

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

# GEODETSKI 2022 VESTNIK

ISSN 0351-0271

Letn. 66 | št. 1

Vol. 66 | No. 1



O reviji Navodila za avtorje Arhiv SI | EN



ISSN: 0352-3551

EISSN: 1581-0267

COBISS: 3664386

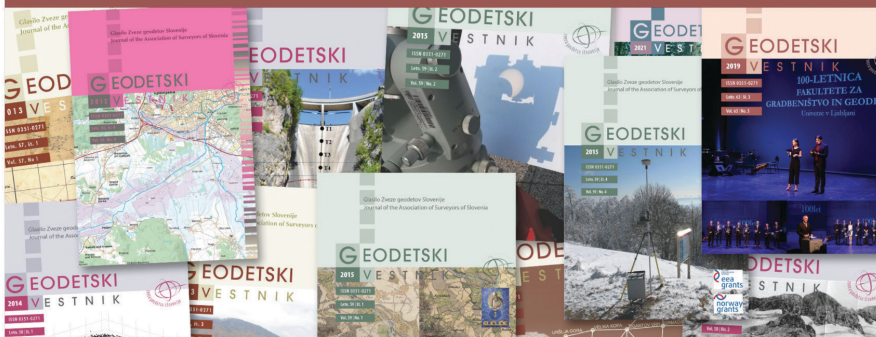
UDK: (05) 532:556:626/628.6



**Izdajatelj:**  
Zveza geodetov Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
E-naslov: info@geodetski-vestnik.com



## Geodetski vestnik



**Geodetski vestnik** je glasilo Zveze geodetov Slovenije (ZGS) in je odprtodostopna revija, ki izhaja štirikrat letno v tiskani in spletni različici. Glavni namen revije je zbirati in strokovni javnosti ponuditi znanstvene in strokovne članke, kjer so predstavljena najnovejša dognanja na področjih geodezije, geoinformatike, prostorskega planiranja ter sorodnih področjih. Je glasilo Zveze geodetov Slovenije (ZGS).

Zadnja številka: 2022 (66), 1

e-knjiga

### Uvodnik

Dušan Petrovič  
NOVA UREDNIKA IN ŠE KAJ

Gregor Klemenčič  
DIGITALNA PREOBRAZBA

### Recenzirani članki

Marko Zupan



# GEODETSKI VESTNIK

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



Letnik 66, št. 1, str. 1–160, Ljubljana, marec 2022. Izidejo štiri številke na leto.  
Naklada te številke: 1200 izvodov.

Prosto dostopno na spletnem naslovu: <http://www.geodetski-vestnik.com>.

Vol. 66, No. 1, pp. 1–160, Ljubljana, Slovenia, March 2022. Issued four times a year.  
Circulation: 1,200 copies.

Free on-line access at <http://www.geodetski-vestnik.com>.

**IF JCR (2020): 0,551**

**IF SNIP (2020): 0,417**



*Geodetski vestnik je odprtodostopna revija.  
Recenzirani objavljeni članki so indeksirani in povzeti v:*

*Social Sciences Citation Index (SSCI)  
Social Scisearch (SSS) in*

*Journal Citation Reports/Social Sciences Edition (JCR/SSE)*

**Geodetski vestnik je indeksiran in povzet tudi v bibliografskih zbirkah:**

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

*Geodetski vestnik is an open access journal.  
The reviewed papers are indexed and abstracted in:*

*Social Sciences Citation Index (SSCI)  
Social Scisearch (SSS) 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, DOAJ – Directory of Open Access Journals, SCOPUS, COBISS, Civil Engineering Abstracts, GeoRef, CSA Aerospace & High Technology Database, Electronics and Communications Abstracts, Materials Business File, Solid State and Superconductivity Abstracts, Computer and Information Systems, Mechanical & Transportation Engineering Abstracts, Water Resources Abstracts, Environmental Sciences*

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

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

Geodetski vestnik is 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.

## GLAVNI UREDNIK

dr. Dušan Petrovič

## ODGOVORNI UREDNIK

dr. Miran Kuhar

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

Tel.: +386 1 4768 543

e-naslov: urednik@geodetski-vestnik.com

## PODROČNI UREDNIKI

**Sandi Berk**, urednik rubrike *strokovne razprave*

**dr. Božo Koler**, področni urednik za *inženirsko geodezijo*

**dr. Mojca Kosmatin Fras**, področna urednica za *fotogrametrijo in kartografijo*

**dr. Klemen Kregar**, področni urednik za *geodezijo*

**dr. Anka Lisec**, področna urednica za *prostorske analize in upravljanje in nepremičnin*

**dr. Krištof Oštir**, področni urednik za *daljinsko zaznavanje in geoinformatiko*

**dr. Bojan Stopar**, področni urednik za *satelitsko geodezijo in geofiziko*

**dr. Gregor Čok**, področni urednik za *načrtovanje in urejanje prostora*

## MEDNARODNI UREDNIŠKI ODBOR

**dr. Ivan R. Aleksić** (Univerza v Beogradu, Gradbena fakulteta, Beograd, Srbija)

**dr. Janja Avbelj** (Eumetsat, Darmstadt, Nemčija)

**dr. Branislav Bajat** (Univerza v Beogradu, Gradbena fakulteta, Beograd, Srbija)

**dr. Giuseppe Borruso** (Univerza v Trstu, DEAMS, Trst, Italija)

**dr. Raffaella Cefalo** (Univerza v Trstu, Oddelek za inženirstvo in arhitekturo, Trst, Italija)

**dr. Vlado Cetl** (EK, Skupno raziskovalno središče, Ispra, Italija)

**dr. Joep Crompvoets** (KU Leuven, Public Governance Institute, Leuven, Belgija)

**dr. Marjan Čeh** (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Walter Timo de Vries** (Tehniška univerza München, München, Nemčija)

**dr. Urška Demšar** (Univerza St. Andrews, Velika Britanija)

**dr. Samo Drobne** (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

**mag. Erna Flogie Dolinar** (Geodetska uprava RS, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Dušan Kogoj** (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Žiga Kokalj** (ZRC SAZU, Inštitut za antropološke in prostorske študije, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Klemen Kozmus Trajkovski** (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

**mag. Aljaž Lesjak** (Inženirska zbornica Slovenije, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Božena Lipej** (Nova univerza, Evropska pravna fakulteta, Nova Gorica, Slovenija)

**dr. Reinfried Mansberger** (Univerza za naravoslovne in biotehniške vede, IVFL, Dunaj, Avstrija)

**dr. Leiv Bjarte Mjøs** (Visoka šola v Bergnu, Bergen, Norveška)

**dr. Gerhard Navratil** (Tehniška univerza na Dunaju, Dunaj, Avstrija)

**Tomaž Petek** (Geodetska uprava RS, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Alenka Poplin** (Iowa State University, College of Design, Ames, Iowa, ZDA)

**dr. Andrea Pödör** (Univerza Óbuda, Székesfehérvár, Madžarska)

**dr. Anton Prosen** (Ljubljana, Slovenija)

**dr. Dalibor Radovan** (Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Fabio Remondino** (Fondazione Bruno Kessler, 3DOM, Trento, Italija)

**dr. Miodrag Roić** (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Zagreb, Hrvaška)

**dr. Balázs Székely** (Univerza Eötvösa Loránd, Budimpešta, Madžarska)

**dr. Bojan Šavrič** (ESRI Ltd, Redlands, Kalifornija, ZDA)

**dr. Maruška Šubic Kovač** (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija)

**dr. Joc Triglav** (Geodetska uprava RS, Murska Sobota, Slovenija)

**dr. Mihaela Triglav Čekada** (Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija)

**dr. John C. Weber** (Grand Valley State College, Department of Geology, Allendale, Michigan, ZDA)

**dr. Klemen Zakšek** (Rosen Group, Lingen, Nemčija)

**EDITOR-IN-CHIEF**

Dušan Petrovič, Ph.D.

**EXECUTIVE EDITOR**

Miran Kuhar, Ph.D.

University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Phone: +386 1 4768 543

E-mail: editor@geodetski-vestnik.com

**FIELD AND SUB-FIELD EDITORS**

**Sandi Berk**, editor for the section Professional Discussions

**Božo Koler**, Ph.D., field editor for Engineering Geodesy

**Mojca Kosmatin Fras**, Ph.D., field editor for Photogrammetry and Cartography

**Klemen Kregar**, Ph.D., field editor for Surveying

**Anka Liseč**, Ph.D., field editor for Spatial Analyses and Real Estate Management

**Krištof Oštir**, Ph.D., field editor for Remote Sensing and Geoinformatics

**Bojan Stopar**, Ph.D., field editor for Satellite Geodesy and Geophysics

**Gregor Čok**, Ph.D., field editor for Spatial Planning

**INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD**

**Ivan R. Aleksić**, Ph.D. (University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, Serbia)

**Janja Avblej**, Ph.D. (Eumetsat, Darmstadt, Germany)

**Branislav Bajat**, Ph.D. (University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, Serbia)

**Giuseppe Borruso**, Ph.D. (University of Trieste, DEAMS, Trieste, Italy)

**Raffaella Cefalo**, Ph.D. (University of Trieste, Department of Engineering and Architecture, Trieste, Italy)

**Vlado Cetl**, Ph.D. (EC, Joint Research Centre, Ispra, Italy)

**Joep Crompvoets**, Ph.D. (KU Leuven, Public Governance Institute, Leuven, Belgium)

**Marjan Čeh**, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)

**Walter Timo de Vries**, Ph.D. (Technical University of Munich, München, Germany)

**Urška Demšar**, Ph.D. (University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland, United Kingdom)

**Samo Drobne**, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)

**Erna Flogie Dolinar**, M.Sc. (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)

**Dušan Kogoj**, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)

**Žiga Kokalj**, Ph.D. (ZRC SAZU, Institute of Anthropological and Spatial Studies, Slovenia)

**Klemen Kozmus Trajkovski**, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)

**Aljaž Lesjak**, M.Sc. (Slovenian Chamber of Engineers, Ljubljana, Slovenia)

**Božena Lipej**, Ph.D. (New university European faculty of law, Nova Gorica, Slovenia)

**Reinfried Mansberger**, Ph.D. (University of Natural Resources and Life Sciences, IVFL, Vienna, Austria)

**Leiv Bjarte Mjøs**, Ph.D. (Bergen University College, Bergen, Norway)

**Gerhard Navratil**, Ph.D. (Vienna Technical University, Vienna, Austria)

**Tomaž Petek** (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia)

**Alenka Poplin**, Ph.D. (Iowa State University, College of Design, Ames, Iowa, USA)

**Andrea Pödör**, Ph.D. (Óbuda University, Székesfehérvár, Hungary)

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

**Dalibor Radovan**, Ph.D. (Geodetic Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)

**Fabio Remondino**, Ph.D. (Fondazione Bruno Kessler, 3DOM, Trento, Italy)

**Miodrag Roić**, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia)

**Balázs Székely**, Ph.D. (Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary)

**Bojan Šavrič**, Ph.D. (ESRI Ltd, Redlands, California, USA)

**Maruška Šubic Kovač**, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia)

**Joc Triglav**, Ph.D. (Surveying and Mapping Authority, Murska Sobota, Slovenia)

**Mihaela Triglav Čekada**, Ph.D. (Geodetic Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)

**John C. Weber**, Ph.D. (Grand Valley State College, Department of Geology, Allendale, Michigan, USA)

**Klemen Zakšek**, Ph.D. (Rosen Group, Lingen, Germany)

## IZDAJATELJ

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: info@geodetski-vestnik.com

## IZDAJATELJSKI SVET

mag. Gregor Klemenčič, *predsednik Zveze geodetov Slovenije*

dr. Dušan Petrovič, *glavni urednik*

dr. Miran Kuhar, *odgovorni urednik*

Sandi Berk, *urejanje rubrike Strokovne razprave*

dr. Mojca Foški, *tehnično urejanje in oblikovanje*

## TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

dr. Mojca Foški, e-naslov: [mojca.foski@fgg.uni-lj.si](mailto:mojca.foski@fgg.uni-lj.si)

Barbara Trobec, e-naslov: [barbara.trobec@fgg.uni-lj.si](mailto:barbara.trobec@fgg.uni-lj.si)

## LEKTORIRANJE

Manica Baša

## UREJANJE SPLETNIH STRANI

dr. Robert Klinc

e-naslov: [web@geodetski-vestnik.com](mailto:web@geodetski-vestnik.com)

## TISK

SIMPRO d.o.o., Brezovica

## DISTRIBUCIJA

mag. Janez Goršič, e-naslov: [janez.gorsic@fgg.uni-lj.si](mailto:janez.gorsic@fgg.uni-lj.si)

## TRŽENJE (OGLASNO TRŽENJE)

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: [zveza.geodetov.slovenije@gmail.com](mailto:zveza.geodetov.slovenije@gmail.com)

## NAVODILA AVTORJEM

<http://www.geodetski-vestnik.com>

## PUBLISHER

Association of Surveyors of Slovenia

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: info@geodetski-vestnik.com

## PUBLISHING COUNCIL

Gregor Klemenčič M.Sc, *president of the Association of Surveyors of Slovenia*

Dušan Petrovič, Ph.D., *editor-in-chief*

Miran Kuhar, Ph.D., *executive editor*

Sandi Berk, *editor of the section Professional Discussions*

Mojca Foški, Ph.D., *technical editor and design*

## TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, Ph.D., e-mail: [mojca.foski@fgg.uni-lj.si](mailto:mojca.foski@fgg.uni-lj.si)

Barbara Trobec, e-mail: [barbara.trobec@fgg.uni-lj.si](mailto:barbara.trobec@fgg.uni-lj.si)

## SLOVENE PROOFREADING

Manica Baša

## WEB SITE ADMINISTRATION

Robert Klinc, Ph.D.

e-mail: [web@geodetski-vestnik.com](mailto:web@geodetski-vestnik.com)

## PRINT

SIMPRO d.o.o., Brezovica

## DISTRIBUTION

Janez Goršič, M.Sc., e-mail: [janez.gorsic@fgg.uni-lj.si](mailto:janez.gorsic@fgg.uni-lj.si)

## MARKETING (ADVERTISING)

Association of Surveyors of Slovenia

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: [zveza.geodetov.slovenije@gmail.com](mailto:zveza.geodetov.slovenije@gmail.com)

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

<http://www.geodetski-vestnik.com>

# VSEBINA CONTENTS

## UVODNIK | EDITORIAL

---

<i>Dušan Petrovič</i>	NOVA UREDNIKA IN ŠE KAJ NEW EDITORS AND MORE	7
<i>Gregor Klemenčič</i>	DIGITALNA PREOBRAZBA DIGITAL TRANSFORMATION	11

## RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

---

<i>Marko Zupan</i>	METODA ZA VREDNOTENJE OMILITVENIH UKREPOV OB IZGUBI KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ NA OSNOVI PODATKOV ZEMLJIŠKEGA KATASTRA METHOD FOR THE EVALUATION OF MITIGATION MEASURES FOR SOIL LOSS COMPENSATION BASED ON CADASTRAL DATA	15
<i>Emil Polajnar</i>	ANALIZA TEDENSKE UMRLJIVOSTI STAROSTNIKOV: PRIMERJAVA MED SLOVENIJO IN DRŽAVAMI ČLANICAMI EU27 ANALYSIS OF WEEKLY MORTALITY OF SENIORS: A COMPARISON BETWEEN SLOVENIA AND THE MEMBER STATES OF THE EU27	33
<i>Katarzyna Chwedczuk, Daniel Cienkosz, Michal Apollo, Lukasz Borowski, Paulina Lewinska, Celso Augusto Guimarães Santos, Kennedy Eborka, Sandeep Kulshreshtha, Rosendo Romero-Andrade, Ahmed Sedeeq, Aive Liibus, Kamil Maciuk</i>	IZZIVI PRI DOLOČANJU VIŠIN GORSKIH VRHOV, KOT SO NAVEDENE V KARTOGRAFSKIH VIRIH CHALLENGES RELATED TO THE DETERMINATION OF ALTITUDES OF MOUNTAIN PEAKS PRESENTED ON CARTOGRAPHIC SOURCES	49
<i>Mehmed Batilović, Željko Kanović, Zoran Sušić, Marko Z. Marković, Vladimir Bulatović</i>	DEFORMACIJSKA ANALIZA PO MODIFICIRANI METODI GREDOD DEFORMATION ANALYSIS: THE MODIFIED GREDOD METHOD	60

## STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

---

<i>Vasja Bric, Katja Oven, Peter Prešeren</i>	CIKLIČNO AEROFOTOGRAFIRANJE SLOVENIJE - DIGITALNO OBDOBJE CYCLICAL AERIAL PHOTOGRAPHY OF SLOVENIA – DIGITAL ERA	77
---	--	----

<i>Karolina Koračin, Kristina Murovec, Marko Rotar</i>	85
LOKACIJSKA IZBOLJŠAVA – IZHODIŠČE ZA VZDRŽEVANJE PODATKOV LOCATION IMPROVEMENT – A SOLID FOUNDATION FOR DATA MAINTENANCE	
<i>Katja Oven, Rado Škafar</i>	99
TRIGONOMETRIČNA TOČKA I. REDA NA KRIMU – POBUDA ZA SPOMENIK DRŽAVNEGA POMENA FIRST-ORDER TRIGONOMETRIC POINT AT KRIM – NATIONAL MONUMENT INITIATIVE	
<i>Joc Triglav</i>	111
PREPROSTE STARE GEO IDEJE ZA PRIHODNOST SIMPLE OLD GEO-IDEAS FOR THE FUTURE	
<i>Anton Prosen</i>	118
PROSTORSKI RAZVOJ BREZ PROSTORSKIH PLANERJEV SPATIAL DEVELOPMENT WITHOUT SPATIAL PLANNERS	
<i>Boštjan Pucelj</i>	125
LITERARNA GEODEZIJA – GEODEZIJA MED LEPOSLOVNIMI VRSTICAMI LITERARY GEODESY – GEODESY IN LITERARY LINES	
<i>Dušan Petrovič</i>	130
ZGODOVINSKA KARTOGRAFIJA OZEMLJA SLOVENIJE HISTORICAL CARTOGRAPHY OF SLOVENIAN TERRITORY	
<i>Bojan Zajc</i>	132
KALKULATOR HP-35 PRAZNUJE ABRAHAMA HP-35 CALCULATOR CELEBRATES ITS GOLDEN ANNIVERSARY	
<b>NOVICE IZ STROKE   NEWS FROM THE FIELD</b>	137
<b>DRUŠTVENE NOVICE   NEWS FROM SOCIETIES</b>	143
<b>RAZNO   MISCELLANEOUS</b>	149
DIPLOMA IN MAGISTERIJA NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 11. 2021 DO 31. 1. 2022	
SEZNAM RECENZENTOV 2021	

---

Slika na naslovnici:

Nova spletna stran Geodetskega vestnika. Grafična podoba spletne strani dr. Gašper Mrak, urejanje spletne strani dr. Robert Klinc.



# NOVA UREDNIKA IN ŠE KAJ NEW EDITORS AND MORE

*Dušan Petrovič*

*glavni urednik | Editor-in-chief*

Drage bralke in bralci Geodetskega vestnika!

Nikoli ni prav lahko prevzeti dela in zadolžitve za nekom, ki je oboje opravljal z veliko uspeha in zagnanosti, je pa lepo vedeti, da nadaljuješ v dobrih razmerah in utečenem okolju.

Novica ni povsem nova in vestni bralci Geodetskega vestnika ste v zadnji številki leta 2021 lahko prebrali, da dosedanja glavna in odgovorna urednica dr. Anka Lisec po osmih letih izjemnega dela in truda predaja vodenje revije v druge roke. V letih dela na mestu urednice je ob podpori izdajatelja Zveze geodetov Slovenije, Oddelka za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo UL, sponzorjev, uredniškega odbora, tehničnih sodelavcev, recenzentov, piscev, lektorice in tudi nas, bralcev, vzorno skrbela za razvoj naše znanstvene, strokovne, poljudne in informativne stanovske revije ter tako nadgradila trud vseh predhodnih urednikov in sodelavcev. Ob zahvali za njeno opravljeno delo in prizadevnost lahko le upam, da nam bo s skupnimi močmi tudi v naslednjih letih uspelo ohraniti revijo vsaj na dosedanji ravni, a jo hkrati razvijati v skladu z vsemi spremembami, ki nam jih prinašajo tehnologija in družbene razmere.

Vlogi glavnega in odgovornega urednika Geodetskega vestnika sta bili tako pri zadnji urednici kot pri še nekaj njenih predhodnikih združeni, sedaj pa si ju bova razdelila s kolegom s fakultete dr. Miranom Kuharjem. Verjameva, da bo v vrvežu današnjega časa in ob številnih obveznostih to prednost; po eni strani bova tako skušala zagotavljati hitro odzivnost do piscev, recenzentov, pa tudi do bralk in bralcev, po drugi strani pa bova, zagotovo vsaj v začetnem obdobju, lahko drug drugega opozarjala na morebitne nerodnosti, ki se pri tako obsežnem delu vsekakor lahko zgodijo. Koliko bova uspešna, boste bralke in bralci zagotovo najbolje opazili sami. Posebnih sprememb v načinu dela in ekipi, ki sodeluje pri pripravi vestnika, ne predvidevava, se pa za delo in sodelovanje zahvaljujem dvema dosedanjima ožjima sodelavcema: dr. Boženi Lipej, nekdanji glavni in odgovorni urednici revije, ki je zadnja leta kot področna urednica skrbela za področji upravljanja in evidentiranja nepremičnin, ter dosedanjemu skrbniku spletne strani dr. Klemnu Kozmusu Trajkovskemu. Vsekakor verjamem, da bomo še sodelovali v drugih vlogah.

Zato pa z novim letnikom uvajamo dve tehnološko-oblikovni spremembi. Za najširši krog uporabnikov je najpomembnejša vzpostavitev nove spletne strani. Tehnološki razvoj in novi trendi pri oblikovanju vsebine in dostopa do spletnih strani so terjali posodobitev in zamenjavo dosedanje spletne strani, ki je vsekakor uspešno opravljala svojo vlogo v vseh dosedanjih letih. Nova spletna stran je bolj prilagojena uporabi in

branju na različnih napravah, od tabličnih računalnikov do prenosnih telefonov, vlogo dosedanjih dveh kazal v slovenskem in angleškem jeziku prevzema izbira jezika celotne strani, spremenjena je grafična podoba. Posebej nadgrajeno je iskanje prispevkov nekdanjih izdaj in letnikov, saj je kar za vse izdaje od leta 1953 naprej mogoče poizvedovanje po naslovih, avtorjih ali ključnih besedah namesto dosedanjega pregledovanja celotne številke, kar bo zagotovo zelo olajšalo iskanje arhivskih člankov in objav. Seveda bomo veseli vseh vaših odzivov, morebitnih predlogov za izboljšanja ali opozoril na morebitne napake, ki se pri prenosu velikega števila podatkov iz enega v drug sistem lahko tudi pripetijo. Druga sprememba, ki jo uvajamo, pa je skorajšnja vzpostavitev spletnega sistema za oddajanje, recenziranje in spremljanje prejetih znanstvenih člankov. S tem bomo predvsem olajšali delo avtorjem, urednikom in recenzentom, hkrati pa zmanjšali možnosti zamud ali izgub člankov pri posredovanju prek elektronske pošte. Za obe novosti je zaslužen dr. Robert Klinc s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo UL.

Sicer pa boste v tej številki kot običajno lahko prebrali nekaj novih znanstvenih dognanj, spoznali nekaj novosti in zanimivosti iz stroke, dobili navdih za pregled ali branje knjige, morda pa nostalgичno obudili spomin na nekdanji računski pripomoček. Ne spreglejte najave letošnjega jubilejnega Geodetskega dneva in še kakšne druge novice.

Dear Readers of Geodetski vestnik,

It is not an easy task to take on the duties and responsibilities of a person who was so successful in their endeavours; nevertheless, it is a relief to know that favourable working conditions have been established and things run smoothly.

The news is not entirely new, and avid readers of Geodetski vestnik could notice in the last 2021 issue that, after eight years of exceptional and hard work, the preceding editor-in-chief, Anka Lisec, PhD, was resigning from her position. Through all these years and with the support of the publisher, the Association of Surveyors of Slovenia, the Department of Geodetic Engineering at the Faculty of Civil and Geodetic Engineering of University of Ljubljana, sponsors, the editorial board, technical staff, peer reviewers, authors, language editors and also us, the readers, she has maintained a high standard in the development of our scientific and professional journal, together with its popular and informative pieces. Thus, she honoured the achievements of her predecessors, editors and members of editorial team alike. I would like to thank her for all the work she did, and I can only hope we are able to maintain the quality of the journal with joint efforts in the coming years. At the same time, we aim to pursue the course open to numerous changes resulting from developments in technology and society.

Thus far, the roles of the chief and executive editors have been merged, but they will be split between my colleague from the Faculty, Miran Kuhar, PhD., and I. We see this as an advantage given the frantic times and numerous other responsibilities. On the one hand, we will be able to provide a quick response to authors, peer reviewers and readers; on the other, we will be able to, at least during the initial period, catch one another's mistakes, which may easily occur with all the complexity that editorial work involves. And it is you, dear readers, who will be the best judges of our success. No radical changes in the way work for the journal is done are envisaged; we would like to thank two members of the editorial team for the parts they have played: these are Božena Lipej, PhD., former editor-in-chief of the journal, who recently has worked as the field editor for Real Estate Management and Recording, and to Klemen Kozmus Trajkovski, who has worked as website administrator. I do not doubt we will cross paths in some other duties again.

Notwithstanding, two technological and design changes are being introduced in this year's volume. More important for the wider public is the development of a new website. Technological developments and recent trends in the design and access to web content call for the modernisation and replacement of the present website, which has undoubtedly been serving its purpose well in all these past years. The new website is better adapted to use on different devices, ranging from tablets to smartphones; in addition, the two separate list of contents in Slovene and English have been replaced by two language variants of the entire page. Graphic design has also been changed. The most important improvement is the enhanced search for the articles in the archive, including all the issues and volumes from 1953 to the present. Now it is possible to filter the search according to titles, authors, or keywords instead of searching issue by issue. This will definitely enhance the user experience. We would definitely be glad to receive your comments, suggestions for improvements, or corrections, as mistakes are bound to occur when a large amount of data is being transferred from one system to another.

The second change will be implementation of an on-line editorial system for the submission, reviewing,

and monitoring of the tendered professional papers. This will predominantly make the work easier for the authors, editors, and peer reviewers. It will also reduce the possibility of the articles being late or lost, which may happen if they are transferred over e-mail. Both improvements are the result of the work of Robert Klinc, Ph.D., from the Faculty of Civic and Geodetic Engineering.

As usual, this issue brings to your attention some recent scientific findings; you will be able to learn about new and interesting features in our professional field; you might get an inspiration for a peek into or a proper reading of a book; this issue might also evoke sweet memories of a vintage calculating device. Please don't overlook the announcement of this year's jubilee Land Surveying Day, and other news.

# DIGITALNA PREOBRAZBA    DIGITAL TRANSFORMATION

*Gregor Klemenčič*

*predsednik Zveze geodetov Slovenije | president of the Association of Surveyors of Slovenia*

Uvodnik prve letošnje številke Geodetskega vestnika začnjam z zahvalo novima urednikoma, ki sta prevzela zahtevno delo odgovornega in glavnega urednika ter s tem obula težke škornje svojih predhodnikov, ki so v preteklosti opravili izjemno delo. Dušan in Miran, hvala vama in pogumno z vsemi nami in za vse nas geodeete.

Letos bomo v organizaciji Celjskega geodetskega društva izvedli jubilejni, že 50. Geodetski dan. Verjamem, da nam bodo po dveh letih razmere dopuščale ponovno srečanje v živo. Organizacijske in programske priprave so že v polnem teku. Letošnji dogodek smo naslovili Digitalna preobrazba za trajnostne odločitve v prostoru. Temo smo določili po kar nekaj razpravah in se nazadnje poenotili, da je to v tem času zagotovo najbolj aktualno področje, pa ne samo v geodeziji, temveč v vseh sferah delovanja družbe.

Digitalno, pametna mesta in vasi, pametna družba so v zadnjem desetletju zagotovo najpogosteje uporabljeni izrazi, ko je govor o napredku in razvoju družbe. To so zelo široki pojmi, ki si jih lahko vsak razlaga drugače, in vsak posameznik ima svoje poglede na to, kaj mu dejansko pomenijo. Seveda gre pri razlagi in pomenu teh izrazov za ključna vprašanja, kaj s tem pridobimo kot družba in kako se bomo morali temu prilagoditi na vseh področjih kot posamezniki. Ko govorimo o digitalni preobrazbi na področju prostora in okolja, smo geodeti zagotovo ključni akterji in odgovorni za uspešno izpeljavo prehoda.

Današnje napredne tehnologije in programska oprema omogočajo neomejene možnosti razvoja za digitalno preobrazbo. Toda še kako se moramo zavedati odgovornosti pomena popolnih, kakovostnih in povezanih podatkov o prostorskih, okoljskih in zemljiških evidencah. Podatki v digitalni obliki razkrivajo natančnost in atributno celovitost, zato v digitalnem svetu ni prostora za slabe in pomanjkljive podatke, ki ne omogočajo trajnostnih in celovitih odločitev v prostoru. Raba prostora postaja vse bolj omejena, posegi v prostoru in okolju so še kako zaznamovani s centimetri, vsak meter zemljišča je za lastnika izrednega pomena. Ko se digitalni prostorski podatki združijo v skupnem prikazu in so podlaga za odločitve glede posegov v prostor, že zdavnaj ne velja več, da papir vse prenese.

Največji izziv, ki ga ima geodetska stroka, ni samo, kako celovito izvesti digitalno preobrazbo, ampak kako prostorsko, višinsko in atributno izboljšati vse prostorske in okoljske podatke. Starejši kot so podatki, večji bo ta izziv. Vendar nam tudi pri novih podatkih zelo pogosto uhajajo stvari izpod nadzora. Evidentiranje neakovostnih in neustreznih podatkov v uradne baze bi moralo biti preteklost. Žal se to še vedno zgodi, kar je v celoti odgovornost nas geodetov. Vsak geodet bi se moral z vso resnostjo in odgovornostjo

vprašati, koliko nepopravljive škode je lahko naredil z evidentiranjem neustreznih podatkov. Kakovost naših storitev mora biti na prvem mestu in neodvisna od cene. Ampak o cenah geodetskih storitev kdaj drugič. Razmislek o napisanem pa velja opraviti najprej pri sebi.

Ob koncu uvodnika se vračam k letošnjemu Geodetskemu dnevju. Skupaj bomo zaznamovali abrahama prireditve, ki ja za našo stroko izrednega pomena. Poleg tega smo lahko izredno ponosni na dolgo zgodovino izdajanja Geodetskega vestnika in neprekinjeno tradicijo Geodetskega dneva. Ob jubilejni izvedbi bomo izdali zbornik Geodetskih dnevov, v katerem bomo povzeli vse dosedanje dogodke. Ob tej priložnosti vas vabim k sodelovanju, veseli bomo vašega prispevka v obliki gradiva pa tudi pripravljenosti za dejavnejše sodelovanje pri pripravi zbornika.

Vljudno vabljeni k sodelovanju in udeležbi na jubilejnem Geodetskem dnevju!

Allow me to begin this year's first editorial of Geodetski vestnik with an expression of gratitude to both new editors, who have filled the responsible positions of executive and chief editors and shoulder the heavy burden of their predecessors with their remarkable achievements. Dušan and Miran, thank you, and I hope you find great courage to work with and for all of us surveyors.

This year, the Celje Society of Surveyors is organising the Land Surveying Day, which might be categorised as golden as it is the 50th such day. I am convinced that, after two years, conditions will allow them to organise a live event. Organisational and programme preparations are well underway. The title of this year's event is *Digital Transformation for Sustainable Decisions on the Use of Space*. The theme is the result of in-depth discussions, which led to the conclusion that it is undoubtedly the most pressing issue of today, not only in surveying but in all spheres of society.

Digital content, smart cities and villages, and the smart society as a whole, are by all means the most commonly used expressions of the last decade in discussions about social progress and development. These are broad notions open for different interpretations and views; they may convey different meanings to each individual. The essence of their interpretation and meaning is undoubtedly the question of what gains they may offer to society and what adaptations in all fields of life they may require of an individual. As regards the digital transformation in the fields of space and environment, land surveyors play a crucial role here; we are the ones responsible for the success of the transformation.

Present-day advanced technologies and software offer endless opportunities for digital transformation. Nevertheless, it is of utmost importance that we attach due significance to completeness, accuracy and interlinked data on space, the environment, as well as land use and property. Digital forms of data reveal the accuracy of data and the completeness of their attributes, which means that the digital world does not allow for poor or missing data that do not support sustainable and comprehensive decisions on space. The use of physical space is increasingly limited, activities in space and the environment are measured in centimetres, each metre of land is of profound importance for its owner. The phrase 'on paper' definitely sounds trite when visualisations produced from merged digital spatial data comes into play.

The greatest challenge of the surveying profession is not only how to implement the digital transformation comprehensively but also how to improve spatial and environmental data in terms of use land, elevation, and attributes. The older the data, the greater the challenge. Still, we often lack control over new data. Registering inaccurate and inadequate data into official databases should belong to the past. Unfortunately, it still happens, and it is we surveyors that bear full responsibility for that. With such responsibility, each land surveyor should carefully consider how much irreparable damage he may cause by recording inaccurate data. The quality of our services should be paramount and not influenced by the price. However, prices are a matter for another debate. I encourage each individual to a critical reflection of these issues.

In the end, I would like to return to this year's Land Surveying Day. Together we will mark the 50th anniversary of the event that is of great significance for our profession. Apart from that, we may be proud of the long publishing tradition of Geodetski vestnik and the unbroken continuity of Land Surveying Day. The anniversary calls for a special publication with a recapitulation of all the events organised so

far. Let me use this opportunity to invite you to contribute, be it with materials for the publication or as a member of a publishing team.

You are cordially invited to participate in this year's jubilee Slovenian Land Surveying Day.



# METODA ZA VREDNOTENJE OMILITVENIH UKREPOV OB IZGUBI KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ NA PODLAGI PODATKOV ZEMLJIŠKEGA KATASTRA

# METHOD FOR THE EVALUATION OF MITIGATION MEASURES FOR SOIL LOSS COMPENSATION BASED ON CADASTRAL DATA

Marko Zupan

UDK: 332.6:528.46

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 21. 11. 2021

Sprejeto: 23. 12. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.15-32

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 21. 11. 2021

Accepted: 23. 12. 2021

## IZVLEČEK

Kmetijska zemljišča so neobnovljiv naravni vir in jih na novo lahko pridobimo le na račun izgube drugih, na primer gozdnih ekosistemov, ali z rekultivacijo degradiranih območij. Alternativa je izboljšanje slabših kmetijskih zemljišč z nadvišanjem in melioracijskimi ukrepi, s čimer izboljšujemo pridelovalni potencial obstoječih kmetijskih zemljišč. V prispevku predstavljamo ukrep nadvišanja kmetijskih zemljišč pri ohranjanju pridelovalnega potenciala in metodo izračuna ekvivalenta kmetijskih zemljišč (EKZ) za vrednotenje učinkov nadvišanja. Metodo EKZ smo testirali na primeru hidromorfih in avtomorfih tal ter razdrobljenih in strnjenih kmetijskih zemljišč. Predstavljeni primeri izračuna EKZ kažejo, da je nadvišanje lahko primeren ukrep pri blaženju izgub kmetijskih zemljišč oziroma pridelovalnega potenciala, vendar ni enako učinkovito pri vseh talnih tipih. Učinek izboljšanja je večji, če izboljšujemo tla z manjšo boniteto, kot je to pri nekaterih oblikah oglejenih tal ali plitvih in skeletnih tal. Metoda EKZ zagotavlja objektivno oceno učinkov izboljšanja tal, saj se pri njej upoštevajo obseg, boniteta, oblika in strnjenost zemljišč pred nadvišanjem in po njem. Metoda tudi usmerja k racionalni rabi odstranjene rodovitne zemljine in s tem k ohranjanju neobnovljivega naravnega vira.

## KLJUČNE BESEDE

kmetijska zemljišča, pridelovalni potencial, boniteta, nadomestna kmetijska zemljišča, komasacije

## ABSTRACT

Agricultural soils are a non-renewable natural resource, and substitute land can only be acquired at the cost of losing other resources, such as forest ecosystems or restoring degraded land. An alternative is to improve soils of poorer quality through topsoil application and meliorative measures, thus increasing the production potential of existing agricultural land. In this paper, we present the measure of topsoil addition for maintaining production potential and the method of calculating the agricultural land equivalent (EKZ) to evaluate the impact of topsoil addition. The EKZ method was tested on hydromorphic and automorphic soils and on fragmented and consolidated agricultural land. The examples of EKZ calculation presented show that the addition of fertile topsoil can be an appropriate measure to mitigate the effects of soil sealing on the loss of production potential of agricultural land but not to the same extent for all soil types. The effect is greater when we improve low-quality soils such as gley soils or shallow soils with coarse particles. The EKZ method is objective, taking into account the original extent, land rating value, shape, and fragmentation of soils, as well as soils after topsoil has been added. The method also supports the rational use of the removed fertile soil and thus the conservation of a non-renewable natural resource.

## KEY WORDS

agricultural soils, production potential, land-rating value, substitute agricultural land, land consolidation

## 1 UVOD

Gradnja infrastrukture pogosto zahteva spremembo namembnosti kmetijskih zemljišč, kar pomeni njihovo nepovratno izgubo (Montanarella, 2015). Študije posledic tovrstnih posegov v prostor kot omilitveni ukrep pogosto predvidijo nadomeščanje (Glavan in sod., 2020), kar je v praksi zelo težko zagotoviti, saj odvečnih kmetijskih zemljišč na ozemlju Republike Slovenije nimamo, hkrati pa je pregled nad dejansko rabo prostora sektorsko neuskladen in nepregleden (Drobne in sod., 2014).

Strokovno upravičen omilitveni ukrep je lahko ponovna vključitev opuščanih ali zaraščajočih se kmetijskih zemljišč v kmetijsko rabo. Treba se je zavedati, da prostorsko razdrobljene in majhne parcele, ki se zaraščajo, ne morejo enakovredno nadomestiti večjega strnjenegega območja kmetijskih zemljišč. Zaraščajoča kmetijska zemljišča so največkrat težje dostopna ali strm relief (Glavan in sod., 2017), kar omejuje uspešno vračanje v kmetijsko rabo. Pogosto so težava tudi lastništvo teh zemljišč in ekonomske omejitve, kar zmanjšuje interes okoliških kmetov za obdelavo (Pintar in sod., 2020). Kljub temu so bile v preteklosti že predlagane rešitve (Pintar in sod., 2018), ki so vključevale dodatne meliorativne ukrepe in prostorske ureditvene operacije (Triglav, 2008).

V študijah je najpogosteje predlagana vzpostavitev nadomestnih kmetijskih zemljišč na račun spremembe naravnih ekosistemov, kot so gozdne površine. Znan primer je vzpostavitev kmetijskih zemljišč na območju hoškega gozda kot (delno) nadomestilo za izgubljena kmetijska zemljišča zaradi umestitve znane tovarne v Hočah. Pri tem je treba poudariti, da ima večina ravninskih gozdov varovalno funkcijo (na primer preprečujejo erozijske procese) in so pomembni habitati za živali ali pa pogosto stojijo na območjih s slabšim pridelovalnim potencialom tal (kisel pH, zastajanje vode, skeletnost, plitvost). Vzpostavitev nadomestnih kmetijskih zemljišč je lahko podvržena večjim tveganjem za poslabšanje lastnosti tal, ki ga povzročajo zemeljska dela s težko mehanizacijo v neugodnih vremenskih razmerah (Grčman in Zupanc, 2018). Vzpostavitev kmetijskih zemljišč s krčenjem gozda je hkrati povezana z velikimi stroški (odstranjevanje panjev, dodajanje rodovitnega sloja tal, založno gnojenje).

Še en omilitveni ukrep je sprememba namembnosti zemljišč v občinskih prostorskih načrtih. Kmetijska zemljišča, ki so v prostorskih načrtih že namenjena pozidavi (zazidljiva), a so po dejanski rabi še kmetijska, se lahko spet kategorizirajo v kmetijska zemljišča. Take rešitve pa so lahko sporne iz več razlogov. Prvi je časovna omejenost takega ukrepa, saj pogosto velja le do naslednjega odpiranja občinskega prostorskega načrta, drugi pa je pravne narave, saj pridobljenih pravic, še posebej, če gre za zasebno last, ne moremo enostavno spremeniti. Zazidljiva zemljišča imajo namreč višjo tržno ceno od kmetijskih. Take rešitve so včasih smiselne in mogoče, na primer če so zemljišča last občine, tako bi bilo treba v prihodnje poiskati primerne upravno-pravne rešitve.

Alternativni pristop je povečanje pridelovalnega potenciala obstoječih kmetijskih zemljišč. Tak pristop je smiseln, če se na širšem območju posega pojavljajo tla, ki zaradi različnih neugodnih lastnosti (zastajanja vode, skeletnosti, plitvosti) izkazujejo majhen pridelovalni potencial, kar je razvidno iz bonitete, in če je na območju na voljo rodovitna zemljina za nadvišanje. Viški rodovitne zemljine nastajajo pri večjih gradbenih posegih v prostor, kot so infrastrukturni objekti (ceste, hidroelektrarne) ali večji industrijski objekti. Težava pri tem sicer smiselnem ukrepu je, da ni vnaprej izbranih zemljišč, kjer bi bilo smiselno izvesti nadvišanje, s čimer bi omogočili takojšno in končno premestitev rodovit-

ne zemljine. Začasno deponiranje viškov rodovitne zemljine pomeni dodatni vložek zaradi uporabe gradbene mehanizacije, poleg tega se predolgo in/ali nepravilno skladiščnim tlom zmanjša osnovna rodovitnost. V izogib tveganju za izgubo rodovitnosti tal, ki jih bomo uporabili za izboljšanje tal s slabim pridelovalnim potencialom, je treba vnaprej predvideti, kam, kako in v kakšni debelini je smiselno uporabiti rodovitno zemljino.

Boniteta zemljišča je podatek o pridelovalni sposobnosti zemljišča, ki se določi v obliki bonitetnih točk (Košir, 2008) in posredno daje tudi informacije o sposobnosti tal za druge ekosistemске storitve. Boniteta kmetijskih zemljišč je danes ena od najpomembnejših evidenc kakovosti kmetijskih zemljišč, na kateri temeljijo odločitve pri prostorskem načrtovanju in varovanju kmetijskih zemljišč pa tudi delitve zemljišč v postopku komasacij (Košir, 2008; Grčman in sod., 2017). Bonitetne točke se izračunajo na podlagi lastnosti tal, podnebja, reliefa in posebnih vplivov. Večja kot je boniteta tal, večjo kakovost oziroma pridelovalni potencial imajo, zato je pri nadomeščanju kmetijskih zemljišč treba zagotoviti ustrezen obseg in boniteto izboljšanih zemljišč, oziroma faktor, ki se izračuna kot zmnožek površine in bonitete (Pintar in sod., 2018). Podatke o boniteti tal zemljiškega katastra preverimo s sondiranjem na terenu in jih po potrebi dopolnimo s podatki pedološke karte.

Tla so raznolika, njihove lastnosti in rodovitnost so odvisne od matične podlage (kamninske osnove) in drugih okoliščin, v katerih so se razvila (Vidic in sod., 2015). Poznavanje lastnosti tal je ključno tudi za razumevanje videza in razvoja kulturne krajine (Stritar, 1990) ter številnih, pogosto nasprotujočih si interesov različnih dejavnosti, kot so gospodarstvo, rudarstvo in kmetijstvo (Zupanc in sod., 2011; Malucelli in sod., 2014; Montanarella in Panagos, 2015). Podatke o lastnostih in kakovosti tal (talnem tipu, globini, kislosti, skeletnosti itd.) zagotavlja pedološka karta Slovenije, ki je bila v merilu 1 : 25 000 izdelana za celotno ozemlje Republike Slovenije (Vidic in sod., 2015; MKGP, 2020; TIS/ICPVO, 2020).

Na uspeh vzpostavitve nadomestnih kmetijskih zemljišč in ekonomičnost kasnejše kmetijske pridelave močno vplivajo oblika, strnjenost in dostopnost kmetijskih zemljišč. Za slovenski prostor je značilna visoka razdrobljenost zemljišč (Stritar, 1990; Hladnik, 2005; Foški in Zavodnik Lamovšek, 2019), večjo učinkovitost rabe je mogoče doseči z urejanjem kmetijskih zemljišč (Lisec in sod., 2014). Delno se da izgubo kmetijskih zemljišč ublažiti z meliorativnimi ukrepi, kot so odstranjevanje kamnov in skal, izravnava terena, nadvišanje, točkovno odvajanje vode, ter drugimi ukrepi za izboljšanje pridelovalnega potenciala. Takšni ukrepi so učinkovitejši, če vključimo tudi prostorske ureditvene postopke, kot so arondacija, menjave zemljišč ter komasacije, ki so zahtevnejše (Lisec in sod., 2014; Branković in sod., 2015).

Z nadvišanjem obstoječih zemljišč v kmetijski rabi ne moremo neposredno povečati velikosti kmetijskih zemljišč, lahko pa povečamo njihov pridelovalni potencial, ki ga izrazimo z boniteto. V prispevku obravnavamo metodologijo izračuna in uporabe »ekvivalenta kmetijskih zemljišč« (EKZ), kjer poleg bonitete upoštevamo tudi velikost in obliko parcele. S tem dobimo matematični produkt, tj. število brez enote, s katerim lahko neposredno primerjamo tla z različnim pridelovalnim potencialom, parcele različnih velikosti, oblike in tudi rabe ter različno lego v prostoru (strnjene parcele oziroma kompleks zemljišč ali razpršene parcele). EKZ lahko zelo praktično uporabimo pri izračunu potrebnih nadomestnih zemljišč, ker hkrati upoštevamo kakovost (izraženo z boniteto) ter velikost in obliko izgubljenih in predvidenih nadomestnih kmetijskih zemljišč. EKZ nam omogoča tudi izračun navideznega povečanja kmetijskih

zemljišč, ko dejanske površine zemljišč ne povečamo, ampak le izboljšamo kakovost tal, na primer z nadvišanjem z rodovitno zemljino. EKZ lahko uporabimo tudi za primerjavo učinkov rekultiviranih tal.

## 2 MATERIAL IN METODE DE LA

V prispevku obravnavamo dva primera izračuna EKZ, in sicer za hidromorfna in avtomorfna tla z naravnimi omejitvami (preglednica 1). Tla hidromorfnega oddelka spadajo v talni tip hipoglej, kjer je omejitveni dejavnik visok nivo podzemne vode, Go-horizont se pojavi plitveje kot 0,35 oziroma 0,5 metra pod površjem tal. Iz oddelka avtomorfnih tal smo izbrali evtrična rjava tla na produ, kjer je naravna pomanjkljivost majhna skupna globina in/ali velik delež proda oziroma skeleta. Oba talna tipa sta v Sloveniji pogosta. Izračun smo opravili za 24 izbranih parcel v jugovzhodnem delu Slovenije, pri čemer smo izboljšanje hidromorfnih tal opravili za prostorsko strnjen sklop dvanajstih parcel (sliki 1 in 2). Izboljšanje avtomorfnih tal zajema dvanajst območij prostorsko razdrobljenih in različno velikih (majhnih) parcel (sliki 3 in 4). Tako smo obravnavali različne situacije, ki vplivajo na izračun ekvivalenta kmetijskih zemljišč (EKZ) (preglednici 2 in 3).

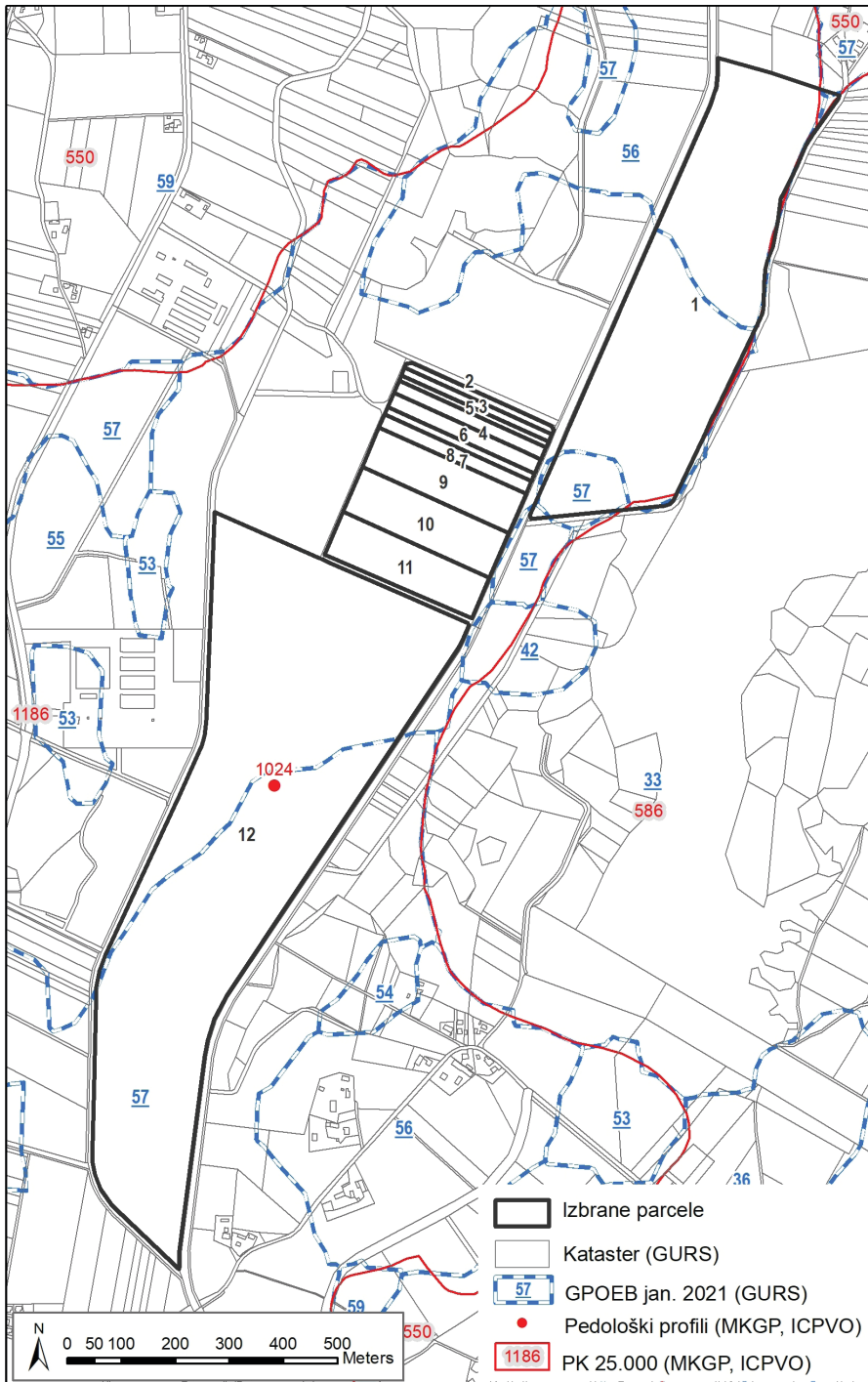
V prispevku smo uporabili izbrane zemljiške parcele, ki jih zaradi varovanja podatkov ne navajamo s parcelnimi številkami. Pri analizi primernosti nadomestnih zemljišč smo z ogledom na terenu preverili kakovost tal (boniteto) in stanje obravnavanih zemljišč v naravi, položaj, dostopnost, velikost in obliko parcele, razgibanost terena. Po Zakonu o katastru nepremičnin (Uradni list RS, št. 54/2021) je parcela prostorsko odmerjeno zemljišče, ki leži v eni katastrski občini in je v katastru nepremičnin vpisana z mejo ter označena s parcelno številko, zemljišče pa je območje ene ali več parcel, dela ene parcele ali delov več parcel. V prispevku obravnavamo lastnosti tal za posamezno parcelo ali več parcel skupaj. Zato pri posameznem izračunu uporabljamo izraz zemljišče.

Prostorske podatke (oblika in velikost parcel) in izhodiščno boniteto za izbrane parcele smo pridobili iz javno dostopnih zbirk Geodetske uprave Republike Slovenije (e-prostor), Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (javnega pregledovalnika grafičnih podatkov GERK) in Agencije Republike Slovenije za okolje (Geoportal ARSO, aplikacija Atlas okolja). Pedološke podatke smo dopolnili z internimi podatki TIS/ICPVO, 2020.

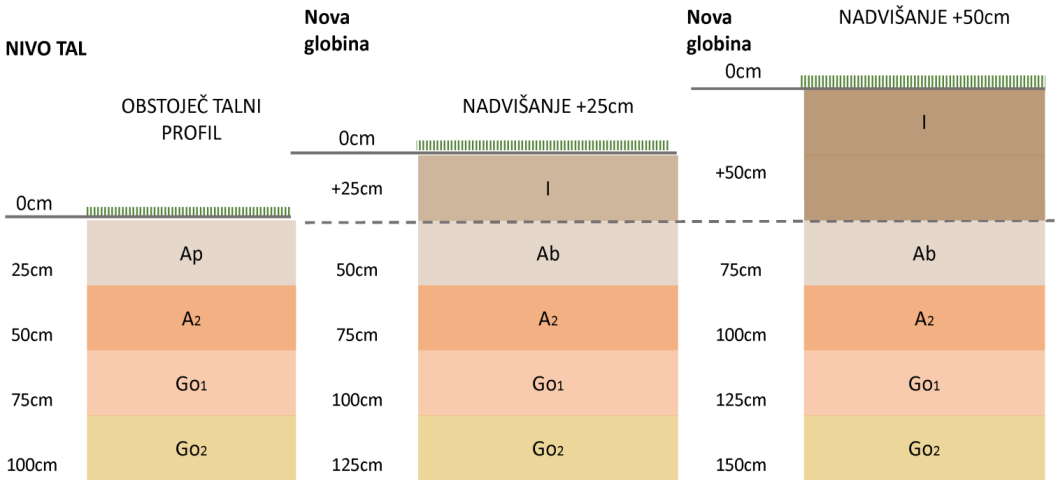
Pedološke lastnosti zemljine (preglednica 1), s katero bi izboljšali kmetijska zemljišča slabše kakovosti, smo privzeli iz konkretnega predloga umeščanja infrastrukturnega objekta v prostor in temeljijo na povprečnih lastnostih obrečnih tal, pridobljenih iz podatkov digitalne pedološke karte Slovenije v merilu 1 : 25 000 in izbranih pedoloških profilov (MKGP, 2020, in TIS/ICPVO, 2020).

Preglednica 1: Povprečne lastnosti plodnega dela obrečnih tal (horizonta Ap, A2) na predvidenem območju odkopa obrečnih tal v jugovzhodni Sloveniji, povzetih iz obstoječih pedoloških profilov (MKGP, 2020, in TIS/ICPVO, 2020, cit. po Zupan in sod., 2020)

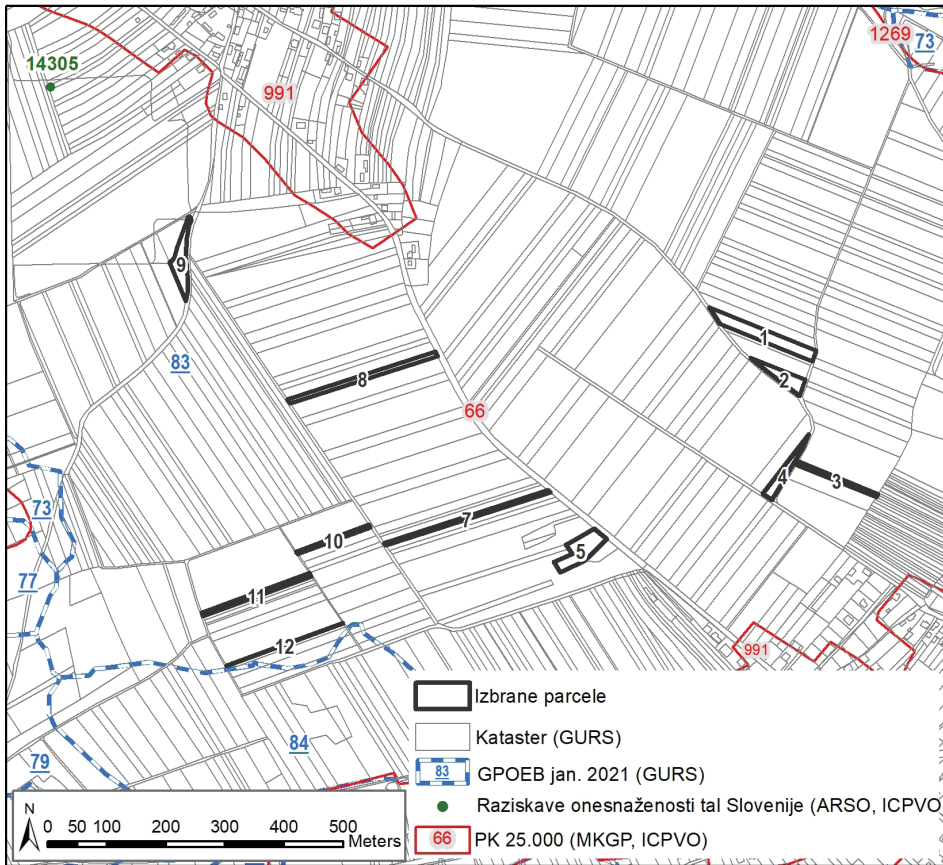
	Globina	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Organska snov (%)	Konsistenca	Struktura	Teksturni razred	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O (mg/100g)
Ap	0–18/20	7,0–7,3	3–6	lahko do srednje drobljiv	grudičasta, oreškasta	MI, I	5–10	9–15
A2	20–35/50	7,2–7,3	2,5–5,5	gost, drobljiv	grudičasta, oreškasta	I–MI	2–3	6–8



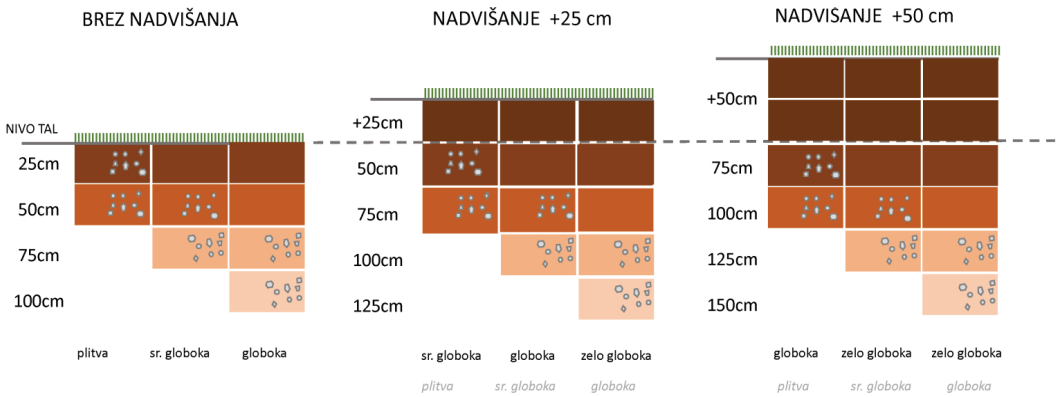
Slika 1: Komplex hidromorfnih zemljišč, kjer smo izračunali povečanje pridelovalne sposobnosti tal, če bi zemljišča nadvišali z rodovitno zemljino iz obrečnih tal.



Slika 2: Shema nadvišanja hidromofrnih tal, primer za srednje močan hipoglej.



Slika 3: Izbrane parcele avtomornih tal na aluviju, kjer smo izračunali povečanje pridelovalne sposobnosti tal, če bi zemljišča nadvišali z rodovitno zemljinjo iz obrečnih tal.



Slika 4: Shema nadvišanja avtomorfni tal, primeri za različno globoka in skeletna tla (ležeče sivo pred nadvišanjem, črno po nadvišanju).

### 2.1 Metode

Boniteto smo določali na podlagi Pravilnika o določanju in vodenju bonitete zemljišč (Uradni list RS, št. 47/2008). Ekvivalent kmetijskega zemljišča (EKZ) podajamo brez enote in ga izračunano po naslednji enačbi:

$$EKZ = B \times P \times F, \tag{1}$$

kjer je B boniteta parcele (bonitetne točke), P površina parcele (v ha) in F faktor oblike zemljišča (brez enote), povzet iz metodologije dohodkovne ocene vrednosti kmetijskih zemljišč (Udovč in sod., 2013). Velikost in oblika parcele precej vplivata na razmere za rastlinsko pridelavo (preglednica 2). Tako smo zmanjšali vpliv neučinkovitosti omilitvenega ukrepa »nadomeščanje kmetijskih zemljišč pri posegih v prostor«, ko se je upoštevala le skupna površina nadomestnih zemljišč, nič ali premalo pa velikost in oblika posameznih parcel. Tako opisane obravnavane parcele so v preglednici 3.

Preglednica 2: Predlagani faktorji za vrednotenje zemljišč za površino in obliko parcele (povzeti in adaptirani po Gablenz, 1997, in Kohne, 1999, citirano po Udovč in sod., 2013)

Površina v m <sup>2</sup>		Faktor kvadratna	Faktor trapezna	Faktor trikotna	Faktor pravokotna	Faktor nepravilna
od	do					
	do 500	0,6	0,6	0,2	0,6	0,2
500	1500	0,8	0,6	0,3	0,8	0,3
1500	3000	1	0,8	0,4	1	0,4
3000	5000	1	0,9	0,6	1	0,5
5000	8000	1	1	0,8	1	0,6
8000	15.000	1	1	1	1	0,8
15.000	20.000	1	1	1	1	0,9
20.000	50.000	1	1	1	1	1
50.000		1	1	1	1	1

Preglednica 3: Izbrane parcele hidromorfni in avtomorfni tal, uradna boniteta, oblika in položaj v prostoru ter izračunani izhodiščni ekvivalent kmetijskih zemljišč (EKZ)

Zap. št.	Površina (m <sup>2</sup> )	Boniteta (GURS)	GPOEB (GURS)	Oblika	Položaj v prostoru	Faktor oblike in površine	EKZ	EKZ – kompleks (komasacija)
<b>HIDROMORFNA TLA</b>								
1	194.065	40	55, 56, 57	trapez	kompleks	1		776
2	4076	47	55	pravokotna	kompleks	1		19
3	4656	47	55	pravokotna	kompleks	1		22
4	3128	47	55	pravokotna	kompleks	1		15
5	7386	47	55	pravokotna	kompleks	1		35
6	8598	47	55	pravokotna	kompleks	1		40
7	4503	47	55	pravokotna	kompleks	1		21
8	7772	47	55	pravokotna	kompleks	1		37
9	23.506	47	55	pravokotna	kompleks	1		110
10	26.944	40	55	pravokotna	kompleks	1		108
11	24.902	40	55	pravokotna	kompleks	1		100
12	368.628	47	55, 57	nepravilna	kompleks	1		1733
<b>SKUPAJ</b>	<b>678.164</b>							<b>3015</b>
<b>AVTOMORFNA TLA</b>								
1	3352	68	83	trapezna	posamezno	0,8	18	23
2	1411	50	83	trikotna	posamezno	0,3	2	7
3	881	44	83	pravokotna	posamezno	0,8	3	4
4	841	66	83	trikotna	posamezno	0,3	2	6
5	2244	75	83	pravokotna	posamezno	1	17	17
6	2706	19	83	nepravilna	posamezno	0,4	2	5
7	1488	66	83	pravokotna	posamezno	0,8	8	10
8	2225	60	83	pravokotna	posamezno	1	13	13
9	2036	42	83	nepravilna	posamezno	0,4	3	9
10	648	66	83	pravokotna	posamezno	0,8	3	4
11	1262	54	83	pravokotna	posamezno	0,8	5	7
12	188	54	83	pravokotna	posamezno	0,6	1	1
<b>SKUPAJ</b>	<b>19.282</b>						<b>78</b>	<b>105</b>

### 3 REZULTATI Z RAZPRAVO

#### 3.1 Izboljšanje hidromorfni tal v kompleksu kmetijskih zemljišč

Izbrane parcele hidromorfni tal so v kartografski enoti PKE-1186 v jugovzhodni Sloveniji (slika 1), kjer se izmenjujeta dve različici talnega tipa hipoglej, in sicer zmerno močan (Go-horizont v globini 50–70 centimetrov) in srednje močan (Go-horizont v globini 35–50 centimetrov). Z oznako Go označujemo sloj tal (horizont), v katerem se pojavijo prvi znaki zastajanja podzemne vode, in ga uporabljamo kot merilo za razvrstitev glejnih tal v razvojne stopnje (Prus in sod., 2015). Ker nivo podzemne vode niha,



se v takšnem horizontu izmenjujejo reduktivne in oksidativne razmere (marmoriran, oksidacijski glejni Go-horizont). Glede na ostale morfološke lastnosti tal je Go-horizontov v tleh lahko več (Go1, Go2 ...). Pod Go-horizontom oziroma horizonti je območje trajnega nivoja podzemne vode (siva barva, redukcijski glejni horizont Gr). Če je občasni ali stalni nivo podzemne vode blizu površine tal, je takšno zemljišče težje obdelovati oziroma je optimalno obdobje obdelave tal precej krajše v primerjavi s tlemi, ki so dobro prepustna (avtomorfna tla) (Prus in sod., 2015). Visoka talna voda tudi ovira razrast korenin. Zato je v merilih za bonitiranje tal globina glejnih horizontov najpomembnejše merilo za razvrstitev glejnih tal v razvojno stopnjo (Pravilnik ..., 2008). Glede na sestavo kartografske enote PKE-1186 smo pri izračunu izhodiščne bonitete upoštevali obe možnosti globine Go-horizonta.

Preostale lastnosti tal smo povzeli iz talnega profila št. 1024, ki je bil izkopan in opisan na območju talne kartografske enote PKE-1186 (MGKP, 2020; TIS/ICPVO, 2020). Tla v navedenem profilu imajo meljasto glinasto ilovnato (MGI) teksturo, ki smo jo privzeli za vse obravnavane parcele, saj so vse del iste pedokartografske enote (slika 1). Za vse parcele smo privzeli tudi enako geološko skupino matične podlage in enake točke reliefa ( $R = 10$ ), saj je celotno območje ravninsko. Točke klime ( $K = 8$ ) smo določili na podlagi meril za klimo v Prilogi 1 k Pravilniku o določanju in vodenju bonitete zemljišč (Pravilnik ..., 2008). Obravnavane parcele so sklenjene, kar pomeni, da celotno območje lahko obravnavo kot zaokroženo kmetijsko območje (kompleks). Zato smo v izračunu izhodiščnega EKZ ne glede na obliko in velikost parcele privzeli faktor oblike 1 (preglednica 3). Pri izračunu bonitete za nadvišana zemljišča smo upoštevali enake točke klime ( $K = 8$ ) in reliefa ( $R = 10$ ) kot pri izhodiščnih tleh. Predpostavili smo, da so nadvišana zemljišča na istem območju in da se pri izvedbi nadvišanja rodovitna zemljina enakomerno nasuje in s tem zagotoviti raven relief za vse izbrane parcele. Ključne vhodne parametre in izračun bonitete ter EKZ prikazujemo v preglednici 4.

Izhodiščna tla so glede na podatke iz pedološkega profila PP-1024 evtrična in ne vsebujejo grobih delcev skeleta. Edini spremenljivi parameter obstoječih tal je globina Go-horizonta, ki pogojuje razvojno stopnjo tal. Evtričen hipoglej razvrstimo v razvojno stopnjo 6, če se Go-horizont pojavi že v globini 20–35 centimetrov; oziroma v razvojno stopnjo 5, če je Go-horizont v globini 35–50 centimetrov (točka 10 v Prilogi 1 k Pravilniku o določanju in vodenju bonitete zemljišč, 2008). Izhodiščna boniteta je 51 BT za močan hipoglej (bonitetnih točk) oziroma 57 BT za srednje močan hipoglej (preglednica 4). Z nadvišanjem povečamo skupno debelino tal in Go-horizont »oddaljimo« od površine tal. To pomeni, da izboljšamo pedološke lastnosti in povečamo pridelovalni potencial na isti površini, kar izrazimo z EKZ. Za nadvišanje bomo uporabili rodovitno humozno zemljino iz zgornjih horizontov obrečnih tal z ugodnejšo teksturo (ilovica (I) do meljasta ilovica (MI)), kot je tekstura izhodiščnih tal, zaradi česar se tudi izboljšajo točke tal in posledično boniteta zemljišča. Za kvantitativen izračun povečanja pridelovalnega potenciala hidromorfni tal smo predpostavili nadvišanje za 25 oziroma 50 centimetrov (slika 2).

Nadvišanje hipoglejnih tal s 25 centimetri rodovitne zemlje pomeni povečanje bonitete z 51 BT na 67 BT. Povečanje bonitete je posledica povečanja točk tal na račun razvrstitve hipoglejnih tal v tretjo razvojno stopnjo, saj zaradi dodatnih 25 centimetrov nove zemljine na površini Go-horizont preide v globino 50–70 centimetrov (slika 2, preglednica 4). Boniteta je še nekoliko večja (73 BT), če upoštevamo tudi ugodnejšo MI-teksturo zemljine za nadvišanje (preglednici 1 in 4).

Dodatnih 25 centimetrov rodovitne zemljine lahko pomeni tudi drugačno razvrstitev tal. Zaradi spremenjene zgradbe jih lahko vrednotimo oziroma bonitiramo kot evtrična rjava tla. V točki 5 Priloge 1

(Pravilnik ..., 2008) je merilo za evtrična rjava tla Go-horizont na globini 70–100 centimetrov, kar bi bilo mogoče, če bi bil Go-horizont v obstoječih tleh na globini 50 centimetrov. To pomeni razvojno stopnjo 2 in boniteto 71 BT za tla s pretežno MGI-teksturo, oziroma 73 BT za tla z MI-teksturo. Lahko povzamemo, da ne glede na to, ali je v obstoječih tleh Go-horizont oddaljen manj ali več kot 35 centimetrov od površine, nadvišanje tal s plodno zemljino MI-teksture v debelini 25 centimetrov pomeni za 20 BT boljšo boniteto zemljišča (preglednica 4).

Nadvišanje z rodovitno zemljino v debelini 50 centimetrov pomeni, da je Go-horizont lahko tudi globlje od 100 centimetrov. Takšna tla lahko obravnavamo kot tla avtomorfnega oddelka, zelo globoko oglejena. Zaradi velike skupne globine in dobrih fizikalno-kemijskih lastnosti zemljine za nadvišanje jih lahko razvrstimo v razvojno stopnjo 1, kar pomeni največ točk tal pri dani geološki podlagi in teksturi. Za meljasto ilovnato (MI) teksturo to pomeni 82 BT.

Povprečna boniteta za 12 izbranih parcel je 44,6 BT in je manjša od najmanjše bonitete talne sistematske enote, ki je v kartografski enoti PKE-1186, saj je boniteta za srednje močan hipoglej v 6. razvojni stopnji 51 BT. To nakazuje, da je bila pretvorba iz katastrske klasifikacije zemljišč v boniteto na tem območju zelo stroga. Nasprotno je nova kategorija za vrednotenje pridelovalnega potenciala zemljišč, tako imenovano območje enake bonitete (OEB) oziroma njen grafični prikaz (GPOEB), bližje izhodiščni boniteti za izbranih 12 parcel, saj je večina parcel v OEB z vrednostjo 55 BT, tehtano povprečje pa je 55,8 BT (slika 1, preglednici 3 in 4).

Grafični prikaz območij enake bonitete (GPOEB) je GURS uvedla januarja 2019 z namenom posodobitve podatka o boniteti zemljišč iz vidika vseh treh glavnih vhodnih podatkov za izračun bonitete: lastnosti tal, značilnosti reliefa in klime. Izkazalo se je, da so (bile) parcelne meje večinoma administrativno določene in ne odražajo homogenosti talnih, reliefnih in klimatskih lastnosti, ki so značilne za širše območje (Kralj, 2018). Izboljšava je bila narejena z modeliranjem prostorskih podatkov in največji napredek je bil omogočen na podlagi boljših podatkov reliefa zaradi laserskega skeniranja površja Slovenije (LIDAR), v model je bilo vključeno tudi digitalno talno število (DTS), na novo so bile vrednotene točke klime (Kralj, 2018). Ker GPOEB ne vključuje posebnih vplivov, so mogoča odstopanja vrednosti BT v GPOEB od realnega stanja, pri čemer je boniteta v GPOEB običajno večja od realne bonitete.

Pri vrednotenju učinka izboljšanja lastnosti tal zaradi nadvišanja z izračunom nove bonitete se postavlja vprašanje izhodiščnega stanja. Najbolj realno bi bilo, da bi predvideno območje pred nadvišanjem pedološko pregledali (sonde, razkopi, profili), po potrebi odvzeli vzorce tal in kvantitativno določili teksturo tal, delež organske snovi ter izmerili pH, s čimer bi pridobili kvantitativne realne podatke za izračun dejanske bonitete. Povečanje pridelovalnega potenciala smo v tem primeru izrazili s faktorjem povečanja bonitete glede na izhodiščno tehtano boniteto parcel (44,5 BT) in povprečno bonitetno glede na lego 12 parcel v GPOEB (55,8 BT). Pri manjši izhodiščni boniteti nadvišanje za 25 centimetrov pomeni 51–60 % boljšo boniteto zaradi odmika Go-horizonta več kot 50 centimetrov pod površje; če upoštevamo tudi ugodnejšo MI-teksturo nasute plodne zemlje, pa celo 64–73 % (preglednica 4). Učinek enakega nadvišanja je manjši, če za izhodišče vzamemo povprečje bonitete 12 parcel glede na GPOEB in znaša 20–27 % zaradi povečanja globine tal, oziroma 31–38 % ob upoštevanju izboljšanja teksture tal. Nadvišanje za 50 centimetrov pomeni 73 % ali 38 % večjo boniteto, ker je Go-horizont 100 centimetrov pod površino, oziroma za 84 % ali 47 %, če upoštevamo ugodnejšo MI-teksturo, ki jo ima dodana rodovitna zemljina glede na izhodiščno MGI-teksturo, ki pri nadvišanju preide v globino 50 centimetrov (preglednica 4, slika 2).

Preglednica 4: Sprememba parametrov za izračun bonitete, boniteta in EKZ za hidromorfna tla pri nadvišanju z rodovitno zemljinjo iz zgornjih horizontov obrečnih tal

	IZHODIŠČNO STANJE		NADVIŠANJE 25 CM			NADVIŠANJE 50 CM		
Talni tip	hipoglej	hipoglej	hipoglej		rjava tla	rjava tla		
Talna sistematska enota (PSE)	srednje močan**	srednje močan	zmerno močan		globoko oglejena	zelo globoko oglejena		
Globina Go (kriterij)	20–35 cm**	35–50 cm	50–70 cm		70–100 cm	>100 cm		
Razvojna stopnja	6	5	3		2	1		
Tekstura	MGI	MGI	MGI	MI	MGI	MI	MGI	MI
Točke TLA	32	41	56	66	64	75	74	84
<b>BONITETA TAL***</b>	<b>51</b>	<b>57</b>	<b>67</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>82</b>
Faktor povečanja bonitete	–	1,12	1,31	1,43	1,39	1,51	1,51	1,61
Boniteta in EKZ za 12 izbranih parcel hidromorfni tal	Skupna površina (ha)	Povprečna boniteta	Razpon bonitete	GPOEB povprečje	GPOEB razpon	EKZ-12	EKZ-12****	
	67,82	44,5	40–47	55,8	55–57	–	3015	
Faktor povečanja bonitete glede na povprečno boniteto	1,15	1,28	1,51–1,64		1,60–1,73		1,73	1,84
<b>EKZ nadvišanje (3015)</b>	<b>3455</b>	<b>3862</b>	<b>4539–4946</b>		<b>4810–5217</b>		<b>5217</b>	<b>5556</b>
Navidezno večja površina (ha)	77,73	86,87	102,1–111,3		108,2–117,4		117,4	125,0
<b>Navidezna razlika v površini (ha)</b>	<b>9,91</b>	<b>19,05</b>	<b>34,29–43,44</b>		<b>40,39–49,53</b>		<b>49,53</b>	<b>57,15</b>
Faktor povečanja bonitete glede na povprečje GPOEB	0,91	1,02	1,20–1,31		1,27–1,38		1,38	1,47
<b>EKZ nadvišanje (3784)</b>	<b>3458</b>	<b>3865</b>	<b>4544–4950</b>		<b>4815–5222</b>		<b>5222</b>	<b>5556</b>
Navidezno večja površina (ha)	61,99	69,28	81,43–88,73		86,29–93,59		93,59	99,66
<b>Navidezna razlika v površini (ha)</b>	<b>–5,83</b>	<b>1,46</b>	<b>13,61–20,91</b>		<b>18,47–25,77</b>		<b>25,77</b>	<b>31,84</b>

\* Lastnosti obstoječih tal so povzete iz pedološkega profila št. 1024, lastnosti tal za nadvišanje iz profilov št. 2148 in 421 (podatki dostopni prek TIS/ICPVO).

\*\* Upošteveno globino pojavnosti prvih marmoracij v A2-horizontu.

\*\*\* Matična podlaga, relief in klima se z nadvišanjem ne spremenijo, zato je povsod privzeta geološka skupina C, 10 točk za relief in 8 točk za klimo.

\*\*\*\* Parcele v kompleksu zemljišč.

Za 12 izbranih parcel, ki so dejansko sklenjene in jih obravnavamo kot kompleks kmetijskih zemljišč (slika 1), smo izračunali ekvivalent kmetijskih zemljišč (EKZ). Upoštevali smo dejansko boniteto in površino vsake posamezne parcele, faktor oblike je bil zaradi strnjenosti parcel povsod 1 (preglednica 3).

Skupna površina izbranih zemljišč je 67,8164 ha (67,82 ha), povprečna tehtana boniteta je 44,46 BT (44,5 BT) in izračunani EKZ znaša 3015. Če izhodiščni EKZ pomnožimo s faktorjem povečanja bonitete za nadvišana tla, se ustrezno poveča tudi EKZ. EKZ je produkt površine, bonitete ter faktorja velikosti in oblike parcel, zato iz EKZ lahko izrazimo povečanje pridelovalnega potenciala s povečanjem navidezne površine izboljšanih tal. Če je faktor velikosti in oblike parcele enak 1, lahko navidezno večjo površino zemljišča izračunamo neposredno s faktorjem povečanja bonitete. Če upoštevamo izhodiščno boniteto 44,5 BT (povprečje bonitete parcel), bi z nadvišanjem 67,82 ha zemljišč (srednje močan hipoglej) za 25 centimetrov, navidezno povečali površino za 34,29–49,53 ha na račun večjega pridelovalnega potenciala, oziroma za 49,53–57,15 ha pri nadvišanju za 50 centimetrov. Če je izhodišče povprečna boniteta glede na lego 12 parcel v GPOEB (55,8 BT), je učinek navideznega povečanja površine zemljišč manjši in znaša 13,61–25,77 ha pri nadvišanju za 25 centimetrov, oziroma 25,77–31,84 ha pri nadvišanju za 50 centimetrov (preglednica 4).

### 3.2 Izboljšanje posameznih manjših parcel avtomorfnih tal

Izbrane parcele avtomorfnih tal so glede na digitalno pedološko karto Slovenije 1 : 25 000 v kartografski enoti PKE-66: Evtrična rjava tla na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek (MKGP, 2020; TIS/ICPVO, 2020) (slika 3). V prostoru, ki ga navedena kartografska enota zajema, lahko naletimo na več različic evtričnih rjavih tal (plitva, srednje globoka, globoka), ki lahko vsebujejo manjši ali večji delež proda oziroma grobih delcev skeleta, večjih od 2 milimetrov. Evtrična rjava tla, ki so globoka in ne vsebujejo skeleta, so tla z najboljšim pridelovalnim potencialom v Sloveniji. Vendar lahko plitve in zelo skelete različice, ki se pogosto pojavljajo na aluvialnih nasutinah slovenskih rek, pomenijo omejitveni dejavnik kmetijske pridelave zaradi majhne kapacitete zadrževanja vode in hranil, kar ob segrevanju ozrača in vse ekstremnejših podnebnih razmerah lahko prinese omejitve možnosti za zagotavljanje ekosistemskih storitev. Zato smo kljub boljši izhodiščni boniteti v primerjavi s hidromorfnimi tlemi predvideli nadvišanje za 25 in 50 centimetrov ter preverili učinek nasutja rodovitne zemljine iz zgornjih horizontov obrečnih tal na lastnosti in kakovost tal, izraženo z bonitetno oceno. Izboljšanje plitvih in skeletnih tal z nadvišanjem je smiselno, saj bi z dodatnim slojem tal na površini povečali skupno globino tal, povečala bi se kapaciteta za zadrževanje vode in rastlinskih hranil. Tla posledično uvrstimo v ugodnejšo razvojno stopnjo, zaradi česar se povečajo točke tal in skupna boniteta nadvišanih zemljišč.

Talne lastnosti za izračun bonitete smo povzeli iz pedoloških profilov št. 134 in 201 (MKGP/GERK) in lokacij ROTS št. 14143, 14305 in 14307 (Raziskave onesnaženosti tal Slovenije). Na podlagi opisov in laboratorijskih analiz tal v navedenih pedoloških profilih in lokacijah ROTS smo opredelili naslednje zaporedje horizontov: A1 ali Ap, A2 ali AB, Bv, BvC, C. Tla so strukturna, dobro drobljiva, srednje do dobro humozna, ilovnate (I) do meljasto ilovnate (MI) teksture, nevtralne do zmerno bazične reakcije. Ker smo učinek nadvišanja izvedli z rodovitno zemljino zgornjih horizontov obrečnih tal z MI-teksturo, smo za vse tri različice evtričnih rjavih tal uporabili MI-teksturo. Različen je bil le delež skeleta, v plitvih tleh 15 % v in pod A1-horizontom, v srednje globokih 15 % pod Ap-horizontom, globoka evtrična rjava tla so bila že v izhodišču brez skeleta v prvih dveh horizontih (preglednica 5, slika 4).

V preglednici 5 podajamo preostale podatke, potrebne za izračun bonitete (Pravilnik ..., 2008) za tri možne izhodiščne oblike evtričnih rjavih tal in oblike po nadvišanju za 25 in 50 centimetrov. Navedeno je merilo glede skupne globine tal, na podlagi katerega smo plitva tla uvrstili v 3. razvojno stopnjo, srednje globoka v 2., globoka pa v 1. razvojno stopnjo, ter delež skeleta, ki bo pri nadvišanih tleh drugačen, saj zemljina za nadvišanje nima skeleta. Tako kot hidromorfna tla so tudi parcele avtomorfnih tal v isti makroregiji, na primerljivi nadmorski višini, zato smo klimo opredelili z 8 točkami. Relief je raven in enakomeren, pri vseh izbranih parcelah smo upoštevali 10 točk pred nadvišanjem in po njem. Izračun bonitete za izhodiščna tla je 69 BT za plitva skeletna tla, 77 BT za srednje globoka skeletna tla in 84 BT za globoka evtrična rjava tla (preglednica 5). Boniteta je večja kot pri hipoglejnih tleh in tudi razpon med različicami evtričnih rjavih tal (15 BT) je večji kot razlika v bonitetnih točkah (BT) dveh različic hipogljjenih izhodiščnih tal (preglednica 4).

Nadvišanje evtričnih rjavih tal s 25 centimetri rodovitne zemljine pomeni povečanje skupne globine tal (Pravilnik ..., 2008; slika 4, preglednica 5). Glede na povečano globino smo tla razvrstili v nove razvojne stopnje, zaradi česar je boniteta nadvišanih tal večja od bonitete izhodiščnih tal: 8 BT pri plitvih tleh, 7 BT pri srednje globokih in le eno BT pri globokih tleh. Razlog, zakaj se sprememba bonitete pri enakem nadvišanju za 25 centimetrov odraža tako različno, je, da izhodiščna plitva in srednje globoka tla vsebujejo tudi skelet, ki pri nadvišanju preide v drugi oziroma tretji horizont, saj ima nasuta zemljina vse lastnosti novega neskeletnega A-horizonta (slika 4). Če izhodiščna tla ne bi vsebovala 15 % skeleta, ne bi upoštevali korekcije točk tal (preglednica 5) in razlika v boniteti zaradi nadvišanja s 25 centimetri zemljine bi bila nekoliko manjša; le 3 BT za plitva tla in 5 BT za srednje globoka tla.

Z nadvišanjem za 50 centimetrov zaradi povečanja skupne globine tal in globine humoznega horizonta na površini se boniteta izhodiščnih tal boljše za skupno 15 BT oziroma za 10 BT, če plitva evtrična rjava tla ne vsebujejo 15 % skeleta. Učinek nadvišanja za 50 centimetrov za srednje globoka tla je 8 BT oziroma le 6 BT če izhodiščna tla ne bi vsebovala skeleta. Učinek nadvišanja globokih neskeletnih evtričnih rjavih tal je zanemarljiv, le 2 BT.

S kvantitativnim izračunom bonitete smo potrdili, da je izboljšanje tal z nadvišanjem smiselno le za plitve in delno srednje globoke oblike evtričnih rjavih tal in da ima nadvišanje z neskeletno zemljino večji učinek, če so izhodiščna tla skeletna oziroma vsebujejo srednje debel prod (preglednica 5).

Značilnost slovenske krajine na pedosekvenci »prod in pesek« so majhne, praviloma ozke parcele in velika lastniška razdrobljenost (Stritar, 1990). Takšne so tudi izbrane parcele, ki smo jih uporabili v simulaciji nadvišanja (slika 3, preglednica 3). Parcele so majhne in niso sklenjene; razdrobljene parcele kljub izboljšanju lastnosti tal ne morejo ustrezno nadomestiti večjih kompleksov zemljišč. Zato smo v formulo za izračun ekvivalenta kmetijskih zemljišč (EKZ) vključili faktor velikosti in oblike parcele (1). Faktor je manjši ali enak 1 in pada z majhnostjo parcele in neugodno obliko za uporabo kmetijske mehanizacije (preglednica 2). EKZ je produkt bonitete, površine (ha) ter faktorja velikosti in oblike parcele in bo manjši za razdrobljene in majhne parcele v primerjavi s kompleksom kmetijskih zemljišč. V tem prispevku smo za primerjavo simulirali tudi izračun EKZ za 12 parcel s faktorjem 1, kot da bi bila izvedena komasacija oziroma zložba zemljišč (preglednica 3).

Preglednica 5: Sprememba parametrov za izračun bonitete, boniteta in EKZ za avtomorfna tla pri nadvišanju z rodovitno zemljinjo iz zgornjih horizontov obrečnih tal

Talna sist. enota (PSE)	IZHODIŠČNO STANJE* (evtrična rjava tla, tipična)			NADVIŠANJE 25 CM			NADVIŠANJE 50 CM		
	plitva	srednje globoka	globoka	srednje globoka	globoka	zelo globoka	globoka	zelo globoka	zelo globoka
Globina v cm (kriterij)	35–50	50–70	70–90	55–70	70–90	90–110	70–90	90–110	110–150
Razvojna stopnja	3	2	1	2	1	1	1	1	1
Skelet	15 % v in pod A1	15 % pod Ap	0 % v Ap in A2	15 % pod Ap	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Odbitne točke zaradi skeleta	9	3	0	3	0	0	0	0	0
Točke TLA	60	75	88	75	88	90	88	90	92
<b>BONITETA TAL**</b>	<b>69</b>	<b>77</b>	<b>84</b>	<b>77</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>86</b>
Faktor povečanja bonitete	–	1,12	1,22	1,12	1,22	1,23	1,22	1,23	1,25
Boniteta in EKZ za 12 izbranih parcel avtomorfni tal		Skupna površina (ha)	Povprečna boniteta	Razpon bonitete	GPOEB povprečje	GPOEB razpon	EKZ-12	EKZ-12****	
		1,928	54,5	19–75	83	83–83	78	105	
Faktor povečanja bonitete glede na povprečno boniteto	1,27	1,41	1,54	1,41	1,54	1,56	1,54	1,56	1,58
<b>EKZ nadvišanje (78)</b>	<b>99</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>122</b>	<b>120</b>	<b>122</b>	<b>123</b>
Navidezno večja površina (ha)	1,81	2,02	2,21	2,02	2,21	2,23	2,21	2,23	2,26
<b>Navidezna razlika v površini (ha)</b>	<b>–0,12</b>	<b>0,09</b>	<b>0,28</b>	<b>0,09</b>	<b>0,28</b>	<b>0,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,30</b>	<b>0,33</b>
<b>EKZ nadvišanje (105) komasacija</b>	<b>133</b>	<b>148</b>	<b>162</b>	<b>148</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>166</b>
Navidezno večja površina (ha)	2,44	2,72	2,97	2,72	2,97	3,00	2,97	3,00	3,04
<b>Navidezna razlika v površini (ha)</b>	<b>0,51</b>	<b>0,79</b>	<b>1,04</b>	<b>0,79</b>	<b>1,04</b>	<b>1,08</b>	<b>1,04</b>	<b>1,08</b>	<b>1,11</b>
Faktor povečanja bonitete glede na povprečje GPOEB	0,83	0,93	1,01	0,93	1,01	1,02	1,01	1,02	1,04
<b>EKZ nadvišanje (160) komasacija</b>	<b>133</b>	<b>148</b>	<b>162</b>	<b>148</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>166</b>
Navidezno večja površina (ha)	1,60	1,79	1,95	1,79	1,95	1,97	1,95	1,97	2,00
<b>Navidezna razlika v površini (ha)</b>	<b>–0,33</b>	<b>–0,14</b>	<b>0,02</b>	<b>–0,14</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>

\* Lastnosti obstoječih tal so povzete iz pedoloških profilov št. 134 in 201 ter ROTS-točk 14143, 14305 in 14307 za nadvišanje iz profilov št. 2148 in 421 (podatki dostopni prek TIS/ICPVO).

\*\* Matična podlaga relief in klima se z nadvišanjem ne spremenita, zato je povsod privzeta geološka skupina B, 10 točk za relief in 8 točk za klimo; tekstura obstoječih tal je I–MI, zemljina za nadvišanje ima teksturo MI, zato smo v izračunu bonitete povsod uporabili MI-teksturo.

\*\*\* Iz podatkov GURS za izbranih 12 parcel (preglednica 3).

\*\*\*\* Parcele v kompleksu zemljišč (komasacija).

Za 12 izbranih parcel smo izračunali dejanski EKZ tako, da smo upoštevali boniteto vsake posamezne parcele in njeno površino ter faktor velikosti in oblike, ki smo ga določili glede na merila v preglednici 2. Skupna površina izbranih zemljišč z avtomorfnimi tlemi je precej manjša od primera 12 parcel s hidromorfnimi tlemi in znaša 1,928 ha, povprečna tehtana boniteta je 54,5 BT in skupni EKZ 78. Če bi imeli na voljo enako površino zemljišč z enako povprečno boniteto v kompleksu, bi bila vrednost EKZ 105, kar pomeni 34,6 % več.

Ukrep nadvišanja posameznih majhnih parcel v praksi ni smiseln, saj razlika v višini za 25 ali celo 50 centimetrov povzroči drugačen režim infiltracije padavinske vode, lahko tudi erozijo in posledično poslabšanje lastnosti tal. Zato je ukrep nadvišanja smiseln le za velike zemljiške parcele oziroma komplekse ali pa je treba območje predhodno urediti s komasacijo.

Učinek nadvišanja evtričnih rjavih tal, izražen z navidezno povečano površino, je prav tako odvisen od izhodiščne bonitete zemljišč. Razpon bonitete uporabljenih 12 parcel je velik, od 19 do 75 BT, tehtano povprečje je 54,5 BT. Grafični prikaz območij enake bonite je za vse izbrane parcele zelo velik in znaša 83 BT. To nakazuje, da glede na rezultate modela GPOEB na območju prevladujejo globoka in neskeletna evtrična rjava tla.

Če upoštevamo izhodiščno boniteto 54,5 BT (povprečje bonitete parcel), bi z nadvišanjem 1,928 ha zemljišč za 25 centimetrov navidezno povečali površino do 0,30 ha na račun večjega pridelovalnega potenciala, oziroma za 0,33 ha pri nadvišanju za 50 centimetrov. Učinek je precej večji, če bi opravili tudi komasacijo zemljišč, saj bi se zemljišče navidezno povečalo za 0,51–1,08 ha pri 25 centimetrih nadvišnja ali 1,04–1,11 ha pri 50 centimetrih nadvišanja. Če je izhodišče povprečna boniteta glede na lego 12 parcel v GPOEB (83 BT), je učinek navideznega povečanja površine komasiranih zemljišč le do 0,05 ha pri nadvišanju za 25 centimetrov, oziroma 0,02–0,07 ha pri nadvišanju za 50 centimetrov (preglednica 5).

### 3.3 Omejitve pri uporabi metode EKZ za vrednotenje omilitvenih ukrepov ob izgubi kmetijskih zemljišč

Pri odstranjevanju različnih slojev tal, premeščanju rodovitne zemljine in njenem nanosu na zemljišča je treba uporabiti težko mehanizacijo, zato način izvedbe zemeljskih del močno vpliva na končno kakovost tal. V postopku odstranjevanja, prevoza in navažanja zemljine lahko povsem uničimo fizikalne lastnosti tal, če dela izvajamo, ko so tla še posebej ranljiva, to je v mokrem stanju.

Smiselnost nadvišanja je pogojena z boniteto zemljišč, ki jih želimo izboljšati. Za zemljišča z zmerno boniteto je potrebna strokovna presoja, saj obstaja tveganje, da bi s slabo izvedbo zemeljskih del ogrozili obstoječ pridelovalni potencial. Med zemljišča z zmerno boniteto uvrščamo zemljišča med 35 BT (meja za določitev trajno varovanih kmetijskih zemljišč) in 50 BT (Grčman in sod., 2017; Pravilnik, ..., 2017).

Vsako nadvišanje je treba strokovno utemeljiti in oceniti racionalnost tudi glede na lego slabih zemljišč in oddaljenost od izvora rodovitne zemljine. Zemljišča z naklonom (nevarnost erozijskih procesov) in preveč oddaljena zemljišča (ekonomski in okoljski vzroki) niso primerna.

Čeprav pristop EKZ (nadomeščanje kmetijskih zemljišč s poudarkom na izboljšanju kakovosti tal in zaokroženosti zemljiških parcel) omogoča, da se odstranjeni rodovitni del tal uporabi za izboljšanje slabših

kmetijskih zemljišč, svetujemo, da se najprej preverijo drugi načini nadomeščanja, predvsem rekultivacija zaraščajočih gozdnih zemljišč in degradiranih površin (onesnažena zemljišča, opuščeni rudarski prostori in območja izkoriščanja mineralnih surovin ter druga degradirana območja). Tudi v tem primeru je treba preveriti, kakšne so možnosti za rekultivacijo in ali so v ustreznem obsegu in imajo ustrezne naravne danosti (ugodna topografija zemljišč, oblika parcel, strnjenost). Metoda EKZ je uporabna za primerjavo učinkov rekultivacije degradiranih površin, pri čemer bi bilo treba kakovost tal po nekaj letih preveriti s kontrolo njihove bonitete. Rekultivacijo degradiranih območij v ospredje postavlja tudi sprejeta tematska strategija za tla v Evropski uniji (EUR LEX, 2021).

Treba bi bilo vzpostaviti sistematsko evidenco vseh potencialnih zemljišč za izboljšanje, predvsem tistih, ki so v upravljanju Sklada kmetijskih zemljišč in gozdov RS oziroma v lasti lokalnih skupnosti in jih lahko uporabimo za vzpostavitev nadomestnih kmetijskih zemljišč z uporabo rodovitnega dela tal iz območja gradbenega posega.

#### 4 SKLEP

Predstavljeni primeri izračuna EKZ jasno kažejo, da je nadvišanje lahko primeren ukrep pri blaženju učinkov pozidave na izgubo pridelovalnega potenciala kmetijskih zemljišč, vendar ne enako za vse vrste tal. Učinek je večji, če izboljšujemo hidromorfna tla (glejna tla), kot pri izboljševanju avtomorfni tal (evtrična rjava tla). Maksimalni učinek smo dosegli pri nadvišanju močnega hipogleja, in sicer za 22–26 bonitetnih točk pri 25 centimetrih nadvišanja in 26–31 bonitetnih točk pri 50 centimetrih nadvišanja z zemljino ugodne teksture. Izboljševanje globokih evtričnih rjavih tal ni smiselno, saj je učinek zanemarljiv, le 1 do 2 bonitetni točki. Plitva skeletna evtrična rjava tla smo lahko izboljšali za največ 8 bonitetnih točk pri 25 centimetrih nadvišanja oziroma 15 bonitetnih točk pri 50 centimetrih nadvišanja.

Na učinek nadvišanja vplivata tudi oblika in razdrobljenost parcel. Nadvišanje je smiselno za strnjene komplekse kmetijskih zemljišč, medtem ko pri majhnih in razdrobljenih parcelah nima učinka in je lahko celo nevarno, saj lahko dvig površine povzroči slabšo infiltracijo in erozijske procese ter posledično izgubo rodovitne zemljine in nevarnost evtrofikacije vodotokov.

Presoje vplivov na okolje, ki predvidevajo omilitvene ukrepe na način izboljšanja pridelovalnega potenciala obstoječih kmetijskih zemljišč, bi morale temeljiti na natančnih študijah, ki bi vključevale terenske ogleds s sondiranjem in popisom tal, analize kemijskih in fizikalnih parametrov tal ter realne izračune izhodiščne bonitete in bonitete po izvedenem nadvišanju.

Smiselnost nadvišanja kmetijskih zemljišč zmerne ali boljše kakovosti je vprašljiva, saj ukrep ob slabši izvedbi lahko ogrozi zadovoljiv oziroma dober osnovni pridelovalni potencial zemljišča. S ciljem, da se rodovitni del tal vseeno uporabi v kmetijstvu, je treba stremeti k vzpostavitvi nadomestnih zemljišč na dostopnih zemljiščih nekmetijske rabe ali na zaraščanih površinah ustreznega obsega in lastnosti. Metoda izračuna ekvivalenta kmetijskih zemljišč (EKZ), kot produkta bonitete zemljišča, njene površine ter faktorja oblike in velikosti parcele, se je izkazala za ustrezen pristop pri vrednotenju učinkov nadvišanja.



## Literatura in viri:

- Brankovič, S., Parezanovič, L., Simovič, D. (2015). Land consolidation appraisal of agricultural land in the GIS environment. *Geodetski vestnik*, 59 (2), 320–334. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.02.320-334>
- Drobne, S., Žaucer, T., Foški, M., Zavodnik Lamovšek, A. (2014). Strnjeno pozidanih površin kot merilo za določanje območij mestnih naselij. *Geodetski vestnik*, 58 (1), 69–102. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.01.069-102>
- EUR LEX (2021). EU Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. COM/2021/699 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0699>
- Foški, M., Zavodnik Lamovšek, A. (2019). Monitoring land-use change using selected indices. *Acta geographica Slovenica*, 59 (2). DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS.5276>
- Glavan, M., Malek, A., Pintar, M., Grčman, H. (2017). Prostorska analiza kmetijskih zemljišč v zaraščanju v Sloveniji. *Acta agriculturae Slovenica*, 109 (2), 261–279. DOI: <https://doi.org/10.14720/aas.2017.109.2.10>
- Glavan, M., Gvejič, R., Zupanc, V., Knapič, M., Pintar, M. (2020). Agricultural production and flood control dry detention reservoirs: Example from Lower Savinja Valley, Slovenia, *Environmental Science & Policy*, 114, 394–402. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.012>
- 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)
- Grčman, H., Zupanc, V. (2018). Compensation for soil degradation after easement of agricultural land for a fixed period. *Geodetski vestnik*, 62 (2), 235–248. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2018.02.235-248>
- Hendricks, A., Liseč, A. (2014). Komasacije pri velikih infrastrukturnih projektih v Nemčiji. *Geodetski vestnik*, 58 (1), 46–68. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.01.046-068>
- Hladnik, D. (2005). Spatial structure of disturbed landscapes in Slovenia. *Ecological Engineering*, 24 (1–2), 17–27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.12.004>
- Keys to soil taxonomy (2014). Washington, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 360 str.
- Košir, J. (2008). Boniteta zemljišč – nova evidenca v zemljiškem katastru. *Geodetski vestnik*, 52(2), 374–375.
- Kralj, T. (2008). Primerjava sistemov za razvrščanje tal na izbranih tleh v Sloveniji. Doktorsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 151 str.
- Kralj, T. (2018). Ureditev podatkov o območjih enakih bonitet (Sinergise d.o.o. in AGRARIUS Tomaž Kralj s.p.). *Geodetska uprava RS*, 9 str.
- Liseč, 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: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.003>
- Malucelli, F., Certini, G., Scalenghe, R. (2014). Soil is brown gold in the Emilia-Romagna region, Italy. *Land Use Policy*, 39, 350–357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.019>
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (2020). Javni pregledovalnik grafičnih podatkov MKGP-RKG, <https://rkg.gov.si/vstop/>.
- Montanarella, L. (2015). Govern our soils. *Nature*, 523, 32–33. DOI: <https://doi.org/10.1038/528032a>
- Montanarella, L., Panagos, P. (2015). Policy relevance of Critical Zone Science. *Land Use Policy*, 49, 86–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.07.019>
- Pintar, M., Glavan, M., Prus, T., Zupanc, V., Zupan, M., Železnikar, Š., Tič, I., Šinigoj, M., Lipušček, N., Jug, M. (2018). Strokovna podlaga za nadomeščanje kmetijskih zemljišč s pedološkim poročilom za potrebe občinskega prostorskega načrta (OPN) Občine Izola. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 94 str.
- Pintar, M., Zupanc, V., Glavan, M., Zupan, M., Turniški, R., Grčman, H., Tič, I. (2020). Strokovna podlaga za vzpostavitev in analizo kmetijskih zemljišč s pedološkim poročilom – Občina Brežice. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 70 str.
- Pravilnik o določanju in vodenju bonitete zemljišč. Uradni list RS, št. 47/2008.
- Pravilnik o podrobnejših pogojih za določitev predloga območij trajno varovanih kmetijskih zemljišč ter o podrobnejši vsebini strokovnih podlag s področja kmetijstva. Uradni list RS, št. 55/2017.
- Pravilnik o vzpostavitvi bonitete zemljišč. Uradni list RS, št. 35/2008.
- Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Uradni list SRS, št. 36/1984.
- Prus, T., Kralj, T., Vrščaj, B., Zupan, M., Grčman, H. (2015). Slovenska klasifikacija tal. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta in Kmetijski inštitut Slovenije, 1. izdaja, 50 str., priloga.
- Sritar, A. (1990). Krajina, krajinski sistemi; raba in varstvo tal v Sloveniji. Ljubljana, Partizanska knjiga, 170 str.
- Talni informacijski sistem Infrastrukturnega centra za pedologijo in varstvo okolja (2020). Biotehniška fakulteta Ljubljana, TIS/ICPVO 1990–2020: <http://soil.bf.uni-lj.si/in> <https://www.bf.uni-lj.si/sl/raziskave/infrastrukturni-centri/107/infrastrukturni-center-za-pedologijo-in-varstvo-okolja>
- Triglav, J. (2008). Komasacije zemljišč ob gradnji infrastrukturnih objektov v Prekmurju. *Geodetski vestnik*, 52 (4), 795–811.
- Udovč, A., Perpar, A., Glavan, M., Miličič, V. (2013). Dohodkovna metoda ocenjevanja vrednosti kmetijskih zemljišč na podlagi proizvodne sposobnosti. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 32 str.
- Vidic, N., Prus, T., Grčman, H., Zupan, M., Liseč, A., Kralj, T., Vrščaj, B., Ruprecht, J., Šporar, M., Suhadolc, M., Mihelič, R., Lobnik, F. (2015). Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1 : 250 000. Luksemburg: Publications Office of the European Union, <http://soil.bf.uni-lj.si/index.php?page=projekti/pk250>
- Zakon o katastru nepremičnin, Uradni list RS, št. 54/2021.

Zupan, M., Zupanc, V., Tič, I., Glavan, M., Grčman, H., Pintar, M. (2020). Strokovne podlage za izboljšanje kmetijskih zemljišč v smislu nadomeščanja izgubljenih kmetijskih površin zaradi širitve stavbnih zemljišč DOB-48 IN SLV-18. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 47 str.

Zupanc, V., Burnik Šturm, M., Lojen, S., Kacjan-Maršič, N., Adu-Gyamfi, J., Bračič-Železnik, B., Urbanč, J., Pintar, M. (2011). Nitrate leaching under vegetable field above a shallow aquifer in Slovenia. *Agriculture, ecosystems & environment*, 144 (1), 167–174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.08.014>



Zupan M. (2022). Metoda za vrednotenje omilitvenih ukrepov ob izgubi kmetijskih zemljišč na podlagi podatkov zemljiškega katastra. *Geodetski vestnik*, 66 (1), 15-32.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.15-32>

*doc. dr. Marko Zupan, univ. dipl. inž. agr.*

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta*

*Jamnikarjeva cesta 101, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: marko.zupan@bf.uni-lj.si*

# ANALIZA TEDENSKE UMRLJIVOSTI STAROSTNIKOV: PRIMERJAVA MED SLOVENIJO IN DRŽAVAMI ČLANICAMI EU27

# ANALYSIS OF WEEKLY MORTALITY OF SENIORS: A COMPARISON BETWEEN SLOVENIA AND THE MEMBER STATES OF THE EU27

Emil Polajnar

UDK: 004.942:616-036.8(4-6EU)  
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02  
Prispelo: 21. 10. 2021  
Sprejeto: 23. 2. 2022

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.33-48  
REVIEW ARTICLE  
Received: 21. 10. 2021  
Accepted: 23. 2. 2022

## IZVLEČEK

Analizirali smo tedensko umrljivost starostnikov, starih 65 let ali več, v državah članicah EU27. Cilj je bil izdelati model običajne umrljivosti pred covidom-19 in ga uporabiti za analizo odstopanja pravih vrednosti od napovedi modela po pojavu covid-19. Za običajno umrljivost smo predpostavili linearni regresijski model z avtokoreliranimi napakami. Izsledki kažejo, da ima običajna umrljivost izrazito sezonsko nihanje s povečano umrljivostjo v zimskih mesecih. Čeprav so se pred covidom-19 odstopanja nad tri sigma pojavljala redno, so bila odstopanja nad pet sigma redka. Nasprotno smo po pojavu covid-19 v vseh državah članicah razen v treh zabeležili odstopanja nad pet sigma. Država članica z največjo intenzivnostjo odstopanja je bila Španija (32 sigma), država članica z najdaljšim strnjnim odstopanjem nad pet sigma je bila Češka (25 tednov) in država članica z največjo presežno umrljivostjo je bila Slovaška (12,8 smrti na 1000 starostnikov). Razlike v intenzivnosti odstopanja smo poskušali pojasniti z multivariatno linearno regresijsko analizo. Intenzivnost odstopanja je bila manjša v državah članicah, ki so za zdravstvo namenjale večje zneske v evrih na prebivalca.

## KLJUČNE BESEDE

časovne vrste, linearna regresija, starostniki, umrljivost

## ABSTRACT

We analysed data on the weekly mortality of seniors aged 65 and older in the member states of the EU27. We aimed to model normal mortality in the time before covid-19 and use this model to analyse the deviations of true values from model predictions in the time after the emergence of covid-19. We used linear regression with autocorrelated errors to model normal mortality, which shows seasonality with increased mortality during the winter months. In the time before covid-19 deviations above three sigma occurred regularly, but deviations above five sigma were rare. In contrast, we detected deviations above five sigma in all but three member states after the emergence of covid-19. The member state with the most extreme deviation was Spain (32 sigma), the member state with the longest continuous deviation above five sigma was Czechia (25 weeks), and the member state with the highest excess mortality was Slovakia (12.8 deaths per 1000 seniors). We attempted to explain differences in extreme deviations with multivariate linear regression analysis. Extreme deviations were lower in member states with higher health care expenditure in euros per inhabitant.

## KEY WORDS

time series, linear regression, seniors, mortality

## 1 UVOD

Na začetku leta 2020 se je svet srečal z novo virusno boleznijo, ki je kmalu nato postala globalni problem. Covid-19 se širi kapljično in z aerosoli. Težji potek bolezni in večja smrtnost sta pogostejša med starejšimi prebivalci (Yanez et al., 2020; Amore et al., 2021; Damayanthi, Prabani in Weerasekara, 2021). Zaradi razlik med državami so podatki o številu okuženih in številu umrlih zaradi covid-19 težko primerljivi. Države imajo različna merila, kdo je upravičen do testiranja. Obsežnejše testiranje seveda zazna več okuženih. Države imajo različna merila, kdaj je covid-19 vzrok smrti. Ni vsaka smrt s covidom-19 posledica te bolezni, hkrati pa določeno število smrti zaradi covid-19 zagotovo ni zaznanih. V nasprotju s tem je lahko obravnava podatkov o skupnem številu smrti, ne glede na vzrok, ustreznna alternativa za raziskovanje vpliva covid-19 na umrljivost.

Uporaba podatkov o skupnem številu smrti za raziskovanje umrljivosti zaradi covid-19 ni nova (Beaney et al., 2020; Krieger, Chen in Waterman, 2020; Chan, Cheng in Martin, 2021; Kowall et al., 2021). Najpomembnejši korak tega pristopa je določitev običajne umrljivosti, torej kakšna bi bila umrljivost, če ne bi bilo covid-19. Število preseženih smrti oziroma povečanje umrljivosti se namreč določa glede na predvideno običajno umrljivost. To je treba napovedati, pri čemer se uporabijo podatki o umrljivosti v obdobju pred pojavom covid-19. Ena izmed možnosti je izračun povprečnega števila smrti v preteklem obdobju na časovno enoto, ki je lahko leto (Chan, Cheng in Martin, 2021) ali mesec (Krieger, Chen in Waterman, 2020) ali teden (Beaney et al., 2020; Kowall et al., 2021). Vendar se pri tem pristopu zanemarja dejstvo, da se umrljivost spreminja s časom, čemur smo se mi želeli izogniti.

Opravili smo analizo tedenske umrljivosti starostnikov, starih 65 let ali več. Za referenčno obdobje smo izbrali čas pred letom 2020. Cilj je bil izdelati model, ki bi hkrati opisal dolgoročno (trend) in kratkoročno (sezonsko nihanje) spreminjanje umrljivosti v času. Za dosego tega cilja smo za model predpostavili časovno vrsto okoli linearnega trenda. Na učni množici podatkov smo izračunali model običajne umrljivosti starostnikov za referenčno obdobje. Preverili smo, ali model dobro opiše podatke za referenčno obdobje. Sledila je analiza odstopanj pravih vrednosti od napovedi modela za čas od prvega tedna leta 2020 naprej. Če covid-19 ne bi povzročil dodatnih smrti, bi bila odstopanja za čas od prvega tedna leta 2020 naprej podobna odstopanjem v referenčnem obdobju.

Želeli pridobiti sliko o dogajanju po pojavu covid-19 na širšem geografskem območju okrog Slovenije, zato smo v raziskavo zajeli vse države članice EU27. Da bi vsaj delno pojasnili razlike med državami članicami, smo izvedli še multivariatno linearno regresijsko analizo, v kateri smo uporabili neodvisne spremenljivke s področja demografije in zdravstva.

## 2 METODOLOGIJA

Podatke o tedenski umrljivosti smo obravnavali kot časovno vrsto okoli trenda, ki smo ga opisali z linearnim regresijskim modelom. V nadaljevanju sta na kratko predstavljeni teorija linearne regresije, opis katere temelji na Weisberg (2005) in James et al. (2013), ter analiza časovnih vrst, opis katere temelji na Verbeek (2004) in Shumway in Stoffer (2017).

## 2.1 Linearna regresija

Linearna regresija je ena od standardnih metod statističnega učenja. Statistično učenje je postopek, pri katerem statistični model prilagodimo podatkom v učni množici. Linearno regresijo uvrščamo med statistične metode nadzorovanega učenja, pri katerih za učno množico poznamo vrednosti vseh vhodnih in izhodnih parametrov statističnega modela. Osnova linearne regresije je linearni regresijski model. Vhodne parametre linearnega regresijskega modela imenujemo neodvisne spremenljivke, izhodni parameter pa je odvisna spremenljivka.

Denimo, da imamo  $p$  neodvisnih spremenljivk, ki jih označimo z  $X_1, X_2, \dots, X_p$ . Odvisno spremenljivko označimo z  $Y$ . Linearni regresijski model zapišemo z naslednjo enačbo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon. \tag{1}$$

Odvisna spremenljivka je vsota konstante, linearne funkcije neodvisnih spremenljivk in napake. Vrednosti odvisne spremenljivke in neodvisnih spremenljivk so opažene, medtem ko so vrednosti napake neopažene. Cilj linearne regresije je oceniti neznane vrednosti parametrov  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$  linearnega regresijskega modela, tako da se podatki v učni množici kar najbolj prilagodijo modelu.

Denimo, da imamo v učni množici  $n$  enot. Zapišimo vrednosti neodvisnih spremenljivk za enoto  $i$  kot vektor  $\mathbf{x}_i = (1, x_{i1}, \dots, x_{ip})'$ , ki vključuje tudi konstanto, in parametre linearnega regresijskega modela kot vektor  $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)'$ . Tedaj enačbo linearnega regresijskega modela za enoto  $i$  zapišemo z naslednjo enačbo:

$$y_i = \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i \tag{2}$$

Oceno parametrov linearnega regresijskega modela označimo kot  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ . Razliko med pravo in napovedano vrednostjo odvisne spremenljivke imenujemo napaka. Po metodi najmanjših kvadratov oceno  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  izračunamo tako, da je vsota kvadratov napak najmanjša:

$$RSS = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \mathbf{x}_i' \hat{\boldsymbol{\beta}})^2 \tag{3}$$

Če želimo, da je ocena  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  najboljša linearna nepristranska cenilka, mora napaka zadoščati pogojem Gauss-Markova. Ti pogoji so, da ima pričakovano vrednost nič, da je nekorelirana z neodvisnimi spremenljivkami, da ima konstantno varianco in da so napake nekorelirane med seboj.

## 2.2 Časovne vrste in avtokorelacija

Analiza časovnih vrst obravnava podatke, ki so bili opaženi v zaporednih časovnih točkah. Posledica takega načina opazovanja je pojav avtokorelacije. Avtokorelacija je korelacija med sosednjima podatkomoma v časovni vrsti. Zaradi obstoja avtokorelacije je vrstni red v časovni vrsti ključnega pomena.

Denimo, da imamo opažene vrednosti  $y_t$ , kjer indeks  $t$  označuje čas in opozarja na pomembnost vrstnega reda. Za časovno vrsto  $y_t$  bomo predpostavili, da je šibko stacionarna. Ne da bi šli v podrobnosti definicije, zapišimo, da je časovna vrsta šibko stacionarna, če se povprečje časovne vrste ne spreminja, če se varianca časovne vrste ne spreminja in če je avtokorelacija odvisna le od časovnega razmika.

Poglejmo si analizo posebne časovne vrste, za katero lahko predpostavljamo avtoregresijski model reda  $p$ . Ideja avtoregresijskega modela  $AR(p)$  je, da trenutno vrednost  $y_t$  lahko pojasnimo kot linearno funkcijo  $p$  preteklih vrednosti:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + w_t \quad (4)$$

To je linearni regresijski model s preteklimi vrednostmi kot neodvisnimi spremenljivkami in napako  $w_t$ . Da bomo lažje ločili med napako avtoregresijskega modela in napako linearnega regresijskega modela, bomo napako avtoregresijskega modela imenovali ostanek. Če je avtoregresijski model časovne vrste pravilen, ima ostanek povprečje nič, konstantno varianco in je brez avtokorelacije.

Zapis poenostavimo z vpeljavo operatorja zamika  $B$ , ki vrednosti v časovni vrsti zamakne za eno časovno enoto ( $B y_t = y_{t-1}$ ). Večkratna uporaba operatorja zamika vrednosti zamakne za več časovnih enot ( $B^p y_t = y_{t-p}$ ).

### 2.3 Linearna regresija z avtokoreliranimi napakami

Na začetku razdelka smo obravnavali linearni regresijski model, v katerem je napaka zadoščala pogojem Gauss-Markova. Tu bomo opisali pristop, ki ga lahko uporabimo, kadar so napake avtokorelirane:

$$\begin{aligned} y_t &= \mathbf{x}'_t \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_p \varepsilon_{t-p} + w_t \end{aligned} \quad (5)$$

Zapis avtoregresijskega modela  $AR(p)$  poenostavimo z operatorjem zamika  $B$ :

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \varepsilon_t &= w_t \\ \phi(B) \varepsilon_t &= w_t \end{aligned} \quad (6)$$

Uporabimo operator  $\phi(B)$  na linearnem regresijskem modelu:

$$\phi(B) y_t = \phi(B) \mathbf{x}'_t \boldsymbol{\beta} + \phi(B) \varepsilon_t \quad (7)$$

Za ostanek upoštevajmo zapis  $w_t = \phi(B) \varepsilon_t$  in zapišimo linearni regresijski model za transformirane vrednosti  $\tilde{y}_t = \phi(B) y_t$  in  $\tilde{\mathbf{x}}_t = \phi(B) \mathbf{x}_t$ :

$$\tilde{y}_t = \tilde{\mathbf{x}}'_t \boldsymbol{\beta} + w_t \quad (8)$$

Dobili smo linearni regresijski model, katerega napaka po naših predpostavkah zadošča pogojem Gauss-Markova. Napaka  $w_t$  je namreč ostanek avtoregresijskega modela.

Če bi poznali operator  $\phi(B)$ , bi torej z izračunom na transformiranih vrednostih časovne vrste po metodi najmanjših kvadratov dobili oceno parametrov linearnega regresijskega modela, ki bi bila najboljša linearna nepristranska cenilka. Vendar operatorja običajno ne poznamo. Cochrane in Orcutt (1949) sta prva predlagala naslednji enostavni iterativni postopek reševanja problema, ki je opisan v Verbeek (2004) ter Shumway in Stoffer (2017).

1. Parametre linearnega regresijskega modela ocenimo na vrednostih  $y_t$  in  $\mathbf{x}_t$ , kot da bi bila napaka nekorelirana. Analiziramo napake  $e_t = y_t - \hat{y}_t$ . Določimo avtoregresijski model  $AR(p)$  in ocenimo parametre operatorja  $\phi(B)$ .
2. Tvorimo transformirane vrednosti  $\tilde{y}_t$  in  $\tilde{\mathbf{x}}_t$ . Parametre linearnega regresijskega modela ponovno ocenimo na transformiranih vrednostih. Ponovno analiziramo napake in ocenimo parametre operatorja  $\phi(B)$ .

3. Drugi korak ponavljamo do konvergence parametrov. Prepričamo se, da ostanek  $w_t$  ustreza pogojem Gauss-Markova.

### 3 PREGLED PODATKOV O TEDENSKI UMRLJIVOSTI

Obravnavamo tedensko umrljivost v državah članicah EU27. Podatke po petletnih starostnih skupinah smo pridobili v podatkovni bazi Eurostat (2021). Podatki so bili zajeti 17. septembra 2021. Podatki predstavljajo skupno število umrlih na teden, ne glede na vzrok smrti. Največji obseg podatkov je od začetka tedna 2000W01 (3. januar 2000) do konca tedna 2021W25 (27. junij 2021).

Za večino držav članic so podatki na voljo v celotnem obsegu. Izjema je devet držav članic, pri katerih se časovna vrsta začne z zamikom. Te države članice so: Ciper (2015), Češka (2005), Danska (2007), Francija (2013), Grčija (2015), Irska (2019), Italija (2011), Malta (2011) in Romunija (2015). Časovna vrsta teh držav članic se začne s prvim tednom v letu, ki je naveden v oklepaju zraven države članice.

Podatki v časovni vrsti so podani v enakih časovnih intervalih. Pri tedenski umrljivosti je to časovni interval enega tedna. Ker morajo biti vsi tedni v letu dolgi natanko sedem dni, je za časovno vrsto uporabljena opredelitev tedna po standardu ISO 8601 (ISO, 2019). Teden po tem standardu je določen z zapisom LLLLWTT, kjer LLLL označuje leto in TT zaporedno številko tedna v tem letu. Prvi dan v tednu je ponedeljek. Leto ima lahko ali 52 ali 53 celih tednov. Velja opomniti, da se leto po tej opredelitvi ne ujema s koledarskim letom. Iz podatkov v časovni vrsti torej ne moremo izračunati števila umrlih v koledarskem letu. Na to moramo biti še posebej pozorni, kadar želimo med seboj primerjati vrednosti iz različnih virov.

Cilj naše statistične analize je bila obravnava tedenske umrljivosti starostnikov, starih 65 let ali več. Za vsako državo članico smo iz podatkov sestavili posebno časovno vrsto za starostno skupino 65 let ali več, tako da smo združili časovne vrste ustreznih petletnih starostnih skupin. Presečni datum smo postavili na začetek leta 2020. Obdobje od začetka časovne vrste posamezne države članice do zadnjega tedna v letu 2019 smo poimenovali referenčno obdobje. Referenčno obdobje nam je služilo za določitev modela običajne umrljivosti starostnikov v tej državi članici. Umrljivost starostnikov kaže izrazito sezonsko nihanje s povečano umrljivostjo pozimi, zato smo pri izračunu modela običajne umrljivosti starostnikov upoštevali le tedne od 13 do 48. Model običajne umrljivosti starostnikov smo nato uporabili za statistično analizo celotne časovne vrste, pri čemer je bila naša pozornost usmerjena v odstopanje pravih vrednosti od napovedi modela. Celoten postopek analize je podrobneje opisan v nadaljevanju.

### 4 ANALIZA UMRLJIVOSTI STAROSTNIKOV

Naj bo umrljivost starostnikov časovna vrsta  $y_t$ . Čas  $t$  merimo v tednih. Zaradi lažje časovne umestitve posameznega podatka smo vpeljali neodvisno spremenljivko  $x_t$ , ki meri čas v letih. Izhodišče  $x_1 = 0$  smo postavili v prvi teden prvega leta časovne vrste. Model običajne umrljivosti starostnikov smo določili na podlagi učne množice podatkov iz referenčnega obdobja. Odločili smo se, da bomo časovno vrsto opisali z linearno odvisnostjo od časa s sezonskim nihanjem. Za začetek smo sezonsko nihanje zanemarili. Najboljši linearni regresijski model na učni množici podatkov opisuje naslednja regresijska enačba:

$$y_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_t + e_t \quad (9)$$

Pričakujemo, da napaka linearnega regresijskega modela  $e_t$  ne zadošča pogojem Gauss-Markova. Predvidamo pozitivno avtokorelacijo med sosednjima podatkom v časovni vrsti. Če je odstopanje od linearnega trenda pozitivno v času  $t$ , je odstopanje zelo verjetno pozitivno tudi v času  $t + 1$ . Z drugimi besedami, če je umrljivost starostnikov v nekem tednu večja, bo zelo verjetno večja tudi v naslednjem tednu. Analiza napak linearnega regresijskega modela temelji na izračunu avtokorelacijske in parcialne avtokorelacijske funkcije. Na podlagi analize napak smo se odločili, da bomo uporabili avtoregresijski model AR(2). Sledimo postopku, ki smo ga opisali v razdelku za linearno regresijo z avtokoreliranimi napakami. V prvem koraku smo ocenili linearni regresijski model  $(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1)$ , izračunali napake ( $e_t$ ) in na napakah ocenili avtoregresijski model  $(\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2)$ :

$$\begin{aligned} y_t &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_t + e_t \\ e_t &= \hat{\phi}_1 e_{t-1} + \hat{\phi}_2 e_{t-2} + w_t \end{aligned} \tag{10}$$

V drugem koraku smo izračunali transformirane vrednosti  $(\tilde{y}_t, \tilde{x}_t)$ , ocenili linearni regresijski model na transformiranih vrednostih  $(\hat{\beta}_0^*, \hat{\beta}_1^*)$ , izračunali napake na netransformiranih vrednostih ( $e_t$ ) in na teh napakah ocenili avtoregresijski model  $(\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2)$ :

$$\begin{aligned} \tilde{y}_t &= y_t - \hat{\phi}_1 y_{t-1} - \hat{\phi}_2 y_{t-2} \\ \tilde{x}_t &= x_t - \hat{\phi}_1 x_{t-1} - \hat{\phi}_2 x_{t-2} \\ \tilde{y}_t &= \hat{\beta}_0^* + \hat{\beta}_1^* \tilde{x}_t + w_t \\ \hat{\beta}_0^* &= \hat{\beta}_0^* / (1 - \hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_2) \\ y_t &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \tilde{x}_t + e_t \\ e_t &= \hat{\phi}_1 e_{t-1} + \hat{\phi}_2 e_{t-2} + w_t \end{aligned} \tag{11}$$

Drugi korak smo iterativno ponavljali do konvergence v parametrih  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2$ . Analiza ostankov avtoregresijskega modela  $w_t$  je potrdila, da je varianca konstantna in da ostanki niso avtokorelirani. Predlagani model dobro opisuje umrljivost starostnikov na učni množici podatkov, zato je varianca ostankov  $w_t$  ustrezno merilo za velikost odstopanja pravih vrednosti od napovedi modela. Iz teorije o normalni porazdelitvi je znano, da so odstopanja do tri sigma pričakovana. Šele večja odstopanja, pri čemer mejno vrednost lahko tudi zaostriamo, kažejo na neobičajne odklone.

Opisani linearni regresijski model z avtokoreliranimi napakami, ki smo ga zgradili na učni množici podatkov, smo uporabili za analizo celotne časovne vrste. Na podlagi modela smo po naslednjem postopku v treh korakih izračunali napovedi za tedensko umrljivost starostnikov. V prvem koraku smo izračunali napovedi linearnega regresijskega modela:

$$\hat{y}_{LM,t} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_t \tag{12}$$

V drugem koraku smo izračunali napovedi napake linearnega regresijskega modela:

$$\begin{aligned} e_{t-2} &= y_{t-2} - \hat{y}_{LM,t-2} \\ e_{t-1} &= y_{t-1} - \hat{y}_{LM,t-1} \\ \hat{e}_t &= \hat{\phi}_1 e_{t-1} + \hat{\phi}_2 e_{t-2} \end{aligned} \tag{13}$$



V tretjem koraku smo napovedi linearnega regresijskega modela in napovedi napake uporabili za izračun napovedi našega modela:

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{LM,t} + \hat{e}_t \tag{14}$$

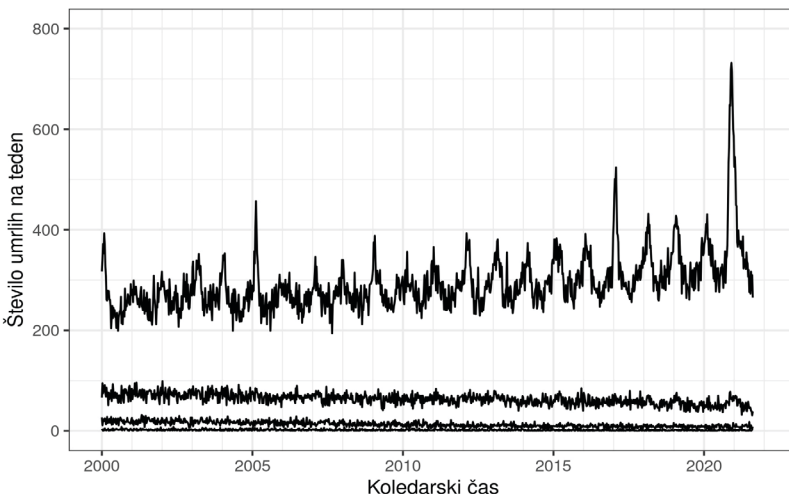
Nazadnje smo izračunali še ostanek avtoregresijskega modela, to je odstopanje pravih vrednosti  $y_t$  od napovedi modela  $\hat{y}_t$ :

$$w_t = y_t - \hat{y}_t \tag{15}$$

Izračunani ostanki oziroma odstopanja so najpomembnejši rezultat analize časovne vrste. Zanimajo nas namreč čas, dolžina in intenzivnost odstopanja v umrljivosti starostnikov.

### 5 RAZPRAVA

V nadaljevanju predstavljamo rezultate analize umrljivosti starostnikov v Sloveniji in preostalih državah članicah EU27. Na sliki 1 je za Slovenijo prikazana umrljivost starostnikov, starih 65 let ali več, za celotno časovno vrsto. Za primerjavo so dodane še starostne skupine manj kot 15 let, 15–44 let in 45–64 let. Iz grafičnega prikaza je razvidno dvojje. Prvič, umrljivost starostnikov se povečuje, medtem ko se v ostalih starostnih skupinah zmanjšuje. Število umrlih starostnikov se je s 13.517 (73,2 % vseh umrlih) v letu 2000 povečalo na 17.265 (84,0 % vseh umrlih) v letu 2019. Povečala sta se tako število umrlih kot delež med vsemi umrli. In drugič, umrljivost starostnikov kaže izrazito sezonsko nihanje, medtem ko v ostalih starostnih skupinah tega ni opaziti. Podobna opažanja veljajo za druge države članice EU27.



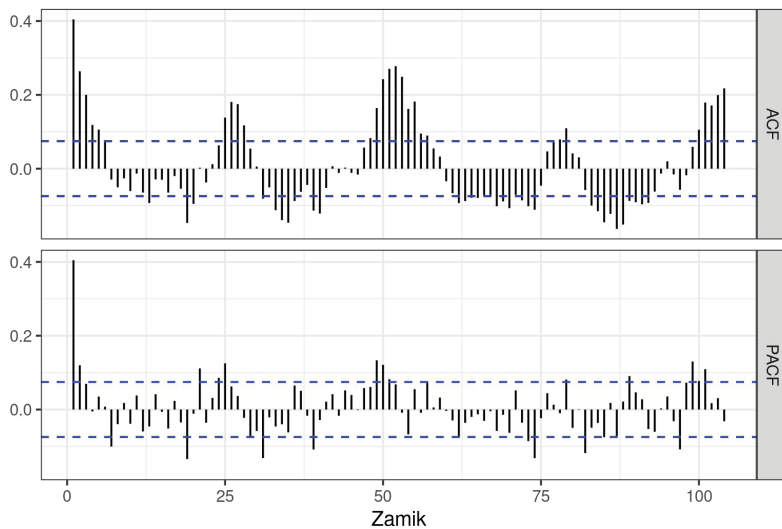
Slika 1: Slovenija. Umrljivost po starostnih skupinah (od spodaj navzgor: manj kot 15 let, 15-44 let, 45-64 let in 65 let ali več).

Najboljši linearni regresijski model na učni množici podatkov za umrljivost starostnikov v Sloveniji opisuje naslednja regresijska enačba:

$$y_t = 241,19 + 3,04x_t \tag{16}$$

Glede na izračunani model običajna umrljivost starostnikov v Sloveniji trenutno ( $x_t = 20$ ) znaša približno 300 umrlih na teden in se vsako leto poveča za približno tri umrle na teden. V časovni vrsti  $y_t$  je prisotno

sezonsko nihanje, zato napaka linearnega regresijskega modela ne zadošča pogojem Gauss-Markova. Na sliki 2 je prikazana analiza napak. Iz slike razberemo, da pozitivna avtokorelacija (ACF) z naraščajočim zamikom le počasi upada in da sta pomembni prvi dve parcialni avtokorelaciji (PACF). Avtokorelacijska in parcialna avtokorelacijska funkcija imata tako značilno obliko za avtoregresijski model AR(2).



Slika 2: Slovenija. Avtokorelacijska funkcija (ACF) in parcialna avtokorelacijska funkcija (PACF) za napako linearnega regresijskega modela na učni množici podatkov.

Najboljši linearni regresijski model z avtokoreliranimi napakami izračunamo po predstavljenem iterativnem postopku. Model na učni množici podatkov za umrljivost starostnikov v Sloveniji opisuje naslednja regresijska enačba:

$$y_t = 241,19 + 3,04x_t + e_t \quad e_t = 0,3220e_{t-1} + 0,1303e_{t-2} + w_t \quad (\text{prvi korak}) \quad (17)$$

$$y_t = 240,60 + 3,00x_t + e_t \quad e_t = 0,3197e_{t-1} + 0,1295e_{t-2} + w_t \quad (\text{konvergenca}) \quad (18)$$

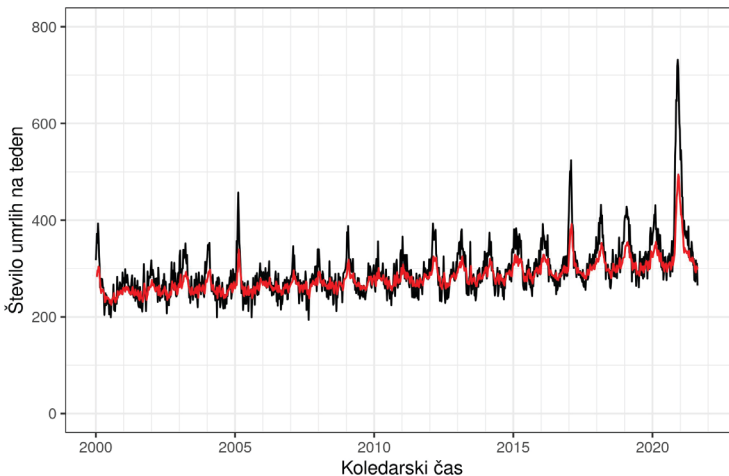
Vrednosti regresijske konstante in regresijskega koeficienta se glede na osnovni linearni regresijski model (prvi korak) nista bistveno spremenili. Za veljavnost modela je pomembna analiza ostankov  $w_t$ , ki je potrdila, da je varianca konstantna in da ostanki niso avtokorelirani. Varianca ostankov  $w_t$  je zato ustrezno merilo za velikost odstopanja pravih vrednosti od napovedi modela:

$$\sigma_w = \sqrt{\text{Var}(w_t)} = 21,1 \quad (19)$$

Odstopanja do tri sigma od običajne umrljivosti, ki jo predstavlja linearni regresijski model z avtokoreliranimi napakami, so pričakovana. Za Slovenijo to pomeni, da pri približno 300 umrlih na teden lahko pričakujemo odstopanja za približno 60 umrlih na teden.

Opisani linearni regresijski model z avtokoreliranimi napakami, ki smo ga zgradili na učni množici podatkov, smo uporabili za analizo celotne časovne vrste. Na sliki 3 sta prikazana časovna vrsta  $y_t$  in napoved linearnega regresijskega modela z avtokoreliranimi napakami  $\hat{y}_t$  za umrljivost starostnikov, starih 65 let ali več, v Sloveniji. Čeprav sezonskega nihanja nismo eksplicitno vključili v naš model, je na sliki videti, da smo ga dobro opisali z avtoregresijskim modelom za napako.

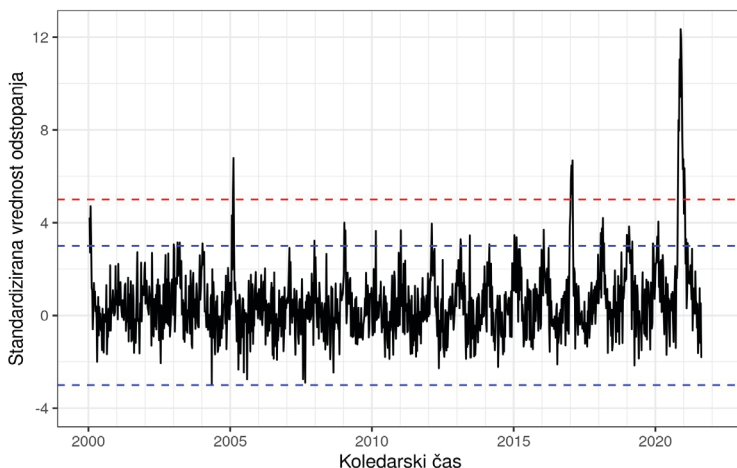
Boljšo predstavo o velikosti odstopanja pravih vrednosti od napovedi modela smo dobili z izračunom standardiziranih vrednosti odstopanja  $w_t/\sigma_w$ , kjer smo za  $\sigma_w$  uporabili izračunano vrednost na učni množici podatkov. Na sliki 4 so za Slovenijo poleg standardiziranih vrednosti odstopanja prikazane tudi meje za tri in pet sigma. Čas od 2000W01 do 2021W25 obsega 1121 tednov. Napovedi našega modela smo lahko izračunali za 1119 tednov, za katere lahko izračunamo tudi odstopanje pravih vrednosti od napovedi modela. Razlika dveh tednov je posledica uporabe avtoregresijskega modela AR(2), ki zahteva dve pretekli vrednosti, zato lahko z izračuni začnemo šele od tretjega tedna naprej. Odstopanje, večje od tri sigma, smo ugotovili v 60 tednih in odstopanje, večje od pet sigma, v 18 tednih. Ob predpostavki normalne porazdelitve odstopanj bi pri tolikšnem številu tednov pričakovali približno 1,5 tedna nad mejo tri sigma in nobenega tedna nad mejo pet sigma. Dejanska odstopanja ne sledijo normalni porazdelitvi in kažejo na neobičajno umrljivost starostnikov v tistih tednih.



Slika 3: Slovenija. Umrljivost starostnikov (črna) in napoved linearnega regresijskega modela z avtokoreliranimi napakami (rdeča).

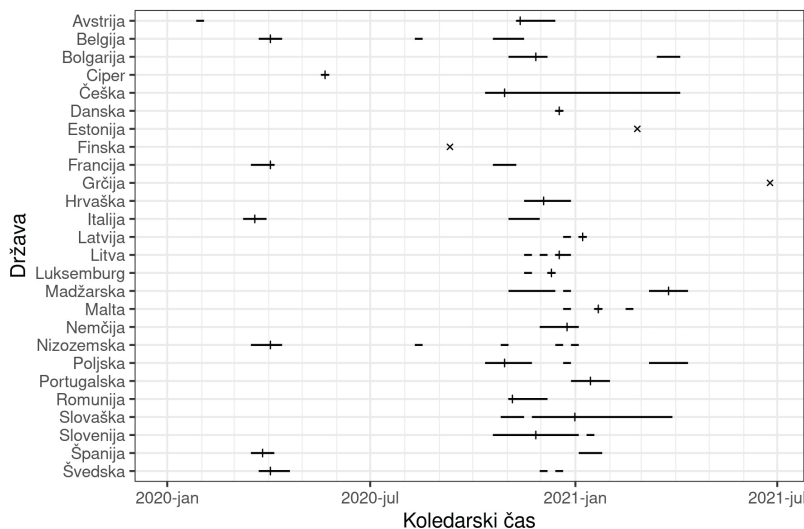
Poglejmo podrobneje obdobje od začetka leta 2000 do konca leta 2019. Zimsko odstopanje, večje od tri sigma, je običajno in se je v tem času pojavilo skoraj vsako leto (izjema so leta 2001, 2002, 2006, 2008). Mejo za neobičajno umrljivost starostnikov, ki kaže na znatno povečano število umrlih glede na napoved modela, smo zato postavili pri pet sigma. Po tem merilu se je v referenčnem obdobju neobičajna umrljivost starostnikov v Sloveniji pojavila dvakrat. Prvič v zimski sezoni 2004/05 v dolžini dveh tednov (2005W06–2005W07) in drugič v zimski sezoni 2016/17 v dolžini štirih tednov (2017W02–2017W05). Ugotovimo lahko, da neobičajna umrljivost starostnikov ni pogosta, da traja razmeroma kratko in da se pojavi pozimi.

V nadaljevanju smo pozornost usmerili na neobičajno umrljivost starostnikov od prvega tedna leta 2020 naprej. Po merilu pet sigma se je v Sloveniji v tem času neobičajna umrljivost starostnikov pojavila dvakrat. Prvič v dolžini enajstih tednov (2020W43–2020W53) in drugič v dolžini enega tedna (2021W02), pri čemer je med obema pojavoma minil samo en teden. Te neobičajne umrljivosti starostnikov ne zaznamujeta samo ekstremna dolžina in začetek v jeseni, temveč tudi intenzivnost odstopanja. Pred letom 2020 je največje odstopanje znašalo 6,8 sigma v tednu 2005W07, medtem ko je tokratno največje odstopanje znašalo 12,3 sigma v tednu 2020W48.



Slika 4: Slovenija. Standardizirana vrednost odstopanja (razlika med pravo vrednostjo časovne vrste in napovedjo linearnega regresijskega modela z avtokoreliranimi napakami). Z vodoravno črtkano črto so označene meje za odstopanje tri sigma (modra) in pet sigma (rdeča).

Po enakem postopku smo analizo umrljivosti starostnikov izpeljali še za preostale države članice EU27. Štiri države članice zahtevajo dodatno pojasnilo. Estonija, Finska in Grčija v tem času glede na naš model niso imele tednov, v katerih bi bilo odstopanje večje od pet sigma, zato smo pri njih v nadaljnji obravnavi upoštevali največjo vrednost odstopanja v tem času. Irska nima niti dovolj dolge časovne vrste niti podatkov po starostnih skupinah, zato smo jo iz nadaljnje obravnave popolnoma izločili.

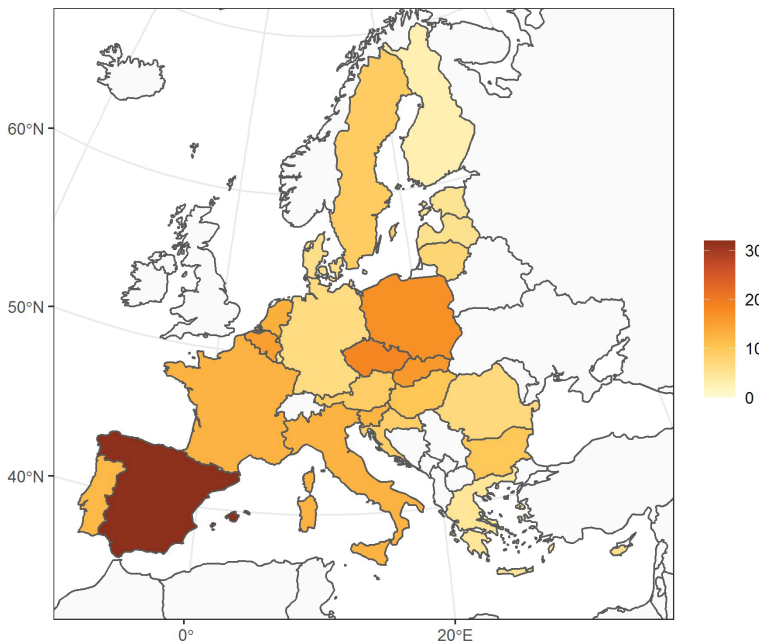


Slika 5: EU27 (brez Irske). Obdobja odstopanja večje od pet sigma (vodoravna črta) in čas največjega odstopanja (navpična črtica). Pri državah članicah z odstopanjem manjše od pet sigma je čas največjega odstopanja označen s križcem.

Na sliki 5 so za države članice EU27 (brez Irske) označeni tedni, v katerih je umrljivost starostnikov odstopala za več kot pet sigma od napovedi modela. Države članice se po odstopanju zelo razlikujejo med seboj. Na eni strani imamo države članice z več krajšimi odstopanji in na drugi strani države članice z

daljšim strnjenim odstopanjem. Tri države članice z najdaljšim strnjenim odstopanjem so Češka (25 tednov), Slovaška (18 tednov) in Slovenija (11 tednov). Pri vsaki državi članici je z navpično črtico označen tudi čas, v katerem je bilo odstopanje največje. Pri treh državah članicah, pri katerih je bilo odstopanje manjše od pet sigma, je čas največjega odstopanja označen s križcem. Tudi v času največjega odstopanja se države članice razlikujejo med seboj. Sedem držav članic je imelo največje odstopanje v pomladanskem obdobju leta 2020, preostale države članice pa v jesensko-zimskem-pomladanskem obdobju leta 2020/21.

Med državami članicami so opazne razlike tako v vrednosti kot času največjega odstopanja. Za lažje branje smo standardizirano vrednost največjega odstopanja poimenovali intenzivnost odstopanja. To je standardizirana vrednost razlike med pravo vrednostjo časovne vrste in napovedjo linearnega regresijskega modela z avtokoreliranimi napakami. Z izjemo Španije je v državah članicah intenzivnost odstopanja na intervalu med 2,8 (Finska) in 18,2 (Češka). Španija z vrednostjo 32,0 bistveno odstopa od ostalih držav članic. Intenzivnost odstopanja v državah članicah EU27 smo pregledno predstavili na sliki 6, kjer je intenzivnost odstopanja kodirana z barvno lestvico in temnejši toni pomenijo večjo intenzivnost odstopanja.



Slika 6: EU27 (brez Irske). Največja intenzivnost odstopanja umrljivosti starostnikov v času od prvega tedna leta 2020 naprej.

Zanimalo nas je, ali in koliko lahko pojasnimo te razlike v intenzivnosti odstopanja med državami članicami s preprosto multivariatno linearno regresijsko analizo. Za odvisno spremenljivko ( $Y$ ) smo vzeli intenzivnost odstopanja in vključili tri neodvisne spremenljivke, za katere smo menili, da bi utegnile biti povezane z vzroki za različno intenzivnost odstopanja. Te tri spremenljivke so: ( $X_1$ ) delež prebivalcev, starih 65 let ali več, v letu 2019, ( $X_2$ ) izdatki za zdravstvo (% od BDP) v letu 2018, ( $X_3$ ) izdatki za zdravstvo (EUR na prebivalca) v letu 2018. Podatke za neodvisne spremenljivke smo pridobili v podatkovni bazi Eurostat (2018, 2019). Podatki so bili zajeti 17. septembra 2021 in predstavljajo zadnje razpoložljive

vrednosti spremenljivk pred letom 2020. Podatki so predstavljeni v preglednici 1. Pričakujemo pozitivno povezanost z deležem prebivalcev, starih 65 let ali več. V državah članicah z večjim deležem starostnikov je smotrno pričakovati večjo intenzivnost odstopanja. Pričakujemo negativno povezanost z izdatki za zdravstvo. V državah članicah z večjimi izdatki za zdravstvo je smotrno pričakovati manjšo intenzivnost odstopanja.

Preglednica 1: EU27 (brez Irske). Podatki za multivariatno linearno regresijsko analizo. Spremenljivke: ( $Y$ ) intenzivnost odstopanja, ( $X_1$ ) delež prebivalcev, starih 65 let ali več, ( $X_2$ ) izdatki za zdravstvo (% od BDP), ( $X_3$ ) izdatki za zdravstvo (EUR na prebivalca).

Država članica	$Y$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Avstrija	9,07	18,80	10,32	4497,44
Belgija	15,06	18,90	10,76	4336,85
Bolgarija	10,01	21,30	7,34	586,55
Ciper	5,74	16,10	6,77	1667,71
Češka	18,20	19,60	7,52	1493,13
Danska	5,86	19,60	10,07	5255,75
Estonija	4,90	19,80	6,69	1311,90
Finska	2,85	21,80	9,04	3828,64
Francija	12,74	20,00	11,26	3968,64
Grčija	4,75	22,00	7,96	1332,73
Hrvaška	8,86	20,60	6,85	870,38
Italija	12,80	22,90	8,68	2543,54
Latvija	5,58	20,30	6,19	936,20
Litva	7,58	19,80	6,53	1060,96
Luksemburg	5,10	14,40	5,29	5221,36
Madžarska	10,22	19,30	6,55	910,33
Malta	7,26	18,70	8,95	2289,79
Nemčija	6,59	21,50	11,45	4635,65
Nizozemska	13,12	19,20	10,03	4505,96
Poljska	17,07	17,70	6,33	829,54
Portugalska	11,95	21,80	9,41	1878,02
Romunija	6,99	18,50	5,56	583,91
Slovaška	15,87	16,00	6,69	1099,99
Slovenija	12,35	19,80	8,30	1830,93
Španija	32,02	19,40	8,99	2313,48
Švedska	9,23	19,90	10,94	5060,99

Vir  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ : Eurostat.

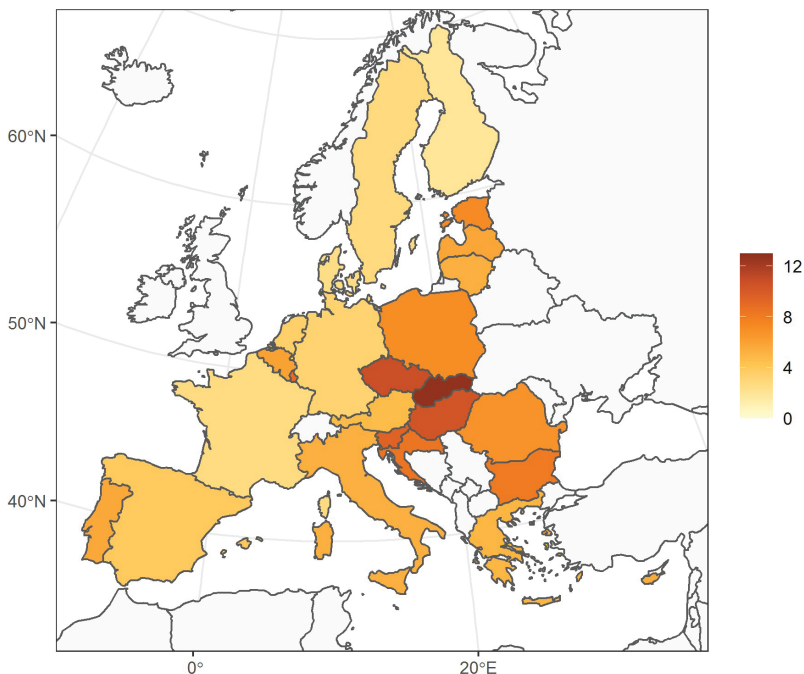
Z multivariatno linearno regresijsko analizo nam je uspelo pojasniti 24,7 % razlik v pravi intenzivnosti odstopanja med državami članicami. Rezultati v preglednici 2 kažejo, da so bila naša predvidevanja samo deloma potrjena. Regresijski koeficient  $\beta_1 = -1,537$  je negativen, iz česar sledi, da je delež prebivalcev, starih 65 let ali več, negativno povezan z intenzivnostjo odstopanja. V državah članicah

z večjim deležem starostnikov je bila intenzivnost odstopanja v povprečju manjša od intenzivnosti odstopanja v državah članicah z manjšim deležem starostnikov. Ker sta težji potek bolezni in smrtnost pogostejša med starejšimi prebivalci, lahko iz tega sklepamo, da na umrljivost starostnikov v posamezni državi vplivajo tudi drugi dejavniki (denimo odziv države z ustreznimi ukrepi za zajezitev okužb). Regresijski koeficient  $\beta_2 = 2,877$  je pozitiven, iz česar sledi, da so izdatki za zdravstvo, izraženi v deležu od BDP, pozitivno povezani z intenzivnostjo odstopanja. V državah članicah z večjimi deležem BDP za zdravstvo je bila intenzivnost odstopanja v povprečju večja od intenzivnosti odstopanja v državah članicah z manjšim deležem BDP za zdravstvo. Države članice se med seboj precej razlikujejo po absolutni vrednosti BDP v denarju. Če primerjamo dve državi, večji delež BDP ene države v primerjavi z drugo še ne pomeni, da je v prvi državi večji tudi absolutni znesek v denarju glede na drugo državo. Od tod torej verjetno na prvi pogled nepričakovan rezultat. Regresijski koeficient  $\beta_3 = -0,003$  je negativen, iz česar sledi, da so izdatki za zdravstvo, izraženi v evrih na prebivalca, negativno povezani z intenzivnostjo odstopanja. V državah članicah z večjimi izdatki na prebivalca za zdravstvo je bila intenzivnost odstopanja v povprečju manjša od intenzivnosti odstopanja v državah članicah z manjšimi izdatki na prebivalca za zdravstvo. Rezultat potrjuje naša pričakovanja, da bi morala biti umrljivost starostnikov v bogatejših državah manjša, saj ima zdravstvo na voljo več sredstev in boljše opremo za reševanje življenj. S primerjavo absolutnih vrednosti standardiziranih regresijskih koeficientov lahko ugotovimo, da ima izmed vseh treh vključenih neodvisnih spremenljivk na intenzivnost odstopanja največji vpliv izdatek za zdravstvo, izražen v deležu od BDP ( $\beta^*_3 = 0,889$ ). Kot zanimivost omenimo, da je povezanost med izdatki, izraženimi v deležu od BDP, in izdatki, izraženimi v evrih na prebivalca, enaka 0,71. Države članice z večjim deležem BDP imajo v povprečju večji tudi znesek v evrih na prebivalca.

Preglednica 2: EU27 (brez Irske). Rezultati multivariatne linearne regresijske analize. Vrednosti koeficientov (Beta) in standardiziranih koeficientov (Beta\*).

Regresijski model za <i>Y</i>	Beta	Beta*
(Konstanta)	23,762	
( <i>X</i> <sub>1</sub> ) Delež prebivalcev, starih 65 let ali več	-1,537	-0,493
( <i>X</i> <sub>2</sub> ) Izdatki za zdravstvo (% od BDP)	2,877	0,889
( <i>X</i> <sub>3</sub> ) Izdatki za zdravstvo (EUR na prebivalca)	-0,003	-0,773

Za konec smo za države članice izračunali še presežno umrljivost starostnikov v obdobju od 2020W01 do 2021W25. Za vse tedne v tem obdobju smo izračunali razliko med pravo vrednostjo časovne vrste in napovedjo linearnega regresijskega modela z avtokoreliranimi napakami ter sešteli vsa pozitivna odstopanja. Da bi lahko države članice primerjali med seboj, smo v podatkovni bazi Eurostat (2020) pridobili podatke o številu starostnikov, starih 65 let ali več, na dan 1. januar 2020 in izračunali presežno umrljivost na 1000 starostnikov. V tem obdobju je bila presežna umrljivost najmanjša na Finskem (1,9 smrti na 1000 starostnikov) in največja na Slovaškem (12,8 smrti na 1000 starostnikov). Slovenija je imela med državami članicami peto najvišjo presežno umrljivost (9,5 smrti na 1000 starostnikov). Presežno umrljivost v državah članicah EU27 smo pregledno predstavili na sliki 7, kjer je presežna umrljivost kodirana z barvno lestvico in temnejši toni pomenijo večjo presežno umrljivost.



Slika 7: EU27 (brez Irske). Presežno število umrlih na 1000 starostnikov, starih 65 let ali več, v obdobju od 2020W01 do 2021W25.

## 6 ZAKLJUČEK

Analizirali smo tedensko umrljivost starostnikov, starih 65 let ali več, v državah članicah EU27 (za Irsko podatki niso bili na voljo). Za običajno umrljivost starostnikov smo predpostavili linearni regresijski model z avtokoreliranimi napakami. Za vsako državo članico smo na podatkih iz referenčnega obdobja izračunali model običajne umrljivosti. Konec referenčnega obdobja smo postavili na zadnji teden leta 2019. Domnevamo namreč lahko, da covid-19 v letu 2019 še ni vplival na umrljivost, kajti Svetovna zdravstvena organizacija je zaradi virusa javnozdravstveno krizo mednarodnih razsežnosti razglasila januarja 2020 (Sohrabi et al., 2020) in to je bil tudi čas, ko so se v Evropi pojavili prvi potrjeni primeri (Al-Salem et al., 2021). Izračunani model smo uporabili za analizo umrljivosti starostnikov od prvega tedna leta 2020 naprej.

Izmed držav članic smo podrobnejšo analizo opravili za Slovenijo. Izsledki modela običajne umrljivosti kažejo, da se umrljivost starostnikov v Sloveniji povečuje. Vsako leto se tedenska umrljivost poveča za tri smrti in trenutno znaša približno 304 smrti na teden. Umrljivost starostnikov kaže značilno sezonsko nihanje s povečano umrljivostjo pozimi. Odstopanja pravih vrednosti od napovedi modela skoraj vsako leto pozimi presežejo mejo tri sigma, kar kaže na povečano umrljivost starostnikov med običajnimi zimskimi obolenji. Mejo ekstremnega odstopanja smo zato postavili na pet sigma. Odstopanja nad to mejo se pojavijo samo občasno in trajajo kratek čas. V Sloveniji sta bila od leta 2000 do leta 2020 samo dva pojva tako ekstremnega odstopanja.

Če covid-19 ne bi povzročil več smrti od običajnih zimskih obolenj, bi bila odstopanja od prvega tedna leta 2020 naprej podobna odstopanjem v referenčnem obdobju. V večini držav članic ni bilo tako. Z



izjemo Estonije, Finske in Grčije smo pri ostalih državah članicah zabeležili povečano umrljivost starostnikov z intenzivnostjo odstopanja nad pet sigma. Intenzivnost odstopanja je bila najmanjša na Finskem (2,8 sigma) in največja v Španiji (32,0 sigma). Slovenija je imela med državami članicami deveto najvišjo intenzivnost odstopanja (12,3 sigma). Morda je še bolj kot sama intenzivnost odstopanja pomembna dolžina strnjenega intenzivnega odstopanja. Tri države članice z najdaljšim strnjenim odstopanjem so bile Češka (25 tednov), Slovaška (18 tednov) in Slovenija (11 tednov). V ostalih državah članicah je strnjeno intenzivno odstopanje trajalo 6 tednov ali manj. Da je dolžina odstopanja pomembnejša od same intenzivnosti, potrjuje analiza presežne umrljivosti starostnikov. Največjo presežno umrljivost smo zabeležili na Slovaškem (12,8 smrti na 1000 starostnikov) in Češkem (10,8 smrti na 1000 starostnikov), medtem ko so imeli najmanjšo presežno umrljivost na Danskem (2,5 smrti na 1000 starostnikov) in Finskem (1,9 smrti na 1000 starostnikov). Slovenija je imela med državami članicami peto najvišjo presežno umrljivost (9,5 smrti na 1000 starostnikov).

Razlike v intenzivnosti odstopanja med državami članicami smo poskušali pojasniti z multivariatno linearno regresijsko analizo, v katero smo vključili tri neodvisne spremenljivke s področja demografije in zdravstva. Ugotovitve so se le deloma ujemale s predvidevanji. Delež starostnikov in izdatek za zdravstvo, izražen v evrih na prebivalca, negativno vplivata na intenzivnost odstopanja, medtem ko izdatek za zdravstvo, izražen kot delež v BDP, pozitivno vpliva na intenzivnost odstopanja.

Še misel za konec. Odstopanje od običajne umrljivosti starostnikov je zelo asimetrično. Pojavljajo se obdobja povečane umrljivosti, ki redno presežejo tri sigma in občasno (z izjemo zadnjega obdobja) presežejo pet sigma, medtem ko obdobja manjše umrljivosti ne presežejo tri sigma (v negativno smer). Ali bi bilo mogoče, da bi tokratno izjemno povečanje umrljivosti, tako po intenzivnosti kot dolžini trajanja, v naslednjem poletju povzročilo primanjkljaj oziroma znatno zmanjšanje umrljivosti z odstopanjem za več kot tri sigma (v negativno smer)?

## ZAHVALA

Hvala prejšnji urednici in novemu uredniku za nasvete, vzpodbudne besede in pripravljenost na obravnavo prispevka. Hvala anonimnima recenzentoma za njune opombe in napotke, ki so prispevali h kakovosti in berljivosti prispevka. Tina Kogovšek, hvala, da si predlagala to revijo, sicer bi prispevek za vedno obležal v mapi.

## Literatura in viri:

- Al-Salem, W., Moraga, P., Ghazi, H., Madad, S., Hotez, P.J. (2021). The emergence and transmission of COVID-19 in European countries, 2019–2020: a comprehensive review of timelines, cases and containment. *International health*, 13(5), 383–398.
- Amore, S., Puppo, E., Melara, J., Terracciano, E., Gentili, S., Liotta, G. (2021). Impact of COVID-19 on older adults and role of long-term care facilities during early stages of epidemic in Italy. *Scientific reports*, 11(1), 1–13.
- Beaney, T., Clarke, J. M., Jain, V., Golestaneh, A. K., Lyons, G., Salman, D., Majeed, A. (2020). Excess mortality: the gold standard in measuring the impact of COVID-19 worldwide? *Journal of the Royal Society of Medicine*, 113(9), 329–334.
- Cochrane, D., Orcutt, G. H. (1949). Application of least squares regression to relationships containing auto-correlated error terms. *Journal of the American Statistical Association*, 44 (245), 32–61.
- Chan, E. Y. S., Cheng, D., Martin, J. (2021). Impact of COVID-19 on excess mortality, life expectancy, and years of life lost in the United States. *PLoS One*, 16 (9), e0256835.
- Damayanthi, H. D. W. T., Prabani, K. I. P., Weerasekara, I. (2021). Factors associated for mortality of older people with COVID 19: A systematic review and meta-analysis. *Gerontology and Geriatric Medicine*, 7, 1–12.
- Eurostat (2018). Total health care expenditure [TPS00207]. Luxembourg: European Commission, Eurostat.

- Eurostat (2019). Proportion of population aged 65 and over [TP500028]. Luxembourg: European Commission, Eurostat.
- Eurostat (2020). Population on 1 January by broad age group and sex [DEMO\_PJANBROAD]. Luxembourg: European Commission, Eurostat.
- Eurostat (2021). Deaths by week, sex and 5-year age group [DEMO\_R\_MWK\_05]. Luxembourg: European Commission, Eurostat.
- International Organization for Standardization (2019). Date and time — Representations for information interchange — Part 1: Basic rules (ISO Standard No. 8601-1:2019).
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning. New York: Springer.
- Kowall, B., Standl, F., Oesterling, F., Brune, B., Brinkmann, M., Dudda, M., Pflaumer, P., Jöckel, K.-H., Stang, A. (2021). Excess mortality due to Covid-19? A comparison of total mortality in 2020 with total mortality in 2016 to 2019 in Germany, Sweden and Spain. *Plos one*, 16 (8), e0255540.
- Krieger, N., Chen, J. T., Waterman, P. D. (2020). Excess mortality in men and women in Massachusetts during the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, 395 (10240), 1829.
- Shumway, R. H., Stoffer, D. S. (2017). *Time series analysis and its applications*. New York: Springer.
- Sohrabi, C., Alsafi, Z., O'Neill, N., Khan, M., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Losifidis, C., Agha, R. (2020). World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *International Journal of Surgery*, 76, 71–76.
- Verbeek, M. (2004). *A guide to modern econometrics*. Hoboken NJ: Wiley.
- Weisberg, S. (2005). *Applied linear regression*. Hoboken NJ: Wiley.
- Yanez, N. D., Weiss, N. S., Romand, J. A., Treggiari, M. M. (2020). COVID-19 mortality risk for older men and women. *BMC Public Health*, 20 (1), 1–7.



Polajnar E. (2022). Analiza tedenske umrljivosti starostnikov: Primerjava med Slovenijo in državami članicami EU27.

*Geodetski vestnik*, 66 (1), 33-48.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.33-48>

**asist. dr. Emil Polajnar**

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede*

*Kardeljeva ploščad 5, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: [emil.polajnar@fdv.uni-lj.si](mailto:emil.polajnar@fdv.uni-lj.si)*

# IZZIVI PRI DOLOČANJU VIŠIN GORSKIH VRHOV, KOT SO NAVEDENE V KARTOGRAFSKIH VIRIH

# CHALLENGES RELATED TO THE DETERMINATION OF ALTITUDES OF MOUNTAIN PEAKS PRESENTED ON CARTOGRAPHIC SOURCES

*Katarzyna Chwedczuk, Daniel Cienkosz, Michal Apollo, Lukasz Borowski, Paulina Lewinska, Celso Augusto Guimarães Santos, Kennedy Eboraka, Sandeep Kulshreshtha, Rosendo Romero-Andrade, Ahmed Sedeeq, Aive Liibusk, Kamil Maciuk*

UDK: 528.37:551.4.035:528.9

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04

Prispelo: 27. 12. 2021

Sprejeto: 4. 3. 2022

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.49-59

PROFESSIONAL ARTICLE

Received: 27. 12. 2021

Accepted: 4. 3. 2022

## IZVLEČEK

Namen raziskave je bil izmeriti in določiti nadmorske višine 12 gorskih vrhov s kombinacijo meritev GNSS in lidarskih podatkov. Izbrane gore se nahajajo na jugu Poljske. Meritve GNSS smo izvedli s statično ali kinematično metodo v realnem času (RTK) izmere GNSS. Izmero GNSS smo obravnavali kot primarni vir podatkov, saj lahko le z neposrednimi meritvami na terenu določimo najvišjo točko na vsakem vrhu. Dobljene rezultate smo primerjali z zgodovinskimi, internetnimi viri in uradnimi podatki o nadmorskih višinah. Poleg tega smo vsako nadmorsko višino določili še z uporabo lidarskih podatkov Poljske iz programa ISOK, ki jih je zagotovila nacionalna agencija. Že pri analizi internetnega gradiva in zemljevidov smo zaznali odstopanja v višinah vrhov velika do nekaj metrov. Razlike med izmerjenimi in internetnimi viri višin gorskih vrhov so med 27 cm in 504 cm. Z raziskavo smo pokazali, da bo treba ponovna višine gorskih vrhov Poljske izmeriti še enkrat, pri čemer bo treba posebno pozornost posvetiti določitvi najvišje točke gorskega vrha.

## KLJUČNE BESEDE

višina, gora, GNSS, lidar, triangulacijske meritve, zgodovinska karta, primerjava meritev

## ABSTRACT

This study aimed to measure and validate altitudes from existing sources with direct GNSS measurements and airborne lidar data. For this purpose, 12 mountain peaks located in the south part of Polish territory were selected. Measurements were performed using a GNSS receiver using the Real-Time Kinematic (RTK) or static techniques enabling altitude measurements with accuracy of 10 cm. GNSS was treated as the primary data source, as the direct field measurements can determine the highest point on each peak. The obtained results were confronted with historical, internet sources, and official altitude data. Moreover, each altitude was determined using lidar data from an airborne lidar dataset of Poland from the ISOK program and provided by the national agency. Significant discrepancies in data were already detected during the analysis of internet materials and traditional maps, up to a few meters. The differences between measured and internet sources in altitude of mountain peak range from 27 cm to 504 cm. This study has shown the need to re-measure the altitudes of the mountain peaks and determine the highest point correctly.

## KEY WORDS

altitude, mountain, GNSS, LiDAR, triangulation measurements, historical map, measurement comparison

## 1 INTRODUCTION

The oldest geodetic points in the territory of Poland were established almost 200 years ago. The first triangulation network was set up in Congress Kingdom (1815–1832), especially industrial districts (Banasik and Bujakowski 2021). It consists of 3080 triangles measured in the period 1829–1835 (Olszewicz 1921). The triangulation network was constructed as a three- or four- arc network, consisting of main, intermediate, and subordinate triangles. All angles were measured in the main and intermediate triangles. At the same time, the coordinates of the lowermost points were determined by cutting forward from three positions or by cutting back to four points. The accuracy limit for determining the position of a new point was assumed to be  $\pm 5$  cm with respect to the determining points (Ksawery 1959). The triangulation network in the former Austrian part included several mountain peaks, for example, Turbacz in the Gorce range or Hoverla in the Czarnochory range. To this day, a concrete obelisks which have replaced the old triangular towers have been preserved.

When looking for information on the altitude of mountain peaks, one can use an internet search engine, internet maps, traditional maps, and other written sources. When comparing the most popular websites, it can be noticed that the desired information searched for is not comparable with each other. Usually, databases have old altitude information resulting from historical measurements obtained with low-accuracy methods that are not used anymore at present. The importance of accurately determining the height of peaks is communicated not only by professional journals in the field of surveying but also, for example, by tourism (Apollo et al. 2020; Ziegler et al. 2021; Prokop, Nazarko, and Ziemiański 2021). The mountain peaks were measured everywhere in Europe since at least 1800 as part of basic triangulation measurements to enable the primary network for other measurements (later called coordinate systems). Such measurements started with Struve Geodetic Arc in 1816–1855 (Lamparska and Danch 2021). However, there is a little information in the current literature on similar past measurements.

The historical trigonometrical measurements of mountain peaks that are still often referred to today are those of the most outstanding mountains, such as Mount Everest (Angus-Leppan 1982; de Graaff-Hunter 1955), Mount Blanc (de Beer 1956), Kilimanjaro (Saburi et al. 2000; TeamKILI2008 2009) or Rysy Mountain (Poland) (Makowska 2003). Later those peaks have been thoroughly remeasured using the Global Navigation Satellite System (GNSS) technique.

Moreover, terrestrial laser scanning or airborne laser scanning (lidar) has become more prevalent in recent years (Lenda et al. 2016; Prokop, Nazarko, and Ziemiański 2021; Tometzová et al. 2020) infrastructure of rail routes, or development of digital elevation models for a wide range of applications. These issues often require the use of a variety of scanning techniques (stationary, mobile). As we will later show, all peaks should have their altitudes verified due to either data obsolescence, use of different reference heights, or incorrect determination of the highest top of the peak. It is worth noting that often-erroneous information is contained in tourist maps, websites, and other sources used to plan tourist routes. In recent years, digital terrain models (DTM) have become more popular due to the post-processing of point clouds based on airborne lidar, but there is still a lack of such measurement. In 2019 a project was conducted (AGH 2019), where authors measured the highest peaks and additional peaks, which could also be among the highest peaks in 28 Polish mountains mesoregions. Finally, 40 peaks were measured using both GNSS and LiDAR techniques for each. Firstly, it turns out that seven out of 28 peaks are not the

highest. Secondly, the height differences between GNSS vs. LiDAR reached up to 2.4 m. Thirdly differences between commonly known (catalogued) altitudes could reach up to 19 m because some points were incorrectly assumed to be on the top of the mountains, e.g., point marked at the top of the tourist/GSM towers. In this paper, unlike the one mentioned above, the entire mountain range was analysed rather than the individual mountain peaks in different ranges. This methodology was intended to verify, if less known or less frequently visited mountain peaks had altitudes determined with greater error than mountain peaks that are more known.

The study aims to thoroughly analyse the available information on the altitude of selected mountain peaks, but with different types of cover land (i.e., grass, trees, or rocks). We sequentially measured these peaks using GNSS technique and analysed the obtained results to assess the reliability and consistency among the different data sources. The procedure to get available information, analyse the data, select the measurement sites, and the GNSS techniques, measurement procedure, obtaining results and the analysis of such results is presented.

**2 TEST AREA**

Beskid Żywiecki is located in the south of Poland. It is the highest mountain group of the Polish Beskids and at the same time, the second-highest massif in the entire Western Carpathians (Solon et al. 2018). In this region, there are the peaks of Babia Góra and Pilska, the only ones in Western Beskids that rise above the forest line. This mountain range is made of sedimentary rocks known as flysch. Flysch is an alternating sequence of the grey colour of sandstones, and sometimes also conglomerates and clayey (Łoboz 2013). The selected 12 mountain peaks are located on the Polish-Slovak border in the Śląskie and Małopolskie voivodships (Figure 1, selected peaks – black dots).



Figure 1: Mountain peaks (black dots) location on the Polish-Slovak border (Map layer from (GUGiK 2022).

The mountain massif consists of 12 peaks located on the 31.3 km long route between mountains Babia Góra and Trzy Kopce. The altitudes of the selected peaks are between ~800 m and ~1730 m, as shown in the profile in Figure 2.

The selected peaks are characterised by different covers on the top of the mountain: Babia Góra (Diablak), Mała Babia Góra (Cyl), and Pięciu Kopców are covered by rocks. Jałowcowy Garb, Beskid Krzyżowski, Beskid Korbielowski (Westka) and Student (Zimna) have trees on the top, while Mędralowa, Munczolik have grass, Jaworzyna, Palenica and Trzy Kopce have trees as well as grass.



Figure 2: Profile of selected route of measurement (<https://mapa-turystyczna.pl>).

### 3 METHODOLOGY

In this paper, each peak was measured by direct (field) measurements using dual-frequency GNSS receiver Leica GS16. On the peaks where a fix (precise) solution is available, RTK mode was used (six peaks) for three independent measurements of 30 s. Final altitude is a mean from these three values. In the case of obstructed view due to sky conditions and GSM signals, 1 h static GNSS measurements were made (six peaks). After that, in a post-processing using Leica Geo Office 8.4 (LGO) software altitudes were determined. On the peaks where the highest point was covered by trees or was impossible to lay on it GNSS antenna, an eccentric point (with good sky visibility), was established. With the use of geometric levelling, altitude differences between the top of the peak and eccentric point were determined. When GNSS was placed on the geodetic mark (Figure 5b) altitude was also reduced by height of the geodetic mark, to enable comparison with other measurements. In an RTK mode, the authors used the ASG-EUPOS (<http://www.asgeupos.pl>). On the selected territory, the nearest station was ZYWI (Zywiec, blue dot), located 18 km to 26.7 km from the selected mountain peaks (Figure 3).



Figure 3: ASG-EUPOS reference stations (GUGIK 2022).

The levelling was used when the top of the peak was ambiguous (Figure 4). The highest point at the peak was then located using a levelling instrument and a level rod in the grass.



Figure 4: An ambiguous identifiable highest point in Mędralowa.

The levelling instrument was set between the potentially highest points, and the measurement was performed in the same way. Then, after analysing the obtained differences, the highest point was selected, and a static or RTK measurement was performed.

The measurement trip took place on June 23, 2020; measurements were performed by two independent field teams using three Leica GS16 receivers. The first stage was to reach the top of each mountain, select the highest point, and proceed with the RTK measurement, if the sky visibility was sufficient. If the fix solution was unavailable, static measurement was performed, or the eccentric point was determined. Figure 5 shows the weather conditions during RTK measurement at the Babia Góra (left) and on the Jalowcowy Garb (right). The time difference between measurements at those two points is only 2 hours.



Figure 5: GNSS measurements at the Babia Góra (a) and the Jalowcowy Garb (b).

Due to the location of the peaks on the Polish-Slovak border and dense forest and grass on the majority of the peaks, there were problems performing RTK corrections through the GSM service. Therefore, in half of the peaks, it was decided to proceed with a GNSS static measurement (Table 2). The static observations were post-processed by LGO using the final IGS orbit in a combination of ionosphere-free phase observations based on a GPS survey. Then, the average heights were determined based on the height anomaly from the PL-geoid-2011 quasi-geoid model on the WGS-84 ellipsoid (Kadaj 2012). In the case of RTK measurements, average heights were established directly from the model, as mentioned earlier. The published results were provided according to the national height reference system Kroonstad ,86, PL-KRON86-NH (Rada Ministrów 2012). Moreover, based on the DTM provided by the Polish government geodetic association called GUGiK (GUGiK 2022) and peak coordinates from GNSS measurement for each peak, altitudes from 1 × 1 m lidar grid were determined based on the airborne laser scanning ISOK project (Wężyk 2015).

The ISOK program data (aerial laser scanning (lidar) of Poland was performed between 2011 and 2014) was intended to be used for early warning and monitoring of natural disasters, mainly floods. This data set consists of a lidar point cloud, a DTM, and a digital surface model (DSM) in raster format. The lidar point cloud was acquired using an airborne platform consisting of an LMS-Q680i RIEGL laser scanner, GNSS antenna, and a camera installed on a plane flying about 950 meters. The lidar point clouds were created by registering flat rooftop surfaces. The surfaces were defined by four corners that were measured using tachymetry. Tachymetric measurements were taken from two sites determined using real-time kinematic GPS (RTK-GPS). The RGB colors were added to the registered point cloud from an orthomosaic of pictures taken during separate flights. The scanning parameters were as follows: the size of the laser beam on the surface was 0.29 m; the density of points varied, being denser in the direction parallel to the flight route at 0.45 m and less dense in the perpendicular direction of 0.47 m; and there was a 35 % the overlap between parallel scanning. The observed density varies within a typical inter-point spacing of 0.20 m to 0.45 m. During the 2011–2014 period, the research region was scanned with a resolution greater or equal to 12 pts/m<sup>2</sup> for cities with a population greater than 50 000 people and less than 4 pts/m<sup>2</sup> for the rest of the Poland territory. Thus, data presented in this paper have a ≥4 pts/m<sup>2</sup> resolution, which leads to <0.5 m distance between each point. Data were collected during leaf-off season (middle of October-middle to April) to avoid difficulties in penetration through the vegetation by laser beam.

#### 4 RESULTS

After selecting the mountain peaks, sources containing the peaks' altitudes, such as websites, mountain guides, and maps, were identified and initially analysed (Table 1). Source [1] (column 3) from Table 1 (Wikipedia) in Poland is treated as the official one, because it is constantly updated and monitored by the public and some moderators. Other internet sources, [2]-[5] ([2] <https://mapa-turystyczna.pl>, [3] <http://igrek.amzp.pl>, [4] <https://zbgis.skgeodesy.sk>, [5] <https://mapy.hiking.sk>), were developed by public or private companies or are sites created by private persons; thus, government or academic community has no direct influence on these sites and cannot be considered official. While all of the paper sources ([6]-[18], columns 8-20) are archival because they were up-to-date on the date of publication, and often the altitudes in these sources are directly copied from previous editions (compare sources [15] (Compass 2003) and [16] (Compass 2011) – no differences, one extra peak was added). It can be seen



in the Table 1 that the year of source release has a significant impact on the completeness of the data for this route. The altitude differences of the same peaks from two different sources are within 10 m (e.g., Beskid Korbielowski). In most cases, the peak heights are usually rounded to the nearest 1 m, except for the Third Military Survey map where they are rounded to nearest 1 dm (Bargański et al. 2013). Even though there is no need to round the numbers in a mountaineering books, they are in most classes still rounded to meter as they are mainly copied from previous map sources.

One of the most popular sources in Poland is the Tourist map – TM, (polish *mapa turystyczna*, (TM 2021)), a website that allows route planning based on OSM (openstreetmap.org). Still, a commercial company maintains this web page, being ad-supported. Altitudes in the TM webpage are mainly rounded to 1 m.

Table 1: Comparison of the altitude of the examined peaks from various sources.

No Peak	No of source	Internet sources																	
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
1	Babia Góra	1725	1723	1724	1725	1725	1724	1724	1725	1724,8	1725	1725			1725	1724,6	1724,6	1725	1725
2	Mała Babia Góra (Cyl)	1517	1515	1517	1515	1517	1517	1517	1517	1514,6	1517	1517			1515	1515	1515	1517	1517
3	Jalowcowy Garb	1017	1017													1017	1017	1017	1017
4	Mędralowa	1169	1169	1169	1168	1169	1169	1169	1170	1168,1	1170	1170			1169	1169	1169	1169	1169
5	Jaworzyna	1047	1047	1050	1047	1047	1050	1050	1050	1046,5	1050	1050	1046	1046	1047	1047	1047	1047	1047
6	Beskid Krzyżowski	923	923		923	923			923	923,4			923	923	923	923	923	923	923
7	Beskid Korbielowski (Westka)	955	954		954	954	946	946	948	954,5			954	954	954	955	955	954	955
8	Student (Zimna)	935	935	935			935	935	935				935	935		935	935	935	935
9	Góra Pięciu Kopców	1534	1534															1542	1542
10	Munczolik	1356	1356				1356	1356		1350,5			1356	1356		1356	1356	1356	1356
11	Palenica	1343	1338	1343		1339	1343	1343		1338,8			1343	1343	1343	1343	1343	1338	1343
12	Trzy Kopce	1216	1216	1216			1216	1216		1211,4			1216	1216		1216	1216	1216	1216
	Number of peaks in a source	12	12	7	6	7	9	9	7	9	4	4	7	7	7	11	12	11	12

[1] <https://pl.wikipedia.org> [2] <https://mapa-turystyczna.pl> [3] <http://igrek.amzp.pl> [4] <https://zbgis.skgeodesy.sk> [5] <https://mapy.hiking.sk> [6] III. MS: the Third Military Survey (1875-1884) (Bargański et al. 2013) [7] III. MS 1920-1934\_reamb.: the Third Military Survey – updated in 1920-1934 (Bargański et al. 2013) [8] (Pagaczewski 1951) [9] TM25 1952-1957: Military topographic maps 1:25 000 /1952-1957) (Bargański et al. 2013) [10] (Wojterski 1978) [11] (Miodowicz 1986) [12] (PPWK 1987) [13] (PPWK 1993) [14] (Warzecha-Tober, Starczyk, and Figiel 1997) [15] (Compass 2003) [16] (Compass 2011) [17] <https://merlin.pl/beskid-slaski-i-zywiecki-mapa-turystyczna-skala-150-000-expressmap/3066763> [18] <https://goryludzie.pl/mapy-online/beskid-zywiecki>

The results obtained during the measurements are summarized in Table 2. They were compared with the most popular and accessible sources, TM and DTM. The comparison was made by calculating the difference in altitudes between GNSS measurement and the TM (which is the main result of the paper) and DTM altitudes (this is just quality control of lidar products by GNSS measurements).

Comparing the obtained results with the altitudes on the TM, the smallest difference in altitude occurs at the top of Beskid Korbielowski and is equal to 0.27 m, and the largest was at the Trzy Kopce, which is 5.04 m. The discrepancy is very large – the measurement on the Trzy Kopce was carried out using a static method and therefore, can be regarded as very accurate. Comparing the measurement results with the DTM with a 1 m × 1 m grid shows that the highest compliance is found at the two peaks, Palenica and Trzy Kopce, and is 0.06 m. The most significant discrepancy, equal to 0.60 m, is observed at the top of the Babia Góra. The remaining results are consistent within 0.17 m. Considering that the altitudes of

the peaks on the maps are rounded to 1 m, then when comparing the TM and GNSS measurements, 7 out of 12 peaks (58%) are in range of 1m difference. No altitude on the TM is reported with a measurement accuracy of 10 cm (Figure 6). Moreover, half of the peaks (six peaks) are in the range of rounding error of 1 m (dashed blue lines), and only three values are more than  $\pm 2$  m, which is still very good, considering the classic statistical behaviour of errors when checking the accuracy with three times better measuring method. Only Gora Picciu Kopcow and Trzy Kopce (error > 4 m) might be treated as obvious measurement errors or erroneously adopted top of the peak in a previous measurement.

Table 2: Comparison of the altitude from GNSS measurement vs TM and DTM.

1	2	3	4				5		
			Altitude [m]			Different in altitude [m]			
Nr	Peak	GNSS measurement method	GNSS	TM	DTM	Airborne data	GNSS-TM	GNSS-DTM	GNSS-Airborne data
			1	Babia Góra	RTK	1723.60	1723.0	1723.0	1723.2
2	Mała Babia Góra (Cyl)	Static	1516.98	1515.0	1516.9	1517	1.98	0.08	-0.02
3	Jałowcowy Garb	Static	1016.54	1017.0	1016.4	1016.5	-0.46	0.14	0.04
4	Mędralowa	Static	1168.50	1169.0	1168.4	1168.4	-0.50	0.10	0.10
5	Jaworzyna	Static	1047.38	1047.0	1047.3	1047.4	0.38	0.08	-0.02
6	Beskid Krzyżowski	RTK	923.40	923.0	923.5	923.5	0.40	-0.10	-0.10
7	Beskid Korbiewski	RTK	954.27	954.0	954.1	954.2	0.27	0.17	0.07
8	Student (Zimna)	RTK	935.92	935.0	935.8	935.9	0.92	0.12	0.02
9	Góra Pięciu Kopców	Static	1536.82	1534.0	1536.9	1536.9	2.82	-0.08	-0.08
10	Munczolik	RTK	1351.43	1356.0	1351.5	1351.5	-4.57	-0.07	-0.07
11	Palenica	RTK	1339.46	1338.0	1339.4	1339.4	1.46	0.06	0.06
12	Trzy Kopce	Static	1210.96	1216.0	1210.9	1210.9	-5.04	0.06	0.06

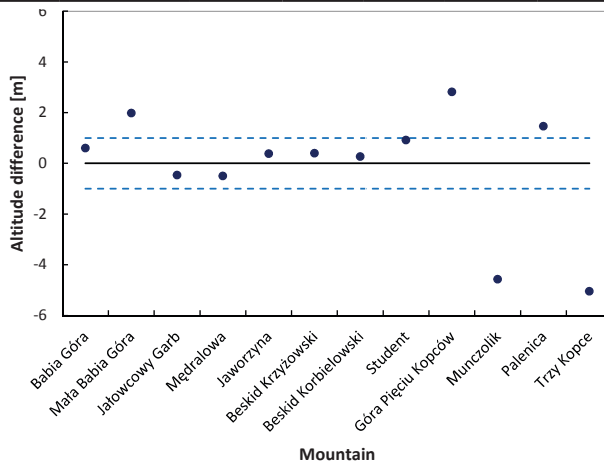


Figure 6: Altitude differences GNSS measurements and altitudes from TM.

Comparing the DTM data with the GNSS measurement, it can be noticed that the differences on 8 out of 12 peaks (67%) do not exceed 10 cm (Table 2, column 9), while all differences are within 1 m. With

this we just made a quality control of lidar DTM data by GNSS measurements. Such a result is most satisfactory, and the differences should be explained by the small resolution of the model ( $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ), not its accuracy. The difference between the GNSS measurement and the DTM at Babia Góra is 0.60 m, which is different from the others, mainly due to the fact that its highest point was measured with the GNSS on the top of rock (Figure 5a), and not on the ground as with LIDAR. An interesting phenomenon is a fact that on five peaks: Mała Babia Góra (Cyl), Góra Pięciu Kopców, Munczolik, Palenica and Trzy Kopce, the differences GNSS-TM are the highest and in a range between 1.46–5.04 m, and at the same time at those peaks the differences between GNSS-DTM are the smallest, ranging from 0.06–0.08 m. This shows the need to change the altitudes of these peaks in the existing sources, as they do not contain reliable or up-to-date data. Table 2 column 10 shows the differences between GNSS measurement and the lidar data set from ISOK program. As shown those values are even smaller than GNSS-DTM, and only two values are greater than 10 cm. Comparing results from the DTM and lidar data, the results from the lidar data are much more similar to the GNSS measurements, most of them within 10 cm.

## 5 DISCUSSION

This paper presents the results of GNSS measurements of some selected peaks in the Beskid Żywiecki mountains. All measured altitudes are shown in a standard heights system, determined based on the height anomaly from the PL-geoid-2011 quasi-geoid model on the WGS-84 ellipsoid. The most comparable paper sources with TM are: [18] (<https://goryludzie.pl/mapy-online/beskid-zywiecki>) with 11 mountain peaks having the same altitude among 12 checked mountain peaks (92% compatibility), [15] (Compass 2003) with 9 among 11 (82%) and [17] (<https://merlin.pl/beskid-slaski-i-zywiecki-mapa-turystyczna-skala-150-000-expressmap/3066763>) with 9 among 11 (82%). The most comparable internet sources with TM are: [3] (<http://igrek.amzp.pl>) and [5] (<https://mapy.hiking.sk>) with 5 among 7 (71% compatibility). After analysing the results, significant discrepancies (up to several meters) were noticed between the most popular sources (TM and some papers) and GNSS results. The main factor influencing this is the difference between the measuring equipment used in the past and today. There may also be differences resulting from the relationship between different height reference systems. The minor differences can be observed when comparing the GNSS and lidar data because they were made in a similar period.

Some difficulties with the availability of RTK fix solutions were encountered during the field measurement. In this case, a static measurement were conducted. Another problem are sky obstacles where the eccentric points was created and levelled (e.g., on Jaworzyna). The next issue is how to establish which is the highest point on the top of mountain peaks (e.g., on Jaworzyna and Mędralowa), there we also performed geometric levelling.

Due to such circumstances, the updating of the altitudes of the mountain peaks in Poland should be made by using DTM or lidar data. In case of significant differences, field verification by GNSS measurement should be performed. The last but crucial conclusion from this work is that the altitude data of mountain peaks from Poland available on the internet, tourist maps, and different paper sources are already out-dated.

## Literature and references:

- AGH. 2019. "Setka w Koronie." <http://koronagor.agh.edu.pl/>.
- Angus-Leppan, P.V. 1982. "The Height of Mount Everest." *Survey Review* 26 (206): 367–85. doi:10.1179/sre.1982.26.206.367.
- Apollo, M., Andreychouk, V., Moolio, P., Wengel, Y., Myga-Piątek, U. (2020). "Does the Altitude of Habitat Influence Residents' Attitudes to Guests? A New Dimension in the Residents' Attitudes to Tourism." *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 31 (September): 100312. doi:10.1016/j.jort.2020.100312.
- Banasik, P., Bujakowski, K. (2021). "Najstarsze Sieci Geodezyjne w Polsce – Sieć Triangulacyjna Na Obszarze Staropolskiego Okręgu Przemysłowego." *Roczniki Geomatyki* 82 (3): 159–74.
- Bargański, A., Drecki, I., Kucharski, J., Neuggas, H., Niecikowski, K., Zieliński, M., Pluciński, T. (2013). "Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919 - 1939."
- Beer, Gavin de. (1956). "The History of the Altimetry of Mont Blanc." *Annals of Science* 12 (1): 3–29. doi:10.1080/00033795600200016.
- Compass. (2003). "Mapa Beskid Żywiecki 1:50000." Kraków: Compass.
- Compass. (2011). "Mapa Beskid Żywiecki 1:50000." Kraków: Compass.
- Graaff-Hunter, J. de. 1955. "Various Determinations over a Century of the Height of Mount Everest." *The Geographical Journal* 121 (1): 21. doi:10.2307/1791803.
- GUGiK. (2022). "Geoportal." [https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/imgp\\_2.html?gpmmap=gp0&locale=en](https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/imgp_2.html?gpmmap=gp0&locale=en).
- Kadaj, R. (2012). "Algorytm Opracowania Modelu PL-Geoid-2011." In *Realizacja Ośnów Geodezyjnych a Problemy Geodynamiki*, edited by Dominik Próchniewicz, 26. Grybów, Poland.
- Szyrowski, K. (1959). "Triangulacja Miasta Opola." *Przegląd Geodezyjny*.
- Lamparska, M., Danch, M. (2021). "'Sucha Góra' ('Trockenberg')—The Triangulation Point Doomed to Be Forgotten?" *Land* 10 (2): 109. doi:10.3390/land10020109.
- Lenda, G., Uznański, A., Strach, M., Lewińska, P. (2016). "Laser Scanning in Engineering Surveying: Methods of Measurement and Modeling of Structures." *Reports on Geodesy and Geoinformatics* 100 (1): 109–30. doi:10.1515/rgg-2016-0010.
- Łoboz, W. (2013). "Skalne Atrakcje Polskich Karpat – Część 1 Beskidy Zachodnie," 1–167.
- Makowska, A. (2003). *Dynamika Tatr Wyznaczana Metodami Geodezyjnymi*. INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII. [http://bc.igik.edu.pl/Content/277/SM\\_6\\_15320\\_839162160X.pdf](http://bc.igik.edu.pl/Content/277/SM_6_15320_839162160X.pdf).
- Miodowicz, W. (1986). *Babia Góra – Przewodnik Turystyczny*. Warsaw-Krakow: PTTK.
- Olszewicz, B. (1921). *Polska Kartografia Wojskowa. Zarys Historyczny*. Warsaw: Główna Księgarnia Wojskowa.
- Pagaczewski, S. (1951). *Babia Góra, Gorce, Beskid Wyspowy*. Spółdzielczy Instytut Wydawniczy "Kraj".
- PPWK. 1987. "Mapa Beskid Śląski i Żywiecki 1:75000." Warsaw-Krakow: Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictwa Kartograficznych im. E. Romera.
- PPWK. 1993. "Mapa Beskid Śląski i Żywiecki 1:75000." Warsaw: Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictwa Kartograficznych im. E. Romera.
- Prokop, A., Nazarko, P., Ziemiański, L. (2021). "Digitalization of Historic Buildings Using Modern Technologies and Tools." *Budownictwo i Architektura* 20 (2): 083–094. doi:10.35784/bud-arch.2444.
- Rada Ministrów. 2012. *Rozporządzenie w Sprawie Państwowego Systemu Odniesień Przestrzennych*. Dziennik Ustaw. Poland: Baza Internetowy System Aktów Prawnych - ISAP.
- Saburi, J., Angelakis, N., Jaeger, R., Illner, M., Jackson, P., Pugh, K. T. (2000). "Height Measurement of Kilimanjaro." *Survey Review* 35 (278): 552–62. doi:10.1179/sre.2000.35.278.552.
- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Riehling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., (2018). "Physico-Geographical Mesoregions of Poland: Verification and Adjustment of Boundaries on the Basis of Contemporary Spatial Data." *Geographia Polonica* 91 (2): 143–70. doi:10.7163/GPol.0115.
- TeamKILI2008. (2009). "Precise Determination of the Orthometric Height of Mt. Kilimanjaro." In *FIG Working Week 2009*, 11.
- TM. 2021. "Mapa-Turystyczna.Pl." <https://mapa-turystyczna.pl>.
- Tometzová, D., Hlavňová, B., Drevko, S., Pukanská, K., Bartoš, K., Bieda, A., Kseňák, Ľ (2020). "The Development of Geotourism with the Use of 3d Digital Cave Model. A Case Study of the Bear Cave, Slovakia." *Geomatics and Environmental Engineering* 14 (2): 83–105. doi:10.7494/geom.2020.14.2.83.
- Warzecha-Tober, A., Stańczyk, W., Figiel, S. (1997). *Beskidy 2 : Mały, Makowski, Babia Góra* : Przewodnik. Bielsko-Biała: Pascal.
- Wężyk, P. (2015). "ISOK. Informatyczny System Oslony Kraju Przed Nadzwyczajnymi Zagrozeniami. Podręcznik Dla Uczestników Szkoleń z Wykorzystania Produktów LiDAR." Kraków.
- Wojterski, T. (1978). *Babia Góra*. Wiedza Powszechna.
- Ziegler, A. D., Wasson, R. J., Sundriyal, Y., Srivastava, P., Sasges, G., Ramchunder, S. J., Ong, C.E.,– (2021). "A Call for Reducing Tourism Risk to Environmental Hazards in the Himalaya." *Environmental Hazards*, October, 1–28. doi:10.1080/17477891.2021.1984196



Chwedczuk K., Cienkosz D., Apollo M., Borowski L., Lewinska P., Guimarães Santos C. A., Eborca K., Kulshreshtha S., Romero-Andrade R., Sedeek A., Liibusk A., Maciuk K. (2022). Challenges related to the determination of altitudes of mountain peaks presented on cartographic sources. *Geodetski vestnik*, 66 (1), 49-59.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.49-59>

**Katarzyna Chwedczuk**

*Department of Integrated Geodesy and Cartography  
AGH University of Science and Technology  
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland  
khwedczuk.katarzyna@wp.pl*

**prof. Celso Augusto Guimarães Santos**

*Federal University of Paraíba  
58051-900 João Pessoa, Brazil,  
e-mail: celso.santos@academico.ufpb.br*

**Daniel Cienkosz**

*Department of Integrated Geodesy and Cartography  
AGH University of Science and Technology  
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland  
danielcienkosz1@interia.pl*

**Kennedy Eborca, Ph.D.**

*Department of Sociology  
Faculty of Social Sciences, University of Lagos, Nigeria,  
e-mail: kennedyeborka@gmail.com*

**prof. Sandeep Kulshreshtha, Ph.D.**

*Director Academics MP Bhoj Open University Bhopal, Ex-Director  
Indian Institute of Tourism and Travel Management, India,  
e-mail: sankul7@rediffmail.com*

**Michal Apollo, Ph.D.**

- 1) *Institute of Earth Sciences, University of Silesia in Katowice, Katowice, Poland*
- 2) *Hainan University-Arizona State University Joint International Tourism College, Hainan University, China*
- 3) *Global Justice Program, Yale University, USA*
- 4) *Center for Tourism Research, Wakayama University, Japan  
e-mail: michal.apollo@us.edu.pl*

**Rosendo Romero-Andrade, Ph.D.**

*Faculty of Earth and Space Sciences  
Autonomous University of Sinaloa, Mexico,  
e-mail: r.romero11@info.uas.edu.mx*

**Lukasz Borowski, Ph.D.**

*Department of Geotechnical Engineering  
Faculty of Civil Engineering and Architecture  
Lublin University of Technology  
St. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin, Poland  
e-mail: l.borowski@pollub.pl*

**Ahmed Sedeek, Ph.D.**

*Faculty of Petroleum and Mining Engineering  
Suez University, Suez, Egypt,  
e-mail: Ahmed.Sedeek@pme.suezuni.edu.eg*

**Aive Liibusk, Ph.D.**

*Estonian University of Life Sciences, Estonia  
e-mail: aive.liibusk@emu.ee*

**Paulina Lewinska, Ph.D.**

- 1) *Department of Engineering Surveying and Civil Engineering, AGH University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland*
- 2) *University of York, York, UK  
e-mail: lewinska.paulina@gmail.com*

**Kamil Maciuk**

- 1) *Department of Integrated Geodesy and Cartography, AGH University of Science and Technology, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland*
- 2) *Hainan University-Arizona State University Joint International Tourism College, Hainan University, China  
e-mail: maciuk@agh.edu.pl*

# DEFORMACIJSKA ANALIZA PO MODIFICIRANI METODI GREDOD

# DEFORMATION ANALYSIS: THE MODIFIED GREDOD METHOD

Mehmed Batilović, Željko Kanović, Zoran Sušić, Marko Z. Marković, Vladimir Bulatović

UDK: 004.021:528.3

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 4. 2. 2022

Sprejeto: 10. 3. 2022

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.60-75

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 4. 2. 2022

Accepted: 10. 3. 2022

## IZVLEČEK

V prispevku je predstavljena modificirana splošna robustna ocena deformacij iz razlike opazovanj (GREDOD), ki temelji na uporabi genetskega algoritma (GA) in splošnega algoritma optimizacije roja delcev (GPSO) za reševanje optimizacijskega problema te metode, pri čemer gre za problem določitve optimalnega datuma vektorja premika. Postopek deformacijske analize s to modifikacijo metode GREDOD je prikazan na primeru dvodimenzionalne geodetske mreže, predstavljene v številnih raziskavah, v katerih so bila simulirana vsa opazovanja in premiki. Z uporabo obeh algoritmov GA in GPSO smo dobili skoraj enake rezultate deformacijske analize kot z metodami Hannover, Karlsruhe, Delft, Fredericton, München, Caspary in klasičnimi robustnimi metodami, le rešitve datuma vektorja premika so popolnoma različne.

## ABSTRACT

In this paper, a modified Generalised Robust Estimation of Deformation from Observation Differences (GREDOD) method is presented, based on the application of genetic algorithm (GA) and generalised particle swarm optimisation (GPSO) algorithm in solving the optimisation problem of this method, which is, in essence, a problem of determining the optimal datum of the displacement vector. The procedure of deformation analysis using this modification of the GREDOD method is demonstrated in the example of the two-dimensional geodetic network presented in numerous research and in which all observations and displacements were simulated. Using both algorithms, GA and GPSO, almost identical results of deformation analysis were obtained, except datum solutions of the displacement vector, which are completely different. These results differ only slightly from the results obtained using the methods of Hannover, Karlsruhe, Delft, Fredericton, München, Caspary, and the classical robust method.

## KLJUČNE BESEDE

robustna deformacijska analiza, genetski algoritem, splošni algoritem optimizacije roja delcev

## KEY WORDS

Robust deformation analysis, Genetic algorithm, Generalised particle swarm optimisation

## 1 INTRODUCTION

The surface of the Earth's crust and the engineering facilities built on it are subject to displacements and deformations occurring as a consequence of the influence of various factors, such as tectonic and seismic activities, landslides, earthquakes, changes in temperature and groundwater levels, material fatigue, errors in the design and execution of construction works, etc. Today, there are many different measurement methods for the detection and identification of displacements and deformations, which can be divided into geodetic and non-geodetic (Marković et al., 2019). Geodetic methods are based on examining the temporal evolution of geodetic networks, which are realised by physically stabilised points in the surface of the Earth's crust. Geodetic networks that are established for the purpose of monitoring displacements and deformations can be divided into absolute and relative networks (Chrzanowski, Chen, and Secord, 1986; Caspary, 2000; Setan and Singh, 2001). Absolute geodetic networks consist of points that represent the object in a geometric sense and potential reference points (PRPs) stabilised outside the zone of expected deformations. On the other hand, relative geodetic networks consist only of points on the object or area that is the subject of monitoring. The relative networks are usually used in deformation analysis of the surface of the Earth's crust, whereas absolute networks are usually used in deformation analysis of engineering facilities, such as dams, bridges, towers, tunnels, etc. It is important to note that these geodetic networks must meet specific reliability, precision, and sensitivity requirements. Information about displacements and deformations in geodetic networks are obtained based on two or more measurement epochs realised in different periods or based on permanent observations when it comes to automated real-time monitoring systems.

Deformation analysis of geodetic networks is a very important segment of geodetic monitoring of displacements and deformations of engineering facilities and the Earth's crust surface. Methods of deformation analysis of geodetic networks have been the subject of intensive research by scientists in the last fifty years. Among the abundance of methods of deformation analysis, the following methods are particularly interesting: Hannover (Pelzer, 1971), Delft (Heck et al., 1982), Karlsruhe (Heck, 1983), Fredericton (Chrzanowski, Chen and Secord, 1982; Chen, 1983), München (Welsch, 1982) and Caspary's method (Caspary, 1987). These methods are represented in numerous research (Ambrožič, 2001, 2004; Setan and Singh, 2001; Mozetič, Kogoj and Ambrožič, 2006; Hekimoglu, Erdogan and Butterworth, 2010; Marjetič, Zemljak and Ambrožič, 2012; Vrečko and Ambrožič, 2013; Sušić et al., 2015, 2017; Soldo and Ambrožič, 2018; Hamza, Stopar and Ambrožič, 2020) and are very well established in the literature and practice.

Neitzel (2004) proposed the maximum subsample (MSS) method which uses combinatorial search to find the largest congruent group of points in the time interval between two measurement epochs. However, the number of possible combinations progressively increases with the increasing number of points in the geodetic network, especially in large geodetic networks with only several stable (undisplaced) points. The number of combinations is reduced by applying two strategies: MSS using distance differences and MSS using distance ratio. Both strategies quickly and easily find combinations of points that are potentially the largest congruent group of points based on an appropriate matrix of topological relations. It is important to point out that MSS using distance differences is applicable only in cases when the geodetic network scale is the same in two measurement epochs, while MSS using distance ratio is applicable and

when the geodetic network scale is not the same in both measurement epochs. Ebeling (2014) developed a new strategy MSS using angles, which is based on the analysis of angular differences between epochs and is an alternative to MSS using distance ratio. In recent years, Velsink (2015), Lehmann and Lösler (2017) and Nowel (2020) proposed combinatorial methods that overcome the weakness of previously listed methods, such as so-called displacement smearing.

Recently, robust methods of deformation analysis have become increasingly popular and represented in scientific research. The best-known robust method, the iterative weighted similarity transformation (IWST), was developed in 1983 at the University of New Brunswick, Canada (Chen, 1983). An alternative method called generalised robust estimation of deformation from observation differences (GREDOD) was proposed by Polish scientists Nowel and Kamiński (2014) and Nowel (2015). The main difference between these two methods is in the methodology of robust estimation of the displacement vector. IWST method calculates the estimated displacement vector based on the difference between adjusted coordinates of geodetic network points in two measurement epochs. On the other hand, in the GREDOD method, the displacement vector is determined based on the differences of unadjusted observations from two measurement epochs. Numerous modifications of the IWST method based on the introduction of different optimisation conditions of robust estimation are also present in the literature (Caspary and Borutta, 1987; Nowel, 2015; Ambrožič et al., 2019). For both IWST and GREDOD methods, in the procedure of robust estimation of the displacement vector, which is, in essence, the optimisation problem, the iterative reweighted least-squares (IRLS) method is traditionally applied. This method starts from an initial solution obtained using the least-squares method and iteratively improves this solution during the optimisation process. However, if the initial solution is not in the vicinity of the global one, the IRLS method is only capable to determine the local optimum (Baselga, 2007). In order to overcome this flaw, Batilović et al. (2021, 2022) proposed modifications of the IWST and GREDOD methods based on the application of two evolutionary optimisation algorithms, genetic algorithm (GA) and generalised particle swarm optimisation (GPSO) algorithm, in the procedure of robust estimation of the displacement vector instead of the IRLS method. Experimental analysis of these modifications was conducted using the mean success rate (MSR) based on Monte Carlo simulations. The obtained results showed that the efficacy of the IWST and GREDOD methods was significantly improved by applying the GA and GPSO algorithms.

In this paper, a modified GREDOD method is presented, in which the optimisation condition of robust estimation of the displacement vector is defined by Huber's objective function. The procedure of application of GA and GPSO algorithms in the process of robust estimation of the displacement vector is described in detail. This modification of the GREDOD method was applied to one set of simulated observations (zero and control measurement epoch) in the two-dimensional geodetic network, which is represented in numerous research. The obtained results are compared with the results of Hannover, Karlsruhe, Delft, München, Fredericton, Caspary, and the classical robust method (Huber).

## 2 MODIFIED GREDOD METHOD

In general, the GREDOD method consists of two phases. In the first phase, robust estimation of the displacement vector from the difference in unadjusted observations is performed. The second phase involves testing the stability of network points, i.e., examining whether the estimated single-point



displacements result from actual displacements or only measurement errors. The GREDOD method eliminates the influence of systematic errors, which can burden the results of observations in certain measurement epochs, on the results of deformation analysis.

### 2.1 Deformation model and optimisation problem

The GREDOD method is based on the following deformation model:

$$\Delta \mathbf{l} + \mathbf{v}_\Delta = \mathbf{A} \mathbf{d}, \tag{1}$$

$$\Delta \mathbf{l} \sim N(\mathbf{A} \mathbf{d}, \mathbf{C}_\Delta), \tag{2}$$

where  $\Delta \mathbf{l} = \mathbf{l}_2 - \mathbf{l}_1$  is the vector of observation differences,  $\mathbf{v}_\Delta = \mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1$  is the vector of the residuals of observation differences,  $\mathbf{A} = \mathbf{A}_1 = \mathbf{A}_2$  is the design matrix,  $\mathbf{d} = \mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1$  is the displacement vector,  $\mathbf{C}_\Delta = \sigma_0^2 \mathbf{P}_\Delta^{-1}$  is the covariance matrix of observation differences,  $\mathbf{P}_\Delta = (\mathbf{P}_1^{-1} + \mathbf{P}_2^{-1})^{-1}$  is the weight matrix of observation differences and  $\sigma_0^2$  is the *a priori* variance factor (Nowel and Kamiński, 2014). In this model, the displacement vector is a vector of unknown parameters, and the observation vector is a vector of the observation differences from two measurement epochs.

The optimisation problem of the GREDOD method defines the previously formulated deformation model and the following objective functions:

$$\mathbf{v}_\Delta^T \mathbf{P}_\Delta \mathbf{v}_\Delta = \min, \tag{3}$$

$$\rho(\mathbf{d}) = \min. \tag{4}$$

The function (4) can be any objective function from the robust M estimation class. This optimisation problem, which is actually the problem of determining the optimal datum of the displacement vector, was solved using the Lagrangian multiplier method and the theory of generalised inverses of matrices (Nowel, 2015). The solution of the optimisation problem is the following estimator of displacement vector (Batilović et al., 2022):

$$\hat{\mathbf{d}} = \mathbf{R} \Delta \mathbf{l}, \tag{5}$$

where  $\mathbf{R} = \mathbf{W}^{-1} \mathbf{N}_\Delta (\mathbf{N}_\Delta \mathbf{W}^{-1} \mathbf{N}_\Delta + \mathbf{B} \mathbf{B}^T)^{-1} \mathbf{N}_\Delta \mathbf{W}^{-1} \mathbf{N}_\Delta (\mathbf{N}_\Delta \mathbf{W}^{-1} \mathbf{N}_\Delta + \mathbf{B} \mathbf{B}^T)^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{P}_\Delta$ ,  $\mathbf{N}_\Delta = \mathbf{A}^T \mathbf{P}_\Delta \mathbf{A}$ ,  $\mathbf{W}$  is a diagonal weight matrix of the displacement vector,  $\mathbf{B}$  is the matrix of rank *de* that is formed in the same way as in the classical approach of defining the datum of geodetic networks, as explained in (Casparly, 2000), and *de* is the defect datum of the geodetic network. The weight matrix  $\mathbf{W}$  has the following form:

$$\mathbf{W} = \text{diag}(\dots, w_{PRP,i}, \dots, w_{O,i}, \dots). \tag{6}$$

Elements  $w_{O,i}$  that refer to the object points must have very small values close to zero, e.g.,  $w_{O,i} = 10^{-4}$ . On the other hand,  $w_{PRP,i} = w(\hat{d}_{PRP,i})$  is the appropriate weight function from the robust M estimation class (Nowel, 2015). It is obvious that equation system (5) cannot be solved directly because displacements in  $w(\hat{d}_{PRP,i})$  are unknown.

## 2.2 Robust estimation of the displacement vector using GA and GPSO algorithms

The optimisation problem of the GREDOD method, more precisely equation system (5), can be solved using GA and GPSO algorithms. For the purpose of applying these algorithms, it is necessary to define variables, the objective function, as well as the appropriate constraints for variables. The main instance in these two algorithms is the so-called individual (in GA) or particle (in GPSO), which represents a potential solution, i.e., a set of variables defined by an optimisation problem. Since the weights of PRPs represent variables, the individual (particle) is defined as a weight vector of PRPs (Batilović et al., 2021, 2022):

$$\mathbf{y} = [w_{PRP,1}, w_{PRP,2}, \dots, w_{PRP,n}]. \tag{7}$$

In this paper, the Huber function is used as an objective function (4):

$$\rho(\mathbf{d}) = \sum \rho(d_i) = \min, \tag{8}$$

$$\rho(d_i) = \begin{cases} \frac{d_i^2}{2} & \text{for } |d_i| \leq c\hat{\sigma}_{d_i} \\ c\hat{\sigma}_{d_i} |d_i| - \frac{(c\hat{\sigma}_{d_i})^2}{2} & \text{for } |d_i| > c\hat{\sigma}_{d_i} \end{cases},$$

where  $d_i$  are components of the displacement vector,  $c\hat{\sigma}_{d_i}$  is the tuning constant,  $c$  is a suitable factor (e.g.,  $c = 1.345$ ), and  $\hat{\sigma}_{d_i}$  is the least-square estimator of the standard deviation (Caspary and Borutta, 1987). In this objective function, displacements  $d_i$  are divided into two groups, namely: displacements whose absolute values are less than or equal to the constant  $c\hat{\sigma}_{d_i}$  and displacements whose absolute values are greater than constant  $c\hat{\sigma}_{d_i}$ . The Huber weight function has the following form:

$$w_{PRP,i} = \begin{cases} 1 & \text{for } |\hat{d}_i| \leq c\hat{\sigma}_{d_i} \\ \frac{c\hat{\sigma}_{d_i}}{|\hat{d}_i|} & \text{for } |\hat{d}_i| > c\hat{\sigma}_{d_i} \end{cases}. \tag{9}$$

The codomain of this weight function is  $[0, 1]$ . However, the GA and GPSO algorithms do not use equation (9) to calculate the weights of PRPs but start from a randomly chosen set of individuals (particles) (7) and improve them iteratively during the optimisation process. For this reason, the following constraint for the weights of PRPs is defined

$$10^{-4} \leq w_{PRP,i} \leq 1, \tag{10}$$

which is integrated into the objective function (8) by the penalty functions method, in the following way

$$\rho(\mathbf{d}) = \sum \rho(d_i) + \sum_{i=1}^n \beta g_i = \min, \tag{11}$$

$$\rho(d_i) = \begin{cases} \frac{d_i^2}{2} & \text{for } |d_i| \leq c\hat{\sigma}_{d_i} \\ c\hat{\sigma}_{d_i} |d_i| - \frac{(c\hat{\sigma}_{d_i})^2}{2} & \text{for } |d_i| > c\hat{\sigma}_{d_i} \end{cases},$$

where  $g_i$  is the corresponding penalty for each variable and  $\beta$  is the weight coefficient of the penalty. In this method, for every constraint violation the corresponding penalty  $g_i$  is formed

$$g_i = \begin{cases} |w_{PRP,i} - w_{max}|, w_{PRP,i} > w_{max} \\ 0, w_{min} \leq w_{PRP,i} \leq w_{max} \\ |w_{DDD,i} - w_{DDD,i}|, w_{DDD,i} < w_{min} \end{cases}, \quad (12)$$

where  $w_{min} = 10^{-4}$  and  $w_{max} = 1$  (Kramer, 2010; Jordehi, 2015). If the obtained solution satisfies constraint (10), the objective functions (8) and (11) are identical, because the corresponding penalties  $g_i$  are equal to zero. On the other hand, if a solution that exceeds the constraint (10) appears during the optimisation process, the corresponding penalty  $g_i$  increases the value of the objective function (11), which results in the elimination of that solution. Hence, it is evident that the final optimal solution will be within the defined bounds.

Algorithm 1: Pseudocode of genetic algorithm.

```

begin
     $k \leftarrow 0$ 
    generate initial population (randomly created set of individuals)
    create weight matrix  $\mathbf{W}$  (6) for each individual  $\mathbf{y}$ 
    calculate displacement vector  $\hat{\mathbf{d}}$  (5) for each individual
    calculate value of objective function (11) for each individual  $\mathbf{y}$ 
    while not stopping criterion do
         $k \leftarrow k + 1$ 
        select two individuals from the old generation for crossover
        bool test = probability test for crossover
        if test then
            perform crossover of two individuals to create two new individuals
        else
            new individuals = old individuals
        end
        bool test = probability test for mutation
        if test then
            perform mutation of new individuals
        end
        insert new individuals into population replacing old ones
        create weight matrix  $\mathbf{W}$  (6) for each individual  $\mathbf{y}$ 
        calculate displacement vector  $\hat{\mathbf{d}}$  (5) for each individual  $\mathbf{y}$ 
        calculate value of objective function (11) for each individual  $\mathbf{y}$ 
    end
end

```

The genetic algorithm starts from a randomly selected set of individuals called the initial population. For each individual (7) in the population, a corresponding weight matrix is formed using equation (6), after which the estimated displacement vector (5) and the value of the objective function (11) are determined. The value of the objective function (11) is called fitness and represents the individual's

quality. The initial population changes iteratively using evolution mechanisms of selection (for selecting the best individuals for reproduction), crossover (combining the variable values of selected individuals) and mutation (slight changes in the variables of individuals selected with a very small probability) until one of the stopping criteria (total iteration number, tolerance, accuracy, or calculation time) is fulfilled, as explained in Algorithm 1. Iterations  $k$  are terminologically defined as generations, where each new generation brings improvements in the population, to eventually converge toward the global optimal solution. The individual with the best value of the objective function (11) from the last generation represents the optimal solution. The estimated displacement vector  $\hat{\mathbf{d}}$  and corresponding cofactor matrix  $\mathbf{Q}_d = \mathbf{R}\mathbf{P}_\Delta^{-1}\mathbf{R}^T$  are determined using the weights values  $w_{PRP_i}$  of this individual. The working principle of the GA is described in more detail in the literature (Goldberg, 1989; Mitchell, 1999).

The initial step in the GPSO algorithm is to create an initial swarm which consist of a set of randomly selected particles. Each particle (7) is determined by a set of variables' values, which is interpreted as the "position" of the particle in the search space. During the optimisation process, every particle memorises its best position ( $\mathbf{p}$ ), where it achieved the best value of the objective function (11), as well as the global best position achieved by all particles in the swarm ( $\mathbf{g}$ ). In order to find the optimal solution, the particles are iteratively "repositioned" in the search space using the following expression

$$\mathbf{y}^{(k+1)} = (1 - 2\zeta\rho + \rho^2)(c \cdot \mathbf{p}^{(k)} + (1 - c) \cdot \mathbf{g}^{(k)}) + 2\zeta\rho\mathbf{y}^{(k)} - \rho^2\mathbf{y}^{(k+1)}, \tag{13}$$

where  $\rho$ ,  $\zeta$  and  $c$  parameters of GPSO algorithms, and  $k$  is the iteration number. The iterative procedure is conducted until one of the stopping criteria is fulfilled, as explained in Algorithm 2. After the adopted stopping criterion is fulfilled, the particle providing the best value of the objective function (11) is adopted as the optimal solution. Based on this particle, i.e., the values of its weights  $w_{PRP,p}$ , the estimated displacement vector  $\hat{\mathbf{d}}$  and the cofactor displacement matrix  $\mathbf{Q}_d = \mathbf{R}\mathbf{P}_\Delta^{-1}\mathbf{R}^T$  are determined. Detailed information on the GPSO algorithm can be found in (Kanović, Rapaić and Jeličić, 2011).

Algorithm 2: Pseudocode of GPSO algorithm.

```

begin
     $k \leftarrow 0$ 
    generate initial swarm (randomly created set of particles)
    while not stopping criterion do
         $k \leftarrow k + 1$ 
        for ( $i = 1$  to  $n$ ) do
            calculate new position of particle  $\mathbf{y}_i$  using equation (13)
            create weight matrix  $\mathbf{W}$  (6) for particle  $\mathbf{y}_i$ 
            calculate displacement vector  $\hat{\mathbf{d}}$  (5) for particle  $\mathbf{y}_i$ 
            calculate value of objective function (11) for particle  $\mathbf{y}_i$ 
            update the personal best position  $\mathbf{p}_i$ 
        end
        update the global best position  $\mathbf{g}$ 
    end
end
    
```

### 2.3 Significance test of single-point displacements

The statistical significance test of single-point displacements is based on the null and alternative hypotheses

$$H_0 : E(\hat{\mathbf{d}}_i) = 0 \quad \text{against} \quad H_a : E(\hat{\mathbf{d}}_i) \neq 0, \tag{14}$$

where  $\hat{\mathbf{d}}_i$  is the estimated displacement vector of the  $i$ th point, and  $E$  is the mathematical expectation operator. If the null hypothesis  $H_0$  is not rejected, the displacement of the  $i$ th point is not statistically significant, and this point can be regarded as stable. On the other hand, if the null hypothesis is rejected, the  $i$ th point is regarded to be unstable, which means that the displacement of this point is statistically significant. The null hypothesis can be accepted if the following condition is fulfilled

$$\hat{\mathbf{d}}_i \in E_\alpha = f(F_{1-\alpha_0, u_i, r}, \hat{\sigma}_0^2, \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{d}}_i}), \tag{15}$$

where  $E_\alpha$  is the confidence interval (region),  $F_{1-\alpha_0, u_i, r}$  is the quantile of F-distribution,  $\alpha_0 = 1 - (1 - \alpha)^{1/m} \cong \alpha/m$  is the local significance level ( $\alpha$  is the global significance level),  $u_i = rank(\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{d}}_i})$ ,  $r = n - u + de$  is the number of degrees of freedom,  $n$  is the number of observations,  $u$  is the number of unknown parameters,  $de$  is the defect datum of the geodetic network,  $\hat{\sigma}_0^2 = (\hat{\mathbf{v}}_\Delta^T \mathbf{P}_\Delta \hat{\mathbf{v}}_\Delta) / r$  is the *a posteriori* variance factor and  $\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{d}}_i}$  is the displacement cofactor matrix of the  $i$ th point (Chen, 1983; Nowel and Kamiński, 2014). In this approach, the evaluation of statistical significance consists of checking graphically whether the estimated displacement vector  $\hat{\mathbf{d}}_i$  does not exceed the confidence interval (1D network) or the confidence ellipse (2D network) (Kamiński and Nowel, 2013) or the confidence ellipsoid (3D network) (Cederholm, 2003).

The parameters of the confidence ellipse are the semi-major axis  $A_p$ , the semi-minor axis  $B_p$ , and the twist angle of the ellipse  $\theta_p$ , defined as:

$$A_i = \hat{\sigma}_0 \sqrt{2\lambda_{1,i} F_{1-\alpha_0, u_i, r}}, \tag{16}$$

$$B_i = \hat{\sigma}_0 \sqrt{2\lambda_{2,i} F_{1-\alpha_0, u_i, r}}, \tag{17}$$

$$\theta_i = \frac{1}{2} \operatorname{atan} \left( \frac{2Q_{\hat{d}_{x,i}\hat{d}_{y,i}}}{Q_{\hat{d}_{x,i}} - Q_{\hat{d}_{y,i}}} \right), \tag{18}$$

with

$$\lambda_{1,i} = (Q_{\hat{d}_{x,i}} + Q_{\hat{d}_{y,i}} + \Delta_i) / 2,$$

$$\lambda_{2,i} = (Q_{\hat{d}_{x,i}} + Q_{\hat{d}_{y,i}} - \Delta_i) / 2,$$

$$\Delta_i = \sqrt{(Q_{\hat{d}_{x,i}} - Q_{\hat{d}_{y,i}})^2 + 4Q_{\hat{d}_{x,i}\hat{d}_{y,i}}^2},$$

where  $Q_{\hat{d}_{x,i}}$ ,  $Q_{\hat{d}_{y,i}}$  and  $Q_{\hat{d}_{x,i}\hat{d}_{y,i}}$  the elements of displacement cofactor matrix  $\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{d}}_i}$ .

### 3 NUMERICAL EXAMPLE

In this paper, the experimental research was conducted on the example of a two-dimensional geodetic network, which has been represented in numerous research in the last two decades (Ambrožič, 2001, 2004; Marjetič, Zemljak and Ambrožič, 2012; Vrečko and Ambrožič, 2013; Soldo and Ambrožič, 2018; Ambrožič

et al., 2019; Hamza, Stopar and Ambrožič, 2020). Therefore, the obtained results are directly comparable with the results presented in the cited publications. This geodetic network consists of seven potential reference points. Two measurement epochs were simulated in the geodetic network (Figure 1), and each of them consists of 24 horizontal directions and 24 horizontal distances. Observations are simulated with random measurements errors that follow a normal distribution with a mean value of zero and standard deviations  $\sigma_\alpha = 1''$  and  $\sigma_d = 5$  mm for horizontal directions and distances, respectively. The dataset contains  $n = 48$  observations and  $u = 21$  unknown parameters, more precisely 14 unknown coordinates and 7 unknown orientations. The datum defect of the geodetic network  $de$ , the number of degrees of freedom  $r$  and mean redundancy number  $\bar{r}$  are 3, 30, and 0.625, respectively. Approximate coordinates of geodetic network points and results of simulated observations in two epochs are available in Ambrožič (2001). Sketch of geodetic network with simulated displacement vectors and error ellipses for the confidence level of 95% is shown in Figure 1.

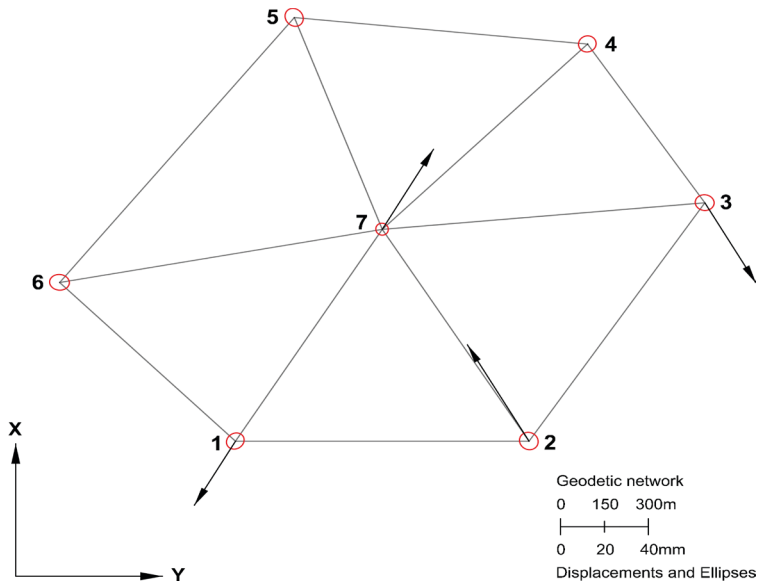


Figure 1: Geodetic network with error ellipses and simulated displacements.

Deformation analysis of geodetic network was performed using GREDOD method, whereby the GA and GPSO algorithms were applied in the procedure of robust estimation of the displacement vector. The optimisation condition of the robust estimation is formulated by Huber’s objective function, and the value of 1.345 is adopted for suitable factor  $c$ . In order to apply GA and GPSO algorithms in the procedure of robust estimation of the displacement vector, a constraint (10) for the weight values  $w_{PRP,i}$  was defined. This constraint was integrated into the objective function (11) by the penalty function method, where the value  $10^6$  was adopted for the weight coefficient of the penalty  $\beta$ . Parameters of genetic algorithm were adopted based on recommendations in the literature (Goldberg, 1989; Mitchell, 1999). Stochastic uniform selection with linear ranging, uniform crossover scheme, and Gaussian mutation have been applied. The change of generations is performed by applying an elitist strategy, which implies the direct transfer of 5% of the best individuals to the next generation without the use of genetic operators

(selection, crossover, and mutation). The GPSO parameter  $\zeta$  takes values from the range  $[-0.9, 0.2]$  using a uniform distribution, while the GPSO parameters  $\rho$  and  $c$  decrease linearly within the ranges  $[0.95, 0.60]$  and  $[0.8, 0.2]$ , respectively, during the search process, as proposed in (Kanović, Rapačić and Jeličić, 2011). For the number of individuals in the GA, i.e., the number of particles in the GPSO algorithm, the adopted value is 1000. The stopping criterion is defined by the tolerance and the maximum number of generations (iterations), whereby the values  $10^{-6}$  and 150 were adopted for these parameters. Values of the number of individuals (particles), tolerance, and a maximum number of generations (iterations) are determined based on experiments, observing the convergence of the optimisation process.

It is well known that when applying GA and GPSO algorithms it is not possible to repeat all the steps in the optimisation process for an identical problem and the same initial conditions because the solution space search is performed in a controlled random manner. Therefore, the procedure of robust estimation of displacement vectors using GA and GPSO algorithms was repeated 100 times, to increase the reliability and representativeness of the obtained results. Table 1 shows the minima, maxima, means, and medians of the objective function (11) obtained in the case of application GA and GPSO algorithms.

Table 1: Characteristic values of the objective function.

Algorithms	Minimum	Maximum	Mean	Median
<b>GA</b>	891.6651081686	891.6651085811	891.6651081821	891.6651081780
<b>GPSO</b>	891.6651081679	891.6651081822	891.6651081749	891.6651081752

Based on these values, one can conclude that the choice of the parameters for both algorithms is appropriate, since all values differ very slightly, i.e., in all cases the solution is near-global optimum. The solutions that have the best, i.e., the minimum, values of the objective function (11) were adopted for the final solutions. Figure 2 depicts a flow of the optimisation process of the GA and GPSO algorithms. Generations (iterations) are shown on the abscissa, and the values of the objective function in the logarithmic scale are shown on the ordinate. It can be observed that the genetic algorithm converges faster towards the optimal solution.

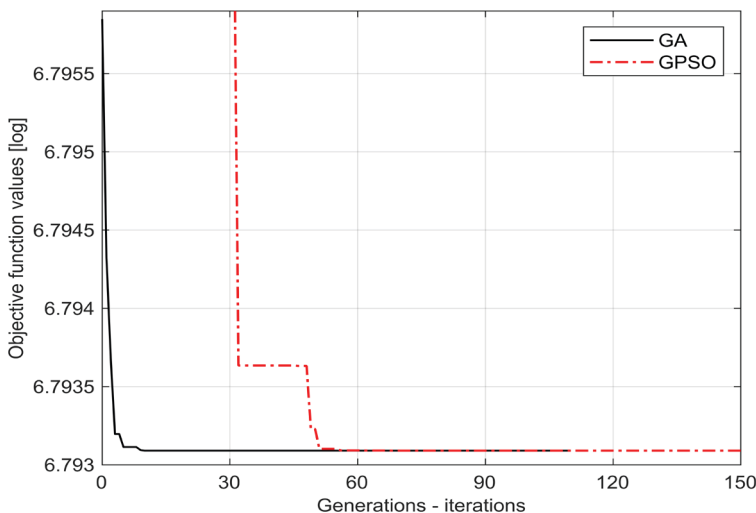


Figure 2: Flow of the optimisation process of the GA and GPSO algorithms.

The second phase in the deformation analysis procedure is the statistical significance test of single-point displacements. For the global significance level  $\alpha$  the value 0.05 was adopted. The local significance level  $\alpha_0$  was calculated using the Bonferroni equation and it is 0.0073. It should be emphasised that the analysis stability of points was performed graphically. This approach consists in checking graphically whether the estimated displacement vector of  $i$ th point does not exceed the confidence ellipse of  $i$ th point.

Simulated displacement vectors and the results of the deformation analysis are presented in Table 2. It is obvious that by applying these algorithms, completely different optimal values of weights  $w_{PRP,i}$  were obtained, i.e., the datum solutions for the displacement vector of geodetic network points are different. However, despite the different datum solutions, identical values of the components of the estimated displacement vector were obtained for both algorithms. Points 1, 2, 3, and 7 were identified as unstable while points 4, 5, and 6 were identified as stable, as can be seen in Figure 3. Since the values of the confidence ellipses parameters differ very slightly in the case of GA and GPSO algorithms, graphical representation of the confidence ellipses obtained by the GPSO algorithm is omitted.

Table 2: Simulated displacements and results of the deformation analysis.

Points	Simulated		GA		Stable	GPSO		Stable	
	$d_{y_i}$ [mm]	$\hat{d}_{y_i}$ [mm]	$A_i$ [mm]	$w_{PRP,i}$		$\hat{d}_{y_i}$ [mm]	$A_i$ [mm]		
	$d_{x_i}$ [mm]	$\hat{d}_{x_i}$ [mm]	$B_i$ [mm]			$\hat{d}_{x_i}$ [mm]	$B_i$ [mm]		
	$d_i$ [mm]	$\hat{d}_i$ [mm]	$\theta_i$ [°]		$\hat{d}_i$ [mm]	$\theta_i$ [°]			
1	-20.00	-14.61	10.31	0.257		-14.61	10.42	0.283	
	-34.60	-37.91	8.09	0.882	No	-37.91	8.04	0.974	No
	40.00	40.63	79.95			40.63	76.77		
2	-30.00	-33.39	10.41	0.638		-33.39	10.00	0.599	
	52.00	52.77	8.55	0.567	No	52.77	8.30	0.874	No
	60.00	62.44	139.51			62.44	131.42		
3	25.00	22.95	10.87	0.240		22.95	10.15	0.331	
	-43.30	-38.08	9.41	0.382	No	-38.08	8.62	0.625	No
	50.00	44.47	127.93			44.47	111.39		
4	0.00	0.10	9.43	0.822		0.10	9.54	0.542	
	0.00	4.98	8.32	0.586	Yes	4.98	9.17	0.592	Yes
	0.00	4.98	37.15			4.98	30.19		
5	0.00	-1.80	11.89	0.979		-1.80	10.88	0.771	
	0.00	-1.86	7.75	0.070	Yes	-1.87	8.18	0.531	Yes
	0.00	2.60	176.00			2.60	167.72		
6	0.00	2.72	9.91	0.605		2.72	10.33	0.412	
	0.00	-1.20	7.62	0.893	Yes	-1.20	8.09	0.789	Yes
	0.00	2.98	87.69			2.98	96.40		
7	25.00	25.90	7.64	0.756		25.90	7.57	0.647	
	43.30	44.40	6.22	0.368	No	44.40	6.17	0.306	No
	50.00	51.41	170.08			51.41	175.40		



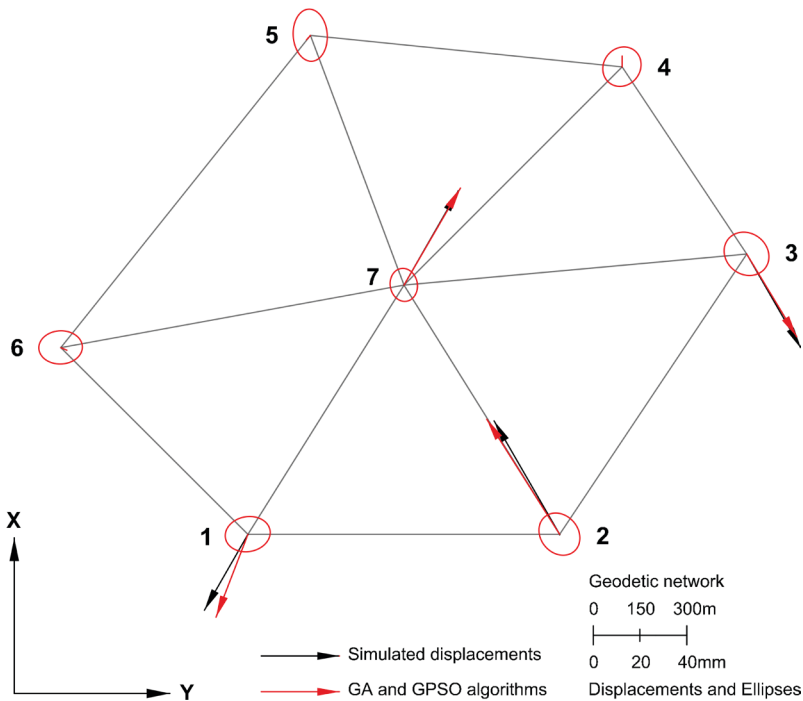


Figure 3: Geodetic network with simulated displacements, estimated displacements, and confidence ellipses.

The obtained results are compared with results from the methods of Hannover, Karlsruhe, Delft, Fredericton, München, Caspary, and the classical robust method, where the optimisation condition is formulated by Huber’s objective function. Information about stability, simulated and estimated displacements of points are shown in Table 3. It is evident that the values of the estimated displacement vectors in the classical robust and GREDOD methods differ slightly from the estimated displacement vectors in other methods. However, the values of the estimated displacements are very close to the simulated displacements in all deformation analysis methods. All points at which displacements were simulated, i.e., points 1, 2, 3, and 7, were identified as displaced (unstable) in all methods. Points 4, 5, and 6 were identified as undisplaced (stable) in all methods except in the case of the classical robust method where point 4 was identified as displaced (unstable).

Table 3: Simulated displacements and results from deformation analysis by Hannover, Karlsruhe, Delft, Fredericton, München, Caspary, classical robust (Huber), and GREDOD methods.

Points	Methods	Simulated	Hanover	Karlsruhe	Delft	Fredericton	München	Caspary	Classical robust method - Huber	GREDOD - Huber
1	$\hat{d}$ [mm]	-20.00	-19.60	-19.70	-19.40	-19.60	-19.50	-19.20	-14.50	-14.61
	$\hat{d}_x$ [mm]	-34.60	-38.00	-38.00	-37.50	-38.00	-37.60	-37.90	-37.70	-37.91
	$\hat{d}$ [mm]	40.00	42.80	42.80	42.20	42.80	42.40	42.50	40.40	40.63
	$v$ [°]	210.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	201.04	201.08
	Displaced	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>
2	$\hat{d}_y$ [mm]	-30.00	-38.70	-38.80	-38.10	-38.70	-38.20	-38.40	-33.20	-33.39
	$\hat{d}_x$ [mm]	52.00	49.00	49.00	49.50	49.00	49.50	49.40	53.00	52.77
	$\hat{d}$ [mm]	60.00	62.40	62.50	62.50	62.50	62.50	62.50	62.50	62.44
	$v$ [°]	330.00	322.00	322.00	322.00	322.00	322.00	322.00	327.94	327.68
	Displaced	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>
3	$\hat{d}_y$ [mm]	25.00	20.60	20.60	21.40	20.60	21.40	20.80	23.00	22.95
	$\hat{d}_x$ [mm]	-43.30	-44.30	-44.40	-43.50	-44.30	-43.60	-43.90	-37.70	-38.08
	$\hat{d}$ [mm]	50.00	48.90	48.90	48.50	48.90	48.60	48.60	44.20	44.47
	$v$ [°]	150.00	155.00	155.00	154.00	155.00	154.00	154.00	148.61	148.92
	Displaced	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>
4	$\hat{d}_y$ [mm]	0.00	-4.00	-	0.70	-	0.70	-	0.10	0.10
	$\hat{d}_x$ [mm]	0.00	5.10	-	1.00	-	1.00	-	5.20	4.98
	$\hat{d}$ [mm]	0.00	6.50	-	1.20	-	1.20	-	5.20	4.98
	$v$ [°]	-	322.00	-	35.00	-	35.00	-	1.10	1.15
	Displaced	No	No	No	No	No	No	No	<b>Yes</b>	No
5	$\hat{d}_y$ [mm]	0.00	-6.40	-	-0.80	-	-0.80	-	-1.80	-1.80
	$\hat{d}_x$ [mm]	0.00	-7.10	-	-2.30	-	-2.20	-	-1.80	-1.86
	$\hat{d}$ [mm]	0.00	10.00	-	2.40	-	2.30	-	2.50	2.60
	$v$ [°]	-	222.00	-	199.00	-	200.00	-	225.00	224.06
	Displaced	No	No	No	No	No	No	No	No	No
6	$\hat{d}_y$ [mm]	0.00	3.30	-	0.00	-	0.00	-	2.70	2.72
	$\hat{d}_x$ [mm]	0.00	-10.60	-	1.30	-	1.40	-	-1.10	-1.20
	$\hat{d}$ [mm]	0.00	11.10	-	1.30	-	1.40	-	2.90	2.98
	$v$ [°]	-	163.00	-	0.00	-	0.00	-	112.17	113.81
	Displaced	No	No	No	No	No	No	No	No	No
7	$\hat{d}_y$ [mm]	25.00	23.60	23.60	24.00	23.60	24.00	23.90	25.90	25.90
	$\hat{d}_x$ [mm]	43.30	42.90	42.90	42.90	42.90	42.90	43.10	44.60	44.40
	$\hat{d}$ [mm]	50.00	49.00	49.00	49.20	48.90	49.20	49.30	51.60	51.41
	$v$ [°]	30.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	30.14	30.26
	Displaced	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>

## 4 CONCLUSION

This paper has presented a modified GREDOD method based on application GA and GPSO algorithms in the procedure of robust estimation of the displacement vector, i.e., determination of the optimal datum solution of the displacement vector. The application of these two evolutionary optimisation algorithms has been proposed to overcome the main disadvantage of the IRLS method, the inability to determine the global optimal datum solution of displacement vector in some specific cases when there are unstable (displaced) points in the set of datum points. In order to apply the GA and GPSO algorithms, the individual (particle) (7), which represent the main instance in these algorithms, was defined as the weights vector of PRPs. Since the optimisation condition of robust estimation is defined by the Huber objective function (8), constraint (10) for the weights of PRPs was defined based on the appropriate weight function (9). This constraint, which actually defines the feasible search region, is integrated into the objective function (11) by the penalty functions method. In this method, for every constraint violation, the appropriate penalty (12) is formed based on the distance of the obtained solution from the feasible search region. In that manner, solutions that exceed the defined constraint are eliminated.

The procedure of deformation analysis using the modified GREDOD method is demonstrated on one set of simulated observations that consists of two measurement epochs in the two-dimensional geodetic network. In the case of applying both GA and GPSO algorithms identical single-point displacements were obtained, which are very close to the simulated displacements. All displaced points were identified as unstable, while all undisplaced points were identified as stable using both algorithms. However, it should be emphasised that in the case of application of the GA and GPSO algorithms different datum solutions of the displacement vector were obtained. The obtained results differ slightly from the results obtained by other methods of deformation analysis presented in previously cited articles, which confirms the efficacy of the modified GREDOD method.

## Literature and references:

Ambrožič, T. (2001). Deformacijska analiza po postopku Hannover. *Geodetski vestnik*, 45(1,2), 39–53.

Ambrožič, T. (2004). Deformacijska analiza po postopku Karlsruhe. *Geodetski vestnik*, 48(3), 315–331.

Ambrožič, T., Mulahusić, A., Tuno, N., Topoljak, J., Hajdar, A., Kogoj, D. (2019). Deformacijska analiza v geodetskih mrežah z robustnimi metodami. *Geodetski vestnik*, 63(2), 163–178. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2019.02.163-178>

Baselga, S. (2007). Global Optimization Solution of Robust Estimation. *Journal of Surveying Engineering*, 133(3), 123–128. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9453\(2007\)133:3\(123\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9453(2007)133:3(123))

Batilović, M., Sušić, Z., Kanović, Ž., Marković, M., Vasić, D., Bulatović, V. (2021). Increasing efficiency of the robust deformation analysis methods using genetic algorithm and generalised particle swarm optimisation. *Survey Review*, 53(378), 193–205. DOI: <https://doi.org/10.1080/00396265.2019.1706294>

Batilović, M., Đurović, R., Sušić, Z., Kanović, Ž., Cekić, Z. (2022). Robust Estimation of Deformation from Observation Differences Using Some Evolutionary Optimisation Algorithms. *Sensors*, 22(1), 159. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22010159>

Caspary, W., Borutta, H. (1987). Robust estimation in deformation models. *Survey Review*, 29(223), 29–45. DOI: <https://doi.org/10.1179/sre.1987.29.223.29>

Caspary, W. F. (1987). *Concepts of Network and Deformation Analysis*. Kensington: The University of New South Wales, School of Surveying, Australia.

Caspary, W. F. (2000). *Concepts of Network and Deformation Analysis*. 3rd ed. Kensington: The University of New South Wales, School of Surveying, Australia.

Cederholm, P. (2003). Deformation Analysis Using Confidence Ellipsoids. *Survey Review*, 37(287), 31–45. DOI: <https://doi.org/10.1179/sre.2003.37.287.31>

Chen, Y. Q. (1983). *Analysis of Deformation Surveys – A Generalized Approach*. PhD Thesis. Fredericton: University of New Brunswick, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, Technical Report No. 94.

Chrzanowski, A., Chen, Y. Q., Secord, J. M. (1986). Geometrical analysis of deformation surveys. In *Proceedings of the Deformation Measurement Workshop*. 31 Oct - 1 November 1986, Boston, Massachusetts.

Chrzanowski, A., Chen, Y. Q., Secord, J. M. (1982). A Generalized Approach to the Geometrical Analysis of Deformation Surveys. In *3rd International Symposium on Deformation Measurements by Geodetic Methods*. 25-27 August 1982, Budapest, Hungary.

- Ebeling, A. (2014). Ground-Based Deformation Monitoring. PhD Thesis. Calgary: University of Calgary, Department of Geomatics Engineering.
- Goldberg, D. E. (1989). Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Hamza, V., Stopar, B., Ambrožič, T. (2020). Deformation analysis: the Caspary approach. *Geodetski vestnik*, 64(1), 68–88. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.01.68-88>
- Heck, B., Kok, J.J., Welsch, W., Baumer, R., Chrzanowski, A., Chen, Y.Q., Second, J. (1982). Report of the FIG Working Group on the Analysis of Deformation Measurements. In 3rd International Symposium on Deformation Measurements by Geodetic Methods. 25-27 August 1982, Budapest, Hungary.
- Heck, B. (1983). Das Analyseverfahren Des Geodätischen Instituts Der Universität Karlsruhe Stand 1983. In *Deformationsanalysen '83-Geometrische Analyse und Interpretation von Deformationen Geodätischer Netze*. 22 April 1983, München, Germany.
- Hekimoglu, S., Erdogan, B., Butterworth, S. (2010). Increasing the Efficacy of the Conventional Deformation Analysis Methods: Alternative Strategy. *Journal of Surveying Engineering*, 136(2), 53–62. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)su.1943-5428.0000018](https://doi.org/10.1061/(asce)su.1943-5428.0000018)
- Jordehi, A. R. (2015). A review on constraint handling strategies in particle swarm optimisation. *Neural Computing and Applications*, 26(6), 1265–1275. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-014-1808-5>
- Soldo, J., Ambrožič, T. (2018). Deformacijska analiza po postopku München. *Geodetski vestnik*, 62(3), 392–414. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2018.03.392-414>
- Kamiński, W., Nowel, K. (2013). Local variance factors in deformation analysis of non-homogenous monitoring networks. *Survey Review*, 45(328), 44–50. DOI: <https://doi.org/10.1179/1752270612Y0000000019>
- Kanovič, Ž., Rapaič, M. R., Jeličič, Z. D. (2011). Generalized particle swarm optimization algorithm - Theoretical and empirical analysis with application in fault detection. *Applied Mathematics and Computation*, 217(24), 10175–10186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2011.05.013>
- Kramer, O. (2010). A Review of Constraint-Handling Techniques for Evolution Strategies. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2010(1), 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1155/2010/185063>
- Lehmann, R., Lösler, M. (2017). Congruence analysis of geodetic networks – hypothesis tests versus model selection by information criteria. *Journal of Applied Geodesy*, 11, 271–283. DOI: <https://doi.org/10.1515/jag-2016-0049>
- Marjetič, A., Zemljak, M., Ambrožič, T. (2012). Deformacijska analiza po postopku Delft. *Geodetski vestnik*, 56(1), 9–26. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2012.01.009-026>
- Marković, M., Bajič, J., Batilović, M., Sušič, Z., Joža, A., Stojanović, G. (2019). Comparative Analysis of Deformation Determination by Applying Fiber-optic 2D Deflection Sensors and Geodetic Measurements. *Sensors*, 19(4), 844. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19040844>
- Mitchell, M. (1999). An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge: MIT Press.
- Mozetič, B., Kogoj, D., Ambrožič, T. (2006). Uporabnost izbranih metod deformacijske analize na praktičnih primerih geodetskih mrež. *Geodetski vestnik*, 50(4), 620–631.
- Neitzel, F. (2004). Identifizierung konsistenter Datengruppen am Beispiel der Kongruenzuntersuchung geodätischer Netze. PhD thesis. München: Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Nr. 565.
- Nowel, K. (2015). Robust M-Estimation in Analysis of Control Network Deformations: Classical and New Method. *Journal of Surveying Engineering*, 141(4), 04015002. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SU.1943-5428.0000144](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000144)
- Nowel, K., Kamiński, W. (2014). Robust estimation of deformation from observation differences for free control networks. *Journal of Geodesy*, 88(8), 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00190-014-0719-7>
- Nowel, K. (2020). Specification of deformation congruence models using combinatorial iterative DIA testing procedure. *Journal of Geodesy*, 94, 118. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00190-020-01446-9>
- Pelzer, H. (1971). Zur Analyse geodätischer Deformationsmessungen. PhD thesis. München: Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Nr. 164.
- Setan, H., Singh, R. (2001). Deformation analysis of a geodetic monitoring network. *Geomatica*, 55(3), 333–346.
- Sušič, Z., Batilović, M., Ninkov, T., Aleksić, I., Bulatović, V. (2015). Identification of movements using different geodetic methods of deformation analysis. *Geodetski vestnik*, 59(3), 537–553. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.03.537-553>
- Sušič, Z., Batilović, M., Ninkov, T., Bulatović, V., Aleksić, I., Nikolić, G. (2017). Geometric deformation analysis in free geodetic networks: Case study for Fruška Gora in Serbia. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 14(3), 341–355. DOI: <https://doi.org/10.13168/AGG.2017.0017>
- Vrečko, A., Ambrožič, T. (2013). Deformacijska analiza po postopku Fredericton. *Geodetski vestnik*, 57(3), 479–497. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2013.03.479-497>
- Velsink, H. (2015). On the deformation analysis of point fields. *Journal of Geodesy*, 89, 1071–1087. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00190-015-0835-z>
- Welsch, W. (1982). Einige Erweiterungen der Deformationsermittlung in geodätischen Netzen durch Methoden der Strainanalyse. In 3rd International Symposium on Deformation Measurements by Geodetic Methods. 25-27 August 1982, Budapest, Hungary.



Batilović M., Kanović Ž., Sušić Z., Marković M. Z., Bulatović V. (2022). Deformation analysis: the modified GREDOD method. Geodetski vestnik, 66 (1), 60–75.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2022.01.60-75>

**Assist. Prof. Mehmed Batilović, Ph.D.**

Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad  
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia  
e-mail: mehmed@uns.ac.rs

**Assist. Prof. Marko Z. Marković, Ph.D.**

Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad  
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia  
e-mail: marko\_m@uns.ac.rs

**Assoc. Prof. Željko Kanović, Ph.D.**

Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad  
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia  
e-mail: kanovic@uns.ac.rs

**Professor Vladimir Bulatović, Ph.D.**

Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad  
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia  
e-mail: vbulat2003@gmail.com

**Assoc. Prof. Zoran Sušić, Ph.D.**

Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad  
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia  
e-mail: zsušic@uns.ac.rs



# CIKLIČNO CYCLICAL AERIAL AEROFOTOGRAFIRANJE PHOTOGRAPHY OF SLOVENIA SLOVENIJE – DIGITALNO – DIGITAL ERA OBDOBJE

*Vasja Bric, Katja Oven, Peter Prešeren*

## 1 UVOD

Kmalu po odkritju fotografije in z uporabo dovolj zmogljivih zračnih plovil (balonov) so bile prve aerofotografije zajete v Parizu leta 1858 in dve leti kasneje v Bostonu (Read in Graham, 2002). Že pred prvo svetovno vojno je bil v dno letala prvič vgrajen fotoaparatus večjega formata. Vojaške aktivnosti pred prvo svetovno vojno in med njenim potekom so zelo pospešile uporabo aerofotografij, zajetih iz letal. Prvi svetovni vojni je sledila komercializacija aerofotografiranja in razmah fotogrametrije z namenom topografskega kartiranja. V drugi svetovni vojni so vojaška letala vzletela tudi več kot stokrat dnevno in zajela tudi do 50.000 fotografij, ki jih je bilo treba hitro interpretirati, za kar je skrbelo množica fotointepretatorjev. Obdobje analogne aerofotogrametrije je na prehodu stoletja zamenjala digitalna aerofotogrametrija, katere razvoj na Slovenskem predstavljamo v nadaljevanju.

Prve aerofotografije na območju naše države, ki se hranijo v Arhivu Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS), so izdelali Nemci v letu 1943 na območju cestne povezave Železniki–Škofja Loka–Gorenja vas. Posnetih je bilo 483 aerofotografij. Od leta 1953 do leta 1970 so slovensko ozemlje aerofotografirale ekipe iz Vojnega geografskega inštituta v Beogradu s svojimi letali in opremo.

Sledilo je obdobje do leta 2008, ko je aerofotografiranje Slovenije skoraj v celoti izvajal Geodetski zavod RS (GZS) z lastno posadko, letali in opremo. Začetek in nadaljevanje tega samostojnega aerofotografiranja je v eni od prejšnjih številčk Geodetskega vestnika lepo opisal Boris Krotec (Krotec, 2020), ki je večino časa svoje delovne aktivnosti posvetil aerofotografiranju.

Pomembna letnica pri aerofotografiranju v Sloveniji je leto 1975, ko se je začel izvajati projekt *Ciklično aerofotografiranje Slovenije* (CAS), ki se še vedno izvaja vsako leto. Takrat se je začelo celotno območje države sistematsko aerofotografirati v različno dolgih časovnih ciklih, od enega do petih let, večinoma pa so bili in so še triletni. Sedanji cikel CAS (2020–22) je 14. po vrsti. Analogna doba zajema aerofotografij se je končala z letom 2006, ko se je pri izvedbi CAS prvič uporabil profesionalni digitalni velikoformatni aerofotoaparatus (Intergraph Z/I DMC).

Po letu 2008 so CAS, na podlagi Gursovih razpisov, opravljali različni domači izvajalci v sodelovanju s tujimi fotogrametričnimi podjetji. Večinoma so se uporabljali aerofotoaparatus proizvajalca Vexcel, v letu 2015 je bil v projektu CAS uporabljen prvi digitalni aerofotoaparatus, in sicer Z/I Imaging DMC II 230.

Vse aerofotografije, ki niso bile izdelane v okviru projekta CAS, so del tako imenovanega posebnega aerofotografiranja Slovenije (PAS). Izvajalo se je pri posameznih večjih ali manjših lokalnih projektih (na primer projektiranju avtocest, aerofotografiranju posameznih občin, izdelavi topografskih načrtov velikih meril, na primer 1 : 1000, izdelavi panoramskih pogledov ...) in so običajno fotografirane v večjih merilih kot aerofotografije CAS. Zadnji posnetki PAS v arhivu GURS so iz leta 2005, saj se kasneje zaradi različnih razlogov v arhiv niso več predajali.

V nadaljevanju prikazujemo zadnje petnajstletno obdobje izvajanje projekta CAS, ko se je zamenjala tehnologija aerofotografiranja, menjali so se tudi izhodni rezultati. Uporabnikom izdelkov projekta CAS želimo tudi prikazati, katera območja države so bila aerofotografirana in v kakšnih časovnih ciklih ter kateri so bili osnovni izdelki.

## 2 CAS 2006 – PRVI DIGITALNI ZAJEM

Ponudnikov oziroma proizvajalcev analognih velikoformatnih aerofotoaparotov je bila vedno le peščica. Do začetka komercializacije aerofotoaparotov digitalne dobe (okrog leta 2000) sta bila le dva večja proizvajalca: Zeiss in Wild oziroma njuna naslednika Z/I-Imaging in Leica-Geosystems. S prehodom v digitalni način aerofotografiranja za potrebe kartiranja se je precej razširilo število ponudnikov v razredu srednjeformatnih aerofotoaparotov, le malo pa v ponudbi velikoformatnih.

Leta 2006 je bila na GZS sprejeta odločitev o nakupu velikoformatnega digitalnega aerofotoaparata. Pri digitalnih sistemih so bile na voljo tri možnosti: Leica ADS40, Z/I Imaging DMC in Vexcel UltraCam. ADS40 je bil takoj izločen, saj je bil to linijski senzor, bolj namenjen aplikacijam daljinskega zaznavanja in precej občutljiv že za manjše izpade zajema podatkov GNSS in INS. Preostala sistema sta vsebovala ploskovni senzor, kjer je bila izhodna fotografija enaka kot pri običajnem digitalnem fotoaparatu in podobna skenogramu analognih aerofotografij. Tudi za obstoječo fotogrametrično prakso in programsko opremo domačih izvajalcev stereozajema in drugih izdelkov je bil ploskovni senzor primernejša izbira. Kot prvi digitalni aerofotoaparat, uporabljen pri izvedbi projekta CAS, je bil izbran DMC (glej sliko 1).

Odločilna pri izbiri aerofotoaparata je bila informacija o izkušnjah nemškega uporabnika z Vexcelovim aerofotoaparatom, ki takrat še ni bil najbolj zanesljiv. Čeprav se je ekipa za izbor digitalnega aerofotoaparata sprva bolj nagibala k avstrijskemu ponudniku (Vexcel), je bil potem izbran DMC (glej sliko 1).

CAS se je v letu 2006 izvajal po trigonometričnih sekcijah, kar pomeni, da je bila vsaka trigonometrična sekcija (22,5 x 15 kilometrov), razen ob državni meji, kjer so se manjši deli trigonometričnih sekcij priključili večjim, svoj fotogrametrični blok. Vseh fotogrametričnih blokov je bilo 59. Aerofotografiranje je potekalo od 27. junija do 2. septembra 2006, skupno v sedemnajstih delovnih dnevih. Osnovni izdelek so bile aerofotografije s parametri zunanje orientacije, izračunane v procesu aerotriangulacije in narejene z dvema različnima nominalnima dolžinama talnega intervala (DTI), in sicer z DTI 25 centimetrov za območja, obarvana v modro, in z DTI 50 centimetrov za območja, ki so obarvana svetleje (glej sliko 2). Glavni izdelek projekt je bil barvni ortofoto s prostorskima ločljivostma 25 in 50 centimetrov ter barvni infrardeči ortofoto z ločljivostjo enega metra.

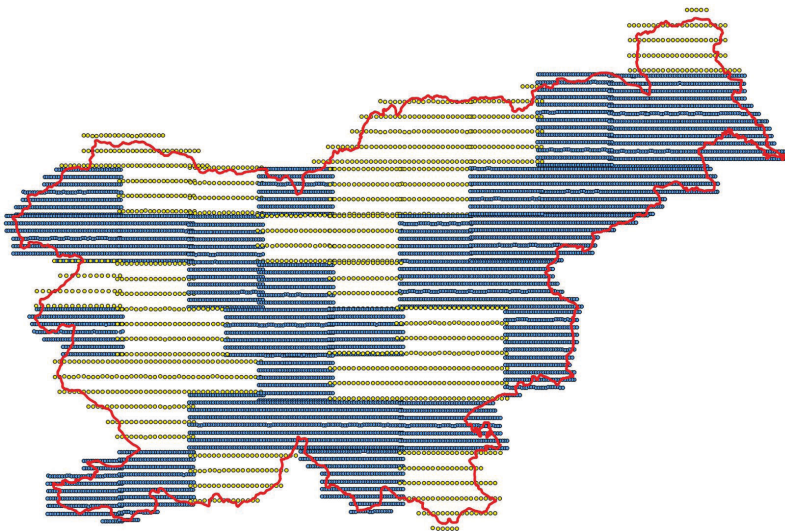
Skupaj je bilo v letu 2006 zajetih 10.341 barvnih aerofotografij, ki so bile orientirane v procesu aerotriangulacije (Klanjšček in sod., 2007). Vsaka aerofotografija ima tudi podatke o notranji in zunanji ori-



entaciji, kar omogoča izvajanje stereomeritev. Poleg orientiranih aerofotografij in ortofotov je bil izdelan digitalni model reliefa (DMR) v mreži 5 x 5 metrov, iz katerega so bili izračunani tudi nakloni terena.



Slika 1: Digitalni aerofotoaparati velikega formata Digital Mapping Camera (DMC), ki je bil vgrajen v letalo Geodetskega zavoda Slovenije Piper PA-31-350 Navajo Chieftain (S5-CGC) (foto: Rok Valič).

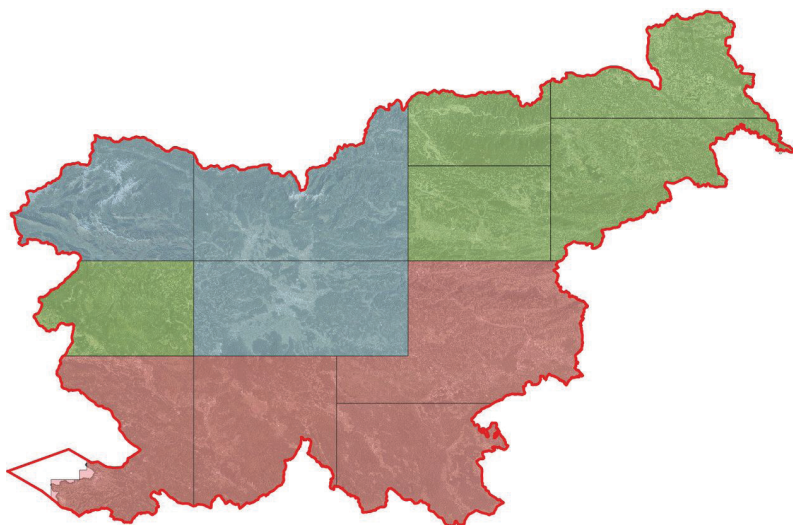


Slika 2: Lokacije aerofotografij v okviru CAS 2006 glede na različni ločljivosti (vir: GI).

### 3 CAS 2009–11

Spremembe v tem ciklu CAS glede na CAS 2006 so predvsem število in velikost fotogrametričnih blokov ter vračanje na triletno izvedbo. Število fotogrametričnih blokov se je zmanjšalo z 59 na 12, ki pa so zaradi tega večji, njihova izvedba po letih pa je v različnih barvah prikazana na sliki 3. Število blokov se je zmanjšalo zaradi povečanja ploskovnih senzorjev v novih velikoformatnih aerofotoaparatih in posledične možnosti aerofotografiranja večjih površin v krajšem času. Ker je bilo blokov manj, se je zmanjšalo tudi število aerofotografij, ki so se prekrivale na robovih blokov, torej tudi količina dvojnega pokritja.

Prostorska ločljivost ortofotov oziroma nominalna DTI aerofotografij v nadirju je bila določena za celoten cikel, in sicer 25 centimetrov, dejanska DTI pa se je spreminjala med vrednostma 20 in 25 centimetrov. Ločljivosti digitalnih aerofotoaparatorov se je zaradi napredka razvoja tehnologije s 104 megapikslov (MP, angl. megapixel) povečala na 136 MP (tretjina aerofotografij tega cikla CAS) oziroma 196 MP (dve tretjini aerofotografij tega cikla CAS).



Slika 3: Delitev območij v CAS 2009–11 po letih (2009 rdeča, 2010 zelena, 2011 modra) (vir: GI).

V tem ciklu CAS je bilo zajetih 11.472 aerofotografij. Kljub njihovi dovolj veliki prostorski ločljivosti so bili ortofoti izdelani samo v ločljivosti DTI 50 centimetrov. Poleg aerofotografij so bili rezultati projekta tudi že omenjeni listi brvnega ortofota in listi barvnega infrardečega ortofota (DTI 1 m) ter digitalni model reliefa (DMR) v mreži 5 x 5 metrov (Klanjšček in sod., 2010).

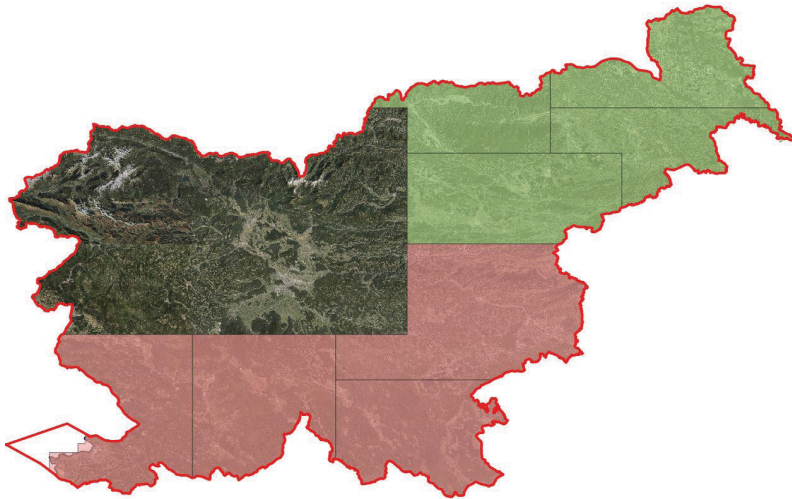
### 4 CAS 2012–16

Ta cikel CAS je za obdobje digitalne aerofotografije najmanj sistematičen, ker se je v letu 2014 poleg zaključevanja triletnega obdobja (2012–14) (Oven in sod., 2014a) izvedlo še dodatno aerofotografiranje približno dveh tretjin države (zelena barva na sliki 5). V letih 2012 in 2013 je projekt potekal po načrtu (glej sliko 4). Zaradi slabega vremena leta 2014 nista bila dokončana dva fotogrametrična bloka na območju Julijskih Alp (modra barva na sliki 5), ki sta bila nato izvedena leta 2015. V letu 2016 pa

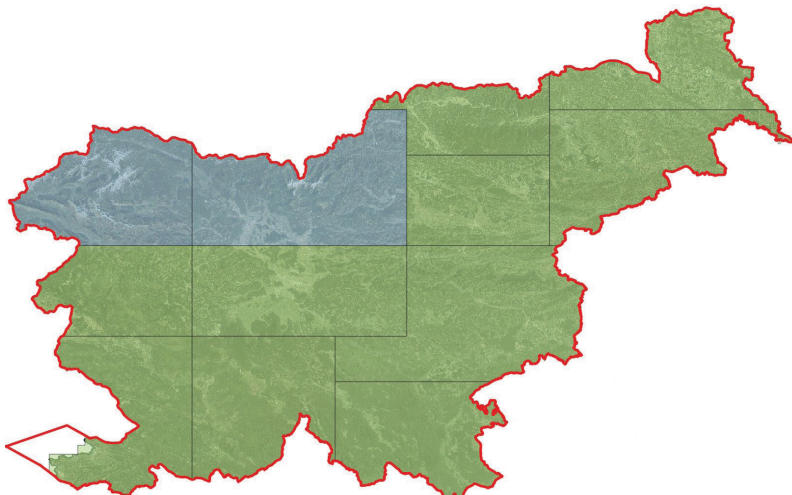
se je zaradi lovljenja triletnega časovnega zamika spet izvedlo isto, oziroma nekoliko večje, območje kot v letih 2013 in 2014 (slika 6) (Oven in sod., 2014b).

Delitev Slovenije na posamezne fotogrametrične bloke oziroma območja aerofotografiranja (OAF) se ni bistveno spremenila glede na CAS 2009–2011, se pa je precej spremenila časovna izvedba.

Aerofotografiranje vremensko najbolj zahtevnega dela Slovenije (Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp) je bilo v dosedanjih izvedba CAS vedno predvideno v zadnjem letu cikla. To se je izkazalo za problematično, saj je bilo običajno na voljo zelo malo vremensko ugodnih dni za aerofotografiranje tega območja. Težava je bila delno odpravljena v ciklu CAS 2017–19, ko so bile Julijske Alpe zajete v 1. letu, Kamniško-Savinjske Alpe pa v 2. letu cikla. Če bi bilo vreme slabo, bi namreč ta del Slovenije še vedno lahko aerofotografirali tudi še v letu 2019, ko še ne bi potekle pogodbene obveznosti izvajalca.



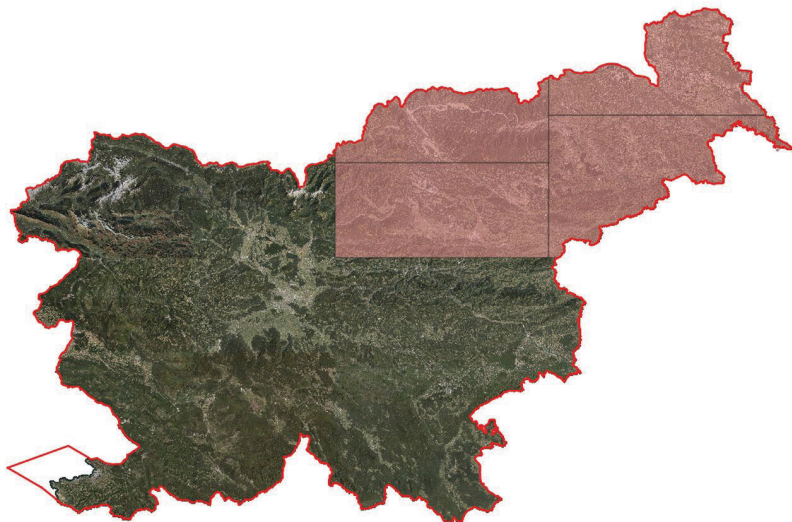
Slika 4: CAS 2012–16 v letih 2012–13 (leto 2012 rdeče, leto 2013 zeleno) (vir: GI).



Slika 5: CAS 2012–16 v letih 2014–15 (leto 2014 zeleno, leto 2015 modro) (vir: GI).

V tem ciklu je bilo (brez ponovitve aerofotografiranja dveh tretjin območja države v letu 2014 in brez aerofotografiranja v letu 2016) zajetih 11.374 aerofotografij. Uporabljeni so bili štiri tipi aerofotoaparatorov, in sicer: UltraCam Xp (196 MP), UltraCam Eagle (262 MP), Z/I DMC II (220 MP) in v letu 2016 tudi UltraCam Eagle Prime (340 MP). Razmerje med vzdolžnim in prečnim preklopom med aerofotografijami je bilo večinoma 60 % : 30 %, za 6 OAF, izvedenih v letih 2015 in 2016, pa že 80 % : 30 %. Vsi ortofoti so bili izdelani v prostorski ločljivosti 25 in 50 centimetrov v barvnem (RGB) načinu ter v prostorski ločljivosti 50 centimetrov v barvno infrardečem (BIR) načinu.

V letih 2014–15 je bila aerofotografirana celotna država, in sicer večina v letu 2014 (slika 5), v letu 2015 pa tisti del, ki zaradi slabega vremena ni bil zajet dotlej (Oven in sod., 2014).



Slika 6: CAS 2012–16 v letu 2016 (leto 2016 rdeče) (vir: GI).

V letu 2016 je bil spet aerofotografiran isti del kot v letih 2013 in 2014, ker bi bil pri prehodu na novo delitev v CAS 2017–19 ta del na vrsti šele leta 2019, kar bi bila prevelika časovna razlika (Bric, Tršan in Oven, 2016).

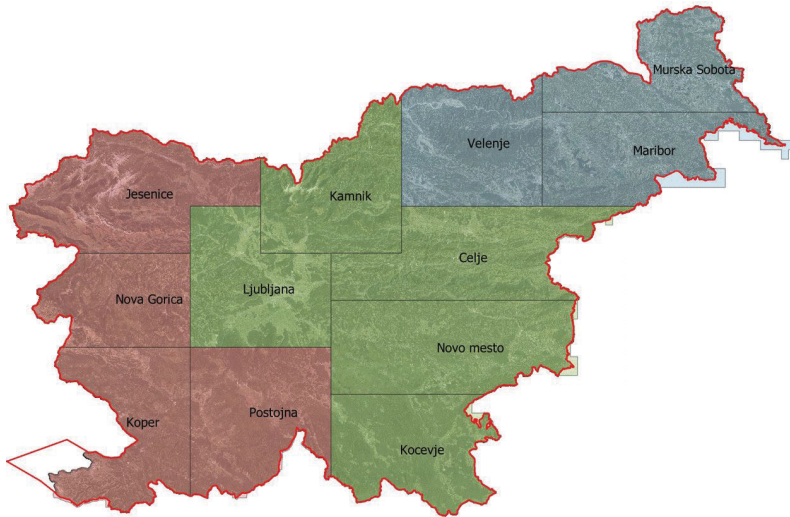
Poleg aerofotografij in njihovih orientacij so bili rezultati projekta kot običajno barvni ortofoti (DTI 0,25 in 0,50 m) in barvni infrardeči ortofoti (DTI 0,5 m) ter digitalni model reliefa (DMR) v mreži 5 x 5 metrov. Poleg barvnih aerofotografij so od takrat na voljo tudi originalni zapisi posameznih spektralnih pasov: pankromatski, rdeči, zeleni, modri in infrardeči.

V letih 2015 in 2016 so izvajalci za izdelavo ortofota že uporabljali DMR v mreži 1 x 1 meter, ki je bil izdelan iz podatkov projekta Lasersko skeniranje Slovenije (LSS).

## 5 CAS 2017–19

Na nekaterih območjih aerofotografiranja sta se poleg časovnega zaporedja izvedbe spremenila tudi oblika in velikost, predvsem zaradi izenačevanja njihovih površin, in tudi zaradi spremenjenih prioritet izvedbe nekaterih državnih projektov (slika 7). Načrtovano je bilo, da naj bi se vsako leto zajele aerofotografije za

štiri OAF-je, vendar je bilo leta 2018 zajetih pet OAF-jev in tako so za leto 2019 ostali le še trije (Bric, Tršan in Oven, 2018). OAF-ji enega leta so se iz že opisanih razlogov združili po vertikali in tako so bili leta 2017 zajeti trije najzahodnejši OAF-ji, in sicer: Jesenice, Nova Gorica in Koper, ter srednji južni OAF Postojna. V letu 2018 je bilo zajetih pet OAF-jev, in sicer: Kamnik, Ljubljana, Novo mesto, Kočevje in Celje. Slednje je bilo sicer prvotno predvideno za izvedbo v letu 2019.



Slika 7: Izvedba CAS 2017–19 po letih (2017 rdeča, 2018 zelena, 2019 modra) (vir: GI).

Skupno število zajetih aerofotografij v tem ciklu CAS je bilo 17.089 (Bric, Tršan in Oven, 2019). Ostali izdelki so enaki kot v letih 2015 in 2016, dodan je bil še digitalni model površja (DMP), ki so ga izvajalci računali z uporabo slikovnega ujemanja. Zapisan je v formatu LAS, kjer pa ima vsaka točka DMP tudi barvo (RGB) iz barvnih aerofotografij.

## 6 CAS 2020–22

Prostorska in časovna delitev projekta CAS je enaka kot v predhodnem ciklu, ker se je izkazala kot ustrezna. Tehnične zahteve so se le malo spremenile v primerjavi s prejšnjim ciklom. Spremenjeno bo število izvedenih OAF-jev v letu 2021, in sicer bodo zajeti štiri namesto petih OAF-jev. V letu 2022 se bodo tako izvedli štiri OAF-ji namesto treh, OAF Celje se bo izvedel v letu 2022 (Oven in sod., 2019; Bric in sod., 2020). Drugih sprememb pri izvajanju projekta CAS v tekočem ciklu 2020–2022 ni predvidenih.

## 7 CAS 2023–25

Razpis za izvedbo cikla CAS 2023–25 se bo izvedel v letu 2022. Prostorska razdelitev in izvedba števila OAF po letih naj se ne bi spreminjala. Še vedno se predvideva uporaba velikoformatnih aerofotoaparatorov oziroma sistemov, ki lahko izdelajo vertikalne aerofotografije v štirih kanalih velikosti najmanj 180 MP z odpravljenjo distorzijo. Možne so spremembe pri zmanjšanju dolžine talnega intervala (DTI) na 20 ali celo na 15 centimetrov ter povečanje prečnega preklopa med pasovi s 30 % na 60 %, kar bi pomenilo povečanje ločljivosti aerofotografij, ortofota ter tudi gostejši in kakovostnejši DMP.

## 7 SKLEPNE UGOTOVITVE

Projekt CAS, ki od leta 1975 poteka neprekinjeno, je v letu 2006 prešel iz analogne tehnologije zajema aerofotografij na digitalno. Tudi vsi nadaljnji procesi obdelave in uporabe aerofotografij potekajo na vse zmogljivejši opremi, z učinkovitejšimi algoritmi in procesi. Uporabljajo se tudi avtomatizirani postopki izdelave osnovnih izdelkov projekta in tudi nadaljnje obdelave teh izdelkov so vse bolj avtomatizirane.

Velikokrat se dogaja, da uporaba rezultatov projektov CAS časovno preveč zaostaja za zajemom. Veliko zbirk, ki bi morale biti sprotno vzdrževane (na primer digitalni topografski model, topografske karte večjih in manjših meril...), zato čaka in izgublja svojo geoinformacijsko vrednost oziroma uporabnost pri zainteresiranih uporabnikih prav zaradi neažurnosti.

Spremembe tehničnih parametrov izvedbe CAS bodo odvisne tudi od uspešnosti vpeljave cikličnega laserskega skeniranja Slovenije (CLSS), s katerim naj bi predvidoma v treh letih prekrili celotno državo in ki naj bi se najverjetneje začelo leta 2022.

### Literatura in viri:

- Read, R., Graham, R. (2002). *Manual of Aerial Survey: Primary Data Acquisition*. Dunbeath, Whittles Publishing.
- Bric, V., Tršan, S., Oven, K. (2016). Kontrola kakovosti izvedbe projekta »Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2015–16«: pogodba o financiranju nalog javnega pooblastila št. 2552-15-000030: končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2016.
- Bric, V., Tršan, S., Oven, K. (2018). Kontrola kakovosti izvedbe projekta »Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2017–19 za leto 2018«: pogodba o financiranju nalog javnega pooblastila št. 2552-17-000041: letno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2018.
- Bric, V., Tršan, S., Oven, K. (2019). Kontrola kakovosti izvedbe projekta »Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2017–19 za leto 2019«: letno poročilo za leto 2019. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2019.
- Bric, V., Tršan, S., Oven, K. (2020). Kontrola kakovosti izvedbe projekta Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2020–22: letno poročilo za leto 2020. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2020.
- Klanjšček, M., Berk, S., Bric, V., Fajdiga, D., Kovačič, B., Oven, K., Žagar, T. (2009). »Kontrola kakovosti aerofotografij, DMR in ortofota 2009–10«: letno poročilo za leto 2009. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2009.
- Klanjšček, M., Ipša, A., Barborič, B., Potočnik, B., Fajdiga, D., Karmičnik, I., Grobovšek, J., Oven, K., Triglav Čekada, M., Brajnik, M., Mesner, N., Tršan, S., Babič, U. (2007). »Kontrola kakovosti AT, DOF in DMR«: letno poročilo za leto 2006. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2007.
- Krotec, B. (2020). 50-letnica ustanovitve in pričetka dejavnosti lastne aerosnemalne službe v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 64 (2), 257–264.
- Oven, K., Tršan, S., Berk, S., Bric, V. (2014a). Kontrola kakovosti izvedbe projekta »Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2012–2014« (CAS12–14): elaborat: končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2014.
- Oven, K., Berk, S., Tršan, S., Bric, V. (2014b). Kontrola kakovosti izvedbe projekta »Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2014 (CAS 2014)«: elaborat: končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2014.
- Oven, K., Tršan, S., Bric, V. (2019). Kontrola kakovosti izvedbe projekta »Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2017–19«: elaborat: zbirno poročilo celotnega cikla in dopolnitev tehnične dokumentacije za nov razpis CAS 2020–22. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije, 2019.

**mag. Vasja Bric, univ. dipl. ing. geod.**

Geodetski inštitut Slovenije  
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana  
e-naslov: vasja.bric@gis.si

**Peter Prešeren univ. dipl. ing. geod.**

Geodetska uprava Republike Slovenije  
Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana  
e-naslov: peter.preseren@gov.si

**mag. Katja Oven univ. dipl. ing. geod.**

Geodetski inštitut Slovenije  
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana  
e-naslov: katja.oven@gis.si

# LOKACIJSKA IZBOLJŠAVA – LOCATION IMPROVEMENT – IZHODIŠČE ZA VZDRŽEVANJE A SOLID FOUNDATION FOR PODATKOV DATA MAINTENANCE

*Karolina Koračin, Kristina Murovec, Marko Rotar*

## IZVLEČEK

Lokacijska izboljšava zemljiškega katastra za območje vse države je bila izvedena v letih 2018–2020 v okviru projekta eProstor. Njen rezultat je zvezen sloj zemljiškokatastrskega načrta (ZKN), ki pa je glede na izhodiščne podatke, razpoložljiv čas in temu prilagojeno metodologijo izvedbe nehomogene položajne točnosti. To pomeni izziv za geodetsko stroko pri nadaljnjem vzdrževanju zemljiškega katastra. Pri vzdrževanju sloja ZKN je treba upoštevati strokovna pravila za koordinatni vklop. Če je na območjih dobre položajne točnosti pri vzdrževanju sloja ZKN mogoče enostavno uporabiti načelo vzdrževanja z neposredno uporabo koordinat v D96/TM, v kombinaciji z ročno izvedbo prevezav na obstoječe položaje točk v neposredni okolici izvedene geodetske storitve, je na območjih s slabšo položajno točnostjo treba narediti nekaj več. Ugotavljamo, da bo treba izvesti lokacijsko izboljšavo na zakonsko opredeljenem 100-metrskem območju okrog obravnavanega zemljišča iz osnovne geodetske storitve (61.a člen Zakona o evidentiranju nepremičnin – ZEN). Na območjih najslabših položajnih točnosti pa mogoče niti to ne bo dovolj in bo treba izvesti predhodno lokacijsko izboljšavo na širšem območju geodetske storitve. Za to bo poskrbela strokovna skupina geodetske uprave, in sicer na predlog geodetskega podjetja, ki bo predhodno izvedlo lokacijsko izboljšavo na ožjem območju osnovne geodetske storitve (po 61.a členu ZEN), a rezultat še vedno ne bo omogočal kakovostnega koordinatnega vklopa. Po prehodu na nov sistem po Zakonu o katastru nepremičnin v letu 2022 se bo vodil en sam grafični sloj podatkov zemljiškega katastra. Podatki o mejah parcel bodo v ta sloj prevzeti iz ZKN. Kakovostno vzdrževan ZKN pomembno prispeva k absolutni položajni točnosti podatkov zemljiškega katastra in zagotavlja kakovostno podlago. Geodetska stroka se mora zavedati pomena podatkov zemljiškega katastra za upravljanje prostora in temu primerno pri svojem delu ravnati kot dober gospodar.

## 1 UVOD

Zemljiški kataster je evidenca (zbirka uradnih podatkov), sestavljena iz zadnje vpisanih podatkov, arhiviranih podatkov iz preteklosti in zbirke listin. Podatki se vodijo opisno in grafično. Evidentirani podatki izkazujejo različno stopnjo točnosti, ki je odvisna od točnosti postopkov prvega vpisa (nastavitve) pa tudi vseh nadaljnjih postopkov vzdrževanja. Ti postopki so bili v različnih zgodovinskih obdobjih določeni s pravili, ki so se spreminjala. Poleg tega je na način vzdrževanja vplival »osebni pristop« geodetov in posebnosti vzdrževanja po posameznih geodetskih pisarnah v preteklosti.

Slabša položajna točnost grafičnih podatkov zemljiškega katastra omejuje njihovo uporabo tako na področju prostorskega načrtovanja, graditve objektov kot tudi upravljanja nepremičnin v najširšem smislu.

Prve rešitve za izboljšanje položajne točnosti na območjih slabše kakovosti so bile zasnovane parcialno in izvedene na manjših območjih. Ena izmed večjih je bila lokacijska izboljšava na območjih trajnih nasadov. Različne izboljšave so natančneje predstavljene v delu *Slovenska zemlja na katastrskih načrtih* (Slak et al., 2020).

Pri natančnejšem pregledu podatkov zemljiškega katastra v letu 2017 je bilo ugotovljeno, da je samo za približno četrtno vseh parcel v Sloveniji mogoče oceniti točnost in natančnost njihovih meja. V grafičnem delu zemljiškega katastra so bile parcele z znano oceno točnosti prikazane v ZKN, ki je bil nezvezen sloj grafičnih podatkov o mejah parcel. ZKN zaradi svoje nezveznosti kljub dobri točnosti ni bil široko uporaben.

Geodetska uprava Republike Slovenije je zaradi zavedanja o nepoznavanju položajne točnosti oziroma slabi in nehomogeni položajni točnosti grafičnih podatkov zemljiškega katastra na nekaterih območjih na eni strani in potreb različnih uporabnikov na drugi strani začela iskati rešitev, s katero bi dobili rezultate v realnem času za vso državo.

## 2 LOKACIJSKA IZBOLJŠAVA ZEMLJIŠKOKATASTRSKEGA PRIKAZA Z MEMBRANSKO METODO HOMOGENIZACIJE V OKVIRU PROGRAMA PROJEKTOV E-PROSTOR

Izbrana rešitev je bila lokacijska izboljšava zemljiškokatastrskega prikaza (v nadaljevanju: ZKP) s postopkom izravnave in homogenizacije (membranska metoda), ki omogoča zvezen prenos izboljšave položajev kakovostno merjenih (veznih) točk na model ZKP. Rezultati tujih in preliminarnih študij Fakultete za gradbeništvo in geodezijo so namreč pokazali, da je mogoče z membransko metodo učinkovito izboljšati položajno točnosti ZKP ob optimalni količini in razporeditvi veznih točk, ki imajo kakovostne koordinate, in ob upoštevanju relativnih razmerij med ZK-točkami. Pri metodi se tudi nedvoumno uporabljajo osnove geodetske stroke (metode koordinatne geometrije, topologije, izravnave, zakona o prenosu varianc in kovarianc) (Čeh in sod., 2015a, 2015b, 2017, 2019).

Lokacijska izboljšava je bila izvedena kot tehnični postopek in ni vplivala na lastninsko-pravna razmerja. Kot projekt v okviru programa projektov e-Prostor je potekala od začetka leta 2018 do novembra leta 2020. Čeprav je bil poudarek na izboljšavi katastrskih grafičnih podatkov na območjih poseljenih zemljišč, je bila izboljšava izvedena za celotno območje Slovenije (za vseh 2698 katastrskih občin). Zasnovana je bila glede na tri ravni: poseljena zemljišča, območja kmetijskih zemljišč in območja gozdnih zemljišč z visokogorjem. Za vsako raven je bila določena drugačna vrednost pogoja **enakomerne pokritosti območja s kakovostnimi veznimi točkami** (razdalje med veznimi točkami), in sicer 300 metrov na območju poseljenih zemljišč, 600 metrov na območjih kmetijskih zemljišč in 1200 metrov na območju gozdnih zemljišč z visokogorjem. Na območjih, kjer obstoječa razporeditev ZK-točk s kakovostnimi koordinatami iz evidenc zemljiškega katastra ni ustrezala navedenim zahtevam posameznih ravni, so bile pridobljene koordinate dodatnih veznih točk na podlagi terenske izmere in transformacije podatkov iz zbirke listin, fotointerpretacije DOF-podatkov in podatkov analitičnega senčenja (PAS).

Membranska metoda je omogočila učinkovit prenos položajne izboljšave s točk, določenih s kakovostnimi koordinatami (vezne točke), na okolico na zvezen način (homogenizacija), pri čemer se vpliv veznih točk



na popravke položajev lomnih točk z oddaljenostjo zmanjšuje. Zato je za kakovosten rezultat pomembna uporaba ustreznega števila veznih točk s kakovostnimi koordinatami in njihova optimalna razporeditev.

Če na območju ni bilo dovolj primerno razporejenih točk s kakovostnimi koordinatami ali pa so bila porušena relativna razmerja do drugih ZK-točk, metoda ni prinesla zadovoljive točnosti in bo rešitev za položajno izboljšanje teh podatkov treba iskati v okviru geodetskih storitev in dodatnih lokacijskih izboljšav.

Rezultat izboljšave je bila določitev koordinat vsem ZK-točkam (ki še niso imele kakovostno določenih koordinat) in posledično tudi dopolnitev sloja ZKN v zvezen sloj (ob nespremenjenih grafičnih koordinatah). Te homogenizirane koordinate niso primerna podlaga za postopek ugotavljanja meja v geodetskih storitvah. Zavedati se je treba tudi, da je tako dobljen zvezni sloj ZKN še vedno nehomogene položajne točnosti. To izhaja že iz same delitve območij v postopku na tri ravni in s tem povezanih zahtevanih razdalj med veznimi točkami. Položajna točnost homogeniziranih koordinat je odvisna tudi od vhodne položajne točnosti ZKP (ki je izrazito nehomogena), ustrezno evidentiranega stanja v ZKP in metod vzdrževanja podatkov zemljiškega katastra.

Postopek lokacijske izboljšave ZKP v okviru programa projektov e-Prostor je bil natančno opisan v Geodetskem vestniku (Rotar in Murovec, 2019).

Lokacijskih izboljšav pa z iztekom projekta ni konec. Z vključitvijo kakovostno določenih koordinat ZK-točk in numeričnih podatkov relativne geometrije iz aktualnih arhivskih elaboratov je mogoče območja nekakovostnih katastrskih podatkov položajno še dodatno izboljševati. Te lokacijske izboljšave imenujemo **dodatne izboljšave območij** in zajemajo izboljševanje položajne točnosti podatkov na območjih, ki so praviloma manjša od celotne katastrske občine. Z dodatnimi lokacijskimi izboljšavami se ukvarja strokovna skupina na Geodetski upravi RS.

### 3 GRAFIČNI PODATKI ZEMLJIŠKEGA KATASTRA

Grafični podatki zemljiškega katastra se hranijo in vzdržujejo na dveh slojih: sloju zemljiškokatastrskega prikaza – ZKP, ki temelji na grafičnih koordinatah ZK-točk, in sloju zemljiškokatastrskega načrta – ZKN, ki sloni na koordinatah ZK-točk.

Skupno obema slojema je, da sta zvezna in topološko pravilna. Vzdržujeta se z istimi postopki. Načina vzdrževanja slojev pa se med seboj razlikujeta. Razlika med slojema je tudi v točnosti, in sicer je sloj ZKN v večini veliko točnejši od sloja ZKP.

V tem trenutku imata sloja ZKP in ZKN s strokovnega vidika enakovredno vlogo, zato je treba enako skrbno vzdrževati podatke obeh.

#### 3.1 Zemljiškokatastrski prikaz – ZKP

ZKP je sloj, izdelan na podlagi grafičnih koordinat ZK-točk. Že od nastanka se izkazuje kot zvezen sloj na območju vse države.

Zaradi slabše položajne točnosti kaže ZKP ponekod večje in ponekod manjše odstopanje od dejanskega stanja v naravi. Zaradi tega se ne sme neposredno uporabljati za ugotavljanje mej po podatkih zemljiškega

katastra, na kar opozarjajo tudi določbe ZEN. Vzroke za slabšo položajno točnost gre iskati v zgodovini nastanka analognih načrtov in njihovega vzdrževanja v preteklih dveh stoletjih ter v postopkih pretvorbe podatkov iz analogne v digitalno obliko.

Uporabnost sloja ZKP je zelo široka, saj je bil do izteka lokacijske izboljšave v okviru programa projektov e-Prostor v letu 2020 edini zvezni sloj za območje države. ZKP je podlaga številnim drugim evidencam v prostoru. Zavedati se je treba, da so podatki, ki so posledica grafičnih presekov z ZKP, na območjih slabše položajne točnosti ZKP manj točni.

### 3.2 Zemljiškokatastrski načrt – ZKN

Veliko težav s položajno točnostjo grafičnih podatkov odpravlja sloj ZKN, ki je izdelan na podlagi koordinat ZK-točk.

Prvotno je bil izdelan nezvezno na podlagi takrat razpoložljivih ZK-točk s kakovostnimi koordinatami v državnem koordinatnem sistemu (točnost višja ali enaka enemu metru). Koordinate na sloju ZKN predstavljajo stanje v naravi tako natančno, kot je to omogočala metoda določitve koordinat, in se od stanja v naravi razlikujejo največ za en meter

V letu 2020 je z zaključkom lokacijske izboljšave v okviru programa projektov e-Prostor tudi sloj ZKN postal zvezen. Vanj so bile namreč dodane ZK-točke s homogeniziranimi koordinatami. Koordinate ZK-točk, ki so podlaga za prikaz sloja ZKN, torej izhajajo iz evidentiranih geodetskih postopkov ali pa so bile pridobljene z različnimi tehnikami in metodami izboljšav grafičnih podatkov zemljiškega katastra. Točnost teh podatkov je različna. Zato so v sloju ZKN tako ZK-točke kot tudi deli mej parcel in zemljišč pod stavbo prikazani v dveh barvah:

- rdeča predstavlja točnost, višjo ali enako 1 metru (koordinate iz geodetskih postopkov), in
- modra predstavlja točnost, nižjo od 1 metra (koordinate, pridobljene z izboljšavami).

## 4 VZDRŽEVANJE GRAFIČNIH PODATKOV

Grafični podatki se vzdržujejo z geodetskimi in tehničnimi postopki (kot so lokacijske izboljšave). Vzdržujeta se oba grafična sloja (ZKP in ZKN). Bistveno vodilo vzdrževanja obeh slojev je, da se zagotovi topološko pravilen zvezen sloj, ki grafično prikazuje čim pravilnejša razmerja evidentiranih parcel.

### 4.1 Vzdrževanje ZKP

Sloj ZKP je izdelan na podlagi grafičnih koordinat, zato se tudi za vzdrževanje uporabljajo grafične koordinate ZK-točk. Cilj vzdrževanja je vris podatkov novih postopkov na način, da relativna razmerja na sloju ZKP čim pravilneje prikazujejo razmerja evidentiranih parcel. Absolutna položajna točnost evidentiranja je pri vzdrževanju ZKP v podrejenem položaju.

V splošnem se na območju vzdrževanja sloja ZKP uporablja grafični vklop, ki precej ohranja relativna razmerja prikaza. Pri grafičnem vklopu se grafične koordinate ZK-točk določijo tako, da se zaris spremenjenih in novih mej parcel in zemljišč pod stavbo s premikom, vrtenjem ter prilagoditvijo grafično vklopi v obstoječi sloj ZKP. Sledi še poprava povezav na položaje točk v okolici. Z grafičnim vklopom se

zagotavlja identično število ZK-točk, ki določajo mejo v naravi, število lomov v sloju ZKP, podobnost oblike parcel in zemljišč pod stavbo v naravi in na sloju ZKP ter čim pravilnejša relativna razmerja do okoliških parcel.

Posebnost so območja koordinatne izmere, kjer se za vzdrževanje sloja ZKP uporablja koordinatno vzdrževanje (glej v nadaljevanju). To načelo je mogoče uporabiti tudi na drugih območjih, pogoj je le, da imajo dobro položajno točnost. Seveda to velja samo, če se s tem bistveno ne spremenijo relativna razmerja parcel in zemljišč pod stavbo v okolici izvedene geodetske storitve.

#### 4.2 Vzdrževanje ZKN

Za vzdrževanje sloja ZKN se uporabljajo koordinate ZK-točk. Cilj vzdrževanja je evidentiranje podatkov novih postopkov tako, da se ohrani absolutna položajna točnost podatkov ter čim pravilneje evidentirajo relativna razmerja evidentiranih parcel v okolici. Relativna razmerja v okolici so pri vzdrževanju ZKN v podrejenem položaju.

Vzdrževanje poteka z neposredno uporabo izmerjenih/izračunanih koordinat ZK-točk (koordinatni vklop). V nasprotju z vzdrževanjem sloja ZKP se tu premik, vrtenje in prilagoditev na podlagi identičnih točk ne izvajajo.

S koordinatnim vklopom se zagotavlja:

- identično število ZK-točk, ki določajo mejo v naravi, in število lomov v sloju ZKN,
- identičnost oblike parcel in zemljišč pod stavbo v naravi in na sloju ZKN,
- ohranitev absolutne točnosti ZK-točk iz postopka,
- ohranitev relativnih razmerij do ostalih ZK-točk s točnimi koordinatami (do vključno enega metra) ter v splošnem tudi prikaz čim pravilnejših relativnih razmerij do preostalih ZK-točk slabše točnosti v ZKN.

Za vzdrževanje sloja ZKN pri izvedbi geodetske storitve ni pomembno samo, da je sloj po storitvi topološko pravilen, ampak tudi vse prej našteto. Kakovostno vzdrževanje sloja ZKN zagotovimo tako, da ga izvajamo v enem ali več korakih:

1. Če ima ZKN **dobro položajno točnost**, lahko zadostuje že en sam korak: vklop z neposredno uporabo koordinat s prilagoditvijo bližnje okolice, če je to potrebno za prikaz pravih relativnih razmerij na sosednjih parcelah.
2. Če je **položajna točnost ZKN slabša** in koordinati vklop s prilagoditvijo bližnje okolice ne ustreza pravilom koordinatnega vklopa, je treba geodetsko storitev razširiti z dodatno geodetsko storitvijo – lokacijsko izboljšavo po določilih 61.a člena ZEN (izdela se skupen elaborat osnovne geodetske storitve in lokacijske izboljšave).
3. Pri **zelo slabi položajni točnosti ZKN** pa niti to ne bo dovolj, da bi zagotovili skladnost s pravili koordinatnega vklopa, in bo morala geodetska uprava izvesti predhodno izboljšavo na širšem območju geodetske storitve. Tako lokacijsko izboljšavo predlaga geodetsko podjetje, ki izvaja osnovno geodetsko storitev. Geodetsko podjetje po evidentiranju lokacijske izboljšave na širšem območju geodetske storitve izdela elaborat osnovne geodetske storitve (brez lokacijske izboljšave) z novimi vhodnimi podatki.



Slika 1: Koraki vzdrževanja sloja ZKN.

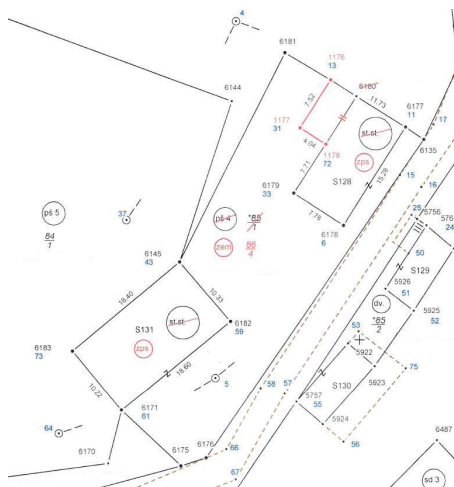
#### 4.2.1 KORAK 1: Vzdrževanje sloja ZKN z neposredno uporabo koordinat s prilagoditvijo bližnje okolice

ZK-točke, ki so predmet geodetske storitve, morajo imeti koordinate pridobljene z izmero (METEN 91 in 97), transformacijo (METEN 93) ali pa so določene s fotointerpretacijo DOF-podatkov, geodetskih načrtov ali izračunane (METEN 92).

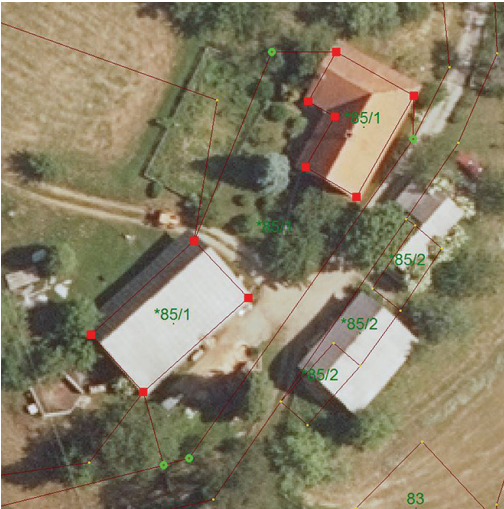
Sloj ZKN se za te ZK-točke vedno vzdržuje z neposredno uporabo koordinat ob upoštevanju strokovnih pravil za koordinatni vklop. Koordinatni vklop mora zagotavljati tudi, da se okolica geodetske storitve prilagodi tako, da se ob upoštevanju ugotovitev v postopku in zbirke listin v okolici ne ustvarjajo dodatni lomi, da se ohranijo topološka pravilnost, oblika parcele in čim pravilneje prikažejo relativna razmerja med evidentiranimi parcelami. Prilagoditev bližnje okolice (poprava preostalih točk parcel v postopku in poprava točk sosednjih parcel) je sestavni del koordinatnega vklopa in ne šteje za lokacijsko izboljšavo.

Če je sloj ZKN na območju geodetske storitve dobre položajne točnosti, koordinatni vklop podatkov geodetske storitve (s prilagoditvijo bližnje okolice) ne poruši bistveno relativnih razmerij v okolici izvedene storitve. Na takih območjih je kakovostno vzdrževanje zagotovljeno že s prvim korakom.

PRIMER KORAKA 1:



Slika 2: Skica geodetske storitve – postopek evidentiranja zemljišč pod stavbama.



Sliki 3 in 4: Neustrezen vklop podatkov geodetske storitve na sloj ZKN brez prilagoditve okolice (levo) in kakovosten vklop podatkov s prilagojeno okolico (desno). ZK-točke, ki so predmet geodetske storitve, so prikazane z rdečimi kvadrati. ZK-točke, ki imajo spremenjene koordinate zaradi prilagoditve okolice, pa so prikazane z zelenimi krogi.

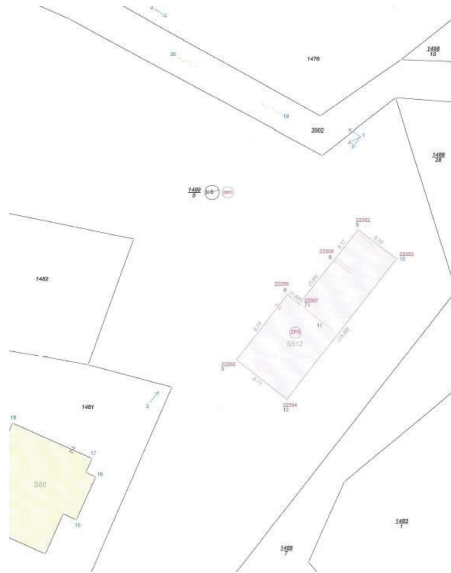
#### 4.2.2 KORAK 2: Vzdrževanje sloja ZKN z neposredno uporabo koordinat ZK-točk in hkratno lokacijsko izboljšavo po 61.a členu ZEN

Če koordinatni vklop (s prilagoditvijo bližnje okolice) ne zagotavlja topološko pravilnega sloja ali pa je sloj sicer topološko pravilen, so pa bistveno porušena relativna razmerja med parcelami v postopku in sosednjimi parcelami ali so bistveno porušena razmerja na parcelah v bližnji okolici, je treba geodetsko storitev razširiti še s postopkom lokacijske izboljšave po 61.a členu ZEN.

Zakon določa, da je lokacijska izboljšava tehnična sprememba podatkov o mejah parcel in zemljišč pod stavbo, s katero se izboljša njihova položajna točnost. Če je to potrebno zaradi evidentiranja novih ali spremenjenih podatkov v zemljiškem katastru v drugih postopkih, se lokacijska izboljšava izvede hkrati z drugimi postopki. Rezultat lokacijske izboljšave, ob izvedbi drugih postopkov, so spremenjene koordinate ZK-točk na območju lokacijske izboljšave, in sicer tistih ZK-točk, ki niso bile nove ali spremenjene v osnovnem postopku in so evidentirane s točnostjo, nižjo od enega metra, ali pa točnost točk ni določena. Območje lokacijske izboljšave obsega zemljišče v pasu 100 metrov okrog mej parcel ali zemljišč pod stavbo, za katere se lokacijska izboljšava izvaja.

Strokovna podlaga za evidentiranje položajno izboljšanih podatkov v zemljiškem katastru je elaborat lokacijske izboljšave, ki vsebuje prikaz obstoječih podatkov, predlog lokacijsko izboljšanih podatkov z navedbo njihove točnosti (razvrstitev spremenjenih ZK-točk v različne razrede točnosti) in podatke o načinu izvedbe lokacijske izboljšave. Način oziroma metoda izvedbe lokacijske izboljšave sicer zakonsko ni predpisana, vsekakor pa je treba upoštevati tudi podatke iz zbirke listin, ki so ob izvedbi geodetske storitve še aktualni. Če se lokacijska izboljšava izvaja hkrati z drugimi postopki, mora (skupen) elaborat vsebovati predpisane sestavine vseh postopkov. Lokacijsko izboljšane meje niso urejene meje, izkazujejo se zgolj kot spremembe v sloju ZKN.

PRIMER KORAKA 2:



Slika 5: Skica geodetske storitve – postopek evidentiranja zemljišča pod stavbo.



Slika 6: Vklp zemljišča pod stavbo z neposredno uporabo koordinat bi povzročil topološke napake na sloju ZKN.



Slika 7: Kakovosten koordinatni vklp podatkov geodetske storitve na sloj ZKN, na katerem je bila uvedena tudi lokacijska izboljšava po 61.a členu ZEN.

**4.2.3 KORAK 3: Vzdrževanje sloja ZKN z neposredno uporabo koordinat ZK-točk, potem ko je geodetska uprava predhodno izvedla lokacijsko izboljšavo na širšem območju geodetske storitve**

Če niti s hkratno izvedbo osnovne geodetske storitve in postopka lokacijske izboljšave na podlagi 61.a člena ZEN ni omogočen kakovosten koordinatni vklp, geodetsko podjetje predlaga geodetski upravi lokacijsko izboljšavo na širšem območju geodetske storitve.

Geodetska uprava se torej vključi v postopek šele, ko geodetsko podjetje izvede tako osnovno geodetsko storitev kot tudi lokacijsko izboljšavo po 61.a členu ZEN, a to ne prinese ustreznega rezultata. Zato je treba izvesti lokacijsko izboljšavo na širšem območju geodetske storitve.

V takem primeru geodetsko podjetje ne izdelava skupnega elaborata, ampak najprej pri geodetski upravi vloži **predlog** za izvedbo lokacijske izboljšave na širšem območju, ki presega zakonsko določeno območje lokacijske izboljšave po 61.a členu ZEN. Lokacijska izboljšava, ki jo je geodetsko podjetje izvedlo, pri tem ne bo evidentirana v zemljiškem katastru hkrati z elaboratom osnovne geodetske storitve, zato jo v nadaljevanju tega prispevka imenujemo poskusna lokacijska izboljšava.

Geodetsko podjetje je do te faze že moralo pregledati in preračunati podatke zbirke listin, pridobiti podatke s terensko izmero ter izračunane in izmerjene podatke analizirati. Prav tako je moralo izvesti poizkus koordinatnega vklopa z lokacijsko izboljšavo po 61.a členu ZEN. Zaradi nepotrebne podvajanja dela in izgube časa, s čimer bi se še podaljšal postopek lokacijske izboljšave na širšem območju geodetske storitve in s tem tudi sama izvedba geodetske storitve, je s Tehničnimi specifikacijami, izdanimi na podlagi Pravilnika o evidentiranju podatkov zemljiškega katastra, predpisana vsebina in struktura predloga s prilogami, iz katere je razvidno, da geodetsko podjetje ob vložitvi predloga preda geodetski upravi tudi izmerjene in preračunane podatke.

Predlog torej vsebuje osnovne podatke o geodetski storitvi, analizo izmerjenih in preračunanih podatkov ter pojasnilo o načinu izvedbe poskusne lokacijske izboljšave, opis nerešenih težav koordinatnega vklopa po poizkusni izboljšavi ter predlog geodetski upravi za dodatno izboljšavo širšega območja. Predlogu se priložijo:

- datoteka obdelave geodetske storitve,
- mapa z datoteko ZK-točk z določenimi koordinatami (točke z izmerjenimi ali transformiranimi koordinatami ob nebitveni spremembi grafičnih koordinat),
- mapa s podatki lokalnih koordinat (preračunanih lokalnih elaboratov) ter
- mapa s skico in prikazom sprememb osnovne geodetske storitve s poizkusno lokacijsko izboljšavo.

Arhivski elaborati morajo biti pregledani na območju geodetske storitve in v 100-metrskem pasu na območju poizkusne lokacijske izboljšave na podlagi 61.a člena ZEN. Za elaborate, ki vsebujejo vsaj v delu identične točke z zadnje vpisanimi podatki zemljiškega katastra (tako imenovane aktualne arhivske elaborate), mora geodetsko podjetje izvesti izmero koordinat na terenu ali koordinate pridobiti s transformacijo ali pa (najmanj) izračunati lokalne koordinate.

Analiza izmerjenih in preračunanih arhivskih podatkov vsebuje pregledno tabelo elaboratov s podatki o aktualnosti arhivskih elaboratov (aktualen v celoti, delno aktualen, neaktualen/obstaja novejši), s podatkom o načinu pridobitve koordinat (izmerjena ZK-točka, izmerjena točka uživanja, ki ni ZK-točka, transformirana ZK-točka) ter s podatkom o priloženih lokalnih koordinatah še aktualnih ZK-točk (če niso bile pridobljene koordinate).

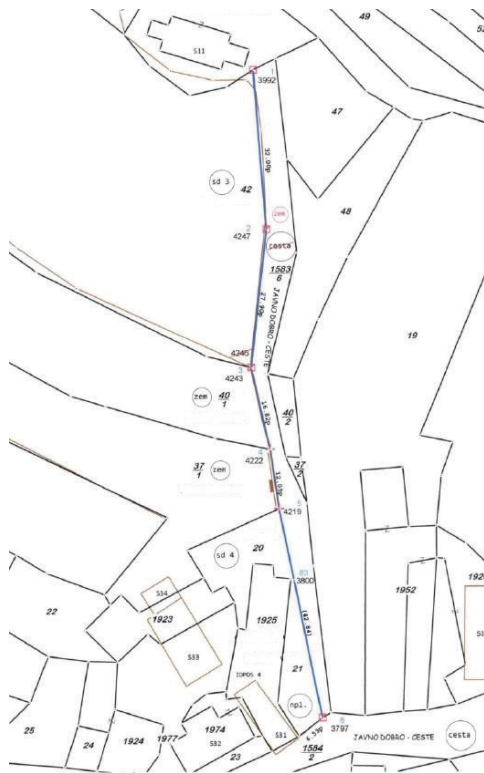
V predlogu morajo biti opisana/prikazana območja težav, ki jih s poizkusno izboljšavo ni bilo mogoče rešiti, in pa opisan/prikazan predlog širšega območja, na katerem naj geodetska uprava izvede lokacijsko izboljšavo.

Geodetska uprava oceni upravičenost predloga in v delo sprejme predloge, ki izpolnjujejo predpisane pogoje. V postopku poleg pridobljenih podatkov od geodetskega podjetja za izvedbo dodatne izboljšave

tudi sama poskrbi za pregled in preračun arhivskih podatkov na širšem območju, pridobi ustrezne podatke dodatnih veznih točk ter izvede lokacijsko izboljšavo z membransko metodo na širšem območju. Rezultat evidentiranja lokacijske izboljšave na širšem območju so spremenjene koordinate ZK-točk, kar se odraža na spremembah v sloju ZKN. Zaradi zagotavljanja kakovostnega vklopa sprememb se lahko na širšem območju geodetske storitve ob izvedbi lokacijske izboljšave spremenijo tudi grafične koordinate ZK-točk, vendar le, če so zanesljivejše. Spremembe grafičnih koordinat ZK-točk v takih primerih seveda vplivajo na spremembe v sloju ZKP.

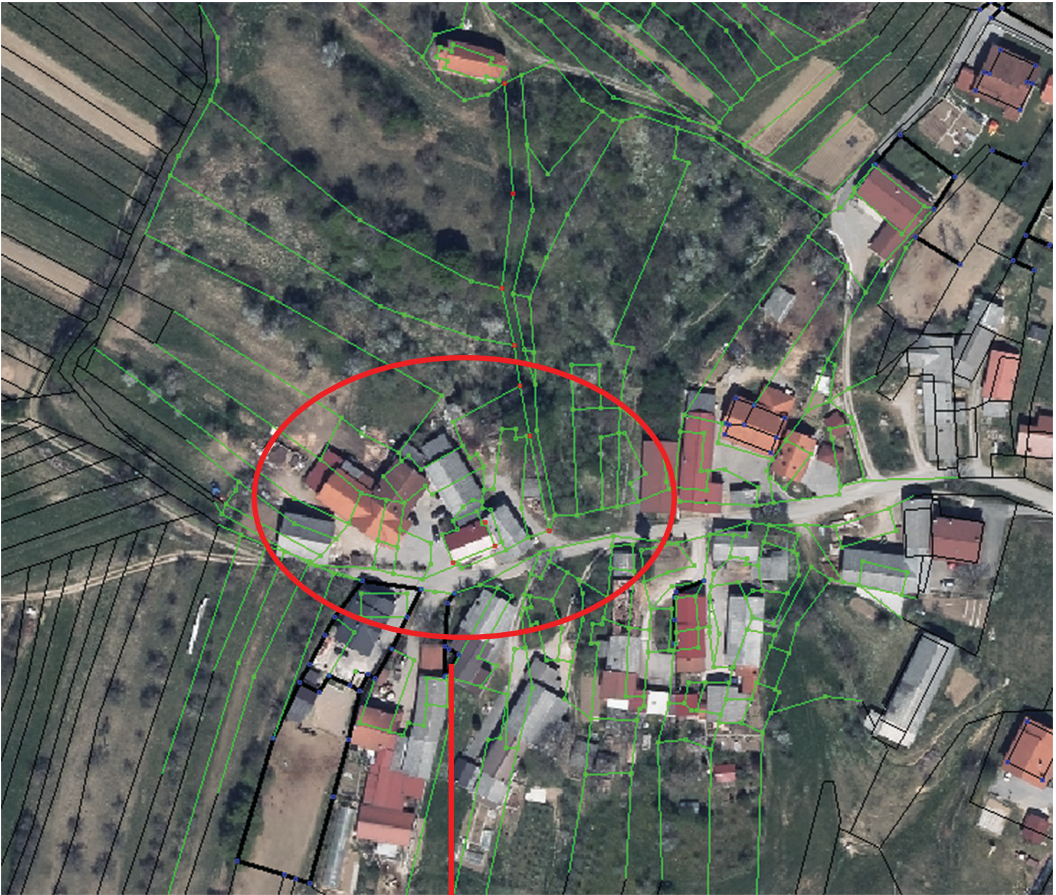
Po evidentiranju lokacijske izboljšave na širšem območju geodetsko podjetje prejme izboljšane podatke zemljiškega katastra in na novi podlagi izdela elaborat osnovne geodetske storitve. Izvedena lokacijska izboljšava na širšem območju geodetskemu podjetju omogoči, da za osnovno geodetsko storitev izvede koordinati vklop samo na podlagi prvega koraka. Elaborat tako vsebuje samo sestavine osnovne geodetske storitve. Vsebina poizkusne lokacijske izboljšave, ki jo je predhodno izvedlo geodetsko podjetje, ni izgubljena, ampak je vsebovana v predlogu, ki je bil vložen pri geodetski upravi. Njeni podatki so uporabljeni kot del podatkov lokacijske izboljšave na širšem območju geodetske storitve, ki jo izvede geodetska uprava.

### PRIMER KORAKA 3:



Slika 8: Skica geodetske storitve – postopek ureditve dela meje. Vklp podatkov geodetske storitve z neposredno uporabo koordinat povzroči topološke napake na sloju ZKN.





Sliki 9 in 10: Poizkusna lokacijska izboljšava po 61.a členu ZEN ne prinese ustreznega rezultata (ostanejo topološke napake ali pa se bistveno porušijo relativna razmerja med parcelami).



Slika 11: Šele lokacijska izboljšava na širšem območju geodetske storitve omogoči vklop podatkov geodetske storitve na sloj ZKN po pravih koordinatnega vklopa.

### 4.3 Elaborat geodetske storitve

Elaborat geodetske storitve med drugim vsebuje sestavine, ki prikazujejo, kako bodo evidentirani podatki geodetske storitve v grafičnem delu zemljiškega katastra. Temu so namenjene tri sestavine: prikaz sprememb ZKP, prikaz sprememb ZKN in prikaz sprememb ZKP/ZKN.

Vsebina vseh treh je prikaz predloga grafičnih sprememb zemljiškega katastra na parcelah v postopku in parcelah v okolici s črno in rdečo barvo. Primerjava vseh treh prikazov sprememb celovito pokaže način vzdrževanja grafičnih podatkov zemljiškega katastra.

#### 4.3.1 Prikaz sprememb ZKP in prikaz sprememb ZKN

Za oba prikaza velja, da v črni barvi prikazujeta meje parcel s parcelnimi številkami in zemljišča pod stavbo pred spremembo. Z rdečo pa je prikazan predlog stanja po spremembi (novo stanje in brisanje stanja pred spremembo, ki po spremembi ne velja več), pri čemer se popravek zarisa prikaže le, če stanje po spremembi odstopa od stanja pred spremembo več, kot znaša dvojna grafična natančnost ( $0,4 \text{ mm} \times \text{modul izvornega merila}$ ). Tako je na primer pri izvornem merilu  $1 : 2880$  mejna vrednost  $1,15$  metra.

V prikazu sprememb ZKP se stanje pred spremembo in po njej nanaša na sloj ZKP, v prikazu sprememb ZKN pa na sloj ZKN.

### 4.3.2 Prikaz sprememb ZKP/ZKN

V nasprotju s prejšnjima prikazoma prikaz sprememb ZKP/ZKN ne prikazuje stanja pred spremembo, ampak le stanje obeh slojev po spremembi. Izdela se, ko vzdrževanje sloja ZKP ni mogoče z neposredno uporabo koordinat ZK-točk. Iz tega prikaza je razviden zamik/rotacija/prilagoditev sloja ZKP glede na dejansko stanje v naravi, ki ga predstavlja sloj ZKN. Podatki po spremembi v sloju ZKP so prikazani v črni barvi. Z rdečo se prikazujejo podatki stanja v sloju ZKN po spremembi.

## 5 SKLEP

Z uveljavitvijo Zakona o katastru nepremičnin v letu 2022 bo geodetska uprava prešla na nov način vodenja in vzdrževanja zemljiškega katastra z informacijskim sistemom Kataster. V skladu z novim zakonom bodo v novi informacijski rešitvi meje parcel grafično prikazane v katastrskem načrtu. V katastrski načrt bodo prenesene meje parcel in zemljišč pod stavbo, ki bodo ob prehodu v nov sistem vpisane v ZKN. S koncem lokacijske izboljšave v programu projektov e-Prostor je namreč sloj ZKN postal zvezen sloj z boljšo položajno točnostjo koordinat, kot jo ima prav tako zvezen sloj ZKP. Danes vzdržujemo dva grafična zvezna sloja, ki oba vsebujeta podatke o mejah parcel in zemljišč pod stavbo. Opustitev manj točnega sloja je logična posledica nove situacije in pomeni manj dela z vzdrževanjem grafičnih podatkov, a ne na škodo njihove uporabnosti.

Zakaj je bil v tem prispevku torej poudarjen tudi pomen strokovnega vzdrževanja sloja ZKP? Grafične koordinate ZK-točk so opazovanja, ki jih ima vsaka točka. Koordinate ZK-točk, dobljene z izboljšavami, niso opazovanja, ampak so izveden podatek, na katerega ob uporabi izbrane metode vplivajo tudi grafične koordinate ZK-točk. Čim pravilnejša relativna razmerja med ZK-točkami/parcelami na sloju ZKP ob pridobitvi kakovostnih koordinat veznih točk omogočajo nadaljnje kakovostne lokacijske izboljšave. Tudi to je eden od razlogov, da bodo podatki sloja ZKP ob prehodu na nov sistem shranjeni kot zadnje veljavno stanje tega grafičnega sloja in na voljo za uporabo tudi po prehodu v nov sistem.

Katastrski načrt bo torej edini grafični sloj v novi informacijski rešitvi. Če smo morda doslej na podlagi zgodovinskega vzdrževanja analognih katastrskih načrtov z njihovo pretvorbo v sloj ZKP intenzivno razmišljali o vzdrževanju tega sloja, je sedaj čas, da to miselnost spremenimo. Pri vzdrževanju sloja ZKN ne smemo biti zadovoljni takoj, ko neposredna uporaba koordinat nove geodetske storitve ne povzroči topoloških napak. Pri vzdrževanju je nujno ob vsaki geodetski storitvi poskrbeti tudi za prikaz čim pravilnejših relativnih razmerij evidentiranih parcel. Kako to doseči, je bilo predstavljeno v tem prispevku.

Uporabimo znanje, ki ga imamo.

### Literatura in viri:

Čeh, M., Gielsdorf, F., Trobec, B., Krivic, M., Lisec, A. (2019). Improving the positional accuracy of traditional cadastral index maps with membrane adjustment in Slovenia. *ISPRS international journal of geo-information*, 8 (8), 1–22. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8080338>

Čeh, M., Lisec, A., Ferlan, M., Šumrada, R. (2011). Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra. *Geodetski vestnik*, 55 (2), 257–268.

Čeh, M., Lisec, A., Trobec, B., Ferlan, M. (2015a). Analiza možnosti izboljšave položajne

točnosti, natančnosti in zanesljivosti zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra (ZKP). Poročilo projekta. 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 urejanjem mej katastrskih občin in uporabo podatkov iz elaboratov geodetskih meritev. Poročilo projekta. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

- Čeh, M., Stopar, B., Trobec, B., Brumec, M., Tekavec, J., Lisec, A. (2017). Pilotni projekt izboljšave kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza v katastrski občini Črešnjice. *Geodetski vestnik*, 61 (1), 102–114.
- Čeh, M., Stopar, B., Trobec, B., Brumec, M., Tekavec, J., Lisec, A. (2017). Pilotni projekt izboljšave kakovosti zemljiškokatastrskega prikaza v katastrski občini Črešnjice. *Geodetski vestnik*, 61 (1), 102–114.
- GURS (2017). Razpisna dokumentacija za oddajo javnega naročila po odprtem postopku. Lokacijska izboljšava zemljiškokatastrskega prikaza. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- GURS (2021). Tehnične specifikacije na podlagi Pravilnika o evidentiranju podatkov zemljiškega katastra. Uradni list RS, št. 48/2018, 51/2018, 35/2019 in 54/2021-ZKN.
- Koračin, K., Murovec, K., Rotar, M. (2021). Lokacijska izboljšava – izhodišče za vzdrževanje podatkov. E-prosojnice predstavitev. Koper: 49. Geodetski dan.
- Rotar, M., Murovec, K. (2019). Lokacijska izboljšava zemljiškokatastrskega prikaza. *Geodetski vestnik*, 63 (4), 554–567.
- Slak, J., Triglav, J., Koračin, K., Ravnihar, F. (2020): Slovenska zemlja na katastrskih načrtih. Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- Zakon o evidentiranju nepremičnin (ZEN). Uradni list RS, št. 47/2006, 65/2007 – odl. US, 79/2012 – odl.US, 61/2017 – ZAI, 7/2018, 33/2019 in 54/2021 – ZKN.
- Zakon o katastru nepremičnin (ZKN). Uradni list RS, št. 54/2021.
- Pravilnik o evidentiranju podatkov zemljiškega katastra. Uradni list RS, št. 48/18, 51/18 – popr. 35/19 in 54/21 – ZKN

**Karolina Koračin, univ. dipl. inž. geod.**

Geodetska uprava Republike Slovenije  
Urad za nepremičnine, Ljubljana  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: karolina.koracin@gov.si

**Marko Rotar, mag. prav. in manag. neprem.**

Geodetska uprava Republike Slovenije  
Urad za nepremičnine, Ljubljana  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: marko.rotar@gov.si

**Kristina Murovec, univ. dipl. inž. geod.**

Območna geodetska uprava Nova Gorica  
Geodetska pisarna Tolmin  
Tumov drevored 4, SI-5220 Tolmin  
e-naslov: kristina.murovec@gov.si

# TRIGONOMETRIČNA TOČKA I. REDA NA KRIMU – POBUDA ZA SPOMENIK DRŽAVNEGA POMENA

## FIRST-ORDER TRIGONOMETRIC POINT AT KRIM – NATIONAL MONUMENT INITIATIVE

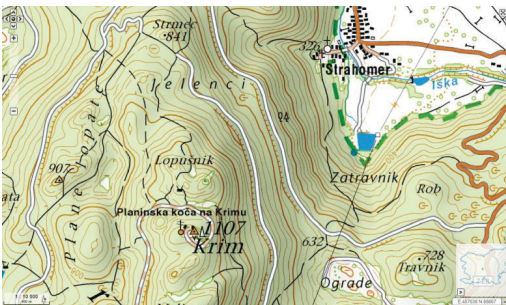
*Katja Oven, Rado Škafar*

### 1 UVOD

V letu 2021 smo na Geodetskem inštitutu Slovenije začeli izvajati nalogo z naslovom *Izbor geodetskih znamenj za vpis v register kulturne dediščine in njihovo vrednotenje za razglasitev za kulturni spomenik*, ki jo je financirala Geodetska uprava Republike Slovenije in v okviru katere smo v izbor za pridobitev statusa kulturne dediščine uvrstili tudi trigonometrično točko I. reda št. 172 na Krimu. Pisno pobudo za njen vpis v Register kulturne dediščine smo podkrepili z ekspertizo, v kateri smo s strokovnimi argumenti utemeljili tudi njen pomen za državo Slovenijo in jo predlagali za razglasitev za spomenik državnega pomena. Pobuda z naslovom *Pobuda za vpis geodetskega znamenja v register kulturne dediščine in za razglasitev za spomenik državnega pomena – KRIM, trigonometrična točka I. reda, št. 172* je bila dne 11. novembra 2021 posredovana v presojo na območno enoto Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije v Ljubljani.

### 2 LEGA GEODETSKE TOČKE NA KRIMU

Trigonometrična točka I. reda št. 172 stoji na gori Krim, ki se dviga južno od Ljubljanskega barja in je s svojimi 1107 metri nadmorske višine najvišji vrh v občini Ig. Od Ljubljane je oddaljena približno 14 kilometrov. Danes je Krim priljubljena izletniška in planinska destinacija, na kateri poleg planinskega doma, zgrajenega v šestdesetih letih 20. stoletja, nekdanjih bunkerjev JLA, vremenske postaje in večjega števila oddajnikov stoji tudi geodetska točka – trigonometrična točka I. reda. Lego Krima in pogled nanj prikazuje slika 1.



Slika 1: Krim na državni topografski karti (vir: PREG) in pogled nanj (vir: LGD, 2004).

### 3 ZAPISI O GEODETSKI TOČKI NA KRIMU

Rojstvo geodetske točke na Krimu in krimskega koordinatnega sistema sega čisto na začetek 19. stoletja. Omenjena sta v številnih strokovnih prispevkih v priznanih strokovnih revijah in tudi v monografijah priznanih slovenskih geodetov, izmed katerih ju je najpogosteje in v največjih podrobnostih opisoval sedaj že pokojni g. Marjan Jenko. V arhivu na Geodetskem inštitutu Slovenije hranimo nekaj njegovih rokopisov in prispevkov, med katerimi je najti tudi prepis in prevod najstarejšega (tedaj razpoložljivega) dokumenta o geodetski točki na Krimu iz let okrog 1820, ki je del Jenkovega še neobjavljenega spisa z naslovom *Krim – zelo stara in pomembna geodetska točka v Sloveniji*. Prispevek ima izjemno arhivsko vrednost zaradi informacij, ki jih je tedaj uspelo zbrati g. Jenku ter jih kronološko, v povezavi z zgodovinskimi dejstvi, in pripovedno zelo dobro popisati. Z istoimenskim naslovom zasledimo tudi kratek izveček tega neobjavljenega prispevka v brošuri, izdani ob 10. obletnici postavitve obeležja koordinatnemu izhodišču na Krimu prve katastrske izmere na območju Slovenije, ter na spletnih straneh Ljubljanskega geodetskega društva.

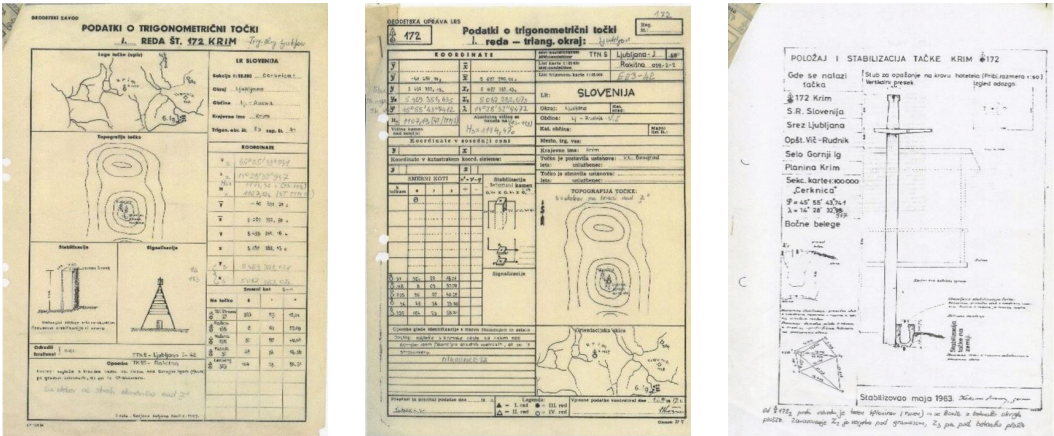
Zapisi g. Marjana Jenka o geodetski točki na Krimu so bili odlična popotnica za njeno strokovno ovrednotenje nacionalnega pomena za državo Slovenijo. Nastali so z njegovim analitičnim in sistematičnim pristopom k raziskovanju literature, tako tedaj aktualne kot arhivske. Svoje ugotovitve o geodetski točki na Krimu in krimskega koordinatnem sistemu je popisal v različnih prispevkih, objavljenih v Geodetskem vestniku (Jenko, 1996, 2008 in 2019). Podpirajo jih tudi raziskovalni rezultati drugih geodetov, ki so se dotaknili krimskega koordinatnega sistema in geodetske točke na Krimu. Med njimi izpostavljamo dr. Joca Triglava, mag. Janeza Slaka s sodelavci, dr. Anko Lisec, dr. Mirana Ferlana, dr. Siniša Delčeva, dr. Mirana Kuharja, mag. Pavla Zupančiča in druge, katerih dela navajamo v virih na koncu članka. Njihovi prispevki so bili vir verodostojnih informacij, poleg tega so nas usmerjali na nadaljnje raziskave literature.

Med arhivske vire, ki so pomembni za razumevanje nastanka geodetske točke na Krimu in krimskega koordinatnega sistema, sodita tudi arhiv Geodetske uprave RS in arhiv Geodetskega inštituta Slovenije. V arhivu Geodetske uprave Republike Slovenije hranimo dele literature priznanih tujih avtorjev (kot so Karl Lego, Joseph Zeger), ki se nanašajo na geodetsko točko na Krimu, ter opise starih topografij točke, ki segajo v leta 1861, 1877 in 1886, ter ostale pisne vire, na katere se je v svojih delih skliceval tudi g. Marjan Jenko, in sicer:

1. »Die Katastralvermessung im allgemeinen« aus »Instruction für Meßtischaufnahmen« (grün Instr.), Wien 1907, s. 30–39:
  - a. Zweck der Katastralvermessung
  - b. Grunlage der Katastralvermessung
  - c. Koodinatensysteme
  - d. Maßtabe (Maßverhältnisse)
  - e. Einteilung, Aufnahmesektionen
  - f. Triangulierungsblätter, Mappenblätter
2. Zusammenfassung in K. Lego: Geschichte des osterr. Grundkatasters, BEV, s. 29–31.
3. Punktbeschreibung – Koordinaten des Punktes 172 Krimberg aus »Die Ergebnisse der Triangulierungen des MGI«, Bd. I, 1901, s. 60.
4. Katastraltriangulierung in den Ländern Kärnten, Krain, und Küstenland« in J. Zeger »Die historische

Entwicklung der staatlichen Vermessungsarbeiten / Grundlagen Vermessungen) in Österreich«, Bd. II, s. 232–234, 237, 240.

Poleg tega na Geodetski upravi RS hranimo originalno topografijo s podatki o trigonometrični točki I. reda št. 172 Krim iz leta 1957, na kateri je razvidna zadnja lesena piramida za potrebe signalizacije, ki jo je leta 1955 postavil g. Marjan Jenko, ter stabilizacija glavne točke (Z) v obliki betonskega kvadra. Poleg te hranimo originalno topografijo s podatki o stabilizaciji glavne točke (Z) iz granitnega kamna in njenega ekscentra (S1) v obliki stebra na strehi planinskega doma Krim iz leta 1963. Navedeni arhivski dokumenti so prikazani na sliki 2.

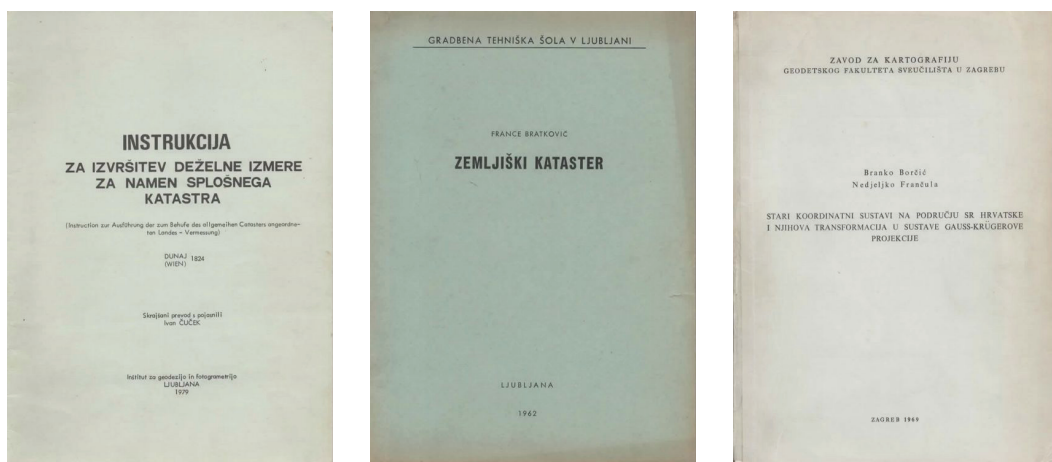


Slika 2: Podatki o geodetski točki na Krimu s prikazom lesene piramide iz leta 1957 (levo, sredina) ter popis njenega položaja in stabilizacije iz leta 1963 (vir: GURS).

V arhivu Geodetskega inštituta Slovenije hranimo originalni izvod prevoda inštrukcije (navodil) za franciscejsko katastrsko črteno iz leta 1824 v slovenščino, ki ga je pripravil prof. Ivan Čuček v okviru raziskovalne naloge št. K-246-5999/77 z naslovom *Transformacija grafične izmere 1 : 2800 v 1 : 1500*, ki jo je izvedel Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo v Ljubljani leta 1979 (sedaj Geodetski inštitut Slovenije). Naziv prevoda inštrukcije s pojasnili s polnim naslovom je *Instrukcija za izvoršitev deželne izmere za namen splošnega katastra* (v originalu nem. *Instruction zur Ausführung der zum Behufe des allgemeinen Catasters angeordneten Landes-Vermessung*), kot je razvidno s slike 3.

Poleg tega na Geodetskem inštitutu Slovenije hranimo še dve deli. Prvo je iz leta 1962 z naslovom *Zemljiški kataster* avtorja inženirja Franceta Bratkoviča (slika 3), profesorja na Gradbeni tehniški šoli v Ljubljani. Izdala in založila ga je Gradbena tehniška šola v Ljubljani v nakladi 500 ciklostiranih primerkov besedila in risb. V delu avtor opisuje tudi zgodovino katastra in franciscejski davčni kataster ter našteva in opisuje koordinatne sisteme z deželami, ki jih pokrivajo, geografskimi koordinatami ter izhodiščnimi trigonometričnimi točkami I. reda, med njimi tudi krimski koordinatni sistem. Drugo delo je iz leta 1969 z naslovom *Stari koordinatni sistemi na področju SR Hrvaške in njihova transformacija v sisteme Gauss-Krügerjeve projekcije* (hrv. *Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije*) (slika 3) in je bilo izdelano v okviru projekta *Odrediti elemente medusobne transformacije između projekcija i koordinatnih sustava stare i nove izmjere zemljišta na području*

SRH. Vodja projekta je bil profesor dr. Branko Borčić, sodelavci pa inž. Momčilo Diklić, inž. Ljubomir Sušanj ter inž. Nedjeljko Frančula, ki je prispeval največji del raziskovalnega dela. Delo je izdal Zavod za kartografijo Geodetskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. V poglavju IV-2 je podrobno opisan krinski koordinatni sistem, kjer najdemo tudi navedbo, da je za območje Republike Slovenije ohranjen skoraj celoten elaborat triangulacije od prvih del še iz časa francoske uprave in francoske izmere v naših krajih pa vse do razpada Avstro-Ogrske leta 1818. Elaborat hranijo v centralni geodetski ustanovi republike Avstrije *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen* (slov. *Zvezni urad za meroslovje in geodezijo*) na Dunaju.



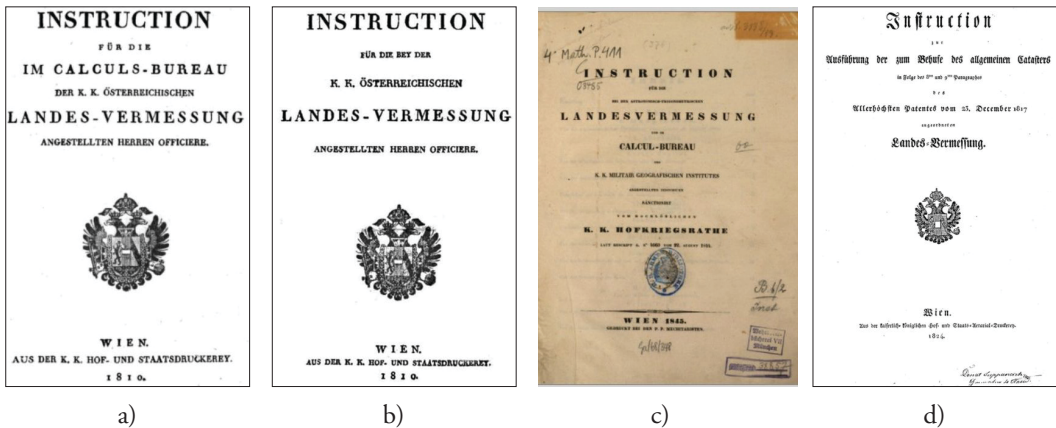
Slika 3: Prevod I. Čučka iz leta 1824 v slovenščino (levo), delo F. Bratkoviča (sredina) ter delo B. Borčića in N. Frančule s sodelavci (desno).

Izvirne zgodovinske listine, ki bi dodatno podprle navedbe o rojstvu geodetske točke na Krimu in krimskega koordinatnega sistema, smo iskali tudi v Arhivu RS, arhivih v Avstriji in tuji literaturi. Avstrijska nacionalna knjižnica na Dunaju (nem. *Österreichische Nationalbibliothek*) ponuja javni vpogled v digitalni izvod inštrukcije (navodil) za vzpostavitev triangulacije iz leta 1810 z naslovom *Instruction für die im Calculs-Bureau der k.k. Österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Offiziere*. Zvezna administrativna knjižnica na Dunaju (nem. *Administrative Bibliothek des Bundes*) hrani inštrukcijo za vzpostavitev triangulacije iz leta 1810 z naslovom *Instruction für die bey k.k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere*. Digitalizacijski center v Münichnu (nem. *Münchener Digitalisierungszentrum (MDZ)*, *Digitale Bibliothek*) pa zagotavlja bogate fonde Bavarske državne knjižnice (nem. *Bayerische Staatsbibliothek*), med njimi dopolnjeno in posodobljeno inštrukcijo iz leta 1845 *Instruction für die bei der astronomisch-trigonometrischen Landesvermessung und im Calcul-Bureau des K. K. Militair Geografischen Institutes angestellten Individuen*. Naslovnice navedenih inštrukcij so prikazane na sliki 4.

Pomemben izvorni arhivski vir za razumevanje franciscejske katastrske izmere so navodila o metodi in sami organizaciji katastrske izmere, ki so bila sprva izdana 29. marca 1818 v obliki rokopisa, leta 1820 prvič tiskana v šestih delih in nato 28. februarja 1824 tiskana kot druga posodobljena različica teh navodil oziroma inštrukcije (Gebhart, 2011). Univerzitetna in državna knjižnica Tirolske pri Univerzi v Innsbrucku (nem. *Universitäts- und Landesbibliothek Tirol, Abt. Digitale Services Universität Innsbruck*) ponuja javni vpogled v digitalni izvod inštrukcije iz leta 1824 z naslovom *Instruction zur Ausführung der*



zum Behufe des allgemeinen Catasters angeordneten Landes-Vermessung, katere naslovnica je prikazana na sliki 4. Slednjo je, kot smo že navedli, v slovenščino prevedel prof. Ivan Čuček leta 1979.



Slika 4: Instrukciji za izvedbo triangulacije iz leta 1810 (a, b) in posodobitev iz leta 1845 (c) ter instrukcija za katastrsko izmero iz leta 1824.

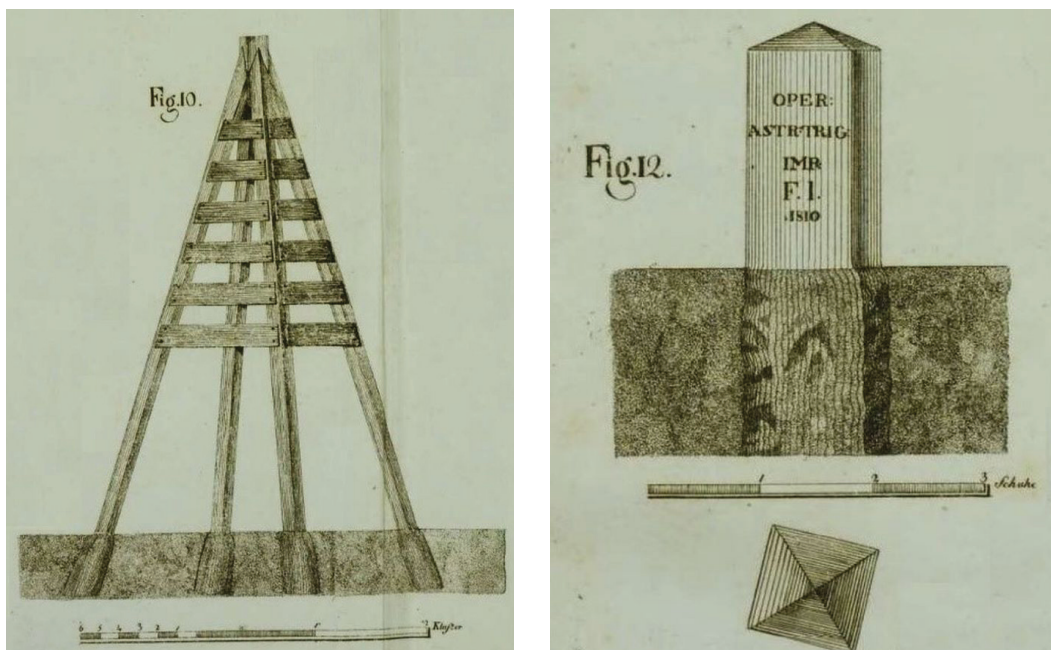
Pomembne arhivske podatke in vire najdemo v doktorski disertaciji z naslovom *Die große franziszeische Katastervermessung und das Herzogtum Salzburg* iz leta 2011 avtorja Wernerja Gebharta, ki analitično, raziskovalno točno in dosledno podaja detaljne opise nastanka in izvedbe franciscejske katastrske izmere v deželi Salzburg, podprte z originalnimi arhivskimi viri, ki so merodajni tudi za razumevanje nastanka in izvedbe franciscejske katastrske izmere v krinskem koordinatnem sistemu. Je javno dostopna v Avstrijski nacionalni knjižnici in Univerzitetni knjižnici v Salzburgu (nem. *Universitätsbibliothek Salzburg*).

#### 4 O TEDANJEM VIDEZU TRIANGULACIJSKIH TOČK

Kot izhaja iz instrukcije *Instruction für die bey der k.k. Österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere* iz leta 1810, so nad triangulacijske točke postavili piramide in so nad triangulacijske točke postavili piramide. Glede na razdaljo, na kateri naj bodo vidne, so se odločali glede njihove višine in osnovnice. V splošnem so predpostavljali, da bo zadoščala piramida, ki je visoka 6 sežnjev (nem. *Klafter*), tj. 11,38 metra, in ima dolžino osnovnega roba štirikotne osnovne ploskve 2 sežnja, tj. 3,79 metra. Pri gradnji so morali zagotavljati, da je bila os piramide pravokotna na središče osnovnice. Če je bilo v bližini dovolj lesa, so za postavitev posekali nekaj okoliških dreves. Zgornji del piramide so obložili z deskami, tako da je med njimi ostala približno 3 palce (nem. *Zoll*), tj. 0,09 metra, velika odprtina, skozi katero je lahko prehajal veter. V visokogorju, kjer je lesa pogosto primanjkovalo in je bilo na voljo dovolj kamenja, so ga uporabili za gradnjo piramid in jih, če je bilo mogoče, ustrezno obzidali.

Poleg postavitve piramid so morali trajno stabilizirati sam položaj triangulacije točke, saj, kot navajajo instrukcije (citiram), »bi bilo zelo nespametno te točke, ki so bile določene s trudom in stroški, prepustiti naključju, saj so lahko pozneje zelo koristne tako za državo, kot za zasebnike. To označbo je mogoče doseči na najcenejši in najhitrejši način, če na mesto, kjer svinčeni lot, spuščen zvrha piramide kaže na zemljo, postavimo kamen, ki je visok 5 čevljev (nem. *Schuh*), to je 1,524 metra, in 1 čevelj v kvadratni osnovi, to je 0,305 metra, na eni strani pa so vklesane naslednje skrajšane besede: OPER. ASTR. TRIGON. IMP. FI.

1810 (*Operatio astronomica trigonometrica imperante Francisco I. 1810*) (predlog prevoda: Trigonometrična astronomska dejavnost v času vladavine Franca I. 1810)« (konec cit.). Vkllesane so bile le tam, kjer so imeli kamnoseke. Slika 5 prikazuje način opisane signalizacije in stabilizacije takratnih triangulacijskih točk.



Slika 5: Označevanje triangulacijskih točk: videz lesenih piramid (levo) in kamnitih stebrov (desno) na triangulacijskih točkah (vir: Instrukcija iz leta 1810).

Po vsej verjetnosti je bil zelo podoben tudi prvotni videz geodetske točke na Krimu, saj je g. Jenko v svojem prispevku iz leta 2008 z naslovom *Prva sistematska triangulacija na našem ozemlju* navedel, da je v glavni knjigi triangulacije iz let 1820 in 1821, ki jo hrani Arhiv RS, opis 30 točk v postojnskem okraju. Tam je zapisano, da je bila piramida na Krimu visoka 4 sežnje in da je imelo trajno stabilizacijo le 7 točk, med njimi tudi Krim, ki je bila edina stabilizirana s »predpisanim kamnom«.

## 5 OPREDELITEV POMENA GEODETSKE TOČKE NA KRIMU ZA DRŽAVO SLOVENIJO

Ovrednotenje izbranih virov napeljuje k naslednjim ugotovitvam. Krim je bil v začetku 19. stoletja izbran za postavitve geodetske točke tedaj najvišjega triangulacijskega reda, tj. I. reda, v tedanjem Avstrijskem cesarstvu. Kot pričajo arhivski dokumenti, je bil opisan kot »najvišji osrednji vrh z gozdom pokrite gore v okolišju gradu Sonnegg in vasi Kot, Iška vas in Mala vas, pri vasi Gorenji Ig, v Iliriji, Ljubljanski okraj, gospostvo Sonnegg«.

Geodetsko točko so sprva poimenovali *Krimberg* in ji leta 1899, v času avstro-ogrske monarhije, pripisali št. 172, ki je ostala vse do danes (Jenko, 2019). Rojstvo geodetske točke na Krimu po vsem sodeč sega v leto 1817 (Jenko, 2008). To je tudi leto izdaje *Zakona o zemljiškem davku* (nem. *das Grundsteuerpatent*), ki ga je avstrijski cesar Franc I. podpisal 23. decembra in na podlagi katerega se je pričel vzpostavljati

franciscejski kataster (Lisec in Ferlan, 2017). Tako je tudi najkasneje do začetka leta 1818 nastal krimski koordinatni sistem z izhodiščem v geodetski točki na Krimu. Nastal je med prvimi koordinatnimi sistemi od vseh tedanjih koordinatnih sistemov v avstrijskem cesarstvu in je edino takratno koordinatno izhodišče, ki danes leži v Sloveniji.

Ravno v krimskem koordinatnem sistemu se je izvajala tudi prva katastrska izmera za potrebe vzpostavitve franciscejskega katastra v Avstrijskem cesarstvu, in sicer v deželah Kranjska, Koroška in Primorska z Istro. Pričela se je leta 1817 in je trajala vse do leta 1828 (Jenko, 2019). Zemljiškokatastrska izmera franciscejskega katastra je za Slovenijo še vedno aktualna, saj se zemljiškokatastrski načrti tega stabilnega katastra še uporabljajo v našem sodobnem slovenskem katastru nepremičnin na kar 85 % slovenskega ozemlja.

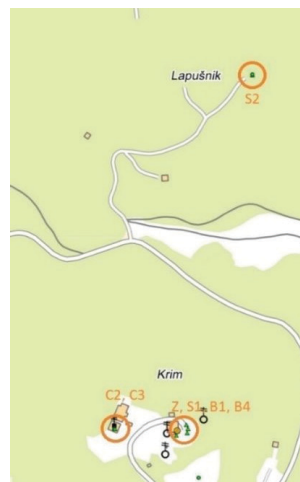
Geodetska točka na Krimu pa za Slovenijo ni pomembna le iz zemljiškokatastrskega vidika, temveč tudi zato, ker je bila v svojem obstoju vključena (in je še vedno) v različne izmere mrež I. reda. Med njimi takšne, v katere so bile vključene astronomsko določene točke, s katerimi so prišli do natančnejših podatkov o velikosti in obliki Zemlje. Na Krimu je leta 1886 dunajski Vojaško-geografski inštitut (nem. *Militär-Geographisches Institut*, MGI) opravil več del, od obnavljanja stabilizacije geodetske točke in kotnih opazovanj do astronomskih opazovanj znamenitega geofizika in geodeta von Sternecka. V letih 1939–1940 je v okviru obnove mreže I. reda na geodetski točki izvajal opazovanja beograjski Vojaško-geografski inštitut (VGI), leta 1948 pa je Geografski inštitut Jugoslovanske ljudske armade (GIJNA) izvedel popolno preureditev stabilizacije geodetske točke na Krimu v okviru del za novo osnovno mrežo, tako imenovano astronomsko-geodetsko mrežo (AGM) Jugoslavije (Jenko, 2019). Kot piše g. Jenko v svojem neobjavljenem spisu z naslovom *Krim – zelo stara in pomembna geodetska točka v Sloveniji*, je leta 1964 beograjski Zavod za fotogrametrijo na geodetski točki opravil opazovanje kotov za novo enotno državno mrežo I. reda, ki naj bi nadomestila obstoječo (končano leta 1948), saj že dolgo ni ustrezala mednarodnim standardom. Poleg tega navaja, da smo v letih 1975 in 1983 beležili še meritve stranic I. reda z laserskim razdaljemerom (Krim–Rašica, Krim–Kucelj, Krim–Nanos in Sv. Ana–Krim) ter leta 1990 določitev astronomsko določene geografske širine in dolžine za geodetsko točko na Krimu.

Leta 1994 smo dočakali prvo uradno EUREF GPS-kampanjo na ozemlju Slovenije (EUREF SLO-CRO'94), čez eno leto je sledila še kampanja EUREF SLO'95, v katero je bila vključena tudi trigonometrična točka I. reda na Krimu. S tema merilnima kampanjama in priključitvijo kampanji na Hrvaškem leta 1996 je bila vzpostavljena podlaga za izračun koordinat točk AGM v koordinatnem sistemu ETRS89, s čimer se je vzpostavil in kasneje zakonsko uveljavil nov slovenski državni referenčni koordinatni sistem D96 (Delčev et al., 2014).

Čeprav sedanja geodetska točka na Krimu ni stabilizirana v izvorni obliki, saj je bila v dveh stoletjih večkrat obnovljena, v celoti uničena in na novo postavljena (kot kažejo arhivski dokumenti GURS, je bila nazadnje stabilizirana z granitnim kamnom leta 1963 in obnovljena leta 1994), pa njena današnja pojavnost nedvomno priča o pomembnih zgodovinskih dogodkih, tako političnih kot geodetskih, ki so izjemnega pomena za geodetsko stroko in tudi Slovenijo. In zato nam, predvsem geodetom, služi kot spomenik in opomnik na več kot dvestoletno tradicijo raznovrstnih sistematičnih geodetskih izmer na slovenskem ozemlju.

## 6 GEODETSKA TOČKA NA KRIMU DANES

Geodetska točka na Krimu ima status državne geodetske točke. Glavna točka (Z) stoji pred zidom planinskega doma na Krimu. Ima dve bočni zavarovanji (B1 in B4) v svoji okolici, dve signalni točki (C2 in C3) na objektu za planinskim domom na Krimu in dve ekscentrični točki (S1 in S2), pri čemer ima ekcenter S2, ki se nahaja v okolici Lapušnika in je od glavne točke oddaljen približno 440 metrov zračne črte, še dodatna tri bočna zavarovanja (1, 2 in 3). Slika 6 prikazuje stabilizacijo glavne točke pred planinskim domom na Krimu ter njeno lego v prostoru s pripadajočimi bočnimi zavarovanji, ekscentri in signali.



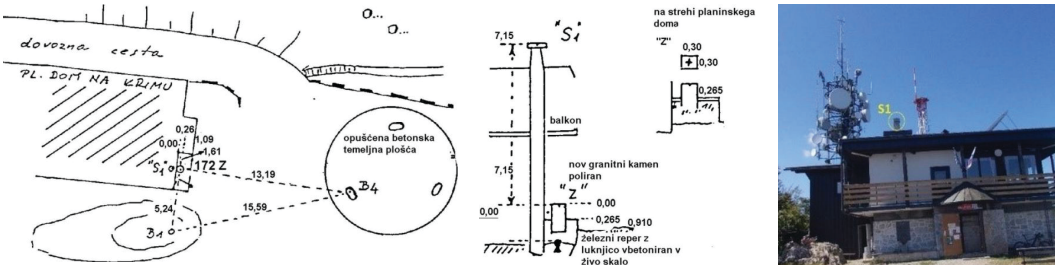
Slika 6: Prikaz glavne točke (Z) (levo, foto: LGD, 1. 6. 2019) in desno njen položaj, položaj bočnih zavarovanj (B1 do B4), ekscentrov (S1 in S2) in signalov (C2, C3) na DTM (državni topografski model) (vir: PREG).

Glavna točka Z oziroma tudi Z0 (polna oznaka: 10-1-172-Z0) je bila obnovljena in postavljena leta 1994. Stabilizirana je v obliki kvadra dimenzij  $0,30 \times 0,30 \times 0,91$  metra in na višini 0,265 metra nad tlemi. Izdelana je iz granitnega kamna, ki je poliran. Na vrhu ima vklesan križ, katerega središče predstavlja položaj točke, ki ga določajo koordinate v državnem koordinatnem sistemu. Glavna točka ima vgrajen podzemni center v obliki železnega reperja z luknjico, ki je betoniran v živo skalo. Lokacijo in videz glavne točke prikazuje slika 7.



Slika 7: Položaj glavne točke v prostoru (levo) in ob fasadi planinskega doma (sredina) (vir: PREG); pogled z vrha na glavno točko – vklesan križ v granitni kamen v obliki kvadra (foto: R. Škafar, 2. 9. 2021).

Ekscenter S1 (polna oznaka: 10-1-172-S1) stoji na strehi planinskega doma na Krimu. Zgrajen je v obliki stebra, s katerega se lahko izvajajo neposredne geodetske meritve. Za ta namen je na strehi ob stolpu zgrajena tudi pohodna plošča. Opazovalni steber je bil zgrajen leta 1963. Topografijo, skico in lokacijo ekscentra prikazuje slika 8.



Slika 8: Skica položaja ekscentra S1 z glavno točko Z in bočnima zavarovanjema B1 in B4 (levo), skica ekscentra S1 (sredina) (vir: GURS, baza geodetskih točk) in položaj S1 na strehi planinskega doma (foto: R. Škafar, 2. 9. 2021).

Točka bočnega zavarovanja B1 (polna oznaka: 10-1-172-B1) je postavljena v neposredni bližini glavne točke (Z), kot prikazuje slika 9. Stabilizirana je v obliki granitnega kamna, ki je obdan z betonom. Granitni steber ima vzdan reper in luknjico v sredini. To bočno zavarovanje ima tudi svoj podzemni center (80 centimetrov pod vrhom kamna), ki je šamotna plošča s svincem v sredini. Plošča je z betonom pritrjena na podzemno skalo (povzeto po topografiji iz leta 1963). Bočno zavarovanje B1 je bilo postavljeno ob celoviti prenovi glavne točke leta 1963.



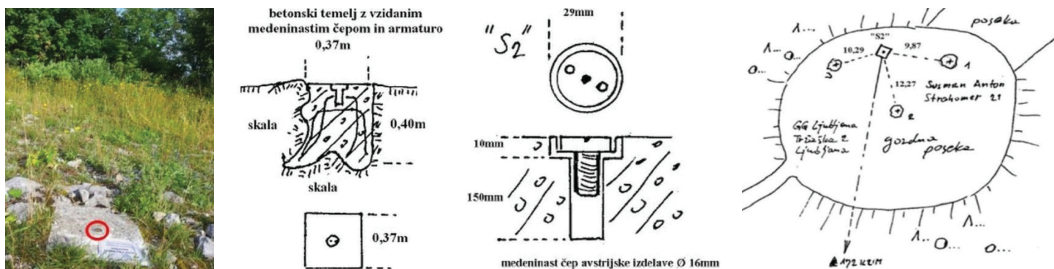
Slika 9: Položaj točke bočnega zavarovanja B1 (vir: PREG), njegov videz (foto: LGD, 1. 6. 2019) in skica njegove stabilizacije (vir: PREG).

Točka bočnega zavarovanja B4 (polna oznaka: 10-1-172-B4) predstavlja luknjico na litoželeznem podstavku (slika 10). Luknjica je bila zvrtna leta 1994 zaradi zavarovanja koordinate stare stabilizacije glavne točke (Z). Bočni zavarovanja B2 in B3 sta bili namreč uničeni. Z B1 in B4 so bile opravljene meritve, na podlagi katerih je bila nova stabilizacija natančno na istem mestu kot predhodna iz leta 1963. Litoželezni podstavek stoji na opuščeni betonski temeljni plošči, neposredno nasproti glavne točke.

Ekscenter S2 (polna oznaka: 10-1-172-S2) predstavlja GPS-ekscenter z oznako MM-172, na katerem se izvajajo tako imenovane izmere EUREF (angl. *EUropean REference Frame*), in je vključen v mednarodno mrežo (MM) točk GNSS (angl. *Global Navigation Satellite System*). Točka S2 je na gozdni poseki in je stabilizirana z betonskim kamnom z vzdanimi medeninastimi čepom avstrijske izdelave in armaturo (slika 11). Betonski kamen je postavljen na skalo in sega v globino 0,40 metra. Točka S2 je bila stabilizirana leta 1994 (prva izmera 29. 11. 1994).

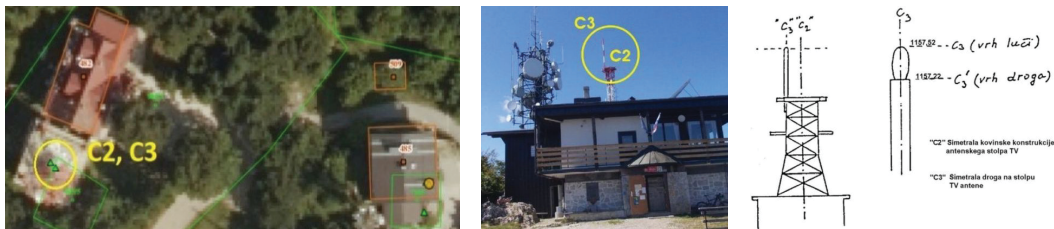


Slika 10: Položaj, videz in skica stabilizacije točke bočnega zavarovanja B4 (vir: PREG).



Slika 11: Fotografija ekscentra S2 (levo), skici stabilizacije točke ekscentra S2 (sredina); skica ekscentra S2 s tremi bočnimi zavarovanji 1, 2 in 3 (desno) (vir: PREG).

Točki C2 in C3 (polni oznaki: 10-1-172-C2 in 10-1-172-C3) sta signalni točki, namenjeni izvedbi klasičnih terestričnih kotnih opazovanj. Nahajata se na konstrukciji antenskega TV-stolpa, ki je nameščen na objektu za planinski dom na Krimu, kot prikazuje slika 12. Ekscentričen drog C3 je bil določen leta 1994.



Slika 12: Položaj signalov C2 in C3 (levo), prikaz (sredina) in skica signalov C2 in C3 (desno) (vir: PREG).

## 7 DODATNI OBELEŽJI GEODETSKE TOČKE NA KRIMU

Z geodetsko točko na Krimu sta povezani še dve obeležji. Neposredno nad glavno točko (Z) je pritrjena na zid spominska plošča, nekaj metrov nižje od planinskega doma pa orientacijska plošča (slika 13). Postavljeni sta bili leta 1994, to je v letu, ko je bila obnovljena glavna točka (Z) za potrebe obeležja koordinatnega izhodišča na Krimu. Z njim je povezan slavnostni dogodek dne 26. oktobra 1994, ki ga je organiziralo Ljubljansko geodetsko društvo pod vodstvom mag. Pavla Zupančiča, ta ga je tudi opisal v prispevku v Geodetskem vestniku (Zupančič, 1994). Otvoritvena prireditev je tedaj pomenila veliko

priznanje geodetski stroki, Krim pa je postal in je še vedno razpoznaven simbol geodetske dejavnosti v Sloveniji.



Slika 13: Spominska plošča, nameščena na zidu planinske kočice na Krimu, neposredno nad glavno točko Z (levo) in orientacijska plošča nasproti planinskega doma Krim (desno) (foto: LGD, 1. 6. 2019).

## 8 SKLEP

Obstaja veliko zapisov o geodetski točki na Krimu, nekaj ostaja še neraziskanih, predvsem arhivskih, tistih, ki segajo v začetek 19. stoletja. Vendar je pomen geodetske točke na Krimu za geodetsko stroko in državo Slovenijo neizpodbitno dokazan in v pomoč odločevalcem na Zavodu za kulturno dediščino za pripravo predloga za vpis točke v Register kulturne dediščine in za njeno razglasitev za spomenik nacionalnega pomena. Dialog z odločevalskimi deležniki pa tu ne sme zastati, geodeti moramo ostati angažirani, da naša pobuda ne bo zastala v predalu, čakajoč, da nekoč le pride na vrsto za reševanje.

Nadaljevanje procesa razpoznavanja in ovrednotenja geodetskih znamenj kot geodetske nepremične dediščine ter njihove promocije je pomembno predvsem za geodetsko stroko, posledično pa tudi za vse uporabnike prostora. Geodetska dediščina je namreč dobrina, ki smo jo podedovali iz preteklosti ter predstavlja geodetske vrednote, znanje in tradicijo. Je del naše geodetske identitete, ki bo živela naprej v prihodnosti, ki je bila in bo še naprej živ pričevalec razvoja geodetske stroke in znanosti na naših tleh.

## Zahvala

Za pomoč pri posredovanju arhivskih dokumentov in literature se zahvaljujemo kolegoma mag. Klemnu Medvedu in Sandiju Berku z Geodetske uprave Republike Slovenije ter doc. dr. Mihaeli Triglav Čekada in dr. Daliborju Radovanu z Geodetskega inštituta Slovenije.

## Literatura in viri:

- Borčić, B., Frančula, N. (1969). Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije. Zagreb: Zavod za kartografiju Geodetskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Bratkovič, F. (1962). Zemljiški kataster. Ljubljana: Gradbena in tehniška šola v Ljubljani.
- Čuček, I. (1979). Instrukcija za izvršitev deželne izmere za namen splošnega katastra. Skrajšan prevod s pojasnili. Ljubljana: Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FAGG.
- Delčev, S., Timár, G., Kuhar, M. (2014). O nastanku koordinatnega sistema D48. Geodetski vestnik, 58 (4), 681–694. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.04.681-694>
- Eprostor (2021). Zemljiški kataster, podatki. <https://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/nepremicnine/zemljiški-kataster/#tab3-993>, pridobljeno 21. 2. 2022.
- Ferlan, M. (2005). Geodetske evidence. Evidentiranje nepremičnin. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.
- Gebhart, W. (2011). Die große franziszeische Katastervermessung und das Herzogtum Salzburg. Doktorska disertacija. Salzburg: Der Kultur- und Gesellschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg. <https://eplus.uni-salzburg.at/obvubshs/content/pageview/2494681>, pridobljeno 21. 2. 2022.
- Jenko, M. (1996). Razvoj triangulacije skozi stoletja – s posebnim poudarkom na Sloveniji. Geodetski vestnik, 40 (1), 43–46.
- Jenko, M. (2008). Prva sistemska triangulacija na našem ozemlju. Geodetski vestnik, 52 (1), 82–95. [http://www.geodetski-vestnik.com/52/1/gv52-1\\_082-095.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/52/1/gv52-1_082-095.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- Jenko, M. (2019). Zgodovinski pomen točke na Krimu. Geodetski vestnik, 63 (2), 279–281. [http://www.geodetski-vestnik.com/63/2/gv63-2\\_jenko.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/63/2/gv63-2_jenko.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- LGD (2004). Krim – 10. obletnica postavitve obeležja. Brošura. Ljubljana: Ljubljansko geodetsko društvo.
- LGD (2021). Spletna stran Ljubljanskega geodetskega društva, zavihok o Krimu – film o otvoritvi obeležja na Krimu in film o obletnici obeležja. <https://sites.google.com/view/lgd/krim?authuser=0>, pridobljeno 21. 2. 2022.
- Liseč, A., Ferlan, M. (2017). 200 let od začetka parcelno orientiranega katastra na Slovenskem. Geodetski vestnik, 61 (1), 76–90. [http://www.geodetski-vestnik.com/61/1/gv61-1\\_lisec.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/61/1/gv61-1_lisec.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- PZS (2021). Spletna karta Planinske zveze Slovenije. <https://www.pzs.si/koce.php?pid=176>, pridobljeno 21. 2. 2022.
- Slak, J., Triglav, J., Boldin, D., Mavec, M., Fonda, M. (2019). Dediščina katastrov na Slovenskem: Digitalni arhiv zemljiškega katastra, katastra stavb in državnih prostorskih načrtov. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- Slak, J., Triglav, J., Koračič, K., Ravnihar, F. (2020). Slovenska zemlja na katastrskih načrtih. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije.
- Stopar, B. (2020). V spomin Marjan Jenko 1928–2020. Geodetski vestnik, 64 (4), 676–678. [http://www.geodetski-vestnik.com/64/4/gv64-4\\_drustva.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/64/4/gv64-4_drustva.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- Šušteršič, L., Golob, P. (2018). 24. tradicionalno srečanje na Krimu. Geodetski vestnik, 62 (3), 535–538. [http://www.geodetski-vestnik.com/62/3/gv62-3\\_drustdej1.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/62/3/gv62-3_drustdej1.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- Triglav Čekada, M., Jenko, M. (2020). Načini stabilizacije trigonometričnih točk skozi čas v Sloveniji. Geodetski vestnik, 64 (4), 469–488. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.04.469-488>
- Triglav, J. (2003). Zemljiški kataster na Slovenskem: Nekoč in danes. Monografija. Maribor: Društvo geodetov severovzhodne Slovenije.
- Triglav, J. (2009). Geodetsko-katastrski fondi Arhiva Republike Slovenije. Geodetski vestnik, 53 (2), 347–361. [http://www.geodetski-vestnik.com/53/2/gv53-2\\_347-361.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/53/2/gv53-2_347-361.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- Triglav, J. (2018). Rijava, rdeča in zelena – barve naše stare geodetsko-katastrske tradicije. Geodetski vestnik, 62 (2), 306–313. [http://www.geodetski-vestnik.com/62/2/gv62-2\\_triglav1.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/62/2/gv62-2_triglav1.pdf), pridobljeno 21. 2. 2022.
- UL FGG (2020). Marjan Jenko 1928–2020. <https://www.fgg.uni-lj.si/marjan-jenko-1928-2020/>, pridobljeno 21. 2. 2022.
- Zupančič, P. (1994). Slovesnost ob postavitvi spominskega obeležja koordinatnega izhodišča na Krimu. Geodetski vestnik, 38 (4), 337–342.

**mag. Katja Oven, univ. dipl. inž. geod.**

Geodetski inštitut Slovenije  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [katja.oven@gis.si](mailto:katja.oven@gis.si)

**Rado Škafar, univ. dipl. inž. geod.**

Geodetska uprava Republike Slovenije, Urad za geodezijo  
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [rado.skafar@gov.si](mailto:rado.skafar@gov.si)



# PREPROSTE STARE GEO IDEJE    SIMPLE OLD GEO-IDEAS FOR ZA PRIHODNOST    THE FUTURE

*Joc Triglav*

## 1 UVOD

Če bo vse po sreči, vam bodo te vrstice prišle »v roke« ravno v času, ko bo na izvedbenem vrhuncu prehod iz starih informacijskih sistemov geodetske uprave za vodenje in vzdrževanje podatkov o nepremičninah v novi informacijski sistem katastra. Hkrati 4. 4. 2022 začnemo v praksi uporabljati Zakon o katastru nepremičnin (ZKN, 2021). Iz vsebine zakona in izobraževanj v zadnjem času, namenjenih seznanitvi z novim informacijskim sistemom ter usposobitvi za njegovo uporabo, je jasno, da je pred nami zagotovo razburljiv čas. Veliko novega nas čaka v vsakdanjih delovnih postopkih, tako pri delu geodetskih podjetij kot pri delu geodetske uprave, še zlasti pri načinu in organizaciji medsebojnega sodelovanja obeh vej geodetske službe. Delo po novih zakonskih pravilih, z novo programsko opremo in novim informacijskim sistemom se bo v nekaj mesecih uteklo v bolj ali manj rutinske procese, vsak po svoje in vsi skupaj pa bomo ob pridobljenih izkušnjah že razmišljali, kako še optimizirati delovne postopke in delovanje geodetske službe kot celote. V dodatno spodbudo tem razmišljanjem so namenjeni naslednji odstavki. Nekaterim med vami se bo mogoče zdelo, da obujajo strokovno »prazgodovino«, a naj vas to ne odvrne od tega, da bi jih za začetek poskusili vključiti v svoja razmišljanja in bi v nadaljevanju po možnosti prispevali tudi k njihovi (vnovični) uresničitvi v praksi.

## 2 PREPROSTE STARE GEO IDEJE

Pri novem načinu dela se bo bodisi nam geodetom ali pa uporabnikom naših upravnih storitev in evidenc o nepremičninah verjetno kmalu porodilo vprašanje, ali je obstoječi način izdajanja upravnih aktov kot zaključnih aktov geodetskih upravnih postopkov na podlagi elaboratov geodetskih podjetij res potreben. Smiselno bi bilo namreč uporabiti tehnične in postopkovne rešitve, pri katerih bi bila zaključni akt geodetskega postopka predpisana listina geodetskega podjetja, ki bi bila enakovredna sedanji odločbi oziroma sklepu geodetske uprave. Geodetska uprava bi na podlagi prejete take listine in pripadajočega geodetskega elaborata le samodejno obvestila lastnike o vpisu novih ali spremenjenih podatkov v kataster nepremičnin. Podrobneje je ta preprosta stara geo ideja opisana na primer v člankih *Preskočimo črne luknje slovenske geodezije* (Triglav, 2004) in *Dolgo pričakovano pismo* (Triglav, 2008).

Ta ideja ostaja desetletja »v naftalinu« predvsem iz enega, pomembnega razloga, in sicer so ob njej številni zaposleni na geodetski upravi najprej pomislili, da bi brez priprave odločb ostali brez dela. Po drugi strani

je zaposlenim v geodetskih podjetjih, še posebej pooblaščenim inženirjem, najprej prišlo na misel, da bi si s tem po nepotrebnem nakopali na glavo obilico »uradniškega« dela. Ob misli, da so preobremenjeni že z obstoječim strokovno-tehničnim delom z geodetskimi storitvami, so geodeti idejo hitro odpisali. Če je bilo pred dvema ali tremi desetletji še mogoče razumeti tovrstno razmišljanje, današnje stanje razvoja tehnologij pri izvajanju geodetskih postopkov in vodenju evidenc o nepremičninah upravičuje ponovni razmislek o sami zamisli in možnostih za njeno uresničitev.

Geodetska uprava je v obsežnih nalogah v okviru programa projektov eProstor sistematično poskrbela za izboljšavo grafičnega dela zemljiškega katastra in skeniranje elaboratov katastrskih meritev za celovito vzpostavitev digitalnega arhiva katastra. Izvedba obeh navedenih nalog je podrobneje opisana na primer v strokovnih publikacijah programa projektov eProstor (Slak in sod., 2019 in 2020). Obe nalogi sta zaključeni, informacijski sistem katastra pa tudi na tej podlagi pooblaščenim geodetom omogoča neposreden dostop do podatkov, izrez vseh potrebnih geodetskih in arhivskih podatkov, rezervacijo oznak ZK-točk, parcel in stavb za geodetski postopek, objavo geodetskega postopka, preizkus pravilnosti oziroma medsebojne skladnosti podatkov v geodetskem elaboratu ter izvedljivosti v katastru, digitalno vložitev zahteve z digitalnim elaboratom geodetske storitve. Pooblaščenim geodetom do funkcionalne celovitosti torej manjka le še »zadnji zobec« v tem kolesju izvajanja geodetskih postopkov, to je zaključni akt geodetskega postopka. Ta akt v obliki odločbe oziroma sklepa v upravnem postopku zdaj izdaja geodetska uprava.

Pa ni bilo vedno tako, da bi geodetska uprava izdajala odločbe za vse geodetske postopke. Nekdanji Zakon o zemljiškem katastru (ZZKat, 1974), ki je veljal med letoma 1974 in 2000, je glede ugotavljanja mej na primer določal (cit.):

»14. člen

*V mejnem ugotovitvenem postopku se s soglasjem vseh navzočih lastnikov oziroma uporabnikov ugotovijo in zamejničijo mejne točke na posestnih mejah parcele.*

*Po dokončanih opravilih iz prejšnjega odstavka sestavi uradna oseba, ki vodi postopek, ugotovitveni zapisnik, ki ga podpišejo vsi prizadeti lastniki oziroma uporabniki.*

*Ugotovitveni zapisnik sestavljen in podpisan po določbah prejšnjega odstavka, je podlaga za evidentiranje posestnih meja parcel v zemljiškem katastru in v zemljiški knjigi.» (konec cit.)*

Zakon o zemljiškem katastru je v posebni določbi določal poleg mejnega ugotovitvenega postopka še pogoje za prenos posestnih meja v naravo (cit.):

»33. člen

*Prenos posestnih meja v naravo tako, kot so označene v zemljiškem katastru, se izven sodnega postopka lahko opravi le na zahtevo in na stroške lastnika oziroma uporabnika in to le pod naslednjimi pogoji:*

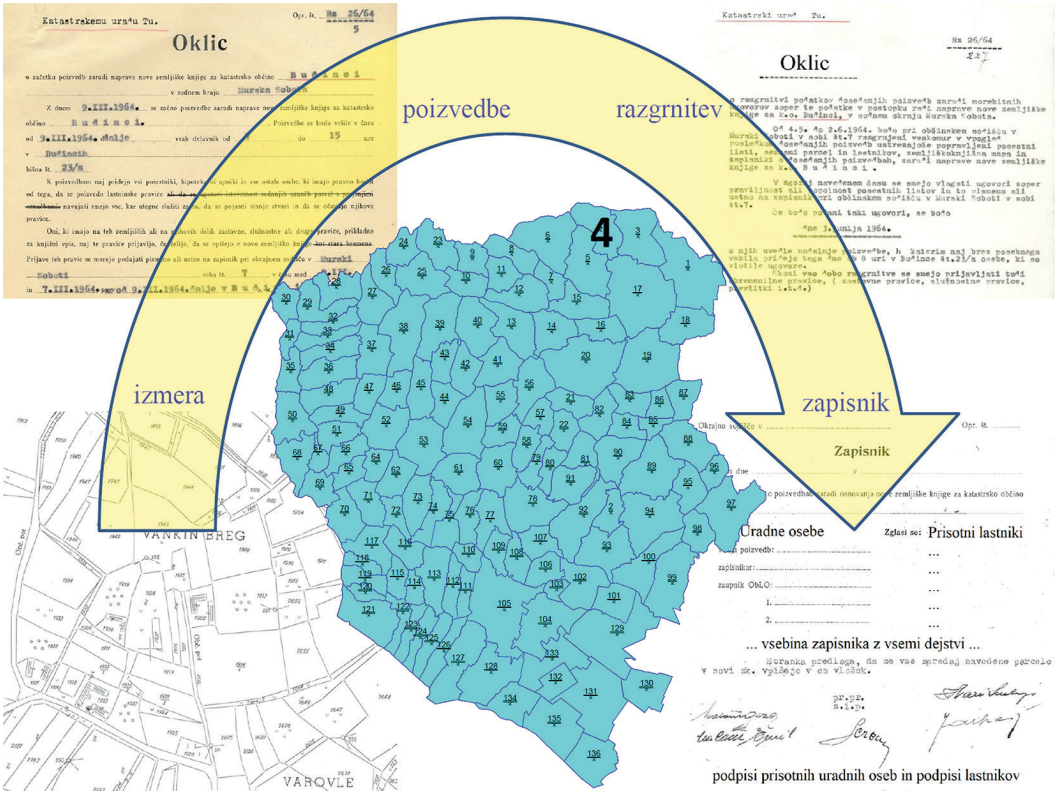
- 1. da ne teče sodni postopek zaradi posestne meje glede prizadete parcele;*
- 2. da so prizadeti lastniki oziroma uporabniki pismeno izjavili, da se strinjajo, da se posestna meja uradno vzpostavi po podatkih zemljiškega katastra;*
- 3. da za območje parcele v postopku obstoje zanesljivi izvirni numerični podatki predhodno opravljenih zemljiško-katastrskih meritev, oziroma da so obstoječi zemljiško-katastrski načrti toliko zanesljivi, da je možno na njihovi podlagi vzpostaviti posestno mejo v predpisani dopustni natančnosti.» (konec cit.)*

Po današnjih pravilih posestne oziroma parcelne meje v geodetskem postopku ureditve mej pravzaprav določamo enako, kot smo do leta 2000 izvajali nekdanje prenose parcelnih mej v naravo po podatkih zemljiškega katastra oziroma nekdanje mejne ugotovitvene postopke, če so bila položajna odstopanja dovolj majhna. Ne glede na to, ali smo pred letom 2000 meje določali v mejnem ugotovitvenem postopku ali v postopku prenosa mej v naravo, podlaga za evidentiranje tako določenih mej v katastru ni bila odločba geodetske uprave, poslana vsem lastnikom oziroma strankam v postopku, ampak geodetski merski podatki s skico in zapisnik s podpisi strinjanja strank.

Tudi v vseh sistematičnih katastrskih izmerah v naši zgodovini, od franciscejske izmere in reambulacij v 19. stoletju do novih katastrskih izmer v drugi polovici 20. stoletja, podlaga za evidentiranje v katastru ni bila odločba geodetske uprave, poslana vsem lastnikom oziroma strankam v postopku. Ponazoritev postopka nove izmere v drugi polovici 20. stoletja je prikazana na sliki 1 na primeru katastrske občine Budinci v Prekmurju, v kateri je bila nova katastrska izmera izvedena v letih 1963–1964. Lastniki zemljišč v posamezni katastrski občini so bili o času in pravilih nove izmere seznanjeni z javnim pozivom geodetske službe na zamejničenje zemljišč (glej npr. Triglav, 2015, str. 617). Sistematično geodetsko izmero so geodeti izvedli z eno od merskih metod, bodisi z enoslikovno fotogrametrijo v ravninskem jugovzhodnem predelu Prekmurja ali s tahimetrično izmero, ortogonalno izmero ali stereofotogrametrično izmero v preostalih delih Prekmurja (več o tem Slak in sod., 2020, poglavje 5).

Novi izmeri je sledil javni oklic sodišča za poizvedbe o lastnikih zaradi izdelave nove zemljiške knjige. Poizvedbe so običajno trajale mesec dni ali več, odvisno predvsem od velikosti območja izmere in števila lastnikov. Sledila je javna razgrnitev podatkov katastrske izmere in podatkov o lastnikih, ki je praviloma potekala s sodelovanjem geodetske službe in zemljiške knjige. O razgrnitvi so vodili zapisnik, posamično so bili vsi podatki izmer in podatki o lastnikih predstavljeni lastnikom parcel posameznega posestnega kosa. Ti so pravilnost podatkov in strinjanje z njimi potrdili s podpisom zapisnika. Ob morebitnem ugovoru lastnikov so v njihovi prisotnosti naknadno izvedli dopolnilni postopek za odpravo pomanjkljivosti. Ko so bili ti postopki zaključeni, so izvedli nastavitvev oziroma vpis podatkov nove izmere za celotno katastrsko občino v zemljiški kataster in zemljiško knjigo. Če se stranke s podatki niso strinjale, so seveda imele v skladu z zakonodajo možnost pravnega varstva v upravnem ali sodnem postopku. Podobno so bili vodeni kasnejši postopki novih izmer po Zakonu o zemljiškem katastru (ZZKat, 1974), le da je v njih poleg zgoraj navedenih faz ob zamejničevanju posestnih mej sproti nastajal še ločen zapisnik o mejnem ugotovitvenem postopku, v katerem so lastniki s podpisom izrazili svoje (ne)strinjanje z mejami njihovih posestnih kosov.

Nekateri bralci se verjetno že sprašujete, kaj neki je v teh naftalinskih opisih postopkov tako pomembnega ali uporabnega za sodobni čas visoko razvitih digitalnih tehnologij, digitalne obdelave podatkov, digitalnega vodenja postopkov itd. Ravno to, da imajo v osnovi toliko skupnega z današnjim časom, je razlog tega pisanja! Uporaba dobro delujočih rešitev, ki so se v preteklosti v daljših obdobjih potrdile v praksi, prilagojenih sodobnim digitalnim tehnologijam in digitalno vodenim postopkom, je namreč lahko zmagovalna kombinacija, tako imenovani win-win!



Slika 1: Ponazoritev ključnih korakov postopka nove izmere: izmera, oklic poizvedb, oklic razgrnitve vseh podatkov in podpisani zapisnik z vsemi dejstvi. Primer je iz k. o. Budinci iz leta 1964. Vir podatkov: OGU Murska Sobota, 2022.

To se je v Prekmurju v preteklosti večkrat izkazalo v praksi, v največjem obsegu na primer pred približno dvema desetletjema, ko so nas poleg že tako obsežnega tekočega dela »doleteli« obsežni postopki novih izmer na območju celotne trase prekmurske avtoceste in parcelacije na trasi nove železniške proge Puconci–Hodoš. Pritisk državnih investorjev, državnih služb, občin, lastnikov zemljišč in medijev na geodetsko upravo je bil izjemen, časovna in delovna stiska za geodete na upravi in v geodetskih podjetjih pa prav tako. Z inovativnimi, časovno zgoščenimi postopkovnimi rešitvami v okviru zakonodajnih možnosti in v tesni povezavi z geodetskimi podjetji nam je vse geodetske postopke, vključno z evidentiranjem meritev v katastru, uspelo opraviti pravočasno in z visoko strokovno kakovostjo. Hitra izvedba novih izmer in parcelacij za avtocesto ne bi bila mogoča brez celovite priprave geodetskih podatkov, kakovostne izvedbe meritev in izračunov ter časovne zgotovitve ključnih korakov postopka, pri čemer je geodetsko podjetje takoj po podpisu zapisnika v geodetskem postopku strankam izročilo vse odločbe geodetske uprave že na samem terenu. Število parcel v teh postopkih je segalo v tisoče in tisoče, število strank v postopkih pa je bilo še približno dvainpolkrat večje. Kot zaključni akt smo strankam formalno in po pravilih ZUP vročali odločbe (ZUP, 2022), tak je pač zakon in zakone je treba pri geodetskem delu strogo spoštovati, a vsebinsko so bile te odločbe predvsem nepotrebna birokratska ovira. Ključni so bili kakovostno geodetsko delo, točni geodetski izračuni podatkov in strinjanje strank.

### 3 V SODOBNI ČAS PRESLIKANE GEO IDEJE

Poskušajte si zdaj predstavljati, da bi geodetska služba v vseh postopkih poslovala brez izdajanja odločb. Če je ta misel za začetek še prehud šok, si poskušajte predstavljati, da odločb ne izdajamo več uslužbenci geodetske uprave, ampak jih po obdelavi podatkov geodetskih elaboratov na podlagi podatkov v teh elaboratih samodejno izdaja naš informacijski sistem s tehnikami strojnega učenja in vgrajene umetne inteligence. Po kratkem razmisleku se zdi ta misel po svoje še bolj šokantna, saj nas že refleksno začne skrbeti za svoja delovna mesta. A ta skrb je odveč, geodetom nikoli ne bo zmanjkalo strokovnega geodetskega dela.

Za ublažitev šoka pogledjmo podrobneje v drobovje geodetskega postopka, kot ga določa novi ZKN – Zakon o katastru nepremičnin (ZKN, 2021). ZKN že v uvodnih določbah glede informacijske podpore določa, da informacijski sistem katastra omogoča pridobivanje podatkov o parcelah, stavbah, delih stavb in lastnikih za izvedbo katastrskih postopkov, vlaganje zahtev za vpis podatkov v kataster nepremičnin oziroma predlogov za vpis sprememb podatkov registra prostorskih enot ter preverjanje zahtev za vpis podatkov v kataster nepremičnin. ZKN tudi določa, da informacijski sistem zagotavlja elektronsko povezovanje geodetskih evidenc z drugimi informatiziranimi zbirkami podatkov in podporo upravnemu poslovanju geodetske uprave.

ZKN glede elektronskega poslovanja med drugim določa, da se zahteve vložijo v informacijski sistem katastra v elektronski obliki, vključno z lastnoročno podpisanimi dokumenti, ki se vložijo v skenirani obliki, geodetsko podjetje pa mora izvornike lastnoročno podpisanih dokumentov hraniti pet let od vpisa elaborata v informacijski sistem katastra. Vsi dokumenti v zvezi z elaborati se med geodetskimi podjetji in geodetsko upravo pošiljajo in vročajo po elektronski poti. Odločbe in drugi akti se izdelujejo samodejno. Če so akti izdani v elektronski obliki, imajo namesto podpisov uradnih oseb faksimile in se lahko vročajo v fizični obliki, če so elektronsko podpisani v skladu z zakonom, ki ureja splošni upravni postopek. Dodajmo k temu še Zakon o debirokratizaciji (ZDeb, 2021) z začetka leta in s tem povezane sveže spremembe Zakona o splošnem upravnem postopku (ZUP, 2022) glede elektronskega vročanja ter Zakona o centralnem registru prebivalstva (ZCRP, 2022) glede dopolnitve registra z elektronskimi naslovi in številkami mobilnih telefonov prebivalcev.

Poslovanje med geodetsko upravo in geodetskimi podjetji bo potekalo digitalno in elektronsko v takem obsegu, da se bo »kar kadilo po žicah«. Glede poslovanja geodetske uprave in geodetskih podjetij s strankami v postopkih so prav tako postavljene ustrezne zakonske podlage, verjetno pa bo moralo preteči nekoliko več časa, preden se bodo široko uveljavile v praksi.

Poglejmo zdaj še enkrat grafično ponazoritev na gornji sliki 1. Če dobro pogledamo, vidimo, da geodetski postopki tudi v sodobnem času vsebujejo vse štiri faze, le vrstni red prvih dveh korakov je zamenjan, saj geodet najprej izvede *poizvedbe* (tj. pridobi ustrezne podatke za postopek) in nato ustrezne izračune in geodetsko *izmero*. Vrstni red zadnjih dveh korakov na sliki pa se v osnovi ne razlikuje od tistega pred desetletji.

Pooblaščen geodet bo torej v našem novem informacijskem sistemu po prejemu naročila stranke za izvedbo geodetskega postopka sam pridobil vse ustrezne geodetske podatke, tako zadnje vpisane podatke kot arhivske podatke iz digitalnega arhiva. Na njihovi podlagi bo opravil predpripravo in ustrezne

geodetske izračune. Sledila bosta priprava in pošiljanje vabil strankam na geodetski postopek v naravi in objava katastrskega postopka v informacijskem sistemu katastra ter javna objava katastrskega postopka na spletnih straneh geodetske uprave in enotnem državnem portalu e-uprava. Vse te korake lahko poenostavljeno razumemo kot fazo *poizvedbe* s slike 1.

Sledi geodetska *izmera* v geodetskem postopku na terenu, h kateri so povabljene stranke. Pravila za izvedbo vsake od vrst geodetskih postopkov so predpisana, določajo jih ZKN in podzakonski predpisi. V splošnem pooblaščen geodet v geodetskem postopku povabljenim strankam podrobno in temeljito predstavi vsa ustrezna dejstva o uporabljenih zadnjih vpisanih in arhivskih podatkih katastra nepremičnin, ki so strokovna in pravna podlaga za kakovostno izvedbo postopka. Pooblaščen geodet strankam v postopku pojasni njihove pravice in dolžnosti. Te korake lahko poenostavljeno razumemo kot fazo *razgrnitve* s slike 1. Geodet sproti vodi zapisnik o geodetskem postopku in skico meritev ter ju predstavi strankam. S podpisom potrjeno strinjanje strank v zapisniku je ključno za uspešen zaključek postopka, sam zapisnik pa je ključni dokument izvedenega postopka tudi v sodobnem času. Katere so ovire, ki preprečujejo, da bi tudi novi zapisnik nastajal enako in bi imel enako veljavo, kot jo je včasih imel *zapisnik* na sliki 1? Še podvprašanje: so te ovire res nepremagljive?

#### 4 IN KAKO NAPREJ?

Pričakovan odgovor na to vprašanje seveda je: tako kot doslej, samo bolje, hitreje in enostavneje. Točno tako! A kaj če bi geodeti malo »stopili iz svoje škatle« in razmislili, ali bomo v novem sistemu res še potrebovali odločbe geodetske uprave kot zaključne akte geodetskih postopkov? Zakaj ne bi bil kot zaključni akt postopka spet dovolj le zapisnik s podpisi strank in pooblaščenega geodeta? Ta hip se to takole na prvi pogled morda res zdi nemogoče, a v prispevku navedena nova zakonodaja nam bo skozi dnevno geodetsko prakso prejkoslej pomagala razjasniti dileme. Cilj pooblaščenih geodetov je oziroma bi vsaj racionalno moral biti, da svoje delo v geodetskem postopku strokovno in postopkovno opravijo v celoti ter zanj strokovno, etično in tudi sicer odgovarjajo v celoti. Geodetska uprava pa na podlagi prejetega elaborata z vsemi ustreznimi sestavinami in podatki le poskrbi za bliskovito hitro evidentiranje sprememb v katastru nepremičnin.

Vprašajmo se še drugače. Ali geodete v državni geodetski službi res čaka perspektiva, da bomo le formalni strežaji in podajalci papirjev informacijskemu sistemu, ki bo samodejno strojno pisal digitalne odločbe in vanje ob našem pritisku na gumb vstavljal faksimile našega podpisa ter jih fizično ali elektronsko razpošiljal strankam v postopku? Koga od mladih geodetov, nabitih z vrhunskim strokovnim geodetskim in geoinformacijskim znanjem, nam bo ob taki perspektivi sploh še uspelo pritegniti v državno geodetsko službo? Ob menjavi generacij, ki prav v teh nekaj letih poteka v velikem obsegu, bomo namreč mlade in zagnane geodete in geodetinje v državni geodetski službi potrebovali kot »žejni sredi puščave«! Pred geodetsko službo so v naslednjih letih namreč velike strokovno privlačne in izvedbeno zahtevne naloge.

Geodeti smo s svojim strokovnim geodetskim, naravoslovnim in matematičnim znanjem ter digitalnimi veščinami predragoceni za geodetsko službo in sodobno prostorsko usposobljeno družbo, da bi nam ta služba in družba lahko dovolili izgubljeni čas za odločbe, kljub vsej samodejnosti njihove priprave in razpošiljanja. Geodeti smo z geodetsko službo sposobni doseči več in biti bolj učinkoviti, sposobni smo stopiti višje in s tem videti širše in dlje, tudi na nova področja dela, ter biti hkrati motor in most kakovostnega

povezovanja raznovrstnih prostorskih podatkov in služb, ki jih upravljajo (Triglav, 2007). Priložnost in spodbuda za to je tudi vloga geodetske službe na razvojnih področjih in v komponentah slovenskega Načrta za okrevanje in odpornost (NOO, 2022), ki bo v nacionalnem in tudi širšem evropskem okvirju od nas zahtevala vse naše znanje in sposobnosti ob maksimalni uporabi najboljših zmogljivosti geodetske službe. Zato se bomo morali osredotočiti na tista temeljna področja infrastrukture prostorskih podatkov za prostorsko usposobljeno družbo in na tista področja delovanja, kjer smo družbi najbolj potrebni in kjer lahko največ pripomoremo k njenemu razvoju in napredku v dobro vseh.

Odločbe ne spadajo v to kategorijo. Odločbe niso tista vsebina, ki državni geodetski službi zagotavlja svetlo prihodnost in razvoj, ki ga potrebuje, tudi če njihovo pripravo, izdajo in razpošiljanje pripeljemo do avtomatizirane digitalne perfekcije. Lahko pa se seveda kot nepopravljivi optimist motim (kot vedno znova doslej) in bodo odločbe tudi v prihodnje ostale nepogrešljivi zaključni formalni akti geodetskih postopkov državne geodetske službe ... in bo čez deset let kdo od optimistov mogoče spet lahko napisal članek o preprostih starih geo idejah za prihodnost.

## Literatura in viri:

- NOO (2022). Načrt za okrevanje in odpornost. <https://www.eu-skladi.si/sl/po-2020/nact-za-okrevanje-in-krepitev-odpornosti>, pridobljeno 20. 2. 2022.
- Slak, J., Triglav, J., Boldin, D., Mavec, M., Fonda, M. (2019). Dediščina katastr na Slovenskem. Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana, 100 str. [https://www.projekt.e-prostor.gov.si/fileadmin/user\\_upload/gradiva/Dediscina\\_katastron\\_na\\_Slovenskem.pdf](https://www.projekt.e-prostor.gov.si/fileadmin/user_upload/gradiva/Dediscina_katastron_na_Slovenskem.pdf), pridobljeno 19. 2. 2022.
- Slak, J., Triglav, J., Koračin, K., Ravnihar, F. (2020). Slovenska zemlja na katastrskih načrtih. Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana, 270 str. [https://www.projekt.e-prostor.gov.si/fileadmin/user\\_upload/gradiva/Slovenska\\_zemlja\\_na\\_katastrskih\\_nacrtih.pdf](https://www.projekt.e-prostor.gov.si/fileadmin/user_upload/gradiva/Slovenska_zemlja_na_katastrskih_nacrtih.pdf), pridobljeno 19. 2. 2022.
- Triglav, J. (2004). Preskočimo črne luknje slovenske geodezije. Geodetski vestnik, 48 (3), 435–439. [http://www.geodetski-vestnik.com/48/3/gv48-3\\_435-439.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/48/3/gv48-3_435-439.pdf), pridobljeno 19. 2. 2022.
- Triglav, J. (2007). Vse je v imenu. Geodetski vestnik, 51 (2), 449–453. [http://www.geodetski-vestnik.com/51/2/gv51-2\\_449-453.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/51/2/gv51-2_449-453.pdf), pridobljeno 19. 2. 2022.
- Triglav, J. (2008). Dolgo pričakovano pismo. Geodetski vestnik, 52 (2), 413–415. [http://www.geodetski-vestnik.com/52/2/gv52-2\\_413-415.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/52/2/gv52-2_413-415.pdf), pridobljeno 19. 2. 2022.
- Triglav, J. (2015). Arhivi – skriti zakladi iz Murske Sobotne. Geodetski vestnik, 59 (3), 609–618. [http://www.geodetski-vestnik.com/59/3/gv59-3\\_triglav.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/59/3/gv59-3_triglav.pdf), pridobljeno 19. 2. 2022.
- ZCRP (2022). Zakon o centralnem registru prebivalstva. Uradni list RS, št. 72/06 – u. p. b. in 3/22 – ZDeb. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1708>, pridobljeno 19. 2. 2022.
- Zdeb (2022). Zakon o debirokratizaciji. Uradni list RS, št. 3/22. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2022-01-0014?sop=2022-01-0014>, pridobljeno 19. 2. 2022.
- ZKN (2021). Zakon o katastru nepremičnin. Uradni list RS, št. 54/21. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2021-01-1047?sop=2021-01-1047>, pridobljeno 19. 2. 2022.
- ZUP (2022). Zakon o splošnem upravnem postopku. Uradni list RS, št. 24/06 – u. p. b. in nasl. in 3/22 – ZDeb. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1603>, pridobljeno 19. 2. 2022.
- ZZKat (1974). Zakon o zemljiškem katastru. Uradni list SRS, št. 16/74, 42/86, ter 52/00 – ZENMPE in 47/06 – ZEN, <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO116>, pridobljeno 19. 2. 2022.

---

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

# PROSTORSKI RAZVOJ BREZ SPATIAL DEVELOPMENT PROSTORSKIH PLANERJEV WITHOUT SPATIAL PLANNERS

*Anton Prosen*

Morda bo naslov tega prispevka katerega od bralcev zmotil, vendar je za poznavalce razmer realen. S tem zapisom želim prikazati stanje na področju urejanja prostora v Sloveniji. Laična in predvsem strokovna javnost se ob vse večjem številu spornih posegov v prostor sprašuje, kdo se skriva za politiko prostorskega razvoja in ali ta dejavnost sploh še obstaja. Tu pa tam me kdo od znancev ali prijateljev vpraša, kaj delate prostorski strokovnjaki, da je vse bolj zaznati vidne napake v prostoru. Odgovor je največkrat zelo kratek, strokovnjaki smo vse bolj nemočni in zapostavljeni.

Naj v nadaljevanju na kratko obrazložim, kaj sploh razumemo pod izrazom urbanizem. Iz potrebe po načrtnem razvoju mest in ustvarjanju estetskega in funkcionalnega bivalnega ter delovnega okolja se je začel razvijati urbanizem kot del arhitekturne in inženirske dejavnosti. Prvotno so se načrtno urejale le manjše prostorske enote v urbani strukturi. Iz tega se je pozneje začelo razvijati urbanistično planiranje, ki je imelo za prostorsko enoto mesto in njegovo ožje vplivno območje. S časom je postala premajhna za načrtovanje prostorskega razvoja, predvsem razvoja tehnične infrastrukture, in pokazala se je potreba po razvoju celovitega urejanja prostora lokalnih skupnosti oziroma administrativnih enot. Ker pa je bilo treba s časom načrtovati prostorski razvoj na širšem prostoru večjega števila lokalnih skupnosti, se je razvilo regionalno prostorsko planiranje. Danes poznamo tudi prostorsko planiranje (načrtovanje) na ravni države ali skupine držav.

## ZAKONODAJA IN POSLEDICE V PROSTORU

V vsakdanjem besednjaku pod pojmom urbanizem tako razumemo celovito interdisciplinarno strokovno dejavnost urejanja prostora, ki jo glede na prostorske, poselitvene in socialne značilnosti posamezne države urejajo s svojo, to je državno zakonodajo. Na ravni Evropske unije (EU) nimamo posebnih predpisov o urejanju prostora, se pa usmeritve in zahteve, ki jih morajo države članice upoštevati, skrivajo v sektorskih predpisih. Poznavalci tega področja poznamo zakonodajo posameznih držav, ki bi jo bilo smiselno vsaj delno posnemati. Žal pri nas ni te volje ali pa v naši tridesetletni državi to področje upravljajo vlade, ki ga ne poznajo v vsej njegovi celovitosti. Poleg tega je želja takih vlad in njihovih vodij predvsem poenostavitev pridobivanja dovoljenj za posege v prostor. Od leta 2002 naprej se zakonodaja stalno spreminja, kar povzroča še dodatno zmešnjavo tako za strokovnjake kot upravne delavce. V zvezi zakonsko ureditvijo področja urejanja prostora v Sloveniji je Društvo urbanistov in prostorskih planerjev Slovenije (DUPPS) pred meseci sklicalo okroglo mizo ter z ugotovitvami seznanilo resorno ministrstvo in druga strokovna in politična združenja.



Društvo opozarja, da so razmere v urejanju prostora vse bolj kritične in potrebne korenitih sprememb, saj se kljub prizadevanjem zakonodajalca in vse hitrejšim spremembam ter poskusom prilagajanja prostorske zakonodaje na nove razmere stanje ne izboljšuje. Hitrim spremembam ne sledijo podzakonski akti, ki zaostajajo za sprejetimi zakoni tudi za več let, kar zopet ustvarja zmedo pri izvajanju zakonskih opredelitev. Zato strokovna javnost ponovno poziva k sistemskemu pristopu ureditve urejanja prostora, ki bo zajela celovito zakonodajo, ne samo krovnih zakonov, ampak tudi podrejene akte.

Stroka od pripravljavca zakonodaje zahteva široko in vsebinsko poglobljeno javno razpravo o spremembah prostorske zakonodaje. Te morajo biti strokovno podprte in temeljiti morajo na oceni izvajanja obstoječih zakonodajnih rešitev ter na študijah in analizah trendov v prostoru, ki bodo jasno pokazale neželena stanja v prostoru in v sistemu urejanja prostora ter na tej podlagi omogočila oblikovanje jasnih ciljev potrebnih sprememb prostorske zakonodaje. Predlagane zakonske rešitve je treba pred implementacijo v zakon preveriti na testnih/pilotnih primerih (na primer regionalni prostorski plan, ureditveno območje naselij, odlok o oblikovni podobi naselij ...).

Stroka prav tako zahteva svojo vključitev v proces priprave sprememb zakonskih rešitev kot enakovrednega partnerja tako na konceptualni ravni kot pri pripravi podrobnih rešitev. Še več: v delovno skupino za pripravo prostorske zakonodaje se morata vključiti predstavnika stroke in širše javnosti. Takšno delo je treba tudi plačati, s čimer pripravljavec zakonodaje prizna temu delu ustrezno veljavo. Hkrati je na sistemski ravni treba preprečiti vpliv posameznih interesnih skupin, ki pogosto vplivajo na spremembe zakonodaje na nepregleden način in v škodo javnega interesa.

Strategija prostorskega razvoja Slovenije ter Prostorski red Slovenije morata biti ustrezno povezana z drugimi strateškimi razvojnimi dokumenti države, biti morata podlaga za uspešno spopadanje z izzivi starajoče se družbe, podnebnih sprememb, potencialnih naravnih nesreč (med katere sodi tudi pandemija) ter s tem povezanimi investicijami ob spoštovanju mednarodno sprejetih zavez.

Za učinkovito usklajevanje interesov v prostoru ter nadzor nad izvajanjem prostorske zakonodaje je treba zagotoviti priporočila in usmeritve ministrstva, pristojnega za okolje in prostor, ki bodo vodila k jasnemu in enotnemu razumevanju zakonskih določb. Predlaga se ustanovitev vladne/nadsektorske službe (agencije) ter skupne občinske uprave (na primer na regionalni ravni ali za območja 58 upravnih enot).

Razmer v prostoru ne bo uredila le dobra prostorsko zakonodaja, temveč tudi skrb za izobraževanje kadrov ter raziskovalno dejavnost na področju urejanja prostora ob hkratnem zagotavljanju in spodbujanju interdisciplinarnega sodelovanja med strokami ter nediskriminatorni ureditvi pogojev za pridobitev licence pooblaščenega prostorskega načrtovalca. Hkrati pozdravljamo odločitev, da se vrne licenca pooblaščenega prostorskega načrtovalca vsem, ki jim je bila z ZUreP-2 odvzeta.

Po mnenju sodelujočih na okrogli mizi je pomembno tudi izobraževanje širše javnosti in vključevanje javnosti v transparentne postopke odločanja o prostorskem razvoju. To je pomembna zahteva, saj je z razvojem demokracije nujno vključevati prebivalce v procese odločanja. S soodločanjem o posegih v prostor bi se izognili marsikateremu zavlačevanju začetka realizacije predvidenih investicij.

## PANDEMIJA IN UREJANJE PROSTORA

Jeseni je Društvo urbanistov in prostorskih planerjev organiziralo vsakoletno strokovno Sedlarjevo srečanje z naslovom: *Urbanistično načrtovanje skozi prizmo pandemije – izzivi in predlogi*. Zbralo se je več kot sto urbanistov in prostorskih planerjev iz vse Slovenije, iz občin, ministrstev, podjetij, fakultet, inštitutov idr. Poleg uvodnih referatov je bilo predstavljenih petnajst prispevkov. Po predstavitvi in razpravi so bili sprejeti zaključki, s katerimi smo želeli seznaniti širšo strokovno in politično javnost. Urbanisti in prostorski planerji svojo vlogo pri tem prepoznavamo v aktivnem načrtovanju mest in naselij ter tudi državne infrastrukture, prilagojenih novih razmerah glede varovanja zdravja, okolja in prilagajanja podnebnim spremembam.

Optimizem vendarle vzbuja dejstvo, da je v teh zahtevnih razmerah na voljo več javnega denarja, na primer iz Sklada za okrevanje in kohezijskih sredstev. To vidimo kot priložnost in odgovornost za trajnostno oživitev mest in naselij, za aktivacijo priložnosti podeželja in potencialov predmestij (razpršene suburbane pozidave), za izboljšanje kakovosti stanovanj itn. Med konkretnimi ugotovitvami in predlogi 32. Sedlarjevega srečanja izpostavljam:

- Delo na domu in še bolj delo od doma (*tele-working*), ki se je zaradi razmer množično uveljavilo spomladi 2020, kot vse kaže, ne bo zgolj začasno. Za delovna mesta, ki omogočajo delo na daljavo, bo deloma ali celo v celoti ohranjeno.
- Temu je treba prilagoditi naše bivalne razmere. Premajhna stanovanja, običajno brez ločenih delovnih prostorov, ne omogočajo korektnega dela od doma, niti ne morebitne izolacije posameznika. Bivalne standarde in velikosti stanovanj je zato treba izboljševati, stanovanjem pa dodajati in pri novih načrtovati zunanja stopnišča, balkone, terase, dvorišča, skupnostne zunanje, predvsem zelene površine in podobno.
- Ob preobremenitvi naših stanovanj na drugi strani ostajajo prazni ali deloma prazni poslovni prostori. Zato je treba spremljati, ali se bo trend manjših potreb po poslovnih prostorih nadaljeval, in preveriti, kateri poslovni prostori so primerni za preureditev v stanovanja ali prostore oziroma objekte družbene infrastrukture ali morda v skupnostne prostore za krizne razmere ipd.
- Kot rešitev težave premajhnih stanovanj v mestih in naseljih se kot priložnost kažejo velike, pogosto predimenzionirane stanovanjske hiše na lastnih parcelah v predmestjih, na območjih razpršene suburbane pozidave. Pojav, ki smo ga od nekdaj ocenjevali kot urbanistično neakozosten, postaja pomembna priložnost. Stanovanjske površine so običajno večje, lastni vrtovi omogočajo varno preživljanje časa na prostem. Ob tem druge težave suburbanih območij ostajajo, ob navedenih prednostih je treba še naprej načrtovati območja z gostitev z javnimi programi, boljše prometno dostopnost, javni promet, kolesarske in pešpoti ipd.
- Še bolj kot v predmestju se priložnost za zdravo bivanje v aktualnih razmerah kaže na podeželju, posebej če je omogočeno delo na daljavo. V zvezi s priložnostmi predmestja in podeželja pa se tako tudi postavlja vprašanje, ali prihodnost prinaša potrebo po bolj razpršenem bivanju.
- V pandemiji in po njej je treba namenjati pozornost predvsem zdravju in bivalni kakovosti. Zato še vedno in vse bolj velja, kako zelo pomembni so dostopnost do zelenih in javnih površin ter ustrezna mobilnost. Skozi pandemijo se je še povečalo zavedanje o pomenu zelenih površin za zdravje in telesno aktivnost na svežem zraku. Zelene površine dokazano prinašajo koristi za javno zdravje,

zato morajo biti dobro dostopne in povezane v zelene sisteme ne le v strnjениh mestih, ampak tudi v bolj razpršenih predmestjih.

Zavedamo se, da je v prihodnje od prostorskih strokovnjakov močno odvisno, kakšen bo svet po koronakrizi – kako bomo sodelovali, kako se bomo kot družba in prostorska stroka odzvali, izboljševali bivalne pogoje prebivalcev, se odzvali na podnebne spremembe in novim razmeram prilagodili mesta in naselja. Prostorske strokovnjake zanima tudi, ali bomo sredstva Sklada za okrevanje in kohezijska sredstva namenili viziji dodane vrednosti v urejenem slovenskem prostoru, v mestih in naseljih, prilagojenih za zdravo in varno trajnostno bivanje, ali pa bomo nadaljevali prakso bolj ali manj slabih kompromisnih odločitev?

## GRADIMO EVROPO

V jeseni 2021 se je v Sloveniji zgodil še en strokovni dogodek, ki ga ne smemo prezreti in je vezan na strokovno dejavnost urejanja prostora in arhitekture. V Gradcu in Mariboru je v soorganizaciji različnih avstrijskih vladnih in strokovnih organov skupaj s slovensko Zbornico za arhitekturo in prostor, ministrstvom za zunanje zadeve in mestno občino Maribor potekala konferenca Gradimo Evropo. Za kulturo visokokakovostne arhitekture in grajenega okolja za vse. Slovenski del konference je imel naslov: *Rehab(il)itacija – enodružinska hiša, od predmestja do podeželja*. Govor je bil o mehanizmih za zagotovitev kakovostne arhitekture, o odzivih na podnebne spremembe skozi prostorsko načrtovanje in o prenovi podeželskih naselij. Na avstrijski strani so k oblikovanju skupnih vsebin konference pristopili tako rekoč vsi resorji, od kulturnega do kmetijskega, turističnega in obrambnega. Na vseh ravneh, državni, deželni in mestni.

Na slovenski strani je Zbornica za arhitekturo in prostor sama vključila svoje teme (M. Čelik) ob odsotnosti predvsem ministrstva za okolje in prostor. Da resorno ministrstvo ignorira tovrstne študije in posvete na temo urejanja podeželja, je že dolgo znano, češ da je to področje domena ministrstva za kmetijstvo. Mačehovski odnos ministrstva za okolje in prostor do podeželja je krepko viden na slovenskem podeželju. Če upoštevamo pravilo, da moramo skrbeti za načrtni razvoj na celotnem prostoru ob upoštevanju hierarhičnosti prostorsko-planskih dokumentov, je treba vključiti v načrtovalski proces tudi podeželje, ki je postalo s časom vse bolj večfunkcionalni prostor, predvsem pa pomembni bivalni prostor in potencial za prostorski razvoj vseh družbenih funkcij. Več držav (npr. Švedska, Nemčija, Danska, Belgija, Poljska, Nizozemska idr.) se je že odločilo za sistematičen pristop k razvoju podeželja z uvajanjem prostorskega načrtovanja podeželskega prostora.

Slovenski kulturni krajini daje svojevrsten pečat prav edinstvena poselitev. Po statističnih podatkih imamo v Sloveniji 6035 naselij. Če bi gledali le z ekonomskega stališča oziroma stroškov, je slovenska razpršena poselitev draga, a je zapuščna preteklosti in vredna ohranitve. Večji del naselij je v velikostnem razredu od 50 do 500 prebivalcev. Po statističnih podatkih imamo v Sloveniji le 156 naselij, ki jih lahko štejemo kot mestna ali urbana. V njih živi približno polovica slovenskega prebivalstva, dobra polovica prebivalcev pa živi v ruralnih naseljih.

Obstaja več vzrokov, da se je v Sloveniji gradilo večinoma enodružinske stanovanjske hiše na podeželju in ne v urbanih središčih. Zaradi razmeroma dobre prometne mreže in prepočasne graditve stanovanj v mestnih in industrijskih središčih ter pomankanja urejenih stavbnih zemljišč so se mnogi na novo

zaposleni delavci v industriji in drugih nekmetijskih dejavnostih pričeli voziti na delo. Takrat se prične pojavljati nova kategorija prebivalcev, tako imenovani dnevni migranti. Delovni čas in majhni zaslužki so pripomogli, da je veliko delavcev poleg zaposlitve v industriji obdelovalo kmetijska zemljišča in mnoge kmetije so postale polkmetije.

V drugi polovici šestdesetih let prejšnjega stoletja so zaposleni prebivalci pričeli dobivati kredite za stanovanjsko gradnjo iz stanovanjskih skladov, obenem so pričele kreditirati stanovanjsko gradnjo banke. Vse to je pripomoglo, da se je razvilo samograditeljstvo v (tako) velikem številu. Žal na vse hitrejšo industrializacijo in urbanizacijo podeželja in s tem na hitre strukturne spremembe ni bila dovolj pripravljena planerska in urbanistična stroka. Na konferenci v Mariboru so bili podani statistični podatki, da imamo v Sloveniji okoli 150.000 praznih stanovanj, kar je 20 odstotkov vseh stanovanjskih enot v državi, in da je večina teh stanovanj na podeželju ali v predmestjih (M. Granda).

Prikazani podatki kažejo, da bi se marsikateri mladi družini morda uresničila želja po domu na podeželju, čeprav nima v lasti zazidalnega zemljišča. Vse to je mogoče v državah, kjer že petdeset let uresničujemo projekte za prenovo in razvoj vasi. Zamisli o prenovi in razvoju vasi so se v Sloveniji začele pojavljati na ministrstvu za kmetijstvo že v osemdesetih letih preteklega stoletja, tudi v tujini je bil pobudnik tovrstnih projektov kmetijski sektor. Samo s kompleksno prenovo vasi in ustrezno zemljiško politiko na lokalni ravni bomo sposobni obsežen neizkoriščen stanovanjski fond spremeniti v nove bivalne enote v urejenem ruralnem prostoru.

## VLOGA URBANISTA

Tako so se v zelo kratkem času zvrstila tri strokovna srečanja, na katerih je bil obravnavan prostorski razvoj na lokalni ravni. Udeleženci vseh treh srečanj so opozorili na napake in dali usmeritve za nadaljnje akcije na tem področju, kar pomeni, da prostorskim strokovnjakom ni vseeno, kaj se v prostoru dogaja. Prostorski strokovnjaki in arhitekti se zavedamo, da je čas, da se škodljivi trendi v prostoru zaustavijo ter da se stroka uveljavi in spoštuje na vseh ravneh načrtovanja. Vse več je opozoril, da se namesto ustreznih demokratičnih metod in participacije javnosti pri odločanju o posegih v prostor, dogaja tako imenovani dogovorni urbanizem, kar pomeni ne zgolj izključitve javnosti, temveč tudi pristojnih strokovnjakov iz procesov odločanja. Odgovor na takšen očitek se glasi, da so pri pripravi projektov sodelovali strokovnjaki.

Tu se začneja zgodba o javnem in zasebnem interesu. Načrtovanje posegov v prostor na vseh ravneh je vsekakor javni interes, gradnja individualne hiše pa je osebni interes. Vendar umestitev individualne novogradnje v prostor ne zadeva le investitorja in projektanta, temveč tudi prebivalce kraja oziroma staroselce ter nekatere strokovne in upravne institucije. Nedorečenost postopkov se kaže v tem, da bi morali z njimi zagotavljati sodelovanje širše zainteresirane javnosti ter da bi se uveljavili ustrezni kontrolni mehanizmi. V Sloveniji smo z ustavo in zakonodajo dali velika pooblastila županom in občinskim svetom pri odločitvah o urejanju prostora. Če s tem krepimo demokratične procese in javnost dela pri odločanju o bivalnem in delovnem okolju na lokalni ravni, slovenska ustava in zakonodaja pravilno usmerja to področje, le uveljaviti bi se vendarle morali ustrezni svetovalni in kontrolni mehanizmi.

Nekatere države Evropske unije (na primer Danska), imajo sistem kontrole nad poseganjem v prostor zelo dobro urejen, predvsem pa je podrobno opredeljeno, do katere stopnje načrtovanja prevzemajo naloge

javni uradi in kaj je v pristojnosti zasebnih birojev. Danska je z reformo lokalne samouprave nekdanjih 271 občin preoblikovalo v 98 velikih občin. Na novo so se oblikovale tudi regije. S to reformo se je okrepila pristojnost države in občinske ravni, regionalna raven je pridobila predvsem pomen na področju strateškega načrtovanja, je ostala brez neposrednih pristojnosti pri načrtovanju na lokalni ravni. V nove občinske načrte urejanja prostora so vključeni tudi varovalni vidiki. V veljavi pa so ostala nekatera pooblastila ministra, kot je veto na predlog občinskega načrta, če je ta v nasprotju z nacionalnimi interesi.

Prostorski načrtovalci in urbanisti že dlje opozarjamo, da v Sloveniji nimamo ustrezne strokovne institucije na državni in pokrajinskih ravni. Lahko bi se zgledovali na primeru institucije, ki je uspešno delovala v Sloveniji koncem šestdesetih in v prvi polovici sedemdesetih let prejšnjega stoletja. Zmeda je nastala z uveljavitvijo družbenega planiranja, kar je povzročilo zaton prostorskega planiranja na vseh ravneh prostorskega načrtovanja. Ob množici različnih agencij, ki so nastale po osamosvojitvi države, ni nihče pomislil, da potrebujemo močno strokovno institucijo za prostorski razvoj. Tu si delamo veliko in včasih nepopravljivo škodo z ignoranco pomembne strokovne dejavnosti.

Posvet v Mariboru se je dotaknil zelo zanimive in aktualne teme, kako z boljšimi pristopi in ustrezno stanovanjsko in zemljiško politiko aktivirati in prenoviti stavbni fond, ki na podeželju propada. S podobnimi težavami so se spopadale tudi države srednje Evrope, ki so po drugi svetovni vojni doživele močno urbanizacijo in deagrarizacijo. Zato so dovolj zgodaj pristopile k prenovi in razvoju podeželja in njegovih naselij. Pri nas smo se leta in leta trudili, da bi uveljavili načrtni pristop pri prenovi in razvoju vasi. Ni bilo opaznega uspeha. Strokovne institucije in skupine, ki so delovale na tem področju, so se žal razpusile. Da je načrtno urejanje podeželskega prostora v Avstriji pomembna strokovna dejavnost, pove že podatek, da je nastopala vrsta vladnih in strokovnih organov kot soorganizatorjev srečanja.

Kot že navedeno v tem prispevku, je v srednjeevropskih državah kmetijski sektor prevzel pobudo in izpeljavo projektov načrtnega razvoja podeželja ob spoštovanju vseh urbanističnih predpisov in norm. V ZR Nemčiji tovrstni projekti potekajo že skoraj petdeset let. Mi smo se sicer lotevali izdelovanja tovrstnih načrtov, pa so bili rezultati žal zelo skromni. Največji dosežek se vsekakor zdi vas Šmartno v Goriških brdih. Tu je treba čestitati občini Brda, da je znala angažirati stroko in najti finančne vire. Za Slovenijo je v tem trenutku edinstvena priložnost, da pristopimo k razvoju podeželja celovito in ne zgolj sektorsko.

Usmeritev individualne gradnje po pandemiji na podeželje je zelo, zelo nevarno dejanje, če se bomo spet lotevali tega po ustaljeni poti samograditeljstva brez ustrezne urbanistične in predvsem zemljiške politike oziroma brez zemljiškega menedžmenta. V marsikaterem podeželskem naselju se dogaja graditev le na lastni parceli največkrat brez ustrezne komunalne in prometne ureditve. Nihče ne razmišljala o oblikovanju novih vaških središč (jeder), parkirišč itn. Posamezni novi vaški predeli v podeželskih naseljih nam res ne morejo biti v ponos. Lotiti se bo treba sanacij, to, kar je predlagala arhitekturna stroka na srečanju v Mariboru.

Turistična zveza Slovenije že trideset let spodbuja občinska vodstva, da posamezni kraji tekmujejo med seboj v projektu Moja dežela – lepa in gostoljubna. Tako se posamezni kraji pospešeno urejajo in prenavljajo. Ocenjevalcem v tem projektu je ponujena priložnost, da si vsako leto lahko ustvarijo sliko o slovenskem grajenem prostoru. Ukrepiti in sanirati ga je treba, kar znajo strokovnjaki, in tudi primeri iz tujine so nam lahko za vzgled. V okviru tega projekta je presentljivo spoznanje, da se zelo uspešno v Sloveniji

lotevamo ureditev predvsem naseljskih jeder, izreden napredek je dosežen pri prenovi in urejevanju zlasti mestnih jeder. V tej kategoriji presenečajo kakovostne prenove in zaznati je pravo tekmovalnost med mesti in tudi med župani. Mestna središča so pravšnji prostor za kulturne, zabavne in druge prireditve, zato se lotevajo teh ureditev pod strokovnim vodstvom. Umeščanje butičnih hotelov in restavracij ter trgovin v mestna jedra pa pomeni velik prispevek k razvoju turizma in oživljanju mestnih središč. Vaška jedra so težava zase, saj jih je v Sloveniji zelo malo optimalno urejenih. Zaostaja ali urejenost stavbnega sklada in zasebnih odprtih površin ali javnega odprtega prostora. Opaziti je, da so krajevne skupnosti oziroma vaški odbori največkrat prepuščeni lastni (strokovni) iznajdljivosti in se razen izjem lotevajo prenov in ureditev brez prave strokovne podpore.

Naj sklenem z željo, da bi se tako državna kot občinska politika začela obračati na strokovne, raziskovane in druge institucije pri snovanju našega bivalnega in delovnega okolja. Z rešitvami je treba zadovoljiti potrebe različnih sektorjev, predvsem pa zagotoviti prebivalcem zdravo, varno in prijetno življenjsko in delovno okolje.

---

*dr. Anton Prosen, upokojeni profesor*  
UL – FGG, Katedra za prostorsko planiranje

# LITERARNA GEODEZIJA – GEODEZIJA MED LEPOSLOVNIMI VRSTICAMI

## LITERARY GEODESY – GEODESY IN LITERARY LINES

*Boštjan Pucelj*

Ko imaš pred seboj prazen list papirja, ko prideš med knjižne police, ko se začne brez obveznosti, vedno ista skomina. Kje začeti? Tako kot lahko kaj kmalu zaide umetnik, če nima vsaj nekaj omejitev, tudi naključni bralec potrebuje kakšno smernico. Seveda se te razlikujejo glede na starost, spol, ljubezensko in versko prepričanje pa tudi poklic, alter ego ali položaj lune. Recimo, da bo za to publikacijo povsem dovolj začimba, ki se ji reče geodet. Oziroma geometer, zemljemerec ter vsi nad- in podstrukturirani poklici, ki se pretežno ukvarjajo z določanjem dimenzij v prostoru in njegovo transformacijo na papir. Delo geodeta je, kot vsako drugo, svojevrstno. Ima sebi lastne posebnosti, čare, privlačnosti in tudi skrivnosti, razumljive le tistemu, ki se dovolj globoko potopi med vse zakonitosti, tako med nenapisana pravila kot med dobesedne pravne akte.

Za pokušino sem izbral tri romane, ki svojo zgodbo gradijo na človeku s poslanstvom geodeta ali pa ga vsaj vključujejo vanjo. Navedene knjige so primerne tudi za občasne bralce, njihov obseg je v mejah običajnih romanov in jih lahko odprete brez vnaprejšnjega poznavanja umetniškega ali zgodovinskega konteksta. Vsi naslovi se uvrščajo v vrhunsko leposlovje. Brez bojzani jih lahko ponudite ožjim ali širšim družinskim članom, prav tako prijateljem in kolegom. Če pa vam katera ne bo všeč, jo predlagajte svojim ne-prijateljem.

### **Franz Kafka: Grad (v izvirniku: Das Schloss)**

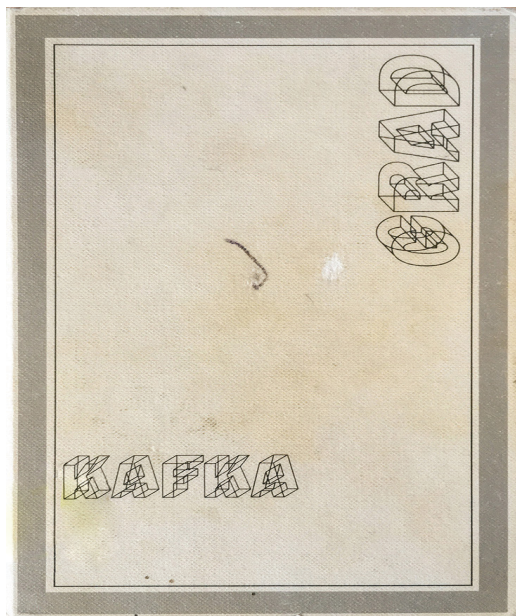
Kafka se je rodil leta 1883 v Pragi in se najprej lotil študija kemije, nato prava. Vmes je poskusil tudi na nemščini in celo umetnostni zgodovini. Zaposlil se je kot uradnik v delno državni ustanovi, kjer je imel vpogled v industrijsko produkcijo, delovne razmere v obratih in je bil zadolžen za predpise, ki so preprečevali nezgode delavcev. Roman Grad je nastal po njegovem najbolj znanem Procesu. Vsi njegovi romani so izšli po njegovi smrti, zato veljajo za nedokončane. Namerno ali ne, skrivnosti ostanejo skrivnosti. V spremni besedi Dušan Pirjevec povzame: »*Ko bralec zapre Kafkovo knjigo, se ne preseli v območje lepote in miru, marveč je še kar naprej zmeden, neprijetno in zoprno vznemirjen, in rad bi kar se da hitro pozabil, kar je pravkar prebral.*« Roman Grad je bil prvič objavljen leta 1926.

Glavni junak je zemljemerec, poimenovan zemljemerec K. V vas pride na povabilo grofa. Nastopa v vlogi izvajalca storitve, katere naročnik je grof. Na videz običajen posel, kjer bi strokovnjak uredil zemljemerske zadeve, si ustvaril prihodek ali celo novo spodobno življenje. Na prvi pogled lepa priložnost, ki pa se izkaže za grozljivko. Zgodba se zaplete, se samo še zapleta in nič ne razpleta. Pa zapleti niso romantični ali

veseljaški. Zapleta se postopkovno. O samem protagonistu izvemo zelo malo, veliko pa izvemo o novih in novih preglavicah, ki jih povzročata vaščanom in oblasti. Vse poteka počasi, saj za vsako težavo zraste še ena težava, ki vodi v nadaljnje podtežave. K. pade v vrtimec tegob, ki že ob misli na rešitev ponudijo naslednjo zagato. Ne gre za slučajne pripetljaje, vremenske motnje ali naklepne poskuse pozameznika za poškodovanje tuje imovine. Gre za uradniške postopke, ki ustvarjajo sestavljanke v sestavljanke in vsako rešitev nemudoma vrnejo z nadrejeno težavo. Tako z uradniškim tolmačenjem zapisov, dopisov, zakonov in ostalih zapisanih upravnih aktov, ki jih razlagajo uslužbenci aparata, na vsakem koraku razvrednotijo spoštovanje, strokovnost, človečnost zemljemerca.

Težave se začnejo takoj, ko vstopi v vas, ko ob večerni uri išče prenočišče, saj zanj potrebuje dovoljenje. Hierarhija uradniške službe dobro deluje, načelo delitve oblasti prav gotovo, zagata je le v obstoju tega prišleka in vseh njegovih dejanj. S pogumom se pogreza vse globlje, s pohlevnostjo tudi ničesar ne reši. Prepuščen je na milost in nemilost temu kraju, saj ga ne more niti zapustiti niti živeti z njim. Njegova izobrazba, znanje in izkušnje mu niti najmanj ne pomagajo. Zanimiv je predvsem pojem napake, kakor ga dojemata zemljemerec in oblast. Napaka je vedno enostranska, na strani prišleka in nikakor v domeni aparata, četudi bi se pojavil dvom o napaki, v prehranjevalni verigi oblasti njegov obstoj zakrijejo.

Zemljemerec K. je že globoko v breznu labirinta, ko mu župan ponazori, da naročilo grofa ni uradni dopis, ampak zasebno pismo, zato ne velja kot dokazilo, da je sprejet kot zemljemerec oziroma upravičenec do dela. Mučna zadrega, ki je šele začetek mukotrpnega življenjskega obdobja, prežetega z nenehnimi zapleti, brezupnimi situacijami ter absurdnostjo upravnega sistema. Jalovina. Tu ne boste našli ljubezni. Ravno nasprotno, K. je prišel na konec in se tu njegovo »življenje« šele začne. Izkaže se, da zemljemerca ne potrebujejo, saj imajo po županovem mnenju meje »dobro« postavljene. Nove meritve bi bile lahko revolucionarne, to pa ni dopustno.



Slika 1: Grad (hrani: Knjižnica Mirana Jarca Novo mesto, foto: Boštjan Pucelj).



## Michel Houellebecq: Zemljevid in ozemlje (v izvirniku: La Carte et le Territoire)

Gre za roman najbolj znanega in odmevnega sodobnega francoskega pisatelja, ki navadno že pred objavo vsakega dela poskrbi, da se o njem politično opredeli kar celotna politična Francija. Ob izdajah ga spremljajo tudi svojvrstni protesti, saj z idejami, ki so zapisane v njegovih zgodbah, dregne vedno tja, kjer najbolj boli. Ne zaradi nesramnosti ali nehumanosti, ampak zato, ker postavi ogledalo časa in s svojo jasnovidnostjo kaže na posledice brezbriznosti sodobne družbe. Roman je izšel leta 2010 (v slovenskem prevodu leta 2012) in je avtor zanj prejel tudi Goncourtovo nagrado, največjo nagrado za francosko prozo preteklega leta, ki jo podeljujejo od leta 1903.

Samo Rugelj je v recenziji knjige (Bukla 88) zelo dobro povzel: »Roman, ki drzno hodi po meji med banalnim in metafizijskim, ob tem pa vleče tudi navedke iz javnih virov, ki pa jih umetniško preoblikuje, prefinjeno zabavlja čez francosko umetniško srenjo, ob tem pa na svoj prepoznavni način razpravlja o temeljnih postavkah življenja in minevanja ter vloji umetnosti v svetu.«

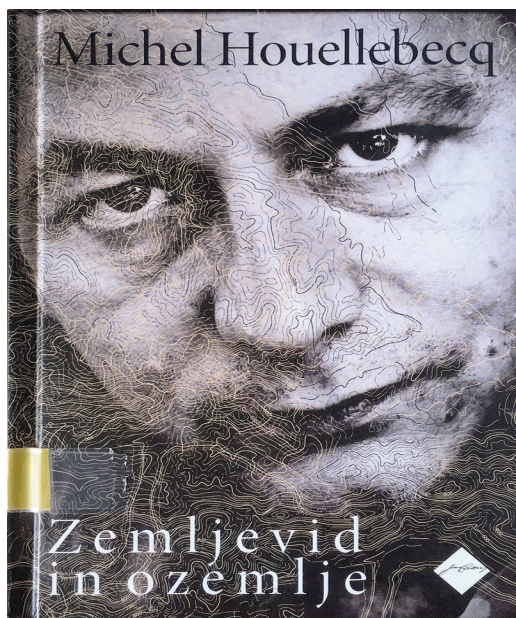
Roman je večplasten. Ponuja vsaj tri izstopajoče zgodbe, ki se med seboj prepletajo, in ga je z nekaj časovne distance vredno prebrati večkrat. Veliko se posveča umetnosti, ki je že po naravi precej nepredvidljiva, ter odkriva nove razsežnosti našega prostora in časa. Vseeno se bom v opisu omejil na bistvo tega prispevka. Že sam naslov diši po geodeziji. Ta vsekakor ni v prvem planu, je pa zanimiva prisposoda sodobnega časa, težav, ki nas obdajajo in se s podobnimi enačbami ali simptomi pojavljajo na povsem drugih področjih, ki na videz nimajo nobene logične povezave.

Roman sledi zgodbi fotografa Jeda Martina, katerega oče je bil direktor gradbenega podjetja. Na začetku ustvarjalne kariere se je z enciklopedičnim pristopom lotil sistematičnega fotografiranja industrijsko izdelanih predmetov. Poskušal je ustvariti katalog predmetov, ki jih je naredila človeška roka v industrijski dobi. Oče, po izobrazbi arhitekt, sprva ni odobral njegove dejavnosti, saj se je bal, da bo sin postal umetnik na plečih staršev. Ko pa je spregledal njegovo neodvisnost, je z veseljem oznanil, da je potreba po denarju močnejša od potrebe po eksperimentiranju oziroma iskanju načina, kako pustiti svojo sled na tem svetu.

Nekega oktobrskega dne Jedu umre babica. Na poti na pogreb se ustavi na bencinski črpalki, kjer kupi Michelinov zemljevid departmajev Creuse in Haute-Vienne. Ko ga razgrne, doživi veliko razodetje. Zemljevid je bil prečudovit. Utelesjal je čisto esenco modernosti, znanstvenega in tehničnega dojemanja sveta, pomešano z esenco živalskega življenja. Risba je bila kompleksna in lepa, v njej je prevladovala neka absolutna čistost, uporabljen je bil izbran nabor barv. V vsakem zaselku, v vsaki vasi, ki je bila predstavljena glede na svojo pomembnost, se je čutil utrip življenja in smrti. Kmalu je začel mrzlično kupovati še druge Michelinove zemljevide. Našel jih je več kot sto petdeset. Fasciniran nad njihovo lepoto jih je začel fotografirati.

Ko prejme vabilo na skupinsko razstavo, na njej sodeluje z eno fotografijo zemljevida. Zgodba se začne zapletati, ko delo opazi Olga Šeremojova iz službe za stike z javnostjo pri francoskem Michelinu. Kmalu sledi velika samostojna razstava z naslovom ZEMLJEVID JE ZANIMIVEJŠI KAKOR OZEMLJE. Na vhodu v galerijo postavi dve podobi. Ena fotografija predstavlja posnetek iz zraka, na drugi pa fotografijo istega območja iz Michelinovega zemljevida. Kontrast je bil presunljiv. Medtem ko prva prikaže nekakšno juho bolj ali manj enakomernih zelenih območij, ki se prepletajo z nejasnimi modrimi madeži, je zemljevid razvil fascinantno mrežo črt, slikovnih cest, razglednih točk, gozdov, jezer in prelazov. V vodilnem časopisu so ta prikaz imenovali kar magija domačega ozemlja. Kmalu so postale vidne tudi posledice njegovega dejanja. Prodaja zemljevidov se je v enem mesecu povečala za 17 odstotkov. Še do pred nekaj

tedni so stare zemljevide metali v razrez, sedaj pa se prodajajo na internetnih dražbah. »Razsipali smo dediščino, katere vrednosti nihče v hiši ni niti slutil, vse dokler se niso pojavile vaše čudovite fotografije,« je bil navdušen direktor podjetja. Zgodba se tu šele začne.



Slika 2: Zemljevid in ozemlje (hrani: Knjižnica Mirana Jarca Novo mesto, foto: Boštjan Pucelj)

### Miha Mazzini: Zemljevidi tujih življenj

Tudi ta roman sodobnega slovenskega pisatelja Mihe Mazzinija že v naslovu apelira na geodetsko vsebino. Lahko bi bil sicer tudi povsem dobra metafora, vendar nam avtor že pred prvim stavkom romana razbije morebiten dvom. Zahvali se strokovnjakoma, ki ju COBISS hitro prepozna kot geodeta. Prvega kot kartografa, drugega kot strokovnjaka za GIS (geografski informacijski sistem).

Protagonist romana je Robert, kartograf, ki je v Turčiji na ulici kupil ukradeno elektronsko tablico. Ko odkrije, da je lastnica naprave naše gore list, ga sla po odkrivanju skrivnosti tujih življenj potegne k raziskovanju. Avtor, ki je širši javnosti poznam tudi kot kolumnist o današnjih navadah prebivalcev naše domovine, v zgodbo vplete težave, skomine in paradokse, ki jih dnevno srečujemo pri državljanih ter odražajo podobo časa in prostora. Značaji oseb in potek dogodkov so tako realni, da po nekaj dneh pozabiš, ali si bral zgodbo v knjigi ali se je vse res pripetilo. Detajli, ki jih pozna samo strokovnjak geodetske branže, so napisani zelo pristno, logično, brez kakršnihkoli pretiravanj, olepševanj, da bi zgodbo dodatno začinili. Iz besedila je prepoznati, da je avtor zelo dobro naredil domačo nalogo. »Na pločniku je razpoznal kovinski čep z vgrajenim pojasnilom >>Izmera mesta<< in se mu nasmehnil. Opažal jih je vsepovsod, kamor je šel, in vsakega je pozdravil z občutkom domačnosti in povezanosti v mrežo, ki sega preko vsega sveta.« Veliko je strokovnih drobcov, ki jih vidijo samo inženirji točno določene stroke, izbranih izkušenj, ki gradijo osebnost posameznika, ter neslutnih težav, ki izstopajo pri posamezniku

ob pregorelosti ali živčnem zlomu. V zgodbo so vpleteni resnični pripetljaji, a jih protagonist zaključí z besedami, ki jih novinarji ne smejo ali zmorejo (umor geometra pri Velikih Laščah): *»Še preden so mediji napolnili obsežnejša poročila, je Robert že slutil profil morilca: starejši, živi sam z materjo, ki z jezikom trga meso z njegovih kosti. Če bi bila to žena, bi jo tepel, matere pa ne sme in se zato nazadnje sprosti z nečim, kar ga pripelje v varno izolacijo zapora.«* Bralec v romanu ne izve veliko o inženirjih, njihovem delu ali strokovnem poslanstvu, saj je bistvo zgodbe povsem drugače. Sreča ali podoživi pa tiste drobtinice, ki inženirje postavi v navidezen svet čudakov z razlogom, oziroma bi lahko rekli, da jim je življenje prisvojila poklicna deformacija. *»Obraz je izrisal s topografskimi znaki, obale po robovih lic, s plastnicami in senčnim reliefom je prikazal nos, preko oči je včasih narisal jezera, spet drugič gore ali gozdove in nazadnje ustvaril zemljevid povsem izmišljene dežele, na dnu katere je tičalo nekaj znanega, vsaj zanj, saj svojega dela nikomur ni kazal.«* Roman je bil uvrščen med finaliste za nagrado Kresnik leta 2017.



Slika 3: Zemljevidi tujih življenj (hrani: Knjižnica Mirana Jarca Novo mesto, foto: Boštjan Pucelj).

Ker se je izkazalo, da se lahko karantena pojavi tukaj in zdaj, je treba biti nanjo dobro pripravljen. Tudi zato, da čas, ki bo mineval v neslutnih razsežnostih, dolgočasu ali skrbeh, preživimo kar se da kulturno in prisebno. In to nam umetnost vedno ponuja. Upam, da bo ta namig samo začetek vaše bralnomanije in se ne boste ustavljali samo pri geodetih, ampak boste posegli tudi po gradivu gradbincev, dimnikarjev, lektorjev ...

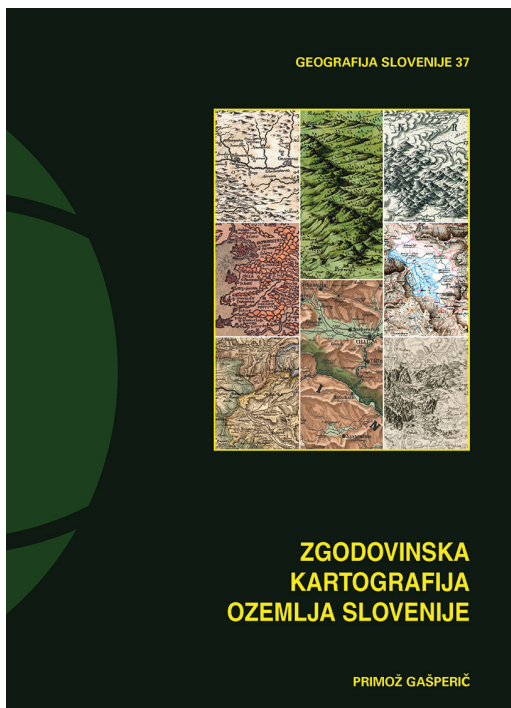
*Pričujoči prispevek je bil prvič objavljen v reviji Rast, reviji za literaturo, kulturo in družbena vprašanja (2/2021, št. 178), Založba Goga, Novo mesto.*

Boštjan Pucelj, univ. dipl. inž. geod.  
 Območna geodetska uprava Novo mesto  
 Ljubljanska cesta 26, SI-8000 Novo mesto  
 e-naslov: bosstjan.pucelj@gov.si

# ZGODOVINSKA KARTOGRAFIJA OZEMLJA SLOVENIJE

## HISTORICAL CARTOGRAPHY OF SLOVENIAN TERRITORY

Dušan Petrovič



V začetku letošnjega leta je pri Založbi ZRC v znanstveni zbirki Geografija Slovenije izšla monografska knjiga *Zgodovinska kartografija ozemlja Slovenije* avtorja dr. Primoža Gašperiča, raziskovalca in vodje Zemljepisnega muzeja pri Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU.

Monografija predstavlja zgodovino kartografskega razvoja v evropskem in slovenskem prostoru s posebnim poudarkom na enotni metodologiji proučevanja starih kart. V uvodnem delu so opredeljeni temeljni izrazi, kot so zemljevid, kartografija, zgodovina kartografije in zgodovinska kartografija, predstavljen je pomen kartografskih del, njihovo proučevanje ter razvoj evropske kartografije od njenih začetkov do 20. stoletja.

Osrednja tema knjige so kartografski elementi, ki so že vseskozi podlaga vsake karte. Avtor jih razdeli na pet osnovnih skupin – naravni, grajeni, matematični, pojasnjevalni elementi ter zemljepisna

imena. Predstavljen je njihov razvoj, vpliv različnih dejavnikov na njihovo uporabo, način njihovega prikaza v posameznem zgodovinskem obdobju ter vpliv na druge kartografske elemente in karto kot celoto. Značilnosti in spremembe prikaza kartografskih elementov so namreč narekemale temeljne smerice v posameznem kartografskem obdobju. Sledi predstavitev metodologije proučevanja kartografskih elementov na izbranih kartah.

Avtor je analiziral 58 kart današnjega ozemlja Slovenije v srednjem merilu, izdelanih od sredine 16. stoletja do konca 19. stoletja. V obravnavanem obdobju je imela evropska kartografija različna središča. Tako se je tudi na kartah slovenskih ozemelj zrcalila nizozemska, belgijska, francoska, italijanska ter

predvsem nemška in avstrijska kartografija. Na to kažejo že imena avtorjev proučevanih kart, saj lahko le tri, ki so živeli (Valvasor in Kozler) ali daljše obdobje delovali na ozemlju današnje Slovenije (Hacquet), obravnavamo kot »domače«.

Glavne ugotovitve avtorjeve raziskave pokažejo, da so se posamezne vrste kartografskih elementov na izbranih kartah, pa najverjetneje tudi na ostalih, razvijale različno hitro. Ponekod je nastala »verižna reakcija«, saj je sprememba prikaza lahko vplivala na vrsto kartografskih elementov. Tako sta na primer prehod iz stilizirane perspektivne metode prikaza površja (hribčki) v plastično (črtice) in posledična »sprostitev« prostora na karti vplivala na večjo uporabo drugih kartografskih elementov (na primer prometnic, tekočih voda, zemljepisnih imen). Prikazi rastja (gozd) v proučevanem obdobju postopoma izginjajo, nadomeščajo pa jih drugi kartografski elementi (na primer rečna mreža, oblikovanost površja, prometnice, zemljepisna imena). Povečanje števila prikazov tekočih voda vpliva na manjše število (delež) vodnih imen. Od konca 18. stoletja narašča gostota prometnic, kar vpliva na boljšo orientacijo, a hkrati na slabšo berljivost karte, saj so pogosto zelo podobne tekočim vodam.

Knjigo zaključujejo bogat nabor uporabljenih virov, seznam kar 268 v publikaciji predstavljenih slik ter seznam z osnovnimi podatki o najpomembnejših kartah, ki prikazujejo ozemlje Slovenije.

---

*doc. dr. Dušan Petrovič, univ. dipl. inž. el., inž. geod.*

*Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo*

*Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si*

# KALKULATOR HP-35 PRAZNUJE ABRAHAMA

# HP-35 CALCULATOR CELEBRATES ITS GOLDEN ANNIVERSARY

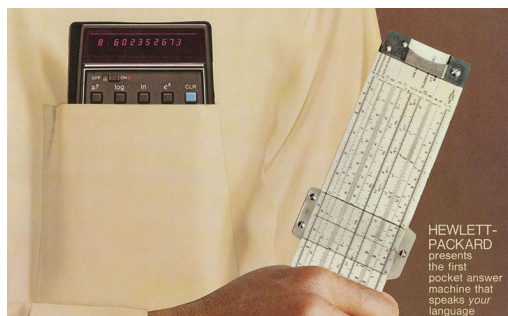
*Bojan Zajc*

## Kalkulator HP-35

V letu 2022 mineva 50 let od predstavitve prvega žepnega kalkulatorja HP35 (slika 1) podjetja Hewlett Packard (HP). Prvi žepni znanstveni kalkulator je bil tako javnosti predstavljen leta 1972. Pred tem je bilo celo stoletje zaščitni znak inženirjev in znanstvenikov logaritemsko računalno (dršno pravilo), katerega izračuni so bili natančni le na tri ali štiri decimalna mesta (slika 2). Pri računanju ste dobili rezultat, sami pa ste morali slediti decimalni vejici. Če so se izračuni verižili (razen pri najpreprostejših), je natančnost padla z vsako zaporedno operacijo. Vendar je to računalno zaradi prenosnosti, vsestranskosti, enostavne uporabe in relativno nizke cene postalo nepogrešljiv pripomoček v delavnicah, laboratorijih in raziskovalnih inštitutih. Najpomembnejši nemški proizvajalec logaritmskih računalov Dennert & Pape je leta 1976 moral končati proizvodnjo zaradi razvoja kalkulatorjev in s tem se je končala skoraj stoletna prevlada logaritmskih računalov.



Slika 1: Kalkulator HP-35 (HP Museum, 2021).



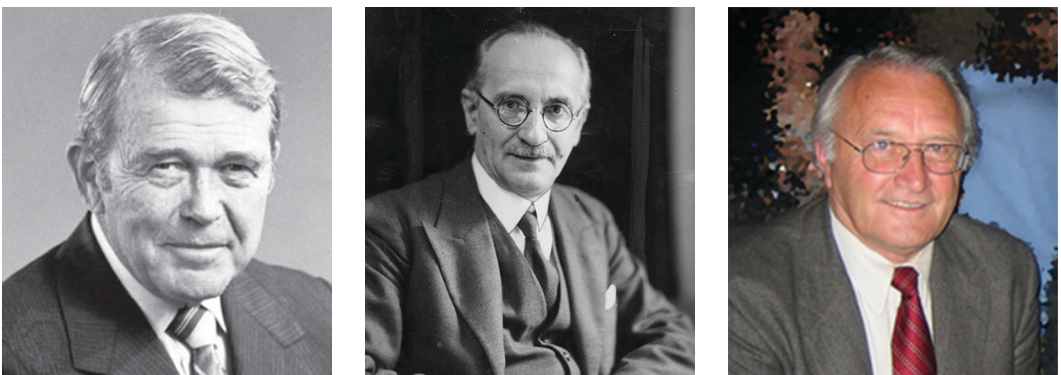
Slika 2: Prodajna brošura HP iz leta 1972 (HP Archives, 2022).

Zgodba pravi, da je nekega dne Bill Hewlett pokazal na neroden namizni kalkulator HP-9100A, ki je tehtal skoraj dvajset kilogramov, in skupini razvojnih inženirjev rekel, da želi videti kalkulator v velikosti žepa na svoji srjaci. Novi kalkulator naj bi bil desetkrat hitrejši, desetkrat manjši in desetkrat lažji. Inženirji so najprej izmerili velikost žepa na srjaci svojega šefa in naredili maketo ter začeli razvijati novo napravo. Po dveh letih trdega dela je bila zvezda rojena, in sicer v obliki 250-gramskega baterijskega znanstvenega računalnika, ki je dovolj majhen, da ga vtakneš v srjaci žep.

Bill Hewlett je 4. januarja 1972 napovedal kalkulator HP-35 na tiskovni konferenci v hotelu St. Regis v New Yorku. Ime je dobil po svojih 35 tipkah, 1. februarja 1972 pa je podjetje HP uradno predstavilo prvi tehnični in znanstveni žepni kalkulator na svetu po za tedanje razmere visoki ceni 395 USD. Naprava je spremenila svet. Cena je bila 20-krat višja kot cena logaritemskega računalja. Predhodne tržne študije so pokazale malo ali nič zanimanja za žepno napravo. Šlo je za tvegan projekt, ki je temeljil na novi, nepreverjeni tehnologiji. Projekt bi bil dobičkonosen, samo če bi HP prodal vsaj 10.000 enot, pa so številko so več kot presegli. Skupno je bilo v prvem letu prodanih 100.000 kalkulatorjev HP-35. Velika podjetja, kot je denimo General Electric, so naročila po več deset tisoč enot. Pozneje so v reviji HP Journal svoje stranke celo opozorili, da nastajajo čakalne vrste za nakup navadnega kalkulatorja, kar je bilo takrat za podjetje nekaj povsem novega. V prvih treh letih od uvedbe leta 1972 je prodaja znanstvenega kalkulatorja HP-35 presegla 350.000 enot, kar je prineslo več kot polovico celotnega dobička družbe. V prodaji je zdržal vse do leta 1975. Bil je prvi ročni žepni kalkulator, ki je opravljal transcendentne funkcije, kot so trigonometrične, logaritmične in eksponentne funkcije, rezultati pa so bili do desetih decimalnih mest natančni. Bil je prvi ročni žepni kalkulator s štirivrstičnim skladom (X Y Z T) in sistemom RPN (obrnjeni poljski zapis). Pri računanju ne potrebujemo oklepajev, saj vsakemu operandu sledi svoj operator. Kljub revolucionarnim zmogljivostim HP-35 ni v celoti izvajal številnih funkcij, ki so kasneje postale običajne na HP-jevih znanstvenih kalkulatorjih. HP-35 je služil kot nekakšen prototip kasnejše proizvodnje velikega obsega. Določil je arhitekturo in način izdelave, ki se je uporabljala pri naslednjih generacijah kalkulatorjev. Čvrsta konstrukcija, visoka zanesljivost, odlična dokumentacija in podpora, dobro izvedene funkcije in nenavaden, a zelo učinkovit računalniški sistem, znan kot RPN.

**Zasluzni za uspešen razvoj kalkulatorja**

Bill Hewlett (1913–2001), slika 3 levo, je bil rojen v Ann Arboru v Michiganu. Bil je ameriški inženir in podjetnik. Skupaj z Davidom Packardom je ustanovil Hewlett-Packard Company (HP). Znan je bil tudi po človekoljubnih gestah in donacijah v milijonih dolarjev številnim dobrodelnim organizacijam. Predsednik HP-ja je bil trinajst let – od 1964. do 1977., deset let pa je bil izvršni direktor – od 1968. do 1978. Mesto predsednika izvršnega odbora je obdržal do leta 1983, služboval je do leta 1987. HP je bil in je dokaz uspeha sistema svobodnega podjetništva in ameriških sanj.



Slika 3: Od leve proti desni: Bill Hewlett, Jan Łukasiewicz in France Rode (Wikipedia 1–3, 2022).

Jan Lukaszewicz (1878–1956), slika 3 na sredini, je bil rojen v Lvovu v današnji Ukrajini. Poljski matematik, logik in filozof je imel odločilno vlogo pri vzpostavitvi matematične logike v nemško govorečih državah. V dvajsetih letih prejšnjega stoletja je napisal pionirska dela iz logike z več vrednostmi in izumil tako imenovan obrnjen poljski zapis (RPN – *reverse Polish notation*), ki ga od leta 1972 uporablja v svojih žepnih kalkulatorjih HP in je gradnik programskih jezikov FORTH in RPL (*reverse Polish lisp*).

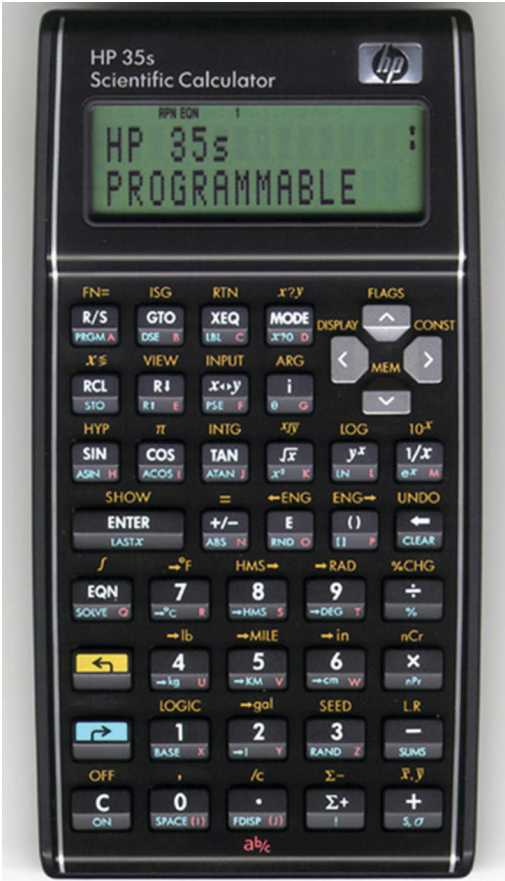
France Rode (1934–2017), slika 3 desno, je bil rojen v Nožicah pri Kamniku. Pri podjetju Hewlett-Packard je delal dvajset let in je tudi veliko pripomogel k vzponu znamenite Silicijeve doline. Bil je inženir elektrotehnike in izumitelj ter eden izmed štirih glavnih inženirjev v skupini, ki je izumila prvi znanstveni žepni kalkulator na svetu HP-35. Njegova glavna naloga je bila izdelava mikroprocesorja za ta kalkulator. Drugi kalkulator, ki ga je zasnoval z uporabo iste strojne opreme, je bil HP-80. Bil je nadgradnja prejšnjega in je bil namenjen poslovnežem. Leta 2017 je postal častni član Inženirske akademije Slovenije.

### Kalkulator HP-35s

Leta 2007, simboličnih 35 let po izdaji prvega žepnega znanstvenega kalkulatorja na svetu, je HP izdelal retro spominski kalkulator HP-35s (slika 4). Zaznamuje ga je klasični dizajn, ki spominja na originalni HP-35, vključno z zaščitnimi dvignjenimi robovi, tako da kalkulator lepo počiva v dlani. Novi kalkulator vsebuje dovolj pomnilnika za programiranje tipk, reševanje enačb, več kot 800 shranjevalnih registrov, 100 vgrajenih funkcij, zaslon z dvema vrsticama z nastavljivim kontrastom, da si lahko preprosto ogledate rezultate in vnose. Za večjo prilagodljivost HP 35s omogoča uporabnikom enostavno preklapljanje med HP-jevim ekskluzivnim načinom vnosa RPN in tradicionalnim algebrskim načinom. Naj omenim, da je kalkulator brez značilne, uporabne tipke za pretvorbo med polarnimi in pravokotnimi koordinatami, ki je bila stalnica pri kalkulatorjih HP v zadnjih tridesetih letih. Pri HP-ju so očitno pozabili na to. Dobra novica je, da se pravokotna/polarna pretvorba na 35s izvede prek nastavitve zaslona pri kompleksnih številih. Ta znanstveni kalkulator je izdelan za študente, znanstvenike in geodete.

HP-35 je postavil standard za vse HP-kalkulatorje, ki so sledili, in računanje se je lahko začelo. Za geodetska računanja je bil malo neroden, pomanjkanje raznih pretvorb so odpravili v naslednjih modelih. Ni imel klasične tipke Shift, funkcijska je bila tipka ARC (npr. za arcsin), za ukaz Yx je imel tipko Xy. Kot vsaka nova naprava je imel tudi HP-35 v svoji prvi verziji nekaj manjših matematičnih napak, HP je vsem omogočil brezplačno zamenjavo. Če danes pogledate HP-35, se zdi smešno enostaven. Aplikacija kalkulator na vašem pametnem telefonu je veliko močnejša. Ker oba opisana kalkulatorja že težko dobimo v fizični obliki, lahko zanesenjaki posežemo po različnih, na spletu prosto dostopnih emulatorjih najljubših modelov, ki smo jih uporabljali v preteklosti (slika 5). V zadnjih dvajsetih letih so znanstvene kalkulatorje po večini zamenjali grafični kalkulatorji. Kljub žepnim dimenzijam (višina: 14,7 cm, širina: 8,7 cm) pa HP-35 ostaja velikan, ki je pred 50 leti za vedno spremenil svet.





Slika 4: Spominski HP-35s (HP Calculators, 2022).



Slika 5: Emulator HP-35s (zajem zaslona: Bojan Zajc).

**Viri:**

HP Archives (2022). Hewlett-Packard Company Archives Virtual Vault. <https://www.hewlettpackardhistory.com>, pridobljeno 1. 3. 2022.  
 HP Calculators (2022). HP Calculators: From Education Solutions to Professional Tools. <https://hpcalcs.com>, pridobljeno 1. 3. 2022.  
 HP Museum (2021). The Museum of HP Calculators. <https://www.hpmuseum.org>, pridobljeno 1. 3. 2022.

Wikipedia 1 (2022). Bill Hewlett. [https://en.wikipedia.org/wiki/Bill\\_Hewlett](https://en.wikipedia.org/wiki/Bill_Hewlett), pridobljeno 1. 3. 2022.  
 Wikipedia 2 (2022). Jan Łukasiewicz. [https://en.wikipedia.org/wiki/Jan\\_Łukasiewicz](https://en.wikipedia.org/wiki/Jan_Łukasiewicz), pridobljeno 1. 3. 2022.  
 Wikipedia 3 (2022). France Rode. [https://en.wikipedia.org/wiki/France\\_Rode](https://en.wikipedia.org/wiki/France_Rode), pridobljeno 1. 3. 2022.

*Bojan Zajc, inž. grad.*

*LGB, d. o. o.*

*Ukmarjeva ulica 4, SI-1000 Ljubljana*

*e-naslov: bojan.zajc@lgb.si*



# NOVICE IZ STROKE NEWS FROM THE FIELD



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

## NOVICE GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE

### DIGITALNA PREOBRAZBA, PODATKI IN UMETNA INTELIGENCA NA ZAHODNEM BALKANU

V Skopju je od 9. do 11. decembra 2021 potekala delavnica z naslovom Digitalna preobrazba, podatki in umetna inteligenca na zahodnem Balkanu. V sodelovanju z Mednarodno organizacijo za prehrano in kmetijstvo (FAO) ter Odborom Organizacije združenih narodov za globalno upravljanje prostorskih podatkov (UN GGIM) ter Univerzo Cirila in Metoda iz Skopja jo je organiziral generalni direktorat Skupnega raziskovalnega središča (DG JRC) pri Evropski komisiji. Na povabilo organizatorja se je delavnice, v vlogi predsedujočega izvršilnemu odboru evropskega regionalnega odbora Združenih narodov za globalno upravljanje prostorskih informacij (UN GGIM Evropa), udeležil tudi generalni direktor slovenske geodetske uprave.



Slika 1: Generalni direktor geodetske uprave Tomaž Petek (vir: GURS).

Predstavnik Evropske komisije v Skopju Julian Vassallo je spregovoril o nedavno odprtem programu z naslovom EU Global Gateway, ki je nova evropska strategija za spodbujanje pametnih, čistih in varnih povezav v digitalnem, energetskem in prometnem sektorju ter za krepitev zdravstvenih, izobraževalnih in raziskovalnih sistemov po vsem svetu. Institucije in države članice EU bodo za naložbe v navedene

sektorje skupaj namenile do 300 milijard evrov. Poudaril je tudi pomen pristopa Severne Makedonije k programu Horizon 2020 (Obzorje 2020). Minister za informacijsko družbo Severne Makedonije Jeton Shaqiri je v nagovoru udeležencem poudaril pomen digitalne preobrazbe, ki v okviru strategije za reformo javne uprave poteka tudi v Severni Makedoniji. Tomaž Petek je predstavil prispevek na temo digitalne preobrazbe in uporabe umetne inteligence pri učinkovitem upravljanju prostorskih podatkov.

Sledila so številna predavanja in predstavitve o praktičnih primerih uporabe umetne inteligence v procesu digitalne preobrazbe na različnih področjih. Skupna ugotovitev vseh razpravljavcev je bila, da je umetna inteligenca že globoko prisotna v vsakodnevnih procesih in da jo najpogosteje uporabimo za večjo konkurenčnost in učinkovitost organizacij. Umetna inteligenca je že postala strateški dejavnik za ustvarjanje trajne rasti in zagotavljanje konkurenčne prednosti. Največji izziv je uvajanje sprememb, ki so v organizacijski strukturi, vodstveni kulturi in naložbah potrebne za razvoj posameznih veščin in spretnosti, na način, da se lahko zaposleni prilagodijo temu globalnemu trendu.

## PROGRAM DELA DRŽAVNE GEODETSKE SLUŽBE ZA LETO 2022

Vlada je na 326. dopisni seji dne 10. februarja 2022 sprejela Program dela državne geodetske službe za leto 2022. V programu so opredeljene vse naloge, ki jih bo geodetska uprava izvajala s sredstvi iz sprejetih sprememb proračuna Republike Slovenije za leto 2022 (DP2022-A). Podrobneje so opisane naloge, ki jih bo geodetska uprava v letu 2022 oddala v izvedbo zunanjim izvajalcem na podlagi postopkov javnega naročanja. Enako kot v preteklih programih je veliko pozornosti namenjene posodobitvi evidentiranja nepremičnin ter razvoju celovitega nepremičninskega sistema in nacionalne prostorske podatkovne infrastrukture z namenom zagotavljanja podatkov in storitev vsem uporabnikom, zlasti za podporo izvajanja politike urejanja prostora in okolja, zemljiške in kmetijske politike ter učinkovitega gospodarjenja z nepremičninami.

V Operativnem programu za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014–2020 (CCI 2014SI-16MAOP001) je za drugo prednostno os napisana zaveza za zagotovitev večje preglednosti in učinkovitosti pri urejanju prostora, graditvi objektov in upravljanju nepremičnin. Za uresničitev tega cilja sta geodetska uprava ter ministrstvo za okolje in prostor v tej finančni perspektivi pripravila več povezanih projektov, združenih v *Program projektov eProstor* (eProstor), katerega izvajanje se zaključuje v letu 2022.

## PREVERJANJE MODELOV VREDNOTENJA

Geodetska uprava Republike Slovenije je, kot organ vrednotenja na podlagi 10. člena Zakona o množičnem vrednotenju nepremičnin (ZMVN-1), dolžna vsaki dve leti preveriti modele vrednotenja. Geodetska uprava pri tem ugotavlja, da modeli, določeni z Uredbo o določitvi modelov vrednotenja nepremičnin, ki je bila sprejeta v marcu 2020 in se je začela uporabljati 1. aprila 2020, niso več skladni z merili, ki jih določa ZMVN-1. Zato je treba vse prilagoditi novemu stanju na trgu nepremičnin ter jih določiti na novo.

Postopek določanja modelov je sestavljen iz več sklopov strokovnih aktivnosti, ki se bodo izvajali, kot sledi:

1. Urad za množično vrednotenje nepremičnin bo, skladno s 14. členom ZMVN-1, od januarja do aprila 2022 oblikoval osnutke vseh sedemnajstih modelov vrednotenja. Novi modeli bodo odražali

- stanje na trgu nepremičnin na dan 1. januarja 2022 in bodo oblikovani v skladu z merili, določenimi v ZMVN-1.
2. Tako oblikovane osnutke modelov bo urad posredoval v obravnavo strokovni javnosti ter v usklajevanje občinam. Tako se zagotovita preglednost in boljši rezultati množičnega vrednotenja. Sodelovanje strokovne javnosti in usklajevanje z občinami bo potekalo od maja do septembra 2022 v obliki delavnic, na katerih bodo podrobneje predstavljene spremembe in prilagoditve glede na prejšnje modele vrednotenja. Ob upoštevanju stališč in pripomb strokovne javnosti ter občin, ki bodo v skladu z merili določanja modelov vrednotenja v ZMVN-1, bo urad za množično vrednotenje pripravil predlog modelov vrednotenja.
  3. Na podlagi predloga modelov vrednotenja bo urad za množično vrednotenje izvedel poskusni izračun posplošene vrednosti vseh nepremičnin v Sloveniji in ga javno objavil. Predlogi modelov vrednotenja bodo objavljeni na spletu in posredovani občinam, da bodo opravile javno razgrnitev modelov za svoja območja. Organ vrednotenja bo, ob upoštevanju pripomb iz javne razgrnitve, ki izpolnjujejo merila množičnega vrednotenja, pripravil končni predlog modelov vrednotenja nepremičnin ter ga posredoval v obravnavo in sprejetje vladi Republike Slovenije.



## NOVICE FAKULTETE ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO UNIVERZE V LJUBLJANI

### NAVIDEZNI SPREHOD PO UL FGG

Številni bralci Geodetskega vestnika ste nekoč obiskovali Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo, kasneje pa ste se vanjo vračali poredko. Dodatno je k omejitvi obiska pripomogla pandemija v zadnjih dveh letih. No, če vas vendarle zanima, kakšna je fakulteta danes, se lahko po novem po njej sprehodite tudi virtualno. Zakrožite lahko tako po stavbi na Jamovi kot na Hajdrihovi, vstopite lahko v nekatere učilnice in si ogledate dva laboratorija. Virtualni sprehod je dostopen na <https://www.fgg.uni-lj.si/virtualni-sprehod-po-ul-fgg/>, pa tudi na Google Street View.



Eden izmed pogledov navideznega sprehoda po stavbi Fakultete za gradbeništvo in geodezijo.

Vir: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo



## NOVO VODSTVO MATIČNE SEKCIJE GEODETOV V IZS

Dne 22. novembra 2021 je potekal volilni zbor matične sekcije geodetov (MSGeo) pri Inženirski zbornici Slovenije. Na njem sta bila izvoljena novo vodstvo in upravni odbor ter člani skupščine IZS. Skladno z novim volilnim pravilnikom so volitve prvič potekale elektronsko in na zborih sekcije (hibridni sistem).

Za predsednika upravnega odbora je bil s 120 glasovi ZA, 9 glasovi PROTI in 17 neopredeljenimi glasovi izvoljen MATEJ PLEŠNAR, inž. geod., ki je tako po dvajsetih letih delovanja sekcije postal tretji predsednik. Matej prihaja iz Ajdovščine in je direktor podjetja DEZIS d.o.o.

Prvič je bilo pri volitvah v upravni zbor sekcije upoštevano regionalno načelo zastopanosti, eden od članov pa je moral biti mlajši od 35 let.

Za člane upravnega odbora MSGeo so bili izvoljeni:

- dr. TILEN URBANČIČ (102<sup>1</sup>) – zahodna regija
- MATEJ KOVAČIČ (77) – vzhodna regija
- dr. BOJAN STOPAR (72) – osrednjeslovenska regija
- dr. ALEŠ BREZNIKAR (66) – osrednjeslovenska regija
- mag. ALJAŽ LESJAK (62) – vzhodna regija
- MATJAŽ GRILC (60) – zahodna regija
- ANA COF (51) – mlajša od 35 let

Interese geodetov v skupščini IZS pa bodo v naslednjem štiriletnem obdobju zastopali:

- MATEJ KOVAČIČ (76)
- dr. ALEŠ BREZNIKAR (72)
- dr. BOJAN STOPAR (66)
- ANDREJ HUDOKLIN (65)
- TILEN ČUK (64)
- SIMONA ČEH (63)
- STOJAN BOŠNIK (61)
- MATJAŽ GRILC (59)

Volilna skupščina IZS, na kateri so bili navedeni mandati potrjeni, s čimer je sekcija geodetov lahko formalno pričela delovati pod novim vodstvom, je potekala 20. januarja 2022. Na skupščini IZS je bil za predsednika zbornice ponovno izvoljen mag. Črtomir Remec, poleg volitev funkcionarjev v druge

<sup>1</sup> Število prejetih glasov.

organe zbornice (predsednik skupščine, nadzorni odbor, disciplinski tožilci, disciplinsko sodišče) so bili iz sekcije geodetov izvoljeni:

- namestnika disciplinskega tožilca iz MSGeo sta postala Rok Rutar in Klemen Skube,
- za člane disciplinskega sodišča so bili iz MSGeo izvoljeni Tadej Pfajfar, mag. Peter Golob in Ferid Daca.

UO MSGeo je začel delati takoj po potrditvi mandatov. Sedanja najpomembnejša naloga je, da se članom zagotovi čim uspešnejši prehod na nov informacijski sistem katastra in začetek uporabe novega zakona o katastru nepremičnin. Imenovana ekipa bo v sodelovanju z GIZ-GI in GURS storila največ, kar bo lahko, da se zagotovi ažurno obveščanje članov, poskrbi za organizacijo kakovostnih izobraževanj ter dejavno sodeluje pri sprejemanju pravilnikov in navodil.

Ob tej priložnosti se novo vodstvo zahvaljuje dosedanjemu predsedniku sekcije ter preostalim članom upravnega odbora in drugih organov, ki so svojim delom in angažiranostjo zagotovili uspešno izvedbo vseh nalog, za katere sta zbornica in sekcija zadolženi na podlagi javnih pooblastil (strokovni izpiti, obvezna izobraževanja, disciplinski postopki, strokovni nadzori). Poleg navedenih so k ugledu stroke in zagotavljanju ustrezne kakovosti inženirskih storitev prispevali še z drugimi dejavnostmi, kot so e-izobraževanja, desetletno neprekinjeno delovanje Geobloga, izdaja smernic, priprava tehničnih specifikacij, navodil, priprava cenika ... S prenovljeno gradbeno, prostorsko in katastrsko zakonodajo sekcija geodetov še bolj uveljavlja svoje poslanstvo in kompetence v okviru inženirske zbornice pa tudi drugih strok in deležnikov, ki delujejo na navedenih področjih.

V obdobju 2022–2025 želimo v sekciji posebno pozornost posvetiti področju GeoBima. Dejavno raziskujemo, kje lahko kot stroka sodelujemo pri izgradnji virtualnega načrta/modela, namenjenega za gradnjo in celotno življenjsko obdobje objekta. Pozivamo vse geode, ki že delujejo na področju GeoBima, naj se s svojimi izkušnjami in projekti pridružijo delovni skupini sekcije, ki bo delovala na tem področju.

*Zapisali:*

**Matej Plešnar**  
Predsednik MSGeo  
DEZIS d.o.o.  
matej.plesnar@dezis.si

**Matej Kovačič**  
Član UO MSGeo  
Geodetski zavod Celje, d.o.o.  
matej.kovacic@gz-ce.si

**mag. Aljaž Lesjak**  
član UO MSGeo  
GEOFOTO d.o.o.  
aljaz.lesjak@geofoto.si



# NOVICE IZ NEWS FROM GEODETSKIH DRUŠTEV PROFESSIONAL SOCIETIES



## 30. KONFERENCA MEDNARODNEGA KARTOGRAFSKEGA ZDRUŽENJA, FIRENCE, ITALIJA

30. konferenca Mednarodnega kartografskega združenja (ICA/ACI, *International Cartographic Association / Association Cartographique Internationale*) je potekala od 14. do 18. decembra 2021 v Firencah, renesančnem dragulju Italije in sveta. Načrtovana je bila sicer poleti, a so jo organizatorji skupaj z vodstvom ICA že jeseni 2020 premaknili na december, iz velikega kongresnega centra prestavili v prostore univerze in predvideli mešano izvedbo, kjer je del udeležencev prisoten v živo in del na daljavo. Kar pogumna in negotova odločitev, ki pa se je izkazala za izvedljivo, in tako je bila ICA ena redkih mednarodnih organizacij in združenj, ki ji je uspelo izpeljati svojo konferenco v rednem dvoletnem ciklu, in to celo v živo. Udeležba je bila sicer razmeram primerno okrnjena, nekateri, na primer delegati iz Južne Afrike, so morali zaradi omejitev glede vstopa v državo prisotnost odpovedati celo zgolj nekaj dni pred konferenco, a kljub vsemu se nas je v živo zbralo 309 udeležencev, večinoma iz Evrope in Severne Amerike. Skupaj z dodatnimi 321 udeleženci na daljavo, ki so prav tako plačali prijavnino, je skupno število udeležencev doseglo udeležbo preteklih konferenc na nekaterih bolj oddaljenih lokacijah. Iz Slovenije nas je bilo na konferenci prisotnih šest, predstavnica Geodetske uprave Republike Slovenije, trije z Geodetskega inštituta Slovenije ter dva s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo UL. Dodaten udeleženec je sodeloval na daljavo.

Pregled stanja in trendov na področju kartografije in sorodnih geoinformacijskih znanosti so predstavljali tako zanimivi vabljeni govorniki kot udeleženci konference, ki smo pripravili več kot 450 predstavitev, od tega dve slovenski udeleženci. Srečale so se komisije in delovne skupine ICA, nekatere so pred konferenco izvedle tudi delavnice.

Na spremljevalni razstavi je bilo predstavljenih 442 atlasov, kart in digitalnih kartografskih izdelkov iz 42 držav, med njimi 21 iz Slovenije, pa tudi 178 risb otrok s kartografsko tematiko, kjer je Slovenija sodelovala s štirimi. Obe razstavi po obsegu nista bili okrnjeni glede na pretekle konference, res pa slovenski izdelki po nekaj letih tokrat niso bili med nagrajenimi.

Otvoritveni dogodek je bil organiziran v bogato poslikani dvorani mestne hiše, enega najpomembnejših zgodovinskih objektov v mestu. Poleg pozdravov so podelili dve najvišji priznanji združenja – zlati medalji Carla Mannerfelta. Za svoje dolgoletno delo in prispevek k razvoju kartografije sta ju prejela prof. Ulrich Freitag iz Nemčije in prof. Alan MacEachren iz ZDA ter s tem postala šele 14. in 15. prejemnik v šestdesetletni zgodovini združenja.



Slika 1: Posnetek z odprtja v slavni dvorani mestne hiše.



Slika 2: Predavanja na konferenci ob upoštevanju veljavnih omejitev.

Kljub omejitvam so organizatorji pripravili še različne tehnične obiske, med drugim obisk zgodovinskega muzeja italijanske kartografije v Vojaškem geografskem inštitutu ter muzeja Galileo, kjer smo občudovali stare globuse in tudi geodetske merske pripomočke. Izostalo ni niti tradicionalno tekmovanje v orientacijskem teku, ki smo ga tokrat izvedli v mestnem parku ob reki Arno.

Ob koncu, žal sicer brez prisotnosti prihodnjih lokalnih organizatorjev, smo si ogledali predstavitev naslednje konference, ta se bo, sicer kdo ve v kakšnih pogojih in okvirih, predvidoma dogodila avgusta 2023 v Cape Townu v Južni Afriki. Poleg konference je za takrat predvidena tudi redna generalna skupščina, ki bo imenovala novo vodstvo in sestave komisij za naslednje obdobje.

*Dušan Petrovič, UL FGG, Oddelek za geodezijo*

## IN MEMORIAM FRANC ČERNE



1929–2021

V začetku oktobra je sklenil svojo življenjsko zgodbo moj oče in naš kolega Franc Černe - Ferenc, kakor ste ga klicali vsi prijatelji in kolegi iz geodetskih vrst.

Dan mi je privilegij, da lahko zapišem besede v njegov spomin kot hči in kot njegova kolegica. Ob tem sem še kako ponosna, da sem bila del življenja človeka, ki je tako oboževal svoj poklic, ki je tako užival v družbi prijateljev in kolegov iz geodetskih vrst.

Rodil se je 5. 6. 1929 v Kranju. Leta 1941 se je vpisal v nižjo gimnazijo v Kranju, kjer je leta 1949 maturiral. Po maturi se je vpisal na Oddelek za geodezijo na FAGG ter diplomiral leta 1957 kot sedemintrideseti diplomant s področja geodezije po drugi svetovni vojni. Po vojaški obveznosti se je v decembru 1958 zaposlil na Geodetskem zavodu SRS, kjer je delal vse do decembra 1993, to je do upokojitve.

Že z diplomsko nalogo, katere naslov je bil *Natančnost in ekonomičnost enoslikovne fotogrametrije za vaške predele – presečna radialna metoda*, je zakoral na področje fotogrametrije, na katerem je deloval prva leta svojega službovanja na geodetskem zavodu. Vendar pa je – tako kot pri večini geodetov – odločitev za ta študij temeljila na želji po terenskem delu in prav zato je fotogrametrijo zamenjal za področje temeljnih geodetskih mrež in inženirske geodezije.

Na področju inženirske geodezije se je ukvarjal predvsem z merjenji deformacij z geodetskimi metodami. Leta 1978 je v Geodetskem vestniku objavil članek na to temo z naslovom *Določanje deformacij pri obstoječih železniških predorih*. Kot predstavnik Jugoslavije je sodeloval na različnih mednarodnih konferencah v povezavi s to tematiko.

S kolegom Marjanom Jenkom sta podala osnove za razvoj nove kategorije temeljnih geodetskih točk nižjega reda, poimenovane navezovalna mreža, ki naj bi se uporabljale pri obnovi zemljiškega katastra. Pri njihovem določanju je opravljal tudi operativna dela.

Zadnja leta pred upokojitvijo, pa vse do leta 2001, se je ukvarjal z državno mejo. S kolegom Jožetom Rotarjem sta na tem področju orala ledino. Bil je član mešanih tehničnih komisij za mejo z Avstrijo, Italijo, Madžarsko in Hrvaško.

Vseskozi je bil aktiven v Zvezi geodetov Slovenije, bil je član Gorenjskega geodetskega društva, ki mu je podelilo tudi naziv častnega člana, in Ljubljanskega geodetskega društva. Od ustanovitve naprej je bil tudi član Združenja za geodezijo in geofiziko.

Res je imel rad svoj poklic, ki ga je opravljal z vso odgovornostjo, vendar pa je vedno našel čas tudi za druženje s stanovskimi prijatelji in kolegi. Brez njegove prisotnosti ni bilo nobenih zimskih športnih iger gradbincev (ŠIG), tekmoval je na tako rekoč vseh Smučarskih dnevih geodetov. Užival je na izletih društev, v zadnjih letih predvsem na izletih upokojencev, ki sta jih tako skrbno pripravljala Miloš in Lija v okviru Ljubljanskega geodetskega društva. To so bili trenutki, ko se je s svojimi prijatelji in kolegi lahko vrnil v mladostne »geodetske« spomine.

Hvala vsem, ki ste bili del njegovega dolgega in razgibanega življenja, in hvala vsem, ki ste s svojimi dejanji pričarali nasmeh na njegov obraz.



Zveza geodetov Slovenije in Celjsko geodetsko društvo

najavljata izvedbo strokovnega posveta

## 50. Geodetski dan

z delovnim naslovom

### Digitalna preobrazba za trajnostne odločitve v prostoru,

ki bo **22. in 23. septembra 2021**

Digitalna preobrazba je eden najpomembnejših dejavnikov prihodnje gospodarske rasti in ravni blaginje. Njena pomembnost in z njo povezana problematika sta izpostavljeni tudi v strateškem dokumentu eMOP, ki ga je sprejelo ministrstvo za okolje in prostor in govori o digitalni preobrazbi prostora in okolja. V njem je med drugim zapisana problematika, s katero se srečujemo v zadnjem obdobju: *»Obstoječe stanje nepopolnih in nepovezanih prostorskih, zemljiških in okoljskih evidenc povzroča konflikte med razvojnimi potrebami ter varstvom okolja, narave in voda.«* Številni organi vzdržujejo veliko zbirk podatkov o lokacijah pojavov ali objektov v prostoru. Te zbirke niso ustrezno medsebojno povezane in ne temeljijo na enotni podatkovni politiki. Pomemben izziv digitalne preobrazbe prostora je njihovo povezovanje, ki vključuje takšno prilagoditev pravil in procesov, da se bodo povezave med podatki ohranjale.

Digitalna preobrazba na področju geodezije se je začela že pred več kot tridesetimi leti. Med prvim je bil vzpostavljen digitalen zvezni sloj zemljiškokatastrskega prikaza za celotno Slovenijo, ki je skupaj z drugimi digitalni podatki, za vzdrževanje katerih je zadolžena geodetska uprava, postal pomemben in nepogrešljiv del mnogih geografskih informacijskih sistemov. Kataster nepremičnin je s tem postal pomemben vezni člen med številnimi podatkovnimi zbirkami. Razlogov za to je verjetno več, najpomembnejše pa je dejstvo, da kataster nepremičnin združuje podatke o legi, obliki in lastnostih nepremičnin ter je hkrati edina evidenca, ki se prek parcele in stavbe povezuje z evidenco o stvarnih pravicah na nepremičninah – zemljiško knjigo.

Vse več zahtev po ustrezni povezanosti in povezljivosti prostorskih podatkov ponuja veliko priložnosti tudi geodeziji oziroma geodetom. Da bodo geodeti lahko pravočasno ponudili ustrezne rešitve, bo najprej treba veliko pozornosti nameniti analizi in razumevanju problematike ter ponotranjenju spoznanj o spremembi vloge in pomena geodezije na področju upravljanja prostora v bližnji prihodnosti.

Tema letošnjega Geodetskega dneva je nadaljevanje široko zastavljene teme na predhodnem dogodku. Osrednja pozornost bo namenjena povezovanju, ki je prepoznano kot ključno v digitalni preobrazbi. Poskušali bomo predstaviti pomembnost povezovanja katastra nepremičnin z drugimi evidencami ter priložnosti, ki se pri tem ponujajo geodeziji in geodetom. Več informacij o dogodku najdete na spletni strani ZGS <https://www.zveza-geodetov.si/>.

Vljudno vabljeni k sodelovanju in udeležbi na jubilejnem 50. Geodetskem dnevu!

*dr. Damjan Doler,*  
predsednik programskega odbora

*mag. Gregor Klemenčič,*  
predsednik Zveze geodetov Slovenije

*Mitja Domajnko,*  
predsednik organizacijskega odbora

# DIPLOMA IN MAGISTERIJA NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 11. 2021 DO 31. 1. 2022

## VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN

---

Sabina Jerič      Opredelitev kakovosti stalno delujoče GNSS-postaje FGGH v Ljubljani  
Mentorica:      doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren  
Somentor:      doc. dr. Oskar Sterle  
URL:              <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=134150>

## MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM DRUGE STOPNJE GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA

---

Jure Črček      Primerjava BLK360 in Riegl VZ-400 za skeniranje jam  
Mentor:          doc. dr. Aleš Marjetič  
Somentor:      asist. dr. Klemen Kregar  
URL:              <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=134151>

---

Žan Gregorc     3D modeliranje kapele samostana Jurklošter iz oblaka točk terestričnega laserskega skeniranja  
Mentorica:      doc. dr. Mojca Kosmatin Fras  
Somentor:      doc. dr. Tilen Urbančič  
URL:              <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=134152>

*Vir: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL FGG  
Za študijski referat: Teja Japelj*

## SEZNAM RECENZENTOV ZNANSTVENIH IN STROKOVNIH ČLANKOV, OBRAVNAVANIH V UREDNIŠTVU GEODETSKEGA VESTNIKA V LETU 2021

## LIST OF PEER REVIEWERS OF ACADEMIC AND PROFESSIONAL ARTICLES ASSESSED BY THE GEODETSKI VESTNIK EDITORIAL BOARD IN 2021

izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assoc. Prof. Tomaž Ambrožič, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
dr. Gergana Antova (Univerza za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Fakulteta za geodezijo, Sofija, Bolgarija)	Gergana Antova, Ph.D. (University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Faculty of Geodesy, Sofia, Bulgaria)
prof. dr. Željko Bačić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Hrvaška)	Prof. Željko Bačić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Croatia)
prof. dr. Anna Marta Barańska (AGH univerza znanosti in tehnologije, Krakov, Poljska)	Prof. Anna Marta Barańska, Ph.D. (AGH University of Science and Technology, Kraków, Poland)
prof. dr. Tomislav Bačić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Hrvaška)	Prof. Tomislav Bačić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Croatia)
izr. prof. dr. Boštjan Batagelj (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Slovenija)	Assoc. Prof. Boštjan Batagelj, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Slovenia)
Sandi Berk (Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija)	Sandi Berk (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
prof. dr. Marija Bogataj (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta in MEDIFAS, Slovenija)	Prof. Marija Bogataj, Ph.D. (University of Ljubljana, School of Economics and Business & MEDIFAS, Slovenia)
prof. dr. Mario Brkić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Hrvaška)	Prof. Mario Brkić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Croatia)
dr. Leyla Cakir (Tehniška univerza Karadeniz, Fakulteta za inženirstvo, Trabzon, Turčija)	Assist. Prof. Leyla Cakir, Ph.D. (Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Trabzon, Turkey)
prof. dr. Andreja Cirman (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Slovenija)	Prof. Andreja Cirman, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Economics, Slovenia)
prof. dr. Eliseo Clementini (Univerza L'Aquila, Fakulteta za industrijsko in informacijsko inženirstvo ter ekonomijo, L'Aquila, Italija)	Prof. Eliseo Clementini, Ph.D. (University of L'Aquila, Department of Industrial and Information Engineering and Economics, L'Aquila, Italy)



prof. dr. Joep Crompvoets (KU Leuven, Inštitut za javno upravljanje, Belgija)	Prof. Joep Crompvoets, Ph.D. (KU Leuven, Public Governance Institute, Belgium)
doc. dr. Marjan Čeh (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Marjan Čeh, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
dr. Mahmoud Dehghan Nayeri (Univerza Tarbiat Modares, Teheran, Iran)	Mahmoud Dehghan Nayeri, Ph.D. (Tarbiat Modares University, Tehran, Iran)
Nejc Dougan (Flycom Technologies d.o.o., Kranj, Slovenija)	Nejc Dougan (Flycom Technologies d.o.o., Kranj, Slovenia)
doc. dr. Samo Drobne (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Samo Drobne, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
viš. pred. dr. Mojca Foški (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Senior Lect. Mojca Foški, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
doc. dr. Dejan Grigillo (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Dejan Grigillo, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
doc. dr. Bojan Grum (Evropska pravna fakulteta Nove univerze, Slovenija)	Assist. Prof. Bojan Grum, Ph.D. (Nova univerza, European Faculty of Law, Slovenia)
mag. Lenča Humerca Šolar (Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija)	Lenča Humerca Šolar, M.Sc. (Ministry of the Environment and Spatial Planning, Ljubljana, Slovenia)
prof. dr. Zvonko Jagličič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Prof. Zvonko Jagličič, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
dr. Andrej Kobler (Gozdarski inštitut Slovenije)	Andrej Kobler, Ph.D. (Slovenian Forestry Institute)
doc. dr. Božo Koler (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Božo Koler, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
doc. dr. Mojca Kosmatin Fras (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Mojca Kosmatin Fras, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
Matej Kovačič (Geodetski zavod Celje d.o.o., Celje, Slovenija)	Matej Kovačič (Geodetski zavod Celje d.o.o., Celje, Slovenia)
izr. prof. dr. Marjeta Kramar Fijavž (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assoc. Prof. Marjeta Kramar Fijavž, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
doc. dr. Miran Kuhar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Miran Kuhar, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
izr. prof. dr. Simon Kušar (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Slovenija)	Assoc. Prof. Simon Kušar, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Arts, Slovenia)
doc. dr. Božena Lipej (Nova Univerza, Evropska pravna fakulteta, Slovenija)	Assist. Prof. Božena Lipej, Ph.D. (Nova University, European Faculty of Law, Slovenia)
izr. prof. dr. Anka Lisec (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assoc. Prof. Anka Lisec, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)

dr. Kamil Maciuk (AGH univerza znanosti in tehnologije, Krakov, Poljska)	Kamil Maciuk, Ph.D. (AGH University of Science and Technology, Kraków, Poland)
dr. Igor Mandić (Univerza v Zagrebu, Naravoslovno-matematična fakulteta, Hrvaška)	Igor Madić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Science, Croatia)
mag. Klemen Medved (Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija)	Klemen Medved, M.Sc. (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
izr. prof. dr. Branko Đ. Milovanović (Univerza v Beogradu, Fakulteta za gradbeništvo, Srbija)	Assoc. Prof. Branko Đ. Milovanović, Ph.D. (University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, Serbia)
doc. dr. Branko Mušič (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Slovenija)	Assist. Prof. Branko Mušič, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Arts, Slovenia)
dr. Janez Nared (Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Slovenija)	Janez Nared, Ph.D. (Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts)
dr. Sorin Nistor (Univerza Oradea, Fakulteta za gradbeništvo in arhitekturo, Romunija)	Sorin Nistor, Ph.D. (University of Oradea, Faculty of Constructions and Architecture, Romania)
prof. dr. Krištof Oštir (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Prof. Krištof Oštir, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
mag. Katja Oven (Geodetski inštitut Slovenije)	Katja Oven, M.Sc. (Geodetic Institute of Slovenia)
doc. dr. Rinaldo Paar (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Hrvaška)	Assist. Prof. Rinaldo Paar, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Croatia)
doc. dr. Marko Pavasović (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Hrvaška)	Assoc. Prof. Marko Pavasović, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Croatia)
doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Polona Pavlovčič Prešeren, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
doc. dr. Nadja Penko Seidl (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Slovenija)	Assist. Prof. Nadja Penko Seidl, Ph.D. (University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Slovenia)
Igor Perpar (Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija)	Igor Perpar (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
mag. Nataša Pichler Milanović (Univerza v Ljubljani, Slovenija)	Nataša Pichler Milanović, M.Sc. (University of Ljubljana, Slovenia)
doc. dr. Blaž Repe (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Slovenija)	Assist. Prof. Blaž Repe, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Arts, Slovenia)
mag. Daniel Schröder (DMT GmbH & Co. KG, Essen, Nemčija)	Daniel Schröder, M.Sc. (DMT GmbH & Co. KG, Essen, Germany)
dr. Maja Simoneti (Inštitut za politike prostora, Ljubljana, Slovenija)	Maja Simoneti, Ph.D. (Institute for spatial policies, Ljubljana, Slovenia)
doc. dr. Oskar Sterle (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Oskar Sterle, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
prof. dr. Bojan Stopar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Prof. Bojan Stopar, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)

dr. Nikolaj Šarlah (Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Ljubljana, Slovenija)	Nikolaj Šarlah, Ph.D. (Ministry of the Environment and Spatial Planning, Ljubljana, Slovenia)
prof. dr. Velimir Šećerov (Univerza v Beogradu, Fakulteta za geografijo, Srbija)	Prof. Velimir Šećerov, Ph.D. (University of Belgrade, Faculty of Geography, Serbia)
dr. Andrej Štern (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Slovenija)	Andrej Štern, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Slovenia)
dr. Andreja Švab Lenarčič (Geodetska uprava Republike Slovenije, Murska Sobota, Slovenija)	Andreja Švab Lenarčič, Ph.D. (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Murska Sobota, Slovenia)
dr. Jernej Tekavec (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Jernej Tekavec, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)
prof. dr. Alenka Temeljotov Salaj (Norveška univerza znanosti in tehnologije, Trondheim, Norveška)	Prof. Alenka Temeljotov Salaj, Ph.D. (Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway)
dr. Joc Triglav (Geodetska uprava Republike Slovenije, Murska Sobota, Slovenija)	Joc Triglav, Ph.D. (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Murska Sobota, Slovenia)
doc. dr. Mihaela Triglav Čekada (Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija)	Assist. Prof. Mihaela Triglav Čekada (Geodetic Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)
izr. dr. Nedim Tuno (Univerza v Sarajevu, Fakulteta za gradbeništvo, Bosna in Hercegovina)	Assoc. Prof. Nedim Tuno, Ph.D. (University of Sarajevo, Faculty of Civil Engineering, Bosnia and Herzegovina)
prof. dr. Andrej Udovč (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Slovenija)	Prof. Andrej Udovč, Ph.D. (University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Slovenia)
dr. Tomas Veršinskas (Univerza Vytautas Magnus, Kaunas, Litva)	Tomas Veršinskas, Ph.D. (Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania)
dr. Rok Vezočnik (Zavod za gradbeništvo Slovenije, Slovenija)	Rok Vezočnik, Ph.D. (Slovenian National Building and Civil Engineering Institute, Slovenia)
doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija)	Assist. Prof. Alma Zavodnik Lamovšek, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Slovenia)





30 let

40 mio parcel v produkciji

4 države

---

30 years

40 mil cadastral parcels in production

4 countries

Upravljammo s prostorom SKUPAJ

Let's manage e-spatially TOGETHER

[www.igea.si](http://www.igea.si)



**GEO SERVIS**  
Izzive spreminjamo v rešitve

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

Merilna oprema in rešitve za zajem in obvladovanje prostorskih podatkov  
Pooblaščen prodajalec in certificirani servisni center **Leica Geosystems**  
Geoservis d.o.o. | (01) 586 38 30 | info@geoservis.si | www.geoservis.si

# Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

**Študij na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani je novim generacijam študentov odlično zagotovilo, da bodo svoje poklicne cilje uresničili z opravljanjem zanimivega dela. Izberi si enega od poklicev prihodnosti.**

»UL FGG mi je odprla vrata v svet geodezije. Študij geodezije in geoinformatike mi je dal široko paleto znanj, ki so mi omogočila izvajanje zanimivih dejavnosti, pri katerih sem spoznala številne pomembne ljudi iz sveta geodezije.«

Metka Majerič, magistrica inženirka geodezije in geoinformatike, Leica Geosystems, Švica

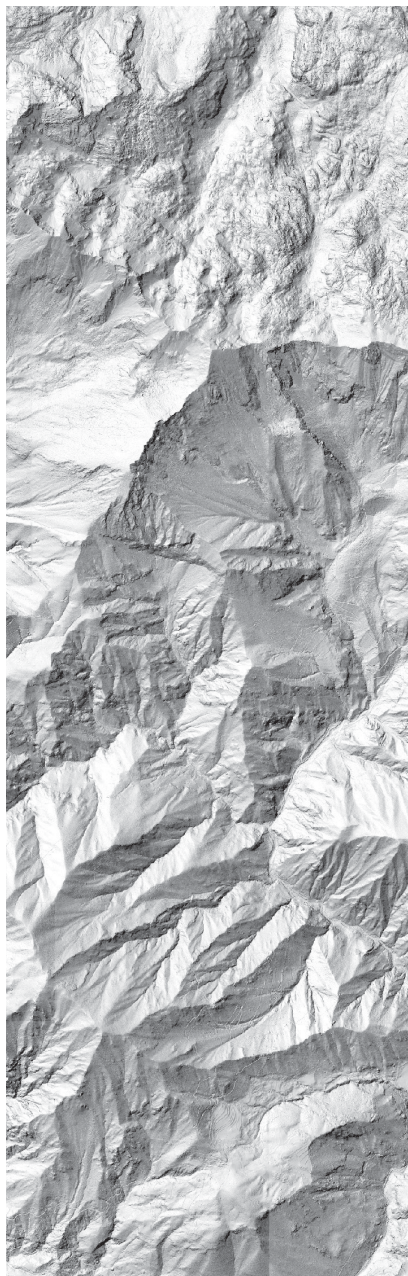


»Študij geodezije na FGG mi je odprl vrata v svet. Pridobljeno znanje vsakodnevno uporabljam pri svojem delu – raziskovanju in razvoju GIS programske opreme. Na fakulteti sem pridobil veliko več analitičnega znanja ter poznavanja izvora prostorskih podatkov kot moji kolegi v ZDA, ki prihajajo iz področja geografije in drugih sorodnih ved.«

Bojan Šavrič, univ. dipl. inž. geodezije, zaposlen v podjetju Esri, Inc., Redlands, Kalifornija, ZDA

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo





Podoba analitičnega senčenja DMR1  
Laserskega skeniranja Slovenije 2014-2015

## GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

- Geodetski referenčni sistem, SIGNAL
- Prostorski podatki, statistike in analize
- Nepremičninske evidence in upravljanje z nepremičninami
- Daljinsko zaznavanje, fotogrametrija in lasersko skeniranje
- Hidrografija
- Kartografija
- Geografski informacijski sistemi (GIS)
- Lokacijske storitve in navigacija
- Izdelki za orientacijo in mobilnost ranljivih skupin
- Razvoj kazalnikov in večrazsežna vizualizacija
- Priprava in vodenje mednarodnih projektov
- Izobraževanje
- Izdelava prostorskih maket
- Grafične storitve

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana  
tel.: 01 200 29 00, faks: 01 425 06 77, e-pošta: info@gis.si  
medmrežje: www.gis.si

Spoštovani,  
obveščamo vse deležnike, **da je delo s strankami** na lokacijah GI na Jamovi cesti 2 in Zemljemerski ulici 12 v Ljubljani **za čas grožnje z okužbo s koronavirusom COVID-19 omejeno na telefonsko komunikacijo in poslovanje preko spleta**. Dosegljivi smo na telefonski številki 01 200 29 00 in e-naslovu info@gis.si .





# GEODETSKI 2022 VESTNIK

*Geodetski vestnik* je odprtodostopna revija, ki izhaja štirikrat letno v tiskani in spletni različici. V *Geodetskem vestniku* objavljamo recenzirane znanstvene in strokovne članke, pregledne članke, strokovne razprave ter druga podobna dela s področij geodezije, geodetske izmere, daljinskega zaznavanja, fotogrametrije, geoinformatike, prostorske podatkovne infrastrukture in prostorskega podatkovnega modeliranja, sistemov v podporo odločanju v prostoru, upravljanja zemljišč in prostorskega planiranja. Kot glasilo *Zveze geodetov Slovenije* objavljamo tudi novice v geodetski stroki, kar vključuje novice državne geodetske uprave, novice nacionalnih in mednarodnih strokovnih združenj, poročila o projektih in dogodkih, sporočila članom zveze in podobne zapise.

Več informacij o reviji in navodila za pripravo prispevkov najdete na spletni strani revije [www.geodetski-vestnik.com](http://www.geodetski-vestnik.com).

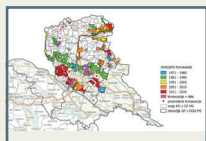
---

*Geodetski vestnik* is an open access journal, issued quarterly in print and online versions. It publishes double-blind peer-reviewed academic and professional articles, reviews, discussions, and related works from the fields of geodesy, land surveying, remote sensing, photogrammetry, geoinformatics, spatial data infrastructure and spatial data modelling, spatial decision support systems, land management, and spatial planning. As the bulletin of the *Association of Surveyors of Slovenia*, the journal also publishes news in the surveying profession, including news from the surveying and mapping authority of Slovenia, news from national and international professional societies, reports on projects and events, communications to members, and similar reports.

More information about the journal and instructions for authors is available at [www.geodetski-vestnik.com](http://www.geodetski-vestnik.com).







# GEODETSKI VESTNIK

ISSN 0351-0271 | EISSN 1581-1328 |

| letn./Vol. 66 | št./No. 1 | str./pp. 1–160 |

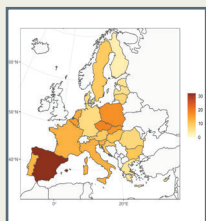


## RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

*Marko Zupan*

METODA ZA VREDNOTENJE OMILITVENIH UKREPOV OB IZGUBI KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ NA OSNOVI PODATKOV ZEMLJIŠKEGA KATASTRA

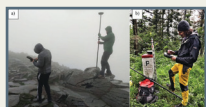
METHOD FOR THE EVALUATION OF MITIGATION MEASURES FOR SOIL LOSS COMPENSATION BASED ON CADASTRAL DATA



*Emil Polajnar*

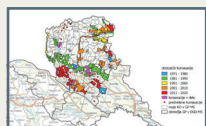
ANALIZA TEDENSKE UMRJIVOSTI STAROSTNIKOV: PRIMERJAVA MED SLOVENIJO IN DRŽAVAMI ČLANICAMI EU27

ANALYSIS OF WEEKLY MORTALITY OF SENIORS: A COMPARISON BETWEEN SLOVENIA AND THE MEMBER STATES OF THE EU27



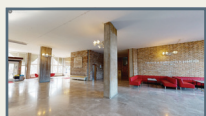
*Katarzyna Chwedczuk, Daniel Cienkosz, Michal Apollo, Lukasz Borowski, Paulina Lewinska, Celso Augusto Guimarães Santos, Kennedy Eboraka, Sandeep Kulshreshtha, Rosendo Romero-Andrade, Ahmed Sedeeq, Aive Liibus, Kamil Maciuk*

IZZIVI PRI DOLOČANJU VIŠIN GORSKIH VRHOV, KOT SO NAVEDENE V KARTOGRAFSKIH VIRIH  
CHALLENGES RELATED TO THE DETERMINATION OF ALTITUDES OF MOUNTAIN PEAKS PRESENTED ON CARTOGRAPHIC SOURCES



*Mehmed Batilović, Željko Kanović, Zoran Sušić, Marko Z. Marković, Vladimir Bulatović*

DEFORMACIJSKA ANALIZA PO MODIFICIRANI METODI GRDOD  
DEFORMATION ANALYSIS: THE MODIFIED GREDOD METHOD



ISSN 0351-0271



9 770351 027001

Dostopno na | available at: <http://www.geodetski-vestnik.com>