posameznimi drevesnimi vrstami. Preučili bomo tudi razlike med povprečnimi vrednostmi, izračunanimi za vse odboje ter ločeno za združene prve in edine odboje. Prvi in edini odboji skupaj prikazujejo prvi stik laserskega žarka z drevesom, torej zunanji ovoj krošnje drevesa. V preglednici 3 hitro opazimo, da so odstotki prvih in edinih odbojev v posameznem podatkovnem nizu primerljivi med različnimi iglastimi in listnatimi drevesi. Zato lahko sklepamo, da je skupni delež prvih in edinih odbojev odvisen od posameznega uporabljenega laserskega skenerja in parametrov skeniranja. Izstopa le macesen z 20 % nižjo vrednostjo prvih in edinih odbojev v vseh štirih podatkovnih nizih, vendar je vzorec dreves premajhen (štiri drevesa), da bi omogočil dokončno sklepanje. Če macesna ne upoštevamo, dobimo povprečni skupni delež prvih in edinih odbojev v prvem nizu 84 %, drugem 86 %, tretjem 55 % in četrtem 78 %. Prva dva niza, ki sta bila posneta z istim skenerjem in tudi ob podobnih parametrih skeniranja, imata skoraj enake vrednosti deležev prvih in edinih odbojev. Najmanjši delež enojnih in edinih odbojev je pri tretjem nizu podatkov, ki je bil posnet z najvišjo gostoto točk (15 točk/m²) in v času, ko listnato drevje in macesen nimajo listja/iglic (5. 3. 2013). Malo več kot polovica odbojev se zgodi znotraj krošnje dreves neodvisno od tega, ali se odbijejo od iglavcev ali neolistanih listavcev. Ker v tem nizu ne moremo ločiti med seboj listavcev od iglavcev samo na podlagi deleža prvih in edinih odbojev, lahko iz tega tudi sklepamo, da testno območje med snemanjem ni bilo zasneženo. Če bi bilo, bi teoretično morali dobiti pri smreki veliko višji delež prvih in edinih odbojev od listavcev, saj bi obsežnejša snežna odeja na smrekah preprečevala prodiranje laserskega žarka v notranjost krošnje in pojavljanje sekundarnih odbojev enega laserskega žarka. Če primerjamo deleže prvih in edinih odbojev iz prvega in drugega niza podatkov, kjer so bili parametri skeniranja podobni, ter deleže iz tretjega in četrtega niza, ki se razlikujejo za približno 20 %, lahko tudi iz tega sklepamo, da sta bila tretji in četrti niz posneta ob različnih parametrih skeniranja. Vendar to že vemo od prej iz preglednice 1.

Preglednica 3: Povprečni skupni delež prvih in edinih odbojev glede na vse odboje po drevesnih vrstah

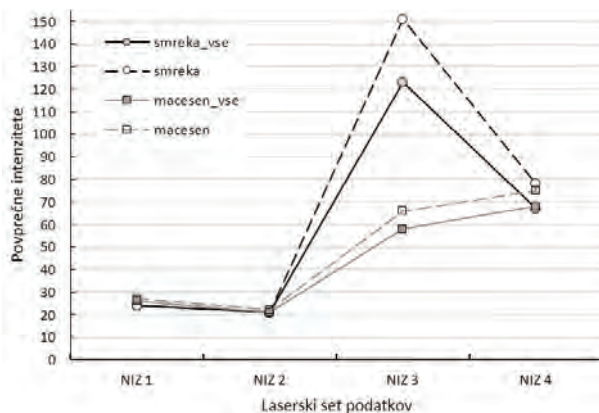
	NIZ 1	NIZ 2	NIZ 3	NIZ 4
Smreka	86 %	90 %	52 %	74 %
Macesen	65 %	66 %	37 %	65 %
Oreh	81 %	84 %	51 %	76 %
Javor	88 %	88 %	64 %	80 %
Jesen	82 %	88 %	58 %	82 %
Lipa	82 %	80 %	49 %	77 %

V preglednici 4 so zapisane povprečne vrednosti intenzitet z dodanim standardnim odklonom povprečnih intenzitet v posamezni drevesni vrsti, če v analizi upoštevamo vse odboje. Če primerjamo standardne odklone povprečnih intenzitet drevesne vrste, vidimo, da se povprečne intenzitete znotraj vrste najbolj spreminjajo (največji standardni odkloni) v tretjem in četrtem nizu, torej pri valovni dolžini 1064 nm. Povprečne intenzitete različnih drevesnih vrst v četrtem nizu, ko so drevesa olistana, so različne in potencialno zanimive za ločevanje drevesnih vrst. Zaradi velike razlike v povprečnih intenzitetah vsekakor omogočajo ločitev iglavcev (povprečne intenzitete približno 70 enot) od listavcev (povprečne intenzitete približno 95 enot).

Preglednica 4: Povprečne intenzitete vseh odbojev in standardni odklon povprečnih intenzitet glede na drevesno vrsto

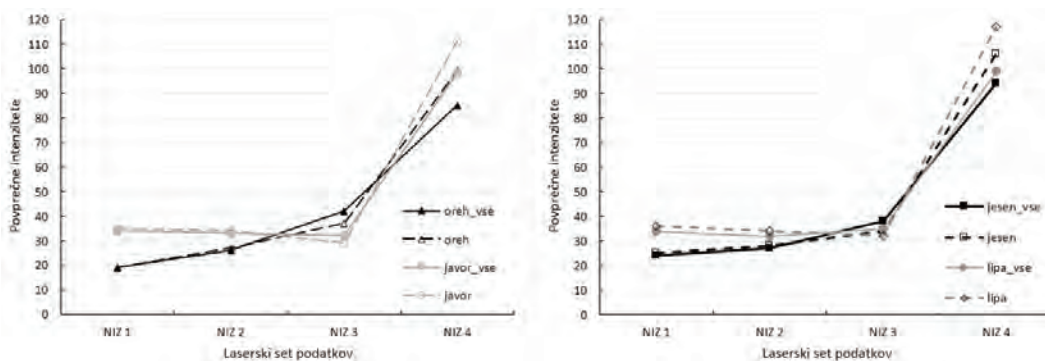
	NIZ 1	NIZ 2	NIZ 3	NIZ 4
Smreka	24±2	21±2	123±30	67±14
Macesen	26±1	21±1	58±22	68±9
Oreh	19±2	26±4	42±8	85±21
Javor	34±7	33±4	32±4	98±18
Jesen	24±4	27±4	38±11	94±6
Lipa	34±4	32±3	35±3	99±32

Na sliki 5 so prikazane povprečne vrednosti intenzitet za iglavce: smreka (povprečje 51 dreves) in macesen (4). S polnimi črtami so povezana povprečja vseh točk na posameznem drevesu, s črtkanimi pa povprečja samo prvih in edinih odbojev skupaj. Povprečja intenzitet prvih in edinih odbojev skupaj so višja od povprečnih intenzitet vseh odbojev za podatke v obeh valovnih dolžinah, le da so razlike v prvem in drugem nizu podatkov veliko manjše (za eno enoto intenzitete). V tretjem in četrtem nizu so razlike med povprečnimi intenzitetami prvih in edinih odbojev od povprečnih intenzitet vseh točk za smreko in bor višje povprečno za 30 enot, za macesen pa le za 8 enot. Povprečne intenzitete v prvem, drugem in četrtem nizu so za vse tri iglaste drevesne vrste podobne, saj imajo takrat vsi iglice. V tretjem nizu, posnetem pozimi, pa lepo ločimo višje povprečne intenzitete smreke in bora od povprečnih intenzitet macesna, ki je takrat brez iglic. Povprečne intenzitete vseh odbojev macesna so za 65 enot nižje od smreke in za 40 enot nižje od bora.



Slika 5: Povprečne intenzitete posameznih iglastih drevesnih vrst. Polne črte ponazarjajo vse podatke, črtkane črte samo prve in edine odboje skupaj.

Na sliki 6 so prikazani listavci, na levi strani oreh (povprečje 14 dreves) in javor (9), na desni strani pa jesen (5) in lipa (4). S polnimi črtami so povezana povprečja vseh točk na posameznem drevesu, s črtkanimi črtami pa povprečja samo prvih in edinih odbojev skupaj. Večinoma so povprečne intenzitete prvih in edinih odbojev skupaj višje od povprečnih intenzitet vseh odbojev, le v tretjem nizu podatkov so nižje. Tretji niz podatkov je posnet pozimi (5. 3. 2013), ko listavci niso olistani. S primerjavo tretjega in četrtega niza, posnetega v valovni dolžini 1064 nm, tako vidimo, da so povprečne intenzitete listavcev v času neolistanosti nižje kot povprečne intenzitete v času olistanosti. Enak vzorec lahko prepoznamo še pri orehu in jesenu v prvem in drugem nizu podatkov, ki sta posneta z valovno dolžino 1550 nm. Prvi niz podatkov je posnet zgodaj spomladi (15. 5. 2012), ko nekateri listavci na takšni nadmorski višini (750 m) še niso olistani. Brus (2012) za vse štiri preučevane drevesne vrste trdi, da cvetijo in olistajo nekje v aprilu ali maju. Iz nižje intenzitete v prvem nizu proti višji intenziteti v drugem nizu (pri orehu za sedem enot nižja vrednost, pri jesenu za tri enote nižja vrednost) lahko sklepamo, da oreh in jesen 15. 5. 2012 še nista bila popolnoma olistana. Predvsem lahko to trdimo za oreh, ki kaže največja odstopanja med prvim in drugim nizom. Medtem sta bila javor in lipa najverjetneje že olistana tudi v prvem nizu podatkov, saj so vrednosti prvega in drugega niza primerljive. Dokončno bomo te trditve lahko potrdili le ob preučevanju večjih vzorcev dreves. Pri javorju so intenzitete prvega niza višje od drugega niza za eno enoto in v primeru lipe za dve enoti.



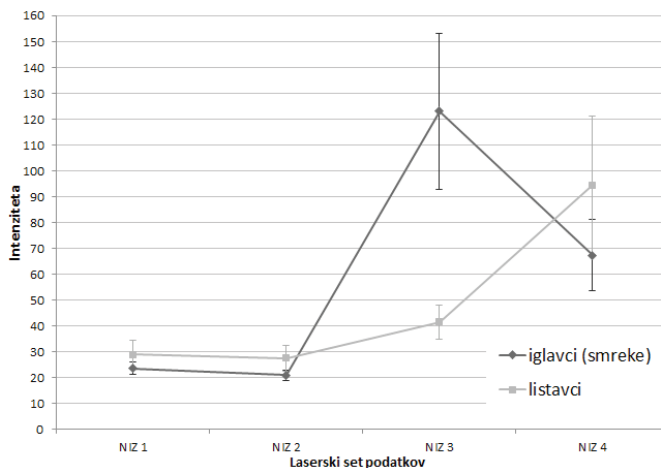
Slika 6: Povprečne intenzitete posameznih listnatih drevesnih vrst. Polne črte ponazarjajo vse podatke, črtkane črte pa samo prve ali edine odboje.

Če primerjamo med seboj še macesen in listavce (sliki 5 in 6), vidimo, da ima macesen v prvem nizu podatkov višje povprečne intenzitete kot v drugem nizu podatkov (za pet enot), zato lahko iz prejšnjih izvajanj sklepamo, da so bile takrat na njem že razvite iglice. Prav tako imata smreka in bor višje intenzitete v prvem kot v drugem nizu podatkov (za tri in eno enoto). Verjetno to lahko pripišemo fenološki fazi prvih iglic na smreki in boru, saj je smreka znana kot drevo, ki z razvojem novih poganjkov oznanja pomlad (Žust, 2015). Tako so morali biti 15. 5. 2013 na preučevanih drevesih razviti že dovolj dolgi poganjki, ki se po intenziteti ločijo od starih poganjkov, zaznanih konec poletja v drugem nizu podatkov (18. 9. 2012). Med tretjim in četrtem nizu podatkov pri macesnu ne opazimo tako drastične razlike v intenzitetah kot pri listavcih, ki so odvrgli liste, vendar so vrednosti v tretjem nizu nižje od vrednosti v četrtem nizu, kar je enak vzorec kot pri listavcih. To nam še enkrat potrjuje, da lahko ločimo drevesa brez iglic in listov od dreves z listi ali iglicami le na podlagi povprečnih intenzitet odbojev, če med seboj primerjamo dva laserska niza podatkov, posneta ob različnih letnih časih in z isto valovno dolžino.

3.2 Primerjava med iglavci in listavci

V primerjavi iglavcev in listavcev smo uporabili vsa analizirana drevesa, razen dreves macesna, za katerega smo v prejšnjem poglavju videli, da je po intenzitetah bolj podoben listavcem. Med iglavci smo obravnavali samo smreke. Med listavce pa smo poleg oreha, javorja, jesena in lipe vključili še slivo, jablano, hruško, hrast, češnjo, kostanj, bukev, brezo in štiri druga listnata drevesa. Skupno smo uporabili 51 iglastih in 56 listnatih dreves.

Na sliki 7 so prikazane povprečne intenzitete in standardni odkloni povprečnih intenzitet iglavcev in listavcev za vse preučevane laserske točke. V prvem, drugem in četrtem nizu podatkov, ko so listavci olistani, so povprečne intenzitete listavcev višje od iglavcev oz. smrek. V prvem in drugem nizu, ki sta oba posneta z valovno dolžino 1550 nm, so razlike manjše kot v četrtem nizu, posnetem z valovno dolžino 1064 nm. V tretjem nizu (5. 3. 2013), ko listavci niso olistani, pa je ravno nasprotno, povprečne intenzitete listavcev so nižje od iglavcev. Povprečne intenzitete iglavcev v valovni dolžini 1064 nm so približno trikratnik povprečnih intenzitet listavcev v času neolistanosti. Zanimiva je tudi primerjava standardnih odklonov povprečnih intenzitet v valovni dolžini 1064 nm (tretji in četrti niz): neolistanata listnata drevesa imajo veliko nižje standardne odklone povprečnih intenzitet kot olistana drevesa. To lahko pripišemo podobnemu značilnemu razponu intenzitet na golih vejah na različnih listnatih drevesnih vrstah in različnemu razponu intenzitet na olistanih drevesih različnih drevesnih vrst. Različne značilne razpore intenzitet na različnih listnatih drevesnih vrstah v četrtem podatkovnem nizu (7. 7. 2014) smo videli že na sliki 6.



Slika 7: Povprečne intenzitete iglavcev (samo smreke) in vseh obravnavanih listavcev z dodanimi standardnimi odkloni povprečnih intenzitet.

4 RAZPRAVA IN SKLEPNE UGOTOVITVE

Izvedli smo analizo povprečnih intenzitet 56 listnatih in 57 iglastih dreves v dveh laserskih podatkovnih nizih, posnetih z valovno dolžino 1550 nm, in dveh z valovno dolžino 1064 nm. V nasprotju s Kim et al. (2009), Ørka et al. (2009) in Suranto et al. (2009) smo v naši raziskavi primerjali med seboj veliko več različnih listnatih drevesnih vrst (oreh, javor, jesen in lipa oziroma lipovec). Žal smo uporabili premajhne vzorce dreves, da bi nam omogočali dokončno sklepanje. Kljub temu lahko podamo začetne sklepe in jih primerjamo z ugotovitvami tujih raziskovalcev:

- Vsako posamezno drevo ima svojo značilno povprečno intenziteto znotraj drevesne vrste v času olistanosti (na primeru 51 smrek in 9 javorjev), zato lahko posamezna drevesa ločimo med seboj glede na velikost njihove povprečne intenzitete. Če je povprečna intenziteta drevesa visoka glede na preostala drevesa te vrste v valovni dolžini 1064 nm, bo visoka tudi v valovni dolžini 1550 nm, in nasprotno. To nam lahko pomaga pri identifikaciji posameznih dreves, ki odstopajo od povprečja (na primer posebna razvojna faza drevesa – starost, zdravstveno stanje drevesa) ali celo pri identifikaciji potencialno napačno določene drevesne vrste. Že Holmgren in Person (2004) sta ugotovila, da je povprečna intenziteta za smrekova drevesa višja od povprečne intenzitete borovih dreves zaradi različne strukture krošnje posamezne drevesne vrste (gostejša krošnja smrek v primerjavi z bori).
- Povprečni skupni delež prvih in edinih odbojev glede na vse odboje po drevesnih vrstah je odvisen od posameznega skenerja in parametrov skeniranja (višina leta, maksimalni kot skeniranja, gostota točk, letni čas snemanja).
- Povprečne intenzitete prvih in edinih odbojev so višje od vseh odbojev za čas olistanosti. To so za nenormalizirane intenzitete pri valovni dolžini 1064 nm ugotovili že Ørka et al. (2009), ki so preučevali razlike med smreko in brezo. Suranto et al. (2009) so odkrili, da imajo edini odboji veliko višjo intenziteto kot večkratni odboji, kar je posledica porazdelitve energije enega pulza med več odbojev. Oboji tudi ugotavljajo, da je delež različnih redov odbojev (prvi, srednji, zadnji odboji) zelo odvisen od strukture krošnje posamezne preučevane drevesne vrste, torej od gostote listja ali iglic, relativne količine vej v primerjavi z listjem in vrzelmi v krošnji. Odbojnost je seveda odvisna še od odbojnosti listov/iglic posamezne drevesne vrste. To Suranto et al. (2009) prikažejo s primerjavo med duglazijo in borom, kjer ima slednji veliko nižje intenzitete prvih odbojev zaradi večjega deleža vej v krošnji, od katerih se odbije laserski žarek, kot pri duglaziji, kjer se večina odbojev zgodi na iglicah.
- Povprečne intenzitete iglavcev (smreka, bor, macesen), izračunane samo iz prvih in edinih odbojev, so višje od povprečnih intenzitet, izračunanih iz vseh odbojev. Povprečne intenzitete listavcev (oreh, javor, jesen, lipa), izračunane samo iz prvih in edinih odbojev, so višje od povprečnih intenzitet, izračunanih iz vseh odbojev za čas olistanosti. V času neolistanosti so nižje. Tako smo tudi mi potrdili, da analiza povprečne intenzitete samo prvih in edinih odbojev omogoča razlikovanje med odboji od listnate krošnje in od vejevja/debla. Zato lahko povprečne intenzitete uporabimo za identifikacijo fenološke faze, v kateri je določen listavec. V našem primeru lahko sklepamo, da jesen in oreh, rastoča na 750 metrih nadmorske višine, 15. 5. 2012 še nista bila popolnoma olistana, v nasprotju z lipo in javorjem, ki sta že bila olistana.
- Povprečne intenzitete listavcev v času olistanosti so v obeh valovnih dolžinah (1550 nm, 1064 nm) višje od povprečnih intenzitet iglavcev (smrek). V času neolistanosti je ravno nasprotno.

Ugotovili smo, da nenormalizirane intenzitete laserskih podatkov, posnete v časovnih vrstah (vsaj dva niza laserskih podatkov, posneta v isti valovni dolžini), omogočajo razločevanje iglavcev od listavcev ter preiskovanje fenoloških faz posamezne drevesne vrste že z uporabo enostavnih statistik, kot so povprečne intenzitete posameznih dreves. Raziskava je nakazala tudi na možnost ločevanja različnih listnatih drevesnih vrst na podlagi preučevanja povprečnih intenzitet predvsem v valovni dolžini 1064 nm, ko so razlike med drevesnimi vrstami znatne. Za podrobnejše ugotovitve glede značilnih razponov intenzitet za posamezne drevesne vrste bomo morali izvesti nadaljnje raziskave na večjih vzorcih dreves s statističnim ovrednotenjem rezultatov in v gostejših časovnih vrstah laserskih snemanj.

Zahvala

Za podatke, uporabljene v tej raziskavi, se najlepše zahvaljujemo Geodetskemu inštitutu Slovenije, ki jih je pridobil v okviru čezmejnega projekta Slovenija-Avstrija 2011–2014: Naravne nesreče brez meja (NH-WF). Za podatke laserskega skeniranja Slovenije se zahvaljujemo Ministrstvu za okolje in prostor Republike Slovenije.

Literatura in viri:

- Brus, R. (2012). Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Holmgren, J., Persson, Å. (2004). Identifying species of individual trees using airborne laser scanner. *Remote Sensing of Environment*, 90, 415–423. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00140-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00140-8).
- Kobal, M., Triplat, M., Krajnc, N. (2014). Pregled uporabe zračnega laserskega skeniranja površja v gozdarstvu. *Gozdarski vestnik*, 72 (5–6), 235–248.
- Kim, S., McGaughey, R. J., Andersen, H., Schreuder, G. (2009). Tree species differentiation using intensity data derived from leaf-on and leaf-off airborne laser scanner data. *Remote Sensing of Environment*, 113, 1575–1586. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2009.03.017>
- Korpela, I., Ørka, H. O., Maltamo, M., Tokola, T. & Hyypä, J. (2010). Tree species classification using airborne LiDAR – effects of stand and tree parameters, downsizing of training set, intensity normalization, and sensor type. *Silva Fennica*, 44 (2), 319–339.
- Lavrič, M. (2016). Določevanje vrst drevoja v različnih valovnih dolžinah aerolaserskih podatkov. Magistrsko delo, Ljubljana, UL FGG.
- Li, W., Guo, Q., Jakubowski, M. K., Kelly, M. (2012). A New Method for Segmenting Individual Trees from the Lidar Point Cloud. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 8 (1), 75–84.
- Mongus, D., Žalik, B. (2015). An efficient approach to 3D single tree-crown delineation in LiDAR data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 108, 219–233. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.08.004>
- Moffiet, T., Mengersen, K., Witte, C., King, R., Denham, R. (2005). Airborne laser scanning: Exploratory data analysis indicates potential variables for classification of individual trees or forest stands according to species. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 59, 289–309. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2005.05.002>
- Ørka, H. O., Naeset, E., Bollandås, O. M. (2009). Classifying species of individual trees by intensity and structure features derived from airborne laser scanner data. *Remote Sensing of Environment*, 113, 1163–1174. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2009.02.002>
- Reitberger, J., Schnörr, Cl., Heurich, M., Krzystek, P., Stilla, U. (2008). Towards 3D mapping of forests: A comparative study with first/last pulse and full waveform Lidar data. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII. Part B8. Beijing.
- Suranto, A., Seielstad, C., Queen, L. (2009). Tree species identification in mixed coniferous forest using airborne laser scanning. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64, 683–693. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.07.001>
- Šturm, T., Pisek, R., Kobler, A., Beguš, J., Matjašič, D. (2016). Možnosti uporabe lidarskih podatkov na Zavodu za gozdove Slovenije. *GIS v Sloveniji*, 13, 105–113.
- Triglav Čekada, M. (2011). Možnosti uporabe zračnega laserskega skeniranja (lidar) za geomorfološke študije. *Geografski vestnik*, 83 (2), 81–93.
- Žust, A. (2015). Fenologija v Sloveniji, Priročnik za fenološka opazovanja. Ministrstvo za okolje in prostor, 1–4. <http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/agromet/product/document/sl/Brosura0515.pdf>, pridobljeno 15. 12. 2016.



Triglav Čekada M., Lavrič M., Kosmatin Fras M. (2017). Ločevanje iglavcev in listavcev na podlagi neobdelane intenzitete laserskih točk. *Geodetski vestnik*, 61 (1): 23–34. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.23-34

Dr. Mihaela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.
Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: mihaela.triglav@gis.si

Doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si

Maja Lavrič, mag. inž. geod. geoinf.
Šegova vas 11, 1318 Loški Potok
e-naslov: maja.lavric11@gmail.com

FUNKCIONALNE REGIJE IN OBMOČJA: PREGLED LITERATURE PO PODROČJIH UPORABE

FUNCTIONAL REGIONS AND AREAS: LITERATURE REVIEW ACCORDING TO APPLICATION FIELDS

Samo Drobne

UDK: 711.13:711.4:331.2:(100):(497.4)
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02
Prispelo: 15. 2. 2017
Sprejeto: 2. 3. 2017

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.35-57
REVIEW ARTICLE
Received: 15. 2. 2017
Accepted: 2. 3. 2017

IZVLEČEK

V prispevku predstavimo pregled literature po področjih uporabe funkcionalnih regij in območij. Uporabo funkcionalnih regij, funkcionalnih urbanih regij in funkcionalnih urbanih območij zasledimo predvsem v analizah trga dela in drugih družbenogospodarski vidikov, v analizah administrativnih, planskih, statističnih regij in analizah funkcionalnih (urbanih) območij. Pregled literature izvedemo ločeno za svet in Slovenijo.

ABSTRACT

This paper provides a literature review by fields of application of functional regions and functional areas. The application of functional regions, functional urban regions, and functional urban areas is mostly found in labour market analyses and analyses of other socio-economic aspects, in analyses of administrative, planning, and statistical regions, and in analyses of functional (urban) areas. This literature review is done separately for Slovenia and the rest of the world.

KLJUČNE BESEDE

funkcionalne regije, funkcionalne urbane regije, funkcionalna območja, funkcionalna urbana območja, področje uporabe, Slovenija

KEY WORDS

functional regions, functional urban regions, functional areas, functional urban areas, application fields, Slovenia

1 FUNCTIONAL REGIONS AND AREAS

The notion of ‘region’ originates from Latin *regio*, meaning a landscape, territory, area, that is, a part of the Earth’s surface. A region is a delimited spatial system and an expression of an organisational unity that differentiates it from another region (Abler, Adams and Gould, 1972; Gregory et al., 2009; Klapka, Halás and Tonev, 2013; Klapka in Halás, 2016). According to Vrišer (1978), the region is a specifically defined and organised area of the Earth’s surface with an array of distinct features; the notion is also used for a certain administrative, economic, or natural spatial unit populated by a specific community. Thus the region combines specific characteristics that give it a certain degree of integration and distinctiveness that separate it from another region (Haggett, 1971; Abler, Adams and Gould, 1972). A region is distinguished by its physical characteristics (e.g. relief, climate, soil composition) or socio-economic characteristics of an area (e.g. attachment of rural areas to the city, historical political and administrative formations, economic orientation). If a region brings together the socio-economic characteristics of an area it is called a socio-economic region. According to Harvey (2011), socio-economic regions are institutional arrangements that facilitate the functioning of various flows across space and time.

Spatial sciences distinguish between formal and functional socio-economic regions (Haggett, 1971; Abler, Adams and Gould, 1972; Claval, 1998). A formal region is an area of generalization of a variable, so it is internally homogeneous (Klapka, Halás and Tonev, 2013). Formal regionalisation is carried out by combining basic spatial units (BSU) at the lower level (e.g. survey districts, statistical districts, settlements, municipalities, post districts) with the aim of reducing the variance between regions (BSU groups) according to one or more variables. In contrast to formal regions, a functional region (FR) is internally heterogeneous, which is reflected in mutual complementarity and dependence of internal BSUs (ibid.). Following Ullman (1980), FR organisation is based on horizontal relations in a space in a form of spatial flows or interactions between parts (BSUs) of the region. Functional regionalisation is thus the procedure of combining BSUs into FRs with the goal of generalising the functional flows and spatial interactions addressed. FRs are thus understood as generalised patterns of flows and interactions in space. A FR is thus a system of strongly linked larger and/or smaller spatial units. Rather than dealing separately with geographical features and historical links, when addressing FRs our focus is on functional connectivity in space (Vanhove and Klaassen, 1987). Klapka, Halás and Tonev (2013) and Klapka and Halás (2016) believe that the term “functional region” was introduced into geography, and thus other spatial sciences, by Philbrick (1957), and Berry and Garrison (1958).

Mutual complementarity and dependence in heterogeneous FRs are generated by an array of spatial interactions, such as population flows (commuting to school or work, migration, shopping or recreation), traffic and commodity flows (traffic and passenger flows by land, sea and air), financial flows, information flows (communications and newspaper circulation), gas/water/electricity flows (service connections), and similar (Vanhove and Klaassen, 1987; Alvanides, Openshaw and Duke-Williams, 2000). In the literature, functional regions and functional areas are most frequently determined based on economic interactions. Berry and Garrison (1958) describe FRs as functional areas around a strong economic centre that attracts inhabitants from near and remote catchment areas.

They consider the FR centre as a central place from Christaller's Central Place Theory (Christaller, 1933), whose size depends on the scope of goods and services that it offers to its inhabitants. Brown and Holmes (1971) define FRs as a combination of functionally complementing BSUs, which have more economic interactions with each other than with outside units. Vanhove and Klaassen (1987) describe FRs as reasonably functioning spatial entities composed of economically and socially connected areas. In the group of connected areas, many social and economic interactions, interdependence of commuting flows, flows of goods and services, communication flows, traffic flows, financial flows, etc., occur. Johansson (1998) and Karlsson and Olsson (2006) define a FR as an area characterised by a high frequency of intra-regional economic interaction, such as labour commuting and intra-regional trade in goods and services, and an area of agglomeration of activities and transport infrastructure facilitating significant mobility of people, products, and information. Van der Laan and Schalke (2001) and Farmer and Fotheringham (2011) understand a FR as a spatially continuous area in which aggregated supply and demand for various social and economic goods meet. OECD (2002) defines FR as a territorial unit resulting from the organisation of social and economic relations in that its boundaries do not reflect geographical particularities or historical events. According to OECD (ibid.), FRs are sub-divisions of territories, where the most typical concept used in defining a functional region is that of labour market analysis or analysis of areas where supply and demand are well matched.

The most frequently used FR concept found in the literature is the concept of local and regional labour systems (OECD, 2002).¹ According to this concept, in a FR labour demand is proportional to job supply, and vice versa (Karlsson and Olsson, 2006). Many authors thus believe that the most important characteristic of a FR is the integrated labour market, in which intra-regional labour commuting, intra-regional job search, and search for labour demand are much more intensive than among the inter-regional counterparts; e.g. Smart (1974), Coombes, Green and Openshaw (1986), Van der Laan (1991), Casado-Díaz (2000), Andersen (2002), Van der Laan and Schalke (2001), OECD (2002), Karlsson and Olsson (2006), Cörvers, Hensen and Bongaerts (2009), Casado-Díaz and Coombes (2011), Farmer and Fotheringham (2011). That is also the reason why out of the possible population flows, commuting flows are used for delimitation of FRs. Labour commuting, particularly commuting with a daily periodicity, is the most frequent and stable regular movement of the population (Smart, 1974). Therefore, minor changes on the labour market do not significantly affect the pattern of daily flows to work and back home (Coombes, Casado-Díaz in Martínez-Bernabeu, 2012).

In the literature, two terms have been established for description of FRs at the local level, based on labour mobility flows: local labour market areas (LLMAs) and travel-to-work areas (TTWAs). Klapka et al. (2014) believe that these two concepts are the same, stemming from the works by (Goodman, 1970; Smart, 1974; Coombes et al., 1979; Ball, 1980; Coombes and Openshaw, 1982).

The literature also includes the concepts of functional urban areas (FUAs) and functional urban regions (FURs). Both concepts have been established in analyses of urban centre development, expansion of economic activities in space, analyses of social disparities in space, and inequality in the labour market, and for studying the relationships between the city and rural areas, etc. (Drobne, Konjar and

¹ According to the concept of employment systems, a FR should contain one or more local labour market areas. Local labour market areas make up regional labour market areas.

Lisec, 2011). FUA is a functionally connected area of an urban centre and its catchment area. FUA is determined as an aggregation of BSUs, from which a certain percentage of working population commutes to work daily (Coombes et al., 1979; ESPON 1.1.1, 2004; ESPON 1.1.2, 2004; Benini, Naldi and Region, 2007; Pichler Milanović et al., 2008; OECD, 2013a; ESPON, 2014; Eurostat, 2015). According to OECD (2013a, 2013b), ESPON (2014), and Eurostat (2015), FUAs consist of BSUs from which at least 15% of working age population commutes to work. FUAs can overlap, while they do not necessarily homogeneously cover the territory in question. FURs are less adaptable formations than FUAs: FURs do not overlap, while they homogeneously cover the territory addressed. FURs are modelled, similarly to FUAs, around urban centres. These can be selected by agreement or based on quantitative criteria (population density, number of permanent residents in an urban centre area, percentage of residents both living and working in an urban centre area, percentage of population of an urban centre working in another urban centre of the same FUA, etc.). FUA and FUR centres are most frequently defined using high density areas which are the core of an urban area (Antikainen, 2005). The concept of FURs has been most widely used in France, Canada, and the United States (OECD, 2002). Both in North America and in most European countries and Slovenia, FUAOs are defined based on the number of residents, commuting flows, number of passengers in public transport systems, number of students in higher education centres, number of companies in cities, the amount of goods carried, number of accommodation capacities, created gross value added, and administrative function of urban centres (Coombes et al., 1979; ESPON 1.1.1, 2004; ESPON 1.1.2, 2004; ÖIR, 2006; ESPON 1.4.3, 2007; Pichler Milanović et al., 2008; Drobne, Konjar and Lisec, 2010; Lisec et al., 2010; OECD, 2013a; Coombes, 2014; ESPON, 2014; Eurostat, 2015; Zavodnik Lamovšek and Drobne, 2016, 2017). Both FURs and FUAs as well as FRs can be modelled at different hierarchical levels.

2 LITERATURE REVIEW BY FIELDS OF APPLICATION

In the literature we find different fields of application in relation to functional regions and areas: from labour market analyses to other socio-economic aspects, analyses of functional urban areas/regions, analyses of administrative, planning, and statistical regions, analyses of statistical functional areas at the micro level (for statistical reporting), analyses of the local and regional housing market (in support of housing policy), analyses of goods market, analyses of functional region in support of transport and traffic policy, analyses in support of information and communication technology, and other services in space, to general reviews of treating functional regions/areas.

In 2002, OECD published a review of treating and defining FRs, FURs, and FUAs in selected OECD countries (OECD, 2002).² In most of the OECD member countries analysed, FRs are modelled using the concept of local employment centres, as the name itself suggests: in Austria, Czech Republic, Finland, Germany, Portugal, Sweden, and Switzerland such micro regions are called “local labour market areas/micro regions”, in Italy, Hungary, and Poland they are called “local/regional employment systems”, in Denmark and in United Kingdom they are called “commuting areas”, in Norway “economic regions”, in France “functional urban and employment areas”, and in United States and Canada they are traditionally called “metropolitan areas of labour commuting” (OECD, 2002). In the aforementioned countries,

² A review in Slovenia was conducted by Konjar (2009) and Drobne, Konjar and Lisec (2011).

FRs homogeneously cover the entire state territory – except in the case of delimitation of FURs or FUAs in Canada and the United States. Larger countries, such as Canada, France, Germany, Portugal, and the United States, define FRs at various levels. Most countries delimit FRs using basic statistical or administrative units where FR borders coincide with municipal borders. An important advantage of such an approach to FR delimitation is the possibility of acquiring statistical data and indicators of FRs, which allows for an array of spatial analyses (Drobne, Konjar and Lisec, 2011). FRs are used as a basis for socio-economic analyses, structural studies of local labour markets, and assessments of regional disparities in most of these countries. In Austria, Denmark, Canada, and Switzerland, FRs are used as a framework for the implementation of policies relating to labour markets and transport. In Finland, France, Italy, Germany and United Kingdom, FRs serve as a basis for identifying areas which qualify for aid and support. In the Czech Republic, Portugal, Sweden, and the United States, FRs are not used for policy implementation. The definition and delimitation of FRs is left to state statistical offices and competent ministries responsible for employment, economy, spatial planning, and regional development. In Austria, the Czech Republic, Denmark, Finland, Hungary, and Canada no funding is provided for the maintenance of data on FRs (OECD, 2002).

Coombes, Casado-Díaz and Martínez-Bernabeu (2012) made a comparative study investigating the areas of (local) labour markets, i.e. FRs at the micro level, in 27 EU countries. In nine countries (Belgium, Estonia, Finland, France, Italy, Germany, the Netherlands, Sweden, and United Kingdom) labour market areas are monitored officially using their own or adopted analytical procedures. In seven countries (Cyprus, Czech Republic, Denmark, Greece, Portugal, Slovenia, and Slovak Republic) such analyses, both at the local or regional level, are conducted for research purposes only. Ten countries (Austria, Bulgaria, Ireland, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Hungary, Poland, Romania, and Spain) reported that labour market areas are neither treated nor researched. Finland, France, Italy, Germany, and United Kingdom use areas of (local) labour markets for various policy implementations (also for drawing on and allocating European funds). Germany uses local labour market areas for monitoring and improving regional economic structures, in Italy they monitor the so-called industrial regions and their development, France uses local labour market areas to show various socio-economic statistics at different levels, United Kingdom uses this kind of official areas for monitoring and directing economic development and for supporting housing policy at the local and regional level, and Finland controls and directs the delimitation of new (and harmonization of old) municipalities with FRs at the local level. The Czech Republic and Estonia, which are among the countries that do not officially monitor such functional areas at the local level, have used local labour markets in procedures of local and regional planning of public transport (*ibid.*).

Drobne, Konjar and Lisec (2011) and Drobne (2016) believe that in Slovenia the FR concept is implemented in statistical regions, which rarely change due to the dissemination of data in time series. The first delimitation of Slovenia into statistical regions was made in the mid-1970s for the needs of regional planning and inter-municipal cooperation in various areas. Regionalisation was made based on analysing gravity areas of commuting, rides to school and higher education institutions and supply of population in 12 regional and their sub-regional centres (Vrišer, 1974, 1978; Rebec, 1983, 1984; Vrišer and Rebernik, 1993). Later, the borders of statistical regions

changed many times, particularly because of the changing municipality borders. Following Slovenia's accession to the European Union (EU) in 2004, Slovenia's statistical regions became part of the European NUTS 3 level, i.e. part of the level for disseminating comparable regional data at the European level. Drobne and Bogataj (2011c, 2012a, 2012b) evaluated FRs at the level of statistical regions of Slovenia.

In Slovenia several studies were conducted where the authors analysed functional connections between urban and other settlements, between the city and rural areas, and the hierarchy of these connections. For Slovenia, the ESPON 1.1.1 project (2004) first delineated six FUAs, two years later the project Planet Cense (ÖIR, 2006) identified ten FUAs. Project RePUS (Pichler Milanović et al., 2008) defined 42 areas of local employment systems and 17 areas of regional employment systems. Drobne et al. (2011) and Lisec et al. (2010) modelled FUAs and FURs around urban centres of national significance, as defined in the Spatial Development Strategy of Slovenia (SPRS, 2004).

Different authors used studies on functional regions when putting forward proposals for shaping administrative regions (provinces) in Slovenia. Pogačnik et al. (2008, 2009a, 2009b, 2009c) evaluated development potentials and possible scenarios of FR development in Slovenia. Pogačnik, Grad and Brezovnik (2009), Pogačnik et al. (2009d, 2009e) and Pogačnik, Zavodnik Lamovšek and Drobne (2009) used the FR concept when analysing and proposing the delimitation of Slovenia into provinces. Drobne (2016) evaluated FRs in a 12-year period and highlighted the characteristic levels of FRs. The FR concept was also used by different authors to study the possible service areas. Drobne and Bogataj (2013a, 2013b, 2014, 2015) analysed supply areas for servicing the elderly population. Konjar (2009), Drobne, Konjar and Lisec (2009), Bajt (2010), Konjar, Lisec and Drobne (2010), Drobne, Konjar and Lisec (2010), and Drobne and Konjar (2011) pointed out the discrepancy between functionally and administratively defined regions in the country.

Using FRs, the authors also studied the changing of functional connections of labour commuting and migrations in Slovenia. Drobne and Lavrič (2012) and Drobne (2016) analysed the changes in FR commuting in 2000–2011, Drobne, Senekovič and Lisec (2014) analysed FR internal migrations of Slovenia and their changing in the period 2000–2010.

The Spatial Development Strategy of Slovenia from 2004 (SPRS, 2004) defined 15 urban centres of national significance (also regional centres) and schematically outlined "wider urban areas". In the opinion of many authors in Slovenia, the simplest case is to talk about 15 FUAs composed of urban centres of national significance and their gravity areas; see e.g. Zavodnik Lamovšek (2005), Pichler Milanović et al. (2008), Drobne et al. (2010), Lisec, Drobne and Konjar (2010), Pichler Milanović, Drobne and Konjar (2013), Zavodnik Lamovšek and Drobne (2016, 2017). In the drawing up of the new Spatial Development Strategy of Slovenia (SPRS 2050) a special emphasis is placed on FUAs and their development. Zavodnik Lamovšek and Drobne (2016, 2017) recognise FUAs mostly as an instrument for urban policy implementation, as an analytical tool for monitoring the spatial situation, and as an instrument for implementing SPRS 2050.

Table 1 provides literature examples by the most frequent areas of application of functional regions and functional areas.

Table 1: Literature review by fields of application of functional regions and areas

Field of application	Examples of reference literature
local and regional labour market	Brown and Holmes (1971), Smart (1974), Masser and Brown (1975, 1977), Masser and Schauerwater (1978, 1980), Ball (1980), Coombes and Openshaw (1982), Coombes, Green and Openshaw (1986), Green, Coombes and Owen (1986), Tolbert and Killian (1987), Coombes, Green and Owen (1988), Green and Owen (1990), ISTAT (1991, 2005a), Killian and Tolbert (1993), Coombes (1995), ONS and Coombes (1998), Casado-Díaz (2000, 2003), Coombes (2010), Newell and Papps (2001), Van der Lann and Schalke (2001), Papps and Newell (2002), Casado-Díaz and Taltavull de la Paz (2003), Feldman et al. (2006), Flórez-Revuelta, Casado-Díaz and Martínez-Bernabeu (2006, 2008), Karlsson and Olsson (2006), Coombes and Bond (2008), Meredith et al. (2007), Patuelli (2007), Prodromidis (2007), Feng (2009), Coombes (2010), Mitchell and Stimson (2010), Fusco and Caglioni (2011), Farmer (2011), Farmer and Fortheringham (2011), Persyn and Torfs (2011), Gruchociak (2012), Landré (2012), Martínez-Bernabeu, Flórez-Revuelta and Casado-Díaz (2012), Sforzi (2012), Fukumoto, Okamoto and Ujiie (2013), Klapka, Halás and Tonev (2013), Klapka et al. (2014), Landré and Håkansson (2013), Bianchi et al. (2015), Erlebach, Tomáš and Tonev (2016), Martínez-Bernabeu and Casado-Díaz (2016) For Slovenia: Konjar (2009), Drobne, Konjar and Lisec (2009, 2010), Drobne and Bogataj (2011c), Drobne and Konjar (2011)
other socio-economic aspects (also to support economic development)	Slater (1975, 1976a, 1976b, 1978, 1980, 1981), Green, Coombes and Owen (1986), Noronha and Goodchild (1992), Tomany and Ward (2000), Baum, Mitchell and Han (2008), Karlsson (2007), Karlsson and Johansson (2004, 2008), ISTAT (2005b), Karlsson et al. (2007), Karlsson, Johansson and Stough (2008), Gleeson et al. (2010), Isaksen and Onsager (2010), Smith, Craig and Coombes (2011), Van Hamme and Grasland (2011a, 2011b), Freshwater, Simms and Ward (2013, 2014), Mitchell et al. (2013) For Slovenia: Bajt (2010), Drobne and Bogataj (2011c, 2012b), Drobne and Konjar (2011), Drobne (2016)
functional urban regions and functional urban areas	Shimizu (1975), Coombes et al. (1979), Casado-Díaz (2003), ESPON 1.1.1 (2004), ESPON 1.1.2 (2004), Van der Werf et al. (2005), Farsund, Knut and Lysgård (2006), Robson et al. (2006), ESPON 1.4.3 (2007), Benini et al., 2007, Davoudi (2008), Hołowicka and Szymańska (2008), Hidle et al. (2009), Sýkora and Mulíček (2009), Dessemontet, Kaufmann and Jemelin (2010), Drobne et al. (2010), Halás et al. (2010), Reggiani et al. (2010), Kauffmann (2012), OECD (2013a, 2013b), Coombes (2014), da Silva, ESPON 2014; Garcia Manzato and Santos Pereira (2014), Kraft, Halás and Vančura (2014), Manley (2014) For Slovenia: Zavodnik Lamovšek (2005), Pichler Milanović et al. (2008), Konjar (2009), Drobne et al. (2010), Lisec, Drobne and Konjar (2010), Lisec et al. (2010), Pichler Milanović, Drobne and Konjar (2013), Zavodnik Lamovšek and Drobne (2016, 2017)
service areas	Fischer et al., (1993), Bullen, Moon and Jones (1996), Shortt et al. (2005), Cockings (2013) For Slovenia: Drobne and Bogataj (2013a, 2013b, 2014, 2015)
administrative, planning, and statistical regions	Illeris (1967), Hirst and Slater (1976), Slater (1976a, 1976b, 1976c), Lackó, Enyedi and Kőszegfalvi (1978), Hemmasi (1980), Van der Laan and Schalke (2001), Andersen (2002), Hensen and Cörvers (2003), Martin (2003), Schuler, Dessemontet and Joye (2005), Schuler et al. (2007), Mitchell, Bill and Watts (2007), Nel, Krygsmann and de Jong (2008), Krygsmann, De Jong and Nel (2009), Cörvers, Hensen and Bongaerts (2009), Mitchell and Stimpson (2010), Mitchell and Watts (2010), Statistics Sweden (2010), Beyhan (2011), Killer and Axhusen (2011), Killer (2014), Koo (2010, 2012), Sforzi (2012), Landré and Håkansson (2013), Martin, Cockings and Harfoot (2013), Kim, Chun and Kim (2015), Klapka et al. (2016) For Slovenia: Drobne and Bogataj (2012a), Drobne et al. (2009b), Drobne and Lakner (2016a, 2016b, 2016c)

Field of application	Examples of reference literature
statistical functional areas at micro level	Coombes et al. (1982), Openshaw and Rao (1995), Openshaw and Albanides (1996), Cockings and Martin (2005), Ralphs and Ang (2009), Cockings et al. (2011)
local and regional housing market (also to support housing policy)	Jones (2002), Goetgeluk (2006), Goetgeluk and de Jong (2007), Brown and Hincks (2008), Hincks and Wong (2010), Jones, Coombes and Wong (2010, 2012), Jones et al. (2012), Hincks (2012), Jaegal (2012, 2013)
regional commodities market	Brown and Pitfield (1990), Poon (1997), Kohl and Brouwer (2014)

3 CONCLUSIONS

A literature review by application fields of functional regions and functional areas is provided in this paper. In the literature, functional regions are most often treated as areas of local and regional labour markets and as an analytical tool for creating administrative, planning, and statistical regions. Recently, FRs have been used to support housing policy and monitor economic development. Functional urban regions are a special type of functional regions that are delimited around urban centres. They have been implemented, in particular, as a mechanism for a homogeneous delimitation of a country's territory.

Functional urban areas are a broader term than functional urban regions. Functional urban regions are treated mostly in older literature, while recently the concept of functional urban areas has gained ground. In the United States and EU, urban centres with their catchment areas were recognised as the key generators of economic and social development and as important spatial structures for providing the necessary critical mass of population for development and monitoring of urban and rural relationships in space. Functional urban areas have been also recognised as a tool for monitoring the spatial situation and as an instrument for (urban) policy implementation in space.

Literature and references

- Abler, R., Adams, J. S., Gould, P. (1972). *Spatial Organization: the Geographer's View of the World*. London, Prentice-Hall: 587 pp.
- Alvanides, S., Openshaw, S., Duke-Williams, O. (2000). Designing zoning systems for flow data. In: Atkinson, P. (Ed.), Martin, D. (Ed.): *GIS and GeoComputation: Innovations in GIS 7*. New York: Taylor and Francis Publishing, Inc.: 115–134.
- Andersen, A. K. (2002). Are commuting areas relevant for the delimitation of administrative regions in Denmark? *Regional Studies* 36, 8: 833–844. DOI: <https://doi.org/10.1080/0034340022000012289>
- Antikainen, J. (2005). The Concept of Functional Urban Area. *Revnets of the ESPON 1.1.1. Informations zur Raumentwicklung* 7: 447–452. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/EN/Publications/lzR/2005/DL_Heft07_Antikainen.pdf?__blob=publicationFile&v=3, accessed 18. 11. 2015.
- Bajt, L. (2010). *Primer informacijskega sistema za modeliranje funkcionalnih regij v Sloveniji (= Example of Information System for Modelling of Functional Regions in Slovenia; in Slovene only)*. Master thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of Economics: 79 pp.
- Ball, R. M. (1980). The use and definition of Travel-to-Work areas in Great Britain: Some problems. *Regional Studies* 14, 2: 125–139. DOI: <https://doi.org/10.1080/09595238000185121>
- Baum, S., Mitchell, W., Han, J. H. (2008). Socio-economic performance across Australia's non-metropolitan functional economic regions. *Australasian Journal of Regional Studies* 14, 3: 215–249.
- Benini, R. (Ed.), Naldi, P. (Ed.), Region, E. R. (Ed.) (2007). *Regional polycentric urban systems: final report. Strategy for a regional polycentric urban system in central eastern Europe integrating zone RePUS – INTERREG III B*. http://www.espon-usespon.eu/dane/web_usespon_library_files/661/zl_dsresource.pdf, accessed 16. 11. 2015.
- Berry, B. J. L., Garrison, W. L. (1958). The functional bases of the central place hierarchy. *Economic Geography* 34, 2: 145–154. DOI: <https://doi.org/10.2307/142299>
- Beyhan, B. (2011). The delimitation of functional regions serving as planning regions in Turkey. In: ERSAs (Ed.). *51st European Congress of the Regional Science Association International: New Challenges for European Regions and Urban Areas in a Globalised World*, Barcelona, Spain, August 30–September 3, 2011. ERSAs: 22 pp.
- Bianchi, G., Bruni, R., Reale, A., Sforzi, F. (2015) A min-cut approach to functional regionalization, with a case study of the Italian local labour market areas.

- Optimization Letters 10, 5: 955–973. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11590-015-0980-6>
- Brown, L. A., Holmes, J. (1971). The delimitation of functional regions, nodal regions, and hierarchies by functional distance approaches. *Journal of Regional Science* 11, 1: 57–72. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1971.tb00240.x>
- Brown, P. J. B., Hincks, S. (2008). A framework for housing market area delineation: Principles and application. *Urban Studies* 45, 11: 2225–2247. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098008095866>
- Brown, P. J. B., Pitfield, D. E. (1990). The Intramax derivation of commodity market structures from freight flow data. *Transportation Planning and Technology* 15, 1: 59–81. DOI: <https://doi.org/10.1080/03081069008717440>
- Bullen, N., Moon, G., Jones, K. (1996). Defining localities for health planning: A GIS approach. *Social Science & Medicine* 42, 6: 801–816. DOI: [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00180-8](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00180-8)
- Casado-Díaz, J. M. (2000). Local labour market areas in Spain: A case study. *Regional Studies* 34, 9: 843–856. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343400020002976>
- Casado-Díaz, J. M. (2003). The use of commuting data to define local labour market areas and urban areas in Spain. Alicante, University of Alicante, Spain: 28 pp. <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2671/1/Casado-D%20C3%A0Daz%20%28Umea%202003%29.pdf>, accessed 15. 12. 2015.
- Casado-Díaz, J. M., Taltavull de la Paz, P. (2003). An exploration of the contribution of local labour market areas to the analysis of regional clusters. Alicante, University of Alicante, Spain: 34 pp. <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2670/1/Casado%20and%20Taltavull%20%282003%29.pdf>, accessed 15. 12. 2015.
- Casado-Díaz, J. M., Coombes, M. G. (2011). The delineation of 21st century local labour market areas: a critical review and a research agenda. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 57: 7–32.
- Christaller, W. (1933). *Die zentralen Orte in Süddeutschland*. Jena, Gustav Fischer.
- Claval, P. (1998). *Introduction to regional geography*. Oxford, Blackwell: 316 pp.
- Cockings, S. (2013). Zone design for environment and health studies using pre-aggregated data. *Social Science & Medicine* 60, 12: 2729–2742. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.11.005>
- Cockings, S., Martin, D. (2005). *Automated Zone Design for the Spatial Representation of Population*. PhD thesis. Southampton, University of Southampton, Faculty of Social and Human Sciences: 260 pp.
- Cockings, S., Harfoot, A., Martin, D., Hornby, D. (2011). Maintaining existing zoning systems using automated zone-design techniques: Methods for creating the 2011 Census output geographies for England and Wales. *Environment and Planning A* 43, 10: 2399–2418. DOI: <https://doi.org/10.1068/a43601>
- Coombes, M. (1995). The impact of international boundaries on labour market area definitions. *Area* 27, 1: 46–52.
- Coombes, M. (2000). Defining locality boundaries with synthetic data. *Environment and Planning A* 32, 8: 1499–1518. DOI: <https://doi.org/10.1068/a29165>
- Coombes, M. (2010). Defining labour market areas by analysing commuting data: innovative methods in the 2007 review of Travel-to-Work Areas. In: Stillwell, J. (Ed.), Duke-Williams, O. (Ed.), Dennett, A. (Ed.): *Technologies for migration and commuting analysis: Spatial interaction data applications*. Hershey, PA: IGI Global: 227–241. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-755-8.ch012>
- Coombes, M. (2014). From city-region concept to boundaries for governance: The English case. *Urban Studies* 51, 11: 2426–2443. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098013493482>
- Coombes, M. G., Bond, S. (2008). *Travel-to-Work Areas: the 2007 review*. London, Office for National Statistics: 58 pp. http://www.istat.it/files/2014/12/final_TTWA_report.doc, accessed 17. 11. 2015.
- Coombes, M. G., Openshaw, S. (1982). The use and definition of travel-to-work areas in Great Britain: Some comments. *Regional Studies* 16, 2: 141–149. DOI: <https://doi.org/10.1080/09595238000185121>
- Coombes, M. G., Green, A. E., Openshaw, S. (1986). An efficient algorithm to generate official statistical reporting areas: The case of the 1984 travel-to-work-areas revision in Britain. *Journal of the Operational Research Society* 37, 10: 943–953. DOI: <https://doi.org/10.2307/2582282>
- Coombes, M. G., Green, A. E., Owen, D. W. (1988). Substantive issues in the definition of localities: evidence from sub-group local-labour market areas in the West-Midlands. *Regional Studies* 22, 4: 303–318. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343408812331344990>
- Coombes, M. G., Dixon, J. S., Goddard, J. B., Openshaw, S., Taylor, P. J. (1979). Daily urban systems in Britain: from theory to practice. *Environment and Planning A* 11, 5: 565–574. DOI: <https://doi.org/10.1068/a110565>
- Coombes, M. G., Dixon, J. S., Goddard, J. B., Openshaw, S., Taylor, P. J. (1982). Functional regions for the population census of Great Britain. In: Herbert, D. T. (Ed.), Johnston, R. J. (Ed.). *Geography and the Urban Environment. Progress in Research and Applications* 5. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.: 63–112.
- Coombes, M., Casado-Díaz, J. M., Martínez-Bernabeu, L., Carausu, F. 2012. *Study on comparable labour market areas – Final research report*. Rome, Istat – Istituto nazionale di statistica: 146 pp. http://www.istat.it/files/2014/12/Final-Report_LMA-v1-0-17102012.pdf, accessed 15. 12. 2015.
- Cörvers, F., Hensen, M., Bongaerts, D. (2009). Delimitation and coherence of functional and administrative regions. *Regional Studies* 43, 1: 19–31. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343400701654103>
- Da Silva, A. N. R., Garcia Manzano, G., Santos Pereira, H. T. (2014). Defining functional urban regions in Bahia, Brazil, using roadway coverage and population density variables. *Journal of Transport Geography* 36, 79–88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.03.001>
- Davoudi, S. (2008). Conceptions of the city region: A critical review. *Journal of Urban Design and Planning* 161, 2: 51–60. DOI: <https://doi.org/10.1680/udap.2008.161.2.51>
- Dessemontet, P., Kaufmann, V., Jemelín, C. (2010). Switzerland as a single metropolitan area? A study of its commuting network. *Urban Studies* 47, 13: 2785–2802. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098010377371>
- Drobne, S. (2016). *Model vrednotenja števila in območij funkcionalnih regij (=A Model Evaluating the Number and Areas of Functional Regions; in Slovene only)*. Doctoral thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, 174 pp. http://drugg.fgg.uni-lj.si/5557/1/BG0039_Drobne.pdf, accessed 6. 1. 2017.
- Drobne, S., Bogataj, M. 2011c. Economic criteria in decision-making on number of

- functional regions: The case of Slovenia. In: Zadnik Stirn, L. (Ed.), Žerovnik, J. (Ed.), Povh, J. (Ed.), Drobne, S. (Ed.), Lisec, A. (Ed.). SOR'11 proceedings – The 11th International Symposium on Operational Research in Slovenia, Dolenjske Toplice, Slovenia, September 28–30, 2011. Ljubljana, Slovenian Society Informatika: 131–136.
- Drobne, S., Bogataj, M. 2012a. Metoda opredelitve števila funkcionalnih regij: aplikacija na ravnih NUTS 2 in NUTS 3 v Sloveniji = A method to define the number of functional regions: an application to NUTS 2 and NUTS 3 levels in Slovenia. *Geodetski vestnik* 56, 1: 105–150. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2012.01.105-127>
- Drobne, S., Bogataj, M. 2012b. Evaluating functional regions. In: Babić, Z., et al. (Ed.). 14th International conference on operational research (KOI 2012) in Trogir, Croatia, September 26–28, 2012. *Croatian operational research review* 3: 14–26. hrcak.srce.hr/file/142254, accessed 17. 11. 2015.
- Drobne, S., Bogataj, M. 2013a. Impact of Population Aging on Migration to Regional Centres of Slovenia. In: Zadnik Stirn, L., Žerovnik, J., Povh, J., Drobne, S., Lisec, A. (Ed.). SOR'13 proceedings – The 12th International Symposium on Operations Research in Slovenia, Dolenjske Toplice, Slovenia, September 25–27, 2013. Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research: 325–330.
- Drobne, S., Bogataj, M. 2013b. Evaluating Functional Regions for Servicing the Elderly. In: Zadnik Stirn, L. (Ed.), Žerovnik, J. (Ed.), Povh, J. (Ed.), Drobne, S. (Ed.), Lisec, A. (Ed.). SOR'13 proceedings – The 12th International Symposium on Operations Research in Slovenia, Dolenjske Toplice, Slovenia, September 25–27, 2013. Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research: 331–336.
- Drobne, S., Bogataj, M. 2014. Regions for servicing old people: Case study of Slovenia. *Business systems research journal* 5, 3: 19–36. DOI: <https://doi.org/10.2478/bsrj-2014-0017>
- Drobne, S., Bogataj, M. 2015. Optimal allocation of public service centres in the central places of functional regions. *IFAC-PapersOnLine* 48, 3: 2362–2367. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.441>
- Drobne, S., Konjar, M. (2011). Modeliranje funkcionalnih regij Slovenije s tokovi delavcev vozačev. In: Zavodnik Lamovšek, A. (Ed.). Funkcionalne regije – izziv prihodnjega razvoja Slovenije. Ljubljana, Kamnik: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za politike prostora, OIKOS – svetovanje za razvoj: 37–52.
- Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A. (2009). Delimitation of Functional Regions Using Labour Market Approach. In: Zadnik Stirn, L. (Ed.), Žerovnik, J. (Ed.), Drobne, S. (Ed.) and Lisec, A. (Ed.). SOR '09 proceedings – The 10th International Symposium on Operational Research in Slovenia, Nova Gorica, Slovenia, September 23–25, 2009. Ljubljana, Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research: 417–425.
- Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A. (2010). Razmejitev funkcionalnih regij Slovenije na podlagi analize trga dela = Delimitation of functional regions of Slovenia based on labour market analysis. *Geodetski vestnik* 54, 3: 481–500. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2010.03.481-500>
- Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A. (2011). Pregled funkcionalnih regij po izbranih državah. *Geodetski vestnik* 55, 3: 495–517. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.03.495-517>
- Drobne, S., Lakner, M. (2016a). Intramax and other objective functions. *Moravian Geographical Reports* 24, 2: 12–25. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0007>
- Drobne, S., Lakner, M. (2016b). Use of constraints in the hierarchical aggregation procedure Intramax. *Business Systems Research Journal* 7, 2: 5–22. DOI: <https://doi.org/10.1515/bsrj-2016-0009>
- Drobne, S., Lakner, M. (2016c). Intramax and other objective functions: The case of Slovenia. *Moravian Geographical Reports* 24, 2: 12–25. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0007>
- Drobne, S., Lavrič, M. M. (2012). Spremembe funkcionalnih regij Slovenije med letoma 2000 in 2009. In: Ciglič, R. (Ed.), Perko, D. (Ed.), Zorn, M. (Ed.). *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2011–2012*. Ljubljana: Založba ZRC: 161–173.
- Drobne, S., Lisec, A., Konjar, M., Zavodnik Lamovšek, A., Pogačnik, A. (2009b). Functional vs. Administrative regions: Case of Slovenia. In: Vujošević, M. (Ed.), Perić, J. (Ed.). *International Scientific Conference Regional Development, Spatial Planning and Strategic Governance: Thematic Conference Proceedings*. Vol. 1., Belgrade, Serbia, December 7–8, 2009. Belgrade, Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia: 395–416.
- Drobne, S., Konjar, M., Lisec, A., Pichler Milanović, N., Zavodnik Lamovšek, A. (2010). Functional Regions Defined by Urban centres of (Inter)National Importance: case of Slovenia. In: Schrenk, M. (Ed.), Popovich, V. V. (Ed.), Zeile, P. (Ed.). *Real Corp 2010: proceedings of 15th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*, May 18–20, 2010. Wien, Real Corp: 295–305. http://conference.corp.at/archive/CORP2010_153.pdf, accessed 18. 11. 2015.
- Drobne, S., Senekovič, A., Lisec, A. (2014). Funkcionalne regije notranjih siletev Slovenije. In: Ciglič, R. (Ed.), Perko, D. (Ed.), Zorn, M. (Ed.). *Digitalni prostor (GIS v Sloveniji 12)*. Ljubljana: Založba ZRC: 121–134.
- Erlebach, M., Tomáš, M., Tonev, P. (2016). A functional interaction approach to the definition of meso regions: The case of the Czech Republic. *Moravian Geographical Reports* 24, 2: 37–46. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0009>
- ESPON 1.1.1 (2004). Potentials for polycentric development in Europe. Final project report. Revised version 2005. Luxembourg, ESPON Coordination Unit: 1000 pp. http://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ESPON2006Projects/ThematicProjects/Polycentricity/fr-1.1.1_revised-full.pdf, accessed 15. 11. 2015.
- ESPON 1.1.2 (2004). Urban-rural relations in Europe. Final report. Luxembourg, ESPON Coordination Unit: 279 pp. http://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ESPON2006Projects/ThematicProjects/UrbanRural/fr-1.1.2_revised-full_31-03-05.pdf, accessed 14. 11. 2015.
- ESPON 1.4.3 (2007). Study on Urban Functions. ESPON. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ESPON2006Projects/Menu_StudiesScientificSupportProjects/urbanfunctions.html, accessed 6. 1. 2017.
- ESPON (2014). Functional Urban Areas (FUA) and European harmonization. A feasibility study from the comparison of two approaches: commuting flows and accessibility isochrones. ESPON. https://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ScientificPlatform/ESPONDatabase/M4D-DFR_TR-FUA-construction_20140630.pdf, accessed 6. 1. 2017.

- Eurostat (2015). European cities – the EU-OECD functional urban area definition, Eurostat. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/European_cities_%E2%80%93_the_EU-OECD_functional_urban_area_definition, accessed 6.1.2017.
- Farmer, C. J. Q., Fotheringham, A. S. (2011). Network-based functional regions. *Environment and Planning A* 43, 11: 2723–2741. DOI: <https://doi.org/10.1068/a44136>
- Farsund, A. A., Knut, H., Lysgård, H. K. (2006). Norwegian City Regions and Functional Integration: The Cases of Everyday Regional Interaction and Business Policy. *European Urban & Regional Studies*, Conference, September 21–24, 2006. Roskilde, Denmark. http://www.geography.ed.ac.uk/conferences/Urban_Conference/Programme/pdf_files/Arild%20Aurvag%20Farsund,%20Knut%20Hidle,%20Othans%20Ketil%20Lysgard.pdf, accessed: 25. 3. 2011.
- Feldman, O., Simmonds, D., Troll, N., Tsang, F. (2006). Creation of a system of functional areas for England and Wales and for Scotland. In: *European Transport Conference, 2005 Proceedings*, Strasbourg, France, October 3–5, 2005, Association for European Transport. <http://abstracts.aetransport.org/paper/index/id/2284/confid/11>, accessed 14. 11. 2015.
- Feng, Z. (2009). Fuzziness of Travel to Work Areas. *Regional Studies* 43, 5: 707–720. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343400801922806>
- Fischer, M. M., Essletzbichler, J., Gassler, H., Trichtl, G. (1993). Telephone communication patterns in Austria – A comparison of the IPPF-based graph-theoretic and the Intramax approaches. *Geographical Analysis* 25, 3: 224–233. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1993.tb00293.x>
- Flórez-Revuelta, F., Casado-Díaz, J. M., Martínez-Bernabeu, L. (2006). An Evolutionary Approach for the Delineation of Local Labour Markets. In: Runarsson, T. P. (Ed.), Beyer, H. G. (Ed.), Burke, E. (Ed.), Merelo-Guervos, J. J. (Ed.), Whitley, L. D. (Ed.), Yao, X. (Ed.). *Parallel Problem Solving from Nature – PPSN IX*, Lecture Notes in Computer Science 4193. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag: 342–351. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-29735-3_35, accessed 15. 12. 2015.
- Flórez-Revuelta, F., Casado-Díaz, J. M., Martínez-Bernabeu, L. (2008). An evolutionary approach to the delineation of functional areas based on travel-to-work flows. *International Journal of Automation and Computing* 5, 1: 10–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11633-008-0010-6>
- Freshwater, D., Simms, A., Ward, J. (2013). Functional regions as a structure for enhancing economic development in Atlantic Canada: Background report – Project report. St. John's, Newfoundland, Memorial University of Newfoundland: 69 pp. http://research.library.mun.ca/9686/1/Functional_Regions_Background_Report.pdf, accessed 16. 12. 2015.
- Freshwater, D., Simms, A., Ward, J. (2014). Local labour markets as a new way of organizing policies for stronger regional economic development in Atlantic Canada: Project report. St. John's, Newfoundland, Memorial University of Newfoundland: 46 pp. http://research.library.mun.ca/9687/1/Functional_Regions_January2014_EN_%281%29.pdf, accessed 16. 12. 2015.
- Fukumoto, J., Okamoto, Y., Ujiie, A. (2013). A Modularity Approach to the Delineation of Functional Regions from Spatial Interaction Data. In: *Proceedings of The 13th World Conference on Transportation Research in Rio de Janeiro, Brazil*, July 15–18, 2013. COPPE – Federal University of Rio de Janeiro, Brazil: 13 pp. <http://www.wctrs-society.com/wp/wp-content/uploads/abstracts/rio/> selected/3377.pdf, accessed 16. 12. 2015.
- Fusco, G., Caglioni, M. (2011). Hierarchical Clustering through Spatial Interaction Data. The Case of Commuting Flows in South-Eastern France. In: Murgante, B. (Ed.), Gervasi, O. (Ed.), Iglesias, A. (Ed.), Taniar, D. (Ed.), Apduhan, B. O. (Ed.). *Computational Science and Its Applications – ICCSA, Lecture Notes in Computer Science* 6782. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag: 135–151.
- Gleeson, J., Curran, D., Bartley, B., Breathnach, P., McCafferty, D., Rickard, A. (2010). Delineating functional territories across the island of Ireland: An initial scoping. Final report. Newtownabbey: International centre for local and regional development (ICRLD), School of the Built Environment, Ulster University: 48 pp. http://icrld.org/web2/wp-content/uploads/2010/12/DelineatingFunctionalTerritories_Phase1_FinalReport.pdf, accessed 15. 8. 2015.
- Goetgeluk, R. (2006). Dynamic clusters in migration patterns: intramax-analyses of inter-municipal migration flows between 1990 and 2004. *ENHR 2006 International conference on Housing in an Expanding Europe: Theory, Policy, Participation and Implementation*, Slovenia, Ljubljana, July 2–5, 2006: 22 pp. http://www.enhr.net/documents/2006%20Slovenia/W03_Goetgeluk.pdf, accessed 18. 11. 2015.
- Goetgeluk, R., De Jong, T. (2007). What about the spatial dimension of subsidiarity in housing policy? *ENHR 2007 International conference on Sustainable Urban Areas*, The Netherlands, Rotterdam, June 25–28 2007: 17 pp. <https://www.yumpu.com/en/document/view/26672955/what-about-the-spatial-dimension-of-subsidiarity-in-housing-policy>, accessed 18. 11. 2015.
- Goodman, J. F. B. (1970). The definition and analysis of local labour markets: Some empirical problems. *British Journal of Industrial Relations* 8, 2: 179–196. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8543.1970.tb00968.x>
- Green, A. E., Coombes, M. G., Owen, D. W. (1986). Gender-specific local labour market areas in England and Wales. *Geoforum* 17, 3–4: 339–351. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(86\)90002-3](https://doi.org/10.1016/0016-7185(86)90002-3)
- Green, A. E., Owen, D. W. (1990). The development of a classification of travel-to-work areas. *Progress in Planning* 34, 1: 1–92. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-9006\(90\)90006-4](https://doi.org/10.1016/0305-9006(90)90006-4)
- Gregory, D. (Ed.), Johnston, R. J. (Ed.), Pratt, G. (Ed.), Watts, M. (Ed.), Whatmore, S. (Ed.) (2009). *The Dictionary of Human Geography*, 5th edition. Oxford, Wiley-Blackwell: 1072 pp.
- Gruchociak, H. (2012). Delimitacja lokalnych rynków pracy w Polsce. *Przegląd statystyczny. Numer specjalny* 2: 277–297.
- Haggett, P. (1971). *Locational analysis in human geography*. Reprint edition (original 1965). London, Edward Arnold: 339 pp.
- Halás, M., Kladivo, P., Šimáček, P., Mintálová, T. (2010). Delimitation of micro-regions in the Czech Republic by nodal relations. *Moravian Geographical Reports* 18, 2: 16–23.
- Harvey, D. (2011). *The Enigma of Capital and the Crises of Capitalism*. New York, London, Oxford University Press: 320 pp.
- Hemmasi, M. (1980). The identification of functional regions based on lifetime migration data: A case study of Iran. *Economic Geography* 56, 3: 223–233. DOI: <https://doi.org/10.2307/142714>
- Hensen, M., Corvers, F. (2003). *The regionalization of labour markets by modelling*

- commuting behaviour. ERSA Conference Papers European Regional Science Association, ersa03p199. <https://ideas.repec.org/p/wiw/wiwsa/ersa03p199.html>, accessed 14. 11. 2014.
- Hidle, K., Aurvåg Farsund, A., Kjetil Lysgård, H. (2009). Urban-rural flows and the meaning of borders functional and symbolic integration in Norwegian city-regions. *European Urban and Regional Studies* October 16, 4: 409–421. DOI: <https://doi.org/10.1177/0969776409340863>
- Hincks, S. (2012). Daily interaction of housing and labour markets in north West England. *Regional Studies* 46, 1: 83–104. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2010.486782>
- Hincks, S., Wong, C. (2010). The spatial interaction of housing and labour markets: Commuting flow analysis of North West England. *Urban Studies* 47, 3: 620–649. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098009349777>
- Hirst, M. A., Slater, P. S. (1976). Spatial interaction and regional structures in Eastern Africa. *East African Geographical Review* 13: 9–22. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4613-4067-6_1
- Hołowiecka, B., Szymańska, D. (2008). The changes in the functional urban region in the new socio-economic conditions in Poland: The case of Toruń. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series* 9: 63–78. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10089-008-0006-6>
- Illeris, S. (1967). Functional Regions in Denmark about 1960 – Theoretical Models and Empirical Observations. *Geografisk Tidsskrift* 66: 246–251.
- Isaksen, A., Onsager, K. (2010). Regions, networks and innovative performance: The case of knowledge-intensive industries in Norway. *European Urban and Regional Studies* 17, 3: 227–243. DOI: <https://doi.org/10.1177/0969776409356217>
- ISTAT 1997. I sistemi locali del lavoro 1991. Rome: ISTAT.
- ISTAT 2005a. I sistemi locali del lavoro. Censimento 2001. Dati definitivi. Rome: ISTAT.
- ISTAT 2005b. I distretti industriali. Roma: ISTAT.
- Jaegal, Y. (2012). Delineating housing market areas in the Seoul metropolitan area using a geo-computational approach. Master's thesis. Seoul, Seoul National University, Department of Geography Education.
- Jaegal, Y. (2013). Delineating housing market areas in the Seoul metropolitan area using a geo-computational approach. *Journal of the Association of Korean Geographers* 2, 1: 7–20.
- Johansson, B. (1998). Infrastructure, Market Potential and Endogenous Growth. Jönköping (Mimeo). Jönköping International Business School.
- Jones, C. (2002). The definition of housing market areas and strategic planning. *Urban Studies* 39, 3: 549–564. DOI: <https://doi.org/10.1080/00420980220112829>
- Jones, C., Coombes, M., Wong, C. (2010). Geography of housing market areas. Final report. London. Communities and Local Government. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/6346/1775475.pdf, accessed 6. 1. 2016.
- Jones, C., Coombes, C., Wong, C. (2012). A system of tiered housing market areas and spatial planning. *Environment and Planning B* 39, 3: 518–532. DOI: <https://doi.org/10.1068/b37172>
- Jones, C., Coombes, M., Dunse, N., Watkins, D., Wymer, C. (2012). Tiered housing markets and their relationship to labour market areas. *Urban Studies* 49, 12: 2633–2650. DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098011435847>
- Karlsson, C. (2007). Clusters, Functional Regions and Cluster Policies. Stockholm: CESIS Electronic Working Paper Series, KTH: 25 pp. <https://ideas.repec.org/p/hhs/cesisp/0084.html>, accessed 16. 11. 2015.
- Karlsson, C., Johansson, B. (2004). Towards a Dynamic Theory for the Spatial Knowledge Economy. CESIS Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation Paper No. 20. Stockholm, The Royal Institute of Technology, Centre of Excellence for Studies in Science and Innovation: 31 pp. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:487602/FULLTEXT01.pdf>, accessed 17. 12. 2015.
- Karlsson, C., Johansson, B. (2008). Knowledge, Creativity and Regional Development. CESIS Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation Paper No. 148. Stockholm, The Royal Institute of Technology, Centre of Excellence for Studies in Science and Innovation: 32 pp. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:487489/FULLTEXT01.pdf>, accessed 17. 12. 2015.
- Karlsson, C., Johansson, B., Stough, R. R. (2008). Entrepreneurship and innovation in functional regions. CESIS Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation Paper No. 144. Stockholm: Royal Institute of Technology, CESIS: 15 pp. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:487499/FULLTEXT01.pdf>, accessed 17. 12. 2015.
- Karlsson, C., Olsson, M. (2006). The identification of functional regions: theory, methods, and applications. *The Annals of Regional Science* 40, 1: 1–18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00168-005-0019-5>
- Karlsson, C., Andersson, Å. E., Cheshire, P., Stough, R. R. (2007). Innovation, dynamic regions and regional dynamics. CESIS Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation Paper No. 89. Stockholm: Royal Institute of Technology, CESIS: 49 pp.
- Kauffmann, A. (2012). Delineation of City Regions Based on Commuting Interrelations: The Example of Large Cities in Germany. In: Halle Institute For Economic Research – Iwh (Ed.). IWH Discussion Papers No. 4. Halle (Saale), Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH: 35 pp. <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/V2DMLWENPOEL4GEJ7SPDQSMIA62AQNI5>, accessed 17. 12. 2015.
- Killer, V. (2014). Understanding spatial interaction in models of commuting behavior. PhD Thesis. Zürich, University of Zürich, ETH-Zürich: 166 pp.
- Killer, V., Axhusen, K. W. (2011). Understanding overlapping functional commuting regions with confidence ellipses and social network methods. Working Papers Traffic and Spatial Planning 714, IVT, Zürich: ETH-Zürich, 55 pp. <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:8838/eth-8838-01.pdf>, accessed 16. 11. 2015.
- Killian, M. S., Tolbert, C. M. (1993). Mapping social and economic space: the delineation of local labour markets in the United States. In: Singelmann, J. (Ed.), Desaran, F. A. (Ed.). *Inequalities in Labour Market Areas*. Boulder: Westview Press Inc.: 69–79.
- Kim, H., Chun, Y., Kim, K. (2015). Delimitation of functional regions using a p-regions problem approach. *International Regional Science Review* 38, 3: 235–263. DOI: <https://doi.org/10.1177/0160017613484929>
- Klapka, P., Halás, M. (2016). Conceptualising patterns of spatial flows: Five decades of advances in the definition and use of functional regions. *Moravian Geographical Reports* 24, 2: 2–11. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0006>

- Klapka, P., Halás, M., Tonev, P. (2013). Functional regions: Concept and types. In: Klírmová, V. (Ed.), Žitek, V. (Ed.). 16th International Colloquium on Regional Sciences, Conference Proceedings, Valtice, June 19–21, 2013. Brno, Masaryk University: 94–101.
- Klapka, P., Halás, M., Erlebach, M., Tonev, P., Bednář, M. (2014). A multistage agglomerative approach for defining functional regions of the Czech Republic: The use of 2001 commuting data. *Moravian Geographical Reports* 22, 4: 2–13. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2014-0019>
- Klapka, P., Halás, M., Netrdová, P., Nosek, V. (2016). The efficiency of areal units in spatial analysis: Assessing the performance of functional and administrative regions. *Moravian Geographical Reports* 24, 2: 47–59. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0010>
- Kohl, T., Brouer, A. E. (2014). The development of trade blocs in an era of globalisation. *Environment and Planning A* 46, 7: 1535–1553. DOI: <https://doi.org/10.1068/a46261>
- Konjar, M. (2009). Modeliranje zaposlitvenih sistemov Slovenije na osnovi dnevne mobilnosti = Modelling of Labour Systems of Slovenia Based on Daily Commuting. Diplomski naloga = Diploma thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, 128 pp. http://drugg.fgg.uni-lj.si/55/1/GEU_0803_Konjar.pdf, accessed 6.1.2017.
- Konjar, M., Lisec, A., Drobne, S. (2010). Methods for delineation of functional regions using data on commuters. In: Painho, M. (Ed.), Santos, M.Y. (Ed.), Pundt, H. (Ed.). *Geospatial thinking: proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, Guimarães, Portugal, May 10–14, 2010. Guimarães, Springer-Verlag: 1–10.
- Koo, H. (2010). Delineating spatially constrained commuting zones with an improved measurement for functional regionalization. Master's thesis. Seoul, Seoul National University, Department of Geography Education.
- Koo, H. (2012). Improved hierarchical aggregation methods for functional regionalization in the Seoul metropolitan area. *Journal of the Korean Cartographic Association* 12, 2: 25–35.
- Kraft, S., Halás, M., Vančura, M. (2014). The delimitation of urban hinterlands based on transport flows: A case study of regional capitals in the Czech Republic. *Moravian Geographical Reports* 22, 1: 24–32. DOI: <https://doi.org/10.2478/mgr-2014-0003>
- Krygsman, S., De Jong, T., Nel, J. (2009). Functional transport regions in South Africa: An examination of national commuter data. In: Proceedings of the 28th South African transport conference (SATC 2009), Pretoria, South Africa, June 6–9, 2009. Pretoria, Academic Press: 144–154. http://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/11952/Krygsman_Functional%282009%29.pdf, accessed 18. 11. 2015.
- Lackó, L., Enyedi, G., Kőszegfalvi, G. (1978). Functional urban regions in Hungary. International Institute for Applied Systems Analysis A-2361 Laxenburg, Austria: 42 pp. http://www.iiasa.ac.at/publication/more_CP-78-004.php, accessed 17. 12. 2015.
- Landré, M. (2012). Geoprocessing journey-to-work data: delineating commuting regions in Dalarna, Sweden. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 1, 3: 294–314.
- Landré, M., Håkansson, J. (2013). Rule versus interaction function: evaluating regional aggregations of commuting flows in Sweden. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 13, 1: 1–19.
- Lisec, A., Drobne, S., Konjar, M., Zavodnik Lamovšek, A. (2010). Modeliranje funkcionalnih območij slovenskih urbanih središč. In: Perko, D. (Ed.), Zorn, M. (Ed.). *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010*. Ljubljana: ZRC-SAZU: 233–241.
- Manley, E. (2014). Identifying functional urban regions within traffic flow. *Regional Studies, Regional Science* 1, 1: 40–42. DOI: <https://doi.org/10.1080/10.1080/21681376.2014.891649>
- Martin, D. (2003). Extending the automated zoning procedure to reconcile incompatible zoning systems. *International Journal of Geographic Information Science* 17, 2: 181–196. DOI: <https://doi.org/10.1080/713811750>
- Martin, D., Cockings, S., Harfoot, A. (2013). Development of a geographical framework for census workplace data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 176, 2: 585–602. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-985x.2012.01054.x>
- Martínez-Bernabeu, L., Casado-Díaz, J. M. (2016). Delineating zones to increase geographical detail in individual response data files: An application to the Spanish 2011 Census of population. *Moravian Geographical Reports* 24, 2: 26–36. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0008>
- Martínez-Bernabeu, L., Flórez-Revuelta, F., Casado-Díaz, J. M. (2012). Grouping genetic operators for the delineation of functional areas based on spatial interaction. *Expert Systems with Applications* 39, 8: 6754–6766. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.12.026>
- Masser, I., Brown, P. J. B. (1975). Hierarchical aggregation procedures for interaction data. *Environment and Planning A* 7, 5: 509–523. DOI: <https://doi.org/10.1068/a070509>
- Masser, I., Brown, P. J. B. (1977). Spatial representation and spatial interaction. *Papers of the Regional Science Association* 38, 1: 71–92. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1977.tb00992.x>
- Masser, I., Scheurwater, J. (1978). The specification of multi-level systems for spatial analysis. In: Masser, I. (Ed.), Brown, P. J. B. (Ed.). *Spatial representation and spatial interaction*. Volume 10 of the series *Studies in Applied Regional Science*. Leiden and Boston: Springer US: 151–172.
- Masser, I., Scheurwater, J. (1980). Functional regionalisation of spatial interaction data: an evaluation of some suggested strategies. *Environment and Planning A*, 12, 12: 1357–1382. DOI: <https://doi.org/10.1068/a121357>
- Meredith, D., Charlton, M., Foley, R., Walsh, J. (2007). Identifying travel-to-work areas in Ireland: a hierarchical approach using GIS. *Geographical Information Science Research Conference, NCG, NUI Maynooth*: 11–13. http://www.geocomputation.org/2007/2B-Apps_Urban_Modelling_1/2B3.pdf, accessed 15. 8. 2015.
- Mitchell, W., Bill, A., Watts, M. (2007). Identifying functional regions in Australia using hierarchical aggregation techniques. Working Paper No. 07–06, Centre of Full Employment and Equity, The University of Newcastle, Australia. <http://e1.newcastle.edu.au/coffee/pubs/wp/2007/07-06.pdf>, accessed: 14. 11. 2015.
- Mitchell, W., Stimson, R. (2010). Creating a new geography of functional economic

- regions to analyse aspects of labour market performance in Australia. In: Dalziel, P. (Ed.). *Innovation and regions: Theory, practice and policy*. Lincoln, New Zealand: AERU Research Unit: 178–220.
- Mitchell, W., Watts, M. (2010). Identifying functional regions in Australia using hierarchical aggregation techniques. *Geographical Research* 48, 1: 24–41. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2009.00631.x>
- Mitchell, W., Baum, S., Flanagan, M., Hannan, M. (2013). CofEE functional economic regions. AURIN project. Centre of Full Employment and Equity. Darwin, Australia. http://e1.newcastle.edu.au/coffee/functional_regions/, accessed 6. 1. 2017.
- Nel, J. H., Krygsman, S. C., De Jong, T. (2008). The identification of possible future provincial boundaries for South Africa based on an Intramax analysis of journey-to-work data. *Orion* 24, 2: 131–156. DOI: <https://doi.org/10.5784/24-2-64>
- Newell, J. O., Papps, K. L. (2001). Identifying functional labour market areas in New Zealand: A Reconnaissance study using travel-to-work data. Wellington, Labour Market Policy Group, Department of Labour: 65 pp.
- Noronha, V. T., Goodchild, M. F. (1992). Modeling interregional interaction: implications for defining functional regions. *Annals of the Association of American Geographers* 82, 1: 86–102. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1992.tb01899.x>
- OECD (2002). *Redefining territories – The functional regions*. Paris, OECD Publishing: 132 pp. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264196179-en>
- OECD (2013a). *Defining regions and functional urban areas, OECD Regions at a Glance 2013*, OECD Publishing, Paris. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/0413091ec047.d?id&acname=guest&checksum=9A09618268764E73FBE39C1F21BD378B>, accessed 6. 1. 2017.
- OECD (2013b). *Definition of functional urban areas (FUA) for the OECD metropolitan database*. OECD, Paris. <https://www.oecd.org/gov/regional-policy/Definition-of-Functional-Urban-Areas-for-the-OECD-metropolitan-database.pdf>, accessed 6. 1. 2017.
- ONS, Coombes, M. G. (1998). *1991-based Travel-to-Work Areas*. London, Office for National Statistics.
- Openshaw, S., Alvanides, S. (1996). Designing zone systems for the representation of socio-economic data. Working paper, School of Geography, University of Leeds. <http://www.geog.leeds.ac.uk/papers/96-6/>, accessed: 22. 12. 2015.
- Openshaw, S., Rao, L. (1995). Algorithms for re-engineering 1991 census geography. *Environment and Planning A* 27, 3: 425–446. DOI: <https://doi.org/10.1068/a270425>
- ÖIR (2006). *Metropolitan Networking in CenSE backed by North-South Rail Corridors. Final Report of the Pilot Projects*. Österreichisches Institut für Raumplanung. Wien/Vienna, Planners Network for Central and South East Europe (PlaNet CenSE): 99 pp. http://www.oir.at/files/pdf/projects/FinalReport_MetroNet-NorthSouth-Corridors.pdf, accessed 16. 11. 2015.
- Papps, K. L., Newell, J. O. (2002). Identifying functional labour market areas in New Zealand: A reconnaissance study using Travel-to-Work data. Discussion Paper 443. Bonn, Institute for the Study of Labor (IZA): 34 pp. <http://ftp.iza.org/dp443.pdf>, accessed: 14. 11. 2015.
- Patuelli, R. (2007). *Regional Labour Markets in Germany: Statistical Analysis of Spatio-Temporal Disparities and Network Structures*. Doctoral thesis. Amsterdam, Vrije Universiteit: 201 pp.
- Persyn, D., Torfs, W. (2011). *Functional labour markets in Belgium: evolution over time and intersectoral comparison*. Vives Discussion Paper 17, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/354540/2/2011VivesDP17_functionallabormarketsinbelgium.pdf, accessed: 14. 11. 2015.
- Philbrick, A. K. (1957). Principles of areal functional organization in regional human geography. *Economic Geography* 33, 4: 299–336. DOI: <https://doi.org/10.2307/142362>
- Pichler Milanovič, N., Cigale, D., Krevs, M., Gostinčar, P., Černe, A., Zavodnik Lamovšek, A., Žaucer, T., Sitar, M., Drož, V., Pečar, J. (2008). *Strategy for a Regional Polycentric Urban System in Central-Eastern Europe Economic Integrating Zone*. RePUS project, Final report. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of Arts: 167 pp.
- Pichler-Milanovič, N., Drobne, S., Konjar, M. (2013). *Small and medium sized towns in their functional territorial context (TOWN)*. Case study report: Slovenia. Ljubljana, Institute of Faculty of Civil and Geodetic Engineering, ESPON: 172 pp. http://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/AppliedResearch/TOWN/TOWN_Case_Study_Report_-_Slovenia.pdf, accessed 18. 11. 2015.
- Pogačnik, A., Grad, F., Brezovnik, B. (2009). *Skupno zaključno poročilo strokovnih študij v okviru projekta uvedbe pokrajin v Republiki Sloveniji*. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Pravna fakulteta – Inštitut za primerjalno pravo; Maribor: Inštitut za lokalno samoupravo in javna naročila: 38 pp.
- Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S. (2009). *A Proposal for Dividing Slovenia into Provinces*. *Lex localis* 7, 4: 393–423. DOI: [https://doi.org/10.4335/7.4.393-423\(2009\)](https://doi.org/10.4335/7.4.393-423(2009))
- Pogačnik, A., Pichler Milanovič, N., Sitar, M., Lavrač, I., Kobal, J., Peterlin, M., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Lisec, A., Soss, K., Trobec, B. (2008). *Analiza razvojnih virov in scenarijev za modeliranje funkcionalnih regij*. Prvo poročilo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T., Trobec, B., Pichler Milanovič, N., Štefula, M. (2009a). *Analiza razvojnih virov in scenarijev za modeliranje funkcionalnih regij*. Drugo poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 240 pp.
- Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T., Konjar, M., Trobec, B., Pichler Milanovič, N., Pogačar, K., Kešeljevič, A., Kosi, A., Miklavčič, T., Zakrajšek, U., Šolc, U., Strmšnik, K., Stres, A. (2009b). *Analiza razvojnih virov in scenarijev za modeliranje funkcionalnih regij: zaključno poročilo tretje faze*. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo; Maribor, Fakulteta za gradbeništvo; Domžale, Oikos.
- Pogačnik, A., Sitar, M., Lavrač, I., Kobal, J., Peterlin, M., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Žaucer, T., Konjar, M., Trobec, B., Soss, K., Pichler Milanovič, N. (2009c). *Analiza razvojnih virov in scenarijev za modeliranje funkcionalnih regij: poročilo četrte faze*. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo; Maribor, Fakulteta za gradbeništvo; Domžale, Oikos.
- Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Trobec, B., Soss, K. (2009d). *Analiza konceptov regionalizacije Slovenije s predlogom območij pokrajin: ekspertna študija – končno poročilo*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta

- za gradbeništvo in geodezijo: 55 pp.
- Pogačnik, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Trobec, B., Soss, K. (2009e). Analiza modelov pokrajini (3, 6, 8) po izbranih kazalnikih: dodatkih h končnemu poročilu. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 1 zv.
- Poon, J. P. (1997). The cosmopolitanization of trade regions: Global trends and implications, 1965–1990. *Economic Geography* 73, 4: 390–404. DOI: <https://doi.org/10.2307/144560>
- Ralphs, M., Ang, L. (2009). Optimised geographies for data reporting: zone design tools for Census output geographies. *Statistics New Zealand Working Paper No 09–01*, Wellington: Statistics New Zealand, 59 pp.
- Rebec, J. 1983. Razvoj naselij mestnega značaja z več kot 2000 prebivalci v SR Sloveniji, 1971–1981. Prikazi in študije 28.
- Rebec, J. 1984. Funkcijska klasifikacija mestnih naselij z več kot 2000 prebivalci v SR Sloveniji, 1981. Prikazi in študije 29.
- Reggiani, A., Bucci, P., Russo, G., Haas, A., Nijkamp, P. (2010). Regional labour markets and job accessibility in city network systems in Germany. *Journal of Transport Geography* 19, 4: 528–536. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.05.008>
- Robson, B., Barr, R., Lymerpoulou, K., Rees, J., Coombes, M. (2006). A framework for city-regions. Working Paper 1: Mapping City-Regions. London, The Office of the Deputy Prime Minister: 117 pp.
- Schuler, M., Dessemontet, P., Joye, D. (2005). Raumgliederung der Schweiz. Neuenburg: Swiss Federal Statistical Office, 232 pp.
- Schuler, M., Dessemontet, P., Christophe, J., Jarne, A., Pasche, N., Haug, W. (2007). Atlas des räumlichen Wandels der Schweiz. Neuenburg: Swiss Federal Statistical Office.
- Sforzi, F. (2012). From administrative spatial units to local labour market areas – some remarks on the unit of investigation of regional economics with particular reference to the applied research in Italy. In: FernandezVazquez, E. (Ed.), Rubiera Morollon, F. (Ed.). *Defining the Spatial Scale in Modern Regional Analysis*. Advances in Spatial Science. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag: 3–21.
- Shimizu, K. (1975). Regional structure of city-region based on commuting and school attending trips. *Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers* 1975, 237: 121–132. DOI: https://doi.org/10.2208/jscje1969.1975.237_121
- Shortt, N. K., Moore, A., Coombes, M., Wyrmer, C. (2005). Defining regions for locality health care planning: A multidimensional approach. *Social Science & Medicine* 60, 12: 2715–2727. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.11.016>
- Slater, P.B. (1975). A hierarchical regionalisation of Russian administrative units using 1965–1969 migration data. *Soviet Geography* 16, 7: 453–465.
- Slater, P.B. (1976a). Hierarchical internal migration regions of France. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 6, 4: 321–324. DOI: <https://doi.org/10.1109/tsmc.1976.5408783>
- Slater, P.B. (1976b). A hierarchical regionalisation of Japanese prefectures using 1972 inter-prefectural migration flows. *Regional Studies* 10, 1: 123–132. DOI: <https://doi.org/10.1080/09595237600185121>
- Slater, P. B. (1976c). Hierarchical internal migration regions of Spain. *Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa* 27, 1: 175–183. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02888759>
- Slater, P. B. (1981). Comparisons of aggregation procedures for interaction data: An illustration using a college student international flow table. *Socio-Economic Planning Sciences* 15, 1: 1–8. DOI: [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(81\)90012-4](https://doi.org/10.1016/0038-0121(81)90012-4)
- Smart, M.W. (1974). Labour market areas: Uses and definition. *Progress in Planning* 2, 4: 239–353. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-9006\(74\)90008-7](https://doi.org/10.1016/0305-9006(74)90008-7)
- Smith, R., Craig, P., Coombes, M. (2011). Mapping County Durham's Functional Economic Market Areas. Birmingham, GHK: 107 pp., http://content.durham.gov.uk/PDFRepository/Mapping_County_Durham_FEA_New.pdf, accessed 17. 12. 2015.
- SPRS (2004). Strategija prostorskega razvoja Slovenije = Spatial Development Strategy of Slovenia. Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije = Ministry of Environment, Spatial Planning and Energy, Ljubljana. http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/sprs_slo.pdf = http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/prostorski_razvoj/SPRS_angleska_verzija.pdf, accessed 15. 12. 2015.
- Statistics Sweden (2010). Construction and use of labour market areas in Sweden. Örebro, Statistics Sweden, Enterprise- and Register-based Employment Statistics Unit: 234 pp. http://www.scb.se/statistik/_publikationer/AM0207_2009A01_BR_AM95BR1001.pdf, accessed 18. 11. 2015.
- Sýkora, L., Muliček, O. (2009). The micro-regional nature of functional urban areas (FUAs): lessons from the analysis of the Czech urban and regional system. *Urban Research & Practice* 2, 3: 287–307. DOI: <https://doi.org/10.1080/17535060903319228>
- Tolbert, C. M., Killian, M. S. (1987). Labor market areas for the United States. Staff Report No. AGES870721. Washington, D. C., Agriculture and Rural Economy Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture: 88 pp.
- Tomaney, J., Ward, N. (2000). England and the »New Regionalism«. *Regional studies* 34, 5: 471–478.
- Ullman, E. L. (1980). *Geography as spatial interaction*. Seattle and London, University of Washington Press: 252 pp.
- Van der Laan, L. (1991). *Spatial labour markets in the Netherlands*. Delft, Eburon: 253 pp.
- Van der Laan, L., Schalke, R. (2001). Reality versus policy: The delineation and testing of local labour market and spatial policy areas. *European Planning Studies* 9, 2: 201–221. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654310020027911>
- Van der Werff, M., Lambregts, B., Kapoen, L., Kloosterman, R. (2005). POLYNET Action 1.1 Commuting & the definition of functional urban regions: The Randstad. London, Institute of Community Studies/The Young Foundation & Polynet Partners: 21 pp.
- Van Hamme, G., Grasland, C. (2011a). Divisions of the world according to flows and networks. <halshs-00654535>: 68 pp. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00654535>, accessed 1.12.2015.
- Van Hamme, G., Grasland, C. (2011b). Statistical toolbox for flow and network analysis. <halshs-00654532>: 76 pp. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00654532>, accessed 1. 12. 2015.
- Vanhove, N., Klaassen, L. H. (1987). *Regional policy: A European approach*, 2nd edition. Avebury, Gower Publishing Company Limited, Aldershot: 398 pp.

- Vrišer, I. (1974). Mesta in urbano omrežje v SR Sloveniji. Značilnosti njihovega razvoja in družbeno gospodarskega pomena s posebnim ozirom na mala mesta. *Geografski zbornik* 14, 3: 179–337.
- Vrišer, I. (1978). Regionalno planiranje. Zbirka tokovi. Ljubljana, Mladinska knjiga: 356 pp.
- Vrišer, I., Rebernik, D. (1993). Družbenogospodarska in dejavnostna usmeritev slovenskih mest. *Geografski zbornik* 33: 9–40.
- Zavodnik Lamovšek, A. (2005). Opredelitev tipov razvojnih regij (MEGA in FUA) za Slovenijo za potrebe preveritve rezultatov projekta ESPON 1.1.1. Izdelano v okviru projekta ESPON 1.1.3. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S. (2016). Strokovna podpora fokusnim skupinam v sklopu priprave Strategije prostorskega razvoja Slovenije 2050, Sklop 1, Funkcionalna urbana območja. Gradivo za razpravo za prvi krog fokusnih skupin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 48 pp.
- Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S. (2017). Strokovna podpora fokusnim skupinam v sklopu priprave Strategije prostorskega razvoja Slovenije 2050, Sklop 1, Funkcionalna urbana območja. Strokovne podlage za Strategijo prostorskega razvoja 2050, Končno poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 35 pp.

Drobne S. (2017). Functional regions and areas: literature review according to application fields. *Geodetski vestnik*, 61 (1): 35–57. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.35-57

FUNKCIONALNE REGIJE IN OBMOČJA: PREGLED LITERATURE PO PODROČJIH UPORABE

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 35

1 FUNKCIONALNE REGIJE IN OBMOČJA

Izraz regija izvira iz latinske besede *regio* in pomeni krajino, ozemlje, predel, območje oziroma del zemeljskega površja. Regija je omejen prostorski sistem in odraz organizacijske enotnosti, po kateri se loči od drugih regij (Abler, Adams in Gould, 1972; Gregory et al., 2009; Klapka, Halás in Tonev, 2013; Klapka in Halás, 2016). Po Vrišerju (1978) je regija posebej opredeljeno in organizirano prostorsko območje zemeljske površine, ki ima vrsto posebnih potez; pojem regija pa uporabljamo tudi za poimenovanje posamezne administrativne, ekonomske ali naravne prostorske enote, na kateri biva neka skupnost. Regija torej združuje posebne značilnosti, ki ji dajejo določeno mero povezanosti in razločljivosti ter jo ločijo od drugih regij (Haggett, 1971; Abler, Adams in Gould, 1972). Značilnosti regije so lahko fizične (na primer relief, podnebje, sestava tal) ali družbenogospodarske značilnosti prostora (na primer navezanost podeželjca na mesto, zgodovinske politične in upravne tvorbe, gospodarska usmerjenost). Če regija združuje družbenogospodarske značilnosti prostora, ji lahko rečemo družbenogospodarska regija. Po Harveyju (2011) so družbenogospodarske regije institucionalne tvorbe, s katerimi olajšamo delovanje različnih tokov v prostoru in času.

V prostorskih znanostih ločimo med formalnimi in funkcionalnimi družbenogospodarskimi regijami (Haggett, 1971; Abler, Adams in Gould, 1972; Claval, 1998). Formalna regija je območje posplošitve neke spremenljivke, zato je notranje homogena (Klapka, Halás in Tonev, 2013). Formalno regionalizacijo izvajamo z združevanjem osnovnih prostorskih enot (OPE) na nižjih ravneh (na primer popisnih okolišev, statističnih okolišev, naselij, občin, poštnih okolišev), s čimer se zmanjša varianca med regijami (skupinami OPE) glede na eno ali več spremenljivk. V nasprotju s formalno je funkcionalna regija (FR) notranje heterogena, kar se odrazi v vzajemnem dopolnjevanju in odvisnosti notranjih OPE (ibid.). Po Ullmanu (1980) organiziranost FR temelji na horizontalnih odnosih v prostoru v obliki prostorskih tokov in medsebojnih odnosov (interakcij) med deli (OPE) regije. Funkcionalna regionalizacija je torej postopek združevanja OPE v FR, s katerim se posplošijo obravnavani funkcionalni tokovi in odnosi v prostoru. FR zato razumemo tudi kot posplošene vzorce tokov in odnosov v prostoru. FR je torej sistem močno povezanih večjih in/ali manjših prostorskih enot. Pri FR ne obravnavamo posebej geografskih danosti in zgodovinskih povezav, temveč se usmerjamo predvsem na funkcionalno povezanost v prostoru (Vanhove in Klaassen, 1987). Klapka, Halás in Tonev (2013) ter Klapka in Halás (2016) menijo, da so izraz »funkcionalna regija« uvedli v geografijo, s tem pa tudi v preostale prostorske znanosti, Philbrick (1957) ter Berry in Garrison (1958).

Vzajemna dopolnjevanje in odvisnost v heterogenih FR ustvarjata različne vrste prostorskih interakcij, kot so tokovi prebivalstva (dnevna mobilnost v šolo in na delo, stalne selitve, nakupovanje in rekreacija), prometni tokovi in tokovi dobrin (prometni in potniški tokovi po kopnem, morju in zraku), finančni

tokovi, informacijski tokovi (komunikacije in časopisna naklada), tokovi plina/vode/elektrike (priključki na storitve) ter podobno (Vanhove in Klaassen, 1987; Alvanides, Openshaw in Duke-Williams, 2000). V literaturi so funkcionalne regije in območja najpogosteje opredeljeni glede na gospodarske interakcije. Berry in Garrison (1958) opisujeta FR kot funkcionalno območje okoli močnega gospodarskega središča, ki privlači prebivalce iz bližnjega in daljnega zaledja. Središče FR razumeta kot središčni kraj iz Christallerjeve teorije središčnih krajev (Christaller, 1933), katerega velikost je odvisna od obsega dobrin in storitev, ki jih zagotavlja prebivalcem. Brown in Holmes (1971) opredeljujeta FR kot skupek funkcionalno dopolnjujočih se OPE, med katerimi je več gospodarskih interakcij kot med njimi in enotami zunaj regije. Vanhove in Klaassen (1987) opisujeta FR kot smiselno delujočo prostorsko celoto, sestavljeno iz gospodarsko in družbeno povezanih območij. V skupini povezanih območij nastajajo številne družbene in gospodarske interakcije, medsebojni vplivi tokov delovne mobilnosti, tokov blaga in storitev, komunikacijskih tokov, prometnih tokov, finančnih tokov ipd. Johansson (1998) ter Karlsson in Olsson (2006) opredeljujejo FR kot območje z visoko frekvenco notranjih regionalnih gospodarskih interakcij, kot so delovna mobilnost ter regionalna trgovina dobrin in storitev, ter kot območje strnjene dejavnosti in prometne infrastrukture, ki omogoča veliko mobilnost ljudi, proizvodov in informacij. Van der Laan in Schalke (2001) ter Farmer in Fotheringham (2011) razumejo FR kot prostorsko zvezno območje, na katerem se srečujeta skupna ponudba in povpraševanje po najrazličnejših družbenih in gospodarskih dobrinah. OECD (2002) pa opredeljuje FR kot ozemeljsko enoto, ki pomeni skupek družbenih in gospodarskih povezav, pri čemer ni nujno, da so meje FR skladne z geografskimi ali zgodovinskimi členitvami. Po OECD (ibid.) dobimo FR s členitvijo območja države na manjše dele, pri čemer temelji funkcionalna razmejitev najpogosteje na analizi trga dela oziroma območij, kjer se ponudba in povpraševanje po delovnih mestih dobro ujemata.

Najpogosteje uporabljeni koncept FR, ki ga zasledimo v strokovni literaturi, je koncept lokalnih in regionalnih zaposlitvenih sistemov (angl. *local and regional labour systems*; OECD, 2002).¹ Po njem naj bi v FR povpraševanju po delu ustrezala sorazmerno enako velika ponudba delovnih mest in nasprotno (Karlsson in Olsson, 2006). Številni avtorji zato menijo, da je povezani trg dela, na katerem so delovna mobilnost, iskanje zaposlitve in povpraševanje po delu znotraj regije veliko intenzivnejši kot med regijami, najpomembnejša značilnost FR (na primer Smart, 1974; Coombes, Green in Openshaw, 1986; Van der Laan, 1991; Casado-Díaz, 2000; Andersen, 2002; Van der Laan in Schalke, 2001; OECD, 2002; Karlsson in Olsson, 2006; Cörvers, Hensen in Bongaerts, 2009; Casado-Díaz in Coombes, 2011; Farmer in Fotheringham, 2011). To je tudi razlog, da od vseh mogočih tokov prebivalstva uporabljamo za zamejevanje FR ravno tokove delovne mobilnosti. Delovna mobilnost, še posebej dnevna delovna mobilnost, je najmnogičnejša in najstabilnejša redna oblika tokov prebivalstva v prostoru (Smart, 1974). Zato manjše spremembe na trgu dela ne vplivajo bistveno na vzorec dnevnih tokov na delo in domov (Coombes, Casado-Díaz in Martínez-Bernabeu, 2012).

V literaturi sta se za poimenovanje FR na lokalni ravni, ki temeljijo na tokovih delovne mobilnosti, uveljavila predvsem dva izraza: območja lokalnih trgov dela (angl. *local labour market areas*, LLMA) in območja voženj na delo oziroma območja delovne mobilnosti (angl. *travel-to-work areas*, TTWAs). Klapka et al. (2014) menijo, da gre za enaka koncepta, ki izhajata iz del Goodman (1970), Smart (1974), Coombes et al. (1979), Ball (1980), Coombes in Openshaw (1982).

¹ Po konceptu zaposlitvenih sistemov naj bi FR vsebovala eno ali več območij lokalnega trga dela (angl. *local labour market area*). Območja lokalnega trga dela se naprej sestavljajo v območja regionalnega trga dela (angl. *regional labour market area*).

V literaturi zasledimo še koncepta funkcionalnih urbanih območij (FUO) in funkcionalnih urbanih regij (FUR). Oba sta se uveljavila v analizah razvoja urbanih središč, širjenja gospodarskih dejavnosti v prostoru, analizah družbenih neenakosti v prostoru in neenakosti na trgu dela, za proučevanje odnosov med mestom in podeželjem itd. (Drobne, Konjar in Lisec, 2011). FUO je funkcionalno povezano območje urbanega središča in njegovega zaledja. FUO določimo kot skupek OPE, iz katerih se dnevno vozi na delo v središče določen odstotek delovno aktivnega prebivalstva (Coombes et al., 1979; ESPON 1.1.1, 2004; ESPON 1.1.2, 2004; Benini, Naldi in Region, 2007; Pichler Milanović et al., 2008; OECD, 2013a; ESPON, 2014; Eurostat, 2015). Po OECD (2013a, 2013b), ESPON (2014) in Eurostat (2015) FUO sestavljajo OPE, iz katerih se vozi na delo vsaj 15 % delovno aktivnega prebivalstva. FUO se lahko prekrivajo, hkrati pa ni nujno, da homogeno pokrijejo obravnavano ozemlje. FUR so manj prilagodljive tvorbe kot FUO: FUR se ne prekrivajo, hkrati pa morajo homogeno prekriti obravnavano ozemlje. Podobno kot FUO tudi FUR modeliramo okoli urbanih središč. Ta lahko izberemo dogovorno ali pa na podlagi kvantitativnih meril (gostote poselitve, števila prebivalcev s stalnim prebivališčem na območju urbanega središča, deleža prebivalcev, ki prebivajo in delajo na območju urbanega središča, deleža prebivalcev urbanega središča, ki delajo v drugem urbanem središču istega FUO, itd.). Najpogosteje opredelimo središče FUO in FUR z območjem goste pozidave, ki je jedro urbanega območja (Antikainen, 2005). Koncept FUR se je najmočneje uveljavil v Franciji, Kanadi in Združenih državah Amerike (OECD, 2002). Tako v Severni Ameriki kot v večini evropskih držav in Sloveniji opredeljujemo FUO na podlagi števila prebivalcev, tokov delovne mobilnosti, števila potnikov v sistemu javnih prevoznih sredstev, števila študentov v visokošolskih središčih, števila podjetij v mestih, količine prevoženega blaga, števila prenočitvenih zmogljivosti, ustvarjene bruto dodane vrednosti in administrativne funkcije urbanega središča (Coombes et al., 1979; ESPON 1.1.1, 2004; ESPON 1.1.2, 2004; ÖIR, 2006; ESPON 1.4.3, 2007; Pichler Milanović et al., 2008; Drobne, Konjar in Lisec, 2010; Lisec et al., 2010; OECD, 2013a; Coombes, 2014; ESPON, 2014; Eurostat, 2015; Zavodnik Lamovšek in Drobne, 2016, 2017). Tako FUR in FUO kot FR lahko modeliramo na različnih hierarhičnih ravneh.

2 PREGLED LITERATURE PO PODROČJIH UPORABE

V literaturi zasledimo različna področja obravnave funkcionalnih regij in območij: od analiz trga dela ter drugih družbenogospodarskih vidikov, analiz funkcionalnih urbanih območij/regij, analiz administrativnih, planskih in statističnih regij, analiz statističnih funkcionalnih območij na mikro ravni (za statistično poročanje), analiz lokalnega in regionalnega stanovanjskega trga (za podporo stanovanjski politiki), analiz trga blaga, analiz funkcionalnih regij za podporo v transportni in prometni politiki, analiz za podporo informacijsko-komunikacijski tehnologiji in drugim storitvam v prostoru do splošnih pregledov obravnave funkcionalnih regij/območij.

Leta 2002 je OECD objavila pregled obravnave in opredeljevanja FR, FUR in FUO v izbranih državah OECD (OECD, 2002).² V večini analiziranih držav članic OECD modelirajo FR po konceptu lokalnih zaposlitvenih sistemov, kar je razvidno tudi iz samega poimenovanja: v Avstriji, na Češkem, Finskem, v Nemčiji, na Portugalskem, Švedskem in v Švici takšne mikro regije imenujejo »območja/mikroregije lokalnih trgov dela«, v Italiji, na Madžarskem in Poljskem FR imenujejo »lokalni/regionalni zaposlitveni

² Povzetek v slovenščini so pripravili Konjar (2009) ter Drobne, Konjar in Lisec (2011).

sistemi«, na Danskem in v Veliki Britaniji jih obravnavajo kot »območja delovne mobilnosti«, na Norveškem kot »ekonomske regije«, v Franciji obravnavajo »funkcionalna urbana in zaposlitvena območja«, v ZDA in Kanadi pa že tradicionalno zamejujejo »metropolitanska območja delovne mobilnosti« (OECD, 2002). V navedenih državah FR homogeno pokrijejo celotno ozemlje države – razen pri zamejitvi FUR oziroma FUU v Kanadi in Združenih državah Amerike. Večje države, kot so Kanada, Francija, Nemčija, Portugalska in ZDA, opredeljujejo FR na več ravneh. Večina držav zamejuje FR na podlagi osnovnih statističnih ali administrativnih enot, kjer se meje FR ujemajo z občinskimi mejami. Pomembna prednost takšnega pristopa k razmejevanju FR je možnost, da se pridobivajo statistični podatki in kazalniki FR, kar omogoča najrazličnejše prostorske analize (Drobne, Konjar in Liseč, 2011). V večini teh držav uporabljajo FR kot podlago za družbenogospodarske analize, strukturne raziskave lokalnih trgov dela in ocenjevanje regionalnih razlik. V Avstriji, na Danskem, v Kanadi in Švici so FR okvir za izvajanje politik trga delovne sile in prometa. Na Finskem, v Franciji, Italiji, Nemčiji in Veliki Britaniji so FR podlaga za opredeljevanje ogroženih regij. FR ne uporabljajo za izvajanje politik na Češkem, Portugalskem, Švedskem in v ZDA. Opredelitev in razmejitvev FR je prepuščena državnim statističnim uradom in pristojnim ministrstvom, odgovornim za področja zaposlovanja, gospodarstva, prostorskega načrtovanja in regionalnega razvoja. V Avstriji, na Češkem, Danskem, Finskem, Madžarskem in v Kanadi nimajo posebnih finančnih virov za vzdrževanje podatkov o FR (OECD, 2002).

Coombes, Casado-Díaz in Martínez-Bernabeu (2012) so v 27 državah EU izvedli primerjalno študijo v zvezi z obravnavo območij (lokalnih) trgov dela, tj. FR na mikro ravni. V devetih državah (Belgija, Estonija, Finska, Francija, Italija, Nemčija, Nizozemska, Švedska in Velika Britanija) spremljajo območja trgov dela uradno z lastnimi ali prevzetimi analitičnimi postopki. V sedmih državah (Ciper, Češka, Danska, Grčija, Portugalska, Slovenija in Slovaška) izvajajo tovrstne analize na lokalni in regionalni ravni zgolj v raziskovalne namene. Deset držav (Avstrija, Bolgarija, Irska, Latvija, Litva, Luksemburg, Madžarska, Poljska, Romunija in Španija) je poročalo, da območij trgov dela ne obravnavajo niti ne izvajajo tovrstnih raziskav. Finska, Francija, Italija, Nemčija in Velika Britanija uporabljajo območja (lokalnih) trgov dela za izvajanje različnih politik (tudi za črpanje in razdeljevanje evropskih sredstev). Nemčija uporablja območja lokalnih trgov dela za spremljanje in izboljševanje regionalnih gospodarskih struktur, v Italiji spremljajo tako imenovana industrijska območja in njihov razvoj, Francija uporablja območja lokalnih trgov dela za prikazovanje različnih družbenogospodarskih statistik na različnih ravneh, Velika Britanija uporablja tovrstna uradna območja za spremljanje in usmerjanje gospodarskega razvoja ter za podporo stanovanjski politiki na lokalni in regionalni ravni, Finska pa nadzoruje in usmerja zamejevanje novih (in usklajevanje starih) občin s FR na lokalni ravni. Od držav, ki tovrstnih funkcionalnih območij na lokalni ravni ne spremljajo uradno, sta Češka in Estonija rezultate raziskav lokalnih trgov dela uporabili v postopkih lokalnega in regionalnega načrtovanja javnega prevoza (ibid.)

Drobne, Konjar in Liseč (2011) ter Drobne (2016) menijo, da je v Sloveniji koncept FR izveden v statističnih regijah, ki se zaradi izkazovanja podatkov v časovnih serijah zelo redko spreminjajo. Prva členitev Slovenije na statistične regije je bila izvedena v sredini sedemdesetih let prejšnjega stoletja za potrebe regionalnega načrtovanja in medobčinskega sodelovanja na različnih področjih. Regionalizacija je bila izdelana na podlagi analize gravitacijskih območij delovne mobilnosti, vožen v šolo in na fakultete

ter oskrbe prebivalstva v dvanajstih regionalnih in njim pripadajočih subregionalnih središčih (Vrišer, 1974, 1978; Rebec, 1983, 1984; Vrišer in Rebernik, 1993). Kasneje so se meje statističnih regij večkrat spremenile, predvsem zaradi sprememb meja občin. Z vstopom Slovenije v Evropsko unijo leta 2004 pa so postale statistične regije Slovenije del evropske ravni NUTS 3, tj. del ravnih regij za izkazovanje evropsko primerljivih podatkov. Drobne in Bogataj (2011c, 2012a, 2012b) sta vrednotila FR na ravni statističnih regij Slovenije.

V Sloveniji je bilo izvedenih več študij, v katerih so avtorji analizirali funkcionalne povezave med mestnimi in preostalimi naselji, med mestom in podeželjem, ter hierarhijo teh povezav. V projektu ESPON 1.1.1 (2004) je bilo za Slovenijo najprej opredeljenih šest FUIO, dve leti kasneje pa je bilo v projektu Planet Cense (ÖIR, 2006) prepoznanih deset FUIO Slovenije. V projektu RePUS (Pichler Milanović et al., 2008) je bilo opredeljenih 42 območij lokalnih zaposlitvenih sistemov in 17 območij regionalnih zaposlitvenih sistemov. Drobne et al. (2011) in Lisec et al. (2010) so modelirali FUIO in FUR okrog urbanih središč nacionalnega pomena, opredeljenih v Strategiji prostorskega razvoja Slovenije (SPRS, 2004).

Študije funkcionalnih regij in območij so avtorji uporabili tudi pri podajanju predlogov za oblikovanje administrativnih regij (pokrajin) v Sloveniji. Pogačnik et al. (2008, 2009a, 2009b, 2009c) so ovrednotili razvojne potenciale in možne scenarije razvoja FR v Sloveniji. Pogačnik, Grad in Brezovnik (2009), Pogačnik et al. (2009d, 2009e) ter Pogačnik, Zavodnik Lamovšek in Drobne (2009) pa so uporabili koncept FR v analizi in predlogu členitve Slovenije na pokrajine. Drobne (2016) je vrednotil FR v dvanajstletnem obdobju in izpostavil značilne ravni FR. Koncept FR so avtorji uporabili tudi za študijo možnosti glede storitvenih območij. Drobne in Bogataj (2013a, 2013b, 2014, 2015) sta analizirala storitvena območja oskrbe starejšega prebivalstva. Konjar (2009), Drobne, Konjar in Lisec (2009), Bajt (2010), Konjar, Lisec in Drobne (2010), Drobne, Konjar in Lisec (2010) ter Drobne in Konjar (2011) so pokazali razhajanje med funkcionalno ter administrativno opredeljenimi regijami v državi.

Na podlagi FR so avtorji študirali tudi spreminjanje funkcionalnih povezav delovne mobilnosti in selitev v slovenskem prostoru. Drobne in Lavrič (2012) ter Drobne (2016) so analizirali spremembe FR delovne mobilnosti v obdobju 2000–2011, Drobne, Senekovič in Lisec (2014) so analizirali FR notranjih selitev Slovenije ter njihovo spreminjanje v obdobju 2000–2010.

S Strategijo prostorskega razvoja Slovenije iz leta 2004 (SPRS, 2004) je bilo opredeljenih petnajst urbanih središč nacionalnega pomena (tudi regionalnih središč), shematsko so bila začrtana »širša mestna območja«. Zato je po mnenju številnih avtorjev v Sloveniji najenostavneje govoriti o petnajstih FUIO, sestavljenih iz urbanih središč nacionalnega pomena ter njihovih gravitacijskih območij (glej na primer Zavodnik Lamovšek, 2005; Pichler Milanović et al., 2008; Drobne et al., 2010; Lisec, Drobne in Konjar, 2010; Pichler Milanović, Drobne in Konjar, 2013; Zavodnik Lamovšek in Drobne, 2016, 2017). Pri nastajanju Strategije prostorskega razvoja Slovenije 2050 (SPRS, 2050) je poseben poudarek ravno na FUIO in njihovem razvoju. Zavodnik Lamovšek in Drobne (2016, 2017) prepoznavata FUIO predvsem kot instrument za izvajanje urbane politike in kot analitično orodje za spremljanje stanja v prostoru ter instrument za izvajanje SPRS 2050.

Preglednica 1 prikazuje primere literature po najpogostejših področjih obravnave funkcionalnih regij in funkcionalnih območij.

Preglednica 1: Pregled literature po področjih uporabe funkcionalnih regij in območij

Področje obravnave	Primeri literature
Lokalni in regionalni trg dela	Brown in Holmes (1971), Smart (1974), Masser in Brown (1975, 1977), Masser in Schauerwater (1978, 1980), Ball (1980), Coombes in Openshaw (1982), Coombes, Green in Openshaw (1986), Green, Coombes in Owen (1986), Tolbert in Killian (1987), Coombes, Green in Owen (1988), Green in Owen (1990), ISTAT (1991, 2005a), Killian in Tolbert (1993), Coombes (1995), ONS in Coombes (1998), Casado-Díaz (2000, 2003), Coombes (2010), Newell in Papps (2001), Van der Lann in Schalke (2001), Papps in Newell (2002), Casado-Díaz in Taltavull de la Paz (2003), Feldman et al. (2006), Flórez-Revuelta, Casado-Díaz in Martínez-Bernabeu (2006, 2008), Karlsson in Olsson (2006), Coombes in Bond (2008), Meredith et al. (2007), Patuelli (2007), Prodromidis (2007), Feng (2009), Coombes (2010), Mitchell in Stimson (2010), Fusco in Cagliioni (2011), Farmer (2011), Farmer in Fortheringham (2011), Persyn in Torfs (2011), Gruchociak (2012), Landré (2012), Martínez-Bernabeu, Flórez-Revuelta in Casado-Díaz (2012), Sforzi (2012), Fukumoto, Okamoto in Ujiie (2013), Klapka, Halás in Tonev (2013), Klapka et al. (2014), Landré in Håkansson (2013), Bianchi et al. (2015), Erlebach, Tomáš in Tonev (2016), Martínez-Bernabeu in Casado-Díaz (2016); za Slovenijo: Konjar (2009), Drobne, Konjar in Lisec (2009, 2010), Drobne in Bogataj (2011c), Drobne in Konjar (2011).
Drugi družbenogospodarski vidiki (tudi za podporo gospodarskemu razvoju)	Slater (1975, 1976a, 1976b, 1978, 1980, 1981), Green, Coombes in Owen (1986), Noronha in Goodchild (1992), Tomaney in Ward (2000), Baum, Mitchell in Han (2008), Karlsson (2007), Karlsson in Johansson (2004, 2008), ISTAT (2005b), Karlsson et al. (2007), Karlsson, Johansson in Stough (2008), Gleeson et al. (2010), Isaksen in Onsager (2010), Smith, Craig in Coombes (2011), Van Hamme in Grasland (2011a, 2011b), Freshwater, Simms in Ward (2013, 2014), Mitchell et al. (2013); za Slovenijo: Bajt (2010), Drobne in Bogataj (2011c, 2012b), Drobne in Konjar (2011), Drobne (2016).
Funkcionalne urbane regije in funkcionalna urbana območja	Shimizu (1975), Coombes et al. (1979), Casado-Díaz (2003), ESPON 1.1.1 (2004), ESPON 1.1.2 (2004), Van der Werf et al. (2005), Farsund, Knut in Lysgård (2006), Robson et al. (2006), ESPON 1.4.3 (2007), Benini et al., 2007, Davoudi (2008), Hołowiecka in Szymańska (2008), Hidle et al. (2009), Sýkora in Mulíček (2009), Dessemontet, Kaufmann in Jemelin (2010), Drobne et al. (2010), Halás et al. (2010), Reggiani et al. (2010), Kauffmann (2012), OECD (2013a, 2013b), Coombes (2014), da Silva, ESPON (2014), Garcia Manzato in Santos Pereira (2014), Kraft, Halás in Vančura (2014), Manley (2014); za Slovenijo: Zavodnik Lamovšek (2005), Pichler Milanović et al. (2008), Konjar (2009), Drobne et al. (2010), Lisec, Drobne in Konjar (2010), Lisec et al. (2010), Pichler Milanović, Drobne in Konjar (2013), Zavodnik Lamovšek in Drobne (2016, 2017).
Storitvena območja	Fischer et al. (1993), Bullen, Moon in Jones (1996), Shortt et al. (2005), Cockings (2013); za Slovenijo: Drobne in Bogataj (2013a, 2013b, 2014, 2015).
Administrativne, planske in statistične regije	Illeris (1967), Hirst in Slater (1976), Slater (1976a, 1976b, 1976c), Lackó, Enyedi in Kőszegfalvi (1978), Hemmasi (1980), Van der Laan in Schalke (2001), Andersen (2002), Hensen in Cörvers (2003), Martin (2003), Schuler, Dessemontet in Joye (2005), Schuler et al. (2007), Mitchell, Bill in Watts (2007), Nel, Krygsmann in de Jong (2008), Krygsmann, De Jong in Nel (2009), Cörvers, Hensen in Bongaerts (2009), Mitchell in Stimpson (2010), Mitchell in Watts (2010), Statistics Sweden (2010), Beyhan (2011), Killer in Axhusen (2011), Killer (2014), Koo (2010, 2012), Sforzi (2012), Landré in Håkansson (2013), Martin, Cockings in Harfoot (2013), Kim, Chun in Kim (2015), Klapka et al. (2016); za Slovenijo: Drobne in Bogataj (2012a), Drobne et al. (2009b), Drobne in Lakner (2016a, 2016b, 2016c).

Področje obravnave	Primeri literature
Statistična funkcionalna območja na mikro ravni	Coombes et al. (1982), Openshaw in Rao (1995), Openshaw in Alvanides (1996), Cockings in Martin (2005), Ralphs in Ang (2009), Cockings et al. (2011).
Lokalni in regionalni stanovanjski trg (tudi za podporo stanovanjski politiki)	Jones (2002), Goetgeluk (2006), Goetgeluk in de Jong (2007), Brown in Hincks (2008), Hincks in Wong (2010), Jones, Coombes in Wong (2010, 2012), Jones et al. (2012), Hincks (2012), Jaegal (2012, 2013).
Regionalni trg blaga	Brown in Pitfield (1990), Poon (1997), Kohl in Brouwer (2014).

3 SKLEP

V prispevku smo izvedli pregled literature o funkcionalnih regijah in območjih po področjih uporabe. V literaturi so funkcionalne regije najpogosteje obravnavane kot območja lokalnega in regionalnega trga dela ali kot analitično orodje za oblikovanje administrativnih, planskih in statističnih regij. V novejšem času zasledimo še uporabo funkcionalnih regij za podporo stanovanjski politiki in spremljanju gospodarskega razvoja. Funkcionalne urbane regije so posebna oblika funkcionalnih regij, ki jih zamejimo okoli urbanih središč. Uveljavile so se predvsem kot mehanizem homogene členitve ozemlja države.

Funkcionalna urbana območja so širši pojem kot funkcionalne urbane regije. Medtem ko zasledimo obravnavo funkcionalnih urbanih regij predvsem v starejši literaturi, pa se v novejšem času uveljavlja koncept funkcionalnih urbanih območij. V ZDA in EU so bila urbana središča z zaledjem prepoznana kot ključni nosilci gospodarskega in družbenega razvoja ter kot pomembne prostorske strukture za zagotavljanje ustrezne kritične mase prebivalstva za razvoj in spremljanje urbano-ruralnih odnosov v prostoru. Funkcionalna urbana območja so bila prepoznana tudi kot orodje za spremljanje stanja in kot instrument za izvajanje (urbane) politike v prostoru.

Literatura in viri:

Glej literaturo na strani 42.



Drobne S. (2017). Funkcionalne regije in območja: pregled literature po področjih uporabe. Geodetski vestnik, 61 (1): 35-57. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.35-57

doc. dr. Samo Drobne, univ. dipl. inž. geod.
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
 Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
 e-naslov: samo.drobne@fgg.uni-lj.si

TRANSFORMACIJA DEFORMIRANIH GEODETSKIH MREŽ V NOVE REFERENČNE KOORDINATNE SISTEME: ŠTUDIJA PRIMERA TRANSFORMACIJE ED50-ITRFXX V TURČIJI

TRANSFORMATION OF DISTORTED GEODETIC NETWORKS TO NEW COORDINATE REFERENCE SYSTEMS: A CASE STUDY FOR ED50-ITRFXX TRANSFORMATION IN TURKEY

Metin Soycan, Arzu Soycan, Nursu Tunalıoğlu

UDK: 528.2+528.5(560):

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 25. 10. 2016

Sprejeto: 16. 3. 2017

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.58-75

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 25. 10. 2016

Accepted: 16. 3. 2017

IZVLEČEK

Transformacija med mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom ITRFXX (angl. International Terrestrial Reference Frame), realiziranim za lokalne in regionalne geodetske mreže, ter geodetskim datumom ED50 (angl. European Datum 1950) se v praksi izvajata z več transformacijskimi modeli. Včasih modeli, ki se uporabljajo v praksi, niso primerni za nekatere transformacije in lahko občutno zmanjšujejo točnost transformiranih koordinat točk. V študiji smo najprej obravnavali polinomske transformacije s splošnimi enačbami in izraženo s kompleksnimi števili kot alternativno rešitev za dobro poznane transformacijske modele za modeliranje distorzij. Dodatno smo obravnavali transformacijske modele, ki temeljijo na radialnih baznih aktivacijskih funkcijah in predstavljajo sodoben pristop k ocenjevanju funkcij z več spremenljivkami. Transformacijski problem je prikazan na dveh numeričnih študijskih primerih, ki so stvarni podatki iz dveh regij v Turčiji.

KLJUČNE BESEDE

transformacija koordinat, ED50, ITRF, splošna polinomska transformacija, transformacija s kompleksnimi števili, radialne bazne aktivacijske funkcije

ABSTRACT

The transformations between ITRFXX (International Terrestrial Reference Frame) established for local and regional geodetic networks and ED50 (European Datum 1950) are routinely implemented in practice via several transformation models. In some specific cases, these models, which are widely used in practice, may be insufficient to solve the transformation problem, and thus this causes a significant loss of accuracy for the transformed points coordinates. In this study, firstly the polynomial transformations with general equations (GP) and complex numbers (CNP) were examined as alternative to well-known transformation models for modelling the distortions. In addition, transformation models based on radial basis functions (RBFs), a modern method for estimating multivariable functions, have been examined. The transformation problem has been addressed in two numerical case studies, with real data located in different regions of Turkey.

KEY WORDS

coordinate transformation, ED50, ITRF, general polynomial transformation, transformation with complex numbers, radial basis functions

1 INTRODUCTION

With the development of the GNSS technology, the need for a globally valid terrestrial reference frame has become inevitable. A terrestrial reference frame provides a set of coordinates of some points located on the Earth's surface. This is an extremely important component in terms of geodetic studies that require high accuracy. The International Terrestrial Reference System (ITRS) is a world spatial reference system co-rotating with the Earth in its diurnal motion in space. The International Earth Rotation Service (IERS), in charge of providing global references to the astronomical, geodetic and geophysical communities, supervises the realization of the ITRS. Realizations of the ITRS are produced by the IERS ITRS Product Center (ITRS-PC) under the name International Terrestrial Reference Frames (ITRF) (URL-1). Similarly, European Terrestrial Reference System (ETRS89) is defined coincident with the ITRS at the epoch 1989.0 for Europe and moving with the stable part of the Eurasian Plate (Adam et al., 2000). Another reference system based on the ITRS or other geodetic coordinate reference systems compliant with the ITRS is required in the areas that are outside the geographical scope of the ETRS89 (URL-2).

On the other hand, ED50 (European Datum 1950) is a geodetic datum, which was defined after the World War II for the international connection of geodetic networks based on the international Hayford ellipsoid. This was an early attempt to model the whole Earth and was widely used around the world until the 1980s when GRS80 and ITRF were established. Thus, during this period, countries defined their national geodetic networks based on this system and continued their geodetic activities. Spatial information generated in those systems needs to be transformed nowadays with appropriate coordinate transformation models so that they can be adapted to the newly defined coordinate reference systems.

Due to the several reasons, such as survey techniques applied for the establishment of the traditional classical geodetic networks, parameters omitted on computations and differences in ellipsoidal size between ED50 and ITRFXX have caused geometrical problems in transformation. Additionally, geophysical phenomena such as tectonic movements, earthquakes, brought geophysical problems, which have been merged with the geometric problems. Here, a complex problem on transformation, known as distortion modelling, has been raised. In such a case, obtaining transformation parameters by well-known transformation models between distorted coordinates of the old national network and undistorted GNSS networks is not a very easy process at the desired level of accuracy, as noted by several authors (IGNA, 1999; Tokhey, 2000; Ayan et al., 2001; Kutoğlu et al., 2001; Soycan, 2005; Ayan et al., 2006; Soycan and Soycan, 2008; Soycan and Soycan, 2014). Alternative transformation models (multi-variational approach) mentioned in this study are generally used for distortion modelling, which occurs when the homogeneities of scaling and direction are missing between two coordinate systems. The two-dimensional coordinate offsets between two coordinate systems are modelled by representing the common point's positions with an appropriate function for multi-variational approach (Calvert, 1995; Fogel and Tinney, 1996; NIMA, 1997; Tokhey, 2000; Greaves and Cruddace, 2001; Greaves and Cruddace, 2002; Soycan, 2005; Mitas and Mitasova, 2005).

2 A BRIEF OVERVIEW OF TRANSFORMATION MODELS

The relationship between geodetic coordinate systems is theoretically provided by 2 or 3 dimensional well-known transformation models. Generally, the accuracies of ED50 coordinates determined in old

networks are lower than GNSS-based new networks due to some restrictions of the surveys with terrestrial classical techniques. However, because of systematic and non-systematic bias and physical factors resulting in measurement and calculation errors, geodetic networks may be distorted. This is especially the case in the transformations around the fault lines, where the point locations change due to the tectonic movements. Although the position change is usually in the form of translation, it also causes a scale change on the edges of the fault. The difference between the flattening of the reference ellipsoids of ED50 and ITRFXX also causes a change in the scale depending on the latitude value. In single scale models, different scale effects are ignored. In such a case, these well-known and frequently used transformation models may not be sufficient. A different model should be chosen to solve this problem.

Several transformation models can be implemented to transform coordinates from one system to the target system. The transformation from ED50 to ITRFXX can be achieved by the approaches such as (OGP, 2006):

- 3D transformations with geocentric (X, Y, Z) coordinate (geocentric translations, Helmert 7-parameter, Molodensky-Badekas etc.),
- 2D transformations with projected (north, east) coordinates (similarity, affine, polynomial etc.),
- 2D or 3D transformation with ellipsoidal geographical (φ, λ, h) coordinates (Abridged Molodensky, geographic offsets modelling with interpolation methods etc.).

In practice, to carry out a 3D transformation, cartesian coordinates (X, Y, Z) of common points need to be known in both systems. It is possible to easily reach cartesian or geographical coordinates (φ, λ, h) of points as the results of the GNSS data processing. On the other hand, the calculations of ED50 networks have been done separately as horizontal and vertical networks densification approaches ordinarily. The ellipsoidal heights (h) of points within the ED50 are generally unknown and are obtained as the sum of the orthometric height (H) and the geoid height (N). In a 3D transformation model with incorrect knowledge of ellipsoidal height data, transformation coefficients are affected from incorrect ellipsoidal height data (Soycan, 2008). Hence, the ellipsoidal heights of the common points are ignored due to the reasons such as determining the cartesian coordinates (X, Y, Z) of common points in ED50 (Vaníček and Steeves, 1996). Two-dimensional transformation approaches with geographic offsets, which provide more effective solutions for modelling the distortions, may be considered.

General formulas used commonly in each model to be explained in subsections are mentioned in (1) for development of a two-dimensional transformation model with ellipsoidal geographical coordinates between two systems by using geographic offsets.

$$\Delta\varphi = (\varphi_E - \varphi_P) \cdot m; \Delta\lambda = (\lambda_E - \lambda_P) \cdot m; u = \varphi - \varphi_0; v = \lambda - \lambda_0 \quad (1)$$

Where, φ_E, λ_E and φ_P, λ_P are the geodetic coordinates of the common points in the source (ED50) and target (ITRFXX) dataset, respectively. m is the scale that is applied to the coordinate differences for reducing them into a numerical range and enables to implement into the polynomial formulae without introducing numerical precision errors (OGP, 2006).

2.1 Polynomial transformations

Polynomial transformation, also known as a multivariate regression in practice, is frequently preferred in ter-

ms of practicability, ease of calculation and applicability. In general, polynomials can be either orthogonal or non-orthogonal. They provide satisfactory solutions for 2nd and 3rd order polynomials. The least squares fitting method is used to calculate the transformation coefficients from common points. Depending upon the degree of the distortion, complex polynomial equations may be required. However, for higher order polynomial solutions, more common points are needed. Moreover, there will be geometrical problems at the border of the study area, where the point density is not sufficient. The potential problem is numerical instability for polynomial transformation. In the case of using projected coordinates, scaling is also needed. Thus, the polynomial function may be defined as given below in terms of geographic offset ($\Delta\varphi$ and $\Delta\lambda$). The general polynomial (GP) equations of $\Delta\varphi$ and $\Delta\lambda$ given in (2) and (3) can be written with a_i and b_i coefficients as following:

$$F(u, v) = \Delta\lambda = b_0 + b_1u_1 + b_2v_1 + b_3u_1v_1 + b_4u_1^2 + b_5v_1^2 + \dots \tag{2}$$

$$G(u, v) = \Delta\varphi = a_0 + a_1u_1 + a_2v_1 + a_3u_1v_1 + a_4u_1^2 + a_5v_1^2 + \dots \tag{3}$$

The matrix system of observation equations can be defined as;

$$\underline{L} = \underline{A} \underline{X} - \underline{e} = \begin{bmatrix} \Delta_{\lambda 1} & \Delta_{\varphi 1} \\ \Delta_{\lambda 2} & \Delta_{\varphi 2} \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \Delta_{\lambda n} & \Delta_{\varphi n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & u_1 & v_1 & u_1v_1 & u_1^2 & v_1^2 & \dots \\ 1 & u_2 & v_2 & u_2v_2 & u_2^2 & v_2^2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & u_n & v_n & u_nv_n & u_n^2 & v_n^2 & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 & b_0 \\ a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \\ \dots & \dots \\ a_n & b_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} e_{\lambda 1} & e_{\varphi 1} \\ e_{\lambda 2} & e_{\varphi 2} \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ e_{\lambda n} & e_{\varphi n} \end{bmatrix} \tag{4}$$

As another option for transformation with GP, polynomial transformation with complex numbers (CNP), which can be found in literature may be implemented. The CNP, which is one of the methods that can be used as an alternative, gives quite appropriate results in practice. It is a method that comes to the forefront especially by estimating a fewer number of high-order polynomial coefficients meaningfully. The relationship between two coordinate systems is designed more regularly with a single polynomial function defined by complex numbers and the transformation coefficients can be estimated. Thus, it is ensured that the dependency between separately estimated polynomial coefficients for both axes in conventional polynomial transformation can be solved with fewer coefficients than conventional polynomial transformation with the same order polynomial by single equation. The transformation equation can be defined with $\Delta\varphi$ and $\Delta\lambda$ as given with c_i coefficients in (5) for complex numbers.

$$F(u, v) = (\Delta\lambda + i.\Delta\varphi) = (c_1 + i.c_2)(u + i.v) + (c_3 + i.c_4)(u + i.v)^2 + (c_5 + i.c_6)(u + i.v)^3 + \dots \tag{5}$$

The matrix system of observation equations can be defined as:

$$\underline{L} = \underline{A} \underline{X} - \underline{e} = \begin{bmatrix} \Delta_{\lambda 1} \\ \Delta_{\varphi 1} \\ \Delta_{\lambda 2} \\ \Delta_{\varphi 2} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \Delta_{\lambda n} \\ \Delta_{\varphi n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 & -v_1 & (u_1^2 - v_1^2) & -2u_1v_1 & (u_1^3 - 3u_1v_1^2 - v_1^3) & -(3u_1^2 - v_1^3) & \dots \\ v_1 & u_1 & 2u_1v_1 & (u_1^2 - v_1^2) & (3u_1^2 - v_1^3) & (u_1^3 - 3u_1v_1^2 - v_1^3) & \dots \\ u_2 & -v_2 & (u_2^2 - v_2^2) & -2u_2v_2 & (u_2^3 - 3u_2v_2^2 - v_2^3) & -(3u_2^2 - v_2^3) & \dots \\ v_2 & u_2 & 2u_2v_2 & (u_2^2 - v_2^2) & (3u_2^2 - v_2^3) & (u_2^3 - 3u_2v_2^2 - v_2^3) & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_n & -v_n & (u_n^2 - v_n^2) & -2u_nv_n & (u_n^3 - 3u_nv_n^2 - v_n^3) & -(3u_n^2 - v_n^3) & \dots \\ v_n & u_n & 2u_nv_n & (u_n^2 - v_n^2) & (3u_n^2 - v_n^3) & (u_n^3 - 3u_nv_n^2 - v_n^3) & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ c_{n-1} \\ c_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} e_{\lambda n} \\ e_{\varphi 1} \\ e_{\lambda n} \\ e_{\varphi 2} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ e_{\lambda n} \\ e_{\varphi n} \end{bmatrix} \tag{6}$$

Although the GP coefficients are reversible, the reversibility of the CNP is not possible. For this method, the transformation coefficients should be computed using the same formulation in reverse transformation (OGP, 2006; Zeng, 2014; Ruffhead, 2017).

2.2 Multi-variational approach (transformation with RBF)

The RBF is a modern estimation method used for estimation of multi-variation functions (Mitas and Mitasova, 2005), so called variational approach. The variational approach offers a wide range of possibilities to incorporate additional conditions such as value constraints, prescribed derivatives at the given or at arbitrary points, and integral constraints (Talmi and Gilat, 1977; Wahba, 1990; Fogel and Tinney, 1996; Schaback, 2007).

Estimation is achieved by using several types of functions depending on the distances between control points (common points in both systems). They are often used for solutions of the interpolation problems generated by the irregularly distributed dataset. Several functions may be defined as RBFs, which are scalar functions whose values are only dependent on the distance from the origin of the point where the function is calculated as below with the m_i and k_i coefficients. The surface spline as described by Goshtasby (1988) and Flusser (1992) is shown below for $\Delta\varphi = F(u, v)$ and $y = \Delta\lambda(u, v)$;

$$F(u, v) = \Delta\lambda = T(u, v) + \sum_{i=1}^n k_i \cdot R(r_i) = f_0 + f_1 u + f_2 v + \sum_{i=1}^n k_i Q_i \tag{7}$$

$$G(u, v) = \Delta\varphi = T(u, v) + \sum_{i=1}^n m_i \cdot R(r_i) = d_0 + d_1 u + d_2 v + \sum_{i=1}^n m_i Q_i \tag{8}$$

where r_i is the distance from the point to the i^{th} point, $T(r)$ is the trend function (a constant term or the first order polynomial can be used as depending on function type and constraints), $R(r; r_i)$ is RBF to use to determine the Q_i weighting coefficients. The interpolation function approaches to zero if the distance between the common point and the estimated point increases. As a result, the weights are getting higher if the points are close to the point to be estimated. Similarly, if the points are far away from the points to be estimated, the weights will be lower. In order to have square integrable second derivatives, the additional conditions of polynomial terms should be as follow. The following “equilibrium constraints” are imposed:

$$\sum_{i=1}^n k_i = \sum_{i=1}^n k_i \Delta\varphi_i = \sum_{i=1}^n k_i \Delta\lambda_i = 0 \text{ and } \sum_{i=1}^n m_i = \sum_{i=1}^n m_i \Delta\varphi_i = \sum_{i=1}^n m_i \Delta\lambda_i = 0 \tag{9}$$

The matrix system of observation equations can be defined as:

$$\underline{L} = \underline{A} \underline{X} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \Delta_{\lambda 1} & \Delta_{\varphi 1} \\ \Delta_{\lambda 2} & \Delta_{\varphi 2} \\ \dots & \dots \\ \Delta_{\lambda n} & \Delta_{\varphi n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & u_1 & u_2 & \dots & u_n \\ 0 & 0 & 0 & v_1 & v_2 & \dots & v_n \\ 1 & u_1 & v_1 & 0 & Q_{12} & \dots & Q_{1n} \\ 1 & u_2 & v_2 & Q_{21} & 0 & \dots & Q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & u_n & v_n & Q_{n1} & Q_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_0 & f_0 \\ d_1 & f_1 \\ d_2 & f_2 \\ m_1 & k_1 \\ m_2 & k_2 \\ \dots & \dots \\ m_n & k_n \end{bmatrix} \tag{10}$$

2.3 Quantitative measures for accuracy of the transformation models

The unknown coefficients of the models with their covariance information are simply determined according to the Least Squares Adjustment (LSA) principles, which are minimizing the sum of squares of the residuals e_p , as follow with the equal weights.

$$\underline{X} = (\underline{A}^T \underline{A})^{-1} (\underline{A}^T \underline{L}); \underline{e} = \underline{A} \underline{X} - \underline{L} \quad (11)$$

$$\sigma_0^2 = \frac{v^T v}{2q - r}; \sum \hat{x} \hat{x} = \hat{\sigma}_0^2 (A^T A)^{-1} \quad (12)$$

Here, \underline{L} is the observation vector, which consists of geographic offsets between two systems, \underline{X} is the estimated value of the unknown transformation coefficients vector, \underline{A} is the design matrix, \underline{e} is the residual vector.

\underline{X} includes transformation coefficients, namely $a_p, b_p, c_p, \dots, m_p, k_p$ corresponding to GP, CNP and RBFs, respectively. σ_0^2 is the variance of unit weight, $\Sigma \hat{x} \hat{x}$ is covariance matrix of \underline{X} vector, q is the number of common points, r is the unknown parameter number (number of transformation coefficients).

If the transformation coefficients are used to transform the common points, the transformed values will not match with their true values and there will be a difference called a residual. After the transformation coefficients with the least squares are derived, the residuals can be calculated by applying the transformation coefficients to all common points (11). The inverse of the residual is defined as error and represents the difference between the actual position values of the points and the values calculated by the transformation coefficients. The square root of the variance of unit weight (σ_0) computed from residuals is traditionally considered as the internal accuracy of the model and this is an important value for statistical tests (i.e. significance test for coefficients, outlier detection etc.) to be applied. Although σ_0 is a good assessment of the transformation's accuracy, it cannot be concluded that a lower values of σ_0 yields an accurate transformation. Some transformation models give residuals nearly zero or zero; because the transformation surface passes through the given common points, so these points have no residuals (i. e. in equation (10); number of equations is equal number of unknowns). This does not mean that the coordinates will be perfectly transformed without errors. The transformation may still contain significant errors.

Generally, cross validation statistic can be considered as a measure of the transformation error for assessing the quality of the models for this case. These are very important indicators to evaluate the appropriateness of the transformation models. Thus, to analyse the models statistically, "cross-validation" process could be applied to the common points. In this process, one of the common points is removed from the dataset, and the rest of the common points are used to estimate coefficients. With the help of coefficients calculated, the common point removed from the dataset is estimated. In the next stage, this point is added into the dataset again, and the same process is repeated to the other common points one by one. After applying this process to all common points, estimation errors (ε) can be obtained from the differences between estimated and actual values for latitude and longitude components. Besides, cross validation results are considered as an important indicator to identify the outlier detection and provide information on the spatial distribution of the data as well.

Consistency with the transformation model, each common point can be interpreted by the estimation error magnitudes and the several statistical measures can be derived from them. In this sense, statistical information such as; mean error (ME), root mean square (RMS) error, standard error (SE), standard deviation (STD), median absolute deviation (MAD) etc. can be used for understanding the model quality. Among the statistical measures, the most significant value, which gives an idea about the accuracies of the transformation models, is the RMS of estimation error. The RMS is calculated by summing the mean squares of the errors for latitude and longitude components (13a–13b). Then, the total RMS can be calculated by (13c). RMS indicates how closely model estimates the measured values. The smaller this error, the better estimation could be performed.

$$RMS_{\varphi} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_{\varphi})^2 / n} \quad (13.a)$$

$$RMS_{\lambda} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_{\lambda})^2 / n} \quad (13.b)$$

$$RMS_{Total} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_{\varphi})^2 + (\varepsilon_{\lambda})^2 / n} \quad (13.c)$$

With cross-validation, the following results are expected;

- the average of errors close to zero;
- a small RMS error for prediction;
- a standardized mean prediction error near zero;
- an average standard error similar to the RMS.

However, RMSE values obtained by cross validation are larger than σ_0 values obtained by the residuals of least squares solutions. One can achieve more representative results due to the fact that the error values at each point are calculated out of the data set every time, which better represents the real situation.

3 A CASE STUDY FOR ED50-ITRFXX TRANSFORMATION IN TURKEY

Turkey is the country affected by several different faults such as the Black Sea plate, Eurasian plate, Aegean plate, African plate, Arabian plate, and Anatolian plate (Figure 1). Due to this structure, almost 92% of the country area is under the risk of earthquake. Most of the micro geodetic networks have been established for monitoring geodynamic activities on the North Anatolian fault (NAF) (Milev et al., 2010). In Turkey, which is located in the zone of convergence between the Africa, Arabia, and Eurasia plates (McKenzie, 1976), points coordinates have been shifted with time due to deformations and seismicity occurred by tectonics.

Turkish National Fundamental GPS Network (TUTGA) has been established between 1997 and 1999 and some of the stations have been resurveyed due to the earthquakes, which happened in 1999 (Reilinger et al., 2000; Bürgmann et al., 2002). The total number of stations is 596, each station with known 3D coordinates and their associated velocities have been computed. Turkish National Reference Frame is called TUREF, which was derived from ITRF96 depending on Turkish National Fundamental GPS Network (TUTGA-99A, 2002). TUREF was defined to supply a reference frame, which might be independent of future versions of ITRS. In this context, the new reference frame to be defined for maintaining applications of geodetic infrastructures of Turkey and large scale mapping facilities coordinately,

should be coincident with ITRF96. Accordingly, TUREF was defined as to coincide with ITRF96 at the epoch 2005.0 due to the reasons that both arise from geodynamic properties of Turkey and constraints related with geodetic infrastructure/coordinate reference system conducted for a long time for geodetic tasks (Aktuğ et al., 2010; Aktuğ et al., 2011).

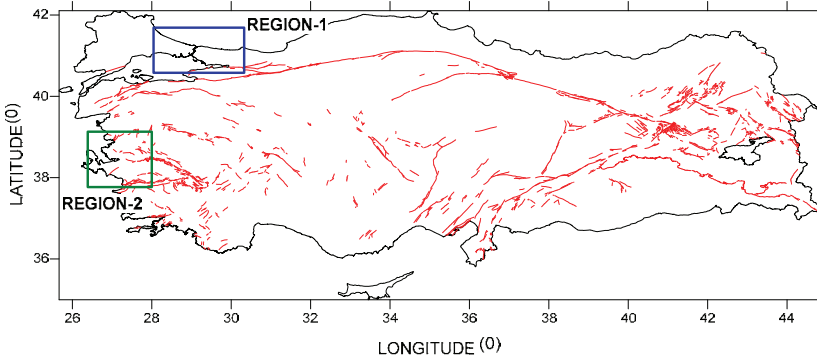


Figure 1: Active fault lines and locations of both study regions.

The nation-wide studies should be done for adaptation of ETRS89, which is routinely used in several European countries. Thus, transformation parameters between TUREF and ETRS89 were calculated (URL-3) and several studies have been conducted to improve the reference frame. Moreover, strategy for updating the reference epoch is still being studied.

3.1 Test data and test regions

The experimental study was performed using two datasets. The first data was selected from the project of Istanbul GPS Network updated 2005–2006 surveys and the second data was selected from the project of Izmir geodetic infrastructure for the production of 1/5000 scaled digital photogrammetric maps and orthophotos (Alkış et al, 2011).

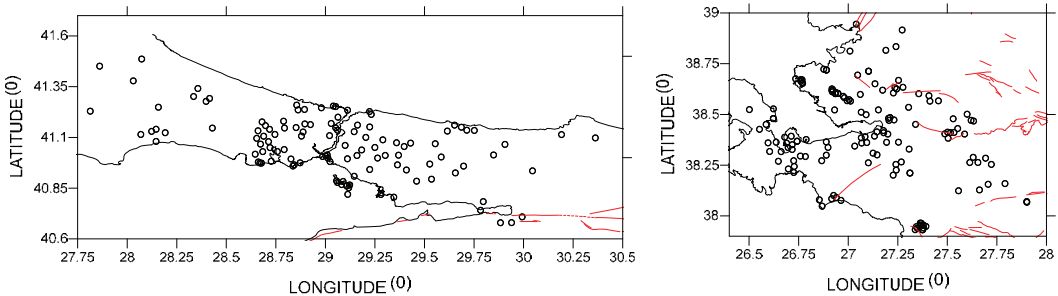


Figure 2: Study regions and common points used in transformation.

Figure 1 represents active fault lines with directions as indicated with red lines. To review the transformation models applied in this study, the study regions were selected depending on fault lines. Here, Figure 2 shows the study regions located in İstanbul (Region-1, Figure 2 left) and in İzmir (Region-2, Figure 2 right).

Region-1 involves 115 common points with known coordinates. Geodetic coordinates of the common points to be used for transformation are in both national coordinate system ED50 and ITRF96 datum, epoch 2005. The region covers approximately 30 km × 90 km, which is located at latitudes between 40.68°, and 41.49° and longitudes between 27.81° and 30.36° in ITRF96 datum. The geographic offsets from ED50 to ITRF96 in the area of interest vary approximately from 3.42 second (~106 m) to 3.51 second (~108 m) in latitude direction and from 1.69 second (~44 m) to 1.43 second (~52 m) in longitude direction, respectively. For Region1, as the relation between ED50 and ITRF96 latitudes and longitudes differences of common points and latitudes-longitudes values of points was examined, it has been observed that there are high correlations with correlation values 0.9771 and 0.9824, between latitude differences to latitude values and longitude differences to longitude values, respectively. Furthermore, it has been shown that there are important correlations with correlation values 0.5620 and 0.5166, between latitude differences to longitude values and longitude differences to latitude values, respectively.

Region-2 involves 208 common points with known coordinates and 145 of them were used in this study. Geodetic coordinates of common points to be used for transformation are in national coordinate system ED50 and ITRF2005 datum, epoch 2005. The region covers approximately 115 km × 112 km, which is located at latitudes between 37.87° and 38.91°, and longitudes between 26.47° and 27.76° in ITRF2005 datum. The geographic offsets from ED50 to ITRF96 on the area of interest vary approximately from 3.72 second (~115 m) to 3.82 second (~118 m) in latitude direction and from 1.60 second (~49 m) to 1.76 second (~55 m) in longitude direction, respectively. For Region-2, considering the relationship between ED50 and ITRF96 latitudes and longitudes differences of common points and individually latitudes-longitudes values of points, it has been observed that there are high correlations with correlation values 0.9537 and 0.9630, between latitude differences to latitude values and longitude differences to longitude values, respectively. The correlation between latitude differences to longitude is 0.4509, which is quite important. However, the correlation between longitude differences to latitude is 0.0592, which is weak.

In this study, the differences of latitudes and longitudes (offsets) have been multiplied by an appropriate scale factor, and then the observation vector is obtained. On the other hand, if the normalized coordinates of u and v are too large (30°–40°) or too small (1°–2°), this will cause condition defects on coefficients of normal equations and thus the accuracy of estimation will be affected. For this purposes, u and v are obtained by shifting the latitude and longitude to the center of gravity of transformation area.

Data used in the study (common points with known coordinates) can be understood better, when considering the following items coordinate transformation problems:

- Although ITRF coordinates are defined by XYZ cartesian coordinates, ED50 coordinates are based on the Turkish National Horizontal Control network and expressed in the projection system.
- The accuracy of ITRF coordinates of the common points are 2–3 cm in the latitude and longitude, 3–5 cm in the vertical direction. Although there is no clear data on the accuracy of ED50 coordinates, it can be said that it is less accurate than ITRF coordinates.
- According to the velocity field defined in TUTGA, the velocity vectors of the points in the test regions vary from 0.5 cm/year to 3 cm/year.
- For transformation, the coordinates of the two systems are compiled from different public insti-

tutions. ED50 and ITRFXX coordinates of the common points have been generated for different projects and studies. Coordinates of common points in ED50 were calculated based on classical terrestrial observations and some of them contain different types of systematic errors.

- The vast majority of the points in question have only horizontal coordinates. On the other hand, the heights of significant sections of the upper grade points of the Horizontal Control Network are determined by the trigonometric method. Even if the heights are determined by the geometric levelling, the accuracy of ellipsoidal height is less accurate than the latitude and longitude components due to the accuracy of geoid heights in ED50.
- Since corrections and reductions for geoid, plumb line etc. had not been applied to the measurements of the old classical network defined in ED50, there are systematic effects on the points used in the datum definition. Beside position changes depending on regional and local deformations and earthquakes and crustal movements, these factors significantly distorted the old classical network.

When considering these factors, the transformation between two systems using routinely applied transformation models is difficult.

3.2 Evaluation of the examined transformation models

In the study, initially, transformation problems have been solved by the two-dimensional similarity transformation model. When the standard deviations of the transformation parameters and residuals of observations are analysed, it is seen that the model has not achieved the expected accuracy. Residuals applied to the common points after transformation have not reached acceptable tolerance value for the first dataset through two directions and for the second dataset, especially through longitude direction. It is clear that points (except for center points) have big residuals and behave as outliers.

The first model considered is the Affine parametric transformation. In general, Affine transformation is done geometrically, which includes six transformation parameters; two translations, two rotation components and two scale factors. Moreover, Affine transformation can also be provided by parametric transformation, whose coefficients are computed by 1st order polynomial function. Here, parametric transformation has been implemented. Affine transformation has not provided any significant improvements as to initially implemented transformation models on results. The results are:

- For Region-1, the total RMS and σ_o estimated from Affine transformation are 0.334 m and 0.175 m, respectively. The estimation errors for latitudes of points (ε_ϕ) range from -0.214 m to 0.436 m and the standard deviation is approximately 0.102 m. The ε_ϕ for 14 of 115 common points (12 %) have exceeded 14 cm, which is the tolerable limit regulated by Turkish Large Scale Map and Map Information Production (Deniz et al., 2008). The estimation errors for longitudes of points (ε_λ) range from -0.515 m to 0.998 m; and the standard deviation is 0.318 m. The ε_λ for 79 of 115 common points (69 %) have exceeded 14 cm (see Figure 3).
- For Region-2, the total RMS and σ_o estimated from Affine transformation are 0.258 m and 0.124 m, respectively. The ε_ϕ range from -0.422 m to 0.424 m, and the standard deviation is approximately 0.175 m. The ε_ϕ for 67 of 145 common points (46 %) have exceeded 14 cm. The ε_λ range from -0.347 m to 0.857 m; and the standard deviation is 0.189 m. The ε_λ for 51 of 145 common points (35 %) have been exceeding 14 cm (see Figure 3).

According to Figure 3, in Region-1, the estimation errors are greater in the east and south-east directions. In Region-2, this situation is observed in the south-east and north-west directions. According to the results, it is clear that distortion effects cannot be removed by Affine transformation either. In the case of insisting on a solution with these methods, most of the common points will be determined as outliers and should be removed from the dataset. Then the validation of transformation coefficients will decrease or unwanted situations will be raised, such as determining a point as an outlier, which creates geometrical problem if removed from transformation.

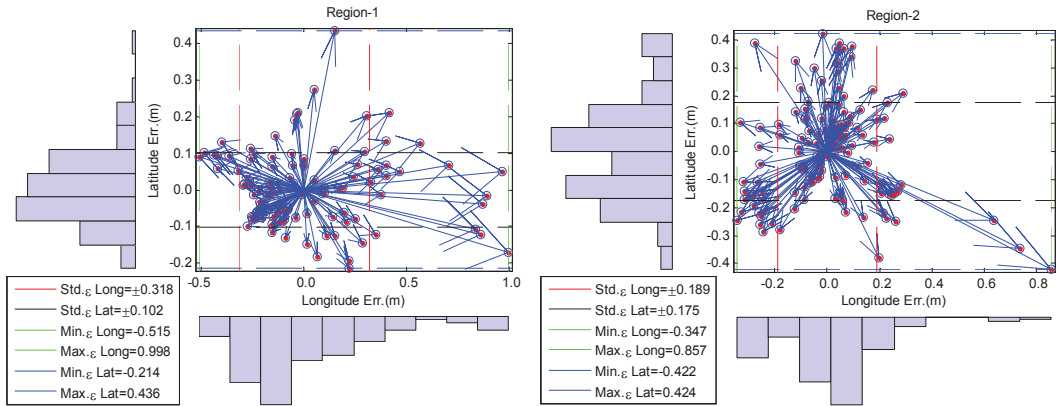


Figure 3: Scattered histograms for estimation errors for the Affine transformation.

Due to the problems on transformation with the Affine parametric model, the GP and CNP have been implemented to reduce the estimation errors. Here, the second model used is the 3rd order GP function and the third model is the 3rd order CNP. In both of GP and CNP, from 2nd to 6th order polynomials were implemented and the significance tests for transformation coefficients was applied. However, no significant changes in transformation coefficients for higher orders than 3rd order functions have been obtained. Therefore, 3rd order polynomial functions are used in both methods.

The most limitation factors for CNP can be listed as scaling the differences of latitudes and longitudes at the model and possible condition defects on the coefficients at normal equations. Evaluations on 3rd order GP transformation method may be summarized as follows:

- For Region-1, the total RMS and σ_0 obtained after polynomial transformation are 0.152 m and 0.105 m, respectively. The ϵ_φ range from -0.191 m to 0.226 m, and the standard deviation is approximately 0.080 m. The ϵ_λ range from -0.480 m to 0.433 m and the standard deviation is 0.129 m (see Figure 4). The number of common points exceeded 14 cm for ϵ_φ is 13 (11 %); the number of common points exceeded 14 cm for ϵ_λ is 22 (19 %).
- For Region-2, the total RMS and σ_0 obtained after polynomial transformation are 0.150 m and 0.091 m, respectively. The ϵ_φ range from -0.222 m to 0.252 m and the standard deviation is approximately 0.090 m. The ϵ_λ range from -0.364 m to 0.449 m and the standard deviation is 0.120 m (see Figure 4). The number of common points exceeded 14 cm for ϵ_φ is 22 (15 %); the number of common points exceeded 14 cm for ϵ_λ is 30 (21 %).

In Region-1 according to Figure 4, the estimation errors are greater in south-east and south-west directions. In Region-2, this situation is seen in south-east, north-east and west directions. As a clear statement provided from these results, distortion effect has been decreased significantly by 3rd order polynomial transformation when comparing with the Affine results (note that the axis scales are different in figures). According to the comparison for Region-1 and Region-2, the improvement in the standard deviations of ε_φ and ε_λ are 22% and 51%; 49% and 37%, respectively.

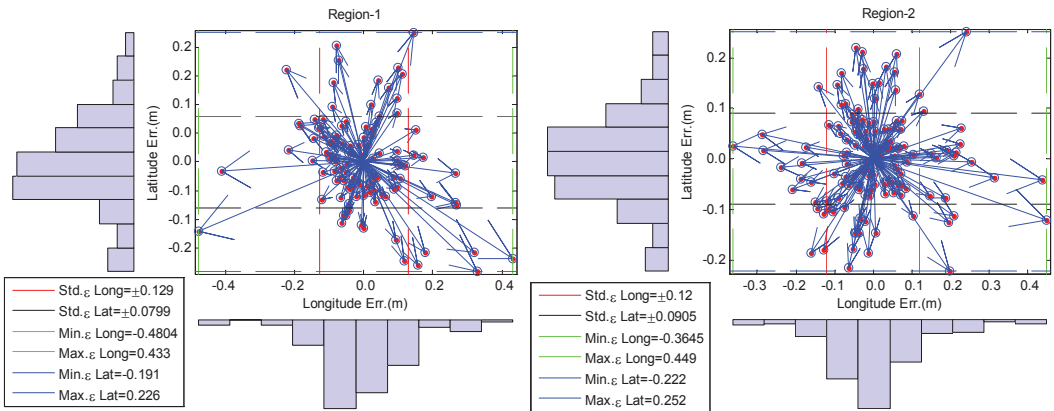


Figure 4: Scattered histograms for estimation errors for the 3rd order GP transformation.

On the other hand, transformation can be achieved easily with 6 coefficients calculated from 3rd order CNP. The results can be summarized as below:

- For Region-1, the total RMS and σ_θ are 0.162 m and 0.114 m, respectively. The ε_φ range from -0.202 m to 0.208 m and the standard deviation is 0.079 m. The ε_λ range from -0.431 m to 0.363 m; and the standard deviation is 0.142 m (see Figure 5). The number of common points exceeded 14 cm for ε_φ is 11 (10 %); the number of common points exceeded 14 cm for ε_λ is 30 (26 %).
- For Region-2, the total RMS and σ_θ are 0.173 m and 0.107 m, respectively. The ε_φ range from -0.263 m to 0.243 m and the standard deviation is 0.102 m. The ε_λ range from -0.355 m to 0.587 m, and the standard deviation is 0.140 m (see Figure 5). The number of common points exceeded 14 cm for ε_φ is 25 (17 %); the number of common points exceeded 14 cm for ε_λ is 33 (23 %).

When the results of CNP are considered, it can be exposed that this method gives more appropriate results than similarity, Affine and low-order GP transformation models. Residuals for coordinates of common points and standard deviation of unit weight obtained are lower than results of similarity and Affine transformation models, and very close to 3rd order GP transformation. Comparing the results with Affine for Region-1 and Region-2, the improvement in standard deviations for ε_φ and ε_λ are 23% and 55%; 42% and 26%, respectively.

As concluded from the above outcomes, transformation data sets still tend to lack of homogeneity of scale factor and exhibit local variations that are geographic offsets.

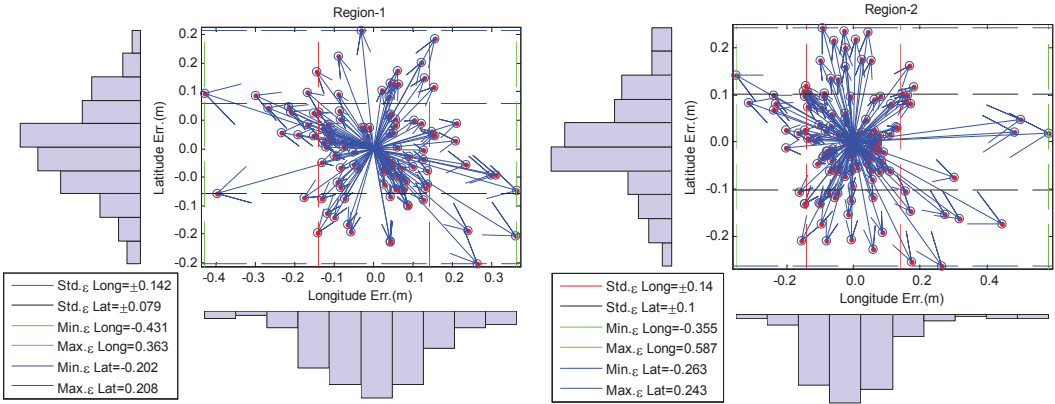


Figure 5: Scattered histograms for estimation errors for the CNP transformation.

In the final approach, we evaluate the RBFs and compare the transformation on the basis of three different basic functions. In this section, the multiquadric method (MQ), which is considered to be the easiest and originally developed version of RBF (Hardy, 1990), is used first. Besides, it has been evaluated with exponential (ES) and regularized spline (RS) functions. The basic idea is to choose a radially symmetric function and their additional parameters with optimized parameters by cross-validation. Thus, our main goal is to show how useful these models are in applications, in particular for modelling the locally variated significant estimation errors. The basis function can be defined for MQ, ES and RS models as given below:

$$R(r) = \sqrt{r^2 + p^2} \tag{14}$$

$$R(r) = e^{-\sqrt{r^2 + p^2}} \tag{15}$$

$$R(r) = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{r^2}{4} \left(\ln\left(\frac{r}{2\tau}\right) + c - 1 \right) + \tau^2 \left(K_0\left(\frac{r}{\tau}\right) + c + \ln\left(\frac{r}{2\pi}\right) \right) \right) \tag{16}$$

Where, τ^2 is the weight parameter, K_0 is the modified Bessel function and $c = 0.577215$ is the Euler constant for RS model. p^2 is the shaping factor specified by the user for MQs and ES model.

Although the RBF procedure given in Section 2.2 provides a straightforward way to obtain smooth and precise interpolations, it can be said that the choice of basic functions is arbitrary. In fact, the basic functions define the best set of weights to be applied to data points as it adds a point to the model. The problem is relatively simple, but it can only be solved with very sophisticated mathematical methods as to other transformation models. In general, the solvability of such a system is a serious question. This problem is solved by the generalized RBFs by the developing computing technologies and computer facilities. As with many software programs developed for this purpose, the problem can also be programming on different platforms. The results of the RBF transformation model:

- For Region-1, the total RMSs for ES, MQ and RS functions are 0.094 m, 0.079 m, 0.087 m,

respectively. The ε_φ range from -0.157 m to 0.248 m and the standard deviations of ε_φ range from 0.043 m to 0.053 m. The ε_λ range from -0.381 m to 0.382 m the standard deviations of ε_λ range from 0.066 m to 0.078 m (see Figures 6–8).

- For Region-1, the total RMSs for ES, MQ and RS functions are 0.093 m, 0.097 m and 0.096 m, respectively. The ε_φ range from -0.186 m to 0.182 m and the standard deviations of ε_φ range from 0.064 m to 0.068 m. The ε_λ range from -0.164 m to 0.241 m the standard deviations of ε_λ range from 0.068 m to 0.072 m (see Figures 6–8).

In Figure 6–8, scattered pattern of estimation errors are still valid for solutions of RBFs. However, comparing with the other methods, they are very low. In Region-1, although the estimation errors are mostly centred, there are still scattered estimation errors. Similarly, in Region-2, the values are smaller than the other methods but not centred compared with Region-1. Here, distortion effect is decreased significantly and the standard deviations are improved. When comparing with CNP, improvement in standard deviations of ε_φ and ε_λ for ES, MQ and RS are 33% and 45%; 46% and 54%; 37% and 50% for Region-1 and Region-2, respectively.

As the result of the RBF solutions, there is no significant difference between the different types of basic functions, on the other hand there seems to be a striking difference between RBF and the previous three transformation methods.

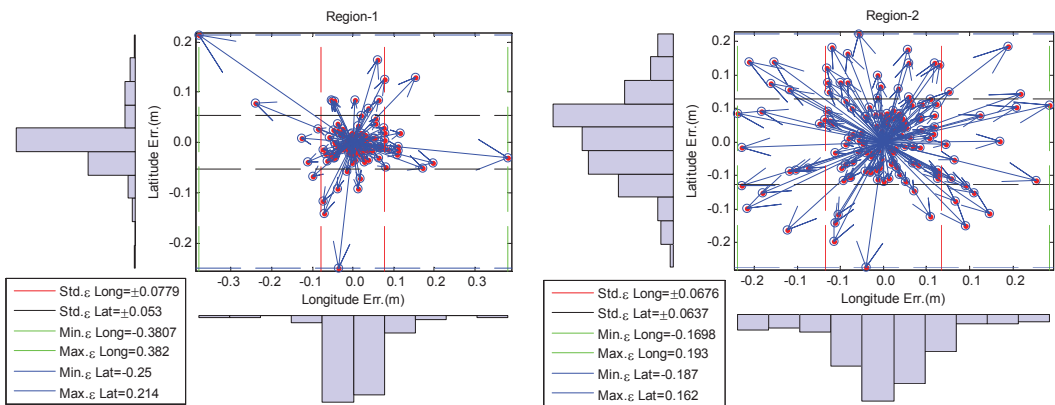


Figure 6: Scattered histograms for estimation errors for the ES transformation.

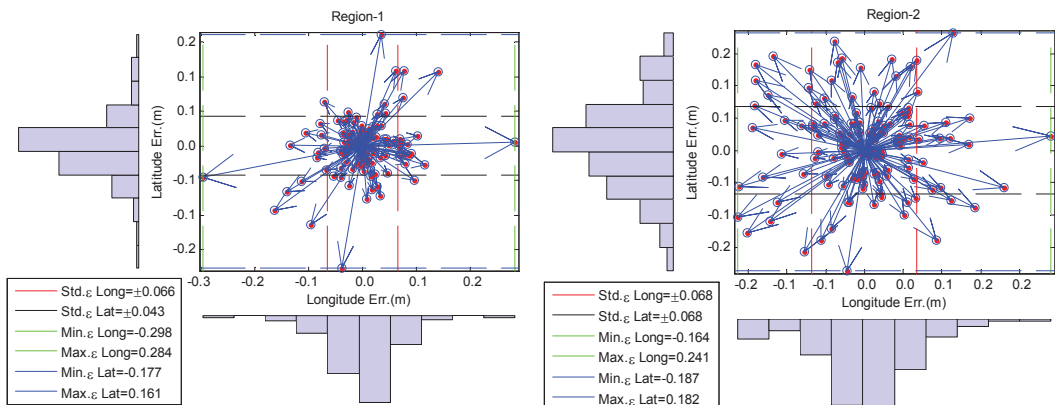


Figure 7: Scattered histograms for estimation errors for the MQ transformation.

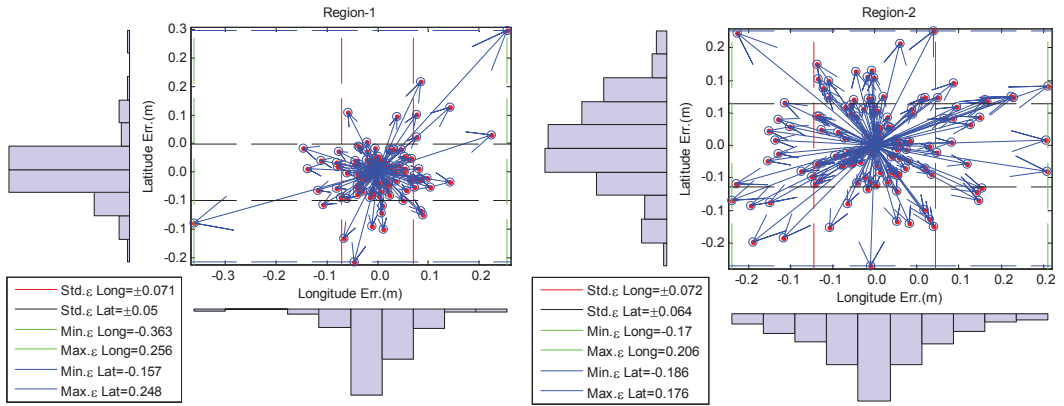


Figure 8: Scattered histograms for estimation errors for the RS transformation.

4 CONCLUSION

The Figure 9 is illustrating the Root Mean Square Errors for each transformation model used in this study for latitudes and longitudes.

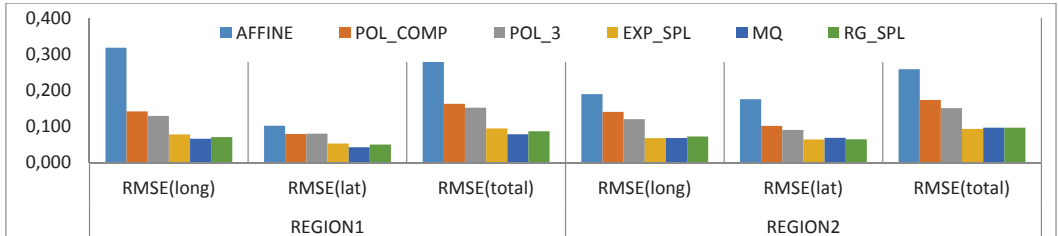


Figure 9: Root Mean Square Errors for each transformation model used in the study.

For the Region-1, the accuracies of the models, namely Affine transformation, CNP, 3rd order GP, ES, MQ and RS function were determined as 0.334 m, 0.162 m, 0.152 m, 0.094 m, 0.079 m and 0.087 m, respectively.

For the Region-2, the accuracies of the models namely Affine transformation, CNP, 3rd order GP, ES, MQ and RS function were determined as 0.258 m, 0.173 m, 0.150 m, 0.093, 0.096 m and 0.096 m, respectively.

We can conclude from the results of the study:

- GP transformation generates satisfactory solutions in terms of some factors such as being practical, useful and easy modelling structure. The higher the transformation order, the more complex the distortion that can be corrected. However, high order polynomials may behave differently if the densities of common points are low. Therefore, it may cause undesired strain or it can tighten at the edges of the transformation area. In this view, the GP transformation is more effective if distortions are small and have a low frequency. The transformation, since modelling high frequently distortions with polynomial expansion is more complex, does not provide satisfactory

solutions. Then, the lower order polynomials tend to give a random type error, while the higher order polynomials tend to give an extrapolation error.

- The CNP generates solution with fewer coefficients than GP transformation. Therefore, this method may be chosen if the number of common points is insufficient. Here, it is not necessary to consider the differences of latitudes and longitudes separately like the other methods because transformation can be achieved with one equation. During the modelling process, due to the differences in coordinates between 4th, 5th or higher order functions in coefficient matrix, condition defects have occurred on coefficients in normal equations.
- Due to the use of a function depending on the distances between common points when modelling the differences of latitude and longitudes, RBF, which is highly effective and available for all data types and eliminates systematic errors, the method can be used even for modelling of high-frequency distortion.
- In this study, although transformation with RBF achieves the most proper results for both dataset, the solution process is complex and tough. Direct use of transformation coefficient estimated is not as easy as the other methods. However, the geographic offsets can be stored in grid data format and can be used easily in this form.
- In such a case, where the distortion is very low or does not exist, the RBF model causes meaningless strains and does not enhance the transformation accuracy, even disturbs it.
- Therefore, it is not always easy to create RBFs that guarantee good stability and small errors at all times and in all conditions. Besides, it is not guaranteed that the points far away from the control points and outside the transformation area are correct.
- RBF may not provide appropriate results when big geographic offsets occur in short distances and/or if the sample data contains outliers. In this regard, the outliers must be removed from the data set by appropriate methods before processing the data. Actually, this is the common problem for all transformation models. All of them work better when the common points are correct and they are required to be isolated from outliers. The more accurately model can be achieved by using more common points with equal quality for each model.
- The size of the transformation area is also important according to the accuracy of the results to be obtained. In case of extending the size of transformation area the probability of global solution is limited for all methods. A global transformation simply means that all the common points are used to derive a single mathematical model. By implementing transformation models locally (local methods use subsets of the data) they generate more effective solutions than global approach in this case.

Literature and references:

- Adam, J., Reuther, C.-D., Grasso, M., Torelli, L. (2000). Active fault kinematics and crustal stresses along the Ionian margin of the southeastern Sicily. *Tectonophysics*, 326 (3–4), 217–239.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1951\(00\)00141-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1951(00)00141-4)
- Aktuğ, B., Kılıçoğlu, A., Lenk, O. (2010). INSPIRE Direktifi Kapsamında Avrupa Yersel Referans Sistemi (ETRS-89) ve Türkiye Ulusal Referans Çerçevesinin İncelenmesi, *Harita Dergisi*, 143, 1-12.
- Aktuğ, B., Seymen, S., Kurt, M., Parmaksız, E., Lenk, O., Sezer, S., Özdemir, S. (2011). ED-50 (European Datum-1950) İle TUREF (Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi) Arasında Datum Dönüşümü, *Harita Dergisi*, 146, 8-17.
- Alkis, A. (Project Manager) et al. (2011). İzmir Büyükşehir Belediyesi Sayısal Fotogrametrik Harita- Ortofoto ve Jeodezik Altyapı Projesi- Teknik Rapor (Technical Report), Yıldız Teknik Üniversitesi. (In Turkish).
- Ayan, T., Özlüdemir, T., Akyılmaz, O., Arslan, E., Denli, H. H. (2001). Geodetic Network Densification in Istanbul-IGNA. 4th Turkish-German Joint Geodetic Days, Berlin. Vol. II, pp. 515–520.

- Ayan, T., Deniz, R., Ersoy, A., Çelik, R. N., Denli, H., Akylmaz, O., Özşamlı, C., Özlüdemir, M. T., Erol, S., Erol, B., Acar, M., Mercan, H., Tekdal, H. (2006). İstanbul GPS Nirengi Ağı (İGNA) 2005–2006 Yenileme Ölçü ve Değerlendirmesi. Teknik Rapor, Cilt. 2. 2006. ISBN: 978-975-561-301-7.
- Bürgmann, R., Ayhan M.E., Fielding, E.J., Wright, T.J., McClusky, S., Aktug, B., Demir, C., Lenk, O., Turkezer, A. (2002). Deformation during the 12 November 1999, Düzce, Turkey Earthquake, from GPS and InSAR data, Bull. Seismol. Soc. Am., 92, 161-171.
- Calvert, C. (1995). Ordnance Survey Policy and Procedures for WGS84 to National Grid (OSGB36 Datum) Transformations. Proc. RIN 95, Personal Navigation, London: Royal Institute of Navigation.
- Flusser, J. (1992). An adaptive method for image registration. Pattern Recognition, 25 (1), 45–54. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0031-3203\(92\)90005-4](http://dx.doi.org/10.1016/0031-3203(92)90005-4)
- Fogel, D. N., Tinney, L. R. (1996). Image Registration using Multiquadric Functions, the Finite Element Method, Bivariate Mapping Polynomials and Thin Plate Spline. National Center for Geographic Information and Analysis. Technical Report, pp. 96–101.
- Goshtasby, A. (1988). Image registration by local approximation methods. Image and Vision Computing, 6 (4), 255–261. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0262-8856\(88\)90016-9](http://dx.doi.org/10.1016/0262-8856(88)90016-9)
- Greaves, M., Cruddace, P. (2001). The OS's new Coordinate Transformation for Great Britain – GPS to OSGB36 National Grid Transformation. Geomatics World, 10 (1), 34–36.
- Greaves, M., Cruddace, P. (2002). The Adoption of ETRS89 as the National Mapping System for GB, via a Permanent GPS Network and Definitive Transformation. EUREF Publication No. 10.
- Hardy, R. L. (1990). Theory and applications of the multiquadratic biharmonic method. Computers & Mathematics with Applications, 19 (8–9), 163–208. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221\(90\)90272-L](http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221(90)90272-L)
- IGNA-Istanbul GPS Network Project. (1999). Technical Report. Istanbul: Istanbul Technical University, Geodesy Division.
- Kutoğlu, S. H., Ayan, T., Akçin, H. (2001). Error Propagation in 3D Transformation between GPS and National Horizontal Control Networks. 4th Turkish-German Joint Geodetic Days, Berlin. Vol. II, pp. 597–606.
- McKenzie, D. (1976). The east Anatolian fault: A major structure in eastern Turkey. Earth and Planetary Science Letters, 29 (1), 189–193. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0012-821X\(76\)90038-8](http://dx.doi.org/10.1016/0012-821X(76)90038-8)
- Milev, G., Becker, M., Vassileva, K., Stangl, G., Milev, I. (2010). Investigation of Geodynamics of Central and Eastern Europe, Balkan Peninsula and Bulgaria. In: Monograph "Intelligent Data Analysis in Global Monitoring for Environment and Security", ITHEA, Kiev-Sofia, pp. 92–108.
- Mitas, L., Mitasova, H. (2005). Spatial Interpolation. Chapter 34 in: P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, D. W. Rhind (eds) Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications. 2nd Edition. New Jersey: John Wiley & Sons.
- NIMA TR 8350.2. (1997). Technical Reports. Third Edition. Department of Defence WGS-84. OGP (International Association of Oil & Gas Producers). (2006). Surveying and Positioning Guidance Note, number 7, part 2. Coordinate Conversions and Transformations Including Formulas.
- Reilinger, R.E., Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Lenk, O., Barka, A., Gurkan, O., Hearn, L., Feigl, K. L., Çakmak, R., Aktug, B., Özener, H., Tökoş, M.N. (2000). Coseismic and postseismic fault slip for the 17 August 1999, M=7.5, Izmit, Turkey Earthquake, Science, 289, 1519-1524.
- Ruffhead, A. C. (2017). Introduction to multiple regression equations in datum transformations and their reversibility. Survey Review, in press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00396265.2016.1244143>
- Schaback, R. (2007). A Practical Guide to Radial Basis Functions, April 16, 2007. <http://num.math.uni-goettingen.de/schaback/teaching/sc.pdf>
- Soycan, M. (2005). Polynomial versus similarity transformations between GPS and Turkish reference systems. Survey Review, 38 (295), 58–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/sre.2005.38.295.58>
- Soycan, M., Soycan, A. (2008). Transformation 3D GPS Cartesian coordinates to ED50 using polynomial fitting by robust re-weighting technique. Survey Review, 40 (308), 142–155. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/003962608X253673>
- Soycan, M., Soycan, A. (2014). Comparison of Several Techniques for Fitting of the EGM08 to GPS/Leveling Datum. Arabian Journal for Science and Engineering, 39 (7), 5637–5661. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13369-014-1136-1>
- Talmi, A., Gilat, G. (1977). Method for smooth approximation of data. Journal of Computational Physics, 23 (2), 93–123. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9991\(77\)90115-2](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9991(77)90115-2)
- Tokhey, M. E. (2000). On the Determination of Consistent Transformation Parameters between GPS and the Egyptian Geodetic Reference Systems. International Symposium on Gravity, Geoid and Geodynamics.
- TUTGA-99A (Turkey National Fundamental GPS Network-1999A) (2002). General Command of Mapping. Harita Dergisi, Special Issue.
- Vaniček, P., Steeves, R. R. (1996). Transformation of coordinates between two horizontal geodetic datums. Journal of Geodesy, 70 (11), 740–745. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00867152>
- Wahba, G. (1990). Spline models for observational data. CNMSNSF Regional conference series in applied mathematics 59. Philadelphia: SIAM.
- Zeng, H. (2014). Planar coordinate transformation and its parameter estimation in the complex number field. Acta Geodaetica et Geophysica, 49 (1), 79–94. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s40328-014-0040-1>
- URL-1: <http://itrf.eng.ign.fr/general.php>
- URL-2: <http://inspire-regadim.jrc.ec.europa.eu/dataspecification/themes/gg/Chapter5.pdf>
- URL-3: http://www.crs-geo.eu/nn_124226/crseu/EN/CRS___Description/crs-national___node.html?_nnn=true



Soycan M., Soycan A., Tunalıoğlu N. (2017). Transformacija deformiranih geodetskih mrež v nove referenčne koordinatne sisteme: študija primera transformacije ED50-ITRFXX v Turčiji. Geodetski vestnik, 61 (1): 58-75. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2017.01.58-75

prof. Metin Soycan, Ph.D.

*Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering
Department of Geomatic Engineering
Davutpasa Campus TR-34220 Esenler-Istanbul-Turkey
e-mail: soycan@yildiz.edu.tr*

assoc. prof. Nursu Tunalıoğlu, Ph.D.

*Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering
Department of Geomatic Engineering
Davutpasa Campus TR-34220 Esenler-Istanbul-Turkey
e-mail: ntunali@yildiz.edu.tr*

assoc. prof. Arzu Soycan, Ph.D.

*Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering
Department of Geomatic Engineering
Davutpasa Campus TR-34220 Esenler-Istanbul-Turkey
e-mail: topbas@yildiz.edu.tr*

200 LET OD ZAČETKA PARCELNO ORIENTIRANEGA KATASTRA NA SLOVENSKEM

200 YEARS FROM THE ORIGINS OF THE PARCEL- ORIENTED LAND CADASTRE IN SLOVENIAN LANDS

Anka Lisec, Miran Ferlan

1 UVOD

Letos zaznamujemo pomembno prelomnico na področju razvoja sodobnega, parcelno orientiranega katastra v regiji. Dne 23. decembra 1817 je namreč avstrijski cesar Franc I.¹ podpisal Zakon o zemljiškem davku (nem. *das Grundsteuerpatent*, slika 1), kar je bila pravna podlaga za začetek vzpostavitve tako imenovanega stabilnega zemljiško-davčnega katastra (nem. *der Stabile Grundsteuerkataster*), poznanega tudi kot franciscejski kataster, v avstrijskem delu nekdanjega cesarstva. Ogrski del ozemlja nekdanjega cesarstva je zakonsko podlago za začetek sistematične katastrske izmere dobil šele pod vladavino Franca Jožefa I. v letu 1849 (Lego, 1968)².

Einführung eines neuen Grundsteuer- Systems.

Wir Franz der Erste etc. etc.

In Erwägung der Mißverhältnisse, welche bey
der Umlegung der Grundsteuer nach dem bestehenden
Maßstabe der Vertheilung für ganze Provinzen, Kreise,
Districte und Gemeinden, wie für einzelne Contribuen-

Slika 1: Objava zakona za uvedbo novega sistema zemljiškega davka, ki ga je Franc I. podpisal dne 23. 12. 1817 (Österreichische Nationalbibliothek).

Glavni razlog za sistemsko vzpostavitev katastra je izviral iz potrebe po uvedbi enotnega, pravičnega in poštenega zemljiškega davka v celotni avstrijski monarhiji. Monarhija, ki se je v 18. stoletju kronično

¹ Franc II. je kot avstrijski oziroma habsburški monarh cesarsko krono Svetega rimskega cesarstva nemške narodnosti prevzel leta 1792. Prvo obdobje njegovega vladanja je zaznamoval zaplet z Napoleonovo Francijo, saj se je moral zaradi porazov za več let ali trajno odpovedati mnogim ozemljem. S šesto koalicijsko vojno proti Francozom (1812), ki se je nadaljevala v sedmo koalicijsko vojno, je avstrijska monarhija s Pariskim mirovnim sporazumom (1814) in na Dunajskem kongresu (1814–15) obnovila oblast nad nekdanjimi Ilirskimi provincami in še nekaterimi deželami. Že leta 1804 je kot Franc I. razglasil habsburške posesti za dedno avstrijsko cesarstvo. Kot avstrijski cesar je privzel vladarsko ime Franc I. Nemško cesarstvo je bilo formalno razpuščeno 6. avgusta 1806 (Lego, 1968).

² Pod avstrijski (nemški) del nekdanjega cesarstva so spadale avstrijske kronске dežele (Avstrija nad in pod Aničo, Češka, Goriška in Gradišćanska, Istra, Koroška, Kranjska, Moravska, Predarlška, Solnograška, Slezija, Štajerska, Tirolska, Tržaška) ter Dalmacija, Galicija in Bukovina. Pod ogrski del so spadale tako imenovane dežele kronе sv. Štefana (Hrvaška, Madžarska s Prekmurjem in Gradišćansko ter nekaterimi romunskimi pokrajinami, Sedmograška, romunski del Banata, Slavonija, Slovaška, Vojvodina, Vojna Krajina). Italijanski del je obsegal lombardijsko-beneško kraljestvo (Tivaroch et al., 2016).

spopadala s pomanjkanjem virov financiranja, tudi zaradi zelo velikih izgub v stalnih vojskovanjih na različnih bojiščih, in hkrati z vse večjim nezadovoljstvom prebivalstva zaradi neenakomerne porazdelitve teh bremen, je že v začetku 18. stoletja poskušala s številnimi reformami, med drugim z reformo zemljiškega davka. Ta spada med najstarejše dajatve za financiranje držav sodobne civilizacije. Vse do začetka industrijske revolucije je bilo kmetijstvo daleč najmočnejši gospodarski sektor ter tako najvarnejši in najdonosnejši vir financiranja države. Preprostejša kot odmera davka od dohodka od kmetijstva je bila odmera zemljiškega davka, saj je zemljišča težko utajiti, mogoče jih je v celoti popisati in objektivno ovrednotiti. Zaradi teh argumentov in porazdelitve davčnih bremen na čim več ljudi so nepremičnine še vedno pomemben vir financiranja držav (Abart et al., 2011).

V prispevku je predstavljeno ozadje vzpostavitve parcelno orientiranega katastra na slovenskih tleh, s poudarkom na predstavitvi arhivskih gradiv, ki so nam na voljo in so pomemben vir za številne, predvsem zgodovinske študije.

2 ZEMLJIŠKI DAVEK NA SLOVENSKEM V 18. STOLETJU

Pred terezijanskimi in jožefinskimi zemljiškimi davčnimi reformami iz 18. stoletja je bil v habsburški monarhiji temelj za obdavčenje imetja ocenjen dohodek zemljiškega gospoda od lastne (dominikalne) zemlje in od podložnikov (rustikalne). Tako imenovana imenjska knjiga (nem. *das Gültbuch*; za mesta so obstajale posebne mestne knjige, nem. *das Stadtbuch*) je bila davčna evidenca deželnih stanov v habsburških dednih deželah. Vpis se je izvedel na podlagi listin, na pismeno prošnjo in odredbo stanovskega odbora, redko pa tudi na podlagi ustnih dvostranskih pogodb. Vse od sredine 16. stoletja naj bi vsak svobodni zemljiški lastnik (plemstvo, duhovščina, cerkev, mesta in drugi svobodni posestniki) prijavil svoja poslopja, zemljišča in realne užitne pravice ter jih ocenil. Povečane finančne zahteve dežel in kasneje cesarstva so se prek svobodnih lastnikov mnogokrat prenesle na podložne posestnike, zato so postala davčna bremena za podložne kmete velikokrat nevzdržna. Imenjske knjige so se kot davčna evidenca ohranile vse do terezijanskih reform v 18. stoletju (Lego, 1968), z uvedbo reambuliranega in stabilnega katastra in nove zemljiške knjige v 19. stoletju pa so jih ukinili (Arhiv RS).

2.1 Terezijanski kataster

Uveljavitev enotne obdavčitve zemljišč v habsburški monarhiji zaradi stanovske ureditve ni bila enostavna. Že Karl VI., ki je bil na oblasti v obdobju 1711–1740, je želel omiliti vse večje davčno breme za podložne kmete (rustikalna zemljišča), a mu je to uspelo le v Lombardiji s tako imenovanim milanskim katastrom (Lego, 1968; glej tudi Ferlan, 2005).

Veliko spremembo v obdavčevanju zemljišč so te dežele doživele s terezijanskimi davčnimi reformami (1748–1756) cesarice Marije Terezije, ki je vladala v obdobju 1740–1780. Uvedla je mnogo reform, s katerimi so se med drugim povečale pravice podložnih kmetov, ter prenovila zemljiški davek, ki je temeljil na novem popisu vseh zemljišč, gosposkih in kmečkih. Tako imenovani terezijanski kataster je bil sestavljen iz treh delov, in sicer iz zemljiškogospoke ali dominikalne napovedi, kmečke ali rustikalne napovedi ter obračunskih tabel. Dominikalne napovedi so bile izpolnjene na obrazcih A (napovedi dohodkov od dominikalnih zemljišč, za obdelovanje katerih so skrbeli sami), B (napovedi dohodkov od dominikalnih vinogradov, za obdelovanje katerih so skrbeli sami), C (napovedi dohodkov od dominikalnih mlinov

in drugih obratov na vodni pogon ter napoved za dohodke od ribnikov) ter D (napovedi dohodkov gospostva za vse podložniške obveznosti, ki jih je dobil zemljiški gospod). Rustikalne ali kmečke napovedi so bile zbrane na obrazcih E (popis in obseg napovedi kmečke zemlje s štirimi rubrikami: v prvi so bili podatki o lastniku posesti, ostale tri pa so bile pripravljene za napovedi donosa od njiv, travnikov in gozdov – glej tudi sliko 2), F (napovedi kmečkih mlinov in drugih obratov na vodni pogon) ter G (napovedi desetinskih dajatev in druge bere/dajatve).

Pri popisu zemljišča niso bila izmerjena, njihova velikost je bila ocenjena po povprečni količini posejanega žita za njive, velikost travniških zemljišč je bila ocenjena po povprečnem donosu sena in otave, velikost gozdov pa so ocenili po količini dnevnega dela v gozdu. Davčne napovedi so se pripravljale počasi, tako da je monarhija roke prijav deželnih in lokalnih komisij večkrat podaljšala, tudi zaradi počasnega dela revizijskih komisij, ki so morale napovedi preverjati z uradnimi listinami, urbarji, potrdili in drugim gradivom, zlasti vpisi v imenjske knjige dežel (Ribnikar, 1982).

Pomemben vidik terezijanske zemljiško-davčne reforme je bila uvedba splošne davčne obveznosti za vsa zemljišča. Ukinjene so bile vse izjeme za davčno oprostitev, toda dominikalna in rustikalna posest sta bili še vedno ločeno evidentirani in različno obdavčeni, obstajale so tudi razlike med deželami (Lego, 1968). Pomemben za razvoj katastra je bil tudi popis prebivalstva (1770–1772), s katerim so se določile meje naselij. Območja vaških skupnosti so postala pomembna administrativna enota monarhije, to so tako imenovane katastrske občine (Twaroch et al., 2016).

Besten an Realitäten alles nach der Aufsatz des auf glatte oder gestrichene Maag nach dem vordachen Mering gerechnet.				Winters. Roggens			Wiesen			Waldungen mit Holz		
Nabmen der Gürtze	Nabmen der jetigen Gürtze und deren Realitäten.	Handtirung oder Gemess der Pottschirns	Ein Quan - Nebst nach Weisheit der Winter-Kropfen auf glatte Maag	Arten			Nabmen derselben			Nabmen derselben		
				Arten	Masse	Masse	Masse	Masse	Masse	Masse	Masse	Masse
2	L. W. Felder	L. W. Felder	1/2									
1973	Brucke Nive	Brucke Nive	2	1/2								
1914	Der Klafte	Der Klafte	2	1/2								
	Landschenke	Landschenke	1	1/2								
	Kouga Nive	Kouga Nive	1	1/2								
	Der Kauerliche	Der Kauerliche	1	1/2								
	Heldna Nive	Heldna Nive	2	1/2								
	V. Koteh	V. Koteh	1	1/2								
	Der Lerve	Der Lerve	4	1/2								
	Na Dursenpe	Na Dursenpe	4	1/2								
	Kainig furt v Koteh	Kainig furt v Koteh	1	1/2								
	Der gestehen big	Der gestehen big	1	1/2								
	Spornen auf abe gemess	Spornen auf abe gemess	1	1/2								
	Na Bruckem Bode	Na Bruckem Bode	1	1/2								
	Der Lerve	Der Lerve	1	1/2								
			4	1/2								

Slika 2: Primer obrazca E iz terezijanskega katastra – gospostvo Postojna (nem. Adelsberg), 1747–1805 (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 174).

2.2 Jožefinski kataster

Naslednik cesarice Marije Terezije, cesar Jožef II., ki je bil na oblasti v obdobju 1780–1790, je nadaljeval reforme svoje matere. Med pomembnimi napovedanimi gospodarskimi reformami sta bila izboljšava kakovosti zemljiškega katastra ter uvedba enotnega carinskega in davčnega območja za vso monarhijo. Pravna podlaga (nem. *die Josefinsche Steuerregulierung*) za vzpostavitev novega popisa zemljišč, tako imenovanega jožefinskega katastra, je bil izdana 20. 4. 1785. S popisom so želeli predvsem določiti zemljiški davek ne glede na družbeni status posestnika zemljišča. Davek naj bi bil odvisen le od velikosti zemljišča in ocenjenega pridelovalnega potenciala, zato je bilo veliko pozornosti namenjene določevanju površine zemljišč. Opredelili so jo z enostavno izmero, pri kateri so sodelovali posestniki, praviloma pa niso izdelovali načrtov zemljišč. Za popis zemljišč, njihovo izmero in oceno donosa so bili pripravljene posebni obrazci, ki so bili precej preprosti (slika 3). Popis zemljišč in njihova izmera sta se izvajala v okviru katastrskih občin, katerih meje so bile predhodno določene in tudi označene na terenu. Popis zemljišč naj bi se končal oktobra 1785, a se je rok večkrat podaljšal in dela so bila uradno dokončana šele februarja 1789 (Lego, 1978).

Vzporedno s katastrskim popisom zemljišč so se zapisovala zemljepisna imena, vključno s topografsko zaokroženimi območji – ledinami (nem. *Ried*), popisale so se hiše, ki so se jim določile hišne številke kot zaporedne številke od ena dalje za posamezno vas oziroma naselje (Lego, 1978; Twaroch et al., 2016).



Slika 3: Primer obrazca iz jožefinskega katastra (1784–1790), lastnik iz katastrske občine **Verdreng** (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 175).

Jožefinski kataster je eden prvih v Evropi, s katerim je bila predlagana uvedba enotnega davka za vse posestnike za vso državo, zato ga v literaturi pogosto omenjamo tudi kot začetek sodobnega pravičnega zemljiškega davka (Twaroch et al., 2015). Jožef II. je vzpostavil jožefinski kataster, zaradi prehitre smrti pa se reforma zemljiškega davka ni uveljavila. Njegov brat Leopold II., ki je vladal le dve leti (1790–1792),

je moral popustiti deželnim stanovom in je z zakonom z dne 9. 5. 1790 ukinil delo svojega predhodnika. Z nekaj spremembami je še naprej ostal v veljavi zemljiški davčni sistem, kot ga je uvedla cesarica Marija Terezija (Lego, 1968).

3 ZAČETKI DEL ZA VZPOSTAVITEV FRANCISCEJSKEGA KATASTRA

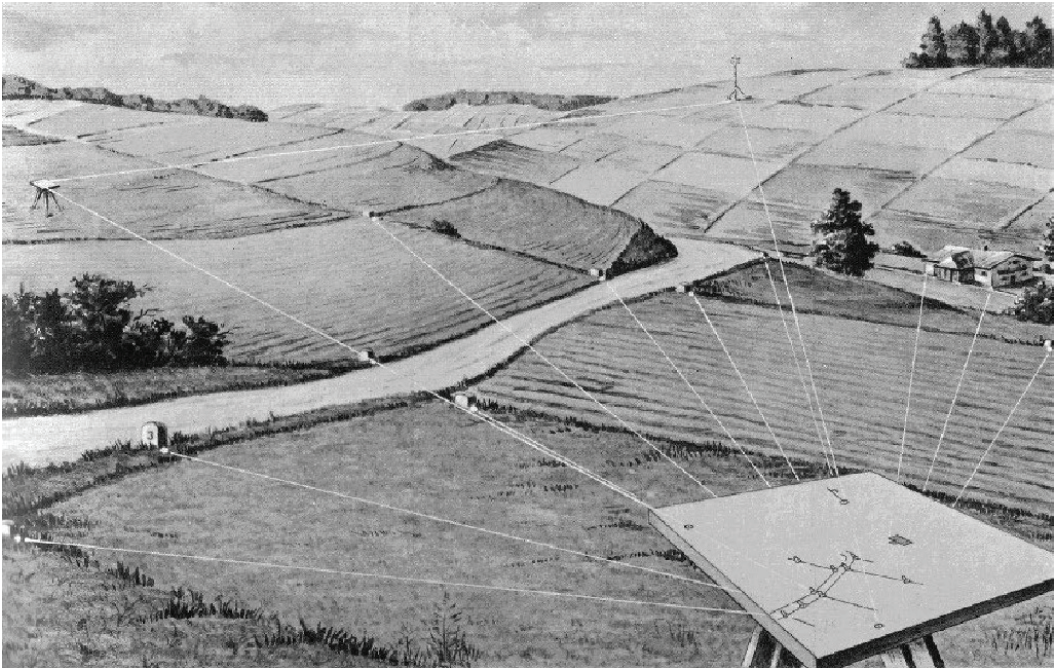
Naslednik Leopolda II., njegov sin Franc II. (preimenovan v avstrijskega cesarja Franca I.), se je že na začetku vladanja srečal z nezadovoljstvom zaradi zemljiškega davčnega sistema. Za pomemben cilj si je tako postavil uvedbo enotnega in stabilnega katastra za celotno monarhijo, kar je bila že želja cesarja Jožefa II. Že leta 1806 je dvorni pisarni napovedal dela za vzpostavitev tako imenovanega stabilnega katastra³. Dne 21. avgusta 1810 je bila ustanovljena dvorna komisija (nem. *Grundsteuerregulierungs-Hofkommission*), zadolžena za reformo zemljiškega davka, ki mora izhajati iz najnovejših znanstvenih spoznanj. Reforma je bila izredno pomembna, saj je bila monarhija v hudi finančni krizi, predvsem zaradi vojn z Napoleonom, tako da je leta 1811 celo bankrotirala. Zahteve po enakovrednejši porazdelitvi davčnih bremen so bile povezane tudi z največjo prehransko krizo v 19. stoletju v Evropi. Leta 1816 je namreč nastopilo tako imenovano ‚poletje brez sonca‘, ki je v že tako hladnem obdobju (pogosto ga imenujemo ‚mala ledena doba‘) zaradi izredne ohladitve prineslo večletno prehransko krizo. Pojav povezujajo z izbruhom ognjenika Tambora na območju današnje Indonezije aprila 1815. Zaradi velike vsebnosti vulkanske snovi v ozračju se je celotna severna polobla izredno ohladila. Posledično ni bilo poljščin, velika prehranska kriza se je sprevrgla v obsežne migracije ljudi v Severni Ameriki in Evropi, množične so bile tudi demonstracije v mestih, saj je cena žita in drugih prehranskih izdelkov – kadar so bili sploh na voljo – izredno narasla (Twaroch et al., 2015).

Dvorna komisija je morala tako pohiteti s predlogom rešitve za reformo zemljiškega davka, s tem pa tudi s katastrsko izmero. Pri zasnovi metode katastrske izmere so se odločali med dvema možnostma: (1) francoskim pristopom z lokalnim koordinatnim sistemom in lokalno izmero občin ter (2) pristopom z enotno geodetsko osnovo in detajlno izmero na podlagi navezave na geodetsko mrežo. Na predlog dvorne komisije je bil 23. 7. 1816 sprejet drugi pristop, pri čemer naj bi najprej vzpostavili geodetsko osnovo, sledil pa bo zajem podrobnih podatkov z uporabo merske mizice (tako imenovano katastrsko kartiranje). Glavni razlog je izhajal iz prepričanja, da je mogoče le v enotnem koordinatnem sistemu enako izmeriti zemljišča oziroma jim določiti površino, tako da bo zagotovljen enoten davek, primerljiv med vsemi deželami monarhije. Dodaten argument dvorne komisije je bil, da lahko tako dobimo kakovostne načrte ozemlja, ki niso namenjeno zgolj zemljiškemu davku, ampak še drugim javnim namenom (Lego, 1968).

Načrtovano je bilo, da se bo geodetska osnova za katastrsko izmero vzpostavila v povezavi z vojaško triangulacijo, ki je bila prvotno namenjena vojaško-topografski izmeri. Točke vojake triangulacije naj bi se za katastrsko izmero zgostile z numerično triangulacijo tretjega reda (3 točke/kvadratno miljo⁴) ter grafično triangulacijo (57 točk/kvadratno miljo), kar naj bi omogočalo navezavo na triangulacijsko mrežo pri izmeri detajla z mersko mizico (slika 4). Katastrska izmera se je tako kot sama vojaška triangulacija izvajala v starem avstrijskem seženjskem merskem sistemu (Lego, 1968).

³ Beseda »stabilen« se nanaša na določevanje zemljiškega davka na podlagi enotne davčne stopnje (flat-tax). Davek mora ostati enak, tudi če se dohodek od zemljišča poveča – pomembno izhodišče je namreč bilo »tistega, ki je priden, se ne sme kaznovati« (nem. *Der Fleiß sollte nicht bestraft werden*).

⁴ Ena avstrijska milja je približno 7,5859 kilometra; ena kvadratna milja je torej približno 57,5 km².



Slika 4: Načelo katastrske izmere z mersko mizico in navezavo na triangulacijsko mrežo (Fuhrmann, 2007).

Za testno območje katastrske izmere so izbrali Mödling blizu Dunaja, kjer so 25. 3. 1817 začeli triangulacijska dela. Junija 1817 so nadaljevali s kartiranjem detajla in izdelavo katastrskih načrtov. Do konca julija 1817 so izdelali 15 listov katastrskih načrtov, vrednotenje zemljišč pa je bilo končano do konca novembra 1817 (Lego, 1968). Na podlagi rezultatov pilotne izmere so določili tudi pravila triangulacije in katastrske izmere, ki naj bi se v avstrijskem delu monarhije končala v desetih letih (Grundsteuerent, 1817; Linden, 1840).

3.1 Metode izmere

Metoda izmere in sama organizacija sta bili podrobno določeni v navodilih, ki so bila prvotno v obliki rokopisa, prvi izvod je bil natisnjen leta 1820 (slika 5). Na podlagi izkušenj s terena so leta 1824 izdali posodobljeno različico.

Katastral - Vermessungs - Instruktion. **1820**

Erster Theil.

**Von den zur Leitung und Ausführung der Katastral-Vermessung aufgestellten
Behörden und Individuen, ihrer Wirksamkeit und Verbindung.**

Slika 5: Izsek iz prvih natisnjenih navodil za katastrsko izmero iz leta 1820 (Katastral-Vermessungs Instruktion, 1820).

Poseben razdelek navodil je bil namenjen organizaciji triangulacije in katastrske izmere, pri čemer velja izpostaviti vlogo dvorne komisije, ki je bila zadolžena za celoten projekt. Katastrsko izmero je usklajeval zemljemerski oddelek (nem. *Vermessungsdepartment*) z dvema odsekoma: (1) odsekom za trigonometrično triangulacijo in litografski inštitut ter (2) odsekom za kartiranje in izmero detajla (Lego, 1968).

3.1.2 Triangulacija in koordinatni sistemi

Sprva je bilo predvideno, da se bo za namene katastrske izmere mreža točk vojaške triangulacije I. in II. reda, ki se je začela leta 1806, zgotčila z numeričnimi točkami mreže III. reda in nato še z grafično triangulacijo, tako da bi imeli vsaj tri točke numerične triangulacije na enem trigonometričnem listu (1 : 28.800) oziroma na eni kvadratni miljii (približno 57,5 km²). Na žalost se je hitro izkazalo, da bodo z vojaško triangulacijo težave. Na območju Ilirije, vključno s Primorsko (nem. *Küstenland*), je namreč cesar že leta 1817 zaukazal detajlno izmero, vojaška triangulacija pa se tam še sploh ni začela. Dodatna težava je nastala zaradi slabe kakovosti vojaške triangulacije, tako so na mnogih območjih prav za namene katastra razvili neodvisno katastrsko triangulacijsko mrežo. Stranice triangulacijske mreže (Lego, 1968):

- I. reda so merile od 10.000 do 16.000 sežnjev (približno od 19 do 30 kilometrov);
- II. reda so merile od 2000 do 5000 sežnjev (približno od 3,8 do 9,5 kilometra);
- III. reda so merile od 800 do 1000 sežnjev (med 1,5 in 1,9 kilometra).

Iz točk numerične triangulacije so mrežo gostili z grafično triangulacijo, tako da naj bi imel vsak list za izris katastrskega načrta najmanj tri točke numerične ali grafične triangulacije (slika 6).



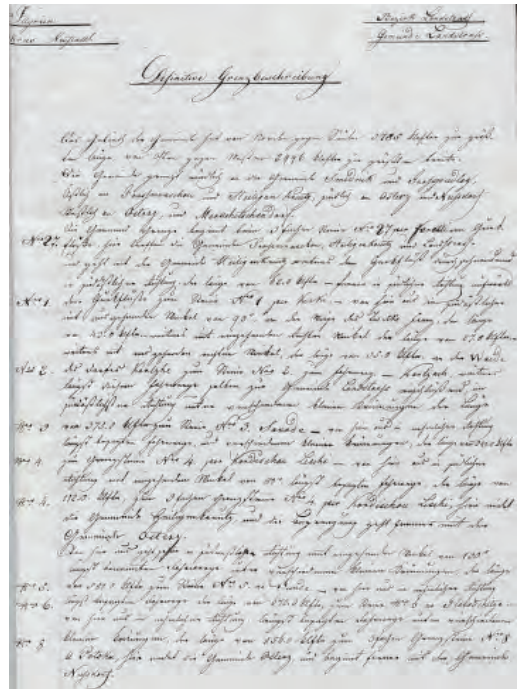
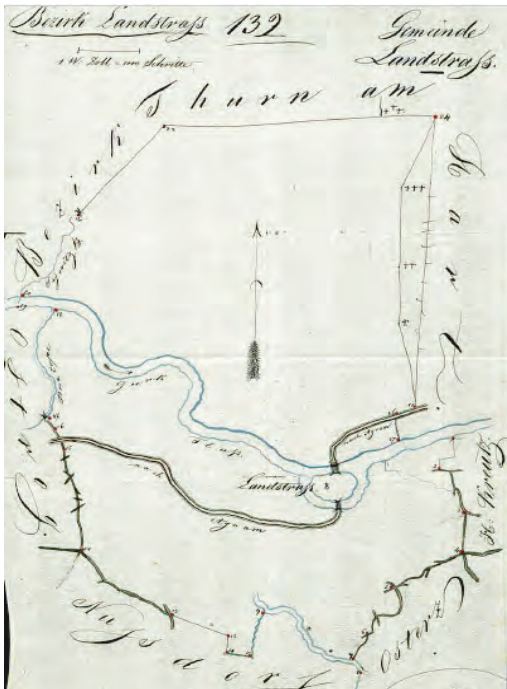
Slika 6: Izsek iz trigonometričnega lista v merilu 1 : 28.800 s triangulacijsko mrežo za območje okrog numerične trigonometrične točke Slivna pri Vačah (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 177).

Želeli so zagotoviti podlago za sistematično kartiranje katastrskih podatkov⁵ v celotni monarhiji, zato so ozemlje razdelili na območja več pravokotnih koordinatnih sistemov, pri čemer je bilo območje današnje Slovenije razdeljeno na dva (oziroma tri) dele (Linden, 1840; Lego, 1968; glej tudi Lisec in Navratil, 2014):

- Kranjska, Koroška in Primorje s krimskim koordinatnim sistemom, katerega izhodišče je bil Krim pri Ljubljani, triangulacija se je izvajala v obdobju 1817–1825; merilo in orientacija krimskega sistema sta bila povzeta po francoski triangulaciji, in sicer bazne linije Slavnik–Učka (32,7 kilometra), ki je bila povezana s Krimom prek točk Snežnik in Nanos (glej tudi Jenko, 2008; Delčev et al., 2014);
- Štajerska: izhodišče Schöcklbergu pri Gradcu, triangulacija v obdobju 1819–1823 s hkratnim razvijanjem mreže I., II. in III. reda; bazna linija je bila med vrhovoma Schöckl in Riegersberg (Türmchen) z dolžino 41,4 kilometra;
- Prekmurje: izhodišče Gellérthery v Budimpešti, kot madžarski del monarhije je bil vključen v triangulacijo in katastrsko izmero v drugi polovici 19. stoletja.

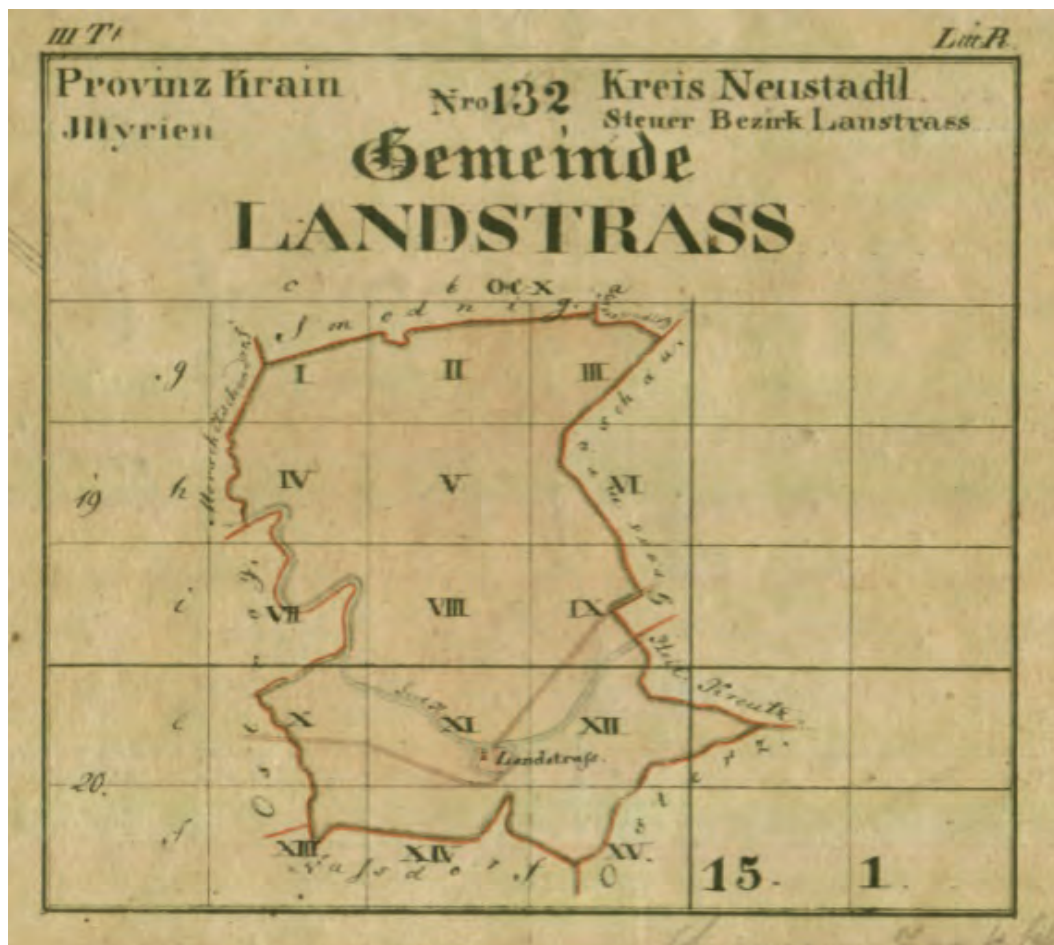
3.1.2 Izmera detajla

Eno leto pred detajlno katastrsko izmero, ki se je izvajala v okviru katastrskih občin, so popisali meje izbrane katastrske občine. Poleg geodeta so sodelovali uradnik okrožnega ali okrajnega urada, predstojnik občine z dvema izvoljenima predstavnikoma občine in predstavnik sosednje občine. Na terenu določen in pogosto tudi označen potek meje katastrske občine, ki je praviloma izhajala iz jožefinskih davčnih občin, je bil podrobno opisan in pogosto tudi skiciran (slika 7).



Slika 7: Skica (levo) in izsek opisa (desno) meje katastrske občine Kostanjevica na Krki (nem. **Landesstrass**) na Kranjskem iz let 1824/1825 (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 176).

⁵ Horizontalna ravnina kartiranja je bila določena s površjem Zemlje, natančneje z ravnino merske mizice, takrat še ne poznamo projekcije v enotno kartografsko ravnino.



Slika 8: Razdelitev katastrske občine Kostanjevica na Krki na katastrske načrte v kriskem koordinatnem sistemu (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 176).

Pomembno je poudariti, da so bili katastrski načrti pomensko izredno bogati, tako so na primer ločili lesene stavbe (oker barva) od zidanih (roza barva), javne zidane stavbe so bile temneje obarvane, za vse stavbe pa je bila z odebeljeno črto prikazana stran vhoda (slika 9) (Linden, 1840; Lego, 1968).

V zvezi s kakovostjo katastrske izmere in katastrskih načrtov je treba poudariti, da je bilo največ pozornosti namenjene obdavčljivim zemljiščem (kmetijska pridelovalna zemljišča). Območja naselij in stavbna zemljišča so bila pogosto le skicirana na podlagi ocenjenih dolžin s koraki in približne orientacije v prostoru. Težavna je bila izmera gozdov, pri kateri so z mersko mizo zajeli le dostopna obodna vozlišča parcelnih mej, linije med vozlišči pa so bile risane z manj pozornosti. Poleg tega so bile parcele javne rabe (poti, ceste, središča naselij) pogosto prevelike, saj niso bile predmet obdavčitve (Lego, 1968; Abart, Ernst in Twaroch, 2011; Liseč in Twaroch, 2014). Izredno bogat vir podatkov so indikacijske skice, ki so pravzaprav prerisani katastrski načrti na trdo podlago za terensko delo, dodane pa so hišne številke, naslovi posestnikov, pogosto tudi katastrska kultura (slika 10).



Slika 9: Izsek iz načrta franciscejskega katastra za Kostanjevico na Krki (nem. *Landesstrass*) iz leta 1825, ki ga hranijo v Avstriji in se razlikuje od načrta v Arhivu RS (Österreichisches Staatsarchiv).



Slika 10: Indikacijska skica v katastrski občini Žažar (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 176).

Z izmero in kartiranjem so bili zbrani številni opisni podatki, ki so bili predstavljeni v posebnih zapisnikih za posamezno katastrsko občino. Tako je bil za vsako katastrsko občino pripravljen tudi seznam zemljiških parcel (nem. *das Grundparzellenprotokoll*, glej sliko 11), seznam stavbnih parcel (nem. *das Bauparzellenprotokoll*), abecedni seznam posestnikov, izkaz površine zemljišč po katastrskih kulturah, seznam parcel nepoznanih posestnikov in zapisnik o izračunanih površinah, pozneje tudi pismene navedbe davkarije o davčnih zavezancih (Linden, 1840; Lego, 1968).

Nro der Blätter	Nro der Parzellen	Geſetzliche Fiktion, ſichtbar und nicht ſichtbar		Der Eigenthumers			
		Dominical	Real	Haus Nro	Vor und Zuname	Stand	Wohnort
					Landesstrass Gemeinde		
	1			74	Preußler	Adelmann	Landesstrass
	2			25	Kavatschitsch	Lehmann	Landesstrass
	3			74	Wiesner	Lehmann	Landesstrass
	4			77	Wiesner	Lehmann	Landesstrass
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						

Kulturart Gattung	Flächeninhalt N. G. Quadrat Meter	Class	Reine Zahl		Capital nach p. G. d. M. in Metall Monne.	Anmerkungen
			Fl.	kr.		
			Fl.	kr.		
Wald	150					
Obstgarten	180					
Obstgarten	240					
Obstgarten	170					
Obstgarten	270					
Obstgarten	160					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					
Obstgarten	170					

Slika 11: Izsek iz zapisnika parcel za Kostanjevico na Krki (nem. *Landesstrass*) iz leta 1825 (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 176).

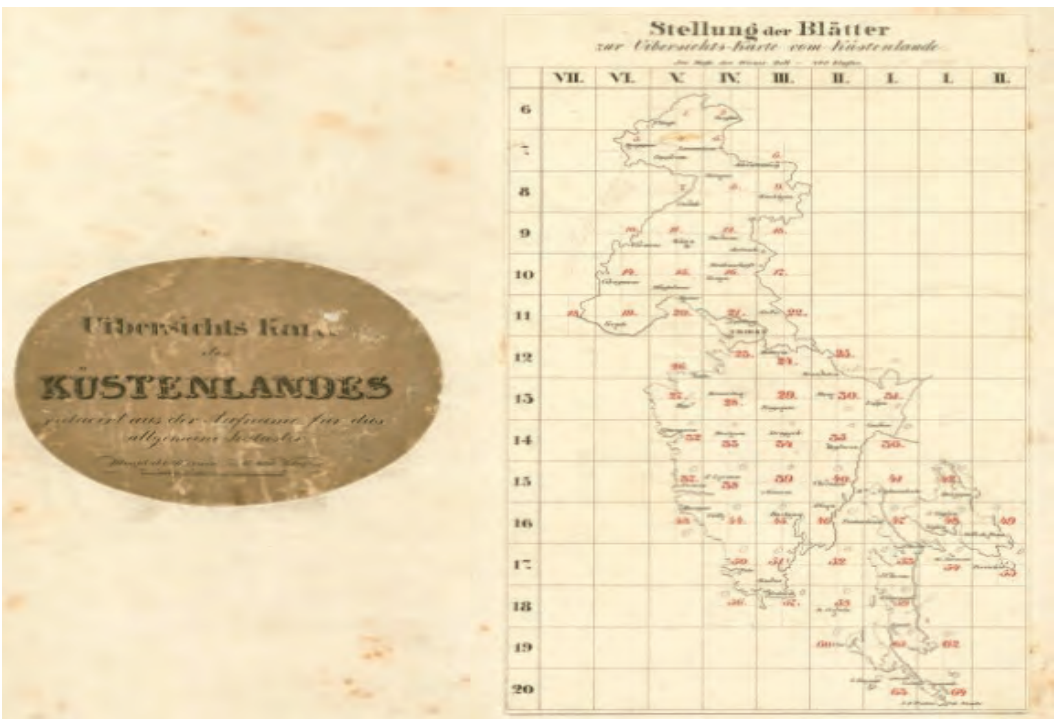
3.2 Posebnosti franciscejskega katastra za Primorsko (1811–1825)

S porazom Avstrije v vojni s Francozi leta 1805 so njene nekdanje beneške posesti vzhodno od reke Adige in zahodno od Soče, torej tudi slovensko etnično ozemlje zahodno od Soče in rateškega razvodja, v skladu z mirovno pogodbo v Bratislavi (1805) in konvencijo v Fontainebleauju (1807) postale sestavni del Napoleonovega Italijanskega kraljestva. Napoleonov dekret iz leta 1811 je mejo med Ilirijo in Italijo deloma spremenil, tako da je sledila Soči od Jadrana vse do izvira v Zadnji Trenti, nato pa se po Julijcih prek rateškega razvodja nadaljevala v Karnijske Alpe. Za območje zahodno od spremenjene meje so italijanski geodeti med letoma 1811 in 1813 izdelovali katastrske načrte tako imenovanega francoskega katastra (Šurmada in Kopitar, 2005). To je prvi katastrski grafični prikaz zemljišč in objektov na Slovenskem, in sicer na območju od Mangarta na severu do Sabotina na jugu (Ferlan, 2005). Posebnost tega katastra je, da so bili katastrski načrti izdelani v metrskem sistemu, in sicer praviloma v merilu 1 : 2000, dodatno so bile izdelane pregledne karte v merilih 1 : 4000 ali 1 : 8000 (slika 12). Žal je bilo kartiranje izvedeno lokalno, po posameznih katastrskih občinah je bil razvit referenčni koordinatni sistem.

Zaradi vrnitve območja Avstriji so zanj po letu 1817 izdelali franciscejski kataster. Triangulacija in katastrska izmera po navodilih za njegovo izdelavo sta bili za celotno območje takratnega avstrijskega Primorja (nem. *Küstenland*) izvedeni v letih 1817–1825. Območje so za namene katastrske izmere razdelili na trigonometrične sekcije krimskega koordinatnega sistema (slika 13). Triangulacija se je, posebej za katastrsko izmero, izvajala vzporedno. Zaradi podobnosti francoskega katastra s franciscejskim so pogosto uporabili načrte prvega in vsebino dopolnili, pregledne karte za mnoge takrat imenovane comune so še vedno ohranjene – Arhiv RS tako hrani nekaj preglednih in katastrskih načrtov francoske izmere za 23 katastrskih občin (glej tudi Šurmada in Kopitar, 2005).



Slika 12: Primer pregledne karte naselij francoskega katastra (1811–1813) v katastrski občini Višnovec, Goriška kresija (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 179).



Slika 13: Razdelitev avstrijske Primorske (nem. *Küstenland*) na trigonometrične sekcije in opredelitev sekcij v kriskem koordinatnem sistemu (Tržaški arhiv).

3.3 Franciscejski kataster za Kranjsko in Koroško (1817–1828)

V kriskem koordinatnem sistemu je bila izvedena tudi katastrska izmera za Kranjsko in Koroško. Za pripravo in izdelavo katastra so bili v deželah ustanovljeni posebni upravni organi in komisije. Na Kranjskem je delovala Deželna komisija za regulacijo zemljiškega davka ter tri okrožne (kresijske) komisije, ki so imele sedeže v Ljubljani, Novem mestu in Postojni. Za del Koroške, ki danes spada v Republiko Slovenijo, je bilo za izdelavo katastrskega operata pristojno celovško okrožje. Izmera detajla se je na Kranjskem in Koroškem izvedla v obdobju 1822–1828 (Lego, 1968; Ribnikar, 1982).

3.4 Franciscejski kataster za Štajersko (1819–1825)

Triangulacija in katastrska izmera sta bili na Štajerskem izvedeni v letih 1819–1825 (slika 14), v koordinatnem sistemu z izhodiščem na Schöcklu pri Gradcu. V slovenskem delu Štajerske sta delovali dve okrožni komisiji, in sicer v Celju in Mariboru.



Slika 14: Katastrski načrt za katastrsko občino Celje (nem. Zilli) iz leta 1823 (Arhiv Republike Slovenije, SI AS 177).

4 NAMESTO SKLEPA

V članku so na kratko predstavljeni začetki parcelno orientiranega katastra na slovenskih tleh, to je franciscejskega katastra. Mnoga dejstva glede metod in kakovosti izmere iz obdobja, ko je nastajal franciscejski

kataster, so še vedno pomembna pri interpretaciji katastrskih podatkov, kjer katastrski podatki še vedno temeljijo na prvotni izmeri⁶. Pri tem ni zanemarljivo, da jim je pred dvesto leti v nekaj desetletjih uspelo uresničiti projekt sistematične katastrske mere, lahko bi rekli nastavitve katastra.

Izmera za potrebe franciscejskega katastra je bila v slovenskih deželah, ki so spadale v avstrijski del monarhije, končana leta 1828. Statistični podatki o obsegu izmere so na voljo za celotne takratne dežele, tako je ocenjeno, da je bilo na primer na Kranjskem in Koroškem v šestih letih izmerjenih 20.325 km² z 2.616.750 parcelami, ki so bile upodobljene na 10.930 listih katastrskih načrtov, na Štajerskem pa v petih letih 22.495 km² z 2.541.000 parcelami na 12.660 detajlnih listih. Franciscejska katastrska izmera se je izvedla v skupno 30.556 katastrskih občinah na več kot 300.000 km², kjer je bilo izmerjenih približno 49 milijonov parcel, ki so bile kartirane na 164.375 listih katastrskih načrtov. Izmera, ki se je sicer začela leta 1817 v Spodnji Avstriji in na Primorskem, se je v avstrijskem delu monarhije končala šele 1861., nazadnje sta bili v izmero vključeni Tirolska in Predarlška (Lego, 1968).

V članku so predstavljena tudi mnoga arhivska gradiva, ki so zanimiva ne le za razumevanje današnjih katastrskih podatkov, ampak so bogata kulturna dediščina in pomemben vir za zgodovinske raziskave. Že leta 1822 je izšel odlok, da se mora vse katastrsko gradivo na deželni ravni shraniti v deželnem katastrskem arhivu. Tu so ga uredili po okrožnih uradih, v okviru okrožnega urada pa po abecednem redu katastrskih občin. Bogat arhiv franciscejskega katastra je v Arhivu RS, najpopolnejši je seveda za Kranjsko, medtem ko je mnoge dokumente in načrte za Primorsko mogoče najti v Tržaškem arhivu, za Koroško in Štajersko pa v avstrijskih arhivih.

⁶ Katastrske načrte franciscejske izmere v Avstriji imenujejo »pra-načrti« (nem. *Urmappe*), kar pomeni »izvoren«, »prvoten«.

Viri in literatura:

- Abart, G., Erns, J., Twaroch, C. (2011). Der Grenzkataster: Grundlagen, Verfahren und Anwendungen. Vienna and Graz: NWV Verlag.
- Delčev, S., Timár, G., Kuhar, M. (2014). O nastanku koordinatnega sistema D 48/GK. Geodetski vestnik, 58 (4), 681–694. DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2014.04.681-694
- Grundsteuerpatent (1817). Zakon o zemljiškem davku, 8 str.
- Ferlan, M. (2005). Geodetske evidence. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 262 str.
- Fuhrmann, S. (2007). Digitale Historische Geobasisdaten im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV). Die Urmappe des Franziszeischen Kataster. Vermessung & Geoinformation 1, 24–35.
- Jenko, M. (2008). Prva sistemska triangulacija na našem ozemlju. Geodetski vestnik, 52 (1), 82–95.
- Katastral-Vermessungs Instruktion (1820). Navodila za katastrsko izmero iz leta 1820.
- Korošec, B. (1978). Naš prostor v času in projekciji. Ljubljana: Geodetski zavod SR Slovenije: 289 str.
- Lego, K. (1968). Geschichte des Österreichischen Grudkatasters. Dunaj, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.
- Linden, J. (1840). Die Grundsteuerverfassung in den deutschen und italienischen Provinzen der Österreichischen Monarchie. Vienna: Volkes Buchhandlung.
- Lisec, A., Navratil, G. (2014). Avstrijski zemljiški kataster: od prvih začetkov do sodobnega zemljiškega informacijskega sistema (= The Austrian land cadastre: from the earliest beginnings to the modern land information system). Geodetski vestnik, 58 (3), 482–516, DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.03.482-516>
- Ribnikar, P. (1982). Zemljiški kataster kot vir za zgodovino. Zgodovinski časopis, 4, 321–337. <http://www.sistory.si/publikacije/prenos/?urn=SISTORY:ID:110>, pridobljeno 10. 3. 2017.
- Österreichische Nationalbibliothek. Politische Gesetze und Verordnungen 1792–1848. <https://www.onb.ac.at/>, pridobljeno 10. 3. 2017.
- Österreichisches Staatsarchiv. Historical Maps of the Habsburg Empire. <http://mapire.eu/en/>, pridobljeno 10. 3. 2017.
- Šumrada J., Kopitar, A. (2005). Slovenija (SI). V: J. Kolanovič, J., J. Šumrada (2005), Napoleon in njegova uprava ob vzhodnem Jadranu in na ozemlju vzhodnih Alp. Zagreb: Hrvatski državni arhiv: str. 667–848. http://www.arhiv.gov.si/si/delovna_podrocja/zalozba_arhiva_rs/vodniki/napoleon_in_njegova_uprava_ob_vzhodnem_jadranu_in_na_ozemlju_vzhodnih_alp_1806_1814/, pridobljeno 10. 3. 2017
- Triglav, J. (2015). Arhivi – zakladnice spomina. Geodetski vestnik 59 (2), 380–385.
- Twaroch, C., Wessely, R., Ernst, J., Lisec, A., Mansberger, R., Muggenhuber, G., Navratil, G., Unger, E. M. (uredniki) (2015). Liegenschaft und Wert: Geodaten als Grundlage einer österreichweiten Liegenschaftsbewertung: mit einem Vergleich der Wertermittlung von Liegenschaften in ausgewählten Ländern Europas. Dunaj, Gradec: Neuer Wissenschaftlicher Verlag, 215 str.
- Twaroch, C., Hiermanseder, M., Mansberger, R., Navratil, G. (2016). Der Weg zum Grundsteuerpatent. Vermessung & Geoinformation, 104 (3), 118–127.
- Tržaški arhiv. Spletne strani Arhiva v Trstu – franciscejski kataster. <http://www.catasti.archivodistatotrieste.it>, pridobljeno 10. 3. 2017.



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

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

Viš. pred. dr. Miran Ferlan, univ. dipl. inž. geod.

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

SLOVENSKI REFERENČNI KOORDINATNI SISTEMI V OKOLJU GIS

SLOVENIAN COORDINATE REFERENCE SYSTEMS IN GIS ENVIRONMENT

Sandi Berk, Danijel Boldin

1 UVOD

Med najpomembnejšimi metapodatki prostorskih podatkovnih nizov so prav gotovo tisti, ki opredeljujejo koordinatni sistem. Poenotenje slednjega je pri različnih podatkovnih nizih namreč osnovni pogoj za geoinformacijsko medopravilnost – zmožnost njihove hkratne uporabe, na primer v geografskih informacijskih sistemih (GIS).

Geoinformacijska medopravilnost je vse bolj prisotna tudi pri uporabi spletnih storitev (na primer Batty in sod., 2010). Največ so v uporabi spletne storitve (angl. *web services*) tipov WFS (Web Feature Service) za vektorske podatke ter WMS (Web Map Service) in WMTS (Web Map Tile Service) za rastrske podatke, ki omogočajo izvedbo HTTP-klicev za posredovanje geokodiranih podatkov. Tako lahko uporabniki hkrati kombinirajo podatke iz različnih strežnikov, ki so združeni v enotnem pogledu.

Za položajno usklajenost poskrbijo standardni metapodatkovni opisi koordinatnih sistemov iz zbirke EPSG. Poleg samih koordinatnih sistemov je ključna ustrezna opredelitev prehodov med njimi, in sicer s pretvorbami in transformacijami koordinat. V članku je podan kratek pregled dvorazsežnih koordinatnih sistemov, ki se uporabljajo v Sloveniji, ter priporočila za njihovo opredelitev in poenotenje v GIS-okolju, in sicer na primeru vektorskih podatkov v formatu prostorskih datotek ESRI Shapefile.

2 REFERENČNI KOORDINATNI SISTEM IN GEODETSKI DATUM

Koordinatni referenčni sistem (angl. *coordinate reference system – CRS*) oziroma referenčni koordinatni sistem (RKS) – kar naj bi bil ustrežnejši slovenski termin (Terminologišče, 2017) – je koordinatni sistem, ki je dejansko vzpostavljen (ISO 19111, 2007). To pomeni, da so v njem določene koordinate temeljnih geodetskih točk (osnovna mreža geodetskih točk), in sicer s kakovostno geodetsko izmero in izračunom koordinat točk na območju vzpostavitve sistema, običajno hkrati za celotno ozemlje države. RKS je torej teoretično opredeljen koordinatni sistem, ki je umeščen na fizično površje Zemlje kot planeta. S tem je določen geodetski datum (angl. *geodetic datum*) osnovne mreže geodetskih točk, ki so podlaga za detajlno izmero in georeferenciranje prostorskih podatkov.

Geodetski datum označujemo z izhodiščno lokacijo in/ali z letnico vzpostavitve (na primer Hermannskogel 1871, Trst 1875, D48 ipd.). Letnica, ki je običajno določena z zaokrožitvijo srednjega trenutka (epohe)

geodetske izmere v osnovni mreži geodetskih točk, daje (v slovenščini) napačen vtis, da gre za oznako v časovnem smislu; dejansko izhaja termin iz angleške besede »datum« (tj. podatek), ki je edninska oblika za »data«. RKS opredelimo z metapodatkovnim opisom, ki vključuje osnovne podatke o geodetskem datumu (na primer izhodiščno točko, srednjo epoho geodetske izmere idr.), podatke o referenčni ploskvi, ki aproksimira fizično površje Zemlje kot planeta (vrsto in parametre ploskve, začetni poldnevnik idr.), vrsti in merskih enotah koordinat, območju in načinu projiciranja na ravnino (na primer širino in srednji poldnevnik cone, vrsto kartografske projekcije in njene parametre).

3 PRETVORBA IN TRANSFORMACIJA KOORDINAT

Vzemimo dva različna RKS-ja, ki ju želimo povezati med seboj. Prehode med njima vzpostavljamo na dva načina. Če sta to dva različna koordinatna sistema z istim geodetskim datumom, ni večjih težav. Takšen prehod imenujemo tudi pretvorba koordinat (angl. *coordinate conversion*) in treba je izračunati koordinate po enačbah kartografskih projekcij oziroma po enačbah pretvorb med geodetskimi in trirazsežnimi kartezičnimi koordinatami. Pretvorba koordinat ne povzroči izgube kakovosti (položajne točnosti) in je vedno povratna (reverzibilna) – pretvorba v nasprotno smer daje koordinate, ki so enake izvornim.

Težava nastopi pri RKS-jih z različnim geodetskim datumom. Spremembe geodetskih datumov državnih RKS-jev so bile nujne s prihodom novih tehnologij geodetske izmere in navigacije, predvsem GNSS. Za takšen prehod pa je potrebna tako imenovana datumska transformacija (angl. *datum transformation*); izraz ni preveč posrečen oziroma je negeodetom slabo razumljiv (na primer Lott, 2011), saj gre dejansko za transformacijo koordinat (angl. *coordinate transformation*). Osnovna oblika datumske transformacije je prostorska (7-parametrična) podobnostna transformacija trirazsežnih kartezičnih koordinat (X, Y, Z), pri čemer je treba običajno pred transformacijo in po njej izvesti še pretvorbi:

- med ravninskimi in geodetskimi koordinatami na referenčnem elipsoidu ter
- med geodetskimi in trirazsežnimi kartezičnimi koordinatami.

Slabo voljo uporabnikov povzročata tudi dva različna načina podajanja parametrov zasukov: CFR (Coordinate Frame Rotation) in PVT (Position Vector Transformation).

Vsdržavni model prehoda med starim (D48) in novim slovenskim geodetskim datumom (D96) s prostorsko podobnostno transformacijo lahko zagotovi zgolj točnost okrog enega metra. Za podatkovne zbirke, pri katerih je zahtevana višja položajna točnost (na primer zemljiški kataster), takšna transformacija seveda ni ustrezna rešitev. Za kakovosten prehod v novi slovenski ravninski RKS je na voljo tako imenovana trikotniška transformacija (Berk in Komadina, 2010 in 2013), s katero se bolje odpravijo vplivi popačenosti (distorzij) starega RKS in ki za pretežni del državnega ozemlja zagotavlja točnost transformacije, boljšo od 10 centimetrov.

4 METAPODATKOVNI OPISI REFERENČNIH KOORDINATNIH SISTEMOV

Zbirko detajlnih metapodatkovnih opisov uradnih RKS-jev evropskih držav, to je tistih, za katere skrbijo državne geodetske uprave, in 7-parametričnih datumskih transformacij v skupen evropski RKS – ETRS89 – so pripravili nemški Zvezni urad za geodezijo in kartografijo (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie – BKG), EuroGeographics in EUREF – Podkomisija 1.3 (za Evropo) Komisije X (za

globalne in regionalne geodetske mreže) pri Mednarodni zvezi za geodezijo (International Association of Geodesy – IAG). Zbirka je prosto dostopna na spletu (CRS-EU, 2014).

S standardizacijo metapodatkovnih opisov RKS-jev za potrebe GIS-ov so pričeli pri OGC (Open Geospatial Consortium), ki je mednarodna nepridobitna organizacija za pripravo kakovostnih odprtih standardov za prostorske podatke. Razvili so format zapisa, imenovan Well-Known Text (različica 1) – WKT1 (OGC, 2015). Kasneje je bil pripravljen še mednarodni standard Geographic Information – Well Known Text for Coordinate Reference Systems – WKT2 (ISO 19162, 2015). S standardizacijo in registracijo RKS-jev na svetovni ravni je pričela EPSG (European Petrol Survey Group), kasneje pa se je nadaljevala v okviru IOGP (International Association of Oil & Gas Producers). Tako je nastala zbirka EPSG (EPSG Dataset oziroma EPSG Geodetic Parameter Registry), ki vsebuje standardizirane metapodatkovne opise za RKS-je vsega sveta. Tudi ta zbirka je prosto dostopna na spletu, in sicer tako v formatu WKT1 (EPSG-1, 2016) kot v formatu WKT2 (EPSG-2, 2017). V letu 2008 je za registracijo RKS-jev, ki se uporabljajo v Sloveniji, poskrbela Geodetska uprava Republike Slovenije (Boldin, 2009).

Prenovljena oblika metapodatkovnega opisa (WKT2) se od predhodne (WKT1) razlikuje že na prvi pogled, saj uvaja terminologijo, skladno z ISO 19111 (spremenjene ključne besede), kot je razvidno iz primera metapodatkovnega opisa skupnega evropskega geodetskega RKS (ETRS89/ $\lambda\phi$, tj. EPSG 4258) po WKT1 (EPSG-1, 2016):

```
GEOGCS[„ETRS89“,
    DATUM[„European Terrestrial Reference System 1989“,
        SPHEROID[„GRS 1980“,6378137,298.257222101,
            AUTHORITY[„EPSG“,“7019“]],
        TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
        AUTHORITY[„EPSG“,“6258“]],
    PRIMEM[„Greenwich“,0,
        AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
    UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
        AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]],
    AUTHORITY[„EPSG“,“4258“]]
```

in istega RKS po WKT2 (EPSG-2, 2017):

```
GEODCRS[„ETRS89“,
    DATUM[„European Terrestrial Reference System 1989“,
        ELLIPSOID[„GRS 1980“,6378137,298.257222101,LENGTHUNIT[„metre“,1.0]],
    CS[ellipsoidal,2],
    AXIS[„latitude“,north,ORDER[1]],
    AXIS[„longitude“,east,ORDER[2]],
    ANGLEUNIT[„degree“,0.01745329252],
    ID[„EPSG“,4258]]
```

V navedenem enostavnem primeru je videti, kot da so razlike pri spremembah zapisa bolj sintaktične in terminološke – spremenjena je večina ključnih besed (na primer GEOGCS – geografski koordinatni sistem – je po novem GEODCRS – geodetski referenčni koordinatni sistem, skladno z ISO 19111). Vendar gre pri WKT2 tudi za bistvene spremembe v sami zasnovi zbirke in odnosih med entitetami. Najpomembnejše so z geodetskega vidika spremembe pri datumski transformaciji. Ta je po novem samostojna entiteta (z lastno EPSG-kodo), ki torej povezuje izbrana izvorni RKS (angl. *source CRS*) in ciljni RKS (angl. *target CRS*).

Prvotne definicije RKS-jev (WKT1) predvidevajo zgolj datumsko transformacijo posameznega RKS-ja v skupen svetovni geodetski sistem – WGS84 (ključna beseda TOWGS84), in sicer s 7-parametrično datumsko transformacijo; parametri zasuka so podani po konvenciji PVT. Pri tem je treba WGS84 razumeti precej široko – kot sopomenko za ETRS89 (glej ničelne parametre zgoraj), s tem pa tudi za novi slovenski RKS, ki temelji na geodetskem datumu (D96). Prvotna ciljna skupina je bila namreč skupnost uporabnikov GIS. Za več informacij o razlikah med WGS84, ITRS in ETRS89 glej na primer Celine (2012).

Pri novih metapodatkovnih opisih RKS-jev (WKT2) je lahko definiranih več različnih transformacij med istim izvornim in ciljnim sistemom. Poleg privzete (angl. *default*) transformacije sta tako za prehod med starim in novim slovenskim geodetskim datumom na voljo na primer transformacija s kodo EPSG 3915, katere vir je že navedena zbirka uradnih evropskih RKS-jev (CRS-EU, 2014), ter transformacija s kodo EPSG 3917 in nizi regionalnih transformacij (prilagojenih posameznim regijam), katerih vir je spletna stran Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS, 2007). Širi se tudi nabor različnih metod transformacije – tudi bolj sofisticiranih, ki odpravljajo vplive popačenosti RKS-jev, vendar pa slovenski vsedržavni model trikotniške transformacije (za zdaj) še ni na voljo.

Večina obstoječih GIS-okolij še vedno podpira (samo) WKT1. Primer uporabe je datoteka s pripono »_prj« (projection metadata), neobvezna datoteka za podatke v formatu ESRI Shapefile, ki naj bi bil najbolj razširjen format za izmenjavo vektorskih podatkov (na primer Orlik in Orlikova, 2014). Zato je v nadaljevanju obravnavan samo ta format. Po WKT1 ločimo naslednje osnovne tipe RKS-jev:

- Geographic Coordinate System (GEOGCS) ... geodetski RKS, (λ , φ),
- Projected Coordinate System (PROJCS) ... ravninski RKS, (y , x) oziroma (e , n),
- Geocentric Coordinate System (GEOCCS) ... kartezični RKS, (X , Y , Z),
- Vertical Coordinate System (VERT_CS) ... višinski RKS, (h) ali (H_n) ali (H_{no}) ipd.,
- Compound Coordinate System (COMPD_CS) ... sestavljeni RKS, (λ , φ)+(h) ali (e , n)+(H_n) ipd.

V nadaljevanju so obravnavani samo dvorazsežni (horizontalni) RKS-ji, torej prva dva tipa.

5 EPSG-KODE IN LASTNI REFERENČNI KOORDINATNI SISTEMI ZA SLOVENIJO

Glede na zgornjo tipizacijo lahko opredelimo vsaj ducat RKS-jev, ki so (ali še bodo) v rabi v Sloveniji, dvorazsežni med njimi pa so (na primer Stopar, 2007; Kete in Berk, 2012):

- D48/ $\lambda\varphi$ (GEOGCS) ... geodetske koordinate na Besslovem elipsoidu,
- D96/ $\lambda\varphi$ (GEOGCS) ... geodetske koordinate na elipsoidu GRS80,
- D48/BGK (PROJCS) ... Baumgartnerjeve GK-koordinate (stare Gauß-Krügerjeve),
- D48/GK (PROJCS) ... GK-koordinate (Gauß-Krügerjeve),
- D96/TM (PROJCS) ... TM-koordinate (prečne Mercatorjeve),
- D96/UTM (PROJCS) ... UTM-koordinate.

Za potrebe mednarodne izmenjave prostorskih podatkov so za območje Slovenije aktualni tudi drugi RKS-ji, na primer:

- ETRS89/ $\lambda\varphi$ (GEOGCS) ... geodetske koordinate na elipsoidu GRS80,
- WGS84/ $\lambda\varphi$ (GEOGCS) ... geodetske koordinate na elipsoidu WGS84,

- ETRS89/UTM33N (PROJCS) ... UTM-koordinate v ETRS89, cona 33N,
- WGS84/UTM33N (PROJCS) ... UTM-koordinate v WGS84, cona 33N.

Za slednje je dobro poznati ustrezne slovenske RKS-je, to je tiste, ki predstavljajo (praktično) isti sistem – vsaj za potrebe GIS-uporabnikov – in se lahko za zagotovitev medopravnosti uporabijo pri mednarodni izmenjavi prostorskih podatkov.

V nadaljevanju so podane EPSG-kode za vse zgoraj navedene RKS-je (glej EPSG-1, 2016) in predlogi manjkajočih EPSG-kod ali izboljšanih definicij zanje (po WKT1).

D48/λφ ... EPSG 4312, EPSG 3906, EPSG 3906-3915, EPSG 3906-3917 ...

(geodetske koordinate na Besslovem elipsoidu 1841, slovenski geodetski datum 1948)

Prva definicija D48/λφ s kodo EPSG 4312 je predpostavljala ujemanje slovenskega geodetskega datuma z avstrijskim (Hermannskogel 1871). Težava je bila v tem, da je ob privzemu začetnega poldnevnik skozi Greenwich Avstrija za preračun geodetske dolžine upoštevala, da je poldnevnik skozi Ferro (tj. El Hierro, Kanarski otoki) za okroglo vrednost 17° 40' 00" zahodno od Greenwicha, medtem ko je Jugoslavija uporabila 17° 39' 46,02" – tako imenovano Albrechtovo vrednost (Delčev, Timár in Kuhar, 2014). Posledica je zamik geodetske dolžine za približno 300 metrov (Mugnier, 2011). Navedena EPSG-koda je ostala Avstriji. Slovenija pa je skupaj z državami nekdanje Jugoslavije dobila novo kodo EPSG 3906. Nova definicija s privzeto transformacijo v WGS84 naj bi zagotavljala točnost okoli 5 metrov, največja položajna odstopanja v Sloveniji pa so večja od 8 metrov, kar seveda ni optimalna rešitev. Za določitev transformacijskih parametrov je bilo z območja celotne nekdanje skupne države vzetih 22 točk s koordinatami, določenimi v obeh datumih. Namesto 7-parametrične je uporabljena poenostavljena 3-parametrična transformacija – samo geocentrični pomiki (Mugnier, 2016). S spletnim iskalnikom (EPSG-1, 2016) lahko tvorimo tudi WKT1 za EPSG 3906, ki je kombiniran s katero izmed alternativnih transformacij med EPSG 3906 (D48/λφ) in EPSG 4326 (WGS84/λφ), vendar samo, če je uporabljena Helmertova 7-parametrična transformacija po konvenciji PVT, tako imenovani model Burša-Wolf (EPSG dataset coordinate operation method code 9606). V našem primeru sta takšni že navedeni transformaciji s kodama EPSG 3915 in EPSG 3917; takšno kombiniranje pa običajno zapišemo kot EPSG 3906-3915 oziroma EPSG 3906-3917. Vendar tudi to še ni optimalna rešitev.

Uporabimo lahko lasten RKS (angl. *custom CRS*) z izboljšano definicijo D48/λφ (opredeljen s »prj«-datoteko za prostorske datoteke ESRI Shapefile):

```
GEOGCS[„Slovenia D48“,
    DATUM[„SI D48“,
        SPHEROID[„Bessel 1841“,6377397.155,299.1528128,
            AUTHORITY[„EPSG“,“7004“]],
        TOWGS84[476.08,125.95,417.81,4.610862,2.388137,-11.942335,9.896638]],
    PRIMEM[„Greenwich“,0,
        AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
    UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
        AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]]]
```

Edina razlika glede na EPSG 3906 s privzeto transformacijo v WGS84 so parametri za datumsko transformacijo (TOWGS84). Za določitev transformacijskih parametrov je uporabljenih 479 virtualnih

veznih točk vsedravnega modela trikotniške transformacije, različica 3.0, ki enakomerno pokrivajo celotno ozemlje države – sestavljajo mrežo enakokraničnih trikotnikov površine približno 20 km² – in so reducirane na ploskvi obeh referenčnih elipsoidov ($h = 0$). Optimalni parametri so določeni tako, da je vsota kvadratov koordinatnih odstopanj na uporabljenih veznih točkah po transformaciji najmanjša mogoča, torej po metodi najmanjših kvadratov (GI, 2012). Uporabljen je program SiTra, različica 2.10 (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007). Tako je doseženo največje mogoče ujemanje z vsedravnim modelom trikotniške transformacije. Največje odstopanje položaja točke po transformaciji (glede na model trikotniške transformacije) je 1,06 metra, kar je nekako skrajni domet kakovosti takšne vsedravnne prostorske podobnostne transformacije.

D96/ $\lambda\phi$... EPSG 4765

(geodetske koordinate na elipsoidu GRS 1980, slovenski geodetski datum 1996)

Koda EPSG 4765 za novi slovenski geodetski RKS (dolžina in širina v ločnih stopinjah) je bila pridobljena skupaj s kodo za oba ravninska RKS leta 2008 (Boldin, 2009). Definicija RKS po WKT1 (datoteka s pripono ».prj« za prostorske datoteke ESRI Shapefile) je oblike:

```
GEOGCS[„Slovenia 1996“,
  DATUM[„Slovenia_Geodetic_Datum_1996“,
    SPHEROID[„GRS_1980“,6378137,298.257222101,
      AUTHORITY[„EPSG“,“7019“]],
    TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
    AUTHORITY[„EPSG“,“6765“]],
  PRIMEM[„Greenwich“,0,
    AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
  UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
    AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]],
  AUTHORITY[„EPSG“,“4765“]]
```

Za potrebe mednarodne izmenjave prostorskih podatkov je ustrezno enačiti:

- D96/ $\lambda\phi \approx$ ETRS89/ $\lambda\phi$ (EPSG 4258) ... razlike med različnimi državnimi realizacijami ETRS89 so reda velikosti nekaj centimetrov;
- D96/ $\lambda\phi \approx$ WGS84/ $\lambda\phi$ (EPSG 4326) ... razlike so (teoretično) reda velikosti nekaj decimetrov.

Pri obeh se pogosto pojavi tudi terminološka nedoslednost – v skupnosti uporabnikov GIS se včasih govori o WGS84, ko gre dejansko za ETRS89, oziroma o ETRS89, ko gre za njegovo realizacijo (D96). O razliki med WGS84 in ETRS89 glej tudi Celine (2012).

D48/BGK ... EPSG 2170, EPSG 3911, EPSG 3907, EPSG 3907-3915, EPSG 3907-3917 ...

(Baumgartnerjeve, tj. stare Gauß-Krügerjeve koordinate, 5. cona, slovenski geodetski datum 1948)

Pri prvi definiciji državnega ravninskega RKS s kodo EPSG 2170 ni bilo upoštevano, da se je v Sloveniji uporabljal tako imenovani Baumgartnerjev zapis koordinat s številko GK-cone pred y-koordinato (5 oziroma 6 na skrajnem vzhodnem delu Prekmurja). Tako definirani RKS se v Sloveniji ni uporabljal, razen morda v omejenem obsegu v prehodnem obdobju po osamosvojitvi (nejasna pravna podlaga za poenostavitev zapisa koordinat). Poleg tega definicija temelji na napačno definiranim datumu – glej opis pri D48/ $\lambda\phi$ (EPSG 4312), kar pomeni napako približno 300 metrov ... Druga napaka je bila sicer

odpravljena z novo kodo EPSG 3911. Za predosamosvojitvene GK-koordinate je (v okviru RKS-jev za nekdanjo Jugoslavijo) za 5. cono na voljo tudi koda EPSG 3907. Parametri kartografske projekcije so tu pravilni in upoštevajo Baumgartnerjev zapis koordinat, vendar pa tudi ta definicija s privzeto transformacijo v WGS84 daje položajna odstopanja do približno 8 metrov. Tudi tu lahko kombiniramo s kodo EPSG 3915 oziroma EPSG 3917 za izboljšanje transformacije ... glej opis pri D48/λφ, kar pa še vedno ne da optimalne rešitve.

Predlog za izboljšano definicijo D48/BGK, 5. cona (lasten RKS, opredeljen s ».prj«-datoteko za prostorske datoteke ESRI Shapefile), je:

```
PROJCS[„Slovenia D48BGK-5“,
  GEOGCS[„Slovenia D48“,
    DATUM[„SI D48“,
      SPHEROID[„Bessel 1841“,6377397.155,299.1528128,
        AUTHORITY[„EPSG“,“7004“]],
      TOWGS84[476.08,125.95,417.81,4.610862,2.388137,-11.942335,9.896638]],
    PRIMEM[„Greenwich“,0,
      AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
    UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]],
    UNIT[„metre“,1,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9001“]],
    PROJECTION[„Transverse_Mercator“],
    PARAMETER[„latitude_of_origin“,0],
    PARAMETER[„central_meridian“,15],
    PARAMETER[„scale_factor“,0.9999],
    PARAMETER[„false_easting“,5500000],
    PARAMETER[„false_northing“,0],
    AXIS[„Y“,EAST],
    AXIS[„X“,NORTH]]
```

Edina razlika glede na EPSG 3907 s privzeto transformacijo v WGS84 so parametri za datumsko transformacijo. Za določitev transformacijskih parametrov je uporabljenih 479 virtualnih veznih točk vsedržavnega modela trikotniške transformacije ... glej opis za izboljšano definicijo D48/λφ; največje odstopanje položaja po transformaciji je 1,06 metra.

Se pa ta RKS v Sloveniji skoraj ne uporablja več (Kete in Berk, 2012), podoben RKS za 6. koordinatno cono (skrajni vzhod Prekmurja) pa sploh ne, zato tu ni posebej obravnavan. V letih po osamosvojitvi se je izvedla sprememba zapisa koordinat, po kateri smo iz sedemmestnih dobili šestmestne koordinate (Peterca, 1993), koordinate za skrajni vzhodni del Prekmurja so bile seveda pretvorjene v 5. cono – glej D48/GK.

D48/GK ... EPSG 3787, EPSG 3912, EPSG 3912-3915, EPSG 3912-3917 ...

(Gauß-Krügerjeve koordinate, slovenski geodetski datum 1948)

Prva definicija tega RKS-ja s kodo EPSG 3787 temelji na napačno definiranem datumu – glej opis pri D48/λφ (EPSG 4312), kar pomeni napako približno 300 metrov pri y-koordinatah; v praksi torej neuporabno. Nadomestna koda EPSG 3912 s privzeto transformacijo v WGS84 daje položajna odstopanja do približno 8 metrov. Sicer jo lahko še kombiniramo s kodo EPSG 3915 oziroma EPSG 3917 za izboljšanje transformacije ... glej opis pri D48/λφ, kar pa še vedno ne da optimalne rešitve.

Predlog za izboljšano definicijo D48/GK (lasten RKS, opredeljen s ».prj«-datoteko za prostorske datoteke ESRI Shapefile) je:

```

PROJCS[„Slovenia D48GK“,
  GEOGCS[„Slovenia D48“,
    DATUM[„SI D48“,
      SPHEROID[„Bessel 1841“,6377397.155,299.1528128,
        AUTHORITY[„EPSG“,“7004“]],
      TOWGS84[476.08,125.95,417.81,4.610862,2.388137,-11.942335,9.896638]],
    PRIMEM[„Greenwich“,0,
      AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
    UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]],
    UNIT[„metre“,1,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9001“]],
    PROJECTION[„Transverse_Mercator“],
    PARAMETER[„latitude_of_origin“,0],
    PARAMETER[„central_meridian“,15],
    PARAMETER[„scale_factor“,0.9999],
    PARAMETER[„false_easting“,500000],
    PARAMETER[„false_northing“,−5000000],
    AXIS[„Y“,EAST],
    AXIS[„X“,NORTH]]

```

Tudi tu so edina razlika glede na EPSG 3912 s privzeto transformacijo v WGS84 parametri za datumsko transformacijo. Za določitev transformacijskih parametrov je uporabljenih 479 virtualnih veznih točk vsedržavnega modela trikotniške transformacije ... glej opis za izboljšano definicijo D48/ $\lambda\phi$; največje odstopanje položaja po transformaciji je 1,06 metra.

D96/TM ... EPSG 3794

(prečne Mercatorjeve koordinate na elipsoidu GRS 1980, slovenski geodetski datum 1996)

Koda EPSG 3794 za novi slovenski RKS z ravninskimi koordinatami (tako imenovani easting in northing) je bila pridobljena leta 2008 (Boldin, 2009). Definicija RKS po WKT1 (datoteka s pripono ».prj« za prostorske datoteke ESRI Shapefile) je oblike:

```

PROJCS[„Slovenia 1996 / Slovene National Grid“,
  GEOGCS[„Slovenia 1996“,
    DATUM[„Slovenia_Geodetic_Datum_1996“,
      SPHEROID[„GRS 1980“,6378137,298.257222101,
        AUTHORITY[„EPSG“,“7019“]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY[„EPSG“,“6765“]],
    PRIMEM[„Greenwich“,0,
      AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
    UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]],
      AUTHORITY[„EPSG“,“4765“]],
    UNIT[„metre“,1,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9001“]],
    PROJECTION[„Transverse_Mercator“],

```

```

PARAMETER[„latitude_of_origin“,0],
PARAMETER[„central_meridian“,15],
PARAMETER[„scale_factor“,0.9999],
PARAMETER[„false_easting“,500000],
PARAMETER[„false_northing“, -5000000],
AXIS[„Easting“,EAST],
AXIS[„Northing“,NORTH],
AUTHORITY[„EPSG“,“3794“]]
    
```

D96/UTM ... (še ni EPSG-kode)

(univerzalne prečne Mercatorjeve koordinate na elipsoidu GRS 1980, cona 33N, slovenski geodetski datum 1996)

Ta RKS je skladno s standardi zveze Nato v rabi v Slovenski vojski. Predlog za definicijo D96/UTM (lasten RKS, opredeljen s ».prj«-datoteko za prostorske datoteke ESRI Shapefile) je:

```

PROJCS[„Slovenia 1996 / UTM zone 33N“,
  GEOGCS[„Slovenia 1996“,
    DATUM[„Slovenia_Geodetic_Datum_1996“,
      SPHEROID[„GRS 1980“,6378137,298.257222101,
        AUTHORITY[„EPSG“,“7019“]],
      TOWGS84[0,0,0,0,0,0],
      AUTHORITY[„EPSG“,“6765“]],
    PRIMEM[„Greenwich“,0,
      AUTHORITY[„EPSG“,“8901“]],
    UNIT[„degree“,0.0174532925199433,
      AUTHORITY[„EPSG“,“9122“]],
    AUTHORITY[„EPSG“,“4765“]],
  UNIT[„metre“,1,
    AUTHORITY[„EPSG“,“9001“]],
  PROJECTION[„Transverse_Mercator“,
  PARAMETER[„latitude_of_origin“,0],
  PARAMETER[„central_meridian“,15],
  PARAMETER[„scale_factor“,0.9996],
  PARAMETER[„false_easting“,500000],
  PARAMETER[„false_northing“,0],
  AXIS[„Easting“,EAST],
  AXIS[„Northing“,NORTH]]
    
```

Definicija temelji na že obstoječem RKS s kodo EPSG 3794 za D96/TM, spremenjeni so le parametri kartografske projekcije. Podobno definirana RKS-ja (dve EPSG-kodi) je na primer pridobila Hrvaška, ki leži v dveh UTM-conah (EPSG 3767 in EPSG 3768).

Za potrebe mednarodne izmenjave prostorskih podatkov je ustrezno enačiti:

- D96/UTM \approx ETRS89/UTM33N (ETRS89 25833) ... razlike med različnimi državnimi realizacijami ETRS89 so reda velikosti nekaj centimetrov;
- D96/UTM \approx WGS84/UTM33N (EPSG 32633) ... razlike so (teoretično) reda velikosti nekaj decimetrov.

Veljajo iste opombe kot pri zamenjavah za EPSG 4765 ... glej opis pri D96/ $\lambda\phi$.

6 PRIMERJAVA USKLADITVE PODATKOV V RAZLIČNIH RKS-JIH S PROGRAMOM QGIS

Kakovost transformacije s predlaganimi definicijami za slovenske dvorazsežne (horizontalne) RKS-je je bila preizkušena na praktičnem primeru združevanja prostorskih datotek ESRI Shapefile, in sicer z brezplačnim odprtokodnim programom QGIS Las Palmas, različica 2.18.4 (QGIS, 2017). Uporabljeni so vektorski podatki o državni meji, pripravljene v štirih RKS-jih, in sicer D48/λφ (EPSG 3906), D96/λφ (EPSG 4765), D48/GK (EPSG 3912) in D96/TM (EPSG 3794). Datumska transformacija je izvedena z vsedravnim modelom trikotniške transformacije, različica 3.0 (Berk in Komadina, 2010 in 2013), torej zunaj programa QGIS. S tem sta zastopana oba geodetska datuma (D48 in D96) in oba tipa obravnavanih koordinatnih sistemov (geodetski in ravninski).

Za tako pripravljene štiri prostorske datoteke ESRI Shapefile (oziroma štiri trojice datotek s priponami ».shp«, ».shx« in ».dbf«) so bili izvedeni trije ločeni poskusi uvoza v QGIS, in sicer:

- brez predpripravljenih ».prj«-datotek; ustrezne EPSG-kode RKS-jev so bile izbrane (s seznama razpoložljivih v QGIS) ob uvozu vsake posamezne Shape-datoteke,
- z uporabo ».prj«-datotek, tvorjenih na podlagi definicij ustreznih EPSG-kod s privzeto transformacijo v WGS84 (glej EPSG-1, 2016), in
- z uporabo v članku predlaganih izboljšanih definicij vsebin ».prj«-datotek.

Izkaže se, da sta prvi in drugi način uskladitve podatkov povsem enakovredna, QGIS torej upošteva privzete osnovne definicije datumskih transformacij, ki na območju Slovenije zagotavljajo uskladitev podatkov s položajnimi odstopanji do približno 8 metrov. V tretjem primeru, to je pri uporabi lastnih RKS-jev (s ».prj«-datoteko), pa je zagotovljena uskladitev podatkov s položajnimi odstopanji do približno 1 metra.

Skupni RKS, v katerega se pretvorijo oziroma transformirajo podatki pri uvozu, je seveda RKS prvouvožene Shape-datoteke. Pri tem je dobro vedeti, da se ob prvem uvozu prostorske datoteke z lastnim RKS-jem lahko zgodi, da se ta ne bo uvozila pravilno (dokler QGIS novega lastnega RKS-ja ne doda v svoj seznam).

7 SKLEP

Smo v letu, ko v Sloveniji glede na določila Zakona o državnem geodetskem referenčnem sistemu (ZDGRS, 2014) prihajamo v sklepno fazo prehoda na novi državni koordinatni sistem. Zato je poznavanje različnih referenčnih koordinatnih sistemov (RKS) nujno tako za geodete kot tudi vse druge stroke, ki imajo opravka s prostorom. Skupnosti uporabnikov in razvijalcev GIS-orodij je v zbirki EPSG (EPSG-1, 2016; EPSG-2, 2017) na voljo nekaj deset kod za različne slovenske RKS-je in za datumske transformacije med njimi. Geodetska uprava Republike Slovenije je v preteklem desetletju poskrbela za odpravo nekaterih napak in registracijo nadomestnih/novih EPSG-kod. Kljub temu je treba biti pri njihovi uporabi pazljiv, zbirka EPSG je bila namreč prvotno zasnovana za skupnost uporabnikov GIS-orodij.

V članku so obravnavani samo dvorazsežni (horizontalni) RKS-ji. Podane so optimalne definicije RKS-jev za vektorske podatke, in sicer za prostorske datoteke ESRI Shapefile. Za slovenske RKS-je je torej – ob uporabi predlaganih ».prj«-datotek – zagotovljena uskladitev podatkov s položajnimi odstopanji do približno 1 metra. Za podatkovne nize, kjer je zahtevana višja položajna točnost, pa je prehod na novi koordinatni sistem treba izvesti s posebnimi orodji, ki podpirajo vsedravnim model trikotniške transformacije.

Literatura in viri:

Batty, M., Hudson-Smith, A., Milton, R., Crooks, A. (2010). Map Mashups, Web 2.0 and the GIS Revolution. *Annals of GIS*, 16 (1), 1–13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/19475681003700831>

Berk, S., Komadina, Ž. (2010). Trikotniško zasnovana transformacija med starim in novim državnim koordinatnim sistemom Slovenije. V: D. Perko (ur.), M. Zorn (ur.), *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010. GIS v Sloveniji*, 10, 291–299.

Berk, S., Komadina, Ž. (2013). Local to ETRS89 Datum Transformation for Slovenia: Triangle-Based Transformation Using Virtual Tie Points. *Survey Review*, 45 (328), 25–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/1752270611Y.0000000020>

Boldin, D. (2009). Registrirana koordinatna sistema v bazi EPSG. *Geodetski vestnik*, 53 (1), 145.

Celine (2012). Difference Between WGS84 and ETRS89. *DifferenceBetween.net*, 13. 01. 2012. <http://www.differencebetween.net/miscellaneous/geography-miscellaneous/difference-between-wgs84-and-etr89/>, pridobljeno 7. 2. 2017.

CRS-EU (2014). Coordinate Reference Systems in Europe. http://www.crs-geo.eu/nn_124226/crseu/EN/CRS__Description/crs-national__node.html, pridobljeno 7. 2. 2017.

Delčev, S., Timár, G., Kuhar, M. (2014). O nastanku koordinatnega sistema D48. *Geodetski vestnik*, 58 (4), 681–694. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.04.681-694>

EPSG-1 (2016). Find Coordinate Systems Worldwide, različica 8.9. <https://epsg.io>, pridobljeno 3. 1. 2017.

EPSG-2 (2017). EPSG Geodetic Parameter Registry, različica 9.0. <http://www.epsg-registry.org>, pridobljeno 10. 1. 2017.

GI (2012). Optimalne transformacije med »starim« in »novim« državnim koordinatnim referenčnim sistemom Slovenije. <http://www.transformacije.si/koristno/drzavni-parametri>, pridobljeno 7. 2. 2017.

GURS (2007). Portal Prostor: Transformacijski parametri. http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/drzavni_koordinatni_sistem/horizontalni_drzavni_koordinatni_sistem_d96tm/d96tm/transformacijski_parametri/, pridobljeno 7. 2. 2017.

ISO 19111 (2007). Geographic Information – Spatial Referencing by Coordinates. Ženeva: International Organization for Standardization.

ISO 19162 (2015). Geographic Information – Well Known Text for Coordinate Reference Systems. Ženeva: International Organization for Standardization.

Kete, P., Berk, S. (2012). Stari in novi državni koordinatni sistem v Republiki Sloveniji ter koordinatni sistem zveze Nato. V: J. Balas (ur.), A. Kokalj (ur.), B. Kovič (ur.), *Geoprostorska podpora obrambnemu sistemu Republike Slovenije* (str. 259–279). Ljubljana: Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije.

Kozmus Trajkovski, K., Stopar, B. (2007). SiTra, različica 2.10. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <http://sitra.sitranet.si>

Lott, R. (2011). On the Description of Coordinate Reference Systems. *Survey Review*, 43 (319), 105. DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/sre.2011.43.319.105>

Mugnier, C. J. (2011). Grids & Datums – Republic of Slovenia. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 77 (10), 975.

Mugnier, C. J. (2016). Grids & Datums – The Former Yugoslavia. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 82 (1), 17–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.14358/PERS.83.1.17>

OGC (2015). Well-Known Text Format (WKT) Version 1. <http://www.geoapi.org/3.0/javadoc/org/ogp/referencing/doc-files/WKT.html>, pridobljeno 7. 2. 2017.

Orlik, A., Orlikova, L. (2014). Current Trends in Formats and Coordinate Transformations of Geospatial Data — Based on MyGeoData Converter. *Central European Journal of Geosciences*, 6 (3), 354–362. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/s13533-012-0178-8>

Peterca, M. (1993). Državni sistem ravninskih pravokotnih koordinat. *Geodetski vestnik*, 37 (2), 89–94.

QGIS (2017). QGIS Las Palmas, različica 2.18.4. A Free and Open Source Geographic Information System. <http://qgis.org/en/site/>

Stopar, B. (2007). Vzpostavitev ESRS v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 51 (4), 763–776.

Terminologičke (2017). Referenčni koordinatni sistem. <http://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/svetovanje/referenci-koordinatni-sistem#v>, pridobljeno 15. 1. 2017.

ZDGRS (2014). Zakon o državnem geodetskem referenčnem sistemu. Uradni list Republike Slovenije, št. 25/2014.



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

Mag. Danijel Boldin, inž. geod., univ. dipl. org. inf.
 Geodetska uprava Republike Slovenije, Zemljemerska ulica 12,
 SI-1000 Ljubljana
 e-naslov: danijel.boldin@gov.si

PILOTNI PROJEKT IZBOLJŠAVE KAKOVOSTI ZEMLJIŠKOKATASTRSKEGA PRIKAZA V KATASTRSKI OBČINI ČREŠNJICE

PILOT PROJECT FOR QUALITY IMPROVEMENT OF LAND CADASTRE INDEX MAP IN THE CADASTRAL COMMUNITY OF ČREŠNJICE

Marjan Čeh, Bojan Stopar, Barbara Trobec, Miran Brumec, Jernej Tekavec, Anka Lisec

1 UVOD

Geodetska uprava je v letu 2014 začela izvajati dejavnosti za oblikovanje strateških ciljev njenega delovanja do leta 2025 ter je tako v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FAGG) oblikovala zasnovo strategije javne (državne) geodetske službe v Sloveniji, v kateri je opredelila vrsto strateških projektov. Mednje lahko uvrstimo tudi projekta *Analiza možnosti izboljšave položajne točnosti, natančnosti in zanesljivosti zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra (ZKP)* ter *Izboljšava položajne točnosti zemljiškokatastrskega prikaza z urejanjem mej katastrskih občin in uporabo podatkov iz elaboratov geodetskih meritev* (Lisec in sod., 2015). Na Oddelku za geodezijo UL FAGG smo od leta 2010 intenzivno izvajali raziskave na tem področju (Čeh, Gielsdorf in Lisec, 2011; Čeh in sod., 2011, 2012) in tudi izvedli več testnih projektov – samostojno ter v sodelovanju z geodetsko upravo in zasebnim podjetjem (LGB geodetski inženiring in informacijske tehnologije, d. o. o.). Pri tem smo prišli do pomembnih ugotovitev, ki so bile v okviru projektov predstavljene v ožjih strokovnih krogih (Čeh in sod., 2015a, 2015b), s tem prispevkom pa bi z njimi radi seznanili tudi širšo geodetsko strokovno javnost.

Problematika področja, zaradi katere smo se odločili za raziskave in pozneje testne projekte, je bila podrobneje opisana v povzetku seminarja Oddelka za geodezijo UL FGG leta 2011 na temo kakovosti grafičnih podatkov zemljiškega katastra z naslovom *Sistem zemljiškega katastra: izzivi in dileme grafičnih podsistemov* (Lisec, Čeh in Trobec, 2011) ter v članku *Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra* (Čeh in sod., 2011), zato jo tu le kratko povzemamo. Z digitalizacijo katastrskih načrtov ob koncu preteklega tisočletja smo v Republiki Sloveniji dobili kontinuirano digitalno geometrično-topološko strukturo ozemlja države v obliki zemljiških parcel, ki pa je ostala topološko neuskaljena in nehomogene položajne natančnosti. Obremenjena je torej s sistematični pogreški, ki izhajajo iz prvotnih metod izmere, ter s slučajnimi in grobimi pogreški, ki izhajajo iz kasnejših grafičnih posodobitev podatkov v postopkih vzdrževanja in napak na stikih katastrskih občin.

Tudi po uveljavitvi digitalnih grafičnih podatkov zemljiškega katastra se v Sloveniji še naprej srečujemo z več vrstami težav, na primer (ne)kakovostnim vključevanjem sprememb v zvezni digitalni prikaz parcel (zemljiškokatastrski prikaz – v nadaljevanju: ZKP), vzdrževanjem grafičnih podatkov katastra v »treh«

koordinatnih sistemih, vprašljivo interpretacijo katastrskih podatkov in slabo kakovostjo izmere. Vse so vsaj delno povezane s slabo položajno in geometrično kakovostjo ZKP.

Glavni cilji navedenih raziskav in projektov izhajajo predvsem iz ene izmed strateških tem Geodetske uprave RS, to je »vzpostavitev kakovostnejših podatkov o položajih meja pravic, integriranih v okviru enotnega državnega koordinatnega sistema D96/TM, pri čemer bodo odpravljeni sistematični pogreški posameznih položajev mejnih točk in čim bolj odpravljeni grobo pogrešeni vklopi preteklih vzdrževalnih izmer«. Izboljšava kakovosti katastrskih podatkov, ki izhaja iz navedenih ciljev, bi namreč omogočila dvig kakovosti vseh drugih, od katastra odvisnih zbirk uradnih podatkov zemljiške administracije, vključno s podatki namenske rabe in drugih ureditev v prostoru.

Natančnejši cilj raziskav in projektov je bil oblikovati predlog metodologije za učinkovito izboljšavo položaja mejnih točk ZKP s točkami, pri katerih so položajne koordinate preverjeno kakovostne, na primer zemljiškokatastrskimi točkami (v nadaljevanju: ZK-točke). Popravke položaja kakovostno določenih ZK-točk naj bi zvezno prenesli na model (ZKP) za območja bližnjih, okoliških parcel, ter pri tem upoštevali okoliščine, značilne za slovenski kataster. Za izboljšavo položajne kakovosti ZKP je bilo treba na testnem območju izvesti analizo položajne kakovosti podatkov, odkriti grobo pogrešene podatke (tudi vklope) ter izboljšati položajno in geometrično natančnost ZKP. V ta namen smo morali opredeliti optimalno količino in razporeditev tako imenovanih veznih točk, pri katerih so koordinate preverjeno kakovostne (na primer terensko izmerjene »stare« mejne točke in izbrane, koordinatno kakovostno določene, identične »vezne« ZK-točke). Pri tem je treba tudi:

- upoštevati zveznost izvedbe položajne izboljšave ZKP;
- geodetsko upoštevati relativne geometrične odnose med entitetami (mejnimi točkami);
- analitično ugotoviti optimalni delež terenske izmere dodatnih veznih točk;
- terensko identificirati točkovne entitete modela ZKP (veznih točk) in izvesti izmero dodatnih veznih točk – materializiranih katastrskih točk;
- uporabiti optimalni delež tehnične izmere dodatnih veznih točk visoke absolutne točnosti na praznih območjih;
- uvesti interaktivni pregled časovnih različic stanja ZKP po fazah izboljšave (preglednost in sledljivost);
- uporabiti najkakovostnejše arhivirane katastrske vire geodetsko pridobljenih podatkov (merske podatke);
- izločiti nekatere podatke iz neposredne izboljšave;
- numerično oceniti kakovost za vsako entiteto.

Za doseganje teh natančnejših ciljev je treba naenkrat obravnavati geografsko zaokroženo območje ZKP, na primer območje sistemske skice, območje snemalnega lista, območje ledine, območje celotne katastrske občine ali več katastrskih občin skupaj. Ob danih ciljeh so podani dodatni pogoji, in sicer prenos izboljšave položajne kakovosti ZKP na območjih grafične izmere naj bi se izvajal ob največji stopnji ohranitve relativnih razmerij. Izvedba izboljšave mora temeljiti na geodetski doktrini, ki je zasnovana na metodah ohranitve relativne geometrije in topologije, nadštevilnih opazovanjih, ter načelih izravnalnega računa. Na položajno izboljšanih območjih, ki ostanejo grobo pogrešena (katastrsko neurejena), je treba izvesti druge ukrepe, kot so množična nova katastrska izmera, komasacija in podobno. Prednosti takšnega celo-

vitega pristopa do projektov z večnivojskimi cilji izboljšav so večplastne – od zagotavljanja kakovostnih uradnih podatkov o prostoru in nepremičninah do razvoja človeških virov, optimizacije postopkov in porabe javnih finančnih virov v ta namen (Lisec in sod., 2014).

V grafičnem podsistemu zemljiškega katastra je najpogosteje uporabljeni element kakovosti podatek-ocena položajne točnosti, četudi obstajajo tudi drugi. Najkritičnejša, poleg položajne točnosti, je časovna skladnost (posodobljenost) in veljavnost podatkov grafičnega podsistema, predvsem za nekatera območja grafične izmere. V nadaljevanju predstavljamo okoliščine študije primera izboljšave koordinat katastrskih podatkov. Na koncu so predstavljeni rezultati projektov izboljšave položajnih katastrskih podatkov v OGU Novo mesto, podrobneje za katastrsko občino Črešnjice (v nadaljevanju: k. o. Črešnjice).

2 OKOLIŠČINE ZA ŠTUDIJE PRIMERA IZBOLJŠAVE NA OBMOČJU K. O. ČREŠNJICE IN PRIPRAVA PODATKOV

Območje obravnave, katastrska občina 1458 Črešnjice (OGU Novo mesto), obsega sedem listov grafične izmere v merilu 1 : 2880. Pred uporabo zadnjih vpisanih podatkov v podatkovno zbirko zemljiškega katastra je bilo treba preveriti medsebojno skladnost izmenjevalnih datotek. Izvedli smo iskanje napak glede na izbrana topološka pravila za točke, linije (lomnice) in območja. Potem smo preverjali skladnost grafičnih koordinat ZK-točk in parcelnih delov, odkrivali grobo napačne koordinate ZK-točk, primerjali koordinate v sistemih D48/GK in D96/TM ter preverjali lomne točke na meji katastrske občine. Na meji katastrske občine 1458 Črešnjice je bilo 31 »osamljenih« točk te katastrske občine in 13 točk sosednjih katastrskih občin. Pregledali smo tudi podatke ZK-točk, ki so imele v postopku izboljšave vlogo veznih točk.

Če predpostavimo, da kakovostno določitev koordinat ZK-točk omogočajo metode 11, 21, 31, 41, 61, 71 in 91¹, potem je takšnih ZK-točk na študijskem območju 4281 ali 33 % – to je točk, ki jih lahko uporabimo za izboljšavo položajne kakovosti ZKP:

- ena točka nima koordinat v državnem koordinatnem sistemu;
- 2197 točk (51 %) ima koordinate v sistemu D48/GK, 2083 (49 %) pa v sistemu D96/TM;
- ZK-točke so bile določene v 303 postopkih.

ZK-točk, določenih z metodami 94, 95 ali 96², nismo uvrstili na seznam kakovostno določenih koordinat točk (8429 točk oziroma 64 % ZK-točk v katastrski občini 1458 Črešnjice).

Nato smo pregledali ZK-točke glede na vrsto postopka, izvedenega v zemljiškem katastru. Pred začetkom izboljšave smo pripravili aktualne podatke katastrske občine 1458 Črešnjice v koordinatnem sistemu D48/TM, ki smo jih nato s trikotniško, odsekoma afino ravninsko transformacijo transformirali v koordinatni sistem D96/TM.

¹ Po šifrantu metode določitve koordinat ZK-točk Geodetske uprave RS:

11 – polarna (do 12 cm)

21 – ortogonalna, presek premic (do 12 cm)

31 – GNSS (do 12 cm)

41 – preseki, urezi, konstrukcija iz originalnih mer (do 12 cm)

61 – digitalizacija načrtov 1 : 500

71 – transformacija merjenih ali digitaliziranih točk (do 12 cm)

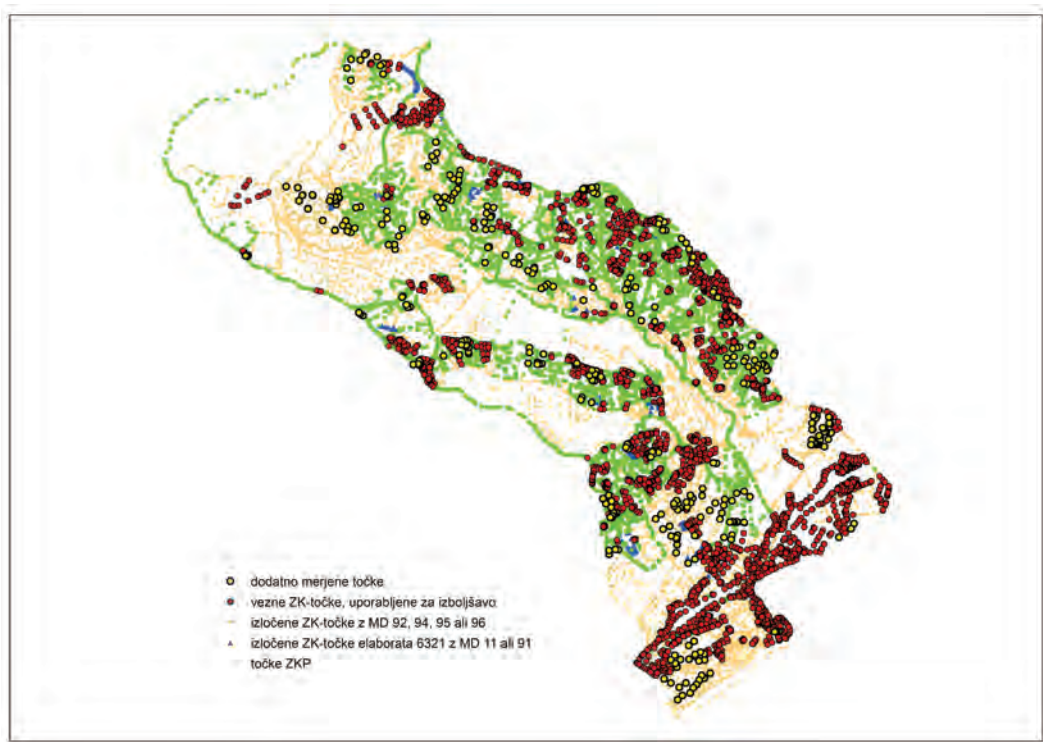
91 – izmera na terenu v sistemih D48/GK ali D96/TM

² Po šifrantu metode določitve koordinat ZK-točk Geodetske uprave RS:

94 – izboljšava lokacijskih podatkov – ZK-točke

95 – izboljšava lokacijskih podatkov – DOF

96 – izboljšava lokacijskih podatkov – vklop



Slika 1: Prikaz obstoječih zemljiško katastrskih (ZK) točk, na novo izmerjenih (ZK) točk in ZKP-točk v k. o. Črešnjice (lasten prikaz).

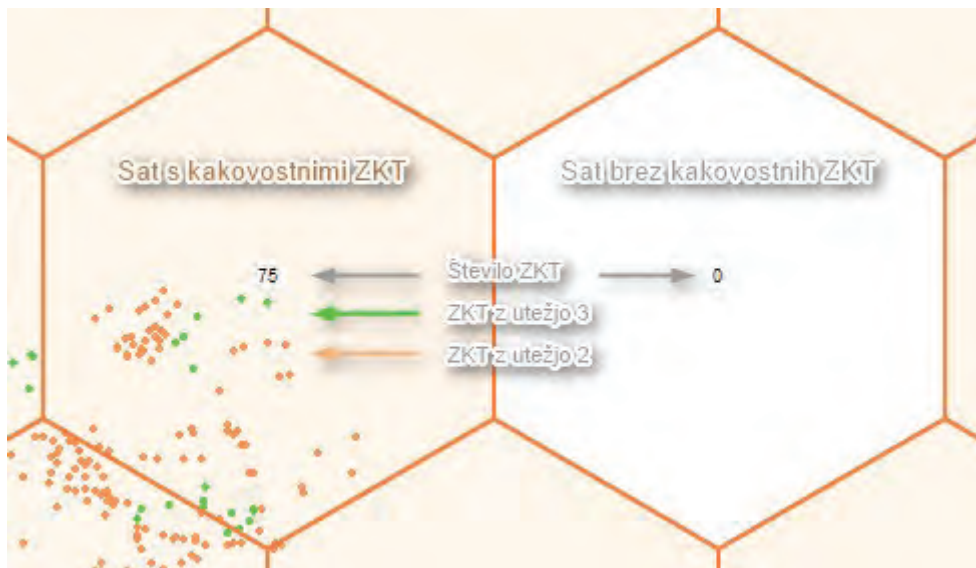
Na sliki 1 je pregled katastrskih točk v k. o. Črešnjice, v kateri so s trikotniki prikazane izločene točke, obdelane v »izboljšavi« podatkov na območjih trajnih nasadov.

2.1 Zagotovitev enakomernejšega pokritja z veznimi točkami – območja, na katerih je potrebna izmera

Na nekaterih obravnavanih območjih ni bilo ustreznih veznih točk. Za enakomernejšo pokritost območja obravnave z veznimi točkami smo ocenili število dodatnih točk, ki bi jih bilo treba izmeriti na praznih območjih. Izhajali smo iz povprečne površine katastrske občine v Republiki Sloveniji, ki znaša približno 750 hektarjev. Če želimo, da je največja dovoljena razdalja med sosednjima veznima točkama približno 300 metrov, potrebujemo v povprečno veliki katastrski občini približno 70 veznih točk. V katastrski občini Črešnjice bi potrebovali 80 enakomerno razporejenih veznih točk za izboljšavo položajne natančnosti zveznega grafičnega sloja zemljiških parcel po predlaganem merilu. Toda zaradi napak pri vzdrževanju ZKP (odkrite so bile mnoge grobe napake) mora biti gostota veznih točk večja. Tako smo oblikovali postopke usmerjenega iskanja primernih lokacij, na katerih naj bi izmerili dodatne vezne točke:

- opredelitev zaraščenih in nezaraščenih območij;
- določitev »praznih« območij (ni ZK-točk) na nezaraščenih predelih (površina 249 hektarjev, 30 % celotnega območja);

- opredelitev območij katastrskih sprememb (z načrti iz različnih obdobj), potencialno obstoječih mejnikov iz obdobja 1895–1977 in kakovostnejših podatkov iz obdobja 1977–1988;
- enakomerno pokritje območja z opredelitvijo mreže šestkotnikov (oblike satja s stranico celice 300 metrov – glej sliko 2).



Slika 2: Celice satja brez kakovostnih ZK-točk, v katerih se iščejo in izmerijo dodatne vezne točke.

Devetnajst celic oziroma šestkotnikov se delno prekriva s prej določenimi poligoni praznih območij. Za namen naloge smo izmerili nekatere mejnike, ki so imeli status ZK-točk (kontrolna izmera), starejše mejnike, ki niso ZK-točke, in točke nekaterih značilnih topografskih oblik. Izmerjene točke so imele vlogo veznih točk. Iskanje točk smo izvajali na več načinov:

- usmerjeno iskanje z uporabo katastrskih načrtov sprememb;
- usmerjeno iskanje z uporabo skic (spremembe v naravi od izdelave elaboratov);
- usmerjeno iskanje z uporabo rekonstruiranih ter približno georeferenciranih in vključenih skic elaboratov.

2.2 Priprava na terensko izmero

Za pripravo na terensko izmero smo:

- pregledali in analizirali zadnje vpisane podatke zemljiškega katastra (kakovost ZK-točk);
- pripravili in pregledali seznam zbirke listin (podroben pregled izbranih postopkov IDPOS, preračun izbranih postopkov, s katerimi se je urejala ali spreminjala meja ali spremenila vrsta rabe z izmerjenimi točkami za navezavo);
- pripravili izseke državnega ortofota (DOF025);
- pripravili skenograme katastrskih načrtov z vrisanimi spremembami (prednost so imeli tisti iz obdobja 1977–1988 ter starejši iz obdobja pred letom 1977);
- pripravili lidarske podatke.

Terenska ekipa, sestavljena iz operaterja in pomočnika, je za terensko izmero dobila pripravljene terenske skice. Te so vsebovale izsek državnega ortofota (DOF025), zemljiškokatastrski prikaz (ZKP), skice iz izbranih postopkov, ki so bile vključene v ZKP (predhoden preračunan numeričnih podatkov elaboratov), skenograme katastrskih načrtov z vrisanimi spremembami. Med terensko izmero se je izkazalo, da je za uspešno terensko delo pomembna tudi pomoč lastnikov parcel. Menimo, da brez njih ne bi odkrili in izmerili večine mejnikov.

Za terensko izmero smo uporabili dve metodi. Vsa merjenja so bila izvedena v skladu z Navodili za izvajanje izmere z uporabo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov v državnem koordinatnem sistemu (različica 2.0, 20. 11. 2006). Na odprtih območjih smo izmero izvajali z RTK-metodo, z GNSS-sprejemnikom in anteno na togem grezilu. Časovno trajanje opazovanj je bilo 60 sekund, z intervalom registracije ene sekunde. Sprejemljivo položajno odstopanje večkrat določenih koordinat je bilo štiri centimetre, med izmero smo morali imeti na razpolago vsaj pet satelitov, največja dovoljena vrednost faktorja PDOP pa je bila 6. Na zaprtih območjih (omejene možnosti za GNSS-izmere) smo uporabili kombinirano metodo, kjer smo določili koordinate stojišč tahimetra in orientacijskih točk z GNSS-izmero, izmero detajlnih točk pa z elektronskim tahimetrom. Pri terenski izmeri točk v k. o. Črešnjice in zunanje okolice meje k. o. je bilo izmerjenih 566 točk – od tega je bilo 309 mejnikov in drugih mejnih znamenj ter 257 točk na spodnjih in zgornjih robovih brežin terena. Od 309 izmerjenih mejnikov in drugih mejnih znamenj jih je 97 že imelo status ZK-točke. Od 97 ZK-točk jih je imelo 35 koordinate v sistemu D96/TM. S predhodno podanim načinom usmerjanja terenske izmere smo z RTK-metodo na območju k. o. Črešnjice našli in izmerili vezne točke, za katere velja:

- 216 mejnikov je označenih s predpisanimi mejnimi znamenji;
- druge izmerjene točke (13) so imele pomožne oznake (škarpe in podobno) ali so imele terenske oblike (vrh, dno brežine) ali obdelovalne meje.

Od 216 opazovanih mejnikov jih 85 pripada praznim območjem (celicam). Med temi 85 mejniki je 24 naravnih kamnov, pri čemer je 12 kamnov obarvanih, imajo vklesan križ ali so dodatno označeni s količkom. Preostalih 12 kamnov je brez oznak (*opomba: 5 od 85 mejnikov ni bilo vključenih v izboljšavo; samo eden od teh je bil betonski – razlogi so predusem topološka in geometrična nekonsistentnost položajev mejnikov z ZKP*).

Za pripravo, izmero in obdelavo podatkov je bilo porabljenih 174 ur – natančnejši opis ur za terensko izmero in obdelavo podatkov na delovišču k. o. Črešnjice je podan v preglednici 1.

Preglednica 1: Ocena časa potrebnega za pridobivanje podatkov (odkrievanje in izmera) dodatnih veznih točk

Faza	Trajanje (ur)	Skupaj (ur)
Priprava podatkov za terensko izmero		24
Terenska izmera		126
Iskanje mejnih znamenj	46	
Izmera	75	
Zapisovanje značilnosti točk in fotografranje	5	
Obdelava podatkov in priprava za uvoz v GIS		24
		174

V povprečju je bilo za izmero in obdelavo ene točke porabljenih 18,4 minute.

2.3 Priprava podatkov relativne geometrije na območjih z malo ali nič veznimi točkami

Iz zbirke listin zemljiškega katastra smo za celotno območje obravnave k. o. Črešnjice in sosednjih katastrskih občin prevzeli podatke relativne geometrije parcelnega stanja za 542 postopkov. Na območjih z malo ali nič veznimi točkami smo v k. o. Črešnjice in okoliških katastrskih občinah rekonstruirali relativno geometrijo parcelnega stanja iz 139 postopkov tahimetrične izmere na podlagi zbirke listin zemljiškega katastra. Za rekonstrukcijo so bili izbrani postopki, s katerimi se je urejala ali spreminjala meja, in postopki spremembe vrste rabe z veliko točkami za navezavo. Za nadzor in možnost skupinskega prikaza relativne geometrije smo pripravili pregled parcel in postopkov v okolju GIS.

Podatke tahimetrične izmere rekonstruiranih elaboratov smo opredelili v naslednjih kakovostnih razredih (ocenjena največja dopustna odstopanja):

- kakovostni razred 1: 0–0,1 metra za terensko metodo 91;
- kakovostni razred 2: do 0,2 metra, ko so bile koordinate določene s tahimetrijo, pri čemer so dolžine izmerjene z elektronskimi razdaljemerji;
- kakovostni razred 3: do 0,4 metra, ko so bile koordinate določene s tahimetrijo, pri čemer so dolžine izmerjene z optičnimi razdaljemerji;
- kakovostni razred 4: do 1,0 metra, ko so bile koordinate določene z busolno tahimetrično izmero ali so koordinate določene s trinitno ali avtoredukcijsko tahimetrijo, pri čemer so bile dolžine, daljše od 100 metrov, izmerjene z optičnimi razdaljemerji.

Tahimetrični zapisniki (podatki meritev v obliki polarnih koordinat) so bili prepisani v digitalne besedilne datoteke tahimetrične izmere. Točke imajo pripisano šifrirano oznako za vrsto materializacije. Za ohranjanje pregleda nad primeri rekonstruiranih relativnih geometrijskih odnosov parcel (iz elaboratov tahimetričnih izmer) smo izdelali podatkovni sloj centroidov elaboratov z ocenjeno natančnostjo metode določitve položajev mejnih točk. Faze rekonstrukcije elaboratov s tahimetričnimi opazovanji za vključevanje pogojev relativnih geometrijskih razmerij parcelnega stanja v postopke izboljšave položajne in geometrične kakovosti ZKP v okviru te raziskave lahko opredelimo kot:

- prepis zapisnikov tahimetričnih meritev v digitalno obliko;
- določitev približnih koordinat stojišča in orientacijske točke v D48/GK;
- pretvorba zapisnikov tahimetričnih meritev v ustrezno datoteko;
- uvoz koordinat v geodetsko programsko okolje;
- izračun približnih koordinat detajlnih točk;
- vzpostavitev povezav med točkami;
- uvoz in vklop območja obravnavanega primera s triparametrično transformacijo (premik in zasuk brez spremembe merila) v D48/GK.

Posamezni rekonstruirani relativni geometrijski odnosi parcel (iz elaboratov tahimetričnih izmer, zapisani v datotekah geodetskega programa) so bili transformirani v D96/TM s trikotniško odsekoma afino transformacijo. Sledila je vizualna primerjava grafik zadnjih vpisanih podatkov in podatkov vklapljenega rekonstruiranega postopka. Priprava, izmera in obdelava podatkov za 139 primerov relativnih geometrijskih odnosov parcel (iz arhiviranih analognih elaboratov tahimetričnih izmer) na delovišču k. o. Črešnjice je zahtevala dodatni čas, ki smo ga ocenili v dveh kategorijah, in sicer kot prevzem in pregled zbirke listin (36 ur) ter izdelava datotek in uvoz v GIS (70 ur) oziroma skupaj 106 ur.

3 REZULTATI IZBOLJŠAVE IN NJIHOVA KONTROLA

V tem razdelku podajamo rezultate izboljšave položajne in geometrične kakovosti ZKP z izravnavo v k. o. Črešnjice, v katero smo vključili podatke iz treh zbirk (ZK-točke, ZKN in ZKP, pridobljeno 3. 9. 2015). Pri tem smo:

- upoštevali pogoje identitete, pravokotnosti in vzporednosti,
- vključili rezultate izmere dodatnih veznih točk na praznih območjih, ki še niso imele statusa ZK-točke, z izmero čim večjega števila mejnikov ter
- vključili kakovostne podatke relativnih geometrijskih odnosov parcel iz zapisnikov tahimetričnih meritev
- in skic arhiviranih elaboratov (preglednica 2).

Preglednica 2: Pregled vhodnih podatkov in njihov izbor za izravnavo in homogenizacijo ZKP za k. o. Črešnjice

Število vseh ZK-točk	13.087
Število izločenih ZK-točk z metodo določitve 67, 94, 95 ali 96 in upravnim statusom 7 ali 8	8425
Število veznih ZK-točk, uporabljenih za homogenizacijo	4662
Število dodatno izmerjenih veznih točk	354
Število dodatno izmerjenih veznih točk, uporabljenih za homogenizacijo	224
Število vseh ZKP-točk	21.438
Število povezav med točkami ZKP	25.110
Število centroidov	4134
Število rekonstruiranih in vključenih elaboratov	77

Kot je razvidno iz preglednice 2, smo za homogenizacijo ZKP-ja od 354 dodatno izmerjenih točk na koncu postopka uporabili le 224 točk, in sicer zaradi izločitve grobo pogrešenih opazovanj, ki smo jih odkrili v postopku predhodne analize. Pred izravnavo in membransko homogenizacijo smo izvedli analizo podatkov, katere rezultati so v preglednici 3.

Preglednica 3: Statistika vhodnih elementov pred končnim korakom izboljšave položajne in geometrične kakovosti ZKP v k. o. Črešnjice

Število uvoženih referenčnih točk	4662
Število uporabljenih referenčnih točk	4662
Število uporabljenih dodatno izmerjenih veznih točk	224
Število točk z digitaliziranimi koordinatami	21.438
Število novih (premaknjenih) digitaliziranih točk	16.776
Število pogojev pravokotnosti	2065
Število pogojev premočrtnosti loma	394
Število pogojev vzporednosti	12
Število identitet med točkami (elaborati)	1971

Za a priori vrednost standardnega odklona opazovanj digitaliziranih (ZKP-) koordinat je bila izbrana vrednost 150 centimetrov. Koordinate ZK-točk oziroma drugih veznih točk, ki smo jih izbrali za tako imenovane referenčne točke, se v prikazanem primeru niso izravnale, zato smo jim dodelili vrednost standardnega odklona 0 centimetrov.

Po izravnavi in homogenizaciji je znašala vrednost srednjega standardnega odklona položaja točk ZKP za celotno območje 103,0 centimetra. Ocenjena položajna kakovost koordinat točk ZKP se je z izravnavo in homogenizacijo občutno izboljšala. Vsaka točka ZKP pa po izravnavi in homogenizaciji pridobi dodatne cenilke kakovosti izravnanih položajev točk (preglednica 4).

Preglednica 4: Primer zapisa izravnavnih koordinat ZKP točke, s cenilkami kakovosti točke

Št. točke	Končni koordinati [m]		Ocena natančnosti		Elipsa pogreškov	
	E	N	standardni odklon a posteriori [cm]	kot zasuka [°]	velika polos [cm]	mala polos [cm]
1	452.519,090	96.917,174	8,3	16,2	5,9	5,9

Vsako opazovanje, ki je vključeno v izravnavo, pridobi podatek o svoji *nadzorovanosti*, to je vrednost števila nadštevilnosti, ki pomeni vpliv (prispevek) posameznega opazovanja v matematični model izravnave oziroma vpliv na izboljšavo položajne in geometrične kakovosti načrta. Opazovanja, ki ne vplivajo na matematični model izravnave in zato tudi niso nadzirana v smislu nadštevilnih opazovanj, imajo vrednost števila nadštevilnosti enako 0, popolnoma nadzirana opazovanja naj bi imela vrednost števila nadštevilnosti enako 1. Pojavi se vprašanje, kakšna mora biti vrednost števila nadštevilnosti za veljavnost domneve, da je opazovanje v izravnavi dovolj nadzorovano z drugimi opazovanji. Obstajajo različni pogledi, vendar izkustveno velja kot primerna minimalna vrednost števila nadštevilnosti tista, ki je večja od 0,1. V splošnem pa se šteje, da je opazovanje s takšno vrednostjo števila nadštevilnosti slabo nadzorovano (Gielsdorf in Hillman, 2012; Gielsdorf in Hoffman, 2013). V večini držav je treba za prevzem točke v koordinatni kataster izpolniti pravila v povezavi z zadostno nadzorovanostjo oziroma z vrednostjo števila nadštevilnosti opazovanj v intervalu med 0,1 in 0,4 (v deželi Brandenburg v Nemčiji mora biti na primer število nadštevilnosti opazovanj vsaj 0,33), pri vrednosti števil med 0,4 in 1,0 pa se šteje, da je nadzorovanost opazovanj zelo dobra. Če ne izpolnjujemo merila zadostne nadzorovanosti opazovanj (zadostna vrednost števila nadštevilnosti opazovanj), je rešitev le dodatna izmera (z dodatnimi opazovanji).

V postopku izravnave se opredeli tudi *zunanja zanesljivost določitve koordinat točk*, ki predstavlja vpliv neodkritih grobih pogreškov opazovanj na določitev koordinat. Izračunana vrednost vpliva neodkritih grobih pogreškov opazovanj na koordinate kaže red velikosti premika, za katerega se lahko točka največ premakne, ne da bi bila prepoznana kot grobo pogrešena (najmanjši grobi pogrešek, ki ga test še prepozna).

Ker smo v raziskavi najprej obravnavali samo eno katastrsko občino, so po uvozu rezultatov izboljšave v grafično bazo ZKP na mejah katastrskih občin v sistemu D48/GK nastala topološka neskladja (križanja linij). Zato so bile v postopek blokovne izravnave dodatno vključene tri od šestih sosednjih katastrskih občin, s čimer smo izvedli tudi izboljšavo na mejah katastrskih občin. Na sliki 3 je s sivo prekinjeno črto prikazano stanje pred izboljšavo, s črno črto pa stanje po njej, vektorji sistematičnih pogreškov so sivi.

Funkcionalni model izravnave s homogenizacijo temelji na mreži nepravilnih trikotnikov TIN. Grafična interpretacija zanesljivosti rezultatov izravnave, in sicer parametra standardizirani popravek za povezana opazovanja, je prikazana na sliki 4.



Slika 3: Primer večjih sistematičnih pogreškov v k. o. Črešnjice, prikazan na podlagi DOF (lastni prikaz).



Slika 4: Različne debeline stranic trikotnikov predstavljajo različne standardizirane popravke.

Kontrola rezultatov na podlagi primerjave koordinat točk

Med trajanjem raziskave je bilo v k. o. Črešnjice izvedenih več katastrskih postopkov z novimi točkami z izravnanimi koordinatami, od katerih smo 623 točk uporabili za kontrolo rezultatov izboljšave. Primerjali smo koordinate »novih« ZK-točk v vlogi kontrolnih točk s homogeniziranimi koordinatami istih točk, in povprečno odstopanje je znašalo 0,98 metra, kar je primerljivo z ocenjenim standardnim odklonom, ki je za ta primer po izravnavi s homogenizacijo znašal 1,03 metra. S tem smo tudi potrdili pravilnost ocenjenega srednjega položajnega standardnega odklona a posteriori za homogenizirane podatke na območju katastrske občine Črešnjice.

4 RAZPRAVA IN UGOTOVITVE

V geodetskih strokovnih krogih prevladuje mnenje, da je treba geometrijska razmerja nepremičnin (zemljiških parcel in stavb) in njihove lokacije na zemeljskem površju upravljati v obliki koordinatnega katastra. Mejne točke bi morale biti določene s koordinatami visoke točnosti in zanesljivosti, ki bi odražale najverjetnejše položaje mejnih znamenj na parcelnih mejah. Nove katastrske izmere (množične mejne obravnave z geodetsko izmero), ki s tehnično-inženirskega vidika dajejo najboljši rezultat, pogosto niso sprejemljiva rešitev za večja območja, saj ocenjeni stroški lahko presegajo predvidene koristi. Množična nova izmera, vzpostavitev katastra na podlagi geodetske izmere ali podobni instrumenti so še vedno najkakovostnejši pristopi k dolgoročni položajni in splošni kakovosti podatkov katastra. Zaradi visokih stroškov pa se države pogosto odločajo za kompromisne rešitve, kot je preračun katastrskih koordinat s kombinacijo izravnalnega računa z vključitvijo podatkov relativne geometrije preteklih lokalnih izmer, z upoštevanjem drugih geometrijskih pravil in z navezavo na skrbno izbrane, lahko tudi dodatno izmerjene referenčne točke, kar omogoča izboljšanje položajne in geometrične kakovosti katastrskih načrtov (koordinat lomnih točk).

Izpostaviti velja, da vključuje dokumentacija katastrskih postopkov pri vzpostavljanju in posodabljanju obstoječih podatkovnih nizov podatke meritev, ki dobro opredeljujejo relativne položaje mejnih točk nepremičnin. V idealnem katastrskem sistemu naj bi bili podatki meritev v okviru predpisanih dovoljenih odstopanj in primerno nadzorovani glede števila nadštevilnosti. Samo dovolj kakovostno opredeljene katastrske podatke bi nato lahko pretvorili v koordinatni kataster. Dodatna težava pa so relativne meritve. Za vzpostavitev koordinatnega katastra v referenčnem koordinatnem sistemu potrebujemo koordinate katastrskih točk, ki so kakovostno določene v referenčnem koordinatnem sistemu. Kot lepo kaže študijski primer, je informacija o položaju katastrskih točk v referenčnem koordinatnem sistemu zagotovljena le na lokacijah, kjer so ZK-točke določene v referenčnem koordinatnem sistemu ali so identične mejne točke ZKP-ja materializirane v naravi in jim je mogoče položaj določiti naknadno s terensko izmero. Take točke smo v študiji uporabili kot vezne oziroma referenčne.

Obe skupini meritev v okviru katastrske numerične evidence (relativne meritve in koordinate veznih točk) pa lahko vsebujeta slučajne pogoške, meritve so lahko dodatno obremenjene z grobimi ali sistematičnimi pogoški. Na slučajne pogoške nimamo vpliva. So tudi razlog, da je načeloma nemogoče določiti prave vrednosti koordinat mejnih točk. Cilj izračuna koordinat je zato določitev najverjetnejših koordinat mejnih točk. Ob tem pa je treba zagotoviti, da so izpolnjene dodatne zahteve:

- meritve, ki so uporabljene za katastrske izračune (meritve elementov relativne geometrije in za določitev koordinat točk), morajo biti v skladu s pravilniki o katastrski izmeri. To pomeni, da odstopanja merjenih količin ne smejo presegati predpisanih vrednosti dopustnih odstopanj;
- opazovanja, uporabljena v izračunih, morajo biti ustrezno nadzorovana v okviru matematičnega modela izravnave opazovanj za določitev koordinat mejnih točk.

Pomemben rezultat študijskega primera so bili odkriti grobi pogreški (grobi pogreški koordinat, napake pri vključitvi novih podatkov v ZKP, topološke napake ipd.) ter uskladitev položaja ZKP s položaji kakovostnih ZK-točk ter drugih veznih točk, ki smo jih uporabili kot referenčne točke. Pri tem se je ohranila topologija in notranja geometrija ZKP, kakovost končnega rezultata pa je odvisna predvsem od kakovosti in številnosti vhodnih referenčnih podatkov (število veznih točk, število geometrijskih pogojev, vključno s podatki relativnih meritev, privzeti iz elaboratov geodetskih storitev, ipd.)

Cilj postopka, pri katerem se uporablja izravnalni račun za določitev najverjetnejših koordinat mejnih točk, postopki odkrivanja pogreškov ter ocenjevanje točnosti in zanesljivosti izračunanih koordinat točk, je izračun, s katerim bodo izpolnjene pravno-nepremičninske zahteve koordinatnega katastra. Tudi če izračunane koordinate točk zveznega grafičnega katastrskega sloja ne izpolnjujejo zahtev za registracijo nepremičnin v koordinatnem katastru, kar je pogosto, te koordinate še vedno ponazarjajo najverjetnejše položaje mejnih točk, ki jih lahko pridobimo z upoštevanjem (vseh) razpoložljivih podatkov in informacij. V primerjavi s koordinatami točk, pridobljenih z vektorizacijo in »sestavljanjem« katastrskih načrtov v preteklosti, prinašajo rezultati izravnave in homogenizacije precejšnjo izboljšavo položajne in geometrične kakovosti grafičnega prikaza parcel in njihovih delov v zemljiškem katastru.

Literatura in viri:

- Čeh, M., Gieldsorf, F., Lisec, A. (2011). Homogenization of digital cadastre index map improving geometrical quality. V: L. Zadnik Stirn (ur.), J. Žerovnik (ur.), J. Povh (ur.), S. Drobne (ur.), A. Lisec (ur.). SOR, 11 proceedings. Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research, 2011, str. 53–59.
- Čeh, M., Lisec, A., Ferlan, M., Šumrada, R. (2011). Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra. Geodetski vestnik, 55 (2), 257–268. DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.02.257-268>
- Čeh, M., Šumrada, R., Ferlan, M., Švab, B., Lisec, A. (2012). Application of membrane homogenization method on Slovenian cadastral index map. FIG Working Week, May 6–10, 2012, Rim.
- Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Ferlan, M. (2015a). Analiza možnosti izboljšave položajne točnosti, natančnosti in zanesljivosti zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra (ZKP). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Brumec, M., Farič, T., Koleša J. (2015b). Izboljšava položajne točnosti zemljiškokatastrskega prikaza z ureditvijo mej katastrskih občin in uporabo podatkov iz elaboratov geodetskih meritev. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Gielsdorf, F., Hillman, T. (2012). Mathematics and Statistics. V: W. Kresse (ur.), D. Danko (ur.), Springer Handbook of Geographic Information. Springer, str. 19–61.
- Gielsdorf, F., Hoffman, H. (2013). Recht und Mathematik. Die richtige Weg zum Koordinatenkataster. Forum, 39 (3), 36–42.
- Lisec, A., Čeh, M., Stopar, B., Kosmatin Fras, M., Drobne, S., Trobec, B., Pajtler, A. (2015). Primerjalna analiza ureditve državne geodetske službe v Sloveniji z mednarodno primerjavo ter zasnova strategije za obdobje 2015–2025: končno poročilo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 50 str.
- ZEN (2006). Zakon o evidentiranju nepremičnin. Uradni list RS, št. 47/2006, 65/2007 – Odločba US, 106/2010 – ZDoh-2H, 47/2012 – ZUKD-1A, 79/2012 – Odločba US in 55/2013 – ZUKD-1B.



Asist. dr. Marjan Čeh, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: marjan.keh@fgg.uni-lj.si

Prof. dr. Bojan Stopar, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: bojan.stopar@fgg.uni-lj.si

Strok. sod. Barbara Trobec, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si

Asist. Jernej Tekavec, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: jernej.tekavec@fgg.uni-lj.si

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

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

OB ZAKLJUČKU PROJEKTA »POSODOBITEV PROSTORSKE PODATKOVNE INFRASTRUKTURE ZA ZMANJŠANJE TVEGANJ IN POSLEDIC POPLAV«

AT THE CLOSING OF THE PROJECT “MODERNIZATION OF SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE TO REDUCE RISKS AND IMPACTS OF FLOODS”

Jurij Režek

1 UVOD

Sodelovanje Republike Slovenije z državami donatoricami Islandijo, Lihtenštajnom in Norveško se je v zadnjih letih okrepilo. Navedene države si prek donacijskih finančnega mehanizma Evropskega gospodarskega prostora in Norveškega finančnega mehanizma prizadevajo okrepiti medsebojne odnose s spodbujanjem skupnega izvajanja projektov s slovenskimi deležniki. Na področju geodezije je bil uspešen primer takšnega sodelovanja projekt Geodetske uprave RS, ki ga je Urad za geodezijo izvajal med letoma 2007 in 2011 s sofinanciranjem z donacijo Norveškega finančnega mehanizma. Projekt je bil za slovensko geodezijo prelomen, saj sta bila vzpostavljena horizontalna sestavina državnega koordinatnega sistema in državno omrežje stalnih postaj globalnega navigacijskega satelitskega sistema, ki ga poznamo kot omrežje SIGNAL. Z dobrim delom smo pridobili tudi pozitivno referenco o sposobnosti izvajanja projektov ter vzpostavili dobre stike z norveško geodetsko upravo (Statens kartverk oziroma Kartverket) in islandsko agencijo za geodezijo (Landmælingar Íslands). Kakovostna izvedba ter sodelovanje geodetskih služb iz Slovenije in držav donatoric sta pripeljala do nadaljevalnega projekta. Dokončan je bil lani, vsa leta izvajanja pa je potekalo obveščanje o izvedenih dejavnostih. Opravljeno delo je zelo pomembno za slovensko geodezijo, zato ga je vsekakor treba zaokrožiti z objavo v našem strokovnem glasilu in z njim seznaniti še strokovno javnost, ki je siceršnje dejavnosti obveščanja niso dosegle ali pa so jo dosegle le posamezne informacije.

2 NAMEN PROJEKTA

Za finančno perspektivo 2009–2014 je Geodetska uprava RS (geodetska uprava) iz finančnega mehanizma Evropskega gospodarskega prostora (EGP) pridobila donacijo za izvedbo vnaprej opredeljenega projekta **Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav**. Za najpomembnejši cilj smo si zadali vzpostavitev višinske sestavine državnega koordinatnega sistema, prenovitev zbirke topografskih podatkov, še posebej hidrografskih, in to skladno s pravili direktive INSPIRE.

Priprave na projekt so potekale že v letih 2011 in 2012. Pripravljalci na geodetski upravi smo se zavedali, da nas pri materializaciji državnega prostorskega koordinatnega sistema čaka veliko strokovnega in operativnega dela ter investicij. Vsega, kar bi bilo treba opraviti, tudi nismo znali sami opredeliti. Vedeli smo, kako pomembni so pravilni prvi koraki, ki bi jih po izteku projekta nadgrajevali v okviru rednih

dejavnosti. Ocenili smo višino finančnih sredstev, ki bi jih potrebovali za strokovne storitve, izvedbena dela in investicije na geodetskem referenčnem sistemu in jih ne moremo pridobiti prek rednega proračuna geodetske uprave. Geodetski referenčni sistem je bazična, osnovna infrastruktura, in s tako specifično vsebino je težko prepričati odločevalce, da jo uvrstijo v program donacijskega financiranja. Med zamisli projekta, katerega jedro je bilo vzpostavljanje geodetske infrastrukture predvsem v višinskem delu, smo tako vključili še dejavnosti na področju topografskih podatkov, poudarili njihov hidrografski del in izpostavili zahteve po izvajanju določil evropskega in slovenskega pravnega reda na področju infrastrukture za prostorske podatke. Vsaka od štirih sestavin je bila zakonsko pokrita (Zakon o državnem geodetskem referenčnem sistemu je bil takrat že v pripravi) in je imela predviden proračunski vir za financiranje. Obstoječe vire financiranja smo združili in dobili dovolj sredstev za slovenski delež v projektu, da so ustrezala znesku donacijskih sredstev, ki smo jih želeli pridobiti za financiranje del na geodetskem referenčnem sistemu. Tako kompleksen projekt pa je moral (poleg še marsičesa, o čemer bomo pisali v nadaljevanju) imeti tudi skupni imenovalec. Našli smo ga v zelo aktualnem dogajanju – v poplavah in zagotavljanju poplavne varnosti.

Slovenijo ogrožajo poplave. Glavni razlogi za stalno poplavno ogroženost so pogosta deževja in neurja, goratost in hribovitost pokrajine ter velik delež naselij, ki stojijo v dolinah in ob vodotokih. V zadnjih 25 letih letna škoda zaradi poplav znaša približno 75 milijonov evrov, samo v letu 2014 pa je preseгла 250 milijonov evrov. Znamo ukrepati ob povodnjih in tudi sanirati posledice. A bolj kot uspešnost sanacije so pomembne preventivne in sistemske dejavnosti za zmanjševanje tveganj in posledic poplav, torej premik od odpravljanja posledic k vnaprejšnjemu obvladovanju tveganj. Za ustrezno modeliranje poplavne nevarnosti in načrtovanje poselitve, infrastrukture ter za načrtovanje in izvajanje preventivnih gradbenih posegov pa sta ključnega pomena kakovost višinskega sistema ter razpoložljivost primernih podatkov in informacij.

Vse se torej začne s temeljem: dobro državno **geodetsko infrastrukturo** (v našem primeru višinskim sistemom), nadaljuje z verodostojnimi **podatki o topografiji** (naravnih in zgrajenih objektih), s poudarkom na podatkih o **mreži vodotokov** (hidrografija), ter nadgradi z **infrastrukturo za prostorske informacije**, ki v vsakem trenutku zagotavlja prave podatke. V »našem« projektu smo se ukvarjali z vsemi naštetimi poudarki, ki so sestavljali njegov širši okvir.

3 IZVAJANJE PROJEKTA

Skladno z okvirjem smo oblikovali štiri vsebinske podprojekte in dva upravljavna sklopa. Podprojekti so bili: GEODETSKI REFERENČNI SISTEM (vodja mag. Klemen Medved, namestnik Danijel Majcen), TOPOGRAFIJA (vodja Marjana Duhovnik, namestnik mag. Danijel Boldin), HIDROGRAFIJA (vodja Boštjan Savšek, namestnik Primož Kogovšek) in INSPIRE (vodja Tomaž Petek, namestnica mag. Irena Ažman). Projektno pisarno je vodila mag. Nives Jurcan. Vodja skupnih sklopov Promocija, vodenje in upravljanje ter Svetovalne storitve tujih partnerjev je bil mag. Jurij Režek, ki je bil tudi vodja projekta. Predvsem sodelavci urada za geodezijo pa so opravili tudi večino načrtovanih terenskih del na geodetski izmeri.

Projekt smo izvajali med letoma 2013 in 2016 s sofinanciranjem iz donacije finančnega mehanizma EGP v višini 1,7 milijona evrov ter z rednimi proračunskimi sredstvi geodetske uprave (614.000 evrov), ministrstva za okolje in prostor (360.000 evrov) ter službe vlade za razvoj in evropsko kohezijsko politiko (SVRK) (313.000 evrov). Skupna vrednost projekta je bila torej 3.060.000 evrov.

Načrt projekta smo v projektni skupini pripravili skrbno, tudi zaradi izkušenj s predhodnim projektom. Znali smo ga prilagajati nepredvidenim dogodkom, ki so nastajali tako iz formalnih (na primer zapiranje državnega proračuna, postopki javnih naročil) kot vsebinskih razlogov (prerazporejanja sredstev po namenih porabe, modifikacije zaradi novih strokovnih spoznanj in zahtev). Skupina prej naštetih udeležencev, ki je projekt vodila, se je med njegovim trajanjem sestala na več kot 40 sestankih. Vodstvo geodetske uprave nas je vseskozi podpiralo in podporo izražalo tudi zunanjim deležnikom, nadzorni organ (SVRK) pa je poleg tega, da je opravljal vlogo nadzora s pregledovanjem dokumentacije ter zahteval štirimesečna poročila o izvajanju in porabi sredstev, s pozitivnim pristopom projektni ekipi pomagal pri iskanju rešitev, seveda ob upoštevanju pravil in zahtev finančnega mehanizma EGP.

Motivacija sodelavcev v projektni skupini je bila visoka, cilji so se prekrivali s spoznanji stroke in motivi sodelavcev, tako da delo na projektu ni pomenilo zgolj dodatne obremenitve ob rednih nalogah, temveč predvsem strokovni izziv ter odgovornost do stroke in ugleda lastne organizacije.

V delo, predvsem pri podprojektih Geodetski referenčni sistem in Topografija, sta bila zaradi zagotavljanja visoke strokovnosti rešitev vključena tudi Oddelek za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Geodetski inštitut Slovenije.

V projekt je bilo vključenih veliko izvajalcev in dobaviteljev iz zasebnega sektorja. Izvajali so različne storitve – terenska geodetska dela, zajem podatkov, projektiranje, gradbena in obrtniška dela, računalniške storitve ter dobavo različne, tudi visokotehnološke geodetske opreme. Vsi so opravili delo v predvidenem roku ter s pričakovano in zahtevano kakovostjo. Skupno smo v okviru projekta izvedli kar 70 javnih naročil, od večjih, prek 100.000 evrov, do najmanjših, po nekaj tisoč evrov.

Projekt smo izvajali z upoštevanjem mednarodnih strokovnih, podatkovnih in tehnoloških standardov, pri čemer so nas na podlagi svojih rešitev in izkušenj usmerjali tudi kolegi iz partnerskih organizacij – norveške in islandske geodetske uprave (Kartverket in Landmælingar Íslands). Predstavniki obeh institucij so bili tudi člani širše projektne skupine, z njimi smo letno pregledali rezultate in preverjali prihodnje dejavnosti. Opravili so tudi posamezna strokovna dela in vsebinska svetovanja. Na koncu vsi ocenjujemo, da smo s projektom postavili temelj za preventivno načrtovanje in ukrepanje oziroma zmanjševanje tveganj za poplave in njihovih posledic.

4 REZULTATI PROJEKTA

V okviru podprojekta **GEODETSKI REFERENČNI SISTEM** je bila vzpostavljena nova nacionalna kombinirana geodetska mreža 0. reda, ki zagotavlja sodobno in kakovostno skupno ogrodje za državno omrežje stalnih GNSS-postaj, državni horizontalni/terestrični referenčni sistem, državni višinski referenčni sistem in državni gravimetrični referenčni sistem. Uporabljala se bo tudi kot večnamenska kalibracijska mreža za preverjanje kakovosti in ustreznosti merilnih instrumentov ter metod in postopkov geodetske izmere, omogočala bo spremljanje geodinamičnih procesov na območju države.

Državna geodetska mreža 0. reda je sestavljena iz šestih državnih geodetskih točk na lokacijah Priložje (v Beli krajini), Areh (Frajhajm na Pohorju), Kog (v Prlekiji), Korada (Zapotok v Goriških brdih), Šentvid pri Stični in Koper (mareografska opazovalnica Agencije RS za okolje).

S projektom je bilo omogočeno tudi pospešeno izvajanje **nove izmere nivelmanske mreže visoke natančnosti (NVN)**, ki je bila dokončana konec leta 2015. Izmerjenih je bilo 1800 kilometrov NVN, ki je sestavljen iz 13 nivelmanskih zank in ga tvori 2097 niveliranih višinskih razlik z 2036 reperji. Na več kot 85 % reperjev so bile izvedene tudi **gravimetrične meritve** (meritve težnostnega pospeška), kar omogoča izračun in izravnavo mreže v sistemu geopotencialnih kot. Posledično se v Sloveniji uvajajo »normalne višine«, pri izračunu katerih se upošteva težnostno polje Zemlje. Rezultati izravnave mreže so več kot odlični, saj znaša ocena natančnosti določitve višinskih razlik 0,5 mm/km.

Pomembna je tudi **sprememba višinskega datuma v Sloveniji**. Izhodišče novega slovenskega višinskega sistema temelji na slovenskem mareografu Koper, ki nadomešča stari višinski datum z izhodiščem v Trstu. Sprememba bo prinesla zamik višinskega sistema, ki je posledica razlike med obema izhodiščema in novo nivelmansko mrežo. V ta namen je bil v okviru projekta pripravljen protokol prehoda na nov višinski sistem, ki bo izveden v skladu z Zakonom o državnem geodetskem referenčnem sistemu (ZDGRS, Uradni list RS, št. 25/2014).

Na podlagi vseh izmerjenih podatkov smo izračunali **nov model geoida za območje Slovenije**. Za njegovo kakovostno določitev smo potrebovali podatke absolutne gravimetrične izmere na vseh šestih absolutnih gravimetričnih točkah v Sloveniji. **Absolutno gravimetrično izmero** je izvedla avstrijska geodetska uprava, ki razpolaga z absolutnim gravimetrom. Geodetska uprava pa je izvedla novo regionalno gravimetrično izmero v severozahodni, osrednji in jugovzhodni Sloveniji. Na podlagi vseh teh podatkov je bil določen visokokakovosten model kvazigeoida za Slovenijo, ki omogoča določitev višin z odstopanjem, manjšim od desetih centimetrov.

Rezultati podprojekta so nova mreža 0. reda, nov višinski sistem in nov kvazigeoid, pomenijo **»fizični mejnik«** v slovenski geodetski stroki in veliko prispevajo h kakovostnemu geodetskemu referenčnemu sistemu.



Slika 1: Prva državna geodetska točka 0. reda Prilozje pri Metliki.

Osnovni cilj drugega podprojekta, TOPOGRAFIJA, je bil zagotovitev državnih topografskih podatkov skladno z ZDGRS in zahtevami predpisov po evropski direktivi INSPIRE. V ta namen je bil vzpostavljen nov podatkovni model za topografske podatke skladno s specifikacijami predpisov po direktivi INSPIRE. Poimenovali smo ga državni topografski model (DTM).

V zasnovi in vzpostavitvi DTM so bile vključene posamezne tematike iz obstoječih državnih zbirk topografskih podatkov: topografski podatki iz DTK 5 (merila 1 : 5000), podatki iz zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture, registra zemljepisnih imen in digitalnega modela reliefa. Proučena so bila obsežna gradiva in izvedbena pravila direktive INSPIRE. Tako podatkovni modeli posameznih tematik v DTM sledijo smernicam predpisov po direktivi INSPIRE in mednarodnim standardom ISO s področja modeliranja prostorskih podatkov. Kompleksnost in podrobnost teh podatkovnih modelov je različna, odvisna je od namena uporabe podatkov posamezne teme in povezanosti vsebine z drugimi temami. Modeli se razlikujejo po številu objektnih tipov, številu atributov in relacijah med entitetami. Državni topografski model je bil po vzpostavitvi predstavljen na strokovni delavnici širšemu krogu udeležencev, po potrditvi pa v fizični obliki vzpostavljen kot objektno-relacijska podatkovna baza Oracle s komponento ESRI SDE na podatkovnem strežniku geodetske uprave.

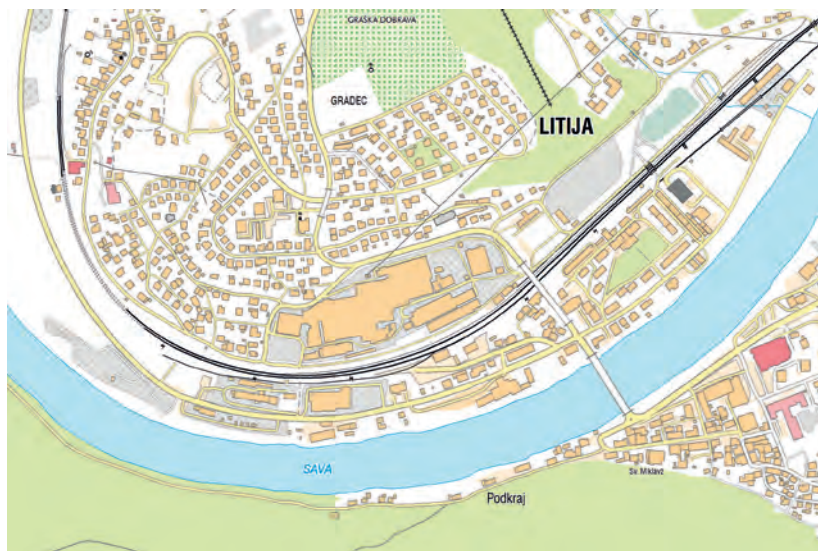
V nadaljevanju je bil **izveden prepis vseh podatkov iz starega podatkovnega modela vsake posamezne zbirke podatkov** v skupni podatkovni model DTM. Za izvedbo so bila pripravljena podrobna pravila, ki so vključevala določitev medsebojnih odnosov med starimi in novimi atributi, opredelitev zaloge vrednosti novih atributov za posamezne objektne tipe in ustrezne spremembe v geometriji objektov.

V okviru prepisa podatkov v novo zbirko je bila izvedena tudi **transformacija** še netransformiranih podatkov iz starega (D48/GK) v **novi državni prostorski koordinatni referenčni sistem (D96/TM)**. Tako so vsi podatki nove državne zbirke topografskih podatkov v novem koordinatnem sistemu.

Za upravljanje nove zbirke topografskih podatkov je bila razvita **programska oprema, ki upravljavcu baze omogoča pregledovanje topografskih podatkov v 2R- in 3R-pogledu**, izvažanje podatkov za distribucijo in obnovo, kontrolo obnovljenih podatkov in uporabniku prijazen uvoz nazaj v bazo.

Pripravljena so nova **navodila za zajem in obnovo topografskih podatkov** za prihodnje obdobje. Spremenjena je metoda za zajem: po novem se uporablja kombiniran fotogrametrični zajem na podlagi izdelkov cikličnega aerofotografiranja in laserskega skeniranja Slovenije. S takšnim kombiniranim zajemom topografskih podatkov je omogočena točnejša določitev tretje razsežnosti (višine) in atributov topografskih objektov. Na tako predpisan način so bili, za preverjanje novih pravil zajema, zajeti topografski podatki za izbrano območje 200 listov (po delitvi na liste TTN).

Izdelana je bila **omrežna storitev za rastrski prikaz topografskih podatkov** (Web Map Service, WMS). Najprej je bil pripravljen redakcijski načrt za prvo različico osnovne karte (basemap). Za prikaz podatkov je bil še nekoliko dopolnjen fizični model, nato pa izdelana omrežna storitev za pregledovanje osnovne karte. Za zdaj je na voljo enostavna različica osnovne karte, ki se bo še dopolnjevala z dodatnimi sloji podatkov.



Slika 2: Enostavna različica osnovne karte (izdelana prek WMS).

V podprojektu **INSPIRE** je bil vzpostavljen del slovenske **infrastrukture za prostorske informacije**, zato so bili v delo vključeni tudi rezultati drugih podprojektov. Infrastruktura za prostorske informacije se v Sloveniji vzpostavlja skladno z zahtevami direktive INSPIRE. Ta določa splošna pravila za vzpostavitev prostorske podatkovne infrastrukture v Evropski uniji na podlagi infrastruktur za prostorske informacije v posameznih državah članicah, ki je pomembna predvsem za vodenje okoljske politike, pa tudi za druge javne namene. Obveznosti po tej direktivi so opredeljene v Zakonu o infrastrukturi za prostorske informacije (ZIPI, 2010), s katerim je prenesena v slovenski pravni red.

V okviru podprojekta so bile zbirke prostorskih podatkov v distribucijskem okolju geodetske uprave **preoblikovane v podatkovne sheme, skladne z zahtevami direktive INSPIRE**. Izdelane so bile **omrežne storitve iskanja, vpogleda, prenosa in preoblikovanja** za topografske podatke, ortofoto, register prostorskih enot in hidrografijo. Hkrati s preoblikovanjem podatkov je bil posodobljen informacijski sistem za metapodatke, izdelani so bili novi metapodatkovni opisi, s poudarkom na opisih omrežnih storitev. Metapodatki in storitve za uporabo podatkov so bili vključeni **v slovenski in evropski geoportal**. Posodobljena so bila navodila upravljavcem podatkov za zagotavljanje medopravnosti in usklajenosti zbirk prostorskih podatkov in storitev s predpisi INSPIRE ter navodila za pripravo metapodatkov in izdelavo omrežnih storitev.

Za učinkovitejše uveljavljanje direktive INSPIRE in večje zavedanje o pomembnosti slovenske infrastrukture za prostorske informacije je bil izdelan **načrt za krepitev zmogljivosti**, potrebnih za izpolnjevanje določb direktive INSPIRE in ZIPI, izvedene so bile delavnice z uporabniki, organizirana je bila **slovenska konferenca INSPIRE**.

Izveden je bil **program za ozaveščanje in krepitev zmogljivosti** za seznanjanje uporabnikov z zahtevami in nalogami v obliki seminarjev, delavnic, konferenc in promocijskih gradiv. Izdelana so bila navodila za pripravo metapodatkovnih opisov, nadgrajen je bil metapodatkovni informacijski sistem na slovenskem

geoportalu INSPIRE, pripravljene in dopolnjene so bili metapodatki za podatkovne teme iz prilog I, II in III k direktivi INSPIRE in z njimi povezane storitve.

Tehnološke rešitve so bile izdelane po standardih za spletne servise in standardne vmesnike za prostorske podatke, ki jih je razvil in jih vzdržuje konzorcij OGC (Open Geospatial Consortium). Tehnično okolje je vzpostavljeno s prilagojeno različico orodja Geoserver. Izvajalno okolje je JAVA in je združljivo z opremo, ki je nameščena v skupni informacijsko-komunikacijski infrastrukturi v državnem računalniškem oblaku na ministrstvu za javno upravo.



Slika 3: Naslovna stran Slovenskega geoportala.

Namen podprojekta **HIDROGRAFIJA** je bil nadgraditi in izboljšati učinkovitost delovanja služb za upravljanje voda in hidrološke napovedi, da se prične vzpostavljati enotna centralna podatkovna struktura za upravljanje voda ter da se novi izdelki in ugotovitve vključijo v proces izdelave hidrološke napovedi, vse za učinkovitejše varstvo pred poplavami.

Vsi cilji podprojekta so bili doseženi, uporaba izdelanih aplikacij ter strojne in podatkovne infrastrukture pa je že kmalu pokazala še mnogo širšo vrednost rezultatov. Podprojekt je bil tesno povezan z drugimi podprojekti, zato je bil eden od poglobitvenih ciljev vključiti hidrografske podatke v sistem prostorskih podatkov geodetske uprave. Izveden je **prepis testnega zajema podatkov** hidrografije (obseg 320 listov TTN), ki so bili skladno z direktivo INSPIRE že predhodno zajeti in opremljeni z atributi, v topografsko zbirko podatkov, torej v DTM. Pripravljen je bil dokument, v katerem so bili opredeljeni **postopki za posodobitve, nadgradnje in vzdrževanje** teh podatkov.

Posodobitev hidrografskih podatkov pa ne prinaša dodane vrednosti le za sistem topografskih podatkov, ampak so ti podatki predvsem pomembni v modelih, ki se uporabljajo za **hidrološke napovedi**. V sistem hidroloških napovedi so bili vključeni podatki laserskega skeniranja površja, zaradi česar se je izboljšala natančnost 2R-hidrodinamičnih modelov.

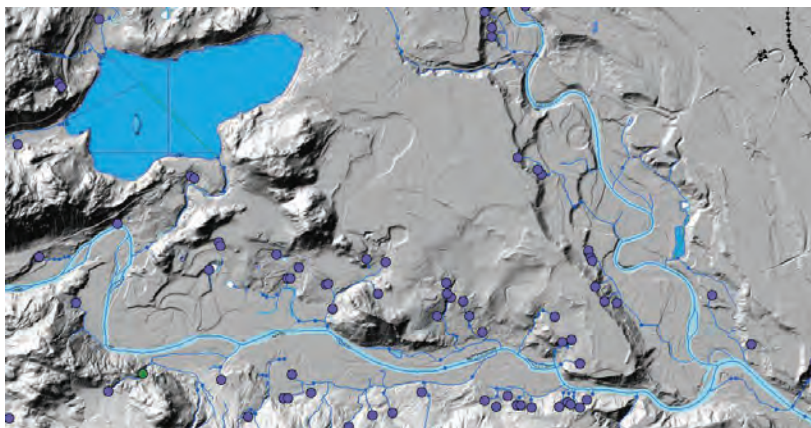
Nadgrajena je bila **računalniška aplikacija VodePro**, namenjena podpori delovnih procesov na uradu za hidrologijo. Prek nje so bili v kontrolo hidrološke napovedi vključeni tudi vnaprej obdelani satelitski posnetki, ki so dostopni prek spletnih servisov in na voljo analitikom, udeležnim pri izdelavi hidrološke napovedi.

Eden od pomembnih ciljev podprojekta je bil tudi **optimizacija in modernizacija procesa upravljanja voda**. Pripravljena je bila programska oprema za **popis objektov vodne infrastrukture**, s katero so popisovalci na testnem območju že zajeli podatke in z njimi dopolnili bazo vodne infrastrukture na njem. Zajeti so bili novi objekti vodne infrastrukture, izdelane programske rešitve pa so se izkazale za ustrezne. S tem so bili pripravljene dobri temelji za dopolnitev baze podatkov vodne infrastrukture za celotno državo.

Rezultati podprojekta se vključujejo v mozaik dejavnosti, ki so zadnja leta potekale na področju podatkovne infrastrukture za upravljanje voda in zmanjševanje poplavne ogroženosti. Tako so na voljo podatki o **hidrografiji in vodnih zemljiščih ločljivosti in natančnosti 1 : 5000**. Vsi so zajeti v okviru množičnega zajema podatkov hidrografije (dejavnost ni bila del projekta) v skladu s pravili direktive INSPIRE in so na voljo javnosti prek spletnega pregledovalnika Atlas voda.

S strojno opremo, kupljeno s sredstvi podprojekta, pa se izvaja **obdelava in distribucija podatkov laserskega skeniranja Slovenije (LIDAR)**. Na konferenci Informatika v javni upravi je bila nagrajena kot najboljša e-storitev v državni upravi za leto 2015. Podatki laserskega skeniranja Slovenije so na voljo brezplačno tudi za ponovno uporabo.

Vzpostavljena infrastruktura na področju voda pomeni velik vložek v prihodnje projekte na področju hidrografije, saj se na njihovi podlagi že pripravljajo in načrtujejo novi projekti s področij monitoringa hidromorfologije in hidrološko-hidravličnega modeliranja mejnih vodotokov.



Slika 4: Prikaz podatkov zajema hidrografije in vodnih zemljišč na DMR iz podatkov LIDAR.

5 OBVEŠČANJE JAVNOSTI IN ZAKLJUČNA KONFERENCA

Rezultati projekta so temeljni za različna področja geodezije in hidrografije ter v marsičem pomenijo mejnik v državnem koordinatnem sistemu, topografiji in drugih prostorskih informacijah. Z njimi so tudi uresničene nekatere obveze iz ZDGRS in ZIPI. Zato je pomembno, da se informacije o projektu in

predvsem njegovih rezultatih razširijo v udeleženih strokah in širši javnosti. V ta namen smo uporabili različna komunikacijska orodja – klasična, kot so publikacije, prospekti, zloženke, in sodobna digitalna, kot so elektronska pošta, spletna stran projekta, Facebookov profil. Ker je bil projekt sofinanciran z mednarodnimi sredstvi, smo vse informacije podajali dvojezično, v slovenskem in angleškem jeziku. Projekt smo predstavljali na različnih strokovnih srečanjih in posvetih ter prispevke objavili v zbornikih. Enako velja za pisne prispevke v strokovnih revijah s področja udeleženih strok, ki so vpisani v različne baze strokovnih člankov v Sloveniji in tujini.

Po začetni konferenci februarja 2014 smo tako oktobra 2016 v Kristalni palači v ljubljanskem BTC-ju organizirali še zaključno konferenco in predstavili rezultate projekta. Odziv je presegal pričakovanja, saj se je na dogodku zbralo več kot 130 udeležencev iz različnih strok, med posebnimi gosti pa omenimo Kathrino Ramberg, začasno odpravnico poslov veleposlaništva Kraljevine Norveške, dekana Fakultete za gradbeništvo in geodezijo prof. dr. Matjaža Mikoša ter predstavnike norveške in islandske geodetske uprave.



Slika 5: Zaključna konferenca v Kristalni palači in nagovor vodje projekta, oktober 2016.

6 KAJ POTEM?

Vsak konec pomeni nov začetek. Zato smo imeli že med izvajanjem projekta v mislih vprašanje: kaj potem? Če smo v zadnjih letih naredili pomemben korak naprej na področju državnega geodetskega sistema in če razmišljam kot direktor Urada za geodezijo, je očitno, da podoben preboj potrebujemo tudi na področju topografije. Imamo sodobno zasnovano zbirko topografskih podatkov, ki je skladna s sodobnimi podatkovnimi in tehnološkimi standardi, vsebuje pa tudi podatke, ki so starejši kot deset let.

Partnerji iz nordijskih držav nas podpirajo v prizadevanjih, da v naslednji finančni perspektivi finančnega mehanizma EGP (formalno 2014–2021) izvedemo posodobitev topografskih podatkov ravni natančnosti in podrobnosti merila 1 : 5000 v DTM. Zdi se, da je to logična posledica in nadaljevanje podprojekta TOPOGRAFIJA. To potrebo razpoznava in podpira tudi večina deležnikov v geodetski stroki. Poleg

posodobitve vsebine topografske zbirke podatkov nameravamo raziskati možnosti uporabe satelitske tehnologije za odkrivanje sprememb in zasnovati sistem »prostovoljnega zbiranja geografskih informacij« (VGI, Volunteered Geographic Information). Oblikovan je že formalni predlog novega projekta, predstavljen je bil tudi nekaj deležnikom javne uprave, in vsi so ga podprli. Predlog in informacija o podpori sta bila že posredovana pristojni ustanovi (SVRK) za uvrstitev v sklop pogajanj s finančnim mehanizmom EGP. Verjamemo, da nam bo s predlogom uspelo in da bomo v novo finančno perspektivo EGP vstopili z naslednjim, še tretjim projektom.

7 SKLEP

Zahvala za izvedbo gre projektni skupini. Motivacija, zavzetost in poistovetenje s ciljem so bili na zavidljivi ravni. Vse to pa izvira predvsem iz pripadnosti stroki, ki jo predstavljamo, zato smo zavezani zagotavljati njen napredek in dvigati ugled geodetov med drugimi strokami in v javnosti.

Posebej se moramo zahvaliti Oddelku za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Brez njihovega usmerjanja in prispevka v teh dobrih treh letih bi dvomili, ali so bile naše odločitve pravilne. Zaradi njihovih strokovnih stališč in včasih nepopustljivosti smo se v projektni skupini morda odrekli kakšni bližnjici, ki bi nam sicer olajšala delo, strokovno pa ne bi bila zadovoljiva. Ravno zaradi njihovega vztrajanja so naši skupni rezultati boljši in verodostojnejši.

Kolegi iz Geodetskega inštituta Slovenije so opravili delo, ki ga sami na geodetski upravi ne bi zmogli. Pripravili so okvirje za delovanje na marsikaterem področju – od urejanja formalnosti, usklajevanja pripravljanih in izvedbenih del pri vzpostavitvi mreže 0. reda do vsebinskih, strokovnih zadev na področju topografije, modeliranja in standardov.

Zahvala

Projekt Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav so ob finančni podpori finančnega mehanizma EGP 2009–2014 izvedle Geodetska uprava Republike Slovenije, ministrstvo za okolje in prostor ter partnerja norveška in islandska geodetska uprava.

Vir:

ZAKLJUČNO POROČILO PROJEKTA 2013–2016. Geodetska uprava RS, 2016.



Mag. Jurij Režek, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava RS, Urad za geodezijo, Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: jurij.rezek@gov.si

PREGLEDOVALNIK FOREST DATA VIEWER PODATKOV O GOZDOVIH

Tomaž Šturm, Rok Pisek, Blaž Repnik, Dragan Matijašić

1 UVOD

Pregledovalnik podatkov o gozdovih smo na Zavodu za gozdove Slovenije (ZGS) vzpostavili v letu 2013. Spletni pregledovalnik je namenjen strokovnjakom ZGS ter najširši javnosti, lastnikom in upravljavcem gozdov. Informacije, predstavljene v pregledovalniku, omogočajo uporabnikom, da pridobijo najrazličnejše informacije o gozdu, omogočeni so vpogledi v načrte za gospodarjenje z gozdovi ter v najmanjše ureditvene in načrtovalske enote. Podatke o značilnosti gozdov je mogoče pridobiti tudi na ravni zemljiškokatastrskega prikaza.

Pregledovalnik je bil pripravljen v okviru projekta SylvaMED (<http://www.sylvamed.eu/>), ki je potekal med letoma 2010 in 2013. SylvaMED je bil evropski projekt teritorialnega sodelovanja in del transnacionalnega programa MED, katerega cilj je bil pospešiti vključevanje okoljskih storitev gozdov v regionalne politike. Zavod za gozdove Slovenije je v okviru projekta razvijal gospodarjenje z gozdovi za nelesne gozdne proizvode pod geslom Gozd ni samo les. Glavna tema projekta je bil razvoj novih mehanizmov za plačevanje ekosistemskih oziroma okoljskih storitev v zasebnih gozdovih. Pri tem je bila posebna pozornost posvečena načinu plačevanja pravic in nadomestil za pridobivanje nelesnih gozdnih dobrin v zasebnih gozdovih (na primer vode, gob, kostanjev ...). V projektu so bile raziskane možnosti trženja socialnih vlog zasebnih gozdov, predvsem rekreacije in turizma. Izdelana je bila tudi zelena knjiga, v kateri so jasno prikazani težave in rešitve gospodarjenja v zasebnih gozdovih sredozemskega območja. Pomemben rezultat projekta je bila priprava pregledovalnika podatkov o gozdovih, s posebnim poudarkom na pregledu splošno koristnih funkcij gozdov.

2 SPLETNI PREGLEDOVALNIK

Spletni pregledovalnik omogoča vpogled v podatke o gozdovih brez namestitve dodatne programske opreme, potrebujemo samo spletni brskalnik (Firefox, Chrome, Edge ...) in internetno povezavo. Obstaja več načinov dostopa do pregledovalnika podatkov o gozdovih. Tu omenjamo tri najpogostejše:

- prek spletne strani Zavoda za gozdove Slovenije (www.zgs.si), kjer je povezava do pregledovalnika,
- prek spletnega naslova <http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/>,
- prek spletnega iskalnika, kamor vtipkamo »pregledovalnik podatkov o gozdovih« in izberemo prvi zadetek.

Ob prvem dostopu do pregledovalnika se prikaže obvestilo o določilih za uporabo storitve, ki nam ob sprejemu pogojev omogoča pregledovanje in iskanje po vseh glavnih gozdarskih vsebinah in ureditvenih enotah. Videz ne odstopa posebej od uveljavljenih GIS-pregledovalnikov, podobni so tudi osnovni načini delovanja in lastnosti.

Pregledovalnik omogoča vpogled v:

a) gozdarske načrtovalne ureditvene enote:

- sestoje,
- odseke/oddelke,
- gozdnogospodarske enote,
- gozdnogospodarska območja;

b) gozdarske administrativne enote:

- revirje (informacije o pristojnih revirnih gozdarjih: naslov in kontakt),
- krajevne enote (informacije o vodjih krajevnih enot: naslov in kontakt);

c) vsebine oddelka za upravljanje s prostoživečimi živalmi in lovstvo:

- lovsko upravljavska območja,
- lovišča.

Eden od pomembnejših gradnikov spletenega pregledovalnika so vsebine Geodetske uprave Republike Slovenije, kot so parcelne meje in številke ter meje katastrskih občin, po katerih lahko tudi poizvedujemo. Za kartografske podlage so uporabljeni rastrski podatki, ki pomagajo pri orientaciji v prostoru, kot so najnovejši državni ortofoto in topografske karte v različnih merilih. Prav tako smo dodali najnovejše izpeljane podatke iz lidarskih podatkov, kot sta digitalni model reliefa in digitalni model površja oziroma krošenj (Šturm et al., 2016). Digitalni model reliefa nadrobno prikazuje relief Slovenije, medtem ko digitalni model površja (krošenj) prikazuje višino vegetacije po višinskih razredih.

Poleg osnovnih podatkov o gozdovih so uporabniku na voljo podatki o legi in značilnostih gozdnih rezervatov, varovalnih gozdov, preteklih krčitvah gozdov, zemljiščih v zaraščanju, požarno ogroženih gozdovih in gozdnih cestah. Poseben poudarek je namenjen funkcijam gozdov in coniranju gozdnega prostora.

3 ISKANJE PO PODATKIH

Pregledovalnik omogoča iskanje po vseh glavnih gozdarskih vsebinah in ureditvenih enotah:

- načrtovalne ureditvene enote: sestoj, odsek, gozdnogospodarska enota, gozdnogospodarsko območje,
- gozdarske administrativne enote: revirji in krajevne enote,
- vsebine oddelka za upravljanje s prostoživečimi živalmi in lovstvo: lovsko upravljavska območja,
- ter po vsebinah Geodetske uprave RS (parcele in katastrske občine).

Med najpomembnejše podatke pregledovalnika spadajo podatki o odsekih in gozdnih sestojih. Iskanje po njih vrne informacije o gozdovih (opise gozda) z usmeritvami in ukrepi.

3.1 Načrti za gospodarjenje z gozdovi

Načrti za gospodarjenje z gozdovi, ki jih je mogoče pridobiti na pregledovalniku, so:

- gozdnogospodarski in lovsko upravljavski načrti območij,
- gozdnogospodarski načrti gozdnogospodarskih enot.

Načrti so dostopni s klikom na izbrano območje v PDF-obliki.

3.2 Odseki

Odsek je najnižja ureditvena enota. Odseki se oblikujejo tako, da je glede na rastišče, zgradbo gozdov ali njihovih funkcij omogočeno razlikovanje ciljev in smernic na ravni rastiščno-gojitvenih razredov. ZGS zbira podatke o odsekih pri izdelavi gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot. Na ravni odseka v pregledovalniku dobimo naslednje podatke:

- površina gozdov po lastniških kategorijah,
- opis rastišča (lega, položaj v pokrajini, relief, ekspozicija, povprečni naklon v stopinjah, kamnina, kamnitost oziroma skalovitost v odstotku od površine),
- prevladujoče gozdne združbe,
- kratek opis prevladujočih sestojev z omembo sestojnih posebnosti v odseku in navedbo podatka o vrstni ohranjenosti,
- lesna zaloga gozdov in njihova sestava po skupinah drevesnih vrst,
- površinski delež razvojnih faz oziroma zgradb sestojev,
- površina mladovja in podmladka ter njuna sestava po drevesnih vrstah,
- tarife po skupinah drevesnih vrst,
- način spravila z navedbo povprečne spravilne razdalje v odseku in površinski delež odprtosti gozda za spravilo.

3.3 Gozdni sestoji

Gozdni sestoji so elementi vodoravne strukture gozda, ki se po določenih merilih (sestava in zgradba) razlikujejo od svoje okolice, tako da jih je mogoče razmejiti. S pojmom vodoravna struktura se označuje razmestitev, oblika, velikost sestojev in delež posameznih sestojnih tipov (razvojnih faz). Navpično strukturo sestojev lahko opišemo kot zastiranje vertikalnih plasti vegetacije, kar pomeni, da je razvitost spodnjih plasti vegetacije odvisna od zastiranja zgornjih plasti (Bončina, 2000). Za vertikalno strukturo gozda je značilna svojevrstnost rastlinskih in z njimi povezanih živalskih vrst ter ustrezna različnost abiotičnih dejavnikov okolja. Gozdni sestoji niso stalne ureditvene enote, njihove meje se v času in prostoru bolj ali manj spreminjajo. Z razvojem sestojev se spreminjajo obilje in raznovrstnost zeliščne plasti, drevesna sestava, lesna zaloga, prirastek, kakor tudi delež mrtve biomase ter razmere za pomlajevanje (Poljanec, 2005).

Poizvedovanje po gozdnih sestojih vrne podatke o površini, lesni zalogi na hektar, deležu drevesnih skupin glede na lesno zalogo, razvojno fazo oziroma zgradbo, delež podmladka, drevesno sestavo mladovja in podmladka glede na površino, sklep, zasnovo in negovanost. Prav tako so navedena gojitvena in varstvena dela, če so predvidena v nekem gozdnem sestoju. Primer opisa sestoja je prikazan na sliki 1.

V549			
Površina sestoja: 2,24 ha		Sklep: RAHEL	
Razvojna faza: DROGOVNJAK		Smernica: NEGA DROGOVNJAKA	
Zasnova: DOBRA		Negovanost: SLABO NEGOVAN	
ZASEBNI GOZD			
	Iglavci	Listavci	Skupaj
Lesna zaloga (m ³ /ha)	122	32	154
Možni posek (m ³)	55	14	69
Drevesne vrste (% od LZ)	Sm-79%, G.Ja-12%, Bu-9%		
Gojitvena in varstvena dela (s ponovitvami)			Količina
Nega drogovnjaka			1.12
			Enota
			ha

Slika 1: Opis sestoja (primer).

Za en ali več gozdnih sestojev lahko pregledamo podatke o deležu skupin drevesnih vrst v njem, lesni zalogi iglavcev in listavcev ter skupni lesni zalogi.

Seštevek podatkov za izbrane gozdne sestoj	
Površina (ha): 10	
Delež skupine drevesne vrste smreka (%): 67	
Delež skupine drevesne vrste jelka (%): 29	
Delež skupine drevesne vrste bor (%): 1	
Delež skupine drevesne vrste macesen (%): 0	
Delež skupine drevesne vrste ostali iglavci (%): 0	
Delež skupine drevesne vrste bukev (%): 2	
Delež skupine drevesne vrste hrasti (%): 0	
Delež skupine drevesne vrste plameniti listavci (%): 0	
Delež skupine drevesne vrste trdi listavci (%): 1	
Delež skupine drevesne vrste mehki listavci (%): 0	
Površina pomladka v sestoju: 5	
Lesna zaloga iglavcev v sestoju (m ³): 3590	
Lesna zaloga listavcev v sestoju (m ³): 100	
Skupna lesna zaloga v sestoju (m ³): 3691	

Slika 2: Lesna zaloga in deleži skupin drevesnih vrst za več gozdnih sestojev skupaj (primer).

3.4 Zemljiškokatastrski prikaz

Zemljiškokatastrski prikaz je informativni grafični prikaz mej parcel in parcelnih delov. V pregledovalniku je omogočeno iskanje po parcelnih številkah, ki vrne grafični prikaz parcelne meje na ustrezni kartografski podlagi, najpogosteje je to državni ortofoto. Za posamezno parcelo sta omogočena izračun in prikaz podatkov o lesni zalogi na njej. Lesna zaloga je ločena na iglavce in listavce ter podrobneje razdeljena na deleže skupin drevesnih vrst. Točnost takšnega izračuna je odvisna od vrste katastra, načina izmere in merila izdelave katastrskega načrta, ki je bil vir za izdelavo prikaza, kakor tudi od točnosti podatkov o gozdnih sestojih in velikosti parcele.

Sestojna lesna zaloga	
Skupna lesna zaloga na parceli (m ³):	577
Lesna zaloga iglavcev na parceli (m ³):	494
Lesna zaloga listavcev na parceli (m ³):	83
Delež skupine drevesne vrste smreka (%):	44
Delež skupine drevesne vrste jelka (%):	41
Delež skupine drevesne vrste bor (%):	0
Delež skupine drevesne vrste macesen (%):	0
Delež skupine drevesne vrste ostali iglavci (%):	0
Delež skupine drevesne vrste bukev (%):	4
Delež skupine drevesne vrste hrasti (%):	7
Delež skupine drevesne vrste plemeniti listavci (%):	0
Delež skupine drevesne vrste trdi listavci (%):	4
Delež skupine drevesne vrste mehki listavci (%):	0

Slika 3: Sestojna lesna zaloga na parceli (primer).

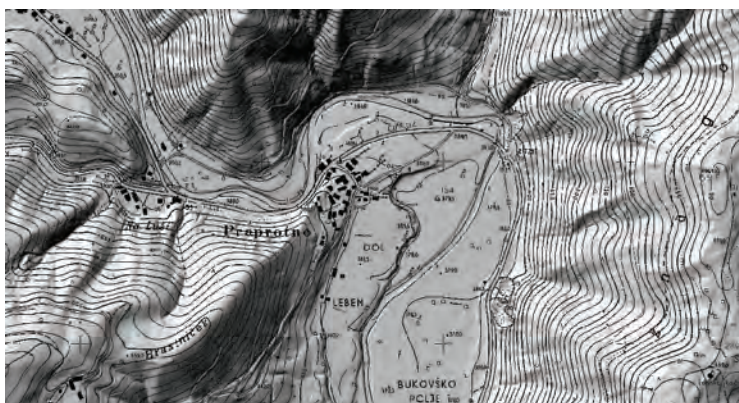
4 KARTOGRAFSKE PODLAGE

Kartografske podlage na pregledovalniku so namenjene splošnemu pregledovanju in orientaciji v prostoru.

Na pregledovalniku so dostopne naslednje podlage:

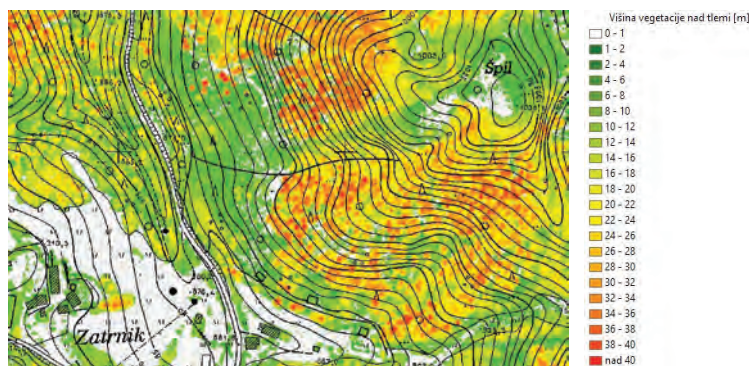
- državna topografska karta merila 1 : 25.000 in temeljni topografski načrti merila 1 : 5.000 in 1 : 10.000 (Zemljevid),
- barvni državni ortofoto (DOF025),
- infrardeči državni ortofoto (DOF050 infra),
- digitalni model površja (krošenj) iz lidarskih podatkov (DMK),
- digitalni model reliefa iz lidarskih podatkov (DMR).

Zaradi optimizacije delovanja pregledovalnika nekateri prostorski sloji niso vidni na vseh nivojih, zato je lahko slika prazna. Vsi sloji so vidni pri velikih merilih, 1 : 10.000 in večjih.



Slika 4: Kombinacija digitalnega modela reliefa in TTN5.

Uveljavljenim podlagam spletnih pregledovalnikov, kot so predvsem DOF025 in topografske karte, smo dodali digitalni model reliefa in digitalni model površja (krošenj) iz lidarskih podatkov. Ta rastrska sloja omogočata izdelavo najrazličnejših kartografskih prikazov, obenem sta v veliko pomoč predvsem uporabnikom, ki jih zanima relief in/ali višina vegetacije na posameznih lokacijah. Že na pregledovalniku si lahko ogledajo, kako visoka so drevesa v okolici izbrane lokacije.



Slika 5: Kombinacija digitalnega modela reliefa in digitalnega modela krošenj s prikazom višin vegetacije.



Slika 6: Kombinacija TTN10 in DOF025.

5 PRENOS PODATKOV

Spletni pregledovalnik ZGS omogoča tudi prenos in prevzem vseh prikazanih grafičnih slojev na uporabnikov računalnik prek spletnih servisov Web Feature Service (WFS) in Web Map Service (WMS). Prevzem grafičnih podatkov z uporabo spletnega servisa WFS je mogoč z uporabo različnih programskih paketov za obdelavo prostorskih podatkov (ArcGIS, Mapinfo, QGIS ...). Za pridobitev podatkov iz spletnega pregledovalnika s spletnimi servisi se je treba obrniti na ZGS.

6 INFORMACIJSKA TEHNOLOGIJA

Sistem je zasnovan z odprtokodnimi orodji. To velja tako za operacijski sistem kot za vso programsko opremo v uporabi. Operacijski sistem je Linux – distribucija Debian, verzija ‚jessie‘. Podatkovna baza

je PostgreSQL s prostorsko razširitvijo PostGIS, kar omogoča hitro manipulacijo s prostorskimi podatki. Za transparenten dostop do prostorskih podatkov uporabljamo GeoServer, odprtokodno uporabo standardov OGC, verzija 2.5.2. GeoServer bere podatke iz datotečnega sistema, kjer so kartne podlage (rastri): DOF, DMK, DMR ipd., ter iz podatkovne baze, kjer so vektorski in opisni podatki. GeoServer je nameščen na Apache Tomcat, različica 7. Temu primerno je nameščeno javansko okolje, različica 7. Sistem je zasnovan skalabilno, saj se na zahtevo lahko dodajo dodatne komponente (predvsem Tomcat in GeoServer), med katerimi se, glede na obremenitev, izvaja dinamična delitev uporabniških zahtev.

7 SKLEP

Vsebine pregledovalnika redno posodabljam. Vsako leto je obnovljenih in sprejetih 10 % gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot. Zanje so izdelani novi grafični podatki, ki jih potem na pregledovalniku posodobimo. Za še boljše uporabniško izkušnjo načrtujemo posodobitve in dopolnitve pregledovalnika, v prihodnje pa pripravljamo tudi vzpostavitev različnih načinov dostopa za posamezne skupine uporabnikov, s poudarkom dostopa lastnikov gozdov do podatkov o gozdovih, ki jih imajo v lasti. Na Zavodu za gozdove Slovenije bomo veseli vseh predlogov uporabnikov za izboljšanje delovanja pregledovalnika, saj želimo, da podatki o gozdovih, ki se zbirajo v okviru javne gozdarske službe, pridobijo kar najširšo uporabnost.

Viri in literatura:

- Bončina, A. (2000). Primerjava strukture gozdnih sestojev in sestave rastlinskih vrst v pragozdu in gospodarskem gozdu ter presoja uporabnosti izsledkov za gozdarsko načrtovanje. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63, 153–181.
- Poljanec, A. (2005). Analiza obravnavanja sestojev kot inventurnih in načrtovalnih enot v gozdarskem načrtovanju. Magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. 112 str.
- SylvaMED (2013). SylvaMED: Mediterranean Forests for All. <http://www.sylvamed.eu>, pridobljeno 27. 2. 2017.
- Šturm, T., Pisek, R., Kobler, A., Beguš, J., Matijašič, M. (2016). Možnost uporabe lidarskih podatkov na Zavodu za gozdove Slovenije. V: R. Ciglič (ur.), M. Geršič (ur.), D. Perko (ur.), M. Zorn (ur.), Digitalni podatki. GIS v Sloveniji, 13: 105–113. Ljubljana: Založba ZRC.
- ZGS (2013). Pregledovalnik podatkov o gozdovih. <http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/>, pridobljeno 27. 2. 2017.



Dr. Tomaž Šturm, univ. dipl. org.
Zavod za gozdove Slovenije,
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: tomaz.sturm@zgs.si

Blaž Repnik, univ. dipl. inž. rač. in inf.
Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17, SI-2000 Maribor
e-naslov: blaz.repnik@um.si

Mag. Rok Pisek, univ. dipl. inž. gozd.
Zavod za gozdove Slovenije
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: rok.pisek@zgs.si

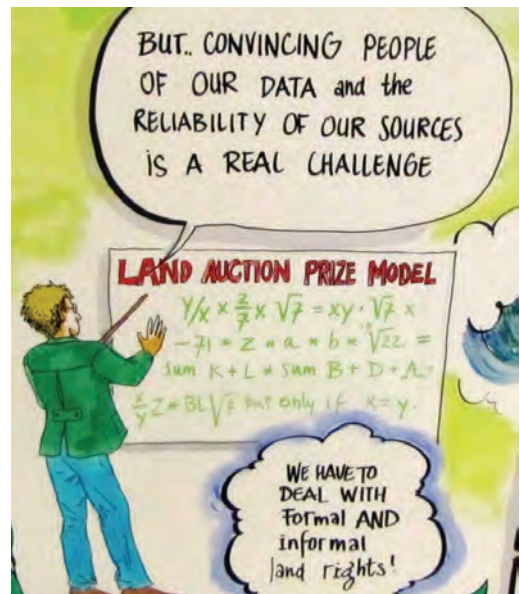
Dragan Matijašič, univ. dipl. inž. gozd.
Zavod za gozdove Slovenije
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: dragan.matijasic@zgs.si

APELDOORNSKA DEKLARACIJA O KOMASACIJAH IN PREUREJANJU ZEMLJIŠČ ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

APELDOORN DECLARATION ON LAND CONSOLIDATION AND LAND READJUSTMENT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Anka Lisec

Novembra 2016 je majhno nizozemsko mesto Apeldoorn ob stoletnici komasacij na Nizozemskem gostilo simpozij na temo komasacij in zemljiških preureditev. Več kot dvesto udeležencev iz 52 držav se je zbralo na srečanju, ki so ga s podporo globalne mreže GLTN (angl. Global Land Tool Network/UN Habitat) in Svetovne banke (angl. World Bank) v sodelovanju organizirali Organizacija za prehrano in kmetijstvo pri Združenih narodih FAO (angl. Food and Agricultural Organisation), tematska mreža Landnet, mednarodna zveza geodetov FIG (angl. International Federation of Surveyors), nizozemska geodetska uprava Kadaster.



Slika 1: Izseka iz ilustracij, ki so povzemale vsebine predstavitev in delavnic (vir: Landnet in Kadaster).

Program je vključeval več vzporednih sekcij in delavnic, ki so bile namenjene predstavitvi in izmenjavi izkušenj na širokem področju zemljiških preureditev v ruralnem in urbanem prostoru ter njihovi vlogi

za smotrno upravljanje zemljiških virov. »Zemljiške preureditve so ključnega pomena za doseganje trajnostnih razvojnih ciljev in omiljevanje posledic podnebnih sprememb, čeravno je instrument pogosto neprepoznaven – celo med prostorskimi načrtovalci in projektanti ga mnogi ne poznajo, kar je težko verjeti,« so se strinjali udeleženci dogodka (slika 1).

Komasacije oziroma splošno preureditve zemljišč postajajo v sodobnih družbah krovni koncept za urejanje in izmenjavo pravic na zemljiščih, nepremičninah, kar je pogosto pogoj za prilagoditev parcelno-lastniške strukture načrtovani rabi prostora. Države, ki želijo omogočiti trajnostni razvoj prostora, morajo podpreti in sistemsko organizirati izvajanje sodobnih zemljiških preureditev, ki temeljijo na prilagajanju lastniškega strukturiranja prostora potrebam družbe, to pa zahteva interdisciplinarnost, vključevanje različnih deležnikov in varovanje javnega interesa.

Simpozij se je sklenil z izjavo udeležencev oziroma Apeldoornsko deklaracijo o komasacijah in preurejanju zemljišč za trajnostni razvoj. Izjava vključuje pet pomembnih točk, ki so predstavljene v nadaljevanju.

1 Komasaacije in drugi instrumenti zemljiškega preurejanja morajo slediti smernicam treh strateških dokumentov, ki so jih podprli oziroma sprejeli pri Organizaciji združenih narodov, in sicer so to:

- Smernice za odgovorno upravljanje ter urejanje pravic na zemljiščih, na ribolovnih območjih in v gozdovih z vidika zagotavljanja nacionalne prehranske varnosti (angl. Voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forests in the context of national food security), ki so bile sprejete maja 2012. V smernicah so podani predlogi za upravljanje zemljišč in vodnih površin kot pomembnih naravnih virov v skladu z usmeritvami trajnostnega razvoja, predvsem pa tudi z vidika zagotavljanja prehranske varnosti in razvoja podeželja. Pri tem je izpostavljen pomen varovanja in zagotavljanja pravnega varstva nosilcem pravic na zemljiščih oziroma splošno na nepremičninah, tako je pomembna zaveza vlad zagotavljanje kakovostnega sistema nepremičninske administracije in prostorskega načrtovanja (OZN, 2012).
- Spremenimo svet: Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030 (angl. Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development), ki je bila sprejeta septembra 2015 in je dogovor mednarodne skupnosti za odpravo revščine, zmanjševanje neenakosti, zagotovitev napredka ter varovanja okolja za sedanje in prihodnje generacije. Agenda 2030 temelji na enakovredni obravnavi treh stebrov trajnostnega razvoja, to so ekonomskega, socialnega in okoljskega, in jih povezuje s 17 cilji trajnostnega razvoja, ki jih bo treba uresničiti do leta 2030. Poseben poudarek je na pravni zaščiti nosilcev pravic na nepremičninah (OZN, 2015).
- Nova urbana agenda (angl. New Urban Agenda – Quito Declaration on Sustainable Cities and Human Settlements for All), ki je bila sprejeta oktobra 2016 na konferenci o stanovanjih in trajnostnem urbanem razvoju – Habitat III Organizacije združenih narodov v Quito, v Ekvadorju. Nova urbana agenda prinaša skupno vizijo držav članic OZN in njihovo zavezo za spodbujanje trajnostnega urbanega razvoja. Dokument opredeljuje skupna merila za doseganje trajnostnega urbanega razvoja ter poudarja pomen in posledice odločitev za trajnostni razvoj pri tem, kako načrtujemo, razvijamo, gradimo in upravljamo mesta ter kako v njih živimo. Podobno kot v obeh že navedenih dokumentih je izpostavljen pomen zagotavljanja pravne varnosti nosilcem pravic na nepremičninah (OZN, 2016).

2 Promovirati in uveljaviti je treba dobre prakse

Komasacije in drugi instrumenti zemljiškega preurejanja imajo v mnogih državah dolgo tradicijo. Izkušnje sodobnih pristopov v razvitih državah kažejo, da lahko s temi instrumenti pripomoremo h kakovosti življenja in bivanjskih razmer na ruralnih in urbanih območjih, prispevamo h kakovosti in učinkovitosti infrastrukturnih projektov, izboljšamo razmere za pridelavo hrane in upravljanje drugih naravnih virov ter prispevamo k varovanju naravnega okolja. V razvitih državah so se komasacije izkazale kot ključen instrument za pridobivanje zemljišč v javno korist. Pomemben pogoj za uspešno izvajanje teh instrumentov je urejen pravni, institucionalni in izvedbeno-normativni okvir, ki omogoča učinkovito iskanje rešitev, predvsem z vidika usklajevanja različnih interesov oziroma omejitev v prostoru.

3 Ni ene unikatne rešitve za vse težave

Komasacije in drugi načini zemljiškega preurejanja so zahtevni instrumenti, ki so namenjeni reševanju zahtevnih primerov v prostoru. Pri tem morajo biti glavno vodilo smernice trajnostnega razvoja. Preurejanje pravic na zemljiščih je pomemben razvojni instrument tako na lokalni kot na regionalni in celo mednarodni ravni, saj lahko s temi instrumenti izvajamo različne prilagoditve upravljanja prostora z vidika pravic, odgovornosti oziroma omejitev in navsezadnje rabe zemljišč. Zaradi vsega navedenega je utopično pričakovati, da bo na voljo jasno navodilo z vsemi koraki, ki jih je treba izvesti. Instrumenti so zelo kompleksni in izrazito interdisciplinarni, zato jih je treba ustrezno uporabljati glede na specifične izzive primera obravnave, vedno pa je velik poudarek na varovanju javnega interesa.

4 Brez kakovostnega sistema zemljiške administracije ni komasacij in drugih zemljiških preureditev

Kakovosten in učinkovit sistem zemljiške administracije je pogoj za uspešno izvajanje komasacij in drugih zemljiških preureditev. Velja tudi nasprotno, brez instrumentov zemljiškega preurejanja ne moremo imeti kakovostnega sistema zemljiške administracije. Še več, v državah, ki nimajo učinkovite podpore za zemljiške preureditve, se zaustavljajo različni, bodisi razvojni ali pa varstveni procesi v prostoru. Trdna podpora sistema zemljiške administracije instrumentom zemljiškega preurejanja je ključna za učinkovitost postopkov – od začetne faze načrtovanja vse do končne registracije novega stanja v katastrih nepremičnin (v državah z dualnim sistemom v katastru in zemljiški knjigi).

5) Instrument za pridobivanje zemljišč v javno korist

Za pridobivanje zemljišč v javne namene je v vsaki državi praviloma na voljo več instrumentov. V razvitih državah so se za najučinkovitejše izkazale ravno komasacije zemljišč – tako z vidika možnosti vključevanja javnosti in zadovoljstva strank kot s časovnega in finančnega vidika.

V sklepnem delu deklaracije so izpostavljane vloge posameznih deležnikov pri komasacijah in drugih oblikah zemljiškega preurejanja:

- **Vlade držav in lokalne skupnosti** morajo zagotavljati celovit in učinkovit sistem zemljiške administracije v podporo tudi zahtevnim zemljiškim preureditvam, kot so komasacije. Hkrati morajo podpirati dobre prakse ter predvsem deliti te prakse tako med institucijami kot na regionalni in mednarodni ravni, saj so ti instrumenti pogosto nujni za reševanje izzivov v prostoru na medna-

rodni ravni – naj omenimo samo zagotavljanje poplavne varnosti, prilagajanje sušnim obdobjem, upravljanje zemljiških, vodnih in drugih virov, razvoj prometne in druge infrastrukture ipd.

- **Nosilci pravic na zemljiščih** morajo biti dejavno vključeni v procese zemljiškega preurejanja.
- **Akadska sfera** mora zagotavljati izobraževanje oziroma študijske programe s področij zemljiškega preurejanja; podpirati mora raziskave na teh področjih in skrbeti za prenos znanja v prakso.
- **Katastrske ali sorodne institucije**, ki so nosilke uradnega evidentiranja nepremičnin (op. pri nas torej Geodetska uprava RS in ministrstvo za pravosodje z zemljiško knjigo), morajo postopkovno in informacijsko podpirati izvajanje teh instrumentov. Preseči je treba miselnost, da so te institucije namenjene le evidentiranju – poleg podpore postopkom morajo s kakovostnim povezovanjem uradnih prostorskih podatkov oblikovati informacijsko podporo.
- **Prostorski planerji** morajo prepoznati komasacije in druge zemljiške preureditve kot izvedbeno orodje in prepoznati prednosti uporabe teh instrumentov pri prostorskem urejanju.
- **Strokovnjaki iz prakse** morajo razvijati in širiti znanje ter dobre prakse na področju zemljiškega preurejanja ruralnih in urbanih območij. Zagotavljajo lahko pomembno podporo zainteresiranim strankam pri odločanju in sami izvedbi teh zahtevnih instrumentov.
- **Mednarodne razvojne organizacije ter lokalne in mednarodne nevladne organizacije** bi lahko imele pomembno vlogo kot mediator med vlado, lastniki zemljišč in drugimi deležniki; prek pilotnih projektov bi bile lahko pomemben sogovornik pri razvoju dobrih praks ter prispevale k širjenju znanja in dobrih pristopov na nacionalni in mednarodni ravni.

Za konec se lahko vprašamo, kje smo v Sloveniji na tem področju. Zagotovo so veliki izzivi rešitev težave razpršenih postopkov in predvsem kompetenc po različnih institucijah (od ministrstev, upravnih enot, lokalne skupnosti do geodetske uprave in zemljiške knjige), pomanjkanja izkušenj in s tem tudi usposobljenih kadrov ter preozko sektorsko gledanje prostora. Deklaracija tako ponuja mnoge odgovore na naše težave, odvisno od nas vseh pa je, za kakšen izvedbeni načrt se bomo odločili ...

Viri in literatura:

- Apeldoorn Declaration on Land Consolidation and Land Readjustment for Sustainable Development (2016). <http://www.oicrf.org/document.asp?ID=16649>, pridobljeno 10. 3. 2017.
- Landnet (2016). Land consolidation symposium in Apeldoorn. <http://www.fao.org/europe/resources/land-tenure-workshops/en/>, pridobljeno 10. 3. 2017.
- OZN (2012). Voluntary guidelines on the responsible governance of tenure of land, fisheries and forests in the context of national food security. Organizacija združenih narodov, Organizacija za prehrano in kmetijstvo. www.fao.org/nr/tenure/voluntary-guidelines/en, pridobljeno 10. 3. 2017.
- OZN (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Organizacija združenih narodov. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>, pridobljeno 10. 3. 2017.
- OZN (2016). New Urban Agenda. Organizacija združenih narodov. <https://habitat3.org/the-new-urban-agenda>, pridobljeno 10. 3. 2017.



Izr. prof. dr. Anka Lisec, univ. dipl. inž. geod.
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
 Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
 e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si

DESETO ZASEDANJE DELOVNE SKUPINE ZA ZEMLJIŠKO ADMINISTRACIJO (WPLA) PRI EKONOMSKI KOMISIJI ZA EVROPO (UN-ECE)

Tomaž Petek

Od 8. do 9. marca 2017 je na sedežu Ekonomske komisije za Evropo pri OZN (UN-ECE) v Ženevi potekalo deseto redno zasedanje delovne skupine za zemljiško administracijo (WPLA). Na povabilo organizatorja se ga je udeležil predstavnik GU Tomaž Petek, ki je v programu sodeloval tudi kot član izvršnega odbora UN GGIM Evropa s prispevkom, v katerem je opisal delovanje UN GGIM na področju upravljanja prostorskih podatkov in zemljiške administracije.



Udeleženci zasedanja (Foto: sekretariat UN-ECE).

Udeležence je v uvodu pozdravil Christian Friis Bach, izvršni sekretar UN-ECE, ki je v govoru izpostavil pomen zemljiške administracije pri uresničevanju Agende 2030 in Nove urbane agende (New Urban Agenda) ter doseganje ciljev trajnostnega razvoja (SDG). O vlogi prostorskega načrtovanja v povezavi z zemljiško administracijo pri izpolnjevanju zavez iz Agende 2030 in Nove urbane agende sta spregovorila tudi Martin Dubeling, podpredsednik UPAT's ISOCARP, ter Stig Enemark, častni predsednik FIG. Opisala sta prizadevanja mednarodnih organizacij in OZN na področju pametnih mest in pametnega urbanizma za tako imenovana *vključujoča mesta* ter vključevanje trajnostnega razvoja v načrtovanje urbanih območij za hitro naraščajoče svetovno prebivalstvo, o čemer govori tudi večina od 17 ciljev trajnostnega razvoja, ki jih je sprejela OZN. V nastopih sta tudi izpostavila dokument Fit for Purpose of Land administration, ki je nastal že leta 2014 v okviru mednarodne zveze geodetov FIG, a so njegova priporočila še vedno

aktualna – skupaj s Priporočili za implementacijo na ravni posameznih držav, ki so bila oblikovana leta 2016. Predstavniki UN HABITATA Oumar Sylla je govoril o vlogi mreže Global Land Tool Network (GLTN) pri upravljanju zemljišč in nepremičnin v okviru izvajanja ciljev iz Nove urbane agende.

Naslednje predstavitve so bile v znamenju izzivov in priložnosti, s katerimi se v sodobni družbi srečuje zemljiška administracija. O tej temi sta govorila predstavnika uprav za registracijo lastništva na nepremičninah iz Nizozemske Jackues Vos (Kadastre) in Velike Britanije Nicky Heathcote (HM Land Registry). Opisala sta vrsto nepravilnosti in zlorab sistema pri verižnih transakcijah nepremičnin, ki so jih odkrili v preteklih letih na podlagi registra prodajnih cen ter podatkov v drugih registrih in katastrih nepremičnin, ter poudarila pomen preglednosti in doslednosti pri registraciji nepremičnin. V nadaljevanju sestanka so bile obravnavane teme, povezane z javno-zasebnim partnerstvom na področju zemljiške administracije, o čemer je govoril Peter Creuzer, direktor agencije za geodezijo, geoinformatiko in razvoj zemljišč nemške dežele Spodnje Saške (LGLN).

V popoldanskem delu prvega dne sestanka so udeleženci obravnavali realizacijo programa dela delovne skupine za zemljiško administracijo (WPLA) za obdobje 2016–2017 ter se seznanili z rezultati delavnic, organiziranih v preteklih dveh letih. Predstavljene so bile ugotovitve delavnic, ki jih je WPLA organizirala v Moskvi leta 2015, Bakuju leta 2016 in Madridu leta 2016. Poleg tega so bili udeleženci seznanjeni s spremembami in prilagoditvami na področju upravljanja zemljišč in zemljiške administracije v Kirgiziji, Moldaviji in Armeniji.

Delovna skupina za zemljiško administracijo – WPLA organizira v letu 2017 še dva dogodka, in sicer skupno delavnico WPLA in EG KEN LRLC 21. aprila v Lozani ter sekcijo v okviru Common Vision Conference 6. oktobra 2017 na Dunaju.

Abel Schuman iz Organizacije za varnost in sodelovanje (OECD) je moderiral sklepni del sestanka, na katerem so o sodelovanju z WPLA spregovorili predstavniki FIG, ELRA, PCC, CINDER itd. Izpostavil je povezanost fiskalne in zemljiške politike ter postavljanja prednostnih nalog pri določanju namenske rabe. To temo je OECD opisal v seriji primerjalnih študij, ki so dostopne na njihovi spletni strani.

Drugi dan zasedanja je bilo na dnevnem redu sodelovanje med WPLA in sorodnimi organizacijami na področju upravljanja zemljišč in zemljiške administracije. V imenu UN-GGIM Evropa je Tomaž Petek predstavil prispevek, v katerem je opisal delovanje UN-GGIM na področju upravljanja prostorskih podatkov in zemljiške administracije. Član upravnega odbora WPLA Rick Wouters pa je opisal izdelavo prototipa svetovnega atlasa registracije nepremičnin *Land Tenure Atlas of the World*. Predstavljene so bile tudi številne študije, ki jih je WPLA izdelala v preteklem letu, in sicer:

- pregled sistemov zemljiške administracije v regiji, ki jo pokriva Ekonomska komisija za Evropo pri OZN, je podal James O'Boyle, član odbora WPLA iz Irske (Survey on Land Administration Systems in the ECE Region);
- raziskava o prednostih in slabostih enovitega ali dualnega sistema registracije nepremičnin, ki jo je za WPLA izdelal profesor Walter T. de Vries iz Tehnične univerze v Münchnu, skupaj s kolegi iz nizozemskega »Kadastra« (Land Registration and Cadastre: One or Two Agencies), ter
- tehnična priporočila za ravnanje z nedovoljenimi gradnjami, ki jih je pripravila mednarodna zveza geodetov FIG s francoskim institutom za politične študije, predstavila pa Orna Rosenfeld, raziskovalka iz Pariza (Development of Technical guidelines on Informal Settlements).

Na koncu dvodnevnega zasedanja so udeleženci potrdili program dela za obdobje 2018–2019 in izvolili nove člane upravnega odbora delovne skupine za zemljiško administracijo (WPLA), ki deluje pri Ekološki komisiji za Evropo v okviru OZN (UN-ECE).



Novi in stari člani upravnega odbora WPLA (foto: T. Petek).

Upravnemu odboru bo odslej predsedoval predstavnik Švedske Fredrik Zetterquist, naslednji sestanek WPLA je načrtovan spomladi 2019 v Ženevi.

Tomaž Petek

Geodetska uprava RS

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: tomaz.petek@gov.si

DOKTORICA ZNANOSTI NA ZNANSTVENIH IN ŠTUDIJSKIH PODROČJIH ODDELKA ZA GEODEZIJO UL FGG

Elizabeta Adamlje

MOJCA FOŠKI, DOKTORICA ZNANOSTI

Dne 3. januarja 2017 je mag. Mojca Foški, univ. dipl. inž. .geod., uspešno javno zagovarjala doktorsko nalogo v okviru doktorskega študija grajeno okolje na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Soglasje k temi doktorske disertacije je dala komisija za doktorski študij Univerze v Ljubljani na 30. seji 4. julija 2012. Za mentorico je bila imenovana doc. dr. Anka Lisec (UL FGG), za somentorja pa znanstveni svetnik dr. Drago Perko (ZRC SAZU).

Avtorica: Mojca Foški
Naslov: Določanje parcelnih vzorcev in analiza njihovega spreminjanja v slovenskem podeželskem prostoru
 (angl. Determination of Plot Patterns and Their Changes in Slovenian Rural Areas)
Mentorica: izr. prof. dr. Anka Lisec
Somentor: znan. svet. dr. Drago Perko
URL: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/6177/>

Polja, tj. zaokrožena območja kmetijskih obdelovalnih površin, se med seboj razlikujejo po obliki in velikosti parcel, posestni razdrobljenosti in razpršenosti ter rabi prostora. Opisovanje značilnosti prostora – tudi polja – je enoznačno z merljivimi oziroma številčnimi vrednostmi (kazalniki oziroma indeksi), kar je predmet obravnave doktorske naloge. Oblikovali smo nabor medsebojno neodvisnih indeksov, določenih na ravni enote, razreda ali območja. Vrednosti indeksov smo določili za izbranih 22 polj grud, delcev, sklenjenih prog in celkov v Sloveniji na podlagi podatkov iz leta 2015, za izbrana polja pa tudi iz časa nastanka franciscejskega katastra. Analiza dobljenih vrednosti indeksov ter statistična obdelava podatkov sta pokazali, da lahko z indeksom oblike parcel (IOP), indeksom posestne razdrobljenosti (K), indeksom posestne razpršenosti (SD) in Simpsonovim indeksom pestrosti rabe (SIDI) dobro opišemo značilnosti polja. Nizka vrednost indeksa IOP kaže na parcele nepravilnih oblik za polja v grudah in celkih. Delci in polja na vinogradniških območjih imajo visoko vrednost IOP, kar kaže na parcele pravilnejših oblik. Celki in polja na vinogradniških območjih imajo visoko vrednost indeksov K in SD, kar kaže na majhno posestno razdrobljenost in razpršenost. Na vseh ostalih poljih je posest močno razdrobljena in razpršena (nizka vrednost indeksov K in SD). Polja na vinogradniških območjih izstopajo po pestrosti rabe (indeks SIDI). Ugotovili smo, da težko razmejujemo tipe poljske razdelitve le na podlagi enega indeksa, s poznavanjem več indeksov pa je to mogoče. To smo potrdili tudi z metodo hierarhičnega razvrščanja, s katero so se testna polja, na podlagi statističnih vrednosti indeksov, razvrstila v grude, delce, sklenjene proge in celke, v svojo skupino pa so se uvrstila tudi polja na vinogradniških območjih. Zaradi odstopanja vrednosti

indeksov za polja na vinogradniških območjih od ostalih tipov poljske razdelitve predlagamo, da se ta polja razvrstijo v svoj tip poljske razdelitve. Primerjava indeksov v dveh časovnih obdobjih je potrdila uporabno vrednost indeksov za ugotavljanje sprememb v prostoru, kar bi bilo smiselno uporabiti pri stalnem spremljanju stanja prostora. Indeks SIDI pokaže na večje spremembe rabe prostora v dveh časovnih obdobjih, medtem ko se oblike parcel niso bistveno spreminjale, prav tako pa tudi ne posestna razdrobljenost in razpršenost. Indekse smo oblikovali za opisovanje značilnosti polja, vendar jih lahko uporabimo za opisovanje različnih prostorskih pojavov, kar smo nakazali v zaključnih poglavjih naloge.

Podatke zbrala in pripravila:

Elizabeta Adamlje

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: elizabeta.adamlje@fgg.uni-lj.si

SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 11. 2016 DO 31. 1. 2017

Tėja Japelj

UVOD

Zadnji teden v januarju in prva dva tedna februarja so bili na naši fakulteti v znamenju podelitev diplomskih listin vsem študentom, ki so študij dokončali v obdobju od 1. 12. 2015 do 30. 11. 2016. Na tem področju je bilo to izjemno, rekordno leto, kot ga imenujemo sami, saj smo podelili več kot 570 diplomskih listin. V zgodovini Fakultete za gradbeništvo in geodezijo še ni bilo tolikšne številke, verjetno se ne bo niti nikoli več ponovila. Razlogi za povečanje števila diplomantov so vsem dobro znani. Upamo samo, da je vsakdo izmed njih našel tisto, za kar se je bilo vredno potruditi.

Sicer verjetno ne bomo nikoli več podelili toliko diplomskih listin, kot smo jih v teh preteklih mesecih, pa vendar se trend izobraževanja še vedno uspešno nadaljuje. Na univerzitetnem študijskem programu prve stopnje geodezija in geoinformatika sta končali študij dve študentki, na visokošolskem strokovnem študijskem programu prve stopnje tehnično upravljanje nepremičnin en študent in na magistrskem študijskem programu druge stopnje geodezija in geoinformatika trije študenti.

GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA, 2. STOPNJA

Žana Flander: Primerjava oblikovanja državnih topografskih kart merila 1 : 25 000 v Sloveniji, Španiji in na Poljskem

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

http://drugg.fgg.uni-lj.si/6164/1/Flander_-mag2016-k.pdf

V magistrskem delu smo predstavili državne topografske karte merila 1 : 25 000 treh držav: Slovenije, Poljske in Španije. Za vse tri smo analizirali oblikovanje državnih topografskih kart, kartografske znake v topografskih ključih, navodila za izdelavo in oblikovanje kart ter prikaz medokvirne in izvenokvirne vsebine kart. Tako vsebinsko kot oblikovno se precej razlikujejo. Izdelava treh kart istega ozemlja Slovenije po videzu slovenske, poljske in španske topografske karte merila 1 : 25 000 omogoča nazorno primerjavo oblikovanja kart in kartografskih znakov. Z anketo med uporabniki in poznavalci o izdelanih treh kartah smo anketirance spraševali o všečnosti kart, najprimernejšem prikazu kartografskih znakov z različnih objektnih področij, uporabljenih barvah, legendi in uporabnosti kart. Na podlagi analize rezultatov smo ugotovili, da je veliko slovenskih, poljskih in španskih anketirancev izbralo karto svoje države kot najbolj uporabno, saj so takšne karte navajeni, poznani pa so jim tudi kartografski znaki.

Filip Pavelić: Kartografska in geodetska dela pri izdelavi »Navodil uporabi letališča Otočac«

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: asist. Tilen Urbančič

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=92449&lang=slv>

Cilj magistrskega dela je izdelava različnih tematskih kart, ki predstavljajo sestavni del geodetskega elaborata, ki temelji na podatkih, pridobljenih z geodetsko izmero. Prvi del se nanaša na preučitev zakonodaje v zvezi s projektiranjem letališča. Opisani so pogoji, odvisni od referenčne kode letališča, ki so pomembni za varnost pristankov in vzletov letal. Opis se osredotoča na ovire, ki so v bližini vzletno-pristajalne steze, ter na druge elemente, katerih prikaz je neizogiben za popolnost letalskih kart. Praktični del magistrskega dela obravnava geodetsko izmero na terenu in izdelavo kart, tako osnovnih za izdelavo geodetskega elaborata kot tistih, ki so potrebne za izdelavo navodil o uporabi letališča. Podatki so zbrani z metodami, ki ustrezajo zahtevani natančnosti. Pri izdelavi kart je opisana izdelava in uporaba kartografskih znakov, prilagojenih in razumljivih osebam, ki so jim namenjene. Rezultat je izdelan geodetski elaborat z geodetskimi načrti in letalskimi kartami, z ustrežno dokumentacijo, da jih v letalstvu lahko uporabljajo piloti športnih letal in letališko osebje. Pravilnost izdelave elaborata se potrjuje z obratovalnim dovoljenjem, ki ga je izdala Agencija za civilno letalstvo Republike Hrvaške.

Maja Lavrič: Določevanje vrst drevja v različnih valovnih dolžinah aerolaserskih podatkov

Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentorica: dr. Mihaela Triglav Čekada

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/6165/1/maggig-Lavric2016-k.pdf>

V gozdarstvu je tehnologija aerolaserskega skeniranja že uveljavljena za različne namene. Podatki aerolaserskega skeniranja nam poleg položajnih koordinat podajo tudi odbojnost površine, od katere se je odbil laserski žarek. Odbojnost površine opiše intenziteta vrnjenega odboja, na podlagi katere so različni avtorji že poskušali klasificirati drevesne vrste. S primerjavo povprečnih vrednosti intenzitet posameznih drevesnih vrst smo ugotavljali značilne vrednosti, ki bi pripadale posamezni drevesni vrsti. V analizo so bili vključeni štirje nizi podatkov. Prva dva sta bila zajeta v času olistanosti z enako valovno dolžino, 1550 nm. Prvi niz podatkov je bil zajet spomladi, drugi pa pozno poleti. Tretji in četrti niz sta bila zajeta z valovno dolžino 1064 nm, pri čemer je tretji zajet v času neolistanosti, četrti pa v času olistanosti. V analizo je bilo vključenih sedeminpetdeset iglatih dreves in šestinpetdeset listnatih dreves, skupaj sto trinajst dreves različnih drevesnih vrst. V skupini iglavcev smo se osredotočili na smreko in macesen. Med listavci pa smo podrobneje analizirali oreh, javor, jesen in lipo. Ugotovili smo, da je ločevanje med iglavci in listavci zanesljivejše v času neolistanosti, saj je povprečna intenziteta iglavcev dvakrat večja od povprečne intenzitete listavcev, to velja predvsem za tretji niz podatkov, pri katerem so podatki zajeti z valovno dolžino 1064 nm. Razlike v povprečni vrednosti intenzitet med listavci in iglavci so dobro vidne tudi v času olistanosti. Povprečna intenziteta listavcev je višja od povprečne intenzitete iglavcev, pri čemer so razlike večje pri zajemu podatkov z valovno dolžino 1064 nm (četrti niz podatkov), in manjše pri zajemu podatkov z valovno dolžino 1550 nm. Splošna ugotovitev te raziskave je tudi, da je intenziteta lubja in lesenih delov dreves nižja od intenzitete iglic in listov. Izkazalo se je tudi, da lahko na podlagi zmanjšanja ali povečanja deleža prvih odbojev v neki valovni dolžini pri listavcih ugotovimo, ali so bili že olistani ali ne. Tako smo ugotovili, da oreh in jesen, v primerjavi z javorjem in lipo, v prvem nizu podatkov še nista imela povsem razvite krošnje.

GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA, 1. STOPNJA

Karmen Zupančič: Izdelava spletne karte občine Žužemberk

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=92447&lang=slv>

Špela Šega: Analiza in primerjava navigacijskih programov in naprav

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

http://drugg.fgg.uni-lj.si/6139/1/BGG134_Sega.pdf

TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN, 1. STOPNJA

Zvonimir Bano: Vzpostavitev geodetske mreže za potrebe zakoličbe objekta

Mentor: doc. dr. Božo Koler

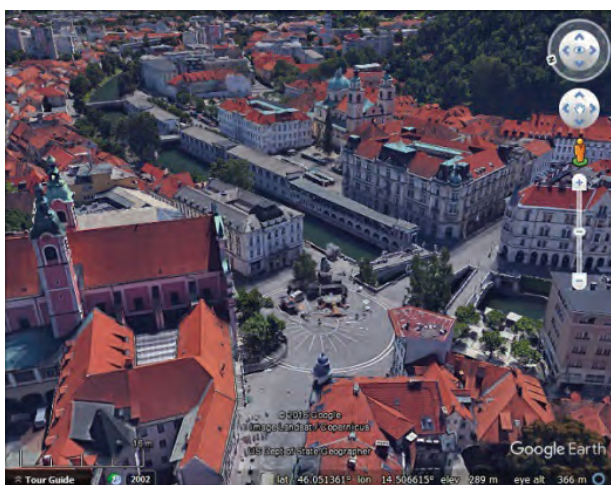
Somentor: prof. dr. Bojan Stopar

<https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=92448&lang=slv>

GEO & IT NOVICE

Aleš Lazar, Klemen Kregar

Google Earth 3D



Od konca leta 2016 je Ljubljana v aplikaciji Google Earth prikazana tridimenzionalno. Google je lani s 3D-prikazi na novo pokril 90.000 kvadratnih kilometrov, za boljšo predstavbo povejmo, da je približno tolikšna površina Portugalske. Kljub zavidljivi številki se je dejavnost dejansko zmanjšala, saj so v letu 2015 s 3D-prikazi na novo pokrili več kot 200.000 kvadratnih kilometrov. Poleg zajemanja novih površin stalno posodablja-jo obstoječe 3D-modele – s čisto novim zajemom ali ponovnim procesiranjem obstoječih podatkov. Lani so s 3D-modele

prvič pokrili nekatera območja v Tuniziji, Maleziji in Sloveniji.

Vir: Google Earth Blog, december 2016 – <https://www.earthblog.com/>

Začetek delovanja sistema Galileo in težave z urami satelitov

Dne 15. decembra 2016 je uradno začel delovati navigacijski satelitski sistem Galileo. Uporabnikom po vsem svetu omogoča pozicioniranje in navigacijo ter jim zagotavlja podatke o točnem času. V petih letih so v orbite izstrelili 18 satelitov, celotna konstelacija pa jih bo štela 24 in rezerve.

Po dobrem mesecu delovanja so zaznali anomalije atomskih ur na satelitih. Na petih satelitih v orbitah je odpovedalo devet ur, čeprav zaradi rezervnih ur vsi delujejo nemoteno. Visoko natančne ure so ključne za satelitsko navigacijo. Vsak satelit Galileo ima štiri ure, ki zagotavljajo četvorno nadštevilnost časovnega podsistema: po dve uri RAFS (Rubidium Atomic Frequency Standard) in po dve uri PHM (Passive Hydrogen Maser). V zadnjih mesecih so nenadejano odpovedale tri ure RAFS. Okvare so zelo verjetno povezane s kratkimi stiki, zato upravljalci upajo, da bodo s posebnimi testi na tleh razkrili glavni izvor težav. Na štirih satelitih IOV (In Orbit Validation), ki so bili izstreljeni najprej, težav z urami RAFS ni bilo. Preiskave na tleh so razkrile morebitne šibkosti v zasnovi ur RAFS, a izvorni vzrok še ni znan.

V zadnjih dveh letih je bilo pet odpovedi ur PHM na satelitih IOV in ena na satelitu FOC (Full Operation Capability). Pri teh urah so vzroki boljše raziskani. Prvi je »nizka stopnja določenega parametra,« ki pri nekaterih enotah vodi v okvaro. Drugi pa, da se nekatere ure PHM, če so dlje ugasnjene, ne zaženejo pravilno. To se zgodi zaradi spremembe značilnosti ure v orbiti. Do zdaj sta zaradi prvega razloga odpovedali dve uri, štiri pa zaradi drugega.

V celotnem sistemu 18 satelitov je 36 ur RAFS in 36 ur PHM. Za 33 nepokvarjenih ur RAFS v orbitah pričakujejo manjšo verjetnost okvar zaradi različnih testnih postopkov, ki so jih opravili na tleh že pred vzletom. Tveganje naj bi se zmanjšalo tudi z novimi operativnimi ukrepi, ki sicer ne vplivajo na učinkovitost sistema. Kljub preiskavam ESE in partnerjev, ki še potekajo, se vsi strinjajo, da je treba ure na satelitih, ki še čakajo na vzlete, prenoviti. Za 30 nepokvarjenih ur PHM pa tudi intenzivno preučujejo operativne postopke za zmanjšanje tveganja.

Težave z uro imajo trije od satelitov IOV in dva od 14 satelitov FOC. Trenutno noben od satelitov v konstelaciji nima manj kot dveh delujočih ur, zato je operativnih vseh 18. Na ESI so prepričani, da bodo težave z urami dovolj dobro odpravili do vzleta naslednjih štirih satelitov konec tega leta.

Vir: MMC RTV Slovenija, januar 2017 – <https://www.rtvlo.si/znanost-in-tehnologija>,
ESA, januar 2017 – http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/

Sentinel 2b

Dne 7. marca 2017 je Evropska vesoljska agencija (ESA) iz evropskega vesoljskega izstrelišča Kourou v Francoski Gvajani izstrelila satelit **Sentinel-2B**, ki skupaj s satelitom Sentinel-2A vsakih pet dni na



Zemljo pošlje posnetek celotne površine planeta. Satelita si potujeta nasproti po isti orbiti. Posnetki visoke ločljivosti in pogoste ponovitve ponujajo popolnoma nov pogled na planet. Podatke, ki jih satelita pošiljata na Zemljo, je mogoče uporabljati zlasti za izboljševanje kmetijstva, nadzorovanje gozdov, prepoznavanje onesnaževanja in spremljanje naravnih nesreč.

Sentinel-2B je v orbito ponesla raketa Vega. Po skoraj 58 minutah se je utiril v orbito in se začel napajati. »V našem poslu je ločnica med popolnim uspehom in popolnim porazom tako tanka, da nismo nikoli popolnoma mirni,« je po izstrelitvi dejal Didiere Faivre, vodja centra vesoljskih poletov v Francoski Gvajani, kjer izvedejo povprečno po eno izstrelitev na mesec.

Generalni direktor Evropske vesoljske agencije Jan Woerner je ob tem dejal, da je ESA z izstrelitvijo naredila *še en* korak v programu Copernicus, ki je za zdaj najbolj dovršen sistem za opazovanje Zemlje. Pri agenciji že načrtujejo izstrelitev dveh satelitov v okviru programa Copernikus. Tako bodo v prihodnjih mesecih v orbito poslali še satelita Sentinel-5P in Sentinel-3B.

Program Copernicus je tudi poslovna priložnost, je poudaril direktor podjetja Airbus Defence and Space Eckard Settelmeyer. Sentinel-2B je stal 110 milijonov evrov, ki jih je prispeval konzorcij več kot 40 evropskih podjetij iz 20 držav. Podatke programa Copernicus sicer že uspešno uporabljajo tudi slovenska podjetja. Slovenija je pred kratkim postala tudi pridružena članica Evropske vesoljske agencije.

Vir: MMC RTV Slovenija, marec 2017 – <https://www.rtvsl.si/znanost-in-tehnologija>

Spletni portal egeologija

Na Geološkem zavodu Slovenije so pripravili in usposobili za javno uporabo poseben spletni portal eGeologija, ki zagotavlja hiter dostop do obsežnega nabora kakovostnih geoloških podatkov. Prek enotne vstopne točke je omogočen dostop do interpretiranih geoloških podatkov na podlagi 140 podatkovnih virov, storitev in kart.

Vstopna stran portala eGeologija omogoča uporabniku preprosto iskanje, brskanje po vsebinskih kategorijah, spletnih storitvah, podatkovnih temah in področjih ter vrstah vira s prikazanimi metapodatkovnimi opisi. Uporabnik ima prav tako vstop v posamezne spletne pregledovalnike, ki jih vzpostavlja in vzdržuje Geološki zavod Slovenije ter omogočajo podrobnejši vpogled v različne geološke podatke. Brskanje je mogoče s ključno besedo v brskalniku, ki je vzpostavljen kot katalog metapodatkov, ali s prostorskim iskalnikom, ki omogoča iskanje podatkov na zeleni lokaciji.

Pomemben del portala eGeologija je tudi interaktivni pregledovalnik podatkov, v katerem se na željo uporabnika zahtevani podatki oziroma podatkovni sloji prikazujejo na karti. Omogoča prikazovanje in pregledovanje geoloških podatkov in njihove vsebine z osnovnimi funkcionalnostmi, kot so povečanje, pomanjšanje, premikanje, prosojno prekrivanje podatkovnih slojev, tiskanje in iskanje lokacije ter dodajanje poljubnih podatkovnih virov z uporabo spletne kartografske storitve.

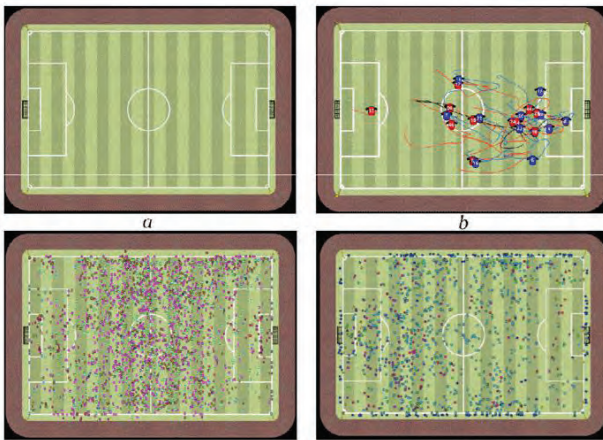
Primer uporabe portala je nekdo, ki namerava kupiti zemljišče in si na njem zgraditi hišo, a ne ve, ali se ne bo morda nekega dne znašla pod plazom, ali bo poplavljen, obkrožen s cestnim ovinkom, ali pa vsaj povsem obzidana. Odgovor na marsikatero od naštetih vprašanj mu lahko ponudijo verodostojni geološko-prostorski podatki.

Vir: Delo, februar 2017 – <http://www.delo.si/znanje/znanost/>

GIS pri nogometu

Nogomet je taktična igra, pri kateri je pomembno, da so igralci ob pravem času na pravem mestu. Torej lahko na ta šport gledamo kot na prostorsko strategijo, pri čemer ima lahko vlogo tudi GIS. Analize iger tako postajajo še eno področje, na katerem nogometne ekipe tekmujejo med seboj.

Na treningih že uporabljajo tehnologijo GNSS, tako da sledijo položajem igralcev in jih optimizirajo. Podatke lahko nato analizirajo z metodami grozdenja ali analize okolice, s čimer ugotovijo, kako pogosto se igralci med igro približajo drug drugemu in kako blizu so si. Sodobne tehnologije za upravljanje velikih količin podatkov omogočajo ekipam, da lahko za celotno sezono analizirajo, kako so posamezni igralci vplivali na rezultate tekem.



Nov način za analizo učinkovitosti igralcev je spremljanje morfoloških sprememb položajev obrambnih igralcev glede na igralca z žogo. Igralci, ki povzročijo največ premikov igralca z žogo, se štejejo za najučinkovitejše branilce. Slavnejši igralci po navadi povzročajo več premikanja obrambnih igralcev nasprotnega moštva.

Pojavljajo se podjetja, kot je STATS, ki ekipam za sedaj zagotavljajo pretežno statistične analize, v njih pa so vendarle skrite tudi prostorske informacije o

igralcih in nasprotnikih. Podjetja z GNSS ali video tehnologijo spremljajo položaje igralcev med tekmo ter potem analizirajo podatke z merami učinkovitosti, kot je njihov položaj med tekmo glede na položaj žoge ali nasprotnikov. Klubi tako lahko vrednotijo igralce vso sezono in ugotavljajo, ali njihovo vedenje vsebuje značilne vzorce, na podlagi katerih lahko ocenijo njihovo vrednost za klub. Ker se v nogometni panogi obrača vse več denarja, se lahko nadejamo, da bo tudi GIS na tem področju pridobival vse večjo vlogo in si tako prislužil svoj delež pogače.

Vir: GIS Lounge, februar 2017 – <https://www.gislounge.com/>

Pokemon Go

Pokémon Go je brezplačna videoigra za pametne telefone, ki jo je pred pol leta v sodelovanju s korporacijo Nintendo izdal studio Niantic, Inc. Igra deluje po načelu razširjene resničnosti in postavi igralca v vlogo trenerja Pokémonov, fantastičnih bitij iz istoimenske Nintendove franšize. Igralci zbirajo virtualne Pokémone v njihovih naravnih habitatih. Povezava med geoprostorskimi podatki in izboljšano resničnostjo lepo pokaže, kako geoprostorska industrija lahko doseže res široke množice ljudi. Samo v prvem mesecu so uporabniki prenesli sto milijonov aplikacij le na sistemu android. Poosebljeni geoprostor je podobno vznemirljiv, kot je bilo pred leti iskanje lastne hiše na Google Maps.

Videoigro Pokémon so pred dvajsetimi leti razvili v podjetju Nintendo. Pokémon Go nazorno kaže, kako

daleč smo prišli s tehnološkim razvojem. Igra Pokémon Go lahko beleži precej osebnih geoprostorskih podatkov o igralcih: kje so bili, koliko časa in kako hitro se premikajo. Igralci se na 3D-karti orientirajo v prostoru in iščejo domišljajske živalce. Pokésvet uporablja geo-ozančene lokacije na igralcem domačih krajih, kjer se lahko med seboj bojujejo s pametnimi telefoni. Kulisa iz realnega sveta, pridobljena s kamero pametnega telefona, in izboljšana realnost postavljata sceno za virtualne tekme.

Medtem ko bolj ozaveščene uporabnike modernih tehnologij skrbi, koliko podatkov naši telefoni in druge naprave spuščajo v svet, pa ta navidezno neškodljiva igra virtualne resničnosti zbira še več informacij, ki jih je mogoče uporabiti za komercialne namene. Trgovci lahko servirajo oglase, ki so namenjeni samo igralcem nekega območja. Drugi vendarle menijo, da je prvotni namen igre ni bil toliko komercialen, temveč so želeli bolj opozoriti igralce na lokalne kulturne zanimivosti.

Vsaka mobilna aplikacija, ki uporablja geolociranje, lahko teoretično sledi potencialnim kupcem, kar trgovcem omogoča sledenje vzorcem gibanja in posledično – porabe denarja. Pokémon Go jim lahko ponudi še več. V igro so namreč vgrajene lokacije, na katerih lahko igralci najdejo virtualne stvari, ki jih potrebujejo v igri, ali trenirajo svoje Pokémone. Tako lahko igra ne samo sledi gibanju igralcev, ampak jih lahko celo zvabi na posamezne kraje. Mcdonald's je tako sponzoriral franšize Pokémon Go Gym ali PokeStop v bližini 3000 njihovih lokalov na Japonskem, kjer zavzeti igralci trenirajo in tekmujejo. V ZDA in Evropi so te točke v glavnem postavili na javne kraje, kamor bi igralci tudi sicer morda radi zašli.

V zadnjo različico Pokémon Go so dodali 80 novih Pokémonov. Govori se, da se kavarniška korporacija Starbucks povezuje z Nianticom, saj želijo, da bi točke PokeStop postavili v bližino njihovih lokalov, oni pa bi ponudili omejene serije svojih izdelkov na temo Pokémon Go. Morda lahko v prihodnosti pričakujemo tudi tematske Pokémone, kdo ve?

Razvoj igre Pokémon Go je vsekakor zanimiv in vreden spremljanja, igra pa poleg zabave udeležencev verjetno lahko ponudi še mnogo več. Zbirajo lahko podatke, kako pritegniti kupce, prostorske podatke o veliki množici potencialnih kupcev. Prostorski planerji bi lahko s podobnim modelom izboljšane realnosti dosegli prebivalce, ki se sicer ne vključujejo v postopke odločanja, ter tako od njih pridobili mnenja ali ideje o ureditvi okolišev, v katerih živijo.

Vir: GISCafe, februar 2017 – <https://www10.giscafe.com/>

Internet stvari in pametna mesta

V Avstraliji je internet stvari že pripravljen na medsebojno povezanost vseh naprav, s čimer bo koristen za vse gospodarske panoge, pospešil bo razvoj pametnih mest.

Podjetji Position Partners in Thinxtra sta povezali mrežne infrastrukture svojih sistemov Sigfox in All-DayRTK ter tako omogočili enovit in poceni dostop do pozicioniranja visoke natančnosti in komunikacijskih storitev.

Thinxtra je telekomunikacijsko podjetje, ki ustvarja prvo državno omrežje interneta stvari (IoT) v Avstraliji, na Novi Zelandiji in v Hongkongu. Omrežje temelji na tehnologiji Sigfox LPWAN (Low Power Wide Area Network). Mreža menda pokriva že 70 % avstralskega prebivalstva, do konca leta 2017 pa bo verjetno pokrila že 95 % Avstralije in Nove Zelandije. Sodelovanju s podjetjem Position Partners bo



odprlo še geoprostorski potencial tega omrežja senzorjev.

Razvoj interneta stvari naj bi med drugim s pametnim parkiranjem in zbiranjem odpadkov zmanjševal onesnaževanje, s pametnejšo porabo energije pa ogljični podpis države. V kmetijstvu lahko IoT zmanjšuje porabo škroprov z boljšim upravljanjem pridelkov in porabe vode. Tudi v živinoreji lahko natančno in učinkovito upravljanje vodi do bolj trajnostnih rešitev. Sledenje, pametni monitoring in predvidljivo vzdrževanje naprav bodo avstralsko gospodarstvo ohranili produktivno in tekmovalno. V zdravstvu bodo z GPS-senzorji in detektorji padcev lahko nadzirali in proaktivno podpirali prebivalstvo.

Podjetje Position Partners upravlja državno omrežje Continuously Operating Reference Station (CORS). Program AllDayRTK, ki ga sestavlja več sto visokonatančnih baznih postaj, pri geodetskih, gradbeniških in kmetijskih nalogah omogoča natančnosti na ravni milimetra.

Vir: SpatialSource, februar 2017 – <http://www.spatialsource.com.au/>

C-Astral sodeluje pri ključnem mejniku v razvoju brezpilotnega letenja v Kanadi

Ajdovsko podjetje C-Astral je udeleženo pri pomembnem mejniku v razvoju brezpilotnega letenja v Kanadi. V sodelovanju s kanadskim podjetjem Ventus Geospatial uspešno razvijajo civilne lete z brezpilotnim letalnikom zunaj vidnega polja operaterja brezpilotnika. Testiranja potekajo z dovoljenjem pristojnega kanadskega regulatorja in v sodelovanju s kanadskim podjetjem za usposabljanje na področju brezpilotnikov Canadian Unmanned Inc. Testne lete opravljajo z dvema brezpilotnima letalnikoma v centru za brezpilotne sisteme v kraju Foremost v kanadski provinci Alberta. Eden od brezpilotnih letalnikov je



C-Astralov Bramor, drugi pa brezpilotni sistem Aeryon Skyranger, ki spada v kategorijo kvadrokopterjev in za katerim stoji kanadsko podjetje Aeryon Labs. Bramorji spadajo v kategorijo letečih kril, ki lahko letijo do 3,5 ure, opremljeni pa so z več sistemi za zaščito pred kritičnimi situacijami. Bramorje uporablja tudi slovenska vojska.

Sedaj morajo vsi brezpilotni letalniki, s katerimi se leti v kanadskem civilnem zračnem prostoru, leteti v vidnem polju operaterja brezpilotnega sistema. Z možnostjo letenja zunaj dosega se bodo zmanjšali stroški zajemanja geografskih prostorskih podatkov na večjih območjih. To je še posebej pomembno v geografsko razprostranjenih državah, v katerih se stanje kritične infrastrukture preverja tudi iz zraka.

Vir: STA, februar 2017 – <https://krog.sta.si>

Morda niste vedeli:



Evropska komisija je center odličnosti VESOLJE-SI izbrala za enega izmed centrov Copernicus Relay, v katerem deluje že več kot 60 organizacij. VESOLJE-SI je edini tak center v Sloveniji. Copernicus Relay centri so glas, oči in ušesa Evropske komisije na lokalni in regionalni ravni glede usklajevanja in spodbujanja dejavnosti, povezanih s programom Copernicus. (Center odličnosti Vesolje-SI, januar 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

RAZSTAVA GEODETSKI INSTRUMENTI IN OPREMA NA SLOVENSKEM S Poudarkom na Dolenjski

Marjeta Bregar, Boštjan Pucelj

Letos zaznamujemo 200-letnico patenta cesarja Franca I. o zemljiškem davku, ki je bil povod za nastanek zemljiškega katastra, poznanega pod imenom franciscejski kataster. S prerisi in kopijami načrtov iz tega obdobja se srečujemo še danes, saj se zemljiški kataster ni bistveno spremenil, še najbolj se je spreminjala merska oprema, ki je iz preprostih instrumentov prešla na globalni navigacijski sistem.

Gradivo, povezano z zemljiškimi katastri – tako grafični prikazi kot spisovni del –, se je že dodobra uveljavilo kot kulturna dediščina, ki jo hranijo pretežno arhivi pa tudi muzeji in ne nazadnje geodetske uprave. Tega pa še ne moremo povsem trditi za instrumente in opremo s tega področja. Velik korak k uveljavitvi teh predmetov kot tehniško-kulturne dediščine sta naredila geodeta mag. Janez Slak in Boštjan Pucelj, oba iz Dolenjske.

Zamisel in pobudo za evidentiranje in popisovanje vseh instrumentov, ki so se na Slovenskem uporabljali za vzpostavitev in vzdrževanje zemljiškega katastra, je dal mag. Slak, ki je tako poskrbel, da je marsikateri predmet s področja geodezije ohranjen in ni ostal pozabljen na kakšnem podstrešju ali odvržen v smeti ter tako prepuščen uničenju. Boštjan Pucelj je pri dokumentiranju opravil vlogo fotografa gradiva in predmetov.

Slednji, sicer priznan novomeški fotograf, je Dolenjskemu muzeju Novo mesto lani predlagal, da bi pripravili razstavo na temo geodetskih instrumentov in opreme. Uslužbencem se je zamisel zdela zanimiva in malce drugačna od razstav, ki jih običajno pripravljajo, še posebej zaradi tematike in vrste dediščine. Razstavo so uvrstili v predlog programa za leto 2017, ministrstvo za kulturo jo je potrdilo in jo poleg drugih sofinanciralo.

Lahko bi rekli, da je – kljub Slovenski geodetski zbirki na gradu Bogenšperk – to prva razstava, ki ponuja sistematičen vpogled v mersko opremo, še posebej instrumente, ki so se uporabljali pri vzpostavitvi in vzdrževanju zemljiškega katastra na območju današnje Slovenije od konca 19. stoletja do danes. Naprave izpred leta 1945 so unikatne, saj so sestavljene ročno in je težko najti dve povsem enaki. Merski predmeti, tako drobni pisarniški pripomočki kot merski terenski instrumenti, so bili nekoč zgolj mehansko in optično orodje, pozneje sta se priključila še elektronika in navigacijski sistem. Čeprav so naprave namenjene predvsem meroslovju, torej pridobivanju nevidnih podatkov, so orodja lepo oblikovana, skladna, prijetna na pogled in delujejo tako rekoč kot umetniški objekti.

Na razstavi so med drugim na ogled členasta merilna veriga na sežnje ali klaftre za dolžinsko merjenje zemljišč (verjetno iz prve polovice 19. stoletja), ki je tudi najstarejši razstavljeni pred-

met, preprosta merska mizica, pripomočki za kartiranje, risanje in računanje, prerisi katastrskih načrtov s podobo Novega mesta in okoliških krajev ter seveda nivelirji, tahimetri in še posebej teodoliti, ki so med instrumenti najštevilčnejši. Najstarejši razstavljeni teodolit in vodilni predmet je izdelalo podjetje Neuhöfer & Sohn na Dunaju in ga lahko umestimo v obdobje okrog leta 1880. Je eden najstarejših ohranjenih teodolitov v Sloveniji in se je uporabljal pri izmerah na območju Dolenjske.

Razstavljeni predmeti so iz zbirke Dolenjskega muzeja Novo mesto, Geodetske uprave Republike Slovenije in njenih območnih uprav (še posebej območne geodetske uprave Novo mesto), Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Tehniškega muzeja Slovenije in podjetja Geoservis. Dopolnjujejo jih panoji z obrazložitvami o uporabi instrumentov ter predstavitev franciscejskega in drugih katastrov do danes. Geodetski instrumenti se uporabljajo na različnih področjih življenja in dela, ne le v geodeziji. Tako je predstavljena njihova uporaba pri arheoloških izkopavanjih na Kapiteljski njivi, ki jih izvaja Dolenjski muzej Novo mesto.

Ustvarjalci razstave dokazujejo, da se kulturna dediščina skriva tudi v (za laično javnost) ozkih strokovnih krogih, pa kljub temu zelo vpliva na širšo družbo, in prav je, da se je zavedamo, jo spoštujemo, dokumentiramo, hranimo in varujemo za prihodnje rodove, tako bomo tudi zaradi teh predmetov lažje razumeli nastanek in stanje današnjega katastra.

Razstavo, s katero ne zaznamujemo le 200-letnice začetkov franciscejskega katastra na Slovenskem, ampak tudi štiri desetletja delovanja Dolenjskega geodetskega društva, je Dolenjski muzej pripravil v sodelovanju z Dolenjskim geodetskim društvom, Geodetsko upravo Republike Slovenije in Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

Obiskovalcem je na voljo zložanka v izdaji Dolenjskega muzeja ter knjiga Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem avtorjev mag. Janeza Slaka in Boštjana Puclja, ki jo je izdala Zveza geodetov Slovenije in je ugledala luč sveta ravno na dan odprtja razstave, 24. februarja 2017.

Na odprtju so zbrane nagovorili Jasna Dokl Osolnik, direktorica Dolenjskega muzeja Novo mesto, Marjeta Bregar, soavtorica razstave, mag. Blaž Mozetič, predsednik Zveze geodetov Slovenije, in Anton Kupic, generalni direktor Geodetske uprave Republike Slovenije, ki je razstavo tudi odprl. Predmeti bodo na ogled v Mali dvorani Dolenjskega muzeja Novo mesto do 13. aprila 2017.

Za uresničitev zamisli gre zahvala vsem, ki so posodili predmete, in tudi posameznikom, ki so avtorjema Boštjanu Puclju in Marjeti Bregar prijazno pomagali pri pripravi, še posebej mag. Janezu Slaku, Andreju Bilbanu, dr. Jocu Triglavu in dr. Dušanu Kogoju.



Slika 1: Na odprtju razstave – z leve: mag. Janez Slak, Boštjan Pucelj, Jasna Dokl Osolnik, mag. Blaž Mozetič, Marjeta Bregar in Anton Kupic. Foto: Robert Kokol, arhiv Dolenjski muzej Novo mesto



Slika 2: Obiskovalci si ogledujejo razstavljene predmete. Foto: Robert Kokol, arhiv Dolenjski muzej Novo mesto

Marjeta Bregar, Dolenjski muzej Novo mesto
e-naslov: marjeta.bregar@dolenjskimuzej.si

Boštjan Pucelj, za Dolenjsko geodetsko društvo
e-naslov: bosstjan.pucelj@gov.si

DOLENJSKO GEODETSKO DRUŠTVO – ŽE OD LETA 1977

Boštjan Pucelj

Ob ustanavljanju Dolenjskega geodetskega društva me še ni bilo niti v načrtu, zato se v zgodovino nastanka ne bom poglobljal. Čez 40 let me ne bo morda niti več na zemljevidu, zato tudi o daljni prihodnosti raje ne bom pametoval, saj si mora vsaka generacija ustvariti svoj prostor. Ker bodo o dosežkih in zmotah našega dela pisali kronisti in zgodovinarji, ponujam le nekaj misli in podatkov za prihodnje borce.

Če sem nekoliko pesimističen, bi lahko dodal, da društvena dejavnost zamira. Hiperaktivnih članov, ki so s srcem in denarnico živeli za društva, je vsako leto manj. Novi člani neradi pristopijo, saj se danes tudi članarina šteje kot strošek, in čas, ki nam je na voljo, ne dopušča veliko več od branja spletne pošte in hitre kave na mimobežnem srečanju. Četudi smo včasih še okopavali svoj krompir, sami ulivali plate in ličkali koruzo, danes brez vseh teh opravil vseeno nimamo nobenega časa. Enačba se enostavne ne izide.

Na srečo je geodezija veda, ki rešuje lokalne in globalne težave. Pravzaprav v geodeziji vedno kaj rešujemo. Če težava ni tehnične narave, je upravne, če ni upravne, je pa medosebne. In mi poznamo rešitev za vsakogar. Morda je ne najdemo takoj, ampak sčasoma se pač pojavi, če jo iščemo in hočemo najti.

Naše društvo šteje kakšnih sto glav, vsako leto izvedemo nekaj tradicionalnih in nekaj občasnih aktivnosti. Nekaj malega sestankujemo, nekaj več telefonarimo, še veliko več pa pisarimo. Pokrajina, ki jo pokrivamo, je izredno lepa, gričevnata, vinorodna, predvsem pa smo ponosni, da lahko vodo pijemo iz javnega vodovoda. Vse parcele so oštevilčene, meje pa še niso povsod določene.

Pred kratkim smo odprli razstavo Geodetski instrumenti na Slovenskem s poudarkom na Dolenjski v Dolenjskem muzeju Novo mesto. Razstava (kot tudi knjiga) je nastala v sodelovanju s številnimi institucijami. Če smo nekoč skrbeli za svojo parcelo ali več njih, je danes edina rešitev, da potrkamo pri sosedih in jih povabimo na kos jabolčne pite. Hitro se najdejo skupni interesi, drugačni pogledi in simpatije. Vsak je po najboljših močeh opravil svoje, in nastal je dogodek, ki je presegel društvene, strokovne ali muzealske okvirje. Preprosto si moramo priznati, da nismo sami, da potrebujemo drug drugega, da le tako lahko potisnemo našo družbo v smiselno prihodnost.

Geodezija je idealna za sinergijo z vsemi strokovnimi in nestrokovnimi panogami. Povsod smo neposredno ali vsaj posredno prisotni. Še v kuharskih knjigah jo najdemo, če imate vsaj malo domišljije. Geodetske podatke si lastijo mnogi. Večina jih niti ne razume in jih samo vpisujejo v svoje aplikacije ali produkte. Pomembno pa je, da ne čakamo povabil, ampak projekte tudi sami ustvarjamo ali pa jih obudimo, če so zamrli. Tu vidim vlogo društev, da s svojo ekipo in energijo zakopljejo prvo lopato k projektom, ki niso komercialno zanimivi, so pa nujni za razvoj, zgodovino, prepoznavnost vsake stroke. Člani društva so danes terenski geodeti, upravni delavci, raziskovalci, simpatizerji in drugi. Če ta četa ne ustvari presežka, postanemo debatni krožek. Seveda so obdobja, ko se učimo, raziskujemo, rastemo, in so časi, ko

zapustimo bazni tabor ter povlečemo kakšno prvenstveno smer. Morda so moja pričakovanja previsoka, morda kdo vidi povsem drugačno plat zgodbe, zato je dobro, da je predsednikovanje v društvu omejeno na dva mandata.

Ob 30-letnici smo izdali zbornik o delovanju društva na 56 straneh z mehкими platnicami. V branje ponujamo poglobljene zgodovinske podatke o dejavnostih društva in administraciji, pa tudi anekdote in časopisne izrezke. Intenzivno zbiranje podatkov nikakor ni bilo enostavno in na koncu smo ugotovili, da imamo torzo (nepopolno ohranjena ali nedokončana podoba telesa). Mag. Brane Kovač je z izrazom hotel povedati, da nismo še rekli zadnje.

Danes, deset let pozneje, je mag. Janez Slak poskrbel, da smo uresničili njegovo zamisel o knjižni izdaji, posvečeni geodetski opremi, ki se je uporabljala na Slovenskem za vzpostavitev in vzdrževanje katastra. Projekt je bi preprosto prevelik za naše društvo in smo ga uresničili s pomočjo Zveze geodetov Slovenije. Nastala je knjiga s trdimi platnicami na 498 straneh dvojezične vsebine. Če predpostavimo, da se bo trend knjižnih izdaj, skupaj z linearno rastjo debeline publikacij, nadaljeval čez deset let, moramo najprej najti knjigoveznicu, sicer se bomo znašli pred veliko težavo. Težavam pa se znamo v našem društvu resno postaviti po robu.

DOLENJCI SO SE POVZPELI NA DEBELI VRH – GEODETSKO TOČKO I. REDA

Melita Rataj

Dolenjsko geodetsko društvo je v jeseni 2016 organiziralo pohod na še zadnjo neobiskano astrogeodetsko točko v našem okrožju. To je točka I. reda 376, ki je stabilizirana na Debelem vrhu. Debeli vrh je najjužnejša točka naše astrogeodetske mreže, leži nad Kolpo, na 864 metrih nad morjem. Pohod smo izvedli med GNSS-kampanjo *EUREF Slovenija 2016* in tako lahko spremljali tudi praktičen prikaz GNSS-meritev.

Z zbirnega mesta Dobljče smo se po gozdnih poteh, kjer se že začnjenja del kočevskih gozdov, popeljali do primernega izhodišča za nadaljevanje pešpoti. Pričakala nas je GURS-ova terenska ekipa, ki je ravno takrat izvajala meritve na točki. Do izhodišča se je mogoče pripeljati tudi z obkolske smeri, in sicer iz naselja Predgrad.

Po parkiranju nas je čakala pot v hrib. En del po gozdni vlaki, zadnji del po brezpotju (beri: čez skale in podrtá drevesa), in prispeli smo na točko. Okolica je bila lepo očiščena, pod vrhom pa se je že začinjalo nižje drevje. Točka je stabilizirana z betonsko-opečnim stebrom, ki je že v nekoliko slabšem stanju.

Vodja EUREF-ove ekipe Klemen Medved nam je predstavil projekt, potek izmere in nasploh stanje geodetskih mrež na Slovenskem.



Slika 1 (fotografija: Damjan Gregorič)



Slika 2 (fotografija: Boštjan Pucelj)

Strokovni predstavitvi je seveda sledilo obvezno slikanje, pokušina belokranjca ... Še pred nočjo smo se pustili v dolino in med potjo merili, kako velika drevesa rastejo v kočevskih gozdovih.



Slika 5 (fotografija: Boštjan Pucelj)

V mraku smo prispeli do zadnje postojanke. Kot se za Belokranjce in Dolenjce, predvsem pa za geodete, spodobi, smo dan sklenili v zidnici našega člana Franca. Ker je bilo popoldne dolgo, sta nam še kako teknila belokranjska pečenka in kapljica.



Slika 3 in slika 4 (fotografiji: Boštjan Pucelj)



DGD ima v načrtih obisk vseh točk I. in II. reda. Z obiskom Debelega vrha smo prvi red obkljukali.

*Melita Rataj, za Dolenjsko geodetsko društvo
e-naslov: melita.rataj@gov.si*

KOLENDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV

V OBDOBJU APRIL–JUNIJ 2017

Aleš Lazar

V SLOVENIJI

11.–12. april 2017	Dnevi slovenske informatike 2017 Portorož, Slovenija Spletna stran: http://dsi2017.dsi-konferenca.si/
11.–12. april 2017	19. dnevi energetikov Portorož, Slovenija Spletna stran: http://www.dnevi-energetikov.si/
11. maj 2017	Dolgoročne spremembe okolja 2017 Ljubljana, Slovenija Spletna stran: http://iza2.zrc-sazu.si/
24. maj 2017	45. geodetski dan: Izmerjena dežela: 200 let katastra na Slovenskem Brdo pri Kranju, Slovenija Spletna stran: http://www.zveza-geodetov.si/
15.–17. maj 2017	NT konferenca 2017 Portorož, Slovenija Spletna stran: http://www.ntk.si/
2. junij 2017	28. Sedlarjevo srečanje urbanistov in prostorskih planerjev Slovenije Ljubljana, Slovenija Spletna stran: http://www.dupps.si/novice-druscarontva/
5.–6. junij 2017	9. industrijski forum IRT 2017 Portorož, Slovenija Spletna stran: http://www.forum-irt.si/

19.–23. junij 2017 **25. mednarodna krasoslovna šola Klasični kras**
 Postojna, Slovenija
 Spletna stran: <http://iks.zrc-sazu.si/si/>

V TUJINI

3.–6. april 2017 **National conference of the spatial and surveying industries of Australia and New Zealand**
 Sydney, Avstralija
 Spletna stran: <http://locateconference.com/>

3.–7. april 2017 **1st International Symposium on Applied Geomatics and Geospatial Solutions**
 Rosario, Argentina
 Spletna stran: <http://www.geodata2017.com.ar/index.php/en/>

18.–20. april 2017 **International Conference on Advances in Sustainable Construction Materials & Civil Engineering Systems**
 Sharjah, ZAE
 Spletna stran: <http://www.sharjah.ac.ae/en/Media/Conferences/ASCMCES-2017/Pages/default.aspx>

20.–22. april 2017 **12th Exhibition and the Scientific Congress Interexpo GEO-Siberia 2017**
 Novosibirsk, Rusija
 Spletna stran: <http://sgugit.ru/en/>

24.–27. april 2017 **SPIE Optics + Optoelectronics 2017**
 Praga, Češka
 Spletna stran: <http://spie.org/>

25.–27. april 2017 **Geoforum 2017**
 Bryukhovychi, Ukrajina
 Spletna stran: <http://www.zgt.com.ua>

25.–29. april 2017 **18th International Course on Engineering Geodesy**
 Graz, Avstrija
 Spletna stran: <http://www.iv2017.tugraz.at>

27.–28. april 2017 **3rd International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management**
 Porto, Portugalska
 Spletna stran: <http://www.gistam.org/?y=2017>

27.–29. april 2017 **Turkish National Society for Photogrammetry and Remote Sensing**
 Afyonkarahisar, Turčija

	Spletna stran: http://tufuab2017.aku.edu.tr/
6.–8. maj 2017	10th International Symposium on Mobile Mapping Kairo, Egipt Spletna stran: http://mmt2017.aast.edu/
6.–12. maj 2017	37th International Symposium on Remote Sensing of Environment Tshwane, Južna Afrika Spletna stran: http://mmt2017.aast.edu/
9. maj 2017	20th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2017 Wageningen, Nizozemska Spletna stran: http://geosem.ntua.gr
15.–17. maj 2017	International Workshop on Photogrammetric and computer vision techniques for video surveillance, biometrics and biomedicine Moskva, Rusija Spletna stran: http://technicalvision.ru/ISPRS/PSBB17/
19.–24. maj 2017	Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era Firence, Italija Spletna stran: http://geores2017.geomaticaconservazione.it
23.–24. maj 2017	GEO Business 2017 London, VB Spletna stran: http://www.geobusinessshow.com
28.–31. maj 2017	Brazilian Symposium on Remote Sensing São José dos Campos, Brazilija Spletna stran: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2017/en/
29. maj–2. junij 2017	FIG Working Week 2017 Helsinki, Finska Spletna stran: http://www.fig.net/fig2017/
6. junij 2017	GeoIoTWorld Bruselj, Belgija Spletna stran: http://www.geoiotworld.com/
6.–9. junij 2017	HRIGI 17 – CMRT 17 – ISA 17 – EuroCOW 17 Hannover, Nemčija

Spletna stran: <https://www.ipi.uni-hannover.de/hrigi17.html>

-
- 19.–22. junij 2017 **Remote Advances in Space Technologies 2017**
Istanbul, Turčija
Spletna stran: <http://www.rast.org.tr/>
-
- 27.–29. junij 2017 **International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images**
Bruges, Belgija
Spletna stran: <https://multitemp2017.vito.be/>
-
27. junij–6. julij 2017 **17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO SGEM2017**
Albena, Bolgarija
Spletna stran: <http://www.sgem.org>

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja zemljišč in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali tujini pošiljajte na e-naslov: lazarales@gmail.com.

Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.

MAGELAN skupina d.o.o.

Glavni trg 13, SI-4000 Kranj

e-naslov: lazarales@gmail.com



45. GEODETSKI DAN

z naslovom

IZMERJENA DEŽELA: 200 LET KATASTRA NA SLOVENSLEM

KI BO V TOREK, 23. MAJA, IN SREDO, 24. MAJA 2017, NA BRDU PRI KRANJU

V torek, 23. maja 2017, se bo ob 18. uri s koncertom Orkestra Slovenske vojske začela slavnostna akademija, posvečena 200-letnici sprejetja pravne podlage za začetek sistematične katastrske izmere slovenskih dežel ter počastitvi 6. evropskega dneva geodetov in geoinformatikov.

Strokovni posvet z naslovom *Izmerjena dežela: 200 let katastra na Slovenskem* bo v sredo, 24. maja 2017.

Tema 45. Geodetskega dneva bo povezana s katastrom, kar nakazuje že naslov prireditve. Z njo bomo zaznamovali tudi 200-letnico začetka parcelno usmerjenega katastra na naših tleh. Na posvetu bomo prisluhnili uglednim predavateljem iz tujine in priznanim domačim strokovnjakom, dotaknili se bomo širokega področja nepremičninskih evidenc in z njimi povezanih uradnih prostorskih podatkovnih zbirk ter geodetskega inženirstva pri upravljanju zemljišč. Predstavljeni bodo aktualni projekti v Sloveniji in državah v regiji ter možnosti za uporabo novih pristopov in tehnologij na teh področjih.

Posvet se bo sklenil z okroglo mizo o viziji geodetske stroke.

Program obeh dni bo popestrila predstavitev podjetij in institucij na razstavnem prostoru, kjer si boste lahko ogledali tudi izbor starih geodetskih instrumentov, ki so se uporabljali v katastru na Slovenskem. Odprtje razstavnega prostora s predstavitvijo monografije *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem* bo v torek, 23. maja 2017, ob 16.30.

Vljudno vabljeni!

Več informacij lahko najdete na: <http://dgg.si/>

Predsednica programskega odbora Predsednik Zveze geodetov Slovenije

dr. Anka Lisec mag. Blaž Mozetič

Predsednica Društva geodetov Gorenjske
Bogdana Šuvak



45TH SLOVENIAN LAND SURVEYING DAY

entitled

THE SURVEYED LAND: 200 YEARS OF THE CADASTRE IN SLOVENIAN LANDS

TO BE HELD ON 23 MAY AND 24 MAY 2017, IN BRDO PRI KRANJU, SLOVENIA.

On Tuesday, May 23, 2017 at 6 pm, there will be a ceremonial academy with a concert by the Slovenian Armed Forces Band, dedicated to the 200th anniversary of the legal provision for the systematic cadastral surveying of Slovenian Lands and to mark the 6th Day of the European Surveyor and Geoinformation.

A professional symposium entitled *The surveyed land: 200 years of the cadastre in Slovenian Lands* will be held on Wednesday, May 24, 2017.

The theme of the 45th Slovenian Land Surveying Day will relate to the cadastre, as indicated in the title of the event. The theme coincides with the commemoration of the 200th anniversary of the start of the parcel-oriented cadastre in Slovenian territory. Distinguished guests from abroad and recognized experts from Slovenia will provide interesting lectures in fields related to the wide area of real property records and official spatial databases as well as to geodetic engineering in land management. Current projects in Slovenia and in other countries in the region will be presented and new approaches and challenges of the new technology in these fields will be discussed.

The symposium will be concluded with a round table discussion on the topic *Vision of the surveying profession*.

The programme will be accompanied by an exhibition of companies and institutions as well as of old surveying instruments that were used in the cadastre in the Slovenian territory. The opening of the exhibition and presentation of the monograph *Surveying Instruments and Equipment in Slovenian Lands* will take place on Tuesday, May 23, 2017 at 4:30 pm.

You are cordially invited to attend. For more information, please visit the website: <http://dgg.si/>

On behalf of the Programme Committee:

Chair of the Programme Committee	President of the Association of Surveyors of Slovenia
Anka Lisec, PhD	Blaž Mozetič, MSc

President of the Upper Carniola Society of Surveyors
Bogdana Šuvak

SEZNAM RECENZENTOV ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ČLANKOV V GEODETSKEM VESTNIKU V LETU 2016

LIST OF PEER REVIEWERS OF SCIENTIFIC AND EXPERT ARTICLES PUBLISHED IN GEODETSKI VESTNIK IN 2016

- Dr. Devrim Akça (Işık University, Istanbul, Turčija)
- Dr. Tomaž Ambrožič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Sandi Berk (Geodetski inštitut Slovenije in Geodetska uprava RS)
- Dr. Dragan Blagojević (Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, Srbija)
- Dr. Vlatko Bosiljkov (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Lidija Breskvar Žaucer (Služba Vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko)
- Dr. Raffaella Cefalo (Universita degli studi di Trieste, Trst, Italija)
- Dr. Rok Ciglič (ZRC SAZU, Geografski inštitut Antona Melika)
- Dr. Andreja Cirman (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta)
- Dr. Marjan Čeh (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Ilka Čerpes (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo)
- Dr. Rudi Čop (Zavod Terra Nova)
- Matevž Domajnko (Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD, Darmstadt, Nemčija)
- Dr. Miran Ferlan (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Mojca Foški (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Dejan Grigillo (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Bojan Grum (Evropska pravna fakulteta)
- Dr. David Hladnik (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)
- Dr. Zvonko Jagličić (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Primož Kete (Geodetski inštitut Slovenije)
- Dr. Andrej Kos (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko)
- Dr. Mojca Kosmatin Fras (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Mitja Lakner (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Mag. Ivan Landek (Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvaška)
- Dr. Marcin Karabin (Warsaw University of Technology, Varšava, Poljska)
- Dr. Andrej Kryżanowski (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Gal Kušar
- Saša Lazić (Republički geodetski zavod, Beograd, Srbija)
- Dr. Marijan Marjanović (Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvaška)

- Dr. Aleš Mlakar (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)
- Dr. Domen Mongus (Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko)
- Dr. Leif Norell (Lantmäteriet Sweden, Stockholm, Švedska)
- Dr. Irena Ograjenšek (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta)
- Dr. Rinaldo Paar (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, Hrvaška)
- Dr. Marko Pavasović (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, Hrvaška)
- Dr. Branko Pavlin (Statistični urad RS)
- Dr. Polona Pavlovčič Prešeren (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Dušan Petrovič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Mag. Nataša Pichler Milanović (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Mag. Matija Polajnar (Ministrstvo za okolje in prostor RS)
- Dr. Alenka Poplin (Iowa State University, Ames, ZDA)
- Dr. Dalibor Radovan (Geodetski inštitut Slovenije)
- Dr. Ivan Razumović (Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, Hrvaška)
- Mag. Martin Smodiš (Geodetska uprava RS)
- Dr. Samo Stanič (Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za naravoslovje)
- Mag. Simon Starček (Finančna uprava RS)
- Dr. Oskar Sterle (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Erik Stubkjær (Aalborg University, Aalborg, Danska)
- Dr. Mojca Šraj (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Mag. Andrej Štern (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko)
- Dr. Joc Triglav (Geodetska uprava RS)
- Dr. Mihaela Triglav Čekada (Geodetski inštitut Slovenije)
- Dr. Goran Turk (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Alessandro Venerandi (University College London, London, Velika Britanija)
- Dr. Rok Vezočnik (Zavod za gradbeništvo Slovenije)
- Dr. Matjaž Vidmar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko)
- Dr. Kauko Viitanen (Aalto University, Espoo, Finska)
- Dr. Bernhard Hofmann-Wellenhof (Technische Universität Graz, Gradec, Avstrija)
- Dr. Klemen Zakšek (Zentrum für Telematik, Würzburg, Nemčija)
- Dr. Alma Zavodnik Lamovšek (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
- Dr. Dunja Zupan Vrenko (Direkcija RS za vode)
- Dr. Vesna Zupanc (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta)
- Dr. Dušan Zupančič (Sving konzultatni d. o. o.)
- Tadej Žaucer (Inštitut za politike prostora)

V Geodetskem vestniku predstavljamo različne stare geodetske instrumente. Gradivo pripravlja mag. Janez Slak, ki je tudi dal pobudo, da bi popisali vse instrumente, ki so se na Slovenskem v javnem in zasebnem sektorju uporabljali pri vzpostavitvi in vzdrževanju zemljiškega katastra. Z njim sodeluje Boštjan Pucelj, ki instrumentarij slikovno dokumentira.

Naj povabimo vse, ki imate doma kakšen geodetski instrument (predvsem iščemo priprave izpred leta 1950), da to sporočite mag. Janezu Slaku (janez.slak1@gov.si), ki ga bo vključili v svojo opisno evidenco.

NEUHÖFER & SOHN, WIEN (VIENNA) / 1880* /

Teodolit ima dva vznožna vijaka za horizontiranje. Horizontalni krog nadomešča busola, ki jo po potrebi odstranimo. Razdelba vertikalnega polkroga je vgravirana v kovinski material brez zaščite pred atmosferskimi vplivi. Instrument omogoča minutno natančnost odčitavanja vertikalnega kroga.

Natančnost odčitavanja kotov omogoča nonij. V daljnogledu je vgrajen Reichenbachov nitni križ, ki omogoča posredno merjenje dolžin. Podnožje je izdelano za poseben čepni stativ. Glede na konstrukcijo instrumenta sklepamo, da je bil izdelan med prvimi primerki tega podjetja (okrog leta 1880).

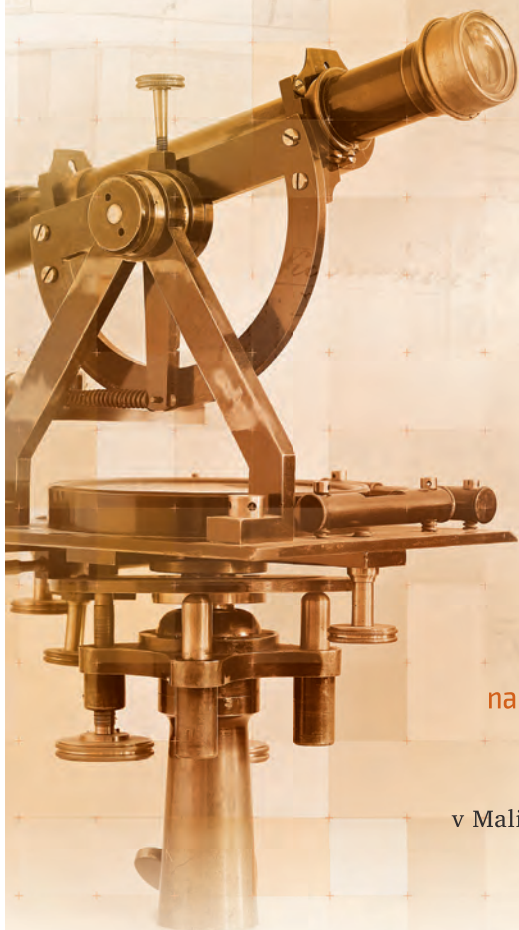
Arhivski eksponat hrani območna geodetska uprava Novo mesto.



Teodolit Neuhöfer & Sohn

podjetje Neuhöfer & Sohn,
Dunaj / okoli 1880

Eden najstarejših ohranjenih
teodolitov v Sloveniji.
Uporabljal se je pri izmerah
na območju Dolenjske.



Dolenjski muzej Novo mesto

vas v sodelovanju z

Dolenjskim geodetskim društvom,
Geodetsko upravo Republike Slovenije
in Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za
gradbeništvo in geodezijo

vljudno vabi na razstavo

Geodetski instrumenti in oprema

na Slovenskem s poudarkom na Dolenjski

ki je na ogled do 13. aprila 2017
v Mali dvorani Dolenjskega muzeja Novo mesto.



Ul. XIV divizije 10
SI 3000 Celje

t +386 3 42 56 700
f +386 3 42 56 727

e-mail: info@gz-ce.si
www.gz-ce.si

Geodetski zavod **Celje**

LAND CADASTRE
ZEMLJIŠKI KATASTER

INTERNATIONAL PROJECT
mednarodni projekti

GIS applications
GIS aplikacije

knjave@geodetski-zavod.si

IACS CONTROLS
IAKS kontrole

LASER SCANNING
LASERSKO SKENIRANJE

CONTROL OF ANIMALS
KONTROLA ŽIVALI

DIGITAL DATA BASES
DIGITALNE BAZE PODATKOV
research
raziskave

TOPOGRAPHY
TOPOGRAFIJA

spatial plans
prostorski načrti

local plans
občinski plans

statistika
statistical services

real estate
nepremičnine

developmet
razvoj

LAND MANAGEMENT
UREJANJE ZEMLJIŠČ

DALJINSKO ZAZNAVANJE
REMOTE SENSING

PUBLIC INFRASTRUCTURE CADASTRE
kataster GJI

AGRICULTURAL INFORMATION SYSTEMS
KMETIJSKI INFORMACIJSKI SISTEMI

LAND CONSOLIDATION
KOMASACIJE

civil surveying
inženirska geodezija

SPATIAL DATA
PROSTORSKI PODATKI

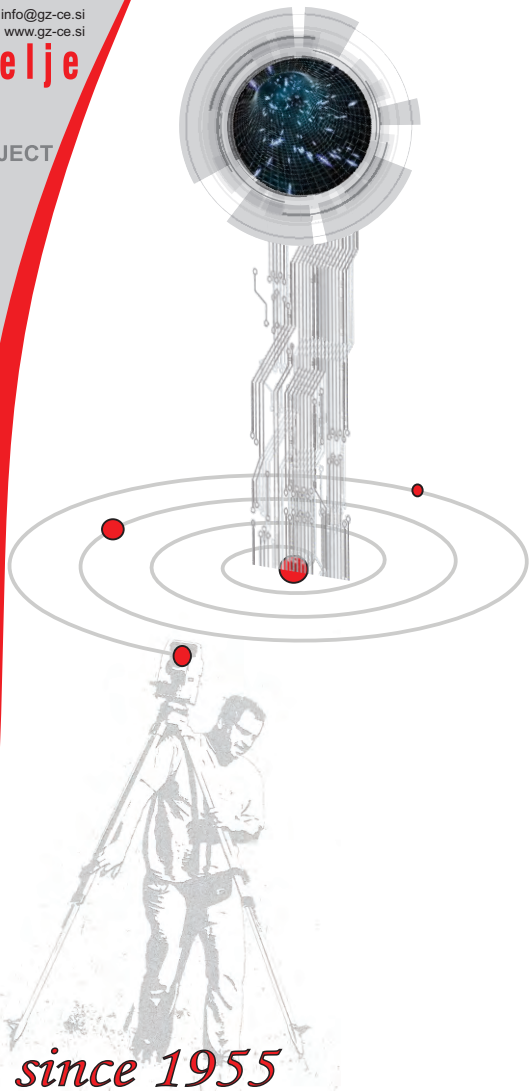
CARTOGRAPHY
KARTOGRAFIJA

BUILDINGS CADASTRE
KATASTER STAVB

spatial plans
prostorski načrti

CURRENT STATE ANALYSIS
ANALIZA STANJA

SPATIAL PLANNING AND MANAGEMENT
NAČRTOVANJE IN UREJANJE PROSTORA



since 1955

IZRAVNAJMO TENZIJE POSLOVNEGA SVETA,
PODAJMO SI ROKE DRAGI POSLOVNI PARTNERJI
IN KRENIMO SKUPAJ NOVIM IZZIVOM NAPROTI!

HIVALA VAM ZA SKUPNIH 60 LET!

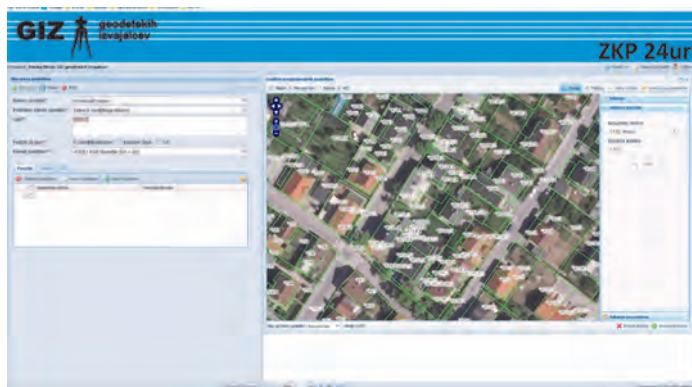
ELEKTRONSKI DOSTOP

DO PODATKOV

ZEMLJIŠKEGA KATASTRA, KATASTRA

STAVB IN ZBIRNEGA KATASTRA GJI

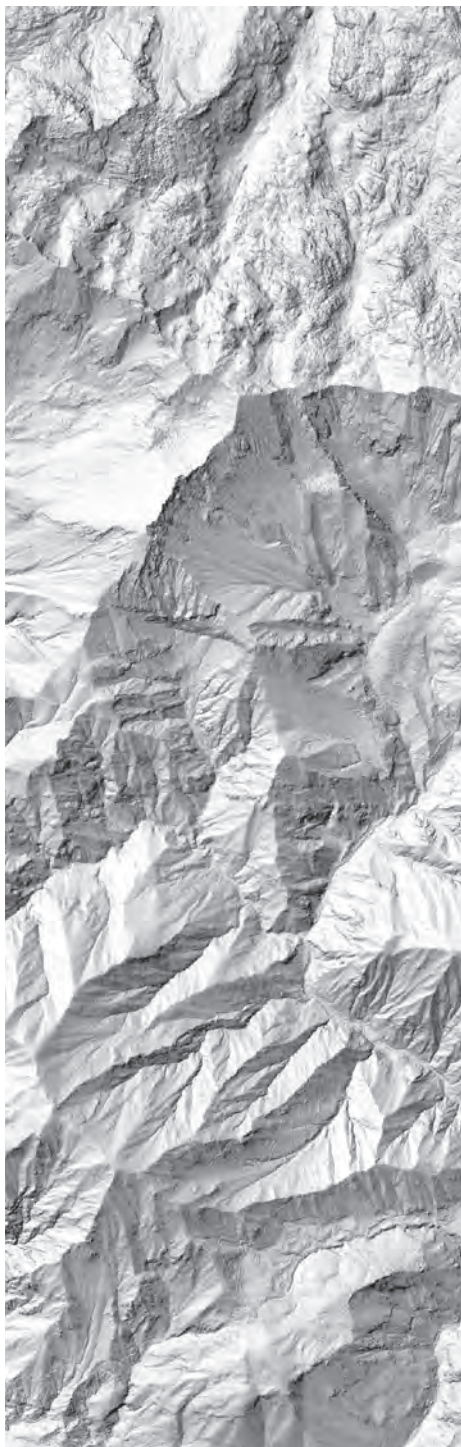
ZKP 24 UR



Vse dodatne informacije dobite na
spletni strani GIZ GI
www.giz-gi.si

ali po elektronski pošti
giz-gi@giz-gi.si.

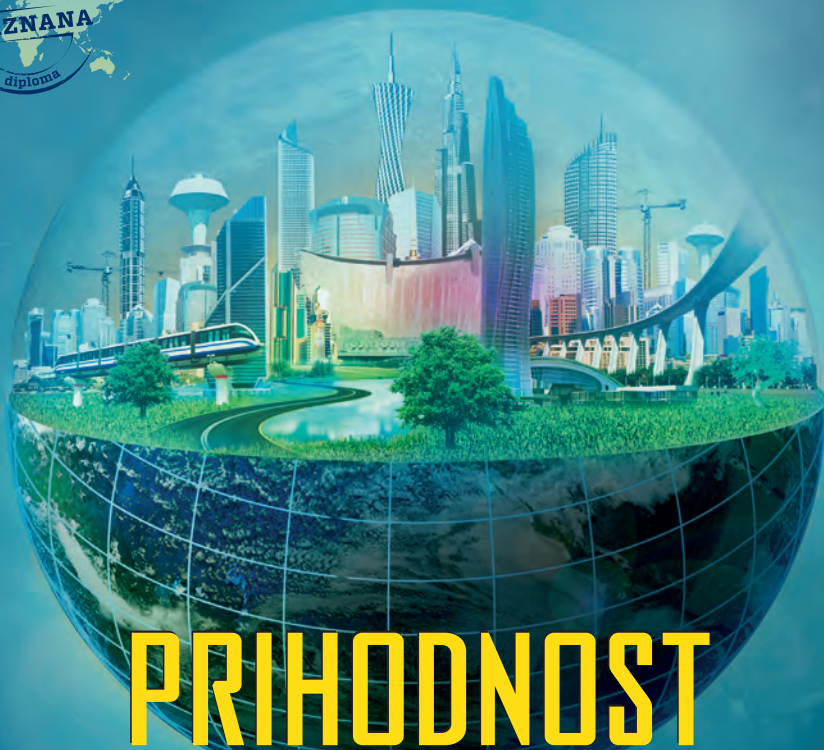




Podoba analitičnega senčenja DMR1
Laserskega skeniranja Slovenije 2014-2015

- 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



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



