

Glasilo Zveze geodetov Slovenije

Journal of the Association of Surveyors of Slovenia

G EODETSKI

2021

V E S T N I K

ISSN 0351-0271

Letn. 65 | št. 4

Vol. 65 | No. 4



GEODETSKI VESTNIK

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



Letnik 65, št. 4, str. 501–704, Ljubljana, december 2021. Izidejo štiri številke na leto.

Naklada te številke: 1200 izvodov.

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

Vol. 65, No. 4, pp. 501–704, Ljubljana, Slovenia, December 2021. 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.

GLAVNA IN ODGOVORNA UREDNICA

dr. Anka Lisec

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

Tel.: +386 1 4768 560

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*

dr. Klemen Kregar, področni urednik za *geodezijo*

dr. Božena Lipej, področna urednica za *upravljanje in evidentiranje nepremičnin*

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

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

dr. Alma Zavodnik Lamovšek, področna urednica 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. Tomislav Bašić (Univerza v Zagrebu, Fakulteta za geodezijo, Zagreb, Hrvaška)

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

Miran Brumec (Inženirska zbornica Slovenije)

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. Thomas Kalbro (Kraljevi inštitut KTH, Stockholm, Švedska)

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. Miran Kuhar (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 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. Dušan Petrovič (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 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 Eötvös 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. Arvo Vitikainen (Univerza, Aalto, Finska)

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

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

EDITOR-IN-CHIEF

Anka Lisec, Ph.D.

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

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Phone: +386 1 4768 560

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

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

Božena Lipej, Ph.D., field editor for Real Estate Management and Recording

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

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

Alma Zavodnik Lamovšek, 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)

Tomislav Bašić, Ph.D. (University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia)

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

Miran Brumec (Slovenian Chamber of Engineers)

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

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

dr. Joep Crompvoets (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 Flögje Dolinar, M.Sc. (Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia)

Thomas Kalbro, Ph.D. (Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden)

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)

Miran Kuhar, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, 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)

Dušan Petrovič, Ph.D. (University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, 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 Roič, 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)

Arvo Vitikainen, Ph.D. (Alto University, Finland)

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

Klemen Zakšek, Ph.D. (Rosen Group, Lingen, Nemčija)

IZDAJATELJ

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
e-naslov: info@geodetski-vestnik.com

IZDAJATELJSKI SVET

mag. Gregor Klemenčič, predsednik *Zveza geodetov Slovenije*
mag. Erna Flogie Dolinar, *Zveza geodetov Slovenije*
dr. Anka Lisec, *glavna in odgovorna urednica*
Sandi Berk, *urejanje rubrike Strokovne razprave*
dr. Mojca Foški, *tehnično urejanje in oblikovanje*

TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

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

LEKTORIRANJE

Manica Baša

UREJANJE SPLETNIH STRANI

dr. Klemen Kozmus Trajkovski
e-naslov: web@geodetski-vestnik.com

TISK

SIMPRO d.o.o., Brezovica

DISTRIBUCIJA

mag. Janez Goršič, e-naslov: 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

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 and Erna Flogie Dolinar, M.Sc., *the Association of Surveyors of Slovenia*
Anka Lisec, Ph.D., *editor-in-chief*
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
Barbara Trobec, e-mail: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si
Teja Koler Povh, Ph.D., e-mail: teja.povh@fgg.uni-lj.si

SLOVENE PROOFREADING

Manica Baša

WEB PAGE EDITING

Klemen Kozmus Trajkovski, Ph.D.
e-mail: web@geodetski-vestnik.com

PRINT

SIMPRO d.o.o., Brezovica

DISTRIBUTION

Janez Goršič, M.Sc., e-mail: 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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

VSEBINA CONTENTS

UVODNIK | EDITORIAL

<i>Anka Lisec</i>	NAVDIHUJOČE INSPIRING	507
<i>Gregor Klemenčič</i>	SREČA, ZDRAVJE IN DUŠEVNI MIR HAPPINESS, GOOD HEALTH, AND PEACE OF MIND	511

RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Melita Ulbl, Andraž Muhič</i>	UPORABA SREDNJIH MER ZA POJASNJEVANJE CEN NA TRGU NEPREMIČNIN THE USE OF MEAN VALUES FOR REPORTING REAL ESTATE PRICES	513
<i>Gregor Čok, Samo Drobne, Gašper Mrak, Mojca Foški, Alma Zavodnik Lamovšek</i>	VPLIV CENTRALIZACIJE DELOVNIH MEST IN POSLOVNIH SUBJEKTOV NA PROSTORSKI RAZVOJ THE IMPACT OF THE CENTRALISATION OF WORKPLACES AND BUSINESS ENTITIES ON SPATIAL DEVELOPMENT	533
<i>Simon Šanca, Kristof Oštir, Alen Mangafić</i>	ZAZNAVANJE STAVB Z UPORABO NEVRONSKIH MREŽ, UČENIH S PRENOSOM ZNANJA BUILDING DETECTION WITH CONVOLUTIONAL NETWORKS TRAINED WITH TRANSFER LEARNING	559
<i>Robert Klinc, Uroš Jotanović, Klemen Kregar</i>	OBLAKI TOČK ZA UPORABO V INFORMACIJSKIH MODELIH GRADENJ (BIM) POINT CLOUDS FOR USE IN BUILDING INFORMATION MODELS (BIM)	594

STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

<i>Sandi Berk</i>	ITRS-SI – BREZPLAČNI PROGRAM ZA TRANSFORMACIJE MED SLOVENSKIMI IN MEDNARODNIMI TERESTRIČNIMI REFERENČNIMI SESTAVI ITRS-SI – A FREEWARE TOOL FOR TRANSFORMATIONS BETWEEN THE SLOVENIAN AND INTERNATIONAL TERRESTRIAL REFERENCE FRAMES	615
-------------------	---	-----

<i>Matevž Ahlin</i>	622
URADNI PODATKI O DEJANSKI RABI ZEMLJIŠČ	
AUTHORITATIVE LAND COVER DATA	
<i>Andreja Švab Lenarčič</i>	630
ZELO VISOKOLOČLJIVI SATELITSKI POSNETKI KOT DOPOLNILA K DRŽAVNIM ORTOFOTOM (DOF)	
VERY HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGES AS SUPPLEMENTS TO STATE ORTHOPHOTOS	
<i>Miran Ferlan, Anka Lisec, Jernej Tekavec, Miran Janežič, Helena Žnidaršič, Samo Drobne</i>	638
IZZIVI RAZVOJA INFORMACIJSKE REŠITVE V PODPORO UPRAVLJANJU NEPREMIČNIN JAVNIH INŠTITUCIJ	
CHALLENGES OF INFORMATION SOLUTION DEVELOPMENT IN SUPPORT OF PUBLIC INSTITUTIONS' FACILITY MANAGEMENT	
<i>Joc Triglav</i>	646
KATASTRSKE IZMERE V PREKMURJU – ZGODOVINSKI ZAPISI	
CADASTRAL MEASUREMENTS IN PREKMURJE – HISTORICAL NOTES	
<i>Dušan Kogoj</i>	654
STALNA RAZSTAVA ZBIRKE GEODETSKIH INSTRUMENTOV NA FAKULTETI ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO UNIVERZE V LJUBLJANI	
PERMANENT EXHIBITION OF SURVEYING INSTRUMENTS COLLECTION AT THE FACULTY OF CIVIL AND GEODETIC ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA	

NOVICE IZ STROKE NEWS FROM THE FIELD	663
---	-----

DRUŠTVENE NOVICE NEWS FROM SOCIETIES	673
---	-----

RAZNO MISCELLANEOUS	689
------------------------------	-----

DIPLOME IN MAGISTERIJI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 8. 2021 DO 31. 10. 2021

NAJAVA 50. GEODETSKEGA DNE

Slika na naslovnici:

Logotip poletne šole Opazovanje Zemlje in umetna inteligenca v gozdarstvu, ki so jo med 20. in 24. septembrom organizirali Evropska vesoljska agencija, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo Republike Slovenije in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

© Copernicus Sentinel, obdelava UL FGG in ZRC SAZU, ozadje Aleš Zdešar.

NAVDIHUJOČE INSPIRING

*Anka Lisec**glavna in odgovorna urednica | Editor-in-chief*

Dragi bralci in bralke Geodetskega vestnika!

Navdihujoče je prebirati vsebino letošnje praznične decembrske številke! Prinaša mnogo kakovostnih prispevkov iz znanosti in stroke, pa tudi poročila z zanimivih strokovnih in društvenih dogodkov. Upam, da boste v zimskih dneh našli čas za njeno listanje. Verjamem, da se bo za vsakogar našlo kaj zanimivega.

V prvi številki Geodetskega vestnika letnika 2014, ko sem prevzela vlogo glavne in odgovorne urednice, sem s kančkom negotovosti pisala o »prvih korakih«. Z veseljem ugotavljam, da je Geodetski vestnik ohranil in celo okrepil vlogo medija za deljenje najnovejših raziskovalnih dognanj, razvojnih dosežkov in novosti v stroki – tako v Sloveniji kot tudi širše v mednarodnem prostoru.

Mednarodna vpetost revije je v dobi globalizacije in internacionalizacije izrednega pomena, saj se v sodobnem svetu vse pogostejše srečujemo z družbenimi izzivi, ki niso omejeni na eno državo, regijo. Naj jih omenim le nekaj: čezmejna mobilnost in promet, turizem, varovanje okolja, podnebne spremembe, upravljanje tveganj, ukrepanje ob elementarnih nesrečah in podobno niso izzivi, omejeni na državo, ampak so mednarodni izzivi in zahtevajo mednarodno sodelovanje. Za našo stroko je poleg tega velik izziv izredno hiter tehnološki razvoj – še pred desetimi leti so mnogi nejeverno zmajevali z glavo ob razpravah, da bi lahko satelitski podatki postali pomemben vir uradnih prostorskih podatkov ... Da ne omenjam možnosti zajemanja podatkov za topografsko modeliranje z daljinsko vodenimi letalniki ali mobilnimi terestričnimi sistemi! Za uspešno spopadanje s takšnimi izzivi ne smemo ostati le tihi opazovalci. Lahko smo pomemben dejavnik v preoblikovanju stroke in s tem tudi v ustvarjanju sodobnega sveta. Pri vseh teh izzivih upam, da Geodetski vestnik vidimo kot pomemben medij za izmenjavo informacij med raziskovalci, ob hkratni vlogi pomembnega prenašalca novega znanja v javne službe in gospodarstvo.

Mednarodna vpetost Geodetskega vestnika je zahtevala in še zahteva, da objavljamo raziskovalne članke tudi v angleškem jeziku. Tako na eni strani zagotovimo odmevnost rezultatov domačih raziskovalcev, na drugi strani pa ponudimo širši mednarodni strokovni javnosti možnost, da izjemne raziskovalne rezultate deli z nami. A pri tem smo poskusili ostati zvesti tudi slovenskemu jeziku. Včasih se sploh ne zavedamo, kako pomembna sta negovanje jezika in razvoj strokovne terminologije v maternem jeziku. V spominu mi večkrat odmevajo besede eminentnega profesorja iz tujine, ki je dejal, da obstajajo trije ključni pogoji za samostojnost in razvoj stroke v posamezni državi ter mednarodno konkurenčnost. To

so: (i) kakovosten izobraževalni in raziskovalni program, (ii) kakovostna strokovna revija in (iii) razvita gospodarska dejavnost.

Ob zaključku osemletnega vodenja uredništva Geodetskega vestnika ne morem mimo njegove tradicionalne vloge. Geodetski vestnik je namreč od vsega začetka, ki sega v daljno leto 1953, pomemben z vidika informiranja širše strokovne javnosti o novostih v stroki in društveni dejavnosti. Z vašo pomočjo nam je uspelo ohraniti pomembno društveno-informativno vlogo vestnika. Ta vidik je bil od nekdaj eden pomembnih temeljev naše uredniške ekipe, čeravno ni veliko znanstvenih revij, ki vključujejo te rubrike. Prepričana sem, da je ravno vsebinska pestrost Geodetski vestnik še bolj približala bralcem in piscem zanimivih vrstic.

Zahvaljujem se vsem vam, ki ste sodelovali in pomagali pri nastajanju posameznih števil Geodetskega vestnika! S skupnimi prizadevanji in močmi smo skrbeli za njegovo dobro »kondicijo«. Tako smo skupaj poskrbeli, da lahko z dobrimi občutki predamo delo ekipi, ki prihaja za krmilo uredništva.

Novi uredniški ekipi želim prenesti popotnico, ki sem jo konec leta 2013 dobila od svojega predhodnika, dr. Antona Prosenca, glavnega in odgovornega urednika Geodetskega vestnika v obdobju 2003–2013. Ravno on je najbolj zaslužen za to, da je Geodetski vestnik postal priznana mednarodna revija in hkrati ostal povezovalni člen v naši stroki v Sloveniji: *»Naslednikom svetujem: bodite dovolj odgovorni do preteklih generacij in dediščino spoštujte, jo bogatite in razvijajte.«* Navdih iščite v priložnostih, ki se ponujajo naši stroki – ni jih malo!

V imenu uredništva in v svojem imenu vam ob tej priložnosti, tokrat še v vlogi glavne in odgovorne urednice Geodetskega vestnika, želim lepe praznike in vse dobro v letu 2022!

Dear Readers of Geodetski vestnik,

How inspiring it is to read this years' festive December issue of the journal. You will be able to find numerous high-quality scientific and professional papers, as well as reports from numerous interesting professional and societal events. Confident there is something for everybody, I hope you will devote a few cold winter hours to its pages.

In 2014, when I became the editor-in-chief of the journal, I wrote, with a slight sense of insecurity, about 'the first steps'. I am glad to observe that Geodetski vestnik has retained and even strengthened its role as a publication that spreads the latest scientific knowledge, developments, and professional achievements – in Slovenia and internationally.

In the age of globalisation and internationalisation, firm connections among international players are of utmost importance – modern societies pose challenges that are not limited to one country or to one region. Allow me to mention only a few: cross-border mobility and transport, tourism, environmental protection, climate change, risk management, natural disaster management, and similar do not pose challenges for individual countries. They are international by character and call for international cooperation. Another major challenge for our profession is extremely rapid technological development. As recently as ten years ago, many were shaking their heads in disbelief at the mention that satellite data might become an important source of official spatial data, let alone the possibility of data capture for topographic models with unmanned aerial vehicles or mobile terrestrial systems. One does not handle such challenges merely as a silent bystander. We can be an important driving force in the transformation of the profession, also in the creation of a modern world. Considering all the above-mentioned challenges, I hope that we appreciate Geodetski vestnik as a vital means for the exchange of information between scientists, plus an effective channel for the transfer of current knowledge into public services and the private sector.

International engagement of Geodetski vestnik continues to call for the publication of professional papers in English. This enables the spread of national scientific results, and a wider international professional public is given an opportunity to share their scientific achievements with us. At the same time, we have also strived to remain loyal to the Slovene language. Sometimes we are not fully aware how important it is to nurture one's language and the development of professional terms in the mother tongue. I often recall the words of an eminent professor from another country, who maintained that there are three key conditions for an independence and the development of a profession in its country and its international competitiveness: (i) a high-quality educational and research programme; (ii) a high-quality professional journal, and (iii) well-developed economic activity.

As my eight years as the editor of Geodetski vestnik are coming to their end, I cannot avoid the mention of its traditional role. From the very beginning, which stretches back into 1953, Geodetski vestnik has been important for informing the wider professional public and providing it with news from the field and its societies. You have helped us retain an important role for the functioning of professional societies. Not many scientific journals include such themes; nevertheless, they have always been a very important foundation of our editorial policy. I am positive that the rich subject matter of Geodetski vestnik substantially contributes to bringing the journal even closer to the readers and authors of refreshing submissions.

I would like to express my sincere thanks to everybody who has contributed and made every single issue of the journal a reality. Geodetski vestnik has remained 'fit as a fiddle' only thanks to our collective endeavours and our combined strength. Everybody has taken care that we can pass the work to a new editorial team with confidence.

I would like to pass on to a new editorial team words of farewell, which I received from my predecessor, Anton Prosen, Ph.D., who held the position of editor-in-chief from 2003 to 2013. He deserves the greatest credit for making Geodetski vestnik a reputable international journal, which remained a unifying force in our professional field in Slovenia: 'Here is a piece of advice to my successors: retain a sufficient level of responsibility towards preceding generations and cherish your heritage, enriching and developing it.' Search for inspiration in opportunities presenting itself in our profession – there are ample.

Allow me to use this opportunity and, for the last time as the editor-in-chief of Geodetski vestnik, to say goodbye with the best wishes for the festive season and 2022!

SREČA, ZDRAVJE IN DUŠEVNI MIR

HAPPINESS, GOOD HEALTH, AND PEACE OF MIND

Gregor Klemenčič

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

Občutek imam, da sem ravno končal uvodnik za prvo številko Geodetskega vestnika v letošnjem letu, že je tu zadnja letošnja številka. Hitro smo se znašli v prazničnem decembru, mesecu, ki nam prinaša radost, veselje, upanje. Vse to še kako potrebujemo v teh zahtevnih časih, ko nam primanjkuje pozitivne energije in optimizma. December je tudi čas, ko naredimo inventuro svojega dela na poslovnem in osebnem področju. Vsak pri sebi imamo gotovo veliko ciljev, ki jih želimo doseči v enem letu. Doseči na sebi lasten način, ko se pri premagovanju ovir za njihovo uresničitev bogatimo in krepimo. S tem rastemo in se veselimo vsakega uspeha. Toliko bolj, če cilj ni dosežen na preveč lahek način in nas z vsemi svojimi izzivi izpopolni. Prepričan sem, da so bili letošnji cilji malo drugačni, nekaj posebnega. Tudi njihovo doseganje je od nas zahtevalo drugačno izbiro poti.

Poleg službenih in ostalih poslovnih obveznostih časi, v katerih živimo, prinašajo veliko posebnih okoliščin predvsem na osebnem področju. Še posebej vsem, ki imamo mlajše šoloobvezne otroke. Nepredvidljive situacije iz tedna v teden terjajo od nas veliko prilagajanja in usklajevanja dnevnih obveznosti. Ob tem tako dolgo trajajočem obdobju negotovosti prav občudujem otroke, kako so kljub otroški ranljivosti že močni in pozitivno razmišljajoči. Pri nas odraslih je vse preveč pesimizma in družbene razdvojenosti, zato bi se morali v takih časih marsičesa naučiti od otrok. Se bolj povezati kot družba in krepiti medsebojne odnose, enako, kot se otroci veselijo preživljanja skupnega časa v šoli in vrtcu.

Leto 2022 je pred vrati. Tudi vanj vstopamo z novim upanjem in pričakovanji, kaj nam bo prineslo. V geodetski stroki bo rodilo veliko novega, predvsem pa poslovnih izzivov in priložnosti, ki jih bomo morali izkoristiti. Nekaj posebnega bo tudi zato, ker bomo praznovali jubilejni, že 50. Geodetski dan. Dogodka se veselim z neizmerno željo, da nam bodo razmere naklonjene in nam bodo omogočale izvedbo v živo. Verjamem, da je to želja vseh nas in da je dovolj močna, da nam to uspe. Prisrčno vas vabim, da se ga udeležite in jubilej zaznamujete tudi s svojo prisotnostjo.

Obstaja čudovit, skrivnosten zakon narave, v skladu s katerim tri reči, po katerih v življenju najbolj hrepenimo – srečo, zdravje in duševni mir – pridobimo le tako, da jih nekomu podarimo. V letu, ki prihaja, jih podarite tudi vi. Naj bo leto 2022 čim bolj zdravo, poživljajoče, srečno, povezovalno in uspešno tudi za vas.

With the still fresh impression that my editorial for this year's first issue of Geodetski vestnik was just finished, I am writing the one for the last issue in 2021. With its festive season, which brings joy, happiness, and hope, December has suddenly arrived. These are demanding times – they require much positive energy and optimism, and we definitely need all of the above. December is also when one makes an inventory of their professional and personal endeavours. Undoubtedly, everybody sets themselves goals they want to achieve in a year. Everybody chooses their path, each with different obstacles, which only enrich and strengthen us by our overcoming them. This is how one grows; this is how one enjoys every success. This is even more true if the goal is not attained too easily and our expectations are fulfilled. I am positive that this year's goals were slightly different, that they were special. We had to pursue changed paths to reach them.

Present times do not pose only professional and business challenges – they have also left a deep mark in our personal lives. This has been especially true for people with school-age children. The situation has been unpredictable and volatile, which calls for a great deal of flexibility and skilful handling of day-to-day chores. One cannot help but admire the children and the strength and positive attitudes they have cultivated throughout this long period of uncertainty. Pessimism and social divisions are too widespread among grown-ups; perhaps we should start learning from our children. We should connect as a society and strengthen our relations, like the children who look forward to spending their time together in a school or a nursery.

The year 2022 is here. We are entering it with high hopes, eagerly expecting what it may bring. Much new will be born in the surveying profession, bringing numerous business challenges and plenty of opportunities for us to seize. In particular, it will be special because our Surveyors' Day is celebrating its 50th anniversary. I am really looking forward to the event, fervently wishing the situation be favourable and will allow in-person meetings. I believe that we share the same desire, and hope is strong enough to bear fruit. You are cordially invited to attend and enhance the visibility of the anniversary with your presence.

A wonderful and mysterious law of nature stipulates that there are three things we strive for in our lives – happiness, good health and peace of mind. There is only one guarantee to gain them – by giving to others. Be among the givers in the coming year. I wish that your 2022 will be healthy, invigorating, happy and consolidating.

UPORABA SREDNJIH MER ZA POJASNJEVANJE CEN NA TRGU NEPREMIČNIN

THE USE OF MEAN VALUES FOR REPORTING REAL ESTATE PRICES

Melita Ulbl, Andraž Muhič

UDK: 332.6/7
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04
Prispelo: 27. 4. 2021
Sprejeto: 19. 9. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.513-532
PROFESSIONAL ARTICLE
Received: 27. 4. 2021
Accepted: 19. 9. 2021

IZVLEČEK

Pravilno in nedvoumno poročanje o stanju trga nepremičnin je ena glavnih zahtev za zagotavljanje njegove preglednosti. Pri tem je poseben izziv poročanje o cenah nepremičnin, ki se realizirajo na trgu. V ta namen se praviloma uporabljajo srednje vrednosti cen nepremičnin, kjer pa morata tako poročevalec kot bralec dobro poznati zakonitosti posameznih vrst srednjih vrednosti na eni strani ter posebnosti heterogenosti nepremičninskega trga na drugi strani. V prispevku predstavljamo posebnosti posameznih mer srednjih vrednosti, ki se lahko uporabljajo v ta namen. Predstavljena je tudi problematika neupoštevanja vplivov vseh lastnosti nepremičnin na njihovo ceno. Te posebnosti so tudi podrobneje analizirane in predstavljene na primeru trga stanovanjskih hiš v Sloveniji. Namen prispevka je predstaviti dileme, s katerimi se srečujemo v Sloveniji pri poročanju o cenah nepremičnin na trgu, s tem pa tudi predstavljamo rešitve, ki jih bo Geodetska uprava RS začela uvajati v svojih poročilih o trgu nepremičnin.

ABSTRACT

The proper and unambiguous reporting of the real estate market is one of the main requirements for ensuring its transparency. Reporting on the prices of real estate realised on the market is a special challenge here. For this purpose, averages are generally used, requiring both the reporter and the reader to be well acquainted with the rules of individual types of averages on the one hand and the specificities and heterogeneity of the real estate market on the other. In this paper, we present the specifics of individual mean values that can be used for this purpose. These characteristics are analysed in more detail and presented in the case of the Slovenian housing market. The purpose of this paper is to present the dilemmas faced in Slovenia when reporting on real estate prices on the market and present the solutions that the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia will begin to introduce in its reports on the real estate market.

KLJUČNE BESEDE

mediana, povprečje, aritmetična sredina, geometrijska sredina, trg nepremičnin, hiše

KEY WORDS

median, average, geometric mean, real estate market, houses

1 UVOD

Pri poročanju o stanju trga nepremičnin se mnogokrat srečujemo z izzivi, kako jasno in nedvoumno predstaviti značilnosti trga nepremičnin (Gloudemans, 1999). Pri poročanju o cenah nepremičnin na nepremičninskem trgu se uporabljajo različne statistične metode analize podatkov, predvsem navedba srednjih vrednosti, kot so aritmetična sredina (op. uporablja se tudi termin *povprečje*), mediana in geometrijska sredina (IAAO, 2017). Ob tem pa niso upoštevani vplivi lastnosti nepremičnin na ceno. Najpogostejše je upoštevana le lokacija kot najpomembnejši parameter, vendar še ta le v okviru večjih območij (celotna mesta). Ostali pomembni vplivi (predvsem velikost in starost, površine pripadajočih zemljišč) so navedeni le v obliki srednjih mer.

V Sloveniji je na voljo nekaj portalov (npr. Finance, 2020), ki navajajo povprečne cene posamezne vrste nepremičnin v nekem obdobju. Informacije, po kolikšni ceni so na nekem območju dostopne posamezne vrste nepremičnin, so torej izredno zanimive za širšo javnost. Največ podatkov o trgu nepremičnin navajajo poročila o nepremičninskem trgu Geodetske uprave RS, ki periodično izhajajo od leta 2007. To je najbolj obširna in pregledna zbirka poročil o dogajanju na trgu nepremičnin v Sloveniji (GURS, 2018). Podlaga za izdelavo poročil so pregledane transakcije nepremičnin ter obdelani podatki o teh transakcijah, za kar je zadolžena Geodetska uprava RS (Portal množičnega vrednotenja nepremičnin, 2021).

Pri poročanju o cenah nepremičnin na trgu se tudi Geodetska uprava RS srečuje z vrsto dilem, kako najbolj kakovostno predstaviti značilnosti realiziranih cen. Tako imenovana povprečna cena nepremičnin naj bi pomenila ceno nepremičnin, za katero naj bi bila voljan kupec in voljan prodajalec pripravljena skleniti kupoprodajni posel za nepremičnino na nekem območju v nekem obdobju (Nagode, 1999; Okroglič, 2004). Na podlagi tega cilja izbiramo najustreznejšo mero srednje vrednosti, pri čemer zaradi porazdelitve cen kupoprodajnih poslov naletimo na številne ovire. Mnogi avtorji (Ulbl, Štembal in Smodiš, 2016; Ohnishi et al., 2010) navajajo, da tako cene kot tudi najemnine za nepremičnine niso porazdeljene po normalni porazdelitvi, zato se aritmetična sredina, geometrijska sredina in mediana razlikujejo.

V prispevku se osredotočamo na možnosti uporabe različnih vrst srednjih mer v ta namen. Najprej podrobno predstavljamo osnovne statistične metode in srednje vrednosti, ki jih lahko uporabljamo pri poročanju o cenah nepremičnin na trgu. Obravnavane srednje mere nato na primeru stanovanjskih hiš v Sloveniji podrobneje predstavimo, pri čemer je glavni namen predvsem predstaviti posebnosti posameznih srednjih mer – tudi z vidika posebnosti samega trga. Do nedavnega se je v poročilih kot srednja mera za ceno nepremičnin najpogostejše navajala aritmetična sredina oziroma utežena aritmetična sredina. Podrobnejše analize porazdelitev cen nepremičnin pa v povezavi z vsebino in namenom pojasnjevanja napovedujejo nekatere spremembe, kar posebej obravnavamo pri predstavitvi rezultatov in v sklepnih ugotovitvah.

2 NAJPOGOSTEJŠE SREDNJE VREDNOSTI

V tem poglavju podrobneje predstavljamo pojem normalne porazdelitve ter najpogostejše mere srednjih vrednosti, ki se uporabljajo v statistiki. Srednje vrednosti nadalje predstavljamo na primeru trga stanovanjskih hiš v Sloveniji, ki smo ga izbrali za razpravo o primernosti uporabe srednjih vrednosti cen pri poročanju o trgu nepremičnin. Heterogenost trga nepremičnin ter ustreznost uporabe mer srednjih vrednosti za cene posebej obravnavamo za območje Ljubljane.

Srednje vrednosti spadajo med najpomembnejše statistike in veliko povedo o populaciji. Kadar je vzorec

slučajen, izračunamo izbrano mero centralne tendence in iz nje sklepamo na srednjo vrednost populacije. Med najpogostejše srednje vrednosti spadajo povprečje oziroma aritmetična sredina, mediana, modus in geometrijska sredina. Pri srednjih vrednostih, predvsem pri aritmetični sredini, obstaja velika nevarnost, da jih uporabimo takrat, ko to ni ustrezno (Košmelj, 2007).

Povprečje je najpogostejše računana mera srednje vrednosti. Način izračunavanja povprečja je odvisen od vrste podatkov. Na izračun povprečja vplivajo vse vrednosti spremenljivke. Za izračun povprečja so v uporabi trije načini izračunavanja: aritmetična sredina, ki je najpogostejše enačena z izrazom povprečje, geometrijska sredina in harmonična sredina (Košmelj, 2007).

Aritmetična sredina se uporablja predvsem pri simetrično porazdeljenih podatkih. Izjemno velike oziroma majhne vrednosti, imenovane osamelci, močno vplivajo na vrednost aritmetične sredine. Če so v podatkih osamelci, je smiselno aritmetično sredino izračunati z osamelci in brez njih (modificirano). Izračunamo jo po enačbi:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Geometrijska sredina se izračuna po enačbi:

$$\bar{c}_g = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Pri tem je bistveno, da morajo biti vse vrednosti spremenljivke pozitivne. Logaritem geometrijske sredine je enak aritmetični sredini logaritmiranih vrednosti (Košmelj, 2007).

Harmonična sredina vrednosti $x_1, x_2, \dots, x_n$ se izračuna po enačbi (Košmelj, 2007):

$$\frac{1}{x_1}, \frac{1}{x_2}, \dots, \frac{1}{x_n} \text{ oziroma } H = \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} \right)^{-1} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}} \quad (3)$$

Mediana razdeli vse vrednosti spremenljivke, razvrščene po velikosti, na dva dela, polovica je nižjih, druga polovica pa višjih od mediane. Mediana ni občutljiva za posamezne vrednosti spremenljivk, dokler je vrednost spremenljivke na isti strani mediane (Košmelj, 2007).

Modus predstavlja najpogostejše pojavljajočo se vrednost spremenljivke. Mogoče ga je določiti pri sorazmerno velikem vzorcu, en vzorec ima lahko več kot en modus (Košmelj, 2007).

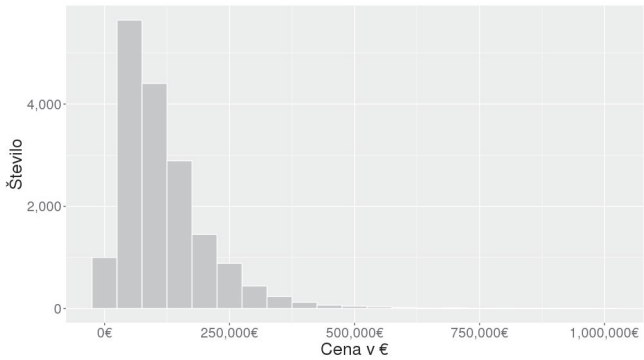
Veliko lastnosti v naravi se porazdeljuje po **normalni** ali **Gaussovi porazdelitvi**. Vse srednje vrednosti pri normalno porazdeljenih podatkih podajo podoben rezultat, pri majhnih odstopanjih od normalne porazdelitve so razlike minimalne, kadar pa je odstopanje od normalne porazdelitve večje, nastajajo tudi večje razlike med srednjimi vrednostmi.

Modus se za pojasnjevanje podatkov pojavlja najmanj, zato ga v nadaljevanju opuščamo. Harmonična sredina se najpogostejše uporablja za izračun povprečja koeficientov (Košmelj, 2007), zaradi česar za potrebe pojasnjevanja cen nepremičnin ni primerna. Zato bomo tudi to srednjo mero v nadaljevanju opustili. Za približno normalno porazdeljene podatke je najustreznejša mera srednje vrednosti aritmetična sredina. O samih podatkih med srednjimi vrednostmi aritmetična sredina običajno pove največ, saj na izid povprečja vpliva vsaka posamezna vrednost, medtem ko na mediano vpliva le odnos vrednosti glede

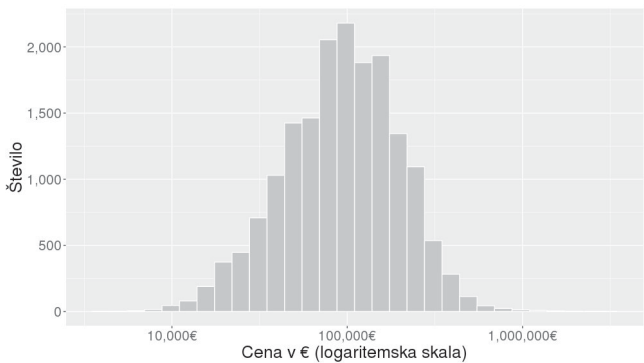
na mediano. Vedno se pojavlja vprašanje, katera srednja mera je ustrežnejša. Zaradi tega je velika želja po podatkih, ki so normalno porazdeljeni.

3 UPORABA SREDNJIH VREDNOSTI NA PODROČJU TRGA STANOVANJSKIH HIŠ

V prispevku posebej obravnavamo uporabo srednjih vrednosti za poročanje o cenah na trgu stanovanjskih hiš v Sloveniji. Stanovanjske hiše s svojimi lastnostmi so izredno heterogene, kar se odraža tudi na heterogenosti trga nepremičnin, s tem pa tudi na cenah, ki se realizirajo na trgu (Ulbl et al., 2021). Podatki o trgu nepremičnin, to je o cenah stanovanjskih hiš, so podatki, s katerimi razpolaga Geodetska uprava RS v okviru sistema množičnega vrednotenja nepremičnin. Za namen tega prispevka smo izbrali transakcije oziroma realizirane cene stanovanjskih hiš na območju celotne Slovenije za obdobje med letoma 2015 in 2020. Skupno je bilo upoštevanih 15.662 prodaj hiš, ki so v Evidenci trga nepremičnin označene kot tržne. Slika 1 prikazuje porazdelitev cen hiš na območju celotne Slovenije za obdobje med letoma 2015 in 2020, pri čemer je zaradi lažjega prikaza iz izrisa odstranjenih 21 prodaj hiš s cenami, višjimi od 1.000.000 EUR. Upoštevanih je 15.662 prodaj hiš, ki so v Evidenci trga nepremičnin označene kot tržne.



Slika 1: Porazdelitev cen nepremičnin (prikazane so le cene hiš, nižje od 1.000.000 EUR).



Slika 2: Porazdelitev logaritma cen hiš.

Na sliki je prikazano, da verjetnostna funkcija za cene hiš nima oblike Gaussove krivulje. Porazdelitev je asimetrična v desno z zelo dolgim repom, kar je posledica nekaj prodaj hiš z izredno visokimi cenami. Takšni močno odstopajoči podatki se v statistiki imenujejo osamelci (angl. *outliers*). Ob podrobnem

vpogledu v podatke je bilo med analiziranimi podatki 18 hiš s ceno, višjo od 1.000.000 EUR, najvišja izmed cen je znašala nekaj več kot 3.000.000 EUR. Iz takšnega grafa je težko prebrati ustrezno mero srednje vrednosti. Slika 1 nakazuje, da bi cena hiš lahko bila porazdeljena lognormalno, zato pogledjmo še porazdelitev logaritma cene.

Iz slike vidimo, da bi bil logaritem cen lahko porazdeljen normalno, posledično je cena porazdeljena lognormalno. Glede na porazdelitev bi bila ustrezna mera sredine aritmetična sredina logaritma cene, ki se izračuna po (Košmelj, 2007):

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln c_i, \quad (4)$$

kjer je c_i cena i -te hiše, n število prodaj $n = 15.662$ ter μ aritmetična sredina logaritma cen.

Aritmetična sredina logaritma cen predstavlja logaritmirano geometrijsko sredino cen. Za izračun geometrijske sredine cen hiš je treba aritmetično sredino logaritmov cen še eksponirati (Košmelj, 2007):

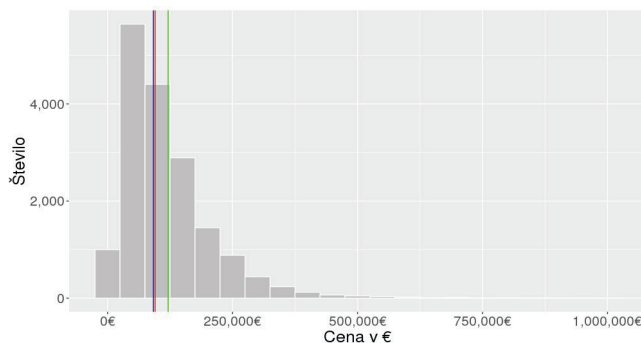
$$\bar{c}_g = e^\mu = \sqrt[n]{e^{\sum_{i=1}^n \ln c_i}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n c_i}. \quad (5)$$

Porazdelitev spremenljivke cena vpliva na ustrezen izbor srednje vrednosti. Zaradi oblike porazdelitve, predvsem pa izredno dolgega repa oziroma nekaj izredno visokih cen aritmetična sredina ni srednja mera, ki bi ustrezno pojasnjevala cene nepremičnin na nekem območju. Izračun povprečja je ustrezen pri normalno porazdeljenih podatkih. Pri normalno porazdeljenih podatkih sta mediana in aritmetična sredina tisti srednji meri, ki sta si po vrednostih zelo blizu. Preglednica 1 navaja srednje mere cen hiš za kupoprodajne posle, sklenjene med letoma 2015 in 2020.

Preglednica 1: Srednje mere cen hiš v obdobju 2015–2020

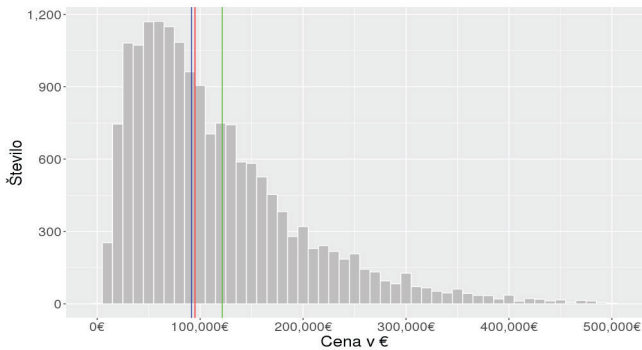
Mediana	Aritmetična sredina	Geometrijska sredina
100.000 EUR	124.800 EUR	96.600 EUR

Opazimo lahko, da je aritmetična sredina kar za 25 % višja od mediane, medtem ko sta si mediana in geometrijska sredina po vrednostih zelo blizu. Pri podrobnem vpogledu v podatke je le 39 % prodaj hiš višjih, kar 61 % prodaj pa nižjih od povprečja. Slika 3 prikazuje histogram cen skupaj s prikazom srednjih mer.

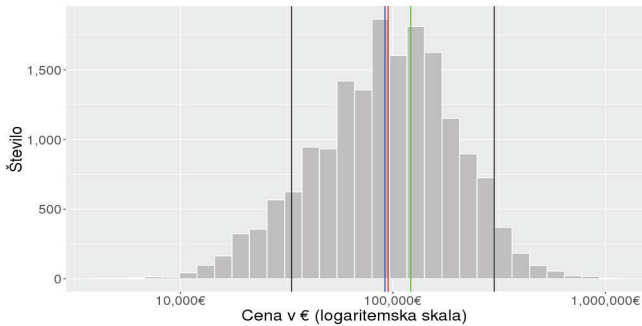


Slika 3: Porazdelitev cen nepremičnin s srednjimi merami (prikazane so le cene hiš, nižje od 1.000.000 EUR; zeleno: aritmetična sredina, rdeče: mediana, modro: geometrijska sredina).

Za lažjo ponazoritev prikazujemo še podatke za cene, nižje od 500.000 EUR (slika 4). Število podatkov s takšno ceno znaša 15.534, torej 128 oziroma 0,8 % manj. Za lažji prikaz so prikazani rezultati za cene (slika 4) ter za logaritmirane cene (slika 5).



Slika 4: Porazdelitev cen hiš s cenami, nižjimi od 500.000 EUR, s srednjimi merami (zeleno: aritmetična sredina, rdeče: mediana, modro: geometrijska sredina).



Slika 5: Porazdelitev logaritma cen hiš s cenami, nižjimi od 1.000.000 EUR, s srednjimi merami (zeleno: aritmetična sredina, rdeče: mediana, modro: geometrijska sredina).

Slika 5 veliko bolj simetrično prikazuje logaritmirane cene s sredinami kot slika 4. Na vsako stran od srednjih vrednosti sta dodani še črti, ki prikazujeta 33.333 EUR ter 300.000 EUR. Črti sta simetrični glede na mediano. Opazimo lahko, da je levo od leve črte veliko več podatkov (torej podatkov s ceno, nižjo od 33.333 EUR) kot tistih s ceno, višjo od 300.000 EUR. Vpliv izločanja ekstremnih cen na srednje mere prikazuje preglednica 2, v kateri so navedeni število podatkov ter srednje mere cen za vse kupoprodajne posle. V naslednji vrstici so srednje mere cen za hiše, katerih cene so bile nižje od 1.000.000 EUR, v zadnji vrstici pa so navedene srednje mere cen za hiše, katerih cene so bile nižje od 500.000 EUR.

Preglednica 2: Primerjava srednjih vrednosti

Nabor podatkov	Število podatkov	Mediana (v EUR)	Aritmetična sredina (v EUR)	Geometrijska sredina (v EUR)
Vsi	15.662	100.000	124.800	96.600
Cena < 1.000.000 EUR	15.644	100.000	123.100	96.300
Cena < 500.000 EUR	15.534	100.000	119.600	95.100

Za podatke brez upoštevanih ekstremno visokih cen hiš se mediana ne spremeni (100.000 EUR), geometrijska sredina se za cene, nižje od 500.00 EUR, spremeni za 1.500 EUR, medtem ko se aritmetična sredina zniža za 5.200 EUR. Z neupoštevanjem 128 oziroma 0,8 % vseh prodaj se aritmetična sredina zniža kar za 4,2 %, geometrijska sredina pa le za 1,6 %. Pri cenah, nižjih od 1.000.000 EUR, ugotovimo, da le 18 odstranjenih prodaj zniža aritmetično sredino za 1,4 %, vpliv na geometrijsko sredino je minimalen (0,3 %), a pokaže se. Vidimo torej, da vsaka prodaja vpliva na aritmetično in geometrijsko sredino, medtem ko se je v konkretnem primeru mediana izkazala kot popolnoma neobčutljiva za izločitev nekaj najvišjih cen, kar ni popolnoma ustrezno. Neobčutljivost mediane za izločitev 128 enot (15.662–15.534) je posledica velikega števila enot v vzorcu. Vidimo tudi, da odstranitev le nekaj vrednosti iz vzorca premočno vpliva na spremembo aritmetične sredine. Slika 5 pojasnjuje, zakaj je geometrijska sredina nižja od mediane. V prodajah je več hiš s ceno, nižjo ali enako tretjini mediane cen (leva črna črta), kot tistih, katerih cena je trikrat višja od mediane (desna črna črta). Opazimo lahko torej rahlo asimetričnost v levo, kar vpliva na to, da je geometrijska sredina nekoliko nižja od mediane.

V nadaljevanju bo predstavljena problematika slovenskega trga nepremičnin, ki je izrazito heterogen, kar povzroča velike težave pri poročanju le o srednjih merah cen, to pa zanima predvsem kupce in prodajalce nepremičnin, ki so najpogostejša populacija bralcev poročil o trgu nepremičnin. Zaradi tega je treba pri poročanju o srednjih merah cen opredeliti območja, na katerih stojijo nepremičnine, s čim bolj homogenimi lastnostmi, vendar zadostnim številom realiziranih prodajnih poslov. Žal pa je v Sloveniji takšnih območij malo, saj v urejanju prostora že dlje ne obstaja sistemski pristop k izgradnji sosesk, tipskih hiš, nizov vrstnih hiš in je raven mobilnosti premajhna.

4 HETEROGENOST TRGA HIŠ

Stanovanjski trg je edinstven trg, saj je vsaka hiša unikatna. Hiše imajo edinstveno lokacijo, dolgo življenjsko dobo in pogosto zahtevajo razmeroma velike kapitalske naložbe. Poleg tega je ponudba hiš na trgu omejena, trg sloni na pomanjkanju informacij, proces transakcij je počasen. Dodatno so v proces transakcije vpletene številne stranke (Lind in Persson, 2015). Ker na trg hiš vstopajo običajna gospodinjstva, ki o njem vedo premalo, se transakcijska cena pogosto razlikuje od tržne vrednosti (Persson, 2015).

Slovenski trg nepremičnin, še posebej hiš, je izredno heterogen, tako glede lokacije, parametrov lastnosti pripadajočega zemljišča in kakovosti same stavbe (Ulbl et al., 2021). Formalno gledano, pod lokacijo prištevamo lego nepremičnine, ki je v podatkovni zbirki določena v državnem koordinatnem sistemu, sicer pa je to parameter, ki v splošnem najbolj vpliva na ceno nepremičnine (Orford, 1999; Peterl, 2017). Lastnosti pripadajočega zemljišča so velikost in ustreznost oblike zemljišča, ki pripada posamezni hiši, in sicer je to lahko ena ali skupek več parcel. V zemljiškem katastru je le podatek o parceli, na kateri stoji stavba, in njeni površini. Podatka o stavbi pripadajočemu zemljišču ni, prav tako opisno ni podanega podatka o ustrezni obliki parcele za različne namene.

Slika 6 prikazuje parceli 2133 in 2132, ki sta v lasti istega lastnika. Parcela 2132 tako služi kot dvorišče k hiši, ki leži na parceli 2133, kar iz evidenc avtomatsko izredno težko zaznamo.

Površina parcele velikokrat pove premalo o kakovosti parcele. Slika 6 prikazuje primer parcelne strukture območja stanovanjskih hiš. Parcela 2143 ima površino 261 m², parcela 2130/3 pa 283 m². Površini parcel se ne razlikujeta bistveno, bistveno pa se razlikujeta njuni obliki, saj je parcela 2139 dolga približno 40 metrov in široka približno 6,5 metra, parcela 2130/3 pa dolga približno 19 metrov (na eni strani 17 metrov,

na drugi strani pa 21 metrov) in široka približno 15 metrov. Opazimo lahko, da so oblike stavb na obeh parcelah bistveno različne, kar narekuje oblika same parcele. Stavba na parceli 2143 je vrstna, medtem ko je stavba na parceli 2130/3 samostojna z bistveno večjim tlorisom. Stavba na parceli 2130/3 je bila leta 2014 prodana za 227.000 EUR, stavba na parceli 2143 pa leta 2015 za le 76.000 EUR. Opazimo lahko bistveno razliko v ceni, kar je lahko posledica lastnosti stavbe ali lastnosti parcele.



Slika 6: Izsek prikaza parcelne strukture.

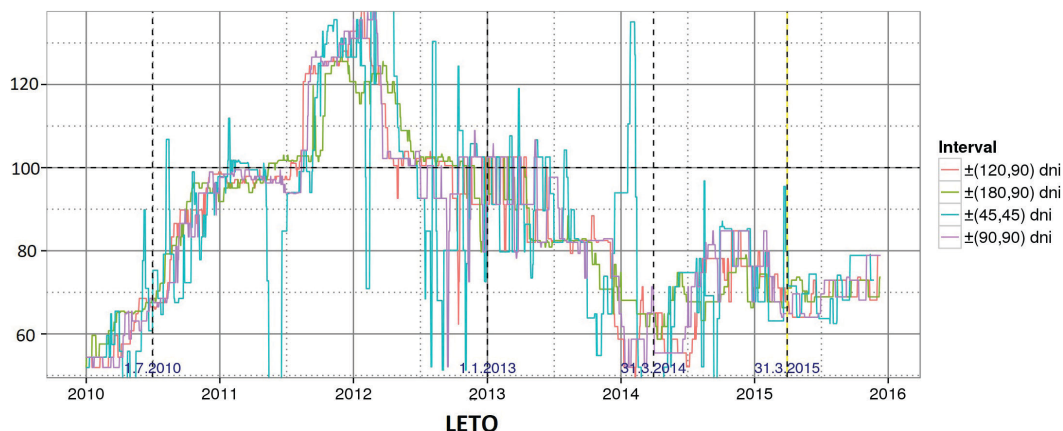
Slika 7 prikazuje hiši na parcelah 2143 in 2130/3. Hiša na parceli 2130/3 je bila nedokončana novo-gradjnja, hiša na parceli 2143 pa je iz leta 1928. Leta 2011 je bila prodana tudi parcela št. 2131 (danes 2131/1, 2131/2, 2131/3) velikosti 684 m² za 162.000 EUR, torej za 237 EUR/m².



Slika 7: Levo: hiša na parceli 2143, desno: hiša na parceli 2130/3.

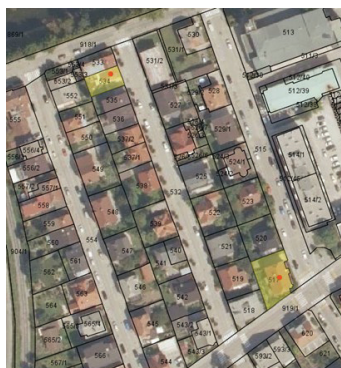
Če bi za parcelo 2143 upoštevali takšno vrednost (237 EUR/m²) za zemljišče, bi bilo samo zemljišče vredno skoraj 62.000 EUR. Slika 8 prikazuje indekse cen za zemljišča za gradnjo stavb za to obdobje. Iz grafa lahko sklepamo, da so cene zemljišč v obdobju od leta 2011 do leta 2014 padle za 20 %. Če to upoštevamo, bi vrednost parcele 2143 leta 2014 znašala približno 190 EUR /m² oziroma 50.000 EUR. Tako bi za samo hišo ostalo 26.000 EUR. Izkaže se, da je pri prodaji hiše na parceli 2143 prevladala

oblika parcele in potencial, ki ga parcela ima. Cena, ki jo lahko pripišemo zemljišču, torej ne more dosegati cene, za katero je bila sklenjena kupoprodajna pogodba za parcelo 2131. Na parceli 2131 sta bili zgrajeni dve samostojni hiši za trg, česar parcela 2143 ne omogoča, saj ima neprimerno obliko, dodatna omejitev pa je, da je to vmesna vrstna hiša, ki omogoča največ rekonstrukcijo.



Slika 8: Indeks cen za zemljišča za gradnjo stavb.

Drug primer (slika 9) prikazuje prodaji hiš s pripadajočimi parcelami. Parcela 517 je velika 413 m², parcela 534 pa meri 195 m².



Slika 9: Prikaz dveh prodaj hiš.

Hiša na parceli 534 je bila zgrajena leta 1925 in ima površino 107,6 m² (polovica dvojčka), hiša na parceli 517 pa je bila zgrajena leta 1926 in meri 386,6 m². Slika 10 kaže, da sta hiši v podobnem kakovostnem stanju. Njuni ceni se bistveno razlikujeta, saj za hišo na parceli 534 znaša 192.000 EUR, na parceli 517 pa 550.000 EUR. Velikega dela razlike v ceni, ki znaša 358.000 EUR, ne moremo pripisati lastnostim obstoječih stavb. Če bi upoštevali vrednost novogradnje s 1.400 EUR/m² ter amortizacijo hiš po Rossu (Polajnar, 2006), ki znižanje vrednosti hiše zaradi starosti upošteva z enačbo $W = \left[\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{A^2}{D^2} + \frac{A}{D} \right) \right] \cdot 100\% = 94\%$

(W – zmanjšanje vrednosti v odstotkih, A – starost stavbe, D – življenjska doba stavbe; $A = 1925$ oziroma 1926, $D = 100$), bi vrednost stavbe na parceli 534 (velikost stavbe 107,6 m²) ocenili na 1.400 EUR/m².

$107,6 \text{ m}^2 \cdot (100 \% - 94 \%) = 9.000 \text{ EUR}$, vrednost stavbe na parceli 517 (velikost stavbe $386,6 \text{ m}^2$) pa 32.500 EUR. Razlika znaša 23.500 EUR. Razlika v vrednostih stavb, določenih po množičnem vrednotenju (EMV, 2021), znaša 84.500 EUR (stavba na parceli 534 ima brez pripadajočega zemljišča vrednost 115.500 EUR, stavba na parceli 517 pa 200.000 EUR). Nobena izmed teh vrednosti se ne približa razliki v cenah hiš, torej 358.000 EUR. Če bi upoštevali, da bi razlika v ceni samih stavb znašala kar 100.000 EUR, bi razliko 258.000 EUR pripisali vrednosti pripadajočega zemljišča. Razlika v velikosti zemljišča znaša 218 m^2 , kar bi pomenilo skoraj 1.183 EUR/m^2 , to pa je veliko. Ugotovimo lahko, da je vsak m^2 zemljišča s parcelno številko 517 vreden več kot vsak m^2 zemljišča s parcelno številko 534. To je posledica večjega potenciala zemljišča s parcelno številko 517 v primerjavi s potencialom parcele 534.



Slika 10: Levo: hiša na parceli 517, desno: hiša na parceli: 517 (vir za obe: lasten).

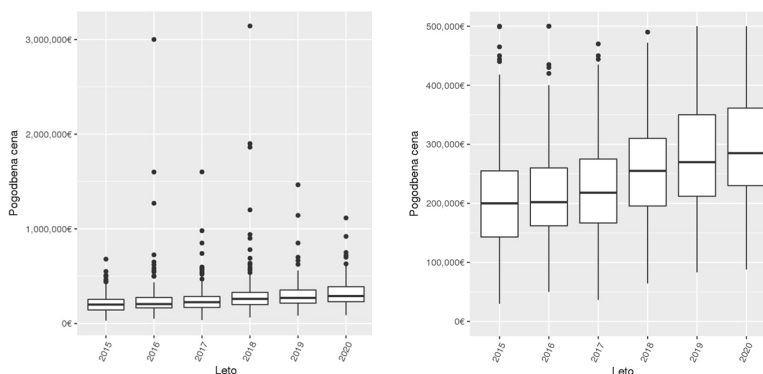
Na podlagi vsega navedenega lahko ugotovimo, da je velika razlika v ceni predvsem med samostojnimi in vrstnimi hišami. To je običajno povezano tudi z obliko parcel in posledično potencialom, ki ga takšna nepremičnina ponuja. Vrstne hiše je najpogosteje mogoče le popolnoma obnoviti, medtem ko je pri samostojnih hišah mogoča tudi rušitev in zgraditev nove ali rekonstrukcija in dograditev stavbe v večstanovanjske stavbe. Vse to je povezano tudi s prostorskim planom, ki to omogoča ali onemogoča. V nadaljevanju si bomo pogledali še nekaj statistik nepremičninskega trga za hiše v Ljubljani.

4.1 Trg stanovanjskih hiš v Ljubljani

Preglednica 3 navaja osnovne statistike cen za območje Ljubljane. To je območje naselja Ljubljana (slika 12), ki je na podlagi vrednostnih con prilagojeno trgu stanovanjskih hiš. Osnovne statistike so zaokrožene na 1.000 EUR.

Preglednica 3: Osnovne statistike pogodbenih cen hiš za območje Ljubljane po letih

Leto	Število	Geometrijska sredina (v EUR)	Aritmetična sredina (v EUR)	Minimalna cena (v EUR)	Prvi kvartil (v EUR)	Mediana (v EUR)	Tretji kvartil (v EUR)	Maksimalna cena (v EUR)
2015	216	187.000	209.000	30.000	143.000	200.000	255.000	680.000
2016	242	212.000	247.000	50.000	165.000	205.000	275.000	3.000.000
2017	235	225.000	254.000	37.000	170.000	225.000	285.000	1.601.000
2018	214	264.000	312.000	64.000	200.000	260.000	328.000	3.143.000
2019	232	275.000	301.000	83.000	215.000	270.000	353.000	1.465.000
2020	192	298.000	322.000	88.000	231.000	290.000	389.000	1.115.000



Slika 11: Pogodbene cene za območje Ljubljane po letih; levo za vse cene, desno prikaz le za cene od 0 EUR do 500.000 EUR.

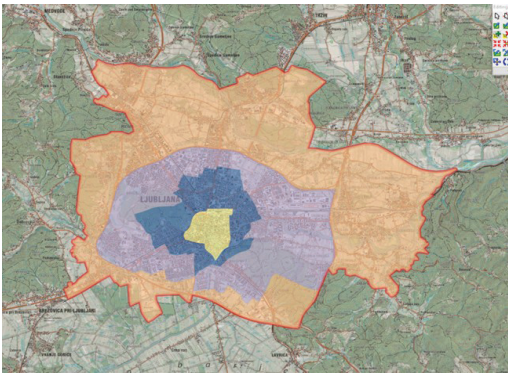
Slika 11 kaže na rast cen hiš za območje Ljubljane med letoma 2015 in 2020. Preglednica 3 in slika 11 kažeta, da je variabilnost cen izjemno velika. Tako je bilo 50 % vseh cen leta 2015 v intervalu med 143.000 EUR in 255.000 EUR, leta 2020 pa v intervalu med 231.000 EUR in 389.000 EUR. Cene za leto 2020 so znašale med 88.000 EUR in 1.115.000 EUR, kar je izjemno veliko. To kaže, da je območje Ljubljane preveliko, saj je variabilnost cen za to območje tako velika, hiše na območju pa izjemno heterogene, da ugotovitve o cenah hiš brez upoštevanja dodatnih dejavnikov, ki vplivajo na ceno hiš, niso smiselne. V tej študiji želimo prikazati problematiko navajanja srednjih mer cen brez upoštevanja ostalih vplivov, saj se v poročilih o trgu nepremičnin navajajo le srednje mere lastnosti in cen nepremičnin. Zaradi tega hedonska analiza, ki bi upoštevala še ostale vplive na ceno hiš, za te potrebe ni ustrezna. Tako bomo poskusili ostale vplive minimizirati in s tem zmanjšati heterogenost podatkov z oblikovanjem čim bolj homogenih sosesk, kar pa je za slovenski trg nepremičnin skoraj nemogoče, saj je izredno heterogen. Za te potrebe v nadaljevanju območje Ljubljane razdelimo na štiri dele glede na oddaljenost od središča (slika 12).

Preglednica 4 prikazuje število prodanih hiš, mediane velikosti pripadajočih zemljišč, mediane let izgradnje in mediane površin delov stavb po letih prodaje.

Preglednica 4: Mediane lastnosti prodanih hiš za območje Ljubljane po letih za obdobje 2015–2020

Leto	Število	Zemljišče [m ²]	Leto izgradnje	Površina dela stavbe[m ²]
2015	216	312	1969	164,8
2016	242	324	1965	166,0
2017	235	302	1969	176,0
2018	214	386	1967	176,0
2019	232	348	1967	185,9
2020	192	389	1968	200,8

Med leti opazamo podobno strukturo prodaj hiš. Mediana velikosti zemljišč se giblje med 302 m² in 389 m², mediana let izgradnje prodanih hiš je med 1965 in 1969. Zanimivo je, da površine prodanih hiš po letih rastejo. Predvidevamo, da je to posledica v zadnjih letih natančnejše kontrole velikosti stavb ob pregledu kupoprodajnih poslov in popravkov zaradi napak v evidentiranih površinah.

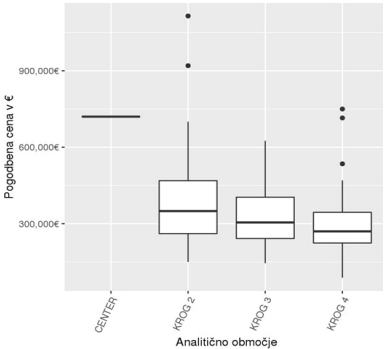


Slika 12: Območje Ljubljane, razdeljeno na štiri območja.

Preglednica 5 in slika 13 prikazujeta osnovne statistike za cene za različne lokacije znotraj Ljubljane.

Preglednica 5: Osnovne statistike za cene hiš za območja v Ljubljani za leto 2020

Območje	Število	Geometrijska sredina (v EUR)	Aritmetična sredina (v EUR)	Minimalna cena (v EUR)	Prvi kvartil (v EUR)	Mediana (v EUR)	Prvi kvartil (v EUR)	Maksimalna cena (v EUR)
CENTER	1	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000
Območje 2	30	354.000	396.000	150.000	261.000	350.000	469.000	1.115.000
Območje 3	67	313.000	331.000	145.000	242.000	305.000	404.000	625.000
Območje 4	94	271.000	288.000	88.000	224.250	270.000	345.000	750.000



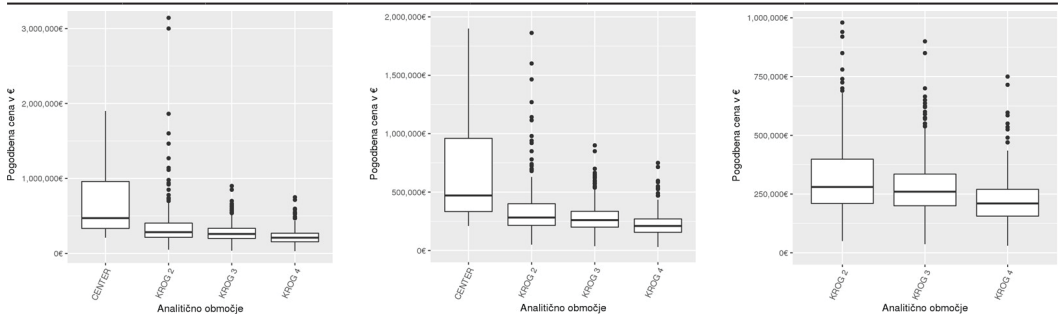
Slika 13: Okvirji z ročaji za območja lokacij v Ljubljani za leto 2020.

Najvišje cene hiš so v območju CENTER. Vse srednje mere padajo od centra Ljubljane proti obrobju. Opazimo lahko, da je variabilnost cen na različnih območjih različna. Bližje centru je variabilnost večja. Poglejmo še statistike za cene v letih od 2015 do 2020 za vsa štiri območja.

Srednje vrednosti za območje Območje 2 se med seboj razlikujejo (preglednica 6). Aritmetična sredina znaša 371.000 EUR, geometrijska sredina 299.000 EUR, mediana pa 284.000 EUR. Razlika med mediano in aritmetično sredino znaša kar 87.000 EUR, kar pomeni, da je aritmetična sredina od mediane večja za več kot 30 %. Zaradi tega bo v nadaljevanju Območje 2 razdeljeno na več lokacij, znotraj katerih se pričakuje bolj homogena struktura cen hiš.

Preglednica 6: Osnovne statistike za cene hiš za štiri območja v Ljubljani za obdobje 2015–2020

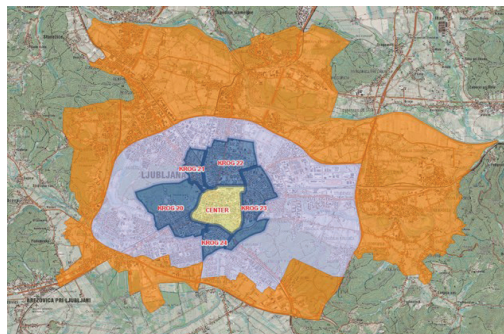
Območje	Število	Geometrijska sredina (v EUR)	Aritmetična sredina (v EUR)	Minimalna cena (v EUR)	Prvi kvartil (v EUR)	Mediana (v EUR)	Tretji kvartil (v EUR)	Maksimalna cena (v EUR)
CENTER	11	210.000	726.000	210.000	333.000	471.000	960.000	1.900.000
Območje 2	224	299.000	371.000	50.000	215.000	284.000	405.000	3.143.000
Območje 3	513	255.000	278.000	36.500	200.000	260.000	335.000	900.000
Območje 4	583	203.000	222.000	30.000	156.000	210.000	270.000	750.000



Slika 14: Okvirji z ročaji za štiri območja v Ljubljani za obdobje med letoma 2015 in 2020; levo: vsi podatki, sredina: prikaz do 2.000.000 EUR, desno: brez območja CENTER za cene do 1.000.000 EUR.

4.2 Delitev območja 2

Območje 2, to je lokacijo, ki je najmanj oddaljena od strogega središča, razdelimo na pet območij (slika 15), za katera pričakujemo čim bolj homogeno populacijo hiš.



Slika 15: Razdelitev območja 2 na pet delov.

Območje 20 predstavlja Rožno dolino in Mirje, območje 21 predstavlja območje Spodnje Šiške, območje 22 južni del Bežigrada, območje 23 del Rakovnika, del pod Golovcem, Nove poljane, Vodmat, Šmartinko, območje 24 pa Trnovo in Prule.

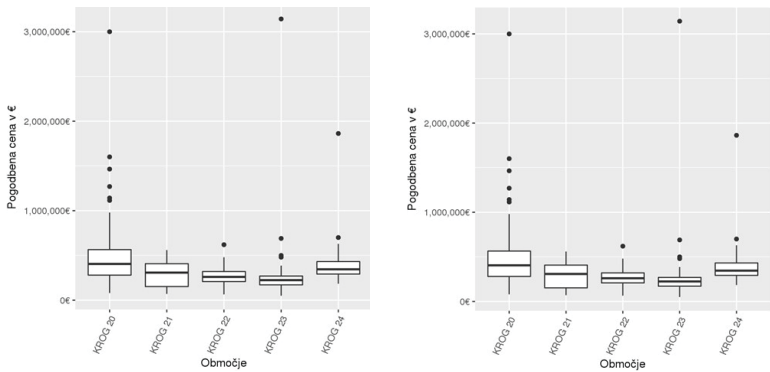
Opazimo, da so površine zemljišč najmanjše na območjih 22 in 23, prav tako so hiše na teh območjih nekaj manjše kot na območjih 20 in 21. Za območje 23 velja še, da so stavbe najstarejše. Opazimo lahko, da so si kvartilni razmiki za leta izgradnje (slika 18) za vsa območja zelo podobni; edino območje 24 kaže na novejšo stavbo. Vse navedeno se lahko odraža v nižji ceni hiš na območjih 22 in 23.

Preglednica 7: Opisne statistike za cene na petih območjih v območju 2 za obdobje 2015–2020

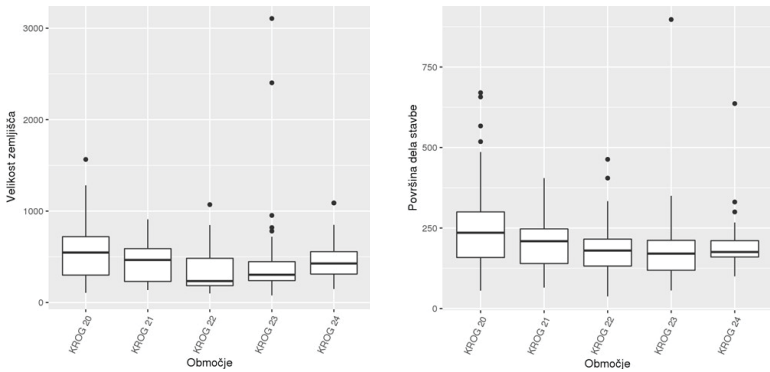
Analitično območje	Število	Geometrijska sredina (v EUR)	Aritmetična sredina (v EUR)	Minimalna cena (v EUR)	Prvi kvartil (v EUR)	Mediana (v EUR)	Tretji kvartil (v EUR)	Maksimalna cena (v EUR)
Območje 20	69	425.000	523.000	80.000	280.000	405.000	565.000	3.000.000
Območje 21	19	252.000	294.000	70.000	153.000	308.000	408.000	560.000
Območje 22	71	250.000	268.000	65.000	208.000	260.000	320.000	620.000
Območje 23	46	227.000	298.000	50.000	171.000	224.000	269.000	3.143.000
Območje 24	22	376.000	439.000	184.000	292.000	345.000	431.000	1.863.000

Preglednica 8: Mediane površin zemljišč, površin delov stavb in let izgradnje za območje 2 za obdobje 2015–2020

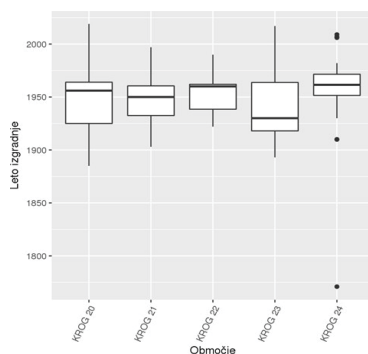
Območje	Število	Mediana površine zemljišča	Mediana površine dela stavbe	Mediana leta izgradnje
Območje 20	69	547	235,4	1956
Območje 21	19	466	209,0	1950
Območje 22	71	235	180,0	1960
Območje 23	46	304	170,5	1930
Območje 24	22	427	175,6	1962



Slika 16: Grafikon kvantilov za cene in cene/m² po petih območjih znotraj območja 2.



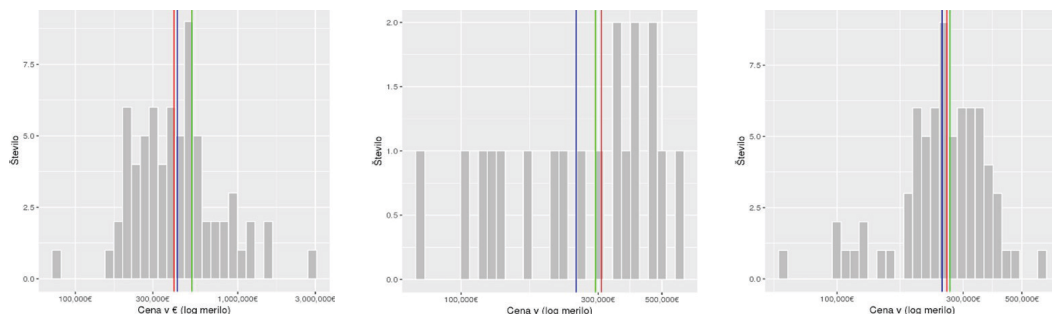
Slika 17: Grafikon kvantilov za velikost zemljišča po območjih znotraj območja 2 (levo), grafikon kvantilov za površino dela stavbe po območjih znotraj območja 2 (desno).



Slika 18: Grafikon kvantilov za leto izgradnje stavbe po območjih znotraj območja 2.

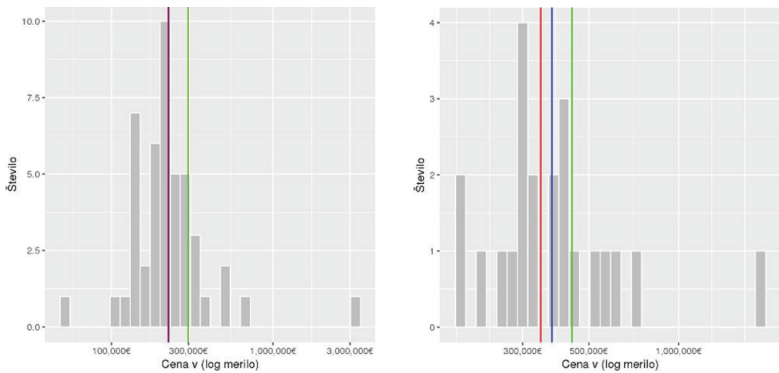
Slika 16 in preglednica 7 prikazujeta, da so med petimi območji znotraj območja 2 cene različne. Tudi variabilnost je različna. Najmanjša je variabilnost v cenah za območji 22 in 23. Če izvzamemo osamelce, gre za najbolj homogeni območji glede cen hiš. Na območju 23 je en osamelec, ki močno vpliva na aritmetično sredino na tem območju. Gre za prodajo hiše za ekstremno visoko ceno, ki znaša 3.143.000 EUR, kar je bila med ustreznimi prodajami najvišja cena za hišo v obdobju med letoma 2015 in 2020 v Ljubljani. Ta hiša je velika skoraj 900 m², zgrajena leta 2017 in ima pripadajoče zemljišče veliko kar 3.106 m². Ostale srednje vrednosti so za ti območji zelo podobne (preglednica 7, slika 19, slika 20). Za območji 20 in 24 opazimo, da je aritmetična sredina bistveno večja od geometrijske sredine in mediane (od 16 % do 29 %), mediana in geometrijska sredina pa se med sabo razlikujeta za od 5 do 9 %.

Aritmetična sredina (439.000 EUR) je pri območju 24 večja celo od 75. centila, ki znaša 431.000 EUR. Slika 19 in slika 20 prikazujeta vse transakcije za posamezno območje.



Slika 19: Histogram transakcij za območja 20 (levo), 21 (sredina), 22 (desno) s srednjimi merami (zeleno: aritmetična sredina, rdeče: mediana, modro: geometrijska sredina).

Slika 19 in slika 20 prikazujeta razloge za razlike v srednjih merah. Odstopanje aritmetične sredine od mediane in geometrijske sredine opazimo za območja 20, 23 in 24. Na vseh treh območjih opazimo osamelec, zaradi katerega je aritmetična sredina precej višja od mediane in geometrijske sredine. Pri območju 21 je aritmetična sredina manjša od mediane. Slika 19 kaže, da je to posledica nekaj zelo nizkih cen hiš na tem območju (celo pod 100.000 EUR). Območje 21 kaže, da bi bile cene na tem območju lahko nekoliko višje kot na območjih 22 in 23. Zanima nas, ali je to posledica lokacije ali morda lastnosti prodanih hiš. Najprej si oglejmo vpliv površine zemljišč, ki pripadajo hišam, na cene hiš.



Slika 20: Histogram transakcij za območji 23 (levo) in 24 (desno) s srednjimi merami (zeleno: aritmetična sredina, rdeče: mediana, modro: geometrijska sredina).

Preglednica 9: Srednje mere cen po območjih in razredih velikosti zemljišča

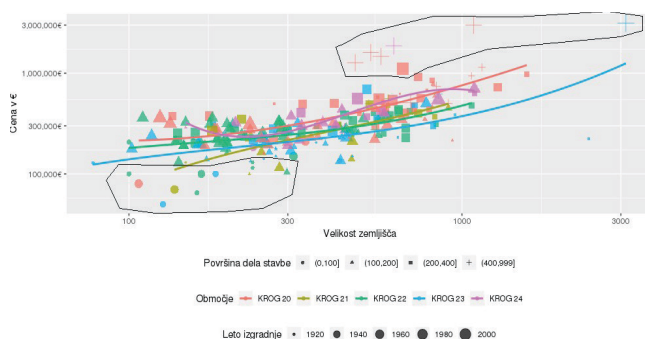
		Območje 20	Območje 21	Območje 22	Območje 23	Območje 24
0 < zemljišče ≤ 200	število	9	3	28	10	1
0 < zemljišče ≤ 200	geometrijska sredina (v EUR)	252.000	134.000	205.000	163.000	290.000
0 < zemljišče ≤ 200	mediana (v EUR)	282.000	130.000	208.000	188.000	290.000
0 < zemljišče ≤ 200	aritmetična sredina (v EUR)	274.000	155.000	218.000	182.000	290.000
200 < zemljišče ≤ 400	število	14	5	19	19	9
200 < zemljišče ≤ 400	geometrijska sredina (v EUR)	260.000	173.000	233.000	202.000	276.000
200 < zemljišče ≤ 400	mediana (v EUR)	231.000	165.000	260.000	201.000	300.000
200 < zemljišče ≤ 400	aritmetična sredina (v EUR)	274.000	192.000	246.000	207.000	286.000
400 < zemljišče ≤ 600	število	21	8	14	10	8
400 < zemljišče ≤ 600	geometrijska sredina (v EUR)	461.000	337.000	302.000	238.000	373.000
400 < zemljišče ≤ 600	mediana (v EUR)	420.000	378.000	286.000	232.000	384.000
400 < zemljišče ≤ 600	aritmetična sredina (v EUR)	545.000	367.000	306.000	269.000	382.000
600 < zemljišče ≤ 800	število	13	1	7	3	1
600 < zemljišče ≤ 800	geometrijska sredina (v EUR)	535.000	400.000	353.000	381.000	1.863.000
600 < zemljišče ≤ 800	mediana (v EUR)	510.000	400.000	380.000	480.000	1.863.000
600 < zemljišče ≤ 800	aritmetična sredina (v EUR)	569.000	400.000	361.000	403.000	1.863.000
800 < zemljišče	število	12	2	3	4	3
800 < zemljišče	geometrijska sredina (v EUR)	754.000	408.000	452.000	534.000	622.000
800 < zemljišče	mediana (v EUR)	760.000	410.000	480.000	343.000	630.000
800 < zemljišče	aritmetična sredina (v EUR)	911.000	410.000	470.000	1.013.000	625.000

Preglednica 9 drugače kot preglednica 7 ne izkazuje večjih razlik med srednjimi vrednostmi cen. Opažamo, da so si vse tri srednje vrednosti zelo podobne. Največja je razlika med aritmetično sredino ter mediano in geometrijsko sredino le za zemljišča, večja od 800 m², za območji 20 in 23. Na visoko aritmetično sredino pri območju 23 vpliva ekstremna cena za hišo na tem območju, katere značilnosti so bile predhodno že predstavljene.

Ugotovimo lahko (preglednica 9), da so srednje mere cen močno odvisne od velikosti zemljišč. Večja, kot so zemljišča, višja je cena hiš. Če primerjamo te rezultate, ugotovimo, da so cene zelo primerljive na območjih 21, 22 in 23. Preglednica 7 navaja, da bi med temi tremi območji lahko bile razlike v cenah. Največje razlike nakazuje mediana (224.000 EUR za območje 23, za območje 21 pa kar 308.000 EUR), manjša je razlika za geometrijsko sredino (za območje 21 znaša 252.000 EUR, za območje 23 pa 227.000 EUR). Srednje mere za območje 22 so med srednjimi vrednostmi za območje 21 in območje 23. Preglednica 9 kaže, da so srednje mere cen za območje 22 za zemljišča, manjša od 400 m², ter za zemljišča, večja od 800 m², večje kot za območje 21, nekaj višje so v območju 21 srednje mere cen za zemljišča, velika med 400 in 800 m², kot za območje 22. Ker na območju 22 prevladujejo hiše z zemljišči, manjšimi od 200 m², je srednja vrednost vseh cen na tem območju nižja. Podobno tudi za območje 23 prevladujejo hiše na zemljiščih, manjših od 400 m², kar posledično pomeni nižjo srednjo ceno za to območje glede na območje 21, kjer prevladujejo zemljišča, velika med 400 in 600 m².

Na podlagi teh rezultatov ugotavljamo moč vpliva osamelcev na aritmetično sredino. Vidimo, da aritmetična sredina ni primerna srednja mera za pojasnjevanje cen na nekem območju.

Dodatno nas zanima vpliv leta izgradnje in površine dela stavbe na ceno hiše. Slika 21 prikazuje cene hiš glede na lokacijo, velikost zemljišča, leto izgradnje in površino dela stavbe.



Slika 21: Cena hiše glede na lokacijo, velikost zemljišča, leto izgradnje in površino dela stavbe.

Slika 21 kaže, da so najnižje cene dosegle stare majhne hiše (prevladujejo manjše od 100 m²) na majhnih zemljiščih (do 300 m²), ki se nahajajo predvsem na lokacijah območje 21, območje 22 in območje 23. Tako nizka cena za lokaciji območje 20 in 24 je izjema. Najvišje cene so dosegle velike nove hiše, ki so predvsem na lokacijah območje 20 in 24, z izjemo najvišje transakcije v Ljubljani z izredno velikim pripadajočim zemljiščem (že omenjena). Črte, ki predstavljajo vpliv lokacije glede na velikost zemljišča, kažejo, da cena za vse lokacije raste z velikostjo zemljišča, pri tem pa so cene na lokacijah območje 20 in 24 primerljive in višje kot na lokacijah območje 21, 22 in 23. Preglednica 10 prikazuje cene na m² velikosti hiše ter mediano in geometrijsko sredino leta izgradnje hiš v posameznem razredu velikosti zemljišča. S tem želimo preveriti tudi vpliv velikosti in letnice izgradnje hiše na rezultate.

Preglednica 10: Srednje mere cen na m² površine hiše po območjih in razredih velikosti

	Območje 20	Območje 21	Območje 22	Območje 23	Območje 24
0 < zemljišče ≤ 200 število	9	3	28	10	1
0 < zemljišče ≤ 200 geometrijska sredina (v EUR)	1.800,00	1.390,00	1.480,00	1.190,00	2.420,00
0 < zemljišče ≤ 200 mediana (v EUR)	1.650,00	1.260,00	1.460,00	1.220,00	2.420,00
0 < zemljišče ≤ 200 aritmetična sredina (v EUR)	1.870,00	1.440,00	1.560,00	1.210,00	2.420,00
0 < zemljišče ≤ 200 mediana leta izgradnje	1962	1960	1960	1932	1771
0 < zemljišče ≤ 200 geometrijska sredina leta izgradnje	1963	1959	1956	1942	1771
200 < zemljišče ≤ 400 število	14	5	19	19	9
200 < zemljišče ≤ 400 geometrijska sredina (v EUR)	1.650,00	1.100,00	1.670,00	1.480,00	1.690,00
200 < zemljišče ≤ 400 mediana (v EUR)	1.610,00	1.110,00	1.720,00	1.500,00	1.840,00
200 < zemljišče ≤ 400 aritmetična sredina (v EUR)	1.720,00	1.140,00	1.790,00	1.530,00	1.740,00
600 < zemljišče ≤ 800 mediana leta izgradnje	1960	1958	1960	1929	1962
600 < zemljišče ≤ 800 geometrijska sredina leta izgradnje	1956	1949	1955	1936	1958
400 < zemljišče ≤ 600 število	21	8	14	10	8
400 < zemljišče ≤ 600 geometrijska sredina (v EUR)	1.800,00	1.480,00	1.380,00	1.220,00	1.820,00
400 < zemljišče ≤ 600 mediana (v EUR)	1.840,00	1.520,00	1.450,00	1.190,00	1.890,00
400 < zemljišče ≤ 600 aritmetična sredina (v EUR)	1.890,00	1.530,00	1.430,00	1.260,00	1.880,00
400 < zemljišče ≤ 600 mediana leta izgradnje	1946	1939	1950	1937	1957
400 < zemljišče ≤ 600 geometrijska sredina leta izgradnje	1948	1944	1948	1945	1958
600 < zemljišče ≤ 800 število	13	1	7	3	1
600 < zemljišče ≤ 800 geometrijska sredina (v EUR)	1.990,00	1.430,00	1.480,00	1.740,00	2.930,00
600 < zemljišče ≤ 800 mediana (v EUR)	2.160,00	1.430,00	1.640,00	1.960,00	2.930,00
600 < zemljišče ≤ 800 aritmetična sredina (v EUR)	2.080,00	1.430,00	1.530,00	1.850,00	2.930,00
600 < zemljišče ≤ 800 mediana leta izgradnje	1956	1956	1961	1936	2009
600 < zemljišče ≤ 800 geometrijska sredina leta izgradnje	1952	1956	1956	1939	2009
800 < zemljišče število	12	2	3	4	9
800 < zemljišče geometrijska sredina (v EUR)	2.430,00	2.000,00	1.480,00	1.540,00	3.020,00
800 < zemljišče mediana (v EUR)	2.690,00	2.050,00	1.430,00	1.310,00	3.160,00
800 < zemljišče aritmetična sredina (v EUR)	2.670,00	2.050,00	1.480,00	1.770,00	3.140,00
800 < zemljišče mediana leta izgradnje	1928	1932	1934	1923	1982
800 < zemljišče geometrijska sredina leta izgradnje	1934	1931	1932	1939	1973



Slika 22: Prikaz cen/m² po velikosti zemljišča, obarvanih po območjih 20, 21, 22, 23 in 24; velikost in transparenca krogov predstavlja leto izgradnje hiše; črte predstavljajo zlepke ne osnovi polinomov tretje stopnje za cene/m² za posamezno lokacijo.

Preglednica 10 in slika 22 kažeta na povezanost med velikostjo zemljišča in ceno na m^2 površine dela stavbe. Kot lahko opazimo, za večino lokacij velja, da je za majhna zemljišča cena/ m^2 površine dela stavbe večja kot za površine zemljišč okrog 300 m^2 , nato pa začne cena/ m^2 z velikostjo pripadajočega zemljišča rasti. Ponovno se izkaže, da je cena hiš na območjih 20 (Rožna dolina in Mirje) in 24 (Trnovo, Prule) najvišja, območja 21 (Spodnja Šiška), 22 (Bežigrad) in 23 (Šmartinka, Vodmat, Nove poljane, pod Golovcem) pa so primerljiva. Nekoliko višje cene bi lahko bile za območje 22 (Bežigrad), vendar pri večjih pripadajočih zemljiščih ni povečanja cen, kot je to za območji 21 in 23, čeprav so bile na tem območju prodane novejša hiše kot na območjih 21 in 23.

5 SKLEP

Številni nepremičninski portali oziroma mednarodne agencije objavljajo le mediane cen, pri čemer pojasnjujejo, da povprečja niso ustrezna mera, predvsem zaradi močnega vpliva ekstremnih cen na rezultate. Objave geometrijskih sredin nismo zasledili, kar je najbrž posledica težjega razumevanja te srednje mere za širšo populacijo.

V preteklih poročilih o nepremičninskem trgu smo navajali povprečja cen. Podrobnejša obravnava srednjih vrednosti na način, predstavljen v tem prispevku, poraja vprašanja o izbiri najustreznejše srednje mere, ki bo temeljila na strokovnih podlagah in bo hkrati dovolj pojasnjevalna za širši krog uporabnikov. Ne glede na to, katera mera bo izbrana za prikaz srednjih vrednosti v prihodnje, bodo v prehodnem obdobju zaradi časovne sledljivosti v poročilih o trgu nepremičnin objavljene tudi povprečne cene. Mediana je zelo dobra mera za predstavljanje srednje vrednosti, saj ne upošteva osamelcev, ki so na področju prodaj nepremičnin pogosto prisotni in lahko močno kvarijo končno sliko. Po drugi strani pa mediana ni najboljša mera zaradi neupoštevanja vseh vrednosti, kar se je izkazalo pri odstranitvi velikega števila najvišjih transakcij, pri čemer se mediana ni spremenila. Dodatno je geometrijska sredina občutljiva za izločitev posamezne vrednosti, predvsem najvišjih. To je zelo dobrodošlo, predvsem pri velikem številu podatkov. V takšnih primerih posamezni osamelci bistveno ne vplivajo na rezultat geometrijske sredine, kar se pokaže kot težava pri povprečju. Pri majhnem številu podatkov osamelec lahko premočno vpliva tudi na geometrijsko sredino. Vzorčna mediana je velikokrat prava izbira, ker je odporna proti osamelcem in učinkovitejša pri porazdelitvah, ki odstopajo od normalne porazdelitve. Pri majhnih vzorcih je prav zato mediana izredno učinkovita mera srednje vrednosti, medtem ko je pri večjih vzorcih lognormalno porazdeljenih podatkov ustreznejša geometrijska sredina (Snedecor in Cochran, 1967). Pri srednjih merah za kupoprodajne cene je tako mnogokrat kot srednja vrednost smiselna geometrijska sredina, predvsem kadar se poroča o podatkih na večjem območju (npr. za celotno Slovenijo) oziroma za manjša območja z večjo količino kupoprodajnih poslov. Pri uporabi srednjih mer za manjša območja oziroma manjšo količino podatkov pa je velikokrat bolj smiselna uporaba mediane. V izračune je vedno smiselno vključiti več srednjih vrednosti in pregledati razlike med njimi. Večja razlika med srednjimi vrednostmi lahko nakazuje na napake v podatkih, nehomogena območja ali potrebo po dodatni delitvi podatkov v bolj homogene strukture, tako s stališča lokacije kot tudi kakovostnih parametrov nepremičnin.

Ker kupce in prodajalce nepremičnin, kot najpogostejše bralce poročil o trgu nepremičnin, najbolj zanima srednja mera cen na nekem območju, se poročila običajno ne poglobljajo v razloge za nižje ali višje cene. Za te potrebe je smiselno, da se poročanje izvaja ločeno za čim bolj homogene strukture nepremičnin. Torej je za poročanje smiselno oblikovati območja poročanja, znotraj katerih obstaja podobna parcelna

struktura, podobna starost in velikost ter posledično cen hiš, ki pa morajo dodatno zagotavljati zadostno količino prodajnih poslov. Žal pa je v Sloveniji takšnih območij malo, saj načini urejanja prostora že dlje nimajo sistemskega pristopa k izgradnji sosesk, tipskih hiš, nizov vrstnih hiš in je raven mobilnosti premajhna. Pri relativno homogenih območjih izbira srednje mere med mediano in geometrijsko sredino ne sme bistveno vplivati na vrednost izbrane srednje mere. Pri tem je treba opozoriti, da se pri takšnem poročanju ne upošteva mikrolokacija ter ostale lastnosti prodanih nepremičnin, zaradi česar je sklepanje o cenovnih gibanjih na podlagi srednjih mer cen neustrezno. Več o tem v Ulbl in sod. (2021).

Viri in literatura:

- Federal Reserve Bank of St. Louis. ASPUS. <https://fred.stlouisfed.org/series/ASPUS>, pridobljeno 10. 3. 2021.
- ETN (2021). Evidenca trga nepremičnin. Ljubljana: Geodetska uprava RS, <https://www.mvn.e-prostor.gov.si/evidenca/evidenca-trga-nepremicnin>, pridobljeno 10. 4. 2021
- Finance (2020). Evropska primerjava cen stanovanj: kako draga je Ljubljana?
- Gloudehans, R. J. (1999). Mass Appraisal of Real Property. Chicago: International Association of Assessing Officers.
- GURS (2015). Metodološka pojasnila k periodičnim poročilom. Različica 3.2. Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- https://www.mvn.e-prostor.gov.si/fileadmin/user_upload/MVN/Dokumenti/Porocila/Metodoloska_pojasnila_k_periodicnim_porocilom_3_2.pdf, pridobljeno 13. 4. 2021.
- GURS (2018). Poročilo o slovenskem nepremičninskem trgu za I. polletje 2018. Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- IAAO. (2017). Standard on Mass Appraisal of real Property. Kansas City: International Association of Assessing Officers.
- Košmelj, K. (2007). Uporabna statistika. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpis/Gradiva.php?lang=slv&id=17699>, pridobljeno 13. 4. 2021.
- Lind, H., Persson, E. (2015). Fastighetsmarknad och marknadsanalys. Stockholm: Fastighetsnytt Förlags AB.
- Nagode, P. (1999). Vrednotenje nepremičnin za potrebe obdavčenja v Sloveniji. Magistrsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.
- Ohnishi, T., Mizuno, T., Shimizu, C., Watanabe, T. (2011). On the Evolution of the House Price Distribution, Columbia Business School, Center of Japanese Economy and Business. <https://academiccommons.columbia.edu/item/ac:135362>, pridobljeno 13. 4. 2021.
- Okroglić, M. (2004). Davek na nepremičnine in metode množičnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.
- Orford, S. (1999). Valuing the Build Environment. Bristol: Ashgate Publishing Ltd.
- Persson (2015). Fastighetsvärdering. Stockholm: Fastighetsnytt Förlags AB.
- Peterl, S. (2017). Smooth Spatial and Time Effect Models to Forecast House Prices in Sydney. Master thesis. Graz: Graz University of Technology.
- Snedecor, G. W., Cochran, W. G. (1967): Statistical Methods, sixth edition. Iowa State University Press
- Ulbl, M., Štembal, R., Smodiš, M. (2016). Razvojni model množične ocene vrednosti tržnih najemnin za pisarne. Geodetski vestnik, 60 (4), 627–643. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2016.04.627-643>
- Ulbl, M., Verbič, M., Lisec, A., Pahor, M. (2021). Predlog za izboljšavo množičnega vrednotenja nepremičnin v Sloveniji na podlagi pristopa generaliziranih aditivnih modelov. Proposal of real estate mass valuation in Slovenia based on generalised additive modelling approach. Geodetski vestnik, 65 (1), 46–81. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.01.46-81>



Ulbl M., Muhič A. (2021). Uporaba srednjih mer za pojasnjevanje cen na trgu nepremičnin.

Geodetski vestnik, 65 (4), 513-532.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.513-532>

Mag. Melita Ulbl, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava Republike Slovenije, OGU Maribor
Ulica Heroja Tomšiča 2, SI-2000 Maribor
e-naslov: melita.ulbl@gov.si

Andraž Muhič, mag. inž. geod. geoinf.

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

VPLIV CENTRALIZACIJE DELOVNIH MEST IN POSLOVNIH SUBJEKTOV NA PROSTORSKI RAZVOJ

THE IMPACT OF THE CENTRALISATION OF WORKPLACES AND BUSINESS ENTITIES ON SPATIAL DEVELOPMENT

Gregor Čok, Samo Drobne, Gašper Mrak, Mojca Foški, Alma Zavodnik Lamovšek

UDK: 331.5:711.4(497.4)
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 10. 3. 2021
Sprejeto: 18. 9. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.533-558
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 10. 3. 2021
Accepted: 18. 9. 2021

IZVLEČEK

Prispevek odgovarja na vprašanje, kakšna sta dejanski obseg in prostorska razporeditev delovnih mest ter poslovnih subjektov v slovenskem prostoru. Raziskava je bila izdelana v treh fazah. V prvi fazi smo z analizo števila delovnih mest po občinah v obdobju 2005–2019 ugotovili trend njihove rasti in upadanja. V drugi fazi smo preverili obseg in razporeditev poslovnih subjektov glede na lokacijo v prostoru. Raziskavo smo zaključili s podrobnejšo analizo poslovnih subjektov v osrednjeslovenski statistični regiji. Razporedili smo jih glede na: lego v Mestni občini Ljubljana (MOL), primestnih in ostalih občinah v regiji ter pokazali tudi stanje poslovnih subjektov glede na sektor dejavnosti. Ugotovili smo močan trend naraščanja delovnih mest in poslovnih subjektov, še posebej v MOL in nekaterih drugih mestnih občinah, nikakor pa ne v vseh središčih nacionalnega in regionalnega pomena. Vse navedeno nakazuje, da obstoječa praksa umeščanja dejavnosti v fizični prostor ne sledi strateškim usmeritvam prostorskih aktov. Slovenija se tako srečuje z vse močnejšo centralizacijo, kar spremljajo številni že poznani in novi izzivi pri načrtovanju urbanega prostora.

KLJUČNE BESEDE

delovna mesta, poslovni subjekti, centralizacija, raba prostora, prostorski razvoj, osrednjeslovenska statistična regija, Slovenija

ABSTRACT

The paper presents the results of a study to define the current size and location of workplaces and business entities in the area. The research was conducted in three stages. In the first step, the analysis of the size and distribution of workplaces according to the municipalities in the Republic of Slovenia for the 2007–2019 period was carried out. In the second step, the size and distribution of business entities in the space were examined. In the third step, a more detailed analysis was carried out in the test area of the Osrednjeslovenska statistical region, based on: the location in Ljubljana Urban Municipality (hereinafter referred to as MOL), in the municipalities directly bordering MOL and in the other municipalities of the Osrednjeslovenska statistical region. At this stage we also focused on the sector of activity of business entities. A strong upward trend in workplaces was found in only a few major urban centres along the motorway junction, especially in MOL. The same applies to the concentration of business entities. All this suggests that the existing practice of planning activities in physical space does not follow the strategic orientations of spatial acts, which could better control the spatial processes and their consequences.

KEY WORDS

workplaces, business entities, centralisation, land use, spatial development, Osrednjeslovenska statistical region, Slovenia

1 INTRODUCTION

Slovenia's spatial development is defined in various strategic documents (SRS 2030, 2017; SPRS, 2004; Osnutek SPRS 2050, 2020), which have been dealing with sustainable development for decades, mainly on the basis of strengthening the polycentric urban network. The reports on spatial development (Assessment of Spatial Development, 2001; Report, 2016) show opposing trends despite the considered decisions. Reinforcements of spatial development can only be observed in areas of some urban centres (Nared et al., 2016). It is most evident in the area of Ljubljana as the capital of Slovenia and the other two national centres of international importance (Koper, Maribor; SPRS, 2004).

Numerous administrative, educational, business and other functions are located in these three cities, which encourages extensive daily commuting from the surrounding area. Their spatial effects are also felt in other areas, e.g.: business travel, mobility of pupils and students and mobility of the population due to the need for specialized public services. Moreover, very evident is also the demographic growth of these cities their municipalities, (less present in the surroundings of Maribor) and at the same time the rural areas are becoming increasingly less populated (Nared et al., 2019), as is the general motorisation of the population (more than 554 cars/1000 inhabitants; SORS, 2021), an inadequate or inefficient public transport system (Tiran et al., 2021), an inadequate transport infrastructure and, consequently, inefficient traffic regulation systems. Among these, daily commuting is the most evident, especially in the area of the Osrednjeslovenska statistical region, where 80,600 workers arrive and only 19,700 of them leave the area daily (Regions in figures, 2018). The data show that the trends shown by previous research on commuting in Slovenia are unchanged (Bole and Gabrovec, 2012). The survey (PNZ) conducted in 2016 also points to a relatively low percentage of public transport use, as among the respondents an average of only 8% of daily commuters use means of public transport and 74% of them use a car.

Thus, despite the construction of the motorway junction in recent decades and the continuous improvement of urban transport systems, we are still confronted with congestion in transport infrastructure, particularly at the level of regional centres (MzI, 2018), which is reflected in increased traffic flows as well as suburbanisation (Dhval et al., 2021) and the resulting negative impacts on the health and environment, which is also a consequence of the development of economic activities that did not follow the guidelines of sustainable spatial development (Kušar, 2012, p. 116).

Among the fundamental reasons for this situation is the current conflict in the planning of urban functions and the urban transport system (Kožlak and Wach, 2018). In many cities, the pace of demographic, economic and administrative expansion as well as other influences such as natural geography on the one hand, and knowledge and governance on the other, are outpacing the financial and spatial capacity to develop the accompanying infrastructure, and are therefore having a major impact on the pace of development and the distribution of spatial activities, as well as on land-use planning (Gu and Chen, 2017). Thus, despite the implementation of the principles of sustainable development (ESDP, 1999), after two decades we are still confronted with the consequences of inconsistencies between the strategic orientations, the outlined objectives and the actual spatial development.

However, as early as the first half of the twentieth century (Burgess' model of urban land use of 1925), it became clear that strategic planning of spatial activities (Herala, 2003) and their accessibility are crucial

for the efficiency of urban systems. The current principles of mobility (Cairns et al., 2008; Litman, 2020) and the sustainable development also emphasize the importance of an integrated approach to balancing needs in urban environments (Horner and Murray, 2003).

The most important transformations of the conventional urban transport system were caused by the motorisation of transport at the beginning of the 20th century (Clark, 1958). Development strategies must therefore aim not only to promote more flexible forms of land-use planning and the location of activities, but also various forms of sustainable mobility. The decentralisation of workplaces and the possibility to work from home (Stern, 2021) will make it possible to reduce daily commuting to towns and cities, while reducing the negative impact of transport.

The urban transport system still faces the challenge of regulating the existing situation (Furchtlehner and Lička, 2019). On one hand, we are experiencing the phenomenon of empty streets, which is a consequence of general social mobility, modern living and working culture and the rise of shopping centres. On the other hand, we are experiencing the development of unconventional city streets, having the form of modern business and shopping streets oriented towards people in the newly emerging urban centres of cities and other settlements (Mehta, 2009). At the same time, car traffic is being reduced or eliminated completely in urban centres, in order to bring the space closer to a wider range of users.

In Slovenia, too, we are confronted with two opposing processes in the current planning of urban transport systems. When renovating historic streets, we follow the current trends of sustainable design (Pignar, 2015) and give priority to “street life and events on the street”, tourism and trade. In doing so we preserve their original character and implement measures to reduce car traffic. At the same time, we want to meet the growing demand for urban bypasses, access roads and other city roads that are increasingly congested as the amount of (mainly passenger) traffic increases. The biggest traffic congestion usually occurs during morning and afternoon rush hours, when people commute to and from work (DARS, 2019), and in the afternoons in larger shopping centres. It is daily commuting, besides the freight transport, that causes the worst congestions in the entire urban transport system (MzL, 2018); from access roads to main and other city roads, and above all it requires large areas for stationary traffic.

In this paper we present the analysis of the current situation which, according to statistical and other data (SORS, 2020a; SORS, 2020b; AJPES, 2019), shows the increasing centralisation of workplaces and business entities in the main employment centres, leading to an increase in daily commuting. We answer the following research questions:

1. What is the spatial distribution of workplaces in Slovenia, what is the trend of their change and does their distribution follow the concept of a polycentric urban network (SPRS, 2004)?
2. What is the spatial distribution of business entities in Slovenia? Is there a correlation between the number of workplaces and the business entities?
3. What is the size and spatial distribution of business entities in terms of sector of activity and location, focusing mainly on the Osrednjeslovenska statistical region and on the City Municipality of Ljubljana (hereinafter referred to as MOL)?

Although the direct effects of the described situation are usually first seen on the congestion of transport infrastructure, the problem is much more complex and needs to be addressed on a broader scale.

Therefore in conclusion it is worth pointing out possible systemic solutions for the decentralization of workplaces and business entities.

2 RESEARCH METHODS AND DATA

The research was carried out based on publicly accessible data (SORS, 2020a; SORS, 2020b) and other public databases (AJPES, 2019), processed with an applicable software tool (ArcGIS). Methodologically, the previously set questions were followed. Firstly, we conducted the analysis of the number of workplaces in Slovenian municipalities in the period 2007-2019 (SORS, 2020b). First, the number of workplaces in Slovenian municipalities for 2019 (SORS, last available data) is shown, and then the trend of change in the number of workplaces in a municipality for the whole period 2007-2019 or for the period since the establishment of a particular municipality is added. The trend was classified into six (6) classes according to the Jenks method (the method finds the places of maximum data densification), which can be defined as follows: strong growth, growth, weak growth, weak decline, decline, strong decline. In addition, with regard to the number of workplaces in a municipality for 2019, the difference in the relative number of workplaces in a municipality in comparison to Slovenia in 2007-2019 was calculated (expressed as percentage point for municipalities with at least 1% of workplaces in 2019). Based on the results obtained and comparison with other relevant studies in Slovenia (e.g. Pogačnik et. al., 2011; Nared et al. 2016; Report, 2016), we assessed whether their distribution follows the concept of the adopted polycentric urban network (SPRS, 2004).

Secondly, we checked the size and spatial distribution of business entities using the database of all registered business entities in Slovenia in year 2019 (AJPES, 2019), which also contains the location of registration of each business entity. Business entities were also checked in order to observe in which municipalities their number represents at least 1% of all business entities in Slovenia. The results of the described steps are then compared descriptively.

The results of the two steps were compared descriptively and with the Pearson correlation coefficient between the number of workplaces and the number of business entities in all city municipalities and all municipalities that have at least 1% of workplaces or business entities in relation to the total number of workplaces or business entities in Slovenia. We also calculated the number of workplaces and business entities per 1000 inhabitants. The size of business entities is also important, and they divided into micro (0-9 employees), small (10-49 employees), medium (50-249 employees) and large (over 250 employees) enterprises (SORS, 2020a).

In this context, it is important to point out an inadequacy of the database used (AJPES, 2019), as the registration procedure allows business entities to register an activity at one address but actually carry it out at another. Similarly, in the case of employee registration, larger companies register all their employees at one address, although they actually work in company units that may be spread across the country. Therefore, the results of the analysis do not fully reflect the actual situation, as already pointed out by Čok et al. (2020), who even assume that it is not just a negligible proportion of non-compliant locations.

In addition, the AJPES database does not provide sufficient quality data on business entities size and number of employees, so we obtained these data from the SORS website (SORS, 2020a). It should be noted that there are also differences between the two databases, but these should not have a significant impact on the results obtained. Despite the shortcomings identified, mainly of the AJPES database, we conclude that the combination of the two databases is sufficiently suitable for the needs of the research work.

Thirdly, an even more detailed analysis of business entities in the Osrednjeslovenska statistical region was conducted. The business entities were redistributed according to (a) the location in MOL, the municipalities directly bordering MOL and in the other municipalities of the Osrednjeslovenska statistical region, and (b) the sector of activity.

For this purpose, we have considered the available data on activities from the Decree on the Standard Classification of Activities (SKD, 2010), we grouped all registered business entities by sectors of activity based on our own redistribution (Čok et al., 2020):

- primary sector (agriculture, hunting, forestry, fishing, mining, oil and gas),
- secondary sector (production - processing and construction),
- tertiary sector (all services that are not services of general interest (ESPON SeGI, 2013), including information and communication technologies, transport, trade, tourism) and
- quaternary sector (services of general interest: public administration, health, justice, culture, education, science, social care).

In conclusion, based on the findings, we provide some orientations for more sustainable spatial development, which arise also from (1) the needs of an aging society (Černič Mali and Marot, 2019), (2) the increasing digitalisation of society, which allows an appropriate decentralization of workplaces in the public sector, and (3) the spatial possibilities of living environment that already allow the organization of numerous workplaces in the form of work at home or from home (Čok and Furman Oman, 2019).

3 RESULTS

3.1 Extent and the trend of change of workplaces in Slovenia from 2007 to 2019

The changes in the number of workplaces were observed in the period from 2007, before the economic crisis, to 2013, when the economic crisis was at its peak, and between 2013 and 2019, when the economic situation in Slovenia was constantly improving. The declining and/or growing trend is presented separately for both periods and synthetically for 2007-2019. Figure 1 shows the number of workplaces by municipalities in Slovenia in 2019 and the difference in the relative number of workplaces in percentage points in the municipality compared to Slovenia in the period 2007-2019. From the point of view of the urban network, those municipalities with at least 1% of all workplaces in Slovenia are particularly interesting. There are only 14 such municipalities (Table 1).

In the period 2007-2019, the concentration of workplaces in Slovenia increased the most in MOL, by 2.13 percentage points. It also increased in the urban municipality of Novo mesto, but only by 0.23 percentage points. On the other hand, the concentration of workplaces decreased the most in the urban municipality of Maribor, by 0.84, in the urban municipality of Velenje, by 0.59, and in the urban municipality of Murska Sobota, by 0.44 percentage points. However, it is interesting to note that the trend of increasing concentration of workplaces does not occur in all city municipalities in Slovenia or in all centres of national or regional importance according to the SPSR (2004). As it appears, the concentration of workplaces in most centres of national importance is declining.

The results of the analysis also show (Table 1) that at the peak of the financial crisis in 2013, the number of workplaces fell in all the above-mentioned municipalities or at least in MOL. Compared to the work-

places analysis by Bole (2011) for the period 2000-2009, the number of workplaces in 2013 (760,131) has fallen to almost the same level as the number of workplaces in 2000 (756,426).

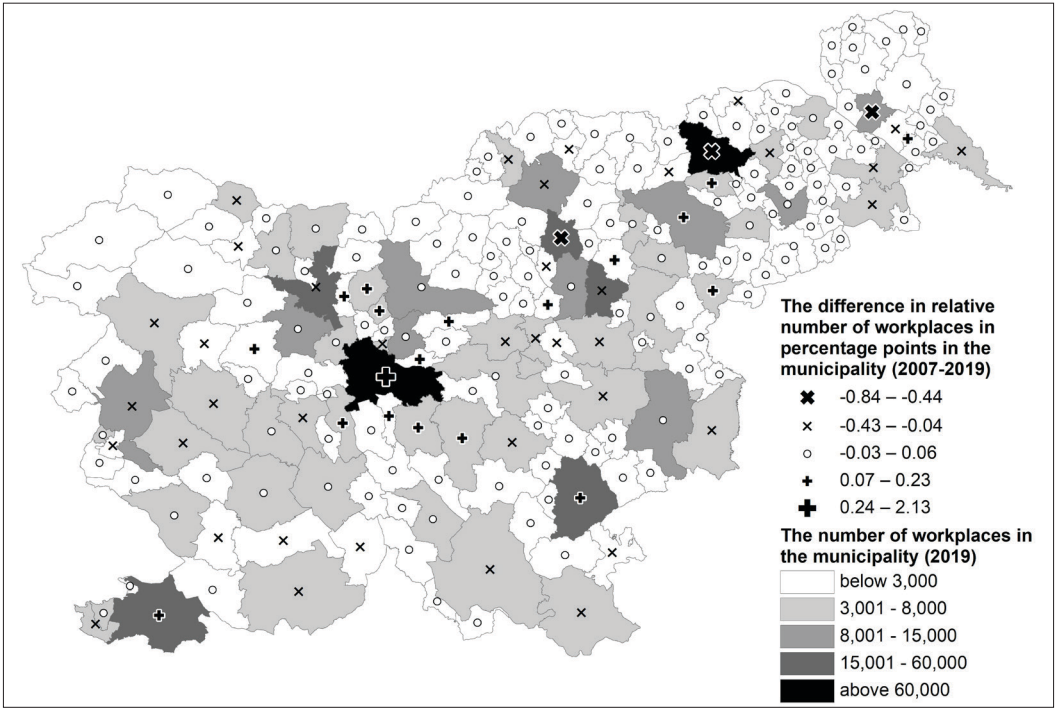


Figure 1: The number of workplaces in a municipality in 2019 and the difference in the relative number (percentage points) of workplaces in a municipality compared to Slovenia in the period 2007-2019 (data source: SORS, 2020a; own presentation).

A comparison of the relative number of workplaces in a municipality in relation to the total number of all workplaces in Slovenia shows the concentration of workplaces mainly in MOL and in the urban municipality of Maribor. In 2019 MOL had more than 26.5% of all workplaces in Slovenia and the urban municipality of Maribor had 7.1%. Thus, both municipalities together provided more than one third of all workplaces in Slovenia. The difference in the relative number of workplaces in the period 2007-2013 was negative for most of the observed municipalities (the concentration of workplaces decreased), positive for MOL, where the concentration of workplaces increased by as much as 1.9 percentage points, and in the city municipalities of Novo mesto, Koper, Domžale and Krško. In the period 2013-2019, the trend of increasing concentration of workplaces increased the most in MOL (by 0.25 percentage point), while it decreased the most in the urban municipality of Murska Sobota (by 0.26 percentage point).

The highest concentration of workplaces in MOL was created during the financial crisis (2007-2013) and much less later (2013-2019). On the other hand, in the urban municipality of Novo mesto workplaces were concentrated mainly after the crisis (2013-2019). In contrast, the concentration of workplaces in the city municipalities of Maribor, Velenje and Kranj decreased mainly during the crisis (2007-2013), while the concentration of workplaces in the city municipalities of Velenje, Murska Sobota, Nova Gorica and Celje decreased steadily throughout the period under review (2007-2019) (Table 1, Figure 2).

Table 1: The number of workplaces and the difference in relative number of workplaces (percentage points) in 2007, 2013 and 2019 in municipalities in Slovenia with at least 1% of workplaces in 2019 (SORS data source, 2020; own calculation).

State/municipality (urban municipality is marked as MO)	No. of workplaces 2007	No. of workplaces 2013	No. of workplaces 2019	Share of workplaces 2019 (%)	Difference of workplaces 2007-2013	Difference of workplaces 2013-2019	Difference of workplaces 2007-2019
Slovenia	819,376	760,131	874,592	100	0.00	0.00	0.00
MO Ljubljana	199,966	199,785	232,065	26.53	1.88	0.25	2.13
MO Maribor	64,723	54,438	61,708	7.06	-0.74	-0.11	-0.84
MO Celje	30,325	27,224	30,165	3.45	-0.12	-0.13	-0.25
MO Novo mesto	22,215	21,136	25,734	2.94	0.07	0.16	0.23
MO Kranj	24,949	22,178	25,318	2.89	-0.13	-0.02	-0.15
MO Koper/Capodistria	23,101	21,841	25,233	2.89	0.05	0.01	0.07
MO Velenje	20,076	15,820	16,270	1.86	-0.37	-0.22	-0.59
MO Nova Gorica	15,991	13,884	14,768	1.69	-0.13	-0.14	-0.26
MO Ptuj	12,371	11,135	13,104	1.50	-0.04	0.03	-0.01
MO Murska Sobota	15,184	12,708	12,349	1.41	-0.18	-0.26	-0.44
Domžale	10,774	10,072	11,857	1.36	0.01	0.03	0.04
Škofja Loka	8,900	8,072	9,966	1.14	-0.02	0.08	0.05
Krško	8,860	8,280	9,769	1.12	0.01	0.03	0.04
Žalec	8,124	7,076	8,892	1.02	-0.06	0.09	0.03

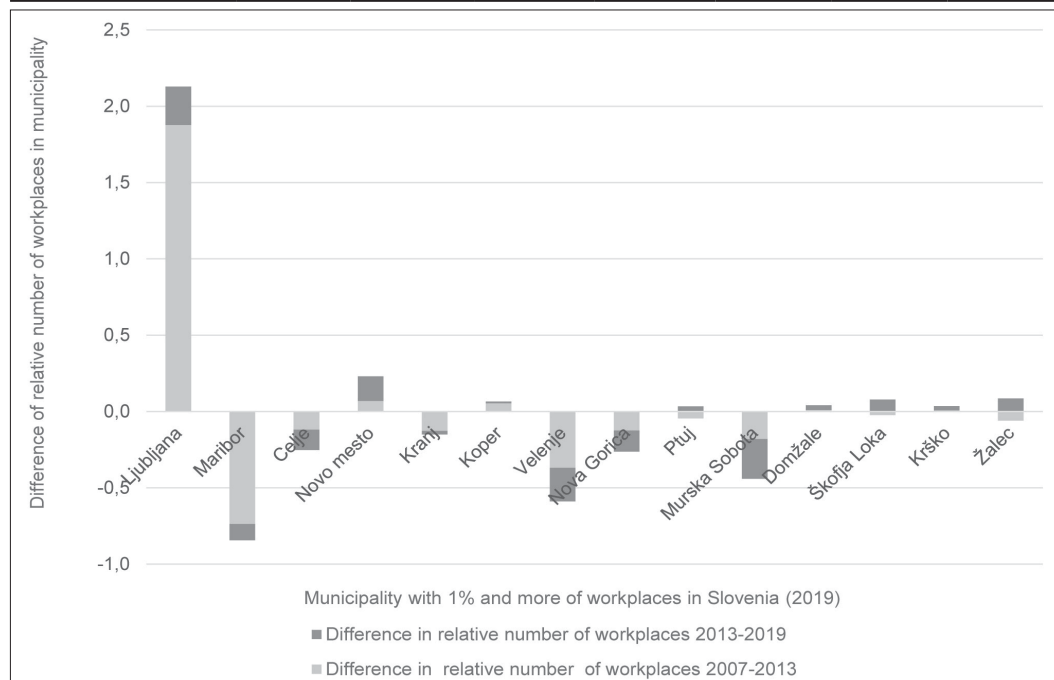


Figure 2: The difference in relative number of workplaces (percentage points) in the periods 2007-2013 and 2013-2019 in municipalities with more than 1% of workplaces in Slovenia in 2019 (data source: SORS, 2020; own calculation and presentation).

On the basis of the above results (Figure 1), we note that there was a significant concentration of workplaces in Slovenia during the reporting period, especially in the area of MOL and in neighbouring municipalities (Dol pri Ljubljani, Ivančna Gorica, Grosuplje, Škofljica, Ig, Brezovica), and to a much lesser extent in some municipalities along the motorway network (npr. Lukovica, Slovenske Konjice), which, on the one hand, makes it more attractive locations for new businesses entities, thereby concentrating workplaces and allowing workers to commute faster between major employment centres (see also Bole, 2011). The concentration of workplaces is also increasing in the municipalities of Cerklje na Gorenjskem, Komenda and Šenčur, which indicates a consequent weakening of Kranj. This additionally confirmed the findings of reports on spatial development (Assessment of spatial development, 2001; Report, 2016) and some previous studies (e.g. Nared et al., 2016) on the increasing centralisation of MOL, which itself provides more than a quarter of all workplaces in Slovenia. All other urban centres are far behind (in second place is the urban municipality of Maribor with just over 7% of all workplaces in Slovenia). We can state that the situation is in a strong contradiction with the strategic objectives of sustainable spatial development, which has been addressed for decades in practically all relevant (spatial) development documents at state level.

3.2 Size and spatial distribution of business entities

Similar to the results of the analysis of the distribution of workplaces, the analysis of the spatial distribution of business entities (Figure 3) clearly shows the centralisation in the areas of larger employment centres (Figure 4), especially in MOL, which, like the number of workplaces, is dominated by the number of business entities (44,249) and accounts for 21.8% of all business entities in Slovenia. This is followed by Maribor with 6.0%, Koper with 3.2%, Celje with 2.9% and Kranj with 2.7% of all business entities. All other major employment centres account for between 1.0% and 2.0% of all business entities in Slovenia (Nova Gorica in Domžale with 1.9%, Novo mesto with 1.6%, Kamnik in Ptuj with 1.3%, Piran in Velenje with 1.2%, Radovljica, Slovenska Bistrica, Krško, Murska Sobota in Brežice with 1.1% and Škofja Loka, Žalec in Izola with 1.0% business entities). There are 20 of these centres, as opposed to 14 centres in more than 1% of workplaces. Among the more important (city) municipalities, Slovenj Gradec has the lowest share of business entities (0.8%). An even smaller share of business entities is located in municipalities whose urban centres play an important role as part of conurbations in the proposed network of urban centres in Slovenia (Ravne na Koroškem, Dravograd, Šempeter, Vrtojba, Brežice, etc.; Model of SPRS 2050, 2018).

Regardless of the trend of growth or decline of workplaces, the highest concentration of business entities in 2019 was recorded in the areas of the MOL and City Municipality of Maribor, followed by the City Municipalities of Koper, Kranj and Celje, while in other municipalities with a centre of national importance (SPRS, 2004) the number of business entities does not exceed 5,000 (e.g. City Municipalities of Novo mesto and Nova Gorica). The data also show that 155 (73% of the 212 municipalities in Slovenia) have less than 1,000 business entities.

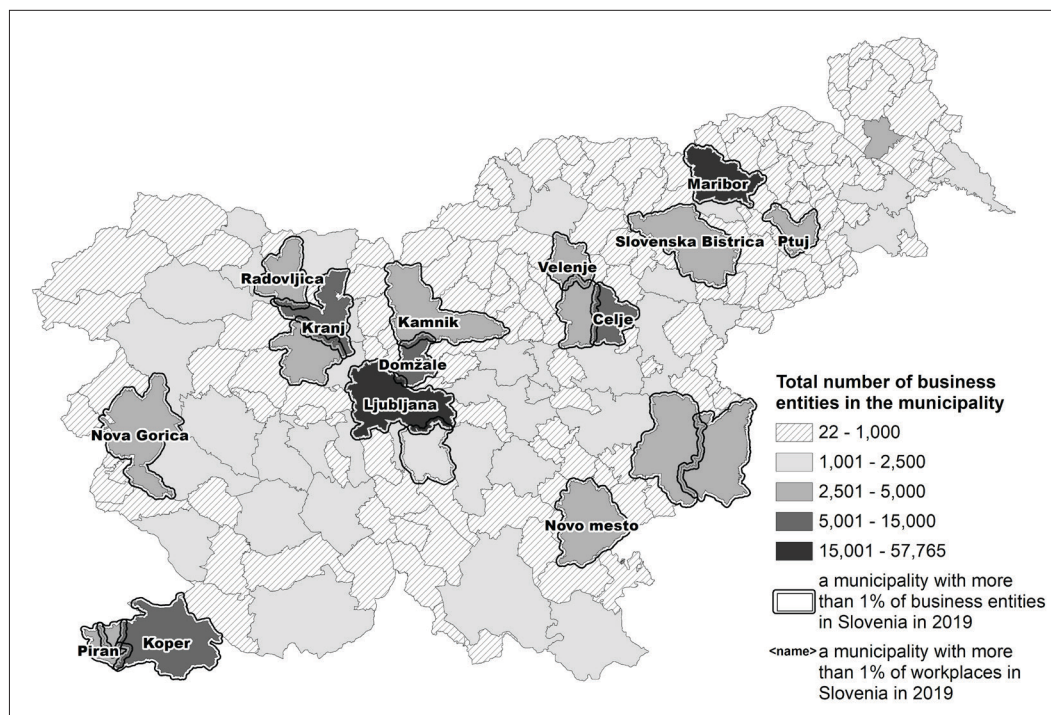


Figure 3: Number of business entities in a municipality; displayed are the 20 municipalities with more than 1% of business entities and 14 municipalities with more than 1% of workplaces in Slovenia (data source: AJPES, 2019; own calculation and presentation).

The data also show a strong correlation between the number of workplaces and the number of business entities both in the selected 20 municipalities (Pearson coefficient $R=0.99$, indicating a very strong correlation between these two variables) and in all Slovenian municipalities ($R=0.98$). However, these data do not tell us much about the size of the enterprises, since both a smaller number of larger business entities can provide more workplaces and, conversely, a larger number of smaller business entities can provide fewer less workplaces. According to the SORS data (2020b), in all Slovenian municipalities over 90% of enterprises are micro (0-50 employees), followed by small (10-49 employees), medium (50-249 employees) and large (over 250 employees). The latter are also the most numerous in MOL with 145 (0.33%) out of 44,249 business entities, while the share of large enterprises in the country is only 0.18%. Other large employers are in City Municipalities of Velenje with 0.42% (but only 10 business entities), Novo mesto with 0.31%, Murska Sobota with 0.27%, Celje with 0.26%, Maribor with 0.25%, Krško with 0.25% and Slovenska Bistrica with large companies accounting for 0.24% of all companies in the municipality. Since the results confirm that the number of workplaces and the number of business entities in the municipalities are not strictly proportional for all municipalities, we also calculated the number of business entities per 1000 inhabitants in Slovenian municipalities (Figure 4). This analysis also showed that the municipalities with at least 1% of the total business entities in the country are also the municipalities with the most large companies.

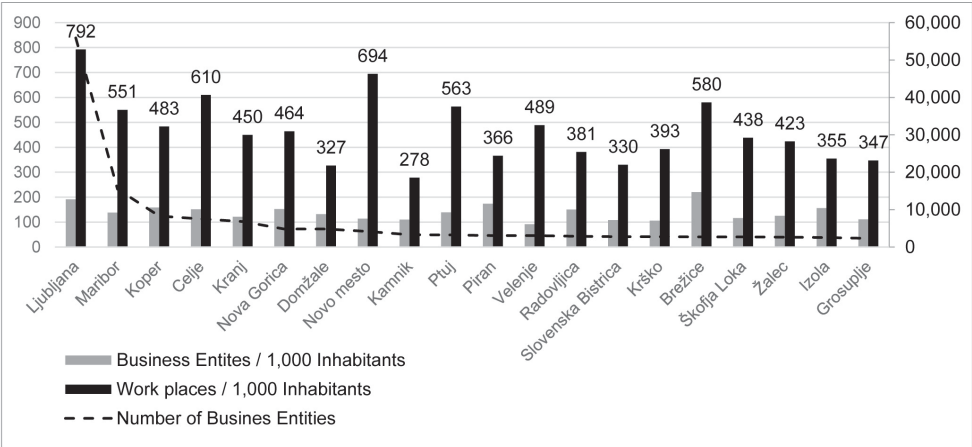


Figure 4: The comparison between the number of business entities and workplaces per 1,000 inhabitants and the total number of business entities (the dotted line) in municipalities with at least 1% of business entities in relation to the total number of business entities in Slovenia (data source: AJPES, 2019; SORS, 2020; own calculation and presentation).

3.3 Results of a more detailed analysis of the distribution of business entities in the Osrednjeslovenska statistical region

In Slovenia, the Osrednjeslovenska statistical region stands out the most. It contains 85,359 or 33.2% of all business entities in Slovenia (AJPES, 2019), which together provide 293,647 workplaces and employ 35.8% of the working population (SORS, 2020a). The largest share is represented by business entities in the tertiary sector (74.2%), followed by business entities in the quaternary (17.6%) and secondary (7.8%) sectors, while in the primary sector they account for only 0.4% (Table 2). In terms of activity, the tertiary and quaternary sectors thus strongly dominate, with a 91.8% share of all business entities in the Osrednjeslovenska statistical region.

Table 2: The number and the share of business entities by sectors of activity in the Osrednjeslovenska statistical region in comparison to Slovenia.

Sector of activity	Slovenia		Osrednjeslovenska statistical region		Share of activity in individual sector in relation to the whole Slovenia (%)
	No. of business entities	Share (%)	No. of business entities	Share (%)	
A - primary	2732	1.1	363	0.4	13.2
B - secondary	26,611	10.4	6671	7.8	25.0
C - tertiary	180,465	70.2	63,374	74.2	35.1
D - quaternary	47,224	18.4	14,951	17.6	31.6
Total	257,032	100.0	85,359	100.0	33.2

The Osrednjeslovenska statistical region lags behind in the primary sector with only 0.4% of the total number of these activities (1.1% in Slovenia). The secondary sector accounts for 25.0% of all business entities in Slovenia. However, the shares of business entities in the tertiary (35.1%) and quaternary (31.6%) sectors show a strong bias towards service activities such as ICT, transport and trade, and services

of general interest (ESPON SeGI, 2013). A further analysis was carried out to examine in more detail the distribution of business entities within the region (Figure 5) and to verify whether the concentration of business entities is indeed highest in MOL.

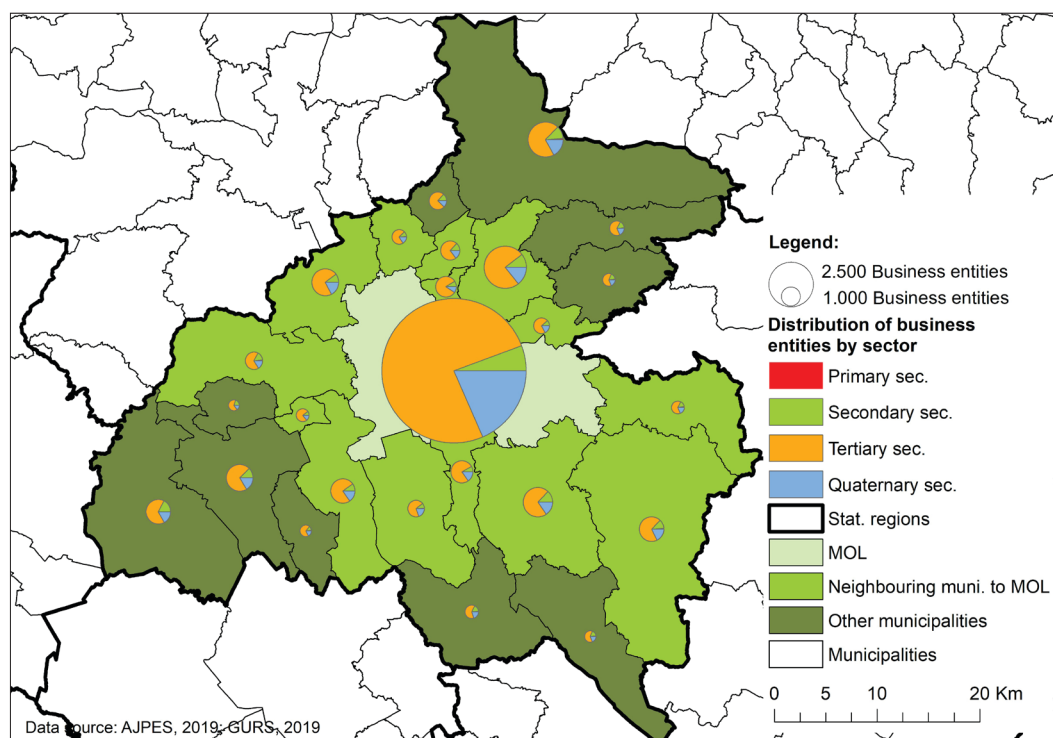


Figure 5: The distribution of business entities in MOL, in the municipalities directly bordering MOL and in other municipalities in the Osrednjeslovenska statistical region.

A more detailed division of the spatial distribution of the business entities in the Osrednjeslovenska statistical region illustrates the considerable concentration within MOL. This density decreases rapidly by location of the municipality in a statistical region (Table 3). 65.8% of all the business entities in the region are present in MOL, in the municipalities directly bordering MOL this proportion is much lower (21%), and in all other municipalities in the region there are only 12.9% of business entities.

Table 3: The distribution of business entities in municipalities in the Osrednjeslovenska statistical region.

Osrednjeslovenska statistical region	No. of business entities	Share of business entities (%)
MOL	55,920	65.5
municipalities directly bordering MOL	18,441	21.6
all other municipalities in the region	10,998	12.9
Total	85,359	100.0

Thus, a centralization of business and administration can be observed in MOL (21.8% of all business entities in Slovenia), followed by the City Municipality of Maribor (6.0%) with a large gap. All other municipalities, which are relatively large employment centres in their statistical regions, are even further

behind. This process is logically accompanied by daily commuting with all its environmental impacts, as the largest employment centres have a larger number of workplaces than the active population (compare with Bole, 2008, p. 56-57).

4 CONCLUSIONS

Literature study (Bole, 2011; Bole and Gabrovec, 2012) and conducted analysis of the distribution of workplaces and business entities in Slovenia has shown that we have been confronted with the problem of centralisation for a long time. The survey for the period 2007-2019 has shown a trend of workplace growth especially in MOL (for 2.13 percentage points), and to a lesser extent in Novo mesto (for 0.23 percentage points) and Koper (for 0.07 percentage points), while in city municipalities, and in national and regional centres the number of workplaces has been decreasing.

When it comes to the spatial distribution of business entities, the highest concentration for 2019 was recorded in the areas of MOL and the urban municipality of Maribor, followed by the city municipalities of Koper, Kranj and Celje. Among the statistical regions, Osrednjeslovenska statistical region stands out the most as it counts for 33.2% of all business entities (Table 3), which together employ more than one third of the total working population in Slovenia. In terms of activities, the tertiary and quaternary sectors dominate with a share of 91.8% of business entities in MOL and 88.6% in Slovenia. At the same time, it is important to note that the available data (AJ PES and SORS) are not sufficient to show how many people are actually employed in these activities. Moreover, the location of business entities should be linked to the location of residence, daily commuting and migration. In this way, the addressed issues and their impact on spatial development can be explained more comprehensively.

We can conclude that during the transition period MOL and its surrounding municipalities have utilised their comparative advantages (both before, during and after the crisis) in terms of their geostrategic and transport location, the presence of most state institutions, planned investments in business zones and housing, etc., which generally increases interest in the economy, education and life in this environment. On one hand, the situation (Assessment of Spatial Development, 2001; Report, 2016) certainly shows a deviation from the strategic orientations of a polycentric and balanced spatial development (SPRS, 2004), on the other hand an insufficient implementation of the current spatial legislation (ZUreP-2, 2017) and an insufficient control of spatial processes. With poor or insufficient public transport and a population oriented towards mobility by private car, the burden on the transport system increases (negative environmental and health impacts) including the intertwined road network and street system in cities. Solutions to these types of problems often focus on solving transportation problems through ad hoc and partial projects rather than a systemic approach of coordinated spatial location of activities that would provide more successful, spatially appropriate, and cost-effective solutions in the long term.

We proposed three key suggestions for systemic measures that can significantly influence future spatial development:

- use existing areas already equipped with municipal services for entrepreneurial activities (Kušar, 2012), but otherwise focuses development on decentralization of workplaces (and business entities) from urban centres to rural areas. In this way, the problem of accessing services of general interest and day care facilities for the aging population in rural areas (Černič Mali and Marot, 2019) would

be solved, while at the same time the transport system would be relieved at the expense of reducing daily commuting in major urban centres, especially in Ljubljana,

- use the benefits of digitalisation of society, which, if properly organized, will enable the decentralization of workplaces in the public sector, and
- enable the organization of numerous workplaces in the form of work at home or from home (Čok, 2019), given that the spatial possibilities already allow this, as has been demonstrated in the current period of the coronavirus crisis. This situation also calls for a rethinking of spatial development in areas such as housing affordability, the effectiveness of inter-municipal competition, and the special position of cities as agglomeration economies (Stern, 2021).

Slovenia already has the appropriate instruments to implement the proposed measures within the existing strategic development documents (SPRS, 2004; SRS 2030, 2016, etc.) and in the spatial legislation (ZUreP-2, 2017) or within the mechanisms of spatial planning and implementation legislation. On the basis of the above-mentioned facts, we can conclude that, despite the principles of sustainable development and the adopted direction of polycentric spatial development, Slovenia has been confronted with an apparent trend of centralisation, mainly in the MOL area, which raises two fundamental questions: Are we able to regulate current trends in spatial development, and do we even want harmonious spatial development?

Acknowledgement

The authors acknowledge the financial support from the Slovenian Research Agency for the partial co-financing of the research programme Geoinformation Infrastructure and Sustainable Spatial Development of Slovenia ((P2-0227).

Literature and references:

- AJPES (2019). Slovenian Business Register. Ljubljana: Agency of the Republic of Slovenia for Public Legal Records and Related Services. <https://www.ajpes.si/fipo/default.asp>, accessed 12. 11. 2019.
- Assessment of Spatial Development (2001). Assessment of Spatial Development, Government of the Republic of Slovenia. Ljubljana: Ministry of the Environment and Spatial Planning.
- Bole, D. (2008) Ekonomska preobrazba slovenskih mest. Geografija Slovenije 19. <http://gjam2.zrc-sazu.si/sites/default/files/9789612540906.pdf>, accessed 22. 07. 2021
- Bole, D. (2011). Changes in employee commuting: a comparative analysis of employee commuting to major Slovenian employment centers from 2000 to 2009. *Acta geographica Slovenica*, 51 (1), 93–108
- Bole, D., Gabrovce, M. (2012). Daily commuters in Slovenia. *Geografski vestnik*, 84 (1), 171–185, http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_vestnik/vestnik-84-1-bole-gabrovce.pdf, accessed 20. 7. 2021.
- Cairns, S., Sloman, L., Newson, C., Anable, J., Kirkbride, A., Goodwin, P. (2008). Smarter Choices: Assessing the Potential to Achieve Traffic Reduction Using 'Soft Measures'. *Transport Reviews*, 28 (5), 593–618. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640801892504>
- Clark, C. (1958). Transport: Maker and Breaker of Cities. *The Town Planning Review*, 28 (4), 237–250. <https://www.jstor.org/stable/40101624>, accessed 5. 12. 2019.
- Černič Mali, B., Marot, N. (2019). Izziivi zagotavljanja storitev splošnega pomena za starejše v težje dostopnih podeželskih območjih: primer Idrijsko-Cerkljanskega. Bovec: Slovenski regionalni dnevi 2019.
- Čok, G., Furman Oman, M. (2019). Delo na domu kot prostorski pojav: arhitekturni in urbanistični vidik regulacije dela na domu. *Igra ustvarjalnosti*, 7, 38–45. DOI: <https://doi.org/10.15292/IU-CG.2019.07.038-045>
- Čok, G., Mrak, G., Zavodnik Lamovšek, A. (2020). Analiza prostorne distribucije poslovnih subjektov v Sloveniji. *Prostor: znanstveni časopis za arhitekturo i urbanizam*, 28 (1), 76–87. DOI: [https://doi.org/10.31522/p.28.1\(59\).4](https://doi.org/10.31522/p.28.1(59).4)
- DARS (2019). Izhodišča urejanja ljubljanskega avtocestnega obroča in vpadnih cest. Izvršilni povzetek. Ljubljana: Press conference of the Ministry of Infrastructure. https://www.dars.si/Content/doc/medijsko-sredisce/lj_obroc_pobuda_povzetek.pdf, accessed 15. 7. 2021
- Dhval, H. P., Himanshu, J. P. (2021) A review literature about urban sprawl: causes, impact and method of controlling. *International Journal of research in Engineering and Science*, 9 (1), 73–78. <https://www.ijres.org/papers/Volume-9/Issue-1/2/L0901027378.pdf>, accessed 19. 7. 2021
- ESDP (1999). European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union. Luxembourg:

- Committee on Spatial Development. European Commission.
- ESPON SeGI (2013). Indicators and Perspectives for Services of General Interest in Territorial Cohesion and Development. Applied Research. Final Report. Executive Summary. ESPON & Royal Institute of Technology (KTH).
- Furchtlehner, J., Lička, L. (2019). Back on the Street: Vienna, Copenhagen, Munich, and Rotterdam in focus. *Journal of Landscape Architecture*, 14 (1), 72–83. DOI: <https://doi.org/10.1080/18626033.2019.1623551>
- Gu, H., Chen, Y. (2017) The spatial distribution characteristic of enterprises in Beijing Chaoyang CBD. *Advances in Economics, Business and Management Research*. 37, pp. 1009–1021. International Conference on Transformations and Innovations in Management (ICTIM-17). DOI: <https://doi.org/10.2991/ictim-17.2017.59>
- Herala, N. (2003). Regulating Traffic with Land Use Planning. *Sustainable Development*, 11, 91–102. DOI: <https://doi.org/10.1002/sd.209>
- Horner, M. W., Murray, A. T. (2003). A multi-objective approach to improving regional jobs-housing balance. *Regional Studies*, 37, 135–146. DOI: <https://doi.org/10.1080/0034340022000057514>
- Koźlak, A., Wach, D. (2018). Causes of traffic congestion in urban areas. Case of Poland, *SHS Web of Conferences* 57, 01019.
- Kušar, S. (2012). Usmeritve za trajnostni prostorski razvoj območij proizvodnih dejavnosti. *Revija za geografijo – Journal for Geography*, 7 (1), 115–130. <https://dk.um.si/Dokument.php?id=123734>, accessed 20. 7. 2021.
- Litman, T. (2020). Land Use Impacts on Transport. How Land Use Factors Affect Travel Behavior, Victoria Transport Policy Institute.
- Mehta, V. (2009). Look Closely and You Will See, Listen Carefully and You Will Hear: Urban Design and Social Interaction on Streets. *Journal of Urban Design*, 14 (1), 29–64. DOI: <https://doi.org/10.1080/13574800802452658>
- Model SPRS 2050 (2018). Model prostorskega razvoja Slovenije 2050. Dinal report. Ljubljana: Assessment of Spatial Development.
- Mzi (2018). Pobuda za državno prostorsko načrtovanje za ureditev ljubljanskega avtocestnega obroča in vpadnih cest ter predlog dopolnilujočih ukrepov reševanja prometne problematike. Ljubljana: Ministry of Infrastructure of the Republic of Slovenia, PNZ svetovanje projektiranje d.o.o., LUZ d.d.
- Nared, J., Bole, D., Breg Valjavec, M., Ciglič, R., Černič Istenič, M., Goluža, M., Kozina, J., Lapuh, L., Razpotnik Visković, N., Repolusk, P., Rus, P., Tiran, J. (2016). Policentrično omrežje središč in dostopnost prebivalstva do storitev splošnega in splošnega gospodarskega pomena. Final report. Ljubljana: ZRC SAZU.
- Nared, J., Repolusk, P., Černič Istenič, M., Trobec, A., Zavodnik Lamovšek, A., Drobne, S., Foški, M., Mrak, G., Rozman, U. (2019). Celovita demografska analiza s projekcijami za podeželska in urbana območja. Final report. Ljubljana: ZRC SAZU and University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering.
- Osnutek SPRS 2050 (2020). Gradivo za javno razpravo o osnutku SPRS 2050. Ljubljana: Ministry of the Environment and Spatial Planning.
- PNZ (2016). Priprava in izvedba ankete po gospodinjstvih o prometnih navadah prebivalcev na nivoju Republike Slovenije, Ljubljana: PNZ.
- Pignar, U. (2015). Kreativno preoblikovanje uličnih prostorov. Primer začasne ureditve Koroške ceste v Mariboru. Project work. Maribor: University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, Transportation Engineering and Architecture.
- Pogačnik, A., Foški, M., Drobne, S., Konjar, M., Lipar, P., Brilly, M., Žura, M., et al. (2011). Analiza stanja, razvojnih teženj ter usmeritev za strateški prostorski razvoj Slovenije. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering and School of Economics and Business, Inštitut za prostorski razvoj, University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, Transportation Engineering and Architecture.
- Region in figures (2018). Statistical portrait of Slovenian regions. Ljubljana: SORS.
- Report (2016). Spatial Development Report. Ljubljana: Ministry of the Environment and Spatial Planning.
- SKD (2010). Decree on the Standard Classification of Activities, Klasifikacije, št. 11. Ljubljana: Statistical Office of the Republic of Slovenia. <http://www.stat.si/Klasje/Klasje/Tabela/5531>, accessed 5. 12. 2019.
- SORS (2020a) Si-stat: Enterprises by municipalities, year, measures and number of persons employed. Ljubljana: Statistical Office of the Republic of Slovenia. <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/en/Data/-/14188105.px/table/tableViewLayout2>, accessed 17. 7. 2021.
- SORS (2020b). Si-stat: demographic and work area. Ljubljana: Statistical Office of the Republic of Slovenia. <https://pxweb.stat.si/SiStat>, accessed 12. 5. 2020.
- SORS (2021). Registered road vehicles, Slovenia, 2020. Ljubljana: Statistical office of the Republic of Slovenia. <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/9389>, accessed 12. 5. 2020.
- SPRS (2004). Odlok o strategiji prostorskega razvoja Slovenije. Official Gazette of the Republic of Slovenia No 76/2004.
- SRS 2030 (2017). Strategija razvoja Slovenije 2040 [Development Strategy of Slovenia 2040]. Ljubljana: Government of the Republic of Slovenia. https://www.gov.si/assets/vladne-sluzbe/SVRK/Strategija-razvoja-Slovenije-2030/Strategija_razvoja_Slovenije_2030.pdf, accessed 12. 3. 2018.
- Stern, S. M. (2021) Untransit: remote work and the transformation of zoning. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3800412>
- Tiran, J., Ciglič, R., Hrvatina, M., Gabrovec, M. (2021). Analiza kakovosti storitev in konkurenčnost JPP ter predlogi možnih izboljšav. Ljubljana. https://www.care4climate.si/_files/1446/Analiza-kakovosti-storitev-in-konkurencnosti-JPP-ter-predlogi-moznih-izboljšav_FINAL_v3.pdf, accessed 17. 7. 2021.
- ZPNačrt (2007). Zakon o prostorskim načrtovanju [Spatial Planning Act]. Official Gazette of the Republic of Slovenia No 33 /2007.
- ZUreP-2 (2017). Zakon o urejanju prostora [Spatial Management Act]. Official Gazette of the Republic of Slovenia No 61/2017.

Čok G., Drobne S., Mrak G., Foški M., Zavodnik Lamovšek A. (2021). The impact of the centralisation of workplaces and business entities on spatial development. *Geodetski vestnik*, 65 (4), 533–558.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.533-558>

VPLIV CENTRALIZACIJE DELOVNIH MEST IN POSLOVNIH SUBJEKTOV NA PROSTORSKI RAZVOJ

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 533

1 UVOD

Prostorski razvoj Slovenije je opredeljen v različnih strateških dokumentih (SRS 2030, 2017; SPRS, 2004; Osnutek SPRS 2050, 2020), ki se že desetletja usmerjajo v trajnostni razvoj, predvsem na podlagi krepitve policentričnega urbanega omrežja. Poročili o stanju v prostoru (Ocena stanja, 2001; Poročilo, 2016) pa kljub sprejetim odločitvam izkazujejo nasprotno trende. Krepitev prostorskega razvoja je opazna le na območjih nekaterih urbanih središč (Nared et al., 2016). Najočitnejša je zlasti na območju Ljubljane kot prestolnice in v preostalih dveh nacionalnih središčih mednarodnega pomena (Koper, Maribor; SPRS, 2004).

V ta tri mesta so se umestile številne poslovne, upravne, izobraževalne in druge funkcije, ki vzpodbujajo obsežno dnevno delovno mobilnost iz ožjega in širšega zaledja. Njihove prostorske vplive zaznamo tudi na drugih področjih, kot so: poslovna potovanja, mobilnost šolske mladine in študentov ter mobilnost prebivalstva zaradi potreb po specializiranih storitvah. Evidentna je tudi demografska rast teh mest in naselij, pripadajočih mestnim občinam, in občin v njihovem ožjem zaledju (manj prisotno v okolici Maribora) ob hkratnem praznjenju podeželskega prostora (Nared et al., 2019), splošna motorizacija prebivalstva (več kot 554 avtomobilov na tisoč prebivalcev; SURS, 2021), nezadosten oziroma neučinkovit sistem javnega potniškega prometa (Tiran et al., 2021), nezadostna prometna infrastruktura in posledično neučinkoviti režimi prometne regulacije. Med navedenimi najbolj izstopa dnevna delovna mobilnost, zlasti na območju osrednjeslovenske statistične regije, v katero dnevno prihaja 80.600 delovno aktivnih oseb, iz nje pa jih odhaja le 19.700 (Regije v številkah, 2018). Podatki kažejo, da se trendi, ki jih kažejo predhodne raziskave dnevne delovne mobilnosti v Sloveniji, ne spreminjajo (Bole in Gabrovec, 2012). V letu 2016 (PNZ) izvedena anketa opozarja tudi na relativno nizek odstotek uporabe javnega potniškega prometa, saj ga med anketiranimi v povprečnem delovnem dnevu uporablja le 8 % dnevnih vozačev na delo, 74 % pa jih uporablja osebni avtomobil.

Tako se, kljub izgradnji avtocestnega križa v minulih desetletjih in nenehnemu izboljševanju mestnih prometnih sistemov, še vedno srečujemo s preobremenjenostjo prometne infrastrukture, zlasti na ravni regionalnih središč (MzI, 2018). Ta se zrcali tako v povečanju prometnih tokov kot v suburbanizaciji (Dhval et al., 2021) ter posledičnih negativnih vplivih na zdravje in okolje, kar je tudi posledica razvoja gospodarskih dejavnosti, kar ne sledi usmeritvam trajnostnega prostorskega razvoja (Kušar, 2012, 116).

Med temeljne razloge za takšno stanje spada zlasti dosedanja konfliktnost pri načrtovanju urbanih funkcij in mestnega prometnega sistema (Kožlak in Wach, 2018). Hitrost demografske, poslovne in upravne širitve ter drugi vplivi, kot so naravnogeografske danosti na eni ter znanje in upravljanje na drugi strani, namreč močno vplivajo na hitrost razvoja in distribucijo dejavnosti v prostoru ter načrtovanje njegove

rabe (Gu in Chen, 2017). Tako se kljub uresničevanju načel trajnostnega razvoja (ESDP, 1999) po dveh desetletjih v prostoru še vedno srečujemo z neskladjem med strateškimi usmeritvami, začrtanimi cilji in dejanskim prostorskim razvojem.

Pa vendar je že v prvi polovici dvajsetega stoletja (Burgesov model urbane rabe prostora iz leta 1925) postalo jasno, da je za učinkovitost urbanih sistemov ključnega pomena prav strateško načrtovanje dejavnosti v prostoru (Herala, 2003) in njihova prometna dostopnost. Tudi aktualna načela mobilnosti (Cairns et al., 2008; Litman, 2020) in trajnostnega razvoja poudarjajo pomen celostnega pristopa k uravnovešanju potreb v urbanih okoljih (Horner in Murray, 2003). Ključne preobrazbe je konvencionalni mestni prometni sistem doživel z motorizacijo v začetku 20. stoletja (Clark, 1958), zato morajo biti strategije razvoja usmerjene ne le v spodbujanje prožnejših oblik načrtovanja rabe prostora in razmestitve dejavnosti, temveč tudi v različne oblike trajnostne mobilnosti. Z decentralizacijo delovnih mest in možnostjo dela od doma (Stern, 2021) bo omogočeno zmanjševanje dnevne delovne mobilnosti v mesta ob hkratnem zmanjševanju negativnih vplivov prometa na zdravje ljudi in okolje.

Mestni prometni sistem se namreč še vedno srečuje z izzivi regulacije obstoječega stanja (Furchtlehner in Lička, 2019). Na eni strani smo priča fenomenu izpraznjenih ulic, kar je posledica splošne družbene mobilnosti oziroma sodobne kulture bivanja in dela ter razmaha nakupovalnih središč. Na drugi strani pa smo priča razvoju alternative konvencionalni mestni ulici z javnim programom v obliki novodobne poslovne in nakupovalne ulice, umeščene v nastajajoča urbana težišča mest in drugih naselij (Mehta, 2009). Vzporedno se predvsem v mestnih središčih izvaja proces zmanjševanja in ukinjanja motornega prometa za ponovno približevanje tega prostora širšemu spektru uporabnikov.

Tudi v Sloveniji se pri aktualnem načrtovanju mestnih prometnih sistemov srečujemo z obema nasprotnima procesoma. Na področju prenove historičnih ulic sledimo aktualnim trendom trajnostnega oblikovanja (Pignar, 2015) in dajemo prednost »uličnemu življenju in dogajanju na ulici«, turizmu in trgovini. Pri tem ohranjamo njihov izvorni značaj in izvajamo ukrepe za zmanjševanje motornega prometa. Hkrati želimo zadovoljiti vse večje potrebe po pretočnosti mestnih obvoznic, vpadnic in drugih mestnih cest, ki z naraščajočim (predvsem osebnim) prometom postajajo vse bolj obremenjene. Obremenjenost cest je praviloma največja v jutranjih in popoldanskih konicah (DARS, 2019), ko se ljudje vozijo na delo in z dela ter popoldne tudi v večja nakupovalna središča. Ugotavljamo, da je prav dnevna delovna mobilnost tista, ki poleg tovrstnega prometa generira največ prometa v celotnem mestnem prometnem sistemu (MzI, 2018), pri čemer je odvisna predvsem od razmestitve poslovnih subjektov in delovnih mest v prostoru.

V prispevku bomo zato prikazali analizo stanja, ki po statističnih in drugih podatkih (SURs, 2020a; SURs, 2020b; AJPes, 2019) izkazuje vse večjo centralizacijo delovnih mest in poslovnih subjektov v večjih zaposlitvenih središčih, kar povzroča tudi naraščanje dnevne delovne mobilnosti. Odgovorili bomo na naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Kakšna je prostorska razporeditev delovnih mest v Sloveniji, kakšen je trend njihovega spreminjanja in ali njihova razporeditev sledi konceptu policentričnega urbanega omrežja (SPRS, 2004)?
2. Kakšna je prostorska razporeditev poslovnih subjektov v Sloveniji in ali obstaja korelacija med številom delovnih mest in številom poslovnih subjektov?
3. Kakšen je obseg in razporeditev poslovnih subjektov v prostoru glede na sektor dejavnosti in lokacijo, s poudarkom na osrednjeslovenski statistični regiji in Mestni občini Ljubljana (v nadaljevanju MOL)?

Čeprav je neposreden vpliv prikazanega stanja najprej viden na obremenjenosti prometne infrastrukture, pa je težava bistveno kompleksnejša in jo je treba obravnavati širše, na kar bomo opozorili v zaključku ter predlagali nekatere možne sistemske rešitve za decentralizacijo delovnih mest in poslovnih subjektov.

2 METODE DELA IN PODATKI

Raziskava je bila izvedena na podlagi javno dostopnih (SURs, 2020a; SURs, 2020b) in drugih zbirk javnih podatkov (AJPes, 2019), ki smo jih obdelali s programskim orodjem (ArcGIS). Metodološko smo sledili zastavljenim vprašanjem in v prvem koraku izvedli analizo števila delovnih mest po občinah RS v obdobju 2007–2019 (SURs, 2020b). Najprej smo prikazali število delovnih mest po občinah RS za leto 2019 (SURs, zadnji razpoložljivi podatki), nato pa dodali trend spreminjanja števila delovnih mest v občini za celotno obdobje 2007–2019 oziroma za obdobje, odkar je posamezna občina nastala. Trend smo razvrstili v šest (6) razredov po Jenksovi metodi (metoda poišče mesta največje zgotovitve podatkov), ki jih lahko opredelimo kot: močna rast, rast, šibka rast, šibek padec, padec, močan padec. Dodatno smo glede na število delovnih mest v občini za leto 2019 izračunali razliko relativnega števila delovnih mest v občini glede na Slovenijo (izraženo v odstotnih točkah) v letih 2007–2019 za občine z najmanj 1 % delovnih mest leta 2019. Na podlagi dobljenih rezultatov in primerjave z drugimi relevantnimi študijami v Sloveniji (npr. Pogačnik et al., 2011; Nared et al., 2016; Poročilo, 2016), smo ocenili, ali njihova razporeditev sledi konceptu sprejetega policentričnega urbanega omrežja (SPRS, 2004).

V drugem koraku smo preverili obseg in razporeditev poslovnih subjektov po prostoru na podlagi podatkovne baze vseh registriranih poslovnih subjektov v Sloveniji za leto 2019 (AJPes, 2019), ki vključuje tudi lokacijo registracije vsakega poslovnega subjekta. Tudi za poslovne subjekte smo preverili, v katerih občinah njihovo število predstavlja vsaj 1 % glede na skupno število poslovnih subjektov v Sloveniji.

Rezultate obeh korakov smo med seboj primerjali opisno in s Pearsonovim koeficientom korelacije med številom delovnih mest in številom poslovnih subjektov v vseh mestnih občinah in vseh občinah, ki imajo vsaj 1 % delovnih mest oziroma vsaj 1 % poslovnih subjektov glede na skupno število delovnih mest oziroma poslovnih subjektov v Sloveniji. Prav tako smo izračunali število delovnih mest in poslovnih subjektov na tisoč prebivalcev. Pomembna je tudi velikost poslovnih subjektov, ki jih delimo na mikro (0–9 zaposlenih), majhna (10–49 zaposlenih), srednja (50–249 zaposlenih) in velika (nad 250 zaposlenih) podjetja (SURs, 2020a).

Pri tem velja opozoriti na pomanjkljivost uporabljene podatkovne baze (AJPes, 2019), saj postopek registracije omogoča, da poslovni subjekti dejavnost prijavijo na enem naslovu, izvajajo pa jo na drugem. Podobno je s prijavo zaposlenih, saj večji gospodarski subjekti vse zaposlene prijavijo na enem naslovu, čeprav dejansko delajo v poslovalnicah, ki so lahko razporejene po celotni državi. Rezultati analize zato ne odražajo v celoti dejanskega stanja, na kar je opozoril že Čok s sodelavci (2020), pri čemer je celo predpostavljala, da ne gre zgolj za zanemarljiv delež neskladnih lokacij.

Poleg tega podatkovna baza APJES ne vsebuje dovolj kakovostnih podatkov o velikosti poslovnih subjektov niti o številu zaposlenih, zato smo te podatke pridobili s spletne strani SURs (2020a). Pri tem velja opozoriti, da med obema podatkovnima bazama obstajajo tudi razlike, za katere pa ocenjujemo, da ne vplivajo bistveno na dobljene rezultate. Kljub ugotovljenim pomanjkljivostim, predvsem podatkovne

baze AJPES, pa ugotavljamo, da je kombinacija obeh podatkovnih zbirk dovolj primerna za potrebe raziskovalnega dela.

V tretjem koraku smo izvedli še podrobnejšo analizo poslovnih subjektov v osrednjeslovenski statistični regiji ter jih razporedili glede na: (a) lokacijo v MOL, primestnih občinah (sem smo uvrstili vse občine, ki neposredno mejijo na MOL) in ostalih občinah v osrednjeslovenski statistični regiji ter (b) sektor dejavnosti.

V ta namen smo glede na razpoložljive podatke o dejavnosti iz standardne klasifikacije dejavnosti (SKD, 2010) vse registrirane poslovne subjekte združili po sektorjih dejavnosti na podlagi lastne razporeditve (Čok et al., 2020):

- primarni sektor (kmetijstvo, lov, gozdarstvo, ribištvo, rudarstvo, nafta in plin),
- sekundarni sektor (proizvodnja – predelava in gradbeništvo),
- terciarni sektor (vse storitve, ki niso splošnega pomena, tudi informacijsko-komunikacijske tehnologije, promet, trgovina, turizem) in
- kvartarni sektor (storitve splošnega pomena (ESPON SeGI, 2013): javna uprava, zdravstvo, sodstvo, kultura, izobraževanje, znanost, socialno skrbstvo).

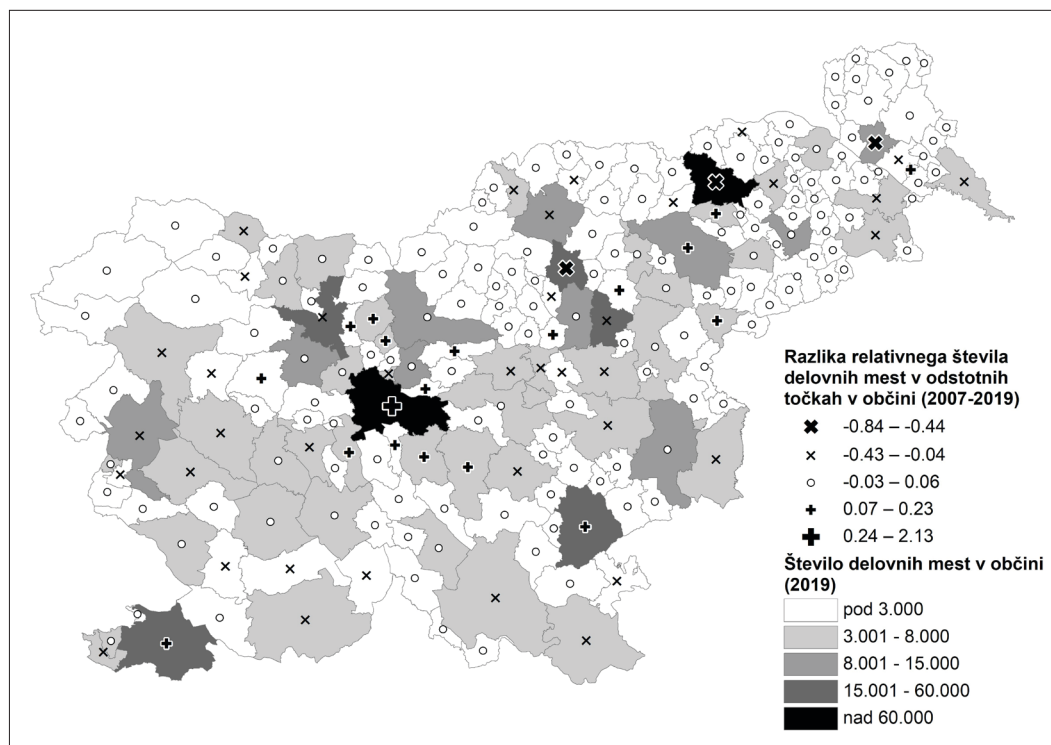
V sklepu na podlagi ugotovljenega stanja podajamo nekaj usmeritev za bolj trajnosten prostorski razvoj, ki izhajajo tudi iz: (1) potreb starajoče se družbe (Črnič Mali in Marot, 2019), (2) vse večje digitalizacije družbe, kar ob ustrezni organizaciji omogoča decentralizacijo delovnih mest tudi v javnem sektorju, in (3) iz prostorskih možnosti bivalnega okolja, ki že sedaj omogočajo organizacijo številnih delovnih mest v obliki dela na domu ali od doma (Čok in Furman Oman, 2019).

3 REZULTATI

3.1 Obseg in trend spreminjanja delovnih mest v Sloveniji v obdobju 2007–2019

Spreminjanje števila delovnih mest smo spremljali v obdobju med letom 2007, ki predstavlja izhodiščno stanje pred začetkom gospodarske krize, in letom 2013, ko je bila gospodarska kriza najbolj izrazita, ter med letoma 2013 in 2019, ko se je gospodarsko stanje v državi stalno izboljševalo. Trend upadanja in/ali rasti je prikazan ločeno za obe obdobji in sintezno za obdobje 2007–2019. Slika 1 prikazuje število delovnih mest po občinah Slovenije leta 2019 in razliko relativnega števila delovnih mest v odstotnih točkah v občini glede na Slovenijo v letih 2007–2019. Z vidika urbanega omrežja so še posebej zanimive občine, ki imajo vsaj 1 % vseh delovnih mest v Sloveniji. Takšnih je le 14 (preglednica 1).

V obdobju 2007–2019 se je koncentracija delovnih mest v Sloveniji najbolj povečala v Mestni občini Ljubljana (MOL), in sicer za 2,13 odstotne točke. Povečala se je tudi v Mestni občini Novo mesto, vendar le za 0,23 odstotne točke. Na drugi strani se je koncentracija delovnih mest najbolj zmanjšala v Mestni občini Maribor, za 0,84, v Mestni občini Velenje, za 0,59, in v Mestni občini Murska Sobota, za 0,44 odstotne točke. Zanimivo je, da se trend povečanja koncentracije delovnih mest ne pojavlja niti v vseh mestnih občinah v Sloveniji niti v vseh središčih nacionalnega pomena in regionalnega pomena glede na SPSR (2004). Kor ugotavljamo, se koncentracija delovnih mest v večini središč nacionalnega pomena pravzaprav zmanjšuje.



Slika 1: Število delovnih mest v občini leta 2019 in razlika relativnega števila delovnih mest v odstotnih točkah v občini glede na Slovenijo v letih 2007–2019 (vir podatkov: SURS, 2020a; lastni prikaz).

Rezultati analize prav tako kažejo (preglednica 1), da se je število delovnih mest na vrhu finančne krize, v letu 2013, v vseh navedenih občinah znižalo, toda najmanj v MOL. V primerjavi z analizo delovnih mest, ki jo je Bole (2011) izdelal za obdobje 2000–2009, je število delovnih mest (760.131) v letu 2013 padlo skoraj na enako raven števila delovnih mest (756.426) v letu 2000.

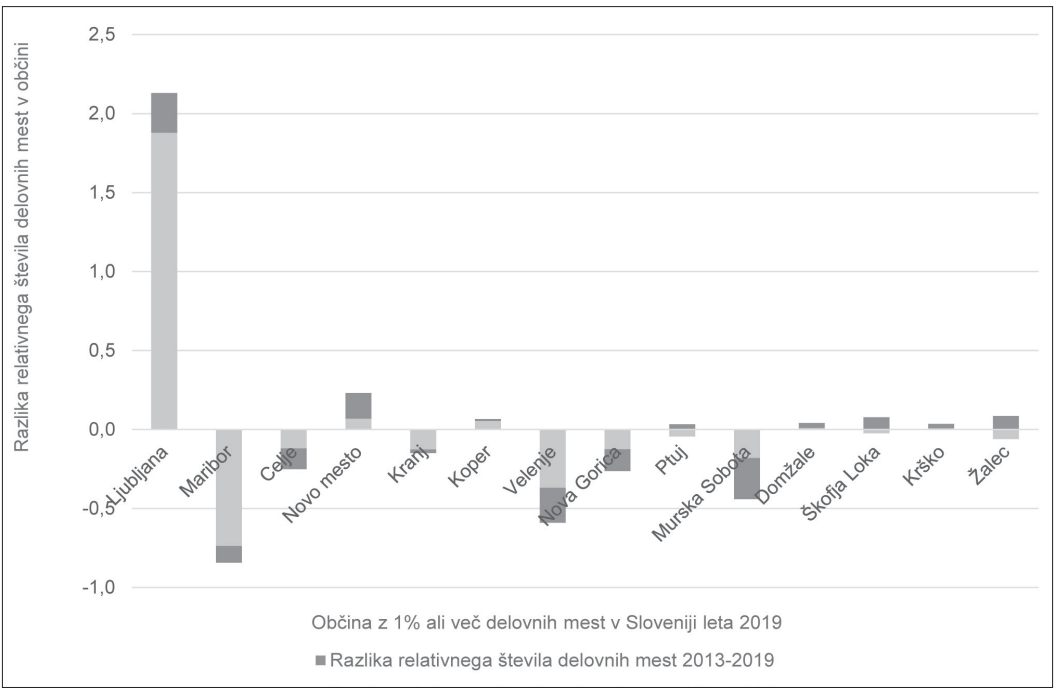
Primerjava relativnega števila delovnih mest v občini glede na skupno število vseh delovnih mest v Sloveniji pa izkaže koncentracijo delovnih mest predvsem v MOL in Mestni občini Maribor. V MOL je bilo v letu 2019 več kot 26,5 % vseh delovnih mest v Sloveniji, v Mestni občini Maribor pa 7,1 %. V obeh občinah je bilo torej skupaj več kot tretjina delovnih mest v Sloveniji. Razlika relativnega števila delovnih mest v letih 2007–2013 je bila za večino obravnavanih občin negativna (koncentracija delovnih mest se je zmanjšala), pozitivna je bila v MOL, kjer se je koncentracija delovnih mest povečala kar za 1,9 odstotne točke, v mestnih občinah Novo mesto in Koper ter v občinah Domžale in Krško. V letih 2013–2019 se je trend povečevanja koncentracije delovnih mest spet najbolj povečal v MOL (za 0,25 odstotne točke), najbolj pa se je zmanjšal v Mestni občini Murska Sobota (za 0,26 odstotne točke).

Največja koncentracija delovnih mest se je v MOL zgodila med finančno krizo (2007–2013) in precej manj kasneje (2013–2019). Nasprotno se v Mestni občini Novo mesto delovna mesta koncentrirajo predvsem po krizi (2013–2019). Na drugi strani se je koncentracija delovnih mest v mestnih občinah Maribor, Velenje in Kranj zmanjšala predvsem med krizo (2007–2013), medtem ko se je koncentracija

delovnih mest v mestnih občinah Murska Sobota, Nova Gorica in Celje enakomerno zmanjševala v celotnem obravnavanem obdobju (2007–2019) (preglednica 1, slika 2).

Preglednica 1: Število delovnih mest in razlika relativnega števila delovnih mest v odstotnih točkah v letih 2007, 2013 in 2019 po občinah Slovenije z najmanj 1 % delovnih mest leta 2019 (vir podatkov: SURS, 2020; lasten izračun).

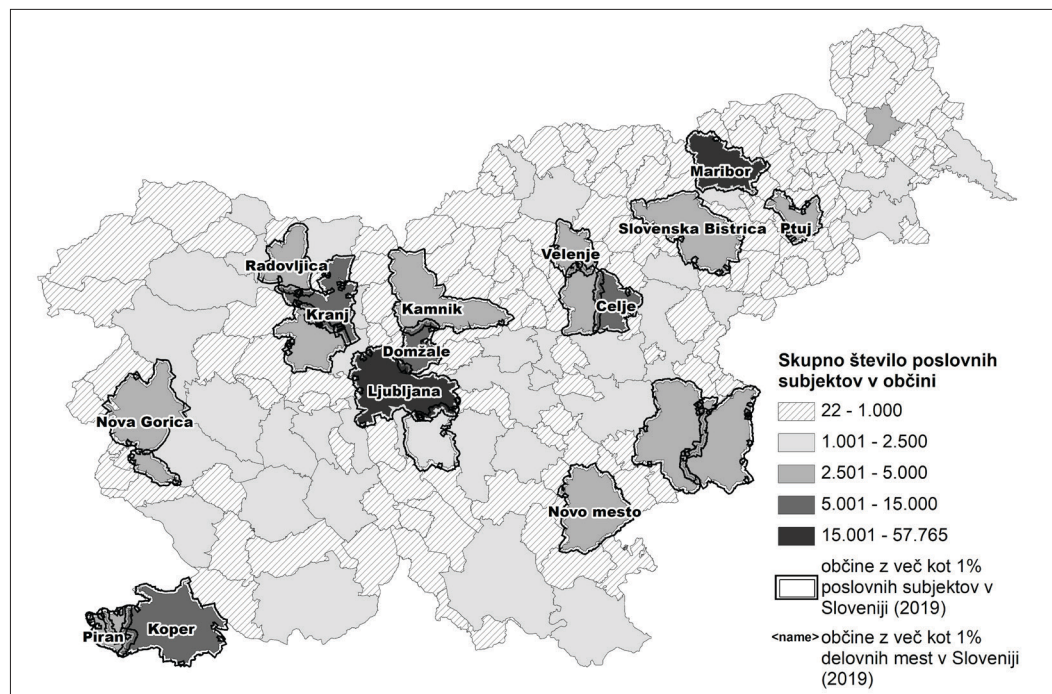
Država/mestna občina- MO/občina*	Število delovnih mest 2007	Število delovnih mest 2013	Število delovnih mest 2019	Delež (%) delovnih mest 2019	Razlika delovnih mest 2007–2013	Razlika delovnih mest 2013–2019	Razlika delovnih mest 2007–2019
Slovenija	819.376	760.131	874.592	100	0	0	0
MO Ljubljana	199.966	199.785	232.065	26,53	1,88	0,25	2,13
MO Maribor	64.723	54.438	61.708	7,06	–0,74	–0,11	–0,84
MO Celje	30.325	27.224	30.165	3,45	–0,12	–0,13	–0,25
MO Novo mesto	22.215	21.136	25.734	2,94	0,07	0,16	0,23
MO Kranj	24.949	22.178	25.318	2,89	–0,13	–0,02	–0,15
MO Koper	23.101	21.841	25.233	2,89	0,05	0,01	0,07
MO Velenje	20.076	15.820	16.270	1,86	–0,37	–0,22	–0,59
MO Nova Gorica	15.991	13.884	14.768	1,69	–0,13	–0,14	–0,26
MO Ptuj	12.371	11.135	13.104	1,50	–0,04	0,03	–0,01
MO Murska Sobota	15.184	12.708	12.349	1,41	–0,18	–0,26	–0,44
Domžale	10.774	10.072	11.857	1,36	0,01	0,03	0,04
Škofja Loka	8.900	8.072	9.966	1,14	–0,02	0,08	0,05
Krško	8.860	8.280	9.769	1,12	0,01	0,03	0,04
Žalec	8.124	7.076	8.892	1,02	–0,06	0,09	0,03



Slika 2: Razlika relativnega števila delovnih mest v odstotnih točkah v letih 2007–2013 in 2013–2019 v občinah z več kot 1 % delovnih mest v Sloveniji leta 2019 (vir podatkov: SURS, 2020; lasten izračun in prikaz).

Na podlagi prikazanih rezultatov (slika 1) ugotavljamo, da so se v Sloveniji delovna mesta v obravnavanem obdobju občutno zgoščevala predvsem na območju MOL in v primestnih občinah (Dol pri Ljubljani, Ivančna Gorica, Grosuplje, Škofljica, Ig, Brezovica), v precej manjšem deležu pa še v nekaterih občinah ob avtocestnem križu (na primer Lukovica, Slovenske Konjice), ki krepi privlačnost za umeščanje novih poslovnih subjektov in s tem zgoščanje delovnih mest ter hitrejše dnevno potovanje delavcev med večjimi zaposlitvenimi središči (glej tudi Bole, 2011). Zgoščevanje delovnih mest je tudi v občinah Cerklje na Gorenjskem, Komenda in Šenčur, iz česar lahko sklepamo na posledično slabitev Kranja. S tem smo dodatno potrdili ugotovitve poročil o stanju v prostoru (Ocena stanja, 2001; Poročilo, 2016) in predhodno izdelanih študij (npr. Nared et al., 2016) o vse močnejši centralizaciji MOL, ki sama zagotavlja več kot četrtno vseh delovnih mest v Sloveniji. Vsa ostala urbana središča močno zaostajajo za njo. Na drugem mestu je mestna občina Maribor s komaj nekaj več kot 7 % vseh delovnih mest v Sloveniji. Ugotovimo lahko, da se stanje v prostoru močno razhaja z načeli trajnostnega prostorskega razvoja, ki se že desetletja vključujejo v tako rekoč vse relevantne (prostorske) razvojne dokumente na državni ravni.

3.2 Obseg in razporeditev poslovnih subjektov v prostoru

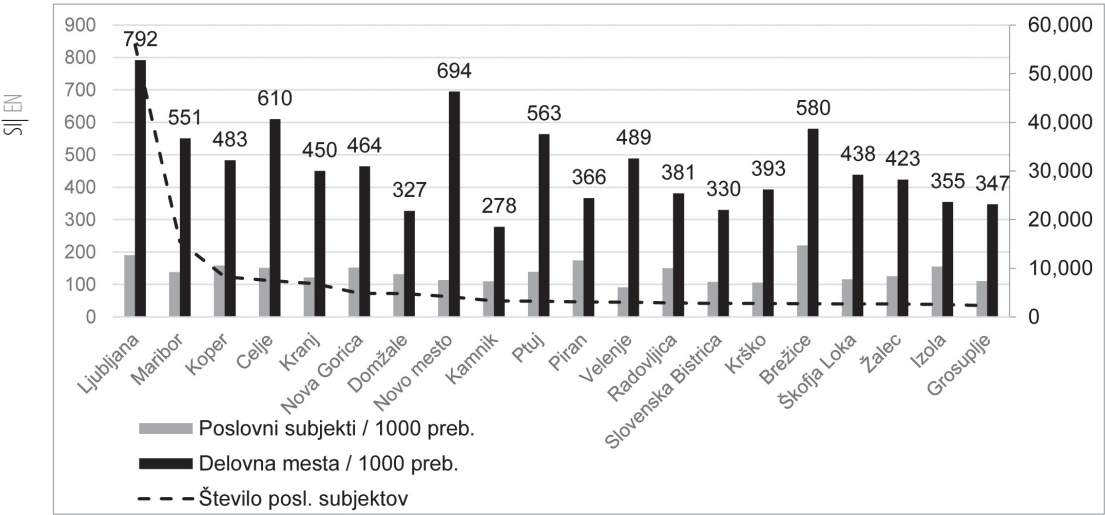


Slika 3: Število poslovnih subjektov v občini; izpostavljenih je 20 občin z več kot 1 % poslovnih subjektov in 14 občin z več kot 1 % delovnih mest v Sloveniji (vir podatkov: AJPES, 2019; lasten izračun in prikaz).

Podobno kot rezultati analize razporeditve delovnih mest tudi analiza razporeditve poslovnih subjektov v prostoru (slika 3) jasno kaže na centralizacijo na območjih večjih zaposlitvenih središč (slika 4), zlasti v MOL, kjer prav tako kot število delovnih mest prevladuje število poslovnih subjektov (44.249) in

predstavlja 21,8 % vseh poslovnih subjektov v Sloveniji. Sledijo občine Maribor s 6,0 %, Koper s 3,2 %, Celje z 2,9 % in Kranj z 2,7 % vseh poslovnih subjektov. Vsa ostala večja zaposlitvena središča pa imajo med 1,0 % in 2,0 % vseh poslovnih subjektov v Sloveniji (Nova Gorica in Domžale 1,9 %, Novo mesto 1,6 %, Kamnik in Ptuj 1,3 %, Piran in Velenje 1,2 %, Radovljica, Slovenska Bistrica, Krško, Murska Sobota in Brežice 1,1 % ter Škofja Loka, Žalec in Izola 1,0 % poslovnih subjektov). Teh središč je 20, v primerjavi s 14 središči z več kot 1 % delovnih mest. Med pomembnejšimi (tudi mestnimi) občinami ima Slovenj Gradec najmanj poslovnih subjektov (0,8 %). Še manjši delež poslovnih subjektov imajo občine, katerih urbana središča imajo pomembno vlogo kot del somestij v predlaganem omrežju urbanih središč Slovenije (Ravne na Koroškem, Dravograd, Šempeter, Vrtojba, Brežice idr.; Model SPRS 2050, 2018).

Tako smo ne glede na trend rasti oziroma upada delovnih mest za leto 2019 evidentirali največjo koncentracijo poslovnih subjektov na območjih MOL in Mestne občine Maribor, sledijo jima mestne občine Koper, Kranj in Celje, medtem ko v ostalih občinah s središčem nacionalnega pomena (SPRS, 2004) število poslovnih subjektov ne presega 5.000 (na primer v mestnih občinah Novo mesto in Nova Gorica). Podatki tudi kažejo, da ima kar 155 občin (73 % od 212 v Sloveniji) manj kot tisoč poslovnih subjektov.



Slika 4: Primerjava med številom poslovnih subjektov in delovnih mest na tisoč prebivalcev ter skupnim številom poslovnih subjektov (črtkano) v občinah z najmanj 1 % poslovnih subjektov glede na skupno število poslovnih subjektov v Sloveniji (AJ PES, 2019; SURS, 2020; lasten izračun in prikaz).

Podatki tudi kažejo na močno korelacijo med številom delovnih mest in številom poslovnih subjektov tako v navedenih občinah (Pearsonov koeficient $R = 0,99$, kar kaže na zelo močno odvisnost med tema dvema spremenljivkama) kot na splošno v vseh občinah v Sloveniji ($R = 0,98$). Kljub temu pa ti podatki ne povedo veliko o velikosti podjetij, saj lahko manjše število večjih poslovnih subjektov zagotavlja več delovnih mest in nasprotno, večje število manjših poslovnih subjektov zagotavlja manjše število delovnih mest. Po podatkih SURS (2020b) za leto 2019 je v vseh slovenskih občinah nad 90 % mikro podjetij (0–9 zaposlenih), sledijo majhna (10–49 zaposlenih), srednja (50–249 zaposlenih) in velika podjetja (nad 250 zaposlenih). Slednjih je ponovno največ v MOL, 145 (0,33 %) od 44.249 poslovnih subjektov, medtem ko je delež velikih podjetij v državi le 0,18 %. Drugi večji zaposlovalci so še v občinah Velenje

z 0,42 %, Novo mesto z 0,31 %, Murska Sobota z 0,27 %, Celje z 0,26 %, Maribor z 0,25 % in Krško ter Slovenska Bistrica z 0,24 % velikih podjetij od vseh podjetij v občini. Ker rezultati potrjujejo, da število delovnih mest in število poslovnih subjektov v občinah nista za vse občine premosorazmerna, smo izračunali še število poslovnih subjektov na tisoč prebivalcev v slovenskih občinah (slika 4). Tudi ta analiza je pokazala, da so občine z najmanj 1 % od vseh poslovnih subjektov v državi tudi občine z največ velikimi podjetji.

3.3 Rezultati podrobnejše analize razporeditve poslovnih subjektov v osrednjeslovenski statistični regiji

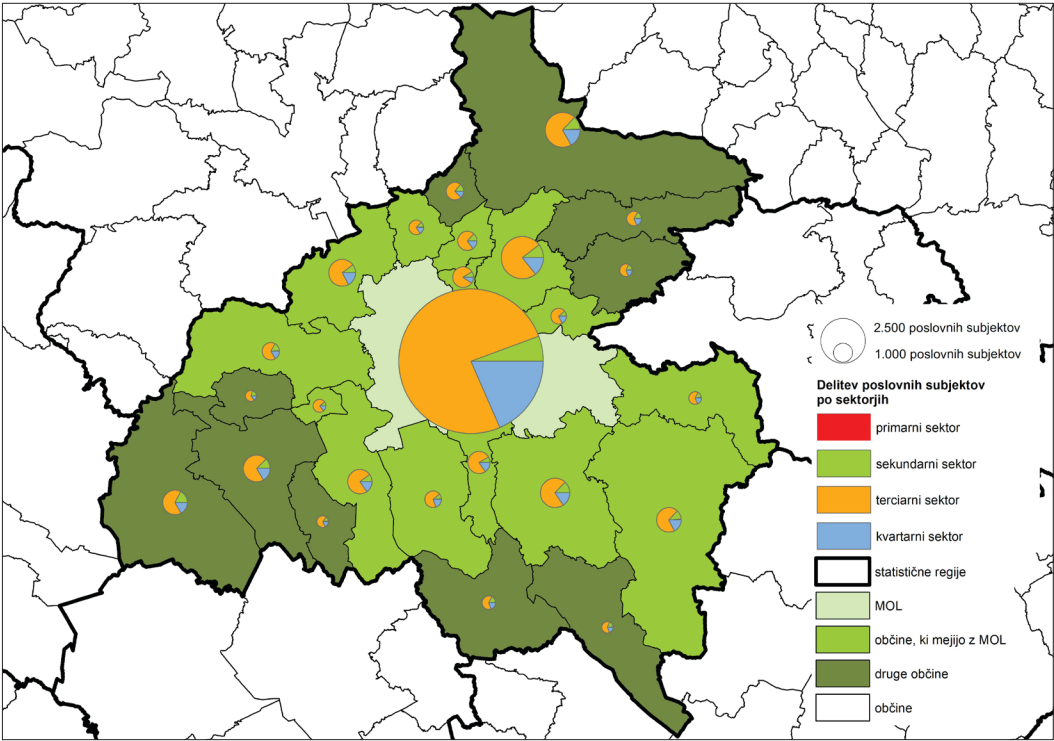
V Sloveniji med vsemi regijami najbolj izstopa osrednjeslovenska statistična regija. V njej je 85.359 oziroma 33,2 % vseh poslovnih subjektov v državi (AJPES, 2019), ki skupaj zagotavljajo 293.647 delovnih mest in zaposlujejo 35,8 % delovno aktivnega prebivalstva (SURS, 2020a). Največji delež predstavljajo poslovni subjekti terciarnega sektorja (74,2 %), sledijo poslovni subjekti kvartarnega (17,6 %) in sekundarnega (7,8 %) sektorja, v primarnem sektorju pa jih je zgolj 0,4 % (preglednica 2). Po dejavnosti tako močno prevladujeta terciarni in kvartarni sektor z deležem kar 91,8 % vseh poslovnih subjektov v osrednjeslovenski statistični regiji.

Preglednica 2: Število in delež poslovnih subjektov po sektorjih dejavnosti na območju osrednjeslovenske statistične regije in v primerjavi s celotno Slovenijo.

Sektor dejavnosti	Slovenija		Osrednjeslovenska statistična regija		
	št. poslovnih subjektov	delež (%)	št. poslovnih subjektov	delež (%)	delež dejavnosti v posameznem sektorju glede na celotno Slovenijo (%)
A – primarne	2732	1,1	363	0,4	13,2
B – sekundarne	26.611	10,4	6671	7,8	25,0
C – terciarne	180.465	70,2	63.374	74,2	35,1
D – kvartarne	47.224	18,4	14.951	17,6	31,6
Skupaj	257.032	100,0	85.359	100,0	33,2

Podatki kažejo močno koncentracijo poslovnih subjektov v osrednjeslovenski statistični regiji tudi po sektorjih dejavnosti. V primerjavi s podatki za celo Slovenijo (preglednica 2) osrednjeslovenska statistična regija v primarnem sektorju zaostaja, saj je tovrstnih dejavnosti v občini le 0,4 % (v Sloveniji 1,1 %). V sekundarnem sektorju je 25,0 % vseh poslovnih subjektov v Sloveniji. Deleža poslovnih subjektov v terciarnem (35,1 %) in kvartarnem (31,6 %) sektorju pa kažeta močno naravnanoost v storitvene dejavnosti, kot so IKT, promet in trgovina ter storitvene dejavnosti splošnega pomena (ESPON SeGI, 2013). Z dodatno analizo smo ugotavljali še podrobnejšo razporeditev poslovnih subjektov v regiji (slika 5) in preverili, ali je koncentracija poslovnih subjektov res največja v MOL.

Podrobnejša členitev prostorske razporeditve poslovnih subjektov na območju osrednjeslovenske statistične regije ponazarja občutno koncentracijo v MOL. Ta zgostitev se glede na lego občine v statistični regiji hitro zmanjšuje (preglednica 3) proti njenemu robu. Na območju MOL je prisotnih 65,8 % vseh poslovnih subjektov v regiji, v primestnih občinah (občine, ki neposredno mejijo na MOL) je ta delež že občutno nižji (21 %), v vseh ostalih občinah regije pa je zgolj 12,9 % poslovnih subjektov v regiji.



Slika 5: Razporeditev poslovnih subjektov v osrednjeslovenski statistični regiji v MOL, primestnih občinah (občine, ki neposredno mejijo na MOL) in vseh ostalih občinah v regiji.

Preglednica 3: Razporeditev poslovnih subjektov po občinah na območju osrednjeslovenske statistične regije.

Osrednjeslovenska statistična regija	Število poslovnih subjektov	Delež poslovnih subjektov (%)
MOL	55.920	65,5
Primestne občine	18.441	21,6
Ostale občine v regiji	10.998	12,9
Skupaj	85.359	100,0

Tudi podatki o razporeditvi poslovnih subjektov potrjujejo centralizacijo osrednjega dela Slovenije. Tako smo priča izoblikovanju poslovne in upravne centralizacije v MOL (21,8 % vseh poslovnih subjektov v Sloveniji), ki ji z velikim zaostankom sledi Mestna občina Maribor (6,0 %). Vse ostale občine, ki so sicer razmeroma velika zaposlitvena središča (občine) v svojih statističnih regijah, pa zaostajajo še bolj. Ta proces razumljivo spremljajo tudi dnevne migracije z vsemi vplivi na okolje, saj največja zaposlitvena središča (občine) ponujajo več delovnih mest od števila delovno aktivnega prebivalstva v občini (prim. Bole, 2008, 56–57).

4 SKLEP

Študij literature (Bole, 2011; Bole in Gabrovec, 2012) ter analiza razmestitve delovnih mest in poslovnih subjektov v Sloveniji sta pokazala, da se s težavo centralizacije srečujemo že dlje. V raziskavi smo za obdobje 2007–2019 ugotovili trend naraščanja delovnih mest še posebej v MOL (za 2,13 odstotne

točke), nekoliko manj pa tudi v Mestni občini Novo mesto (za 0,23 odstotne točke) in Mestni občini Koper (za 0,07 odstotne točke) in nasprotno upadanje koncentracije delovnih mest v ostalih mestnih občinah ter državnih in regionalnih središčih.

Tudi na področju razporeditve poslovnih subjektov smo za leto 2019 največjo koncentracijo evidentirali na območjih MOL in Mestne občine Maribor, sledijo jima mestne občine Koper, Kranj in Celje. Med statističnimi regijami najbolj izstopa osrednjeslovenska, saj je v njej kar 33,2 % vseh poslovnih subjektov (preglednica 3), ki skupaj zaposlujejo več kot tretjino vsega delovno aktivnega prebivalstva v Sloveniji. Po dejavnostih prevladujeta terciarni in kvartarni sektor z deležem kar 91,8 % poslovnih subjektov v MOL in 88,6 % v Sloveniji. Hkrati je treba opozoriti na pomanjkljivosti dostopnih podatkov (AJPES in SURS), iz katerih ne moremo natančno razbrati, koliko oseb je v teh dejavnostih dejansko zaposlenih. Dodatno pa bo treba lokacijo poslovnih subjektov in delovnih mest povezati z lokacijo bivanja, dnevno delovno mobilnostjo ter selitvenimi gibanji prebivalstva. Tako bosta obravnavna problematika in njen vpliv na prostorski razvoj pojasnjena celovitejše.

Sklepamo lahko, da so v obdobju tranzicije prav MOL in primestne občine izkoristile svoje primerjalne prednosti (pred in med krizo ter po njej) na področju geostrateške in prometne lege, prisotnosti večine državnih institucij, načrtnega vlaganja sredstev v razvoj poslovnih con in stanovanjsko gradnjo ipd., kar v splošnem dviguje interes za poslovanje, izobraževanje in bivanje v tem okolju. Stanje v prostoru (Ocena stanja, 2001; Poročilo, 2016) vsekakor kaže na koncentracijo delovnih mest in poslovnih subjektov le v nekaterih urbanih središčih ter na odklon od strateških usmeritev policentričnega in uravnoveženega prostorskega razvoja, ki teži h krepitvi vseh središč nacionalnega in regionalnega pomena (SPRS, 2004). Tovrstno stanje je lahko tudi posledica izvajanja veljavne prostorske zakonodaje (ZPNačrt, 2007 in ZUreP-2, 2017) in premajhnega nadzora nad posameznimi prostorskimi procesi. Ob slabem oziroma nezadostnem javnem potniškem prometu in usmerjenosti prebivalstva v zagotavljanje mobilnosti z osebnim avtomobilom se povečuje obremenitev prometnega sistema (negativni vplivi na okolje in zdravje), vključno s povezanim sistemom vozlišč in ulic v mestih. Reševanje tovrstne problematike je pogosto usmerjeno v reševanje prometne problematike s parcialnimi *ad hoc* projekti, ne pa s sistemskim pristopom usklajenega umeščanja dejavnosti v prostoru, ki bi omogočil uspešnejše, prostorsko primernejše in dolgoročno cenejše rešitve.

Naj navedemo le tri ključne predloge sistemskih ukrepov, ki lahko pomembno vplivajo na prihodnji prostorski razvoj. Tako je treba:

- izkoristiti obstoječa, komunalno že opremljena območja poslovnih dejavnosti (Kušar, 2012), sicer pa razvoj usmeriti v decentralizacijo delovnih mest (in poslovnih subjektov) iz mestnih središč na podeželska območja. Tako lahko rešimo težavo dostopnosti do storitev splošnega pomena in storitev dnevne oskrbe za potrebe starajočega se prebivalstva na podeželju (Črnič Mali in Marot, 2019), ob hkratnem razbremenjevanju prometnega sistema na račun zmanjševanja dnevne delovne mobilnosti v večja urbana središča, še posebej Ljubljano;
- izkoristiti prednosti digitalizacije družbe, kar ob ustrezni organizaciji omogoča decentralizacijo delovnih mest tudi v javnem sektorju, in
- omogočiti organizacijo primernih delovnih mest v obliki dela na domu ali od doma (Čok in Furman Oman, 2019), saj prostorske možnosti to omogočajo že sedaj, kot se je pokazalo tudi v sedanjem

kriznem obdobju zaradi koronavirusa. Nastali položaj terja tudi razmislek o prostorskem razvoju na področjih, kot so dostopnost stanovanj, učinkovitost medlokalne konkurence in poseben položaj mest kot aglomeracijskih gospodarstev (Stern, 2021).

Za implementacijo predlaganih ukrepov ima Slovenija že sedaj na voljo ustrezne instrumente v obstoječih strateških razvojnih dokumentih (SPRS, 2004; SRS 2030, 2016 idr.) in prostorski zakonodaji (ZPNačrt, 2007 in ZUreP-2, 2017) oziroma z mehanizmi prostorskih planskih in izvedbenih aktov. Na podlagi navedenega lahko torej ugotovimo, da v Sloveniji, kljub načelom trajnostnega razvoja in sprejete usmeritve policentričnega prostorskega razvoja, še vedno opažamo očitno centralizacijo predvsem na območju MOL, kar izpostavlja dve temeljni vprašanji: ali smo sploh sposobni regulirati aktualne prostorsko-razvojne trende in ali si skladen prostorski razvoj sploh želimo?

Zahvala

Avtorji prispevka se zahvaljujejo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za delno sofinanciranje študije iz državnega proračuna v okviru raziskovalnega programa Geoinformacijska infrastruktura in trajnostni prostorski razvoj Slovenije (P2-0227).

Viri in literatura

Glej stran 545.



Čok G., Drobne S., Mrak G., Foški M., Zavodnik Lamovšek A. (2021). Vpliv centralizacije delovnih mest in poslovnih subjektov na prostorski razvoj. The impact of the centralisation of workplaces and business entities on spatial development. Geodetski vestnik, 65 (4), 533-558.

DOL: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.533-558>

doc. dr. Gregor Čok, univ. dipl. arh.

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

viš. pred. dr. Mojca Foški, univ. dipl. inž. geod.

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

doc. dr. Samo Drobne, univ. dipl. inž. geod.

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

doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek, univ. dipl. arh.

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

asist. dr. Gašper Mrak, univ. dipl. arh.

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

ZAZNAVANJE STAVB Z UPORABO NEVRONSKIH MREŽ, UČENIH S PRENOSOM ZNANJA

BUILDING DETECTION WITH CONVOLUTIONAL NETWORKS TRAINED WITH TRANSFER LEARNING

Simon Šanca, Kristof Oštir, Alen Mangafić

UDK: 681.511.4:004.8
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01
Prispelo: 3. 8. 2021
Sprejeto: 3. 11. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.559-593
SCIENTIFIC ARTICLE
Received: 3. 8. 2021
Accepted: 3. 11. 2021

IZVLEČEK

Rezultati klasifikacije stavb na ortofotu se uporabljajo kot vir za vzdrževanje katastra stavb. V zadnjih letih se za klasifikacijo stavb v svetu vse bolj uveljavljajo metode globokega učenja z uporabo konvolucijskih nevronske mreže. V raziskavi predstavimo primer samodejne klasifikacije stavb z uporabo lastnih podatkovnih zbirk, izdelanih iz barvnih bližnje infrardečih ortofotov (BIR-R-G) in barvnih ortofotov (R-G-B). Preizkusili smo detekcijo stavb z uporabo predučeni uteži podatkovnih zbirk Microsoft Common Objects in Context (MS COCO) in ImageNet. Za detekcijo stavb smo uporabili Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN). Namen raziskave je preizkusiti uporabniško vrednost globokega učenja za detekcijo stavb z uporabo predučeni uteži na podatkih drugega barvnega prostora s ciljem izgradnje klasifikacijskega modela brez ponovnega učenja.

ABSTRACT

Building footprint detection based on orthophotos can be used to update the building cadastre. In recent years deep learning methods using convolutional neural networks have been increasingly used around the world. We present an example of automatic building classification using our datasets made of colour near-infrared orthophotos (NIR-R-G) and colour orthophotos (R-G-B). Building detection using pretrained weights from two large scale datasets Microsoft Common Objects in Context (MS COCO) and ImageNet was performed and tested. We applied the Mask Region Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) to detect the building footprints. The purpose of our research is to identify the applicability of pre-trained neural networks on the data of another colour space to build a classification model without re-learning.

KLJUČNE BESEDE

globoko učenje, konvolucijske nevronske mreže, klasifikacija stavb, Mask R-CNN, detekcija objektov, segmentacija objektov, samodejna klasifikacija

KEY WORDS

deep learning, convolutional neural networks, classification of buildings, Mask R-CNN, object detection, object segmentation, automatic classification

1 INTRODUCTION

Image classification aims to recognise and name geographical objects and phenomena on the Earth's surface (Veljanovski et al., 2011). Classification extracts the essential classes (objects) of interest from an image, e.g., roads, forests, crops, water areas, ships, aircraft or buildings. Automatic recognition and classification of buildings from aerial or high-resolution satellite imagery is an important research topic in photogrammetry and remote sensing (Zhu et al., 2017). Rapid advances in computer vision and deep learning using deep convolutional neural networks, and free access to remote sensing data are enabling the development of new methods for automatic building classification. There are many online tasks and competitions that use deep learning methods to classify buildings using satellite or aerial imagery automatically. Examples of such competitions are the DeepGlobe Buildings Extraction Challenge¹, the SpaceNet Building Extraction Challenge², the crowdAI Mapping Challenge³, etc.

Deep learning relies on feedforward, multi-layer neural networks. A specific example of artificial neural networks for image classification and segmentation are convolutional neural networks. A simplified example of a convolutional neural network contains three basic layers that can be repeated. These are (1) convolutional layers, (2) pooling layers and (3) fully connected layers (Goodfellow et al., 2016). A deep neural network consists of many such layers, which make it capable of recognising detailed patterns and shapes in an image. Each layer of a neural network has a distinctive task. The convolutional layer is a combination of multiple filters moving across the image, combining higher-level information into a two-dimensional activation matrix. The convolutional layers progressively reduce the spatial resolution of the activation matrices to reduce the computational complexity of the neural network while also increasing the field of view of each filter. The fully connected layer acts as a classifier that returns a classification vector based on the extracted feature set values, which is used to determine the membership of a particular class (Šanca, 2020).

One of the most successful convolutional neural networks for object detection is Mask R-CNN (He et al., 2017) (Mask Regional Convolutional Neural Network), which can achieve high accuracy in building classification (Šanca, 2020). Mask R-CNN was developed by Facebook AI Research (FAIR) in 2017. It is a deep convolutional neural network used for object detection, semantic segmentation and instance segmentation. Object detection with Mask R-CNN consists of two parts. The first part generates a suggestion of the area where the object should be located in the input image. The second part detects the object and assigns it a probability of belonging to a class, displays its position, and assigns an object mask. More details on Mask R-CNN can be found in the papers by He et al., (2017) and Abdulla (2017).

A detailed overview of the theory and application of deep learning in remote sensing is presented by Zhu et al. (2017). Most of the previous research based on the use of deep learning for automatic building detection uses high spatial resolution satellite imagery as the data source. In a study of automatic building detection, Shetty and Mohan (2018) used WorldView-2 satellite imagery. They used panchromatic imagery with a spatial resolution of 0.46 m to learn and test the Faster R-CNN neural network model. They found that using convolutional neural networks allows the detection of buildings of different shapes

¹ <http://deepglobe.org>

² <https://spacenetchallenge.github.io/>

³ <https://www.crowdai.org/challenges/mapping-challenge>

with an accuracy of 88%, compared to the support vector machine (SVM) method. Using a large dataset of Google Earth imagery, Wen et al. (2019) researched the building detection capabilities of Faster R-CNNs. They compared the backbone architectures of VGG and ResNet101 when using Mask R-CNN and Faster R-CNN. In the proposed solution, Mask R-CNN was enhanced with a rotation matrix for building detection. The worst accuracy was achieved with Faster R-CNN-VGG (70%), the best with the proposed solution Mask R-CNN-VGG (91%). The other two solutions Faster R-CNN-ResNet101 and Mask R-CNN-ResNet101 achieve identical accuracies of 91%. Further, they also compared the results of semantic building segmentation with Mask R-CNN. The proposed method achieved an accuracy of 91%, and the conventional method Mask R-CNN-Resnet101 achieved an accuracy of 91%. Based on the study, they concluded that promising results can be achieved by using a large and complex building dataset and applying Mask R-CNN. Using the DeepGlobe dataset, Zhao et al. (2018) proposed an improved Mask R-CNN solution enhanced with a boundary recognition algorithm. Their proposed solution achieves more accurate results in building recognition and in detecting the footprints of the identified buildings than the baseline Mask R-CNN solution.

Compared to satellite imagery, aerial imagery has higher spatial resolution but fewer spectral bands. Using aerial imagery more complex objects can be identified with higher accuracy. Examples of building recognition datasets built from aerial imagery are the Massachusetts Buildings Dataset⁴ (Mnih, 2013), Inria Aerial Image Labeling Dataset⁵ (Maggiori et al., 2017), and AIRS Automatic Mapping of Buildings Dataset⁶ (Chen et al., 2019). Research to date using aerial imagery and Mask R-CNN achieves high building detection accuracy. Ji et al. (2019) researched building changes using the Wuhan Building Change Detection Dataset. The proposed building detection solution consists of two convolutional neural networks; (1) a building recognition network based on Mask R-CNN and a Multi-Scale Fully Convolutional Network (MS-FCN), and (2) a building change detection network. The solution was tested in the Christchurch study area in New Zealand, comparing the 2011 and 2016 study areas. Both proposed solutions achieved high classification accuracies of over 89% for object classification and over 93% for pixel-based building classification. MS-FCN performed slightly better in building edge detection compared to Mask R-CNN. Building detection from aerial images using Mask R-CNN has been addressed in (Zhou et al., 2019), investigating the ability to identify buildings by varying the value of the anchor box parameter and the problem of segmenting the exact footprint of building edges. They compared two proposed solutions: (1) Mask R-CNN-S with a smaller anchor box and (2) Mask R-CNN-L with a larger anchor box. They found that the building detection results are better using the solution with a smaller anchor box, as it identifies smaller buildings and buildings with more detailed contents. They conclude with an important observation: Mask R-CNN is suitable for building detection, as classical convolutional neural networks do not preserve detailed spectral information when detecting objects, leading to poorer results. Another important finding is the importance of the anchor box parameter, which significantly impacts the quality of recognition of both small and larger, spectrally diverse objects. We present the results of the studies mentioned above in Table 1.

⁴ <https://www.cs.toronto.edu/~vmnih/data/>

⁵ <https://project.inria.fr/aerialimagelabeling/>

⁶ <https://www.airs-dataset.com/>

Table 1: Comparison of Faster R-CNN, Mask R-CNN and MS-FCN

Neural network	Method used	Data	Spatial resolution [m]	Accuracy [%]	Study
Faster R-CNN	SVM	satellite, panchromatic	0.46	88	Shetty and Mohan, (2018)
Faster R-CNN-VGG	Rotation matrix for building recognition	aerial R-G-B	0.26	70	Wen et al. (2019)
Mask R-CNN-VGG	Rotation matrix for building recognition	aerial R-G-B	0.26	91	Wen et al. (2019)
Faster R-CNN-Resnet101	Rotation matrix for building recognition	aerial R-G-B	0.26	91	Wen et al. (2019)
Mask R-CNN-Resnet101	Rotation matrix for building recognition	aerial R-G-B	0.26	91	Wen et al. (2019)
Mask R-CNN	boundary regularisation algorithm	satellite R-G-B	0.5	88	Zhao et al. (2018)
Mask R-CNN	SVM	aerial R-G-B	0.3	90	Ji et al. (2019)
MS-FCN	SVM	aerial R-G-B	0.3	84	Ji et al. (2019)
Mask R-CNN-S	small anchor box	aerial R-G-B	0.5	85	Zhou et al. (2019)
Mask R-CNN-L	large anchor box	aerial R-G-B	0.5	81	Zhou et al. (2019)

The Geodetic Institute of Slovenia carries out the automatic classification of buildings annually to update the spatial databases of the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia and perform spatial monitoring for the Ministry of Environment and Spatial Planning. Currently, the classification of buildings is carried out using machine learning methods, object-based classification using support vector machines and random forest, where the digital surface model is also a key piece of information. This paper aims to test a new method for building detection using deep learning, entirely independent of the use of a digital surface model, on two new building datasets.

Two building datasets were produced as part of the research, using DOF050 colour orthophotos (R-G-B) and DOF050IR colour infrared orthophotos (NIR-R-G) from 2019 with a spatial resolution of 0.5 *m*. Colour infrared orthophotos reveal a different perspective of the terrain, as objects with high reflectance in the infrared spectrum (e.g. healthy vegetation) are shown in red, while objects with high reflectance in the red spectrum are shown in green and objects with high reflectance in the blue-green spectrum are shown in blue (Oštir, 2006). The main advantage of using colour infrared orthophotos is that it is easier to distinguish buildings from vegetation based on the spectral signature alone.

We prepared the building datasets in the MS COCO format (Lin et al., 2014), which represents the training instances of buildings in JavaScript Object Notation (JSON). This way of annotation is fast and transparent, so we used it to create the building dataset. We trained eight different building classification models using the pre-trained weights of the MS COCO and ImageNet datasets (Deng et al., 2009). We performed transfer learning because Mask R-CNN relies on it to train and generalize models on new custom datasets faster. We validated the performance of the trained models on a selected test sample of buildings in Slovenia and evaluated each model by computing evaluation metrics. We were particularly interested in how well Mask R-CNN identifies buildings, how good the identified building masks are, and whether the proposed method presents a potential for further application.

2 STUDY AREA AND DATA DESCRIPTION

A key element of a successful deep learning building classification model is a well-designed dataset with many labelled training features. The study area for the construction of the two building datasets is shown in Figure 1 — the area of 1,387 km² contains 98,425 registered buildings as of 28. 3. 2020. The building typology is primarily rural except for Murska Sobota, which has an urban building typology. Roofs are of different shapes and colours, with red, brown and dark grey or black roofing predominating. Many of the roofs used in the training examples also contain solar panels. The area was chosen because of personal knowledge and because it includes a wide variety of roofs that contribute to the detail of the building dataset.



Figure 1: Map of the study area for the creation of the building dataset.

3 METHODS

In this chapter, we present the methodology for the creation of the building dataset. First, we define the building class, then create the training samples and their overview for the study area shown in Figure 1.

3.1 Definition of building class

The aim of the building cadastre is to register all buildings in the Republic of Slovenia. The concept of a building and part of a building is defined in ZEN (ZEN - Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 47/06). The data on buildings and parts of buildings is described in the National Topographic Model (DTM) (GURS, 2020), which is defined by the law (Article 11 ZDGRS - Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 25/14 and No. 61/17). A building is defined as an object permanently located in one place (Boguszewski et al., 2020). An example of a correct and considered building footprint is presented in Figure 2 on the left. Tall buildings pose a problem as the building footprint obtained from the building cadastre do not spatially coincide with the buildings. Such examples have been excluded from the dataset.



Figure 2: Examples of correct training samples (left) and incorrect training samples (right).

3.2 Methodology for the creation of the building dataset

The building dataset creation flowchart is presented on Figure 3. Each step is further explained below.

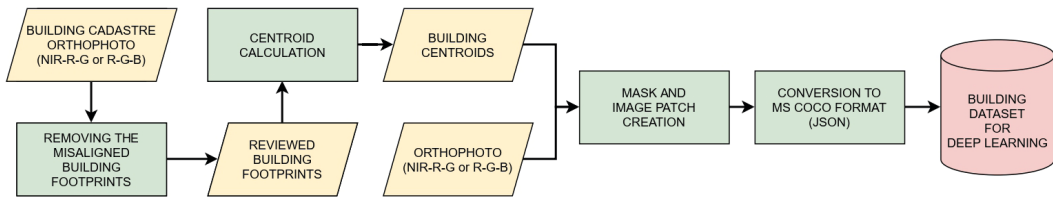


Figure 3: Deep learning dataset creation flowchart.

The building cadastre used to create the training samples was cleaned before the actual production of the dataset. We removed the building footprints which are, according to the generalised land use (MOP, 2020) located in: (1) manufacturing areas, (2) transport infrastructure areas and networks, (3) communication infrastructure areas and (4) energy infrastructure areas. Before the filtering, there were 98,425 footprints in the study area. First, 1,271 footprints were eliminated, which mainly included large industrial buildings. These were excluded because they are too large and cannot be adequately represented with 128 x 128 px patches. We also excluded buildings whose spectral properties are equivalent to transport infrastructure, mainly roads and transformers, as the outlines of these are too small for the algorithm to detect the transformer mask and compute the image coordinates of the created masks. Buildings located in areas of energy, communication and transport infrastructure are atypical. We wanted to create a dataset that is as balanced as possible and has as few outliers as possible. After the data cleaning process, we calculated the new centroids from the inspected and cleaned building footprints, which were then used to prepare the training patches.

3.3 Overview of sample images and building masks

By manually inspecting the training features, we improve the quality of the dataset, which leads to better building detection results. The most typical errors are building footprints that cover meadows, fields and shadows. This is due to the non-updated nature of the building cadastre. For the study area with 98,425 building footprints, we detected 8,226 cases of such errors, representing 8% of all footprints. We did not consider the erroneous building footprints in the production of the sample images and binary masks. After reviewing the produced sample images and binary masks, we obtained 58,000 training examples to create the building dataset. Some examples of the most typical errors are shown in Figure 4.



Figure 4: Examples of incorrect building footprints. The most typical errors are footprints that cover meadows, fields and shadows. Examples of partially overlapping footprints and building are un useful.

The dataset was split 80/20, with 80% of the training samples used for learning and 20% for validation. We created building masks and sample building patches of 128 x 128 px from the newly computed building centroids. Each building is represented in the dataset with a mask and a corresponding sample image. After that, we converted the dataset to MS COCO format, which, as mentioned, uses JSON annotation. In the first step, we labelled the locations of all the sample patches and the corresponding binary masks according to the building class. In the second step, we converted the sample and the building masks patches into the JSON annotation used by the MS COCO dataset. The detailed procedure is further described in Šanca (2020).

3.4 Transfer learning from pre-trained neural networks

Neural networks for specific computer vision tasks have already been built and trained on large datasets such as ImageNet (Deng et al., 2009) and MS COCO. The pre-trained weights of these datasets are accessible to the users, who can reuse these weights to better adapt the weights when training a neural network on their own dataset. An example of such learning is called transfer learning. Transfer learning works by initialising already trained model weights to adapt the weights better when training the network on another dataset. When extracting features from images, we use the neural network head and train only the new classifier to optimise the previously trained filter weights for new tasks on the second dataset; thus, the model training process requires much less time (Ramon et al., 2019). To train a Mask R-CNN neural network, we can use the pre-trained weights of two large-scale datasets, i.e., MS COCO and ImageNet.

The MS COCO dataset is one of the leading datasets for object detection and semantic segmentation. It contains annotations for various problems: (1) object detection, (2) keypoint detection, (3) stuff segmentation, (4) pan-optic segmentation, and (5) image captioning. It contains 91 image categories, of which 82 categories have more than 5,000 labelled image examples. The total number of labelled training examples of the MS COCO collection is 2.5 million on 328,000 images (Lin et al., 2014).

ImageNet is considered the largest dataset for state-of-the-art object recognition, containing more than 15 million manually annotated high-resolution images, organised according to the WordNet hierarchy into 22,000 classes. ImageNet supports: (1) object classification, (2) object detection and (3) single object localisation (Deng et al., 2009).

Mask R-CNN consists of two parts: (1) a convolutional backbone architecture used for feature extraction over an entire image, and (2) the network head for classification, bounding box recognition and mask prediction, that is applied separately for each Region of Interest (RoI) (Zhao, et al., 2018). The two backbone architectures of Mask R-CNN are ResNet101, which contains 101 convolutional layers for object detection, and a Feature Pyramid Network (FPN), which performs multiscale feature extraction from the input image (Šanca, 2020).

We used the same hyperparameters to train all the models, and we reduced the learning rate by a factor of 10 for the models whose weights were fine-tuned. The learning hyperparameters are given in Table 2, and we set them based on previous research studies. All hyperparameters listed in Table 2 are described in more detail in (Šanca, 2020).

Table 2: Hyperparameter values used in model learning

Name of the hyperparameter	Value
image shape	128
learning rate	0.001 and 0.0001
batch size	1,000
number of repetitions per epoch (steps per epoch)	1,000
number of validation steps	50
backbone architecture	ResNet-101
anchor box size	(8, 16, 32, 64, 128)
number of proposed regions per image	32
total train time	328 hours

The models were trained on a computer with the following specifications:

- CPU: Intel(R) Core (TM) i9-9900X CPU @ 3.50GHz,
- Memory: 64 GB RAM, DDR4 (4 x 16 GB DIMM DDR4 Synchronous 2400 MHz),
- Graphics card: NVidia GeForce RTX 2080 SUPER.

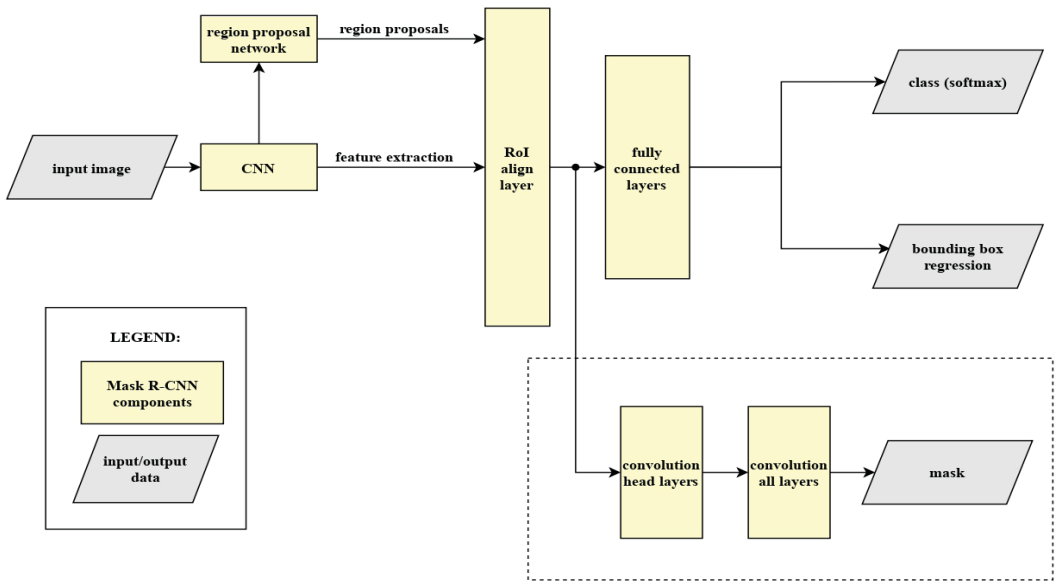


Figure 5: Mask R-CNN architecture for the building detection case. The input image passes through a convolutional neural network (CNN) that extracts features in the first step. In the second step, the region proposal network randomly suggests regions in the input image based on predictions generated according to a defined class in the dataset. The higher-level information is merged into lower-level information using the RoIAlign layer, which acts as a merging layer and is split into two parts. In the first part, the RoIAlign results are moved over the fully connected layers to predict the object class and compute the image field regression. In the second part, the RoIAlign results are moved across the convolutional layers of the neural network head and then across all the layers of the neural network, creating a pixel mask for each region of interest (ROI) and segmenting the image pixel by pixel according to the identified class.

In this study, we compare the performance of eight classification models; the results are presented in Table 3.

Table 3: Trained models on the NIR-R-G and R-G-B datasets.

Model name	Dataset	Layers used for learning	Number of epochs	Used weights	Learning rate	Learning time [h]
M1	NIR-R-G	heads	100	MS COCO	0.001	39
M2	NIR-R-G	heads	100	ImageNet	0.001	40
M3	NIR-R-G	all layers	200	MS COCO	0.0001	42
M4	NIR-R-G	all layers	200	ImageNet	0.0001	44
M5	R-G-B	heads	100	MS COCO	0.001	37
M6	R-G-B	heads	100	ImageNet	0.001	39
M7	R-G-B	all layers	200	MS COCO	0.0001	43
M8	R-G-B	all layers	200	ImageNet	0.0001	44

The number of epochs indicates the number of passes of the entire training dataset through Mask R-CNN. For models M1, M2, M5, M6 we trained only the head layer of the neural network, for models: M3, M4, M7, M8 we trained all the layers of the neural network. The learning rate represents the step size in the computation of the gradient of the loss function, which is iteratively minimised during neural network training. We choose a suitable learning rate to avoid underfitting/overfitting (Šanca, 2020). The model training process is illustrated in Figure 6.

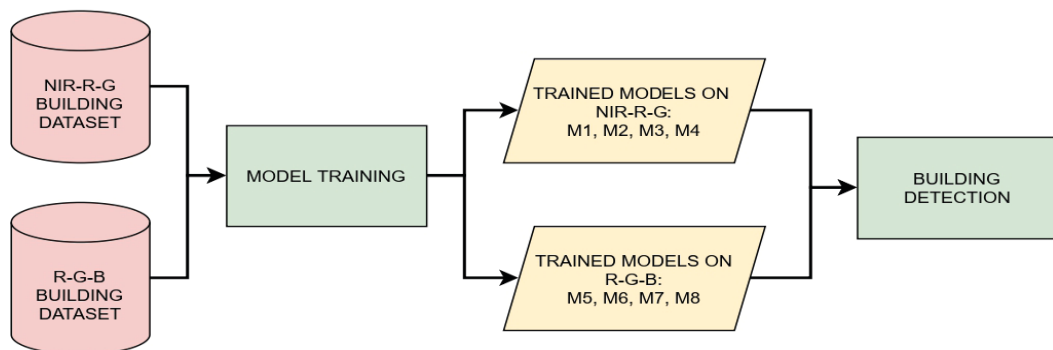


Figure 6: Flowchart of models trained for building detection. Models: M3, M4 and M7, M8 are fine-tuned models up to 100 epochs after training the neural network head. Building detection was performed separately with each model.

4 RESULTS AND EVALUATION

We evaluated the performance of transfer learning based on the loss function of the training process. We did not consider the loss function of the validation process to assess the stability of the model because on a large proportion of the training pairs, the building footprints from the building cadastre are inconsistent. The trained model successfully predicts a building where there is no footprint, which is detected by the validation process as a misclassified object. We decided to validate the performance of the models by calculating evaluation metrics (section 4.1). We validated the performance of the building classification models on a selected test area outside the training dataset area. We chose 300 examples to test the performance of the trained models, considering the criterion of roof diversity, in particular roof colour and shape, presence of solar panels on the roof, shadows, etc. We first compare the trained models with each other and then compare the obtained M3 and M4 results with the building cadastre. We present the building detection results in figures, where we compare the predictions of all the trained models on the NIR-R-G. We compare the resulting building footprints with the building cadastre.

4.1 Loss functions after transfer learning and comparison of models

We present an example of building detection with the MS COCO (R-G-B) pre-trained model, which we used to initialise our weights when training on our own dataset, in Figure 7. As expected, building detection without transfer learning on the constructed building dataset is incorrect. The MS COCO or ImageNet base model only randomly suggests spatial fields.

Mask R-CNNs multi-task loss function is the sum of the classification loss, bounding box loss and the mask loss. We are most interested in the mask loss for the building detection case, as it represents a measure of the accuracy of the building mask classification. In Figure 8, we see that the overall loss function after transfer learning of the MS COCO model is minimally better than the loss function of the ImageNet model. This is also true across the individual loss functions for classification, regression and masking. The loss function minimises during training and stabilises towards the end of it (after about 65 training epochs), which means there is no need for further training. The value of the loss function for the Mask R-CNN (Mask loss) class does not change much during the training process. This is because we only have a single class in the building dataset that is predicted at detection. Only the loss functions during the training phase are shown.

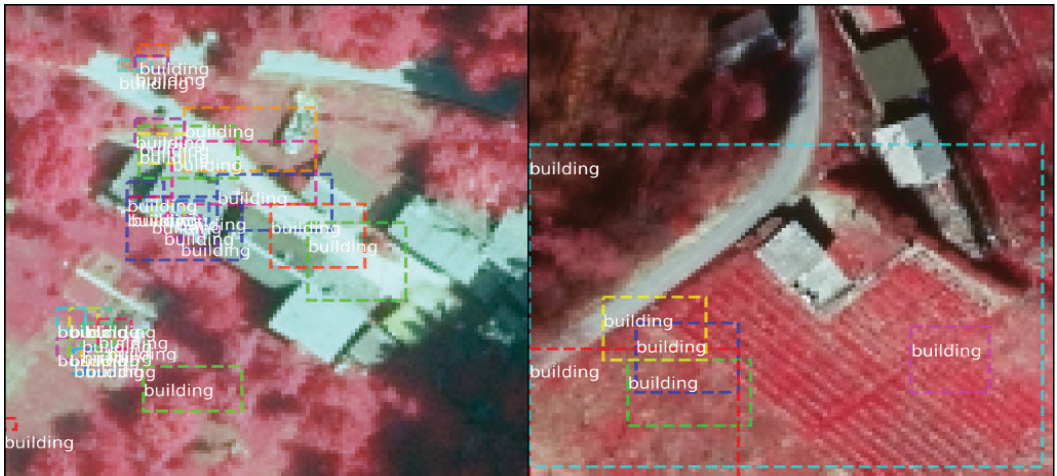


Figure 7: Example of building detection with a basic, not yet re-trained MS COCO model.

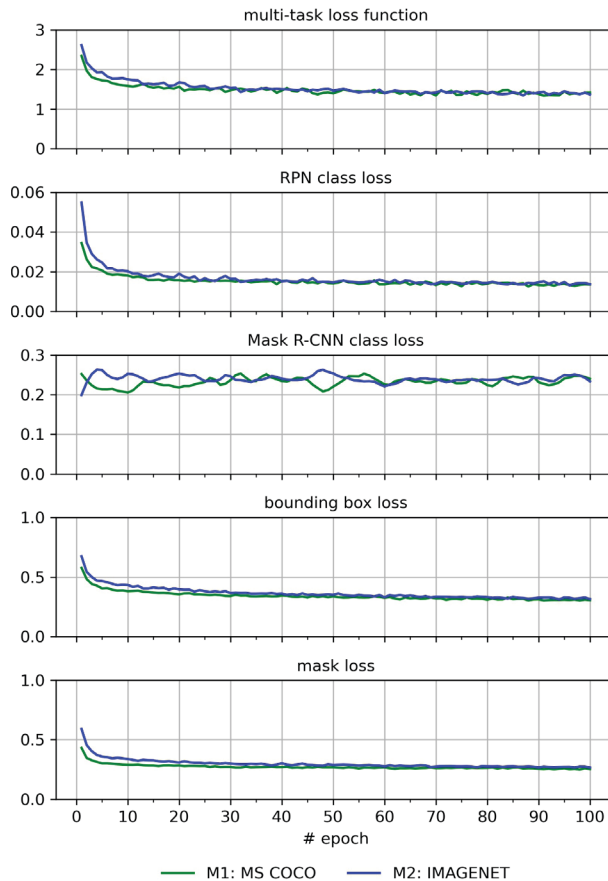


Figure 8: Training loss functions for M1 and M2 on the NIR-R-G dataset. For both models, we trained the heads of the neural network for 100 epochs.

After the fine-tuning, the values of the loss functions are further reduced, except for the loss function for the mask, which always stabilises at the start and does not improve, which means that the footprints of the identified buildings do not change noticeably in detection.

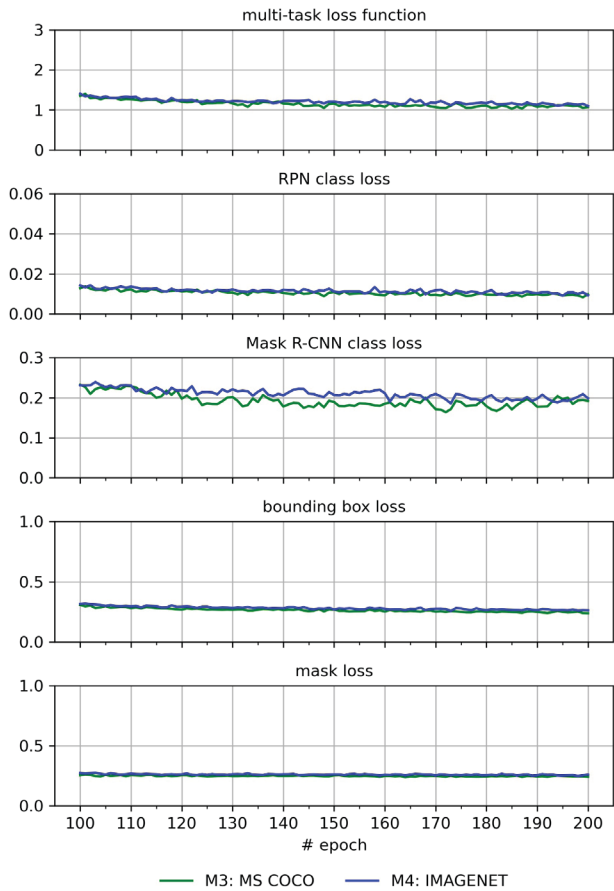


Figure 9: Training loss functions for M3 and M4 on the NIR-R-G dataset. For both models, we trained all the layers of the neural network for 100 epochs.

The results of the building detection with the trained models on BIR-G-R are shown in Figures 10, 11 and 12. The M3 and M4 models recognise smaller buildings, but the footprints of the recognised buildings remain very similar compared to M1 and M2. Fine-tuning with training all the layers of the Mask R-CNN is important in improving the prediction accuracy. Still, it is not crucial for improving the footprints of the recognised buildings compared to the footprints obtained by training the neural network head alone.

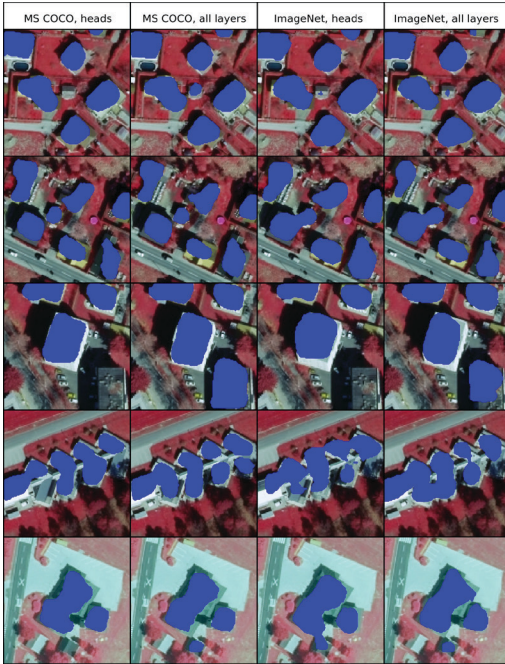


Figure 10: Comparison of the performance of the models M1, M3, M2, M4.

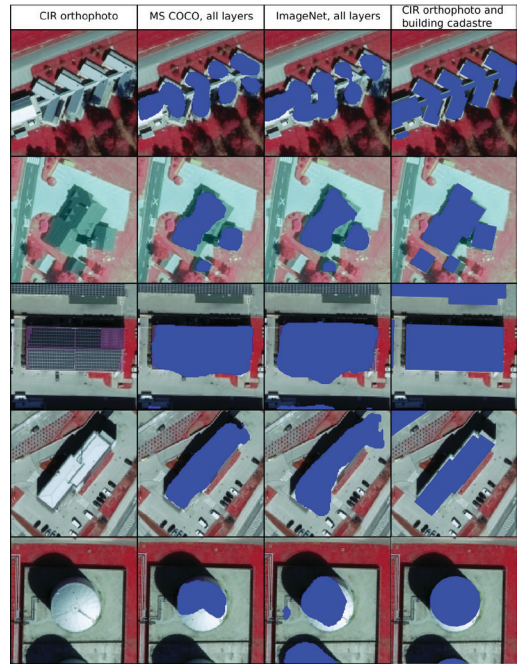


Figure 11: Detection results of buildings with M3 and M4 and comparison with the building cadastre.

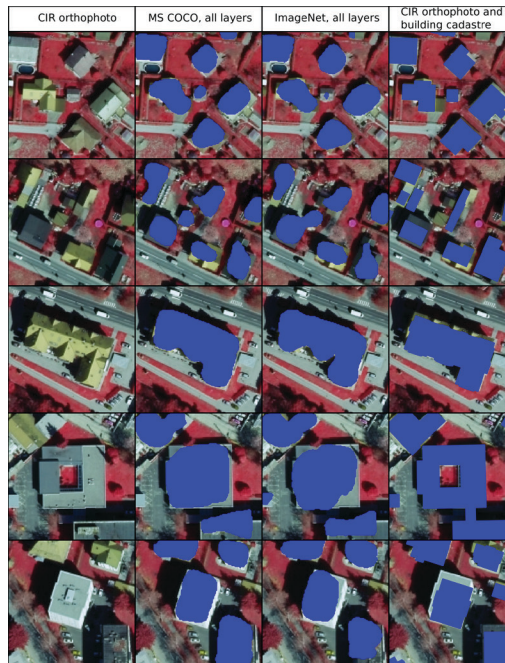


Figure 12: Detection results of buildings with M3 and M4 and comparison with the building cadastre.

Figure 13 shows the training loss functions of M5 and M6 trained on R-G-B, and Figure 14 shows the loss functions of M7, M8 trained on R-G-B. It can be seen that the loss functions of the R-G-B models are approximately the same as the loss functions of the NIR-R-G models.

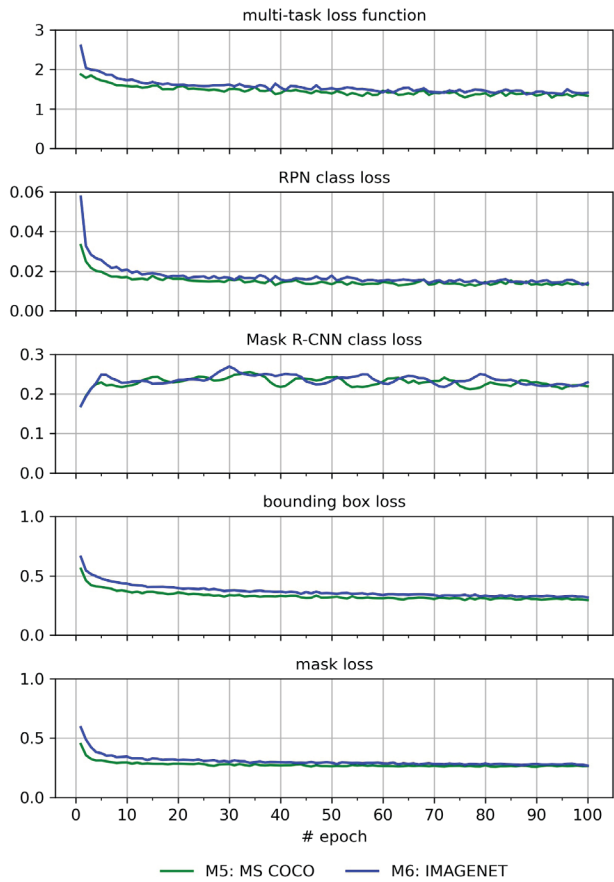


Figure 13: Training loss functions M1 (green) and M2 (blue) on the R-G-B dataset. For both models, we trained the heads of the neural network for 100 epochs.

We were also interested in the difference between the performance of the models trained on the NIR-R-G and R-G-B datasets. We show the results of building detection with the R-G-B models in Figure 15.

The differences between M1, M2 NIR-R-G and M5, M6 R-G-B are also minimal when recognising building footprints. This is also true for the fine-tuned models M3, M4 and M7, M8. Compared to the NIR-R-G orthophotos, the building detection results on R-G-B are slightly better because the base model is trained on MS COCO dataset R-G-B images of everyday life. In both cases, transfer learning from weights pre-trained on MS COCO or ImageNet datasets turns out to be an efficient solution compared to training models from scratch.

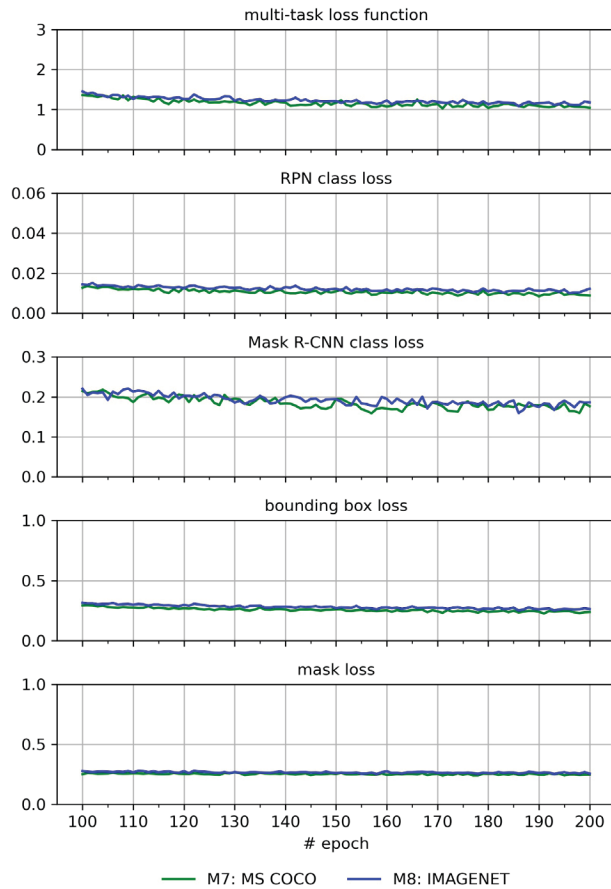


Figure 14: Training loss functions M3 (green) and M4 (blue) on the R-G-B dataset. For both models, we trained all the layers of the neural network for 100 epochs.

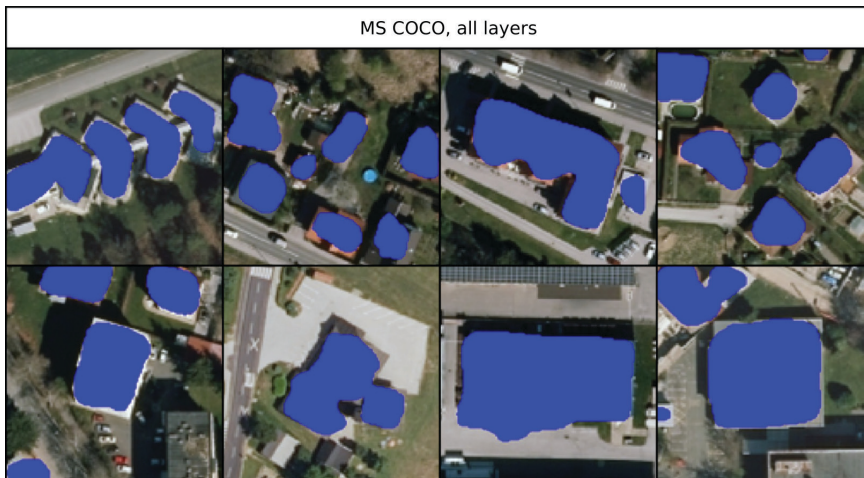


Figure 15: Example of M7 building detection on an R-G-B orthophoto.

4.2 Performance of learned models

We evaluate the performance of the trained classification models in machine learning based on testing patches. Building classification is an example of binary classification, where a confusion matrix represents the prediction performance.

Actual	Predicted	
	TP – True Positive	FN – False Negative
	FP – False Positive	TN – True Negative

Correctly classified cases fall into True Positive (TP) and True Negative (TN). Misclassified cases belong to False Negative (FN) and False Positive (FP). The prediction results are used to calculate evaluation metrics to assess the performance of the building detection models. The equations used to calculate the evaluation metrics are taken from (Fetai, et al., 2021). Accuracy represents the proportion of correct predictions over all model predictions for binary classification. The equation is simplified as:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} := \frac{TP + TN}{All\ cases}$$
 (1)

Recall measures the proportion of correctly predicted cases out of all positive cases:

$$recall = \frac{TP}{TP + FN}$$
 (2)

The combined precision and recall metric is defined by the F1 score and is used when you only want to show one metric for the performance of a model:

$$F1 = \frac{2 \cdot accuracy \cdot recall}{accuracy + recall}$$
 (3)

We counted the proportion of correctly and incorrectly identified buildings for the trained models and calculated evaluation metrics. The results are shown in Table 2.

Table 4: Evaluation of the performance of the building classification models.

	Dataset	Weights	TP	TN	FP	FN	Accuracy	Recall	F1 score
M1	NIR-R-G	MS COCO	246	0	38	16	0.8200	0.9389	0.8754
M2	NIR-R-G	ImageNet	243	0	43	14	0.8100	0.9455	0.8725
M3	NIR-R-G	MS COCO	296	0	3	1	0.9867	0.9966	0.9916
M4	NIR-R-G	ImageNet	294	0	4	2	0.9800	0.9932	0.9866
M5	R-G-B	MS COCO	249	0	36	15	0.8300	0.9432	0.8830
M6	R-G-B	ImageNet	244	0	41	15	0.8133	0.9421	0.8730
M7	R-G-B	MS COCO	298	0	1	1	0.9933	0.9967	0.9950
M8	R-G-B	ImageNet	296	0	1	2	0.9867	0.9933	0.9900

The trained models are very similar in terms of building detection performance. The 200 epoch models (M3, M4 and M7, M8) are more successful in identifying the footprints of buildings and identifying buildings even at the edge of the sample patches. M1, M2 and M5, M6 fail to recognise mainly small buildings or buildings partially covered by vegetation.

5 CONCLUSION AND DISCUSSION

This paper presents a building detection process with Mask R-CNN, from dataset creation to building detection for eight models. We trained the models by transferring knowledge from the weights pre-trained on MS COCO and ImageNet datasets. We compared the performance of building classification using R-G-B orthophotos and NIR-R-G colour infrared orthophotos. The dataset produced for deep learning building detection has a potential for further use. It can be further extended to the whole country and possibly used for future building data retrieval and building database maintenance. The obtained results confirm that Mask R-CNN is useful and suitable for building classification as also claimed by related research (Ji et al., 2019) and (Zhou et al., 2019).

In Slovenia, this is, to our knowledge, the first example of deep learning-based building detection. It is also the first case of applying transfer learning from models trained on MS COCO and ImageNet datasets, containing only R-G-B images of everyday objects, to a building dataset made from R-G-B and NIR-R-G orthophotos. The success of transfer learning from one domain to another domain demonstrates the flexibility of this type of networks. We claim that transfer learning is an effective method for updating models that have been trained on different data. Training models from scratch is a time-consuming process that allows building better models. Applying transfer learning to such models using new data of the same colour space would allow faster and more efficient model updating and, above all, faster training.

With the experience gained, we have some suggestions for improving further research. The first example of improvement is producing building masks of more regular shapes with a footprint detection algorithm, as Zhao et al., (2018) stated. The identified building masks can be vectorised in the next step and integrated into a GIS. The dataset can be enhanced by combining a colour infrared orthophoto and a normalised digital surface model (nDSM), which would separate the roofs from the terrain in the data creation process. The dataset could be extended to include buildings across Slovenia, allowing the model to be trained over the whole country.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was partly carried out within the applied research project L2-1826, co-funded by the Slovenian Research Agency, the Geodetic Administration of the Republic of Slovenia and the Ministry of Defence, and the research programme P2-0406 and project J2-9251, funded by the Slovenian Research Agency. Many thanks also to the Department of Civil Engineering at Western Norway University of Applied Sciences for partially funding the research.

Literature and references:

- Abdulla, W. (2017). Mask R-CNN for object detection and instance segmentation on Keras and TensorFlow.
https://github.com/matterport/Mask_RCNN, accessed 17. 3. 2020.
- Boguszewski, A., Batorski, D., Ziemba-Jankowska, N., Zambrzycka, A., Dziedzic, T. (2020). LandCover.ai: Dataset for Automatic Mapping of Buildings, Woodlands and Water from Aerial Imagery. ArXiv.
- Fetai, B., Račič, M., Liseč, A. (2021). Deep Learning for Detection of Visible Land Boundaries from UAV Imagery. Remote Sensing. 13 (11): 2077. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13112077>.
- Chen, Q., Wang, L., Yifan, W., Guangming, G., Zhiling, W. S. (2019). Aerial Imagery for Roof Segmentation: A Large-Scale Dataset towards Automatic Mapping of Buildings. 147 (07), 42–55.
- Crésson, R. (2018). Orfeo Toolbox meets TensorFlow. <https://github.com/remicres/otbtf>, accessed 13. 4. 2020.
- Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K., Fei-Fei, L. (2009). ImageNet: a Large-Scale Hierarchical Image Database. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern

- Recognition, 248–255. DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. Boston, MIT Press.
- Geodetska Uprava RS (2020). Zbirka topografskih podatkov (DTM). https://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/struktura/DTM_objektni_katalog.pdf, accessed 13. 4. 2020.
- Grigillo, D. (2010). Samodejno odkrivanje stavb na visokoločljivih slikovnih virih za potrebe vzdrževanja topografskih podatkov [Automatic building detection from high resolution imagery for maintenance of topographic data]. Doctoral dissertation. Ljubljana: University of Ljubljana. <http://drugg.fgg.uni-lj.si/781/>, accessed 25. 4. 2020.
- Grizonnet, M., Michel, J., Poughon, V., Inglada, J., Savinaud, M., Cresson, R. (2018). Orfeo ToolBox: Open source processing of remote sensing images. Open Geospatial Data, Software and Standards. 2. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40965-017-0031-6>
- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., Girshick, R. (2017). Mask R-CNN. 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2980–2988. DOI: <https://doi.org/10.1109/iccv.2017.322>
- Ji, S., Yanyun, S., Lu, M., Zhan, Y. (2019). Building Instance Change Detection from Large-Scale Aerial Images using Convolutional Neural Networks and Simulated Shapes. Remote Sensing, 11 (11), 1343–1363. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11111343>
- Lin, T. Y., Maire, M., Belongie, S., Bourdev, L., Girshik, R., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Zitnick, C. L., Dollár, P. (2014). Microsoft COCO: Common Objects in Context. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 740–755.
- Maggiori, E., Tarabalka, Y., Charpiat, G., Alliez, P. (2017). Can semantic labeling methods generalize to any city? The Inria aerial image labeling benchmark. 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2017, 3226–3229. DOI: <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2017.8127684>
- Mnih, V. (2013). Machine Learning for Aerial Image Labeling. Doktorska disertacija. Toronto: University of Toronto. https://www.cs.toronto.edu/~vmnih/docs/Mnih_Volodymyr_PhD_Thesis.pdf, accessed 8. 10. 2021.
- MOP (2020). Dostop do podatkov o prostorskih aktih. https://dokumentipis.mop.gov.si/javno/veljavni/tematski_zbirni_sloji/gnrp_opis.pdf, accessed 14. 4. 2020.
- MS COCO (2014). COCO Data Format. <http://cocodataset.org/#format-data>, accessed 1. 4. 2020.
- Oštir, K. (2006). Daljinsko zaznavanje. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU.
- Račič, M. (2019). Kategorizacija uporabe zemeljske površine na podlagi multispektralnih slik [Categorisation of land use based on multispectral imagery]. Master thesis. Ljubljana: University of Ljubljana. <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=110064>, accessed 17. 3. 2020.
- Šanca, S. (2020). Samodejna klasifikacija stavb z globim učenjem [Automatic classification of buildings with deep learning]. Master thesis. Ljubljana: University of Ljubljana. <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=135433&lang=slv>, accessed 20. 11. 2020.
- Shetty, A. R., Mohan, B. (2018). Building Extraction in High Spatial Resolution Images Using Deep Learning Techniques. Computational Science and Its Applications – ICCSA 2018. Melbourne, Springer.
- Veljanovski, T., Kanjir, U., Oštir, K. (2011). Objektno usmerjena analiza podatkov daljinskega zaznavanja. Geodetski vestnik, 55 (4), 665–668. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.04.665-688>
- Wen, Q., Jiang, K., Wang, W., Liu, Q., Guo, Q., Li, L., Wang, P. (2019). Automatic Building Extraction from Google Earth Images under Complex Backgrounds Based on Deep Instance Segmentation Network. Sensors, 19 (2), 333–349. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19020333>
- Zakon o državnem geodetskem referenčnem sistemu (ZDGRS) [National Land Survey Reference System Act]. Official Gazette of the Republic of Slovenia No 25/2014 and 61/2017.
- Zakon o evidentiranju nepremičnin (ZEN) [Real Estate Records Act]. Official Gazette of the Republic of Slovenia No 47/2006 and amendments.
- Zhao, K., Kang, J., Jung, J., Sohn, G. (2018). Building Extraction from Satellite Images Using Mask R-CNN with Building Boundary Regularization. 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), Salt Lake City, 2018, pp. 2242–2424. DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPRW.2018.00045>
- Zhou, K., Chen, Y., Smal, I., Lindenbergh, R. (2019). Building Segmentation from Airborne VHR Images using Mask R-CNN. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42 (2), 151–161. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-155-2019>
- Zhu, X., T., Devis, M., Lichao, X., Gui-Song, Z., Liangpei, X., Feng, Fraundorfer, F. (2017). Deep Learning in Remote Sensing: A Comprehensive Review and List of Resources. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, 5, 8–36. DOI: <https://doi.org/10.1109/MGRS.2017.2762307>

Šanca S., Oštir K., Mangafić A. (2021). Building detection with convolutional networks trained with transfer learning.

Geodetski vestnik, 65 (4), 559–593.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.559-593>

ZAZNAVANJE STAVB Z UPORABO NEVRONSKIH MREŽ, UČENIH S PRENOSOM ZNANJA

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:

GLEJ STRAN 559

1 UVOD

Namen klasifikacije podob je razpoznavanje in poimenovanje geografskih objektov in pojavov na zemeljskem površju (Veljanovski et al., 2011). S klasifikacijo iz podobe izluščimo bistvene razrede (objekte), ki nas zanimajo, recimo ceste, gozdove, poljščine, vodna območja, ladje, letala ali stavbe. Samodejna prepoznavna in klasifikacija stavb iz letalskih posnetkov ali visokoločljivih satelitskih posnetkov je pomembna tema raziskav na področju fotogrametrije in daljinskega zaznavanja (Zhu et al., 2017). Hiter napredek na področju računalniškega vida in globokega učenja z uporabo globokih konvolucijskih nevronske mreže ter prosti dostop do podatkov daljinskega zaznavanja omogoča razvoj novih metod za samodejno klasifikacijo stavb. Na spletu najdemo veliko nalog in tekmovanj, ki uporabljajo metode globokega učenja za samodejno klasifikacijo stavb z uporabo satelitskih ali letalskih posnetkov. Primeri takih tekmovanj so DeepGlobe Buildings Extraction Challenge⁷, SpaceNet Building Extraction Challenge⁸, crowdAI Mapping Challenge⁹ idr.

Globoko učenje za modeliranje podatkov uporablja usmerjene, večslojne nevronske mreže. Specifičen primer umetnih nevronske mreže za klasifikacijo in segmentacijo slik so konvolucijske nevronske mreže. Poenostavljen primer konvolucijske nevronske mreže vsebuje tri osnovne sloje, ki se lahko ponavljajo. To so: (1) konvolucijski sloji (angl. *convolutional layers*), (2) združevalni sloji (angl. *pooling layers*) in (3) polno povezani sloji (angl. *fully connected layers*) (Goodfellow et al., 2016). Globoko nevronske mreže sestavlja veliko takih slojev, zaradi česar je sposobna prepoznati podrobne vzorce in oblike na sliki. Vsak sloj nevronske mreže ima značilno nalogo. Konvolucijski sloj je kombinacija večkratnih filtrov, ki se premikajo čez sliko, in združuje višje nivojske informacije v dvodimenzionalno aktivacijsko matriko. Prostorsko ločljivost aktivacijskih matrik postopoma zmanjšujejo združevalni sloji, da se zmanjša računska kompleksnost nevronske mreže in hkrati povečuje vidno polje posameznega filtra. Polno povezani sloj deluje kot klasifikator, ki na podlagi pridobljenih vrednosti nabora značilk vrne klasifikacijski vektor, na podlagi katerega se določi pripadnost nekemu razredu (Šanca, 2020).

Ena izmed uspešnejših konvolucijskih nevronske mreže za detekcijo objektov je Mask R-CNN (He et al., 2017) (angl. *Mask Regional Convolutional Neural Network*), s katero lahko dosežemo visoko točnost klasifikacije stavb (Šanca, 2020). Mask R-CNN so razvili pri Facebook AI Research (FAIR) leta 2017. Gre za globoko konvolucijsko nevronske mreže, ki se uporablja za detekcijo objektov (angl. *object detection*), semantično segmentacijo (angl. *semantic segmentation*) ter segmentacijo primerov (angl. *instance segmentation*). Detekcijo objektov z Mask R-CNN sestavljata dva dela, v prvem se generira predlog območja, kjer

⁷ <http://deepglobe.org>

⁸ <https://spacenetchallenge.github.io/>

⁹ <https://www.crowdai.org/challenges/mapping-challenge>

naj bi se objekt nahajal na vhodni sliki, v drugem se objekt zazna in se zanj določi verjetnost pripadnosti razredu, prikaže se položaj objekta in določi njegova maska. Več podrobnosti o Mask R-CNN najdemo v prispevkih He et al. (2017) in Abdulla (2017).

Podroben pregled teorije in uporabe globokega učenja v daljinskem zaznavanju predstavijo Zhu et al. (2017). Večina dosedanjih raziskav, ki temeljijo na uporabi globokega učenja za samodejno detekcijo stavb, kot vir podatkov uporablja satelitske posnetke visoke prostorske ločljivosti. Pri študiji samodejne detekcije stavb sta Shetty in Mohan (2018) uporabila podatkovno množico satelitskega sistema WorldView-2. Za učenje in testiranje modela z nevronske mreže Faster R-CNN sta uporabila pankromatske posnetke prostorske ločljivosti 0,46 metra. Ugotovila sta, da uporaba konvolucijskih nevronske mreže omogoča detekcijo stavb različnih oblik s točnostjo 88 %, v primerjavi z metodo podpornih vektorjev (angl. *support vector machines*), kjer je bila dosegljiva točnost detekcije 88,3 %. Z uporabo velike podatkovne zbirke posnetkov Google Earth so Wen et al. (2019) raziskovali zmožnosti detekcije stavb s Faster R-CNN. Primerjali so hrbtni arhitekturi VGG in ResNet101 pri uporabi Mask R-CNN in Faster R-CNN. Pri predlagani rešitvi so Mask R-CNN nadgradili z rotacijsko matriko za detekcijo stavb. Najslabšo točnost so dosegli s Faster R-CNN-VGG (70 %), najboljšo s predlagano rešitvijo Mask R-CNN-VGG (91 %). Ostali dve rešitvi Faster R-CNN-ResNet101 in Mask R-CNN-ResNet101 dosegata identični točnosti 91 %. V nadaljevanju so primerjali tudi rezultate semantične segmentacije stavb z Mask R-CNN, kjer predlagana metoda doseže točnost 91 %, navadna metoda Mask R-CNN-Resnet101 pa točnost 91 %. Na podlagi raziskave ugotovijo, da se z uporabo velike in kompleksne podatkovne zbirke stavb in uporabo Mask R-CNN lahko dosežejo obetavni rezultati. Z uporabo podatkovne zbirke DeepGlobe so Zhao et al. (2018) predlagali izboljšano rešitev Mask R-CNN, ki so jo nadgradili z algoritmom prepoznavne mej. Njihova predlagana rešitev doseže natančnejše rezultate pri prepoznavi stavb in zaznavanju obrisov prepoznanih stavb kot osnovna rešitev Mask R-CNN.

Letalski posnetki imajo v primerjavi s satelitskimi posnetki visoko prostorsko ločljivost, a manj spektralnih kanalov. Podatkovne zbirke na podlagi letalskih posnetkov omogočajo prepoznavo kompleksnejših objektov z višjo točnostjo. Primeri podatkovnih zbirk za prepoznavo stavb, izdelanih iz letalskih posnetkov, so: Massachusetts Buildings Dataset¹⁰ (Mnih, 2013), Inria Aerial Image Labeling Dataset¹¹ (Maggiori et al., 2017), AIRS Automatic Mapping of Buildings Dataset¹² (Chen et al., 2019). Dosedanje raziskave z uporabo letalskih posnetkov in Mask R-CNN dosegajo visoko točnost detekcije stavb. V prispevku Ji et al. (2019) so raziskovali spremembe stavb s podatkovno zbirko Wuhan Building Change Detection. Predlagano rešitev za detekcijo stavb sestavljata dve konvolucijski nevronske mreži: (1) mreža za prepoznavo stavb, ki deluje na osnovi Mask R-CNN in MS-FCN (angl. *Multi-Scale Fully Convolutional Network*), ter (2) mreža za odkrivanje sprememb stavb. Rešitev so preizkusili na študijskem območju Christchurcha v Novi Zelandiji, kjer so primerjali območji iz let 2011 in 2016. Obe predlagani rešitvi sta dosegli visoko točnost klasifikacije, in sicer nad 89 % pri objektni klasifikaciji in nad 93 % pri pikseli klasifikaciji stavb. MS-FCN je bil v primerjavi z Mask R-CNN nekoliko boljši pri detekciji robov stavb. Z detekcijo stavb iz letalskih posnetkov z uporabo Mask R-CNN so se ukvarjali (Zhou et al., 2019). Raziskovali so zmožnost prepoznavne stavb s spreminjanjem vrednosti parametra sidrnega

¹⁰ <https://www.cs.toronto.edu/~vmnih/data/>

¹¹ <https://project.inria.fr/aerialimagelabeling/>

¹² <https://www.airs-dataset.com/>

polja (angl. *anchor box*) in problem segmentacije natančnih obrisov robov stavb. Primerjali so dve predlagani rešitvi: (1) Mask R-CNN-S z manjšim sidrnim poljem in (2) Mask R-CNN-L z večjim sidrnim poljem. Ugotovili so, da so rezultati detekcije stavb boljši z uporabo rešitve z manjšim sidrnim poljem, saj ta prepozna manjše stavbe in stavbe z bolj podrobno vsebino. Zaključijo s pomembno ugotovitvijo, da je Mask R-CNN primerno za detekcijo stavb, saj klasične konvolucijske nevronske mreže ne ohranijo podrobne spektralne informacije pri detekciji objektov, kar privede do slabših rezultatov. Druga pomembna ugotovitev je pomen parametra sidrnega polja, ki pomembno vpliva na kakovost prepoznave manjših objektov ter večjih, spektralno raznolikih objektov. Zbrane rezultate navedenih raziskav predstavljamo v preglednici 1.

Preglednica 1: Primerjava karakteristik in metod preteklih raziskav s Faster R-CNN, Mask R-CNN in MS-FCN

Nevronska mreža	Uporabljena metoda	Podatki	Prostorska ločljivost [m]	Točnost [%]	Študija
Faster R-CNN	podporni vektorji	satelitski, pankromatski	0,46	88	Shetty in Mohan, (2018)
Faster R-CNN-VGG	rotacijska matrika za prepoznavo stavb	letalski R-G-B	0,26	70	Wen et al. (2019)
Mask R-CNN-VGG	rotacijska matrika za prepoznavo stavb	letalski R-G-B	0,26	91	Wen et al. (2019)
Faster R-CNN-Resnet101	rotacijska matrika za prepoznavo stavb	letalski R-G-B	0,26	91	Wen et al. (2019)
Mask R-CNN-Resnet101	rotacijska matrika za prepoznavo stavb	letalski R-G-B	0,26	91	Wen et al. (2019)
Mask R-CNN	algoritem regularizacije mej	satelitski R-G-B	0,5	88	Zhao et al. (2018)
Mask R-CNN	podporni vektorji	letalski R-G-B	0,3	90	Ji et al. (2019)
MS-FCN	podporni vektorji	letalski R-G-B	0,3	84	Ji et al. (2019)
Mask R-CNN-S	majhno sidrno polje	letalski R-G-B	0,5	85	Zhou et al. (2019)
Mask R-CNN-L	veliko sidrno polje	letalski R-G-B	0,5	81	Zhou et al. (2019)

Geodetski inštitut Slovenije na letni ravni izvaja samodejno klasifikacijo stavb z namenom posodabljanja prostorskih evidenc Geodetske uprave Republike Slovenije in monitoringa prostora za Ministrstvo za okolje in prostor. Klasifikacija stavb se izvaja z metodami strojnega učenja, z objektno klasifikacijo, in sicer z uporabo podpornih vektorjev (angl. *support-vector machines*) in naključnih gozdov (angl. *random forest*), kjer je ključni podatek tudi digitalni model površja. Namen prispevka je preizkus nove metode detekcije stavb z uporabo globokega učenja na dveh lastno izdelanih podatkovnih zbirkah stavb, ki sta popolnoma neodvisni od uporabe digitalnega modela površja.

V okviru raziskave smo izdelali dve podatkovni zbirki stavb, in sicer z uporabo barvnih ortofotov DOF050 (R-G-B) in z uporabo barvnih bližnjih infrardečih ortofotov DOF050IR (BIR-R-G) prostorske ločljivosti 0,5 metra iz leta 2019. Z uporabo barvnih bližnje infrardečih ortofotov dobimo drugačno predstavo o

terenu, saj so predmeti z visoko odbojnostjo v infrardečem spektru (npr. zdrava vegetacija) prikazani z rdečo barvo, medtem ko so predmeti z močno odbojnostjo v rdečem spektru prikazani zeleno in predmeti z močno odbojnostjo v modrozelenem spektru prikazani modro (Oštir, 2006). Glavna prednost uporabe barvnih bližnje infrardečih ortofotov je predvsem, da lahko že na podlagi spektralnega podpisa lažje ločimo stavbe od vegetacije.

Podatkovni zbirki stavb smo zapisali v formatu MS COCO (Lin et al., 2014), ki učne primerke stavb predstavi z zapisom JSON (angl. *JavaScript Object Notation*). Tak način označevanja je hiter in pregleden, zato smo ga uporabili pri izdelavi podatkovne zbirke stavb. Naučili smo osem različnih modelov klasifikacije stavb z uporabo predučenih uteži podatkovnih zbirk MS COCO in ImageNet (Deng et al., 2009). Uporabili smo učenje s prenosom znanja, ker ga uporablja Mask R-CNN, da se modeli, učeni na podatkovni zbirki uporabnika, hitreje generalizirajo. Uspešnost naučenih modelov smo preverili na izbranem testnem vzorcu stavb v Sloveniji in vsak model ovrednotili z izračunom evalvacijskih metrik. Zanimalo nas je predvsem, kako uspešno Mask R-CNN prepozna stavbe, kako kakovostne so prepoznane maske stavb in ali predlagana metoda ponuja možnosti za nadaljnjo uporabo.

2 ŠTUDIJSKO OBMOČJE IN OPIS PODATKOV

Ključni element uspešnega modela klasifikacije stavb z globokim učenjem je kakovostno izdelana podatkovna zbirka z velikim številom označenih učnih primerov. Študijsko območje za izdelavo dveh podatkovnih zbirk stavb je prikazano na sliki 1. Predstavlja območje pomurske in severovzhodne podravske regije. Območje velikosti 1387 km² vsebuje 98.425 evidentiranih stavb na dan 28. 3. 2020. Tipologija stavb je večinoma ruralna, z izjemo Murske Sobote, ki ima urbano tipologijo stavb. Strehe so različnih oblik in barv, prevladuje kritina rdeče, rjave in temno sive ali črne barve. Veliko učnih primerov streh vsebuje tudi sončne kolektorje. Območje smo izbrali zaradi dobrega poznavanja, in ker vsebuje širok nabor raznovrstnih streh, ki prispevajo k podrobnosti podatkovne zbirke stavb.



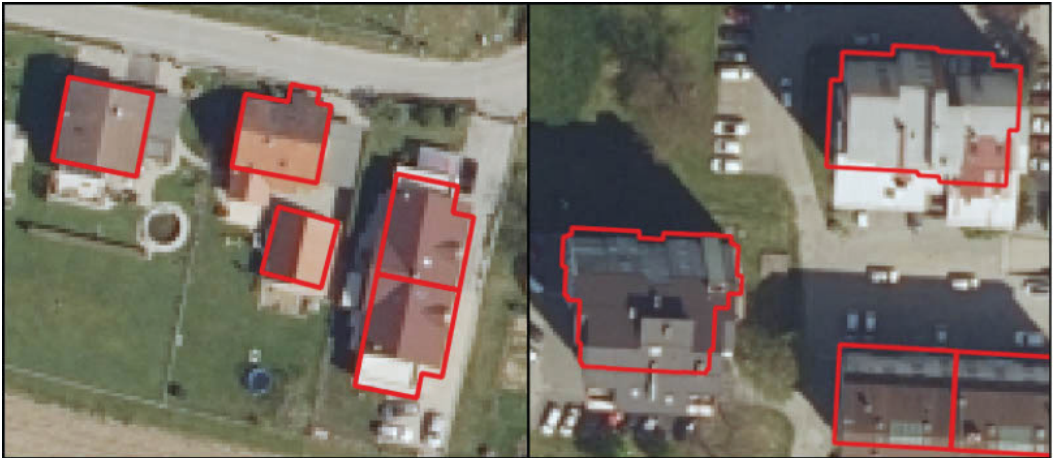
Slika 1: Prikaz študijskega območja za izdelavo podatkovne zbirke stavb.

3 METODE

V poglavju predstavimo metodologijo za izdelavo podatkovne zbirke stavb. Najprej opredelimo razred stavba, čemur sledi izdelava učnih vzorcev in njihov pregled za prikazano študijsko območje na sliki 1.

3.1 Opredelitev razreda stavba

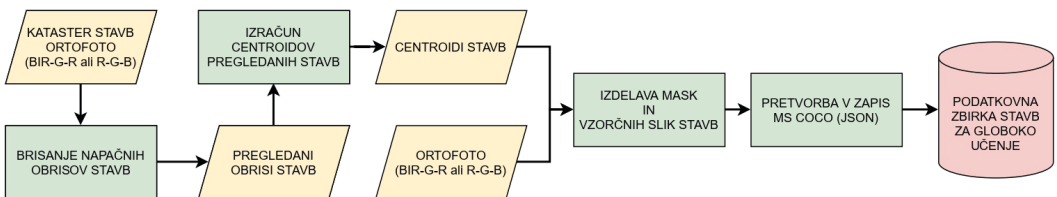
Namen katastra stavb je evidentiranje vseh stavb v Republiki Sloveniji. Pojem stavbe in dela stavbe opredeljuje ZEN (Uradni list RS, št. 47/06). Podatki, ki se vodijo o stavbah in njihovih delih, so opisani v Zbirki topografskih podatkov (DTM) (GURS, 2020). DTM je zakonsko pokrit z 11. členom ZDGRS (Uradni list RS, št. 25/14 in 61/17). Stavbo opredelimo kot objekt, ki je trajno na enem mestu (Bogusze-wski et al., 2020). Primer pravilnega in upoštevanega obrisa stavbe je predstavljen na levi strani slike 2. Visoke stavbe pomenijo težavo, saj maska stavbe, pridobljena iz katastra stavb, ne sovпада s stavbo na posnetku. Takih stavb pri pripravi podatkovne zbirke nismo upoštevali.



Slika 2: Primeri pravilnih (levo) in nepravilnih (desno) učnih vzorcev stavb.

3.2 Metodologija izdelave podatkovne zbirke stavb

Korake izdelave podatkovne zbirke stavb za globoko učenje prikazuje diagram poteka na sliki 3, vsak posamezni korak je podrobneje opisan v nadaljevanju.



Slika 3: Diagram poteka izdelave podatkovne zbirke stavb za globoko učenje.

Kataster stavb, ki smo ga uporabili za izdelavo učnih vzorcev stavb, smo pred samo izdelavo počistili. Izločili smo obrise stavb, ki se po generalizirani podrobni namenski rabi prostora (MOP, 2020) na-

hajajo na: (1) območjih proizvodnih dejavnosti, (2) območjih in omrežjih prometne infrastrukture, (3) območjih komunikacijske infrastrukture in (4) območjih energetske infrastrukture. Pred izločanjem je bilo na študijskem območju 98.425 obrisov stavb. Najprej smo izločili 1271 obrisov stavb, med katere spadajo predvsem večji industrijski objekti. Te smo izločili zato, ker so objekti preveliki in jih ne moremo ustrezno predstaviti na vzorčni sliki velikosti 128 x 128 pikslov. Izločili smo še stavbe, ki se po spektralnih lastnostih enačijo s prometno infrastrukturo, predvsem s cestami in transformatorji, saj so obrisi teh premajhni, da bi algoritem masko transformatorja zaznal in ji izračunal slikovne koordinate izdelanih mask. Stavbe, ki so na območjih energetske, komunikacijske in prometne infrastrukture, so netipične. Želeli smo izdelati podatkovno zbirko, ki je čim bolj uravnotežena in ima čim manj osamelcev. Iz pregledanih in počiščenih obrisov stavb smo izračunali nove centroide ter jih uporabili pri pripravi vzorčnih slik in binarnih mask.

3.3 Pregled vzorčnih slik in mask stavb

Z ročnim pregledom učnih primerkov izboljšamo kakovost podatkovne zbirke, kar vpliva na boljše rezultate detekcije stavb. Najznačilnejše napake pri obrisih stavb so mešanje s travniki, njivami in sencami. Razlog za to je neposodobljenost katastra stavb. Za študijsko območje z 98.425 obrisi stavb smo odkrili 8226 primerov takih napak, kar predstavlja 8 % vseh obrisov. Napačnih obrisov stavb nismo upoštevali pri izdelavi vzorčnih slik in binarnih mask. Po pregledu izdelanih vzorčnih slik in binarnih mask smo pridobili 58.000 učnih primerov za izdelavo podatkovne zbirke stavb. Nekaj primerov najbolj značilnih napak prikazujemo na sliki 4.



Slika 4: Primeri napačnih obrisov stavb. Najznačilnejše napake so mešanje s travniki, njivami in sencami. Tudi primeri delnega prekrivanja obrisa in stavbe niso uporabni.

Podatkovno zbirko smo razdelili v razmerju 80/20, kjer smo 80 % učnih primerov uporabili za učenje in 20 % za validacijo. Nato smo iz novo izračunanih centroidov stavb izdelali maske stavb in vzorčne slike stavb velikosti 128 x 128 pikslov. Vsaka stavba je v podatkovni zbirki predstavljena z masko in pripadajočo vzorčno sliko. Po tem smo podatkovni zbirki pretvorili v zapis MS COCO, ki, kot rečeno, za označitev učnih primerov uporablja zapis JSON. V prvem koraku smo označili lokacije vseh vzorčnih slik in pripadajočih binarnih mask glede na razred stavba, v drugem koraku smo pretvorili vzorčne slike in maske stavb v zapis JSON, ki ga uporablja podatkovna zbirka MS COCO. Podrobnosti o samem postopku je predstavil Šanca (2020).

3.4 Prenos znanja iz predučenih nevronskih mrež

Nevronske mreže so za specifične naloge računalniškega vida že izdelane in naučene na večjih podatkovnih zbirkah, kot sta ImageNet (Deng et al., 2009) in MS COCO. Te so dostopne uporabnikom, ki uteži lahko uporabijo za učenje novih modelov na podlagi lastne podatkovne zbirke. Primer takega učenja imenujemo učenje s prenosom znanja ali preneseno učenje (angl. *transfer learning*). Preneseno učenje deluje z inicializacijo že naučenih uteži modela z namenom boljšega prilagajanja uteži pri učenju na drugi podatkovni zbirki. Pri pridobivanju značilk iz slik uporabimo glavo nevronske mreže in učimo le novi klasifikator, da se predhodno naučene uteži filtrov optimizirajo za nove naloge na podlagi druge podatkovne zbirke, s tem proces učenja modelov zahteva precej manj časa (Ramon et al., 2019). Pri učenju nevronske mreže Mask R-CNN lahko uporabimo predučene uteži dveh velikih podatkovnih zbirk, to sta MS COCO in ImageNet.

Podatkovna zbirka MS COCO je vodilna podatkovna zbirka za detekcijo in segmentacijo objektov, vsebuje anotacije za različne probleme: (1) detekcijo objektov (angl. *object detection*), (2) detekcijo ključnih točk (angl. *keypoint detection*), (3) segmentacijo objektov (angl. *stuff segmentation*), (4) pan-optične segmentacije (angl. *panoptic segmentation*) in (5) opisovanja slik (angl. *image captioning*). Vsebuje 91 slikovnih kategorij, od teh ima 82 kategorij več kot 5000 označenih primerov slik. Skupno število označenih učnih primerov zbirke MS COCO je 2,5 milijona na 328.000 slikah (Lin et al., 2014).

ImageNet velja za največjo podatkovno zbirko nasploh, vsebuje več kot 15 milijonov ročno označenih slik visoke ločljivosti, ki so kategorizirane po hierarhiji WorldNet v 22.000 razredov. ImageNet omogoča: (1) klasifikacijo objektov (angl. *object classification*), (2) detekcijo objektov (angl. *object detection*) in (3) lokalizacijo posameznih objektov (angl. *single object localisation*) (Deng et al., 2009).

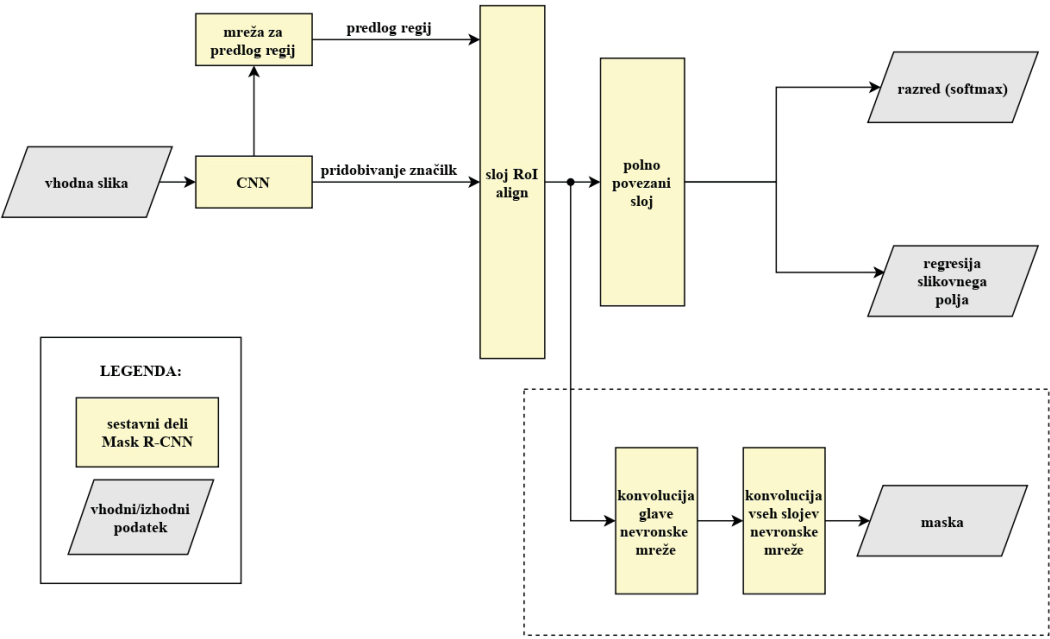
Mask R-CNN sestavljata dva dela: (1) konvolucijska mreža, namenjena pridobivanju značilk iz slik, in (2) glava nevronske mreže, namenjena klasifikaciji, prepoznavi slikovnega polja in napovedi maske prepoznanega objekta, ki se napove ločeno za vsak objekt ali interesno območje (angl. *Region of Interest*) (Zhao et al., 2018). Mask R-CNN sestavljata dve hrbtini arhitekturi, in sicer ResNet101, ki vsebuje 101 konvolucijskih slojev za klasifikacijo objektov in FPN (angl. *Feature Pyramid Network*), ki iz podobe pridobiva značilke različnih meril (Šanca, 2020). Pri učenju vseh modelov smo uporabili enake hiperparametre, edino hitrost učenja smo zmanjšali za 10-kratno vrednost pri modelih, katere uteži smo fino učili. Hiperparametre za učenje podajamo v preglednici 2, nastavili smo jih na podlagi pregledanih preteklih raziskavah. Vsi našeti hiperparametri v preglednici 2 so podrobneje opisani v (Šanca, 2020).

Preglednica 2: Uporabljene vrednost hiperparametrov pri učenju modelov

Ime hiperparametra	Vrednost
velikost slike za učenje (angl. <i>image shape</i>)	128 x 128 px
hitrost učenja (angl. <i>learning rate</i>)	0,001 in 0,0001
velikost serij (angl. <i>batch size</i>)	1000
število ponovitev na epoho (angl. <i>steps per epoch</i>)	1000
število ponovitev validacije (angl. <i>validation steps</i>)	50
hrbta arhitektura (angl. <i>backbone architecture</i>)	ResNet-101
velikost sidrnih polj (angl. <i>anchor box</i>)	(8, 16, 32, 64, 128)
število predlaganih regij na posamezno sliko	32
skupni čas učenja (angl. <i>total train time</i>)	328 ur

Modele smo učili na računalniku z naslednjimi specifikacijami:

- centralna procesna enota: Intel(R) Core(TM) i9-9900X CPU @ 3.50GHz,
- pomnilnik: 64 GB RAM, DDR4 (4X 16 GB DIMM DDR4 Synchronous 2400 MHz),
- grafična kartica: NVIDIA GeForce RTX 2080 SUPER.



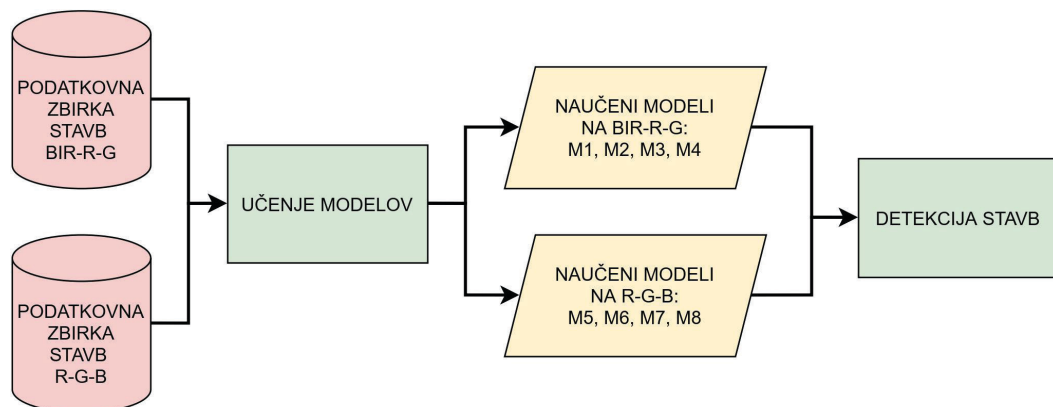
Slika 5: Arhitektura Mask R-CNN za primer detekcije stavb. V prvem koraku vhodna slika potuje skozi konvolucijsko nevronske mrežo (CNN), ki pridobiva značilke. V drugem koraku mreža za predlog regij naključno predlaga regije na vhodni sliki, na podlagi katere se ustvarijo napovedi glede na opredeljen razred v podatkovni zbirki. Višjениvojske informacije se združujejo v nižjениvojske z uporabo sloja RoIAlign, ki deluje kot združevalni sloj in se razdeli v dva dela. V prvem delu se rezultati RoIAlign premikajo čez polno povezane sloje, na podlagi katerih se napove razred objekta in izračuna regresija slikovnega polja. V drugem delu se rezultati RoIAlign premikajo čez konvolucijske sloje nevronske mreže in potem čez vse sloje nevronske mreže, tako se ustvari pikselna maska za vsako regijo interesa (angl. *region of interest*) in se slika segmentira po pikslih glede na prepoznani razred.

V raziskavi primerjamo uspešnost osmih učenih modelov za klasifikacijo stavb, predstavljeni so v preglednici 3.

Preglednica 3: Naučeni modeli na podatkovni zbirki BIR-R-G in R-G-B

Ime modela	Podatkovna zbirka	Uporabljeni sloji za učenje	Število epoh	Uporabljene uteži	Hitrost učenja	Čas učenja [h]
M1	BIR-R-G	glavni sloji	100	MS COCO	0,001	39
M2	BIR-R-G	glavni sloji	100	ImageNet	0,001	40
M3	BIR-R-G	vsi sloji	200	MS COCO	0,0001	42
M4	BIR-R-G	vsi sloji	200	ImageNet	0,0001	44
M5	R-G-B	glavni sloji	100	MS COCO	0,001	37
M6	R-G-B	glavni sloji	100	ImageNet	0,001	39
M7	R-G-B	vsi sloji	200	MS COCO	0,0001	43
M8	R-G-B	vsi sloji	200	ImageNet	0,0001	44

Število epoh pomeni število ponovitev prehoda celotne podatkovne zbirke čez Mask R-CNN. Pri modelih M1, M2, M5, M6 smo učili glavo nevronske mreže (angl. *head layers*), pri modelih M3, M4, M7, M8 vse sloje nevronske mreže (angl. *all layers*). Hitrost učenja predstavlja velikost koraka pri izračunu gradienta funkcije izgube, ki se med učenjem nevronske mreže iterativno minimizira. Pri učenju si izberemo primerno hitrost učenja, da se izognemo premajhnemu ali prekomernemu prileganju uteži (angl. *underfitting/overfitting*) (Šanca, 2020). Postopek učenja modelov prikazujemo na sliki 6.



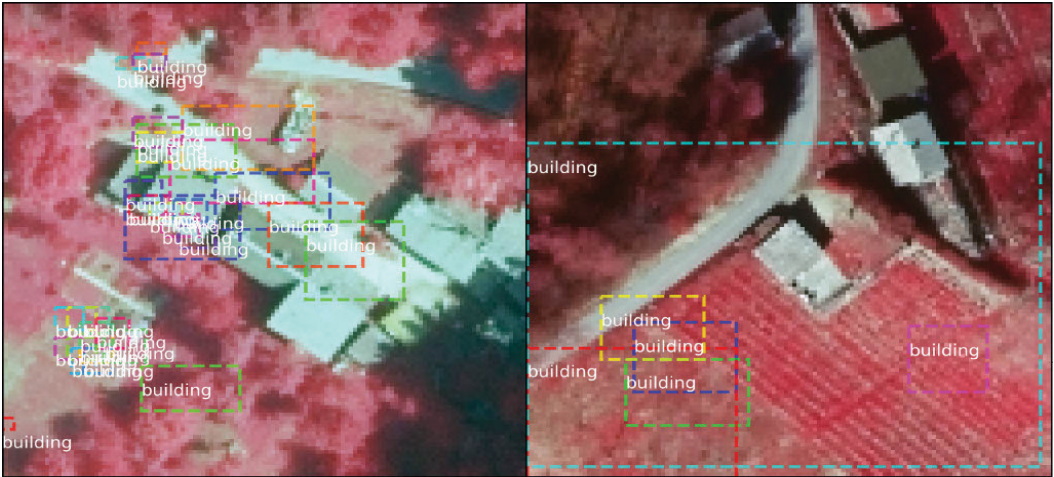
Slika 6: Diagram poteka učenja modelov za detekcijo stavb. Modeli M3, M4 in M7, M8 so fino učeni modeli še 100 epoh po učenju glave nevronske mreže. Detekcijo stavb smo izvedli ločeno z vsakim modelom.

4 REZULTATI IN NJIHOVO OVREDNOTENJE

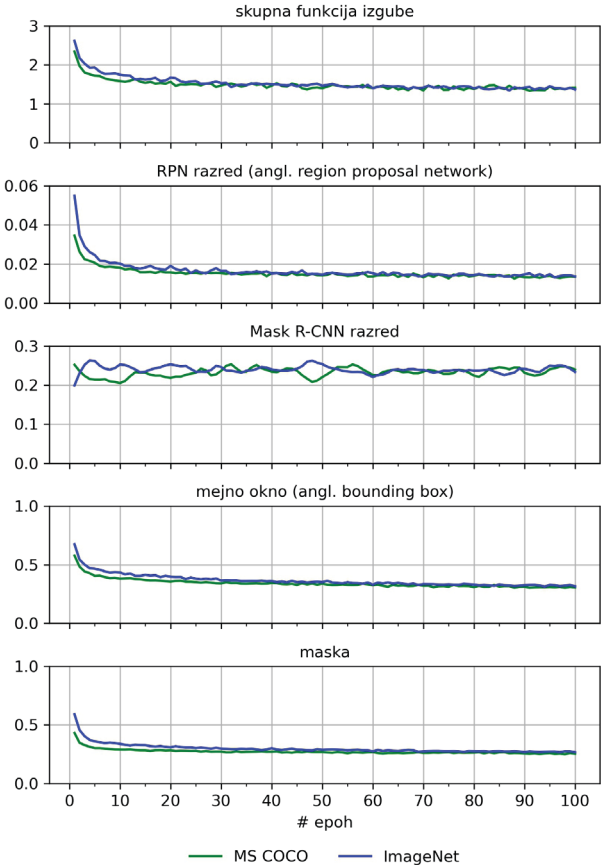
Uspešnost prenosa znanja smo ocenili na podlagi skupne funkcije izgube v procesu učenja. Skupne funkcije izgube validacijskega procesa nismo upoštevali za ocenjevanje stabilnosti modela, saj je na velikem deležu učnih parov obris stavb iz katastra stavb nekonsistenten, zato učen model uspešno napove stavbo, kjer ni obrisa, kar validacijski proces zazna kot napačno klasificiran objekt. Odločili smo se, da bomo validacijo uspešnosti modelov opravili z izračunom evalvacijskih metrik (poglavje 4.1). Uspešnost modelov klasifikacije stavb smo preverili na izbranem testnem območju izven območja podatkovne zbirke za učenje. Izbrali smo 300 primerov za testiranje uspešnosti učenih modelov, pri tem smo upoštevali kriterij raznolikosti streh, predvsem barvo in obliko strehe, prisotnost sončnih kolektorjev na strehi, sence ipd. Najprej primerjamo naučene modele med sabo in potem še dobljene rezultate M3 in M4 s katastrom stavb. Rezultate detekcije stavb predstavimo na slikah, kjer primerjamo napovedi vseh naučenih modelov na BIR-R-G. Dobljene obrise stavb primerjamo s katastrom stavb.

4.1 Funkcije izgube po prenosu znanja in primerjava modelov

Primer detekcije stavb s predučnim modelom MS COCO (R-G-B), ki smo ga uporabili za inicializacijo naših uteži pri učenju na lastni podatkovni zbirki, predstavljamo na sliki 7. Kot pričakovano je detekcija stavb brez prenosa znanja na izdelani podatkovni zbirki stavb napačna. Osnovni model MS COCO ali ImageNet le naključno predlaga prostorska polja.



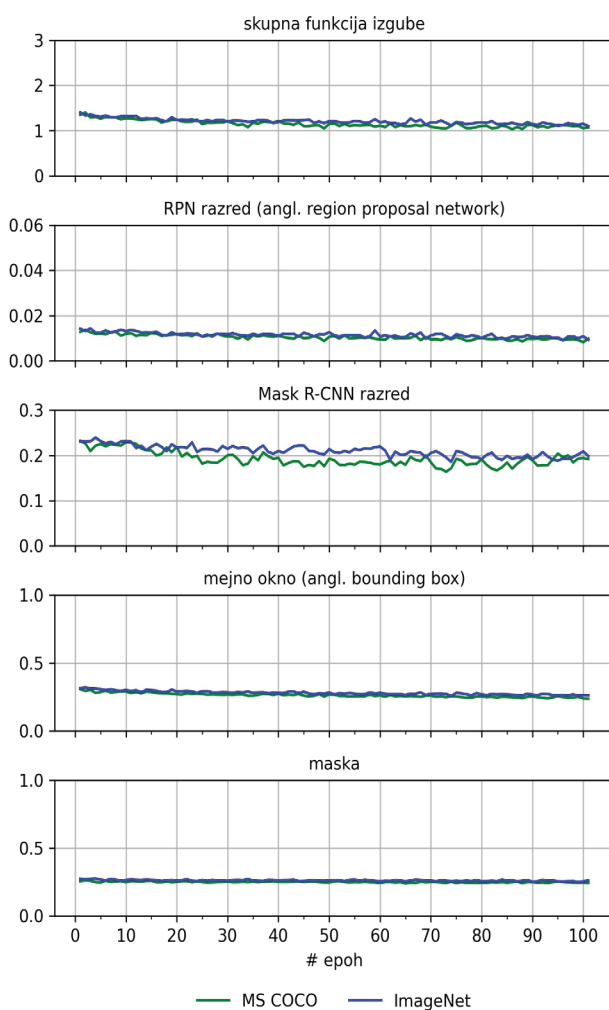
Slika 7: Primer detekcije stavb z osnovnim, še ne naučenim modelom MS COCO.



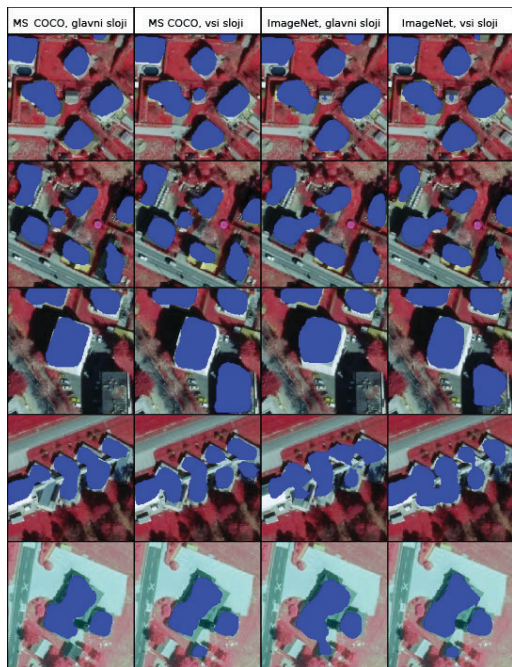
Slika 8: Prikaz funkcij izgube učenja za M1 in M2 na podatkovni zbirki BIR-R-G. Pri obeh modelih smo učili glavne sloje nevrnske mreže v trajanju 100 epoh.

Skupna funkcija izgube Mask R-CNN je vsota klasifikacijske izgube, izgube slikovnega polja in izgube maske. Za primer detekcije stavb nas najbolj zanima izguba maske, saj ta predstavlja mero za natančnost klasifikacije maske stavbe. Na sliki 8 vidimo, da je skupna funkcija izgube po prenosu znanja modela MS COCO minimalno boljša od funkcije izgube modela ImageNet. To velja tudi po posameznih funkcijah izgube za klasifikacijo, regresijo in masko. Pri učenju se funkcija izgube minimizira in proti koncu učenja stabilizira (približno po 65. epohi učenja), kar pomeni da ni potrebe po daljšemu učenju. Vrednost funkcije izgube za razred Mask R-CNN (angl. *mask loss*) se med učenjem ne spreminja veliko. Razlog za to je, da imamo v podatkovni zbirki stavb le en sam razred, ki se napoveduje pri detekciji. Prikazane so funkcije izgube le v fazi učenja.

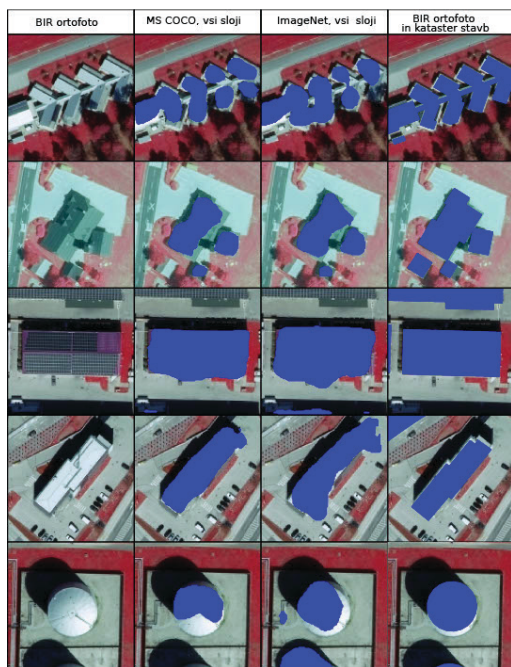
Pri finem učenju uteži se vrednosti funkcij izgube dodatno zmanjšajo, razen funkcije izgube za masko, ki že na začetku stabilizira in se med učenjem ne izboljšuje več, kar pri detekciji pomeni, da se obrisi prepoznanih stavb izrazito ne spreminjajo.



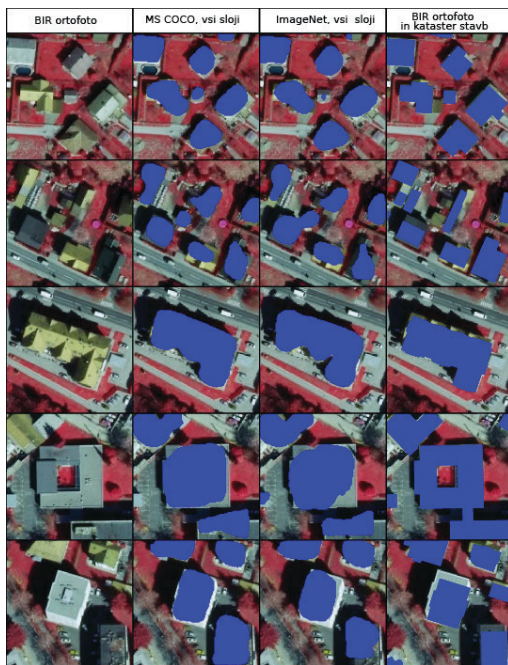
Slika 9: Prikaz funkcij izgube učenja za M3 in M4 na podatkovni zbirki BIR-G-G. Pri obeh modelih smo učili vse sloje nevronske mreže v trajanju 200 epoh.



Slika 10: Primerjava uspešnosti naučenih modelov: M1, M3, M2, M4.



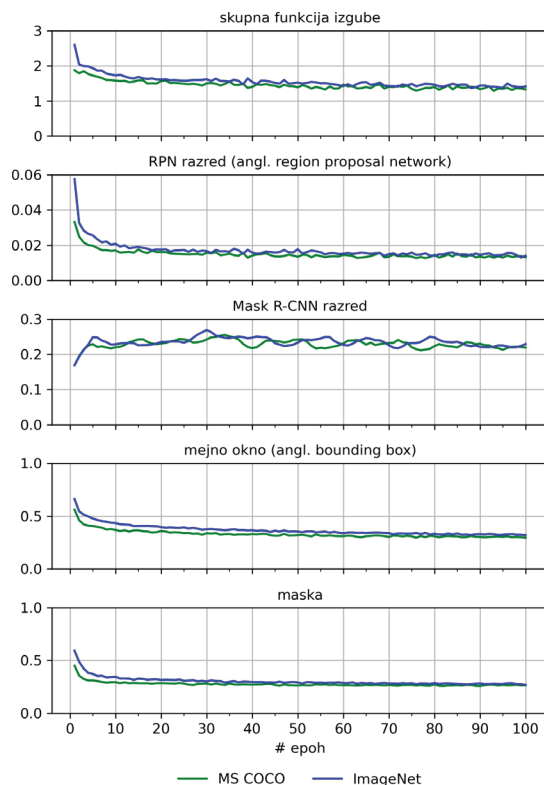
Slika 11: Rezultati detekcije stavb z M3 in M4 ter primerjava s katastrom stavb.



Slika 12: Rezultati detekcije stavb z M3 in M4 ter primerjava s katastrom stavb.

Rezultati detekcije stavb z učenimi modeli na BIR-G-R so prikazani na slikah 10, 11 in 12. Modela M3 in M4 prepoznata manjše stavbe, a obrisi prepoznanih stavb v primerjavi z M1 in M2 ostajajo zelo podobni. Fino učenje uteži z učenjem vseh slojev Mask R-CNN se je izkazalo kot pomembno pri izboljšanju točnosti napovedi, ampak ni ključnega pomena za izboljšanje obrisov prepoznanih stavb v primerjavi z obrisi, ki jih dobimo le z učenjem glave nevronske mreže.

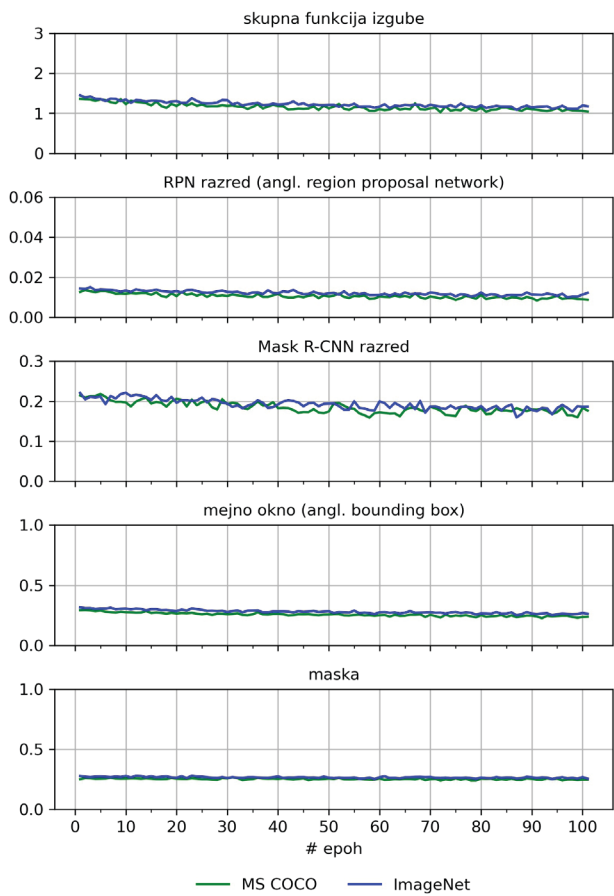
Na sliki 13 so prikazane funkcije izgube učenja M5 in M6, učenih na R-G-B, in na sliki 14 funkcije izgube M7, M8, učenih na R-G-B. Vidimo, da so funkcije izgube R-G-B modelov približno enake kot funkcije izgube BIR-R-G modelov.



Slika 13: Prikaz funkcij izgube učenja M1 (zelena) in M2 (modra) na podatkovni zbirki R-G-B. Pri obeh modelih smo učili glavne sloje nevronske mreže 100 epoch.

Zanimala nas je tudi razlika med uspešnostjo modelov, ki smo jih naučili na podatkovni zbirki BIR-R-G in R-G-B. Rezultate detekcije stavb z modeli R-G-B prikazujemo na sliki 15.

Razlike med modeloma M1, M2 BIR-R-G in modeloma M5, M6 R-G-B so minimalne tudi pri prepoznavanju obrisov stavb. To velja tudi za fino učene modele M3, M4 in M7, M8. V primerjavi z ortofoti BIR-R-G so rezultati detekcije stavb na R-G-B nekoliko boljši, ker je osnovni model od MS COCO, učen na barvnih slikah iz vsakdanjega življenja (R-G-B). V obeh primerih učenja se izkaže, da je prenos znanja iz predučenihih uteži podatkovne zbirke MS COCO ali ImageNet učinkovita rešitev v primerjavi z učenjem modelov iz začetka.



Slika 14: Prikaz funkcij izgube učenja M3 (zelena) in M4 (modra) na podatkovni zbirki R-G-B. Pri obeh modelih smo učili vse sloje nevronske mreže 200 epoh.



Slika 15: Primer detekcije stavb z M7 na R-G-B ortofotu.

4.2 Uspešnost naučenih modelov

Uspešnost učenih modelov klasifikacije v strojnem učenju ovrednotimo na podlagi vzorčnih slik za testiranje. Klasifikacija stavb predstavlja primer binarne klasifikacije, pri kateri uspešnost napovedi predstavimo z matriko zamenjav.

Resnica	Napoved	
	TP – pravilno pozitivne	FN – napačno negativne
	FP – napačno pozitivne	TN – pravilno negativne

Pravilno klasificirani primeri spadajo v pravilno pozitivne TP (angl. *true positive*) in pravilno negativne TN (angl. *true negative*). Napačno klasificirani primeri spadajo med napačno negativne FN (angl. *false negative*) in napačno pozitivne FP (angl. *false positive*). Rezultate napovedi uporabimo za izračun evalvacijskih metrik, s katerimi ovrednotimo uspešnost modelov detekcije stavb. Uporabljene enačbe za izračun evalvacijskih metrik smo povzeli po Fetai et al. (2021). Točnost (angl. *accuracy*) predstavlja delež pravilnih napovedi glede na vse napovedi modela, pri binarni klasifikacije se enačba poenostavi:

$$točnost = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} := \frac{TP + TN}{\text{število vseh testnih primerov}} \tag{1}$$

Priklic (angl. *recall*) pove delež pravilno napovedanih primerov glede na vse pozitivne primere:

$$priklic = \frac{TP}{TP + FN} \tag{2}$$

Združeno metriko natančnosti in priklica definira mera F1 (angl. *F1 score*), uporabimo jo, ko želimo prikazati samo eno mero za uspešnost modela:

$$F1 = \frac{2 \cdot točnost \cdot priklic}{točnost + priklic} \tag{3}$$

Za učene modele smo prešteli delež pravilno in napačno prepoznanih stavb in izračunali evalvacijske metrike. Rezultate prikazujemo v preglednici 4.

Preglednica 4: Ovrednotenje uspešnosti klasifikacije stavb po modelih

	Podatkovna zbirka	Uteži	TP	TN	FP	FN	Točnost	Priklic	Mera F1
M1	BIR-R-G	MS COCO	246	0	38	16	0,8200	0,9389	0,8754
M2	BIR-R-G	ImageNet	243	0	43	14	0,8100	0,9455	0,8725
M3	BIR-R-G	MS COCO	296	0	3	1	0,9867	0,9966	0,9916
M4	BIR-R-G	ImageNet	294	0	4	2	0,9800	0,9932	0,9866
M5	R-G-B	MS COCO	249	0	36	15	0,8300	0,9432	0,8830
M6	R-G-B	ImageNet	244	0	41	15	0,8133	0,9421	0,8730
M7	R-G-B	MS COCO	298	0	1	1	0,9933	0,9967	0,9950
M8	R-G-B	ImageNet	296	0	1	2	0,9867	0,9933	0,9900

Naučeni modeli so si po uspešnosti detekcije stavb zelo podobni. Modeli, učen 200 epoh (M3, M4 in M7, M8), so bolj uspešni predvsem pri prepoznavi natančnih obrisov stavb in pri prepoznavi stavb tudi na robu vzorčnih slik. M1, M2 in M5, M6 ne prepoznajo majhnih stavb ali stavb, ki so delno prekrite z vegetacijo.

5 SKLEP IN RAZPRAVA

V članku smo predstavili postopek detekcije stavb z Mask R-CNN od izdelave podatkovne zbirke do detekcije obrisov stavb za osem modelov. Modele smo učili s prenosom znanja iz predučenih uteži podatkovnih zbirk MS COCO in ImageNet. Primerjali smo uspešnost klasifikacije stavb pri uporabi ortofotov R-G-B in barvno bližnje infrardečih ortofotov BIR-R-G. Izdelana podatkovna zbirka, namenjena prepoznavi stavb z globokim učenjem, ponuja možnosti za nadaljnjo uporabo, ker se lahko dodatno razširi na območje celotne države in se mogoče v prihodnosti uporablja za iskanje in vzdrževanje podatkov o stavbah. Dobljeni rezultati potrjujejo, da je Mask R-CNN uporaben in primeren za klasifikacijo stavb, kar trdijo tudi sorodne raziskave (Ji et al., 2019, in Zhou et al., 2019).

V Sloveniji je to po našem poznavanju prvi primer detekcije stavb z globokim učenjem in prav tako prvi primer uporabe prenosa znanja iz podatkovnih zbirk MS COCO in ImageNet, ki vsebujeta le R-G-B slike vsakdanjih predmetov, v podatkovno zbirko stavb, izdelano iz R-G-B in BIR-R-G ortofotov, katere slike so predstavljene s povsem drugačne perspektive. Uspešnost prenosa učenja iz ene domene v drugo kaže na fleksibilnost tovrstnih mrež. Na podlagi tega lahko trdimo, da je prenos učenja učinkovita metoda za posodabljanje modelov, ki so učenih na različnih podatkih. Učenje modelov od začetka je dolgotrajen proces, ki omogoča izgradnjo boljših modelov. Uporaba prenosa znanja na takih modelih z uporabo novih podatkov enakega barvnega prostora bi omogočila hitro in učinkovitejše posodabljanje modelov in predvsem hitreje učenje.

S pridobljenimi izkušnjami imamo nekaj predlogov za izboljšave nadaljnje raziskave. Prvi primer izboljšav je izdelava prepoznanih mask stavb pravilnejših oblik z algoritmom detekcije obrisov, kot navajajo Zhao et al. (2018). Prepoznane maske stavb lahko v naslednjem koraku vektoriziramo in s tem omogočimo integracijo v geografski informacijski sistem. Podatkovno zbirko lahko nadgradimo s kombinirano uporabo barvnega bližnje infrardečega ortofota in normiranega digitalnega modela površja (nDMP), s katerim bi že pri pripravi podatkov ločili strehe od reliefa. Podatkovno zbirko lahko razširimo tako, da bi vsebovala stavbe celotne Slovenije, s čimer bi model učili na območju celotne države.

ZAHVALA:

Raziskava je bila delno opravljena v okviru aplikativnega raziskovalnega projekta L2-1826, ki ga sofinancirajo Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Geodetska uprava Republike Slovenije in Ministrstvo za obrambo, ter raziskovalnega programa P2-0406 in projekta J2-9251, ki ju financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Hvala tudi Oddelku za gradbeništvo Høgskulen på Vestlandet za delno sofinanciranje raziskave.

Literatura in viri:

Glej str. 575.



Šanca S., Oštir K., Mangafić A. (2021). Zaznavanje stavb z uporabo nevronske mreže, učenih s prenosom znanja. Building detection with convolutional networks trained with transfer learning. Geodetski vestnik, 65 (4), 559–593.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.559-593>

Simon Šanca, mag. inž. geod. geoinf.

Høgskulen på Vestlandet

Inndalsveien 28, NO-5063 Bergen, Norveška

e-naslov: simon.sanca@hvl.no

Alen Mangafić, mag. prost. načrt.

Geodetski inštitut Slovenije

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: alen.mangafic@gis.si

prof. dr. Krištof Oštir, univ. dipl. inž. fiz.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: kristof.ostir@fgg.uni-lj.si

OBLAKI TOČK ZA UPORABO V INFORMACIJSKIH MODELIH GRADENJ (BIM)

POINT CLOUDS FOR USE IN BUILDING INFORMATION MODELS (BIM)

Robert Klinc, Uroš Jotanović, Klemen Kregar

UDK: 004.76:624
Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02
Prispelo: 20. 9. 2021
Sprejeto: 6. 12. 2021

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.594-613
REVIEW ARTICLE
Received: 20. 9. 2021
Accepted: 6. 12. 2021

IZVLEČEK

Oblaki točk se vse pogostejše uporabljajo za pridobivanje podatkov za informacijsko modeliranje gradenj. Upravljalci starejših objektov si prizadevajo za centralizacijo informacij. Dokumentacija o strojnih instalacijah, cevovodih, električni opremi in preteklih posegih je pogosto shranjena na dislociranih medijih, večinoma še vedno na papirju. Oblak točk je v procesu pretvorbe snovnega v digitalni svet izhodišče, v katerem so podatki o snovnem svetu zajeti na različne načine, kot so fotogrametrija, terestrično ali aerolasersko skeniranje. Ročno modeliranje BIM za upravljanje, vzdrževanje in nadaljnjo uporabo je zamudno, napake so pogoste, zato želimo v izogib napakam proces avtomatizirati. Pojavlja se vse več samostojnih programov in dodatkov za obstoječe programe, ki omogočajo avtomatizirano, hitro in natančno modeliranje iz oblakov točk. V članku predstavljamo rezultate raziskave o možnosti za avtomatizacijo izdelave BIM-modelov iz oblakov točk. Rezultat je polavtomatski postopek modeliranja BIM-elementov iz oblakov točk, ki smo ga preizkusili na konkretnih primerih modeliranja posameznih elementov (sten, cevi in stebrov). Ugotavljamo, da je kljub avtomatizaciji za ustvarjanje kakovostnih modelov še vedno potrebna visoka stopnja uporabniške interakcije.

ABSTRACT

The use of point clouds in extracting data for building information modelling (BIM) has become common recently. Managers of older buildings are working to centralise information. Documentation about mechanical installations, plumbing, electricity, and previous interventions is often stored on scattered media, frequently still on paper. In the transformation of the material world into the digital world, the point cloud is the starting point, containing information about the material world obtained by various means such as photogrammetry, terrestrial or aerial laser scanning. Manual BIM modelling for management, maintenance and future use is a time-consuming and error-prone process. We would like to automate this process and avoid these errors. Recently, there have been developed an increasing number of stand-alone programmes and add-ons that provide automated, fast, and more accurate modelling based on point cloud data. In this paper we present an investigation into the possibilities for automating the creation of BIM models from point cloud data. The result is a semi-automated process for modelling individual BIM elements, which we have tested on specific examples of modelling individual elements (walls, pipes, and columns). We note that despite the automation of the process, a high level of user interaction is still required to produce good quality models.

KLJUČNE BESEDE

terestrično lasersko skeniranje, BIM, oblak točk, samodejna identifikacija objektov, delovni postopek od-skeniranja-do-BIM

KEY WORDS

Terrestrial laser scanning, BIM, point cloud, automatic object identification, scan-to-BIM workflow

1 INTRODUCTION

Current advances in remote sensing are enabling increasingly accurate and content-rich spatial data to be captured in the form of point clouds resulting in the digital equivalent of the material world. Captured point clouds rarely represent the final product, so several commercial programs have appeared on the market in recent years that allow computer-aided design (CAD) and building information modelling (BIM) based on these data.

The use of point clouds in data collection for BIM is becoming increasingly popular. The process of converting captured laser scan data into BIM models is commonly referred to as scan-to-BIM. The industry standard is to manually feed laser scan data into BIM software (Wang, Guo and Kim, 2019). Scan-to-BIM is therefore a manual process carried out by skilled modellers who read the point cloud and manually construct all of the scene's key components (Bassier, Mattheuwsen and Vergauwen, 2019). For large-scale projects with numerous construction elements and complex geometries, such an approach is time-consuming and error-prone, that is why research has been focusing on semi-automatic and automated scan-to-BIM approaches (Wang et al., 2019).

Recently, more and more stand-alone programs and add-ons for existing programs are emerging that allow automated, fast, and more accurate modelling based on raw point cloud data. The working principle of these programs and add-ons is mostly based on shape detection algorithms that simplify the work and reduce the role of the user in the whole process.

1.1 Motivation

Point clouds represent unstructured and semantically empty groups of points that often exhibit noise and similar imperfections that arise during the data collection. While people can visualize point clouds rather well, problems arise when converting this simple point data into information-rich models.

To identify and process shapes that can be encountered in a built environment, robust algorithms are needed. These algorithms must be able to combine simple points into meaningful objects and semantically enrich them so that they have an assigned role in the digital environment.

Software vendors promise simplifications in data processing and exchange, as well as different levels of automation in modelling based on captured point clouds. To test these claims, we examined point cloud datasets and state-of-the-art software capable of modelling point clouds. With them, we created models in which individual building blocks represent structural elements (walls, columns, beams).

The paper begins by presenting methods for point cloud acquisition. This is followed by a discussion of point cloud recording formats, point cloud processing workflows, and an overview of point cloud modelling software. Finally, the workflow for modelling BIM from point clouds is presented and the results are summarised.

2 METHODS FOR CAPTURING POINT CLOUDS

The point cloud is a common expression for a large group of 3D points which includes at least coordinates of points (usually in a Cartesian orthogonal coordinate system). Additional attributes such as scanning

reflection intensity or RGB colour value of points may also be included. Point clouds can be obtained through laser scanning or photogrammetry. The latter is gaining more and more popularity due to a huge increase in the availability of drones (Unmanned Aerial Vehicles) and increasingly advanced image processing methods.

2.1 Laser scanning

Classical surveying instruments also known as total stations can perform contactless range measurements and record directions. The essential difference between classical surveying instruments and laser scanners is the speed. Total stations are meant for measuring individual points with aiming while laser scanners measure points in the defined field of view with a defined density without aiming.

Three main principles are used for range measurements in laser scanners. Impulse or "time-of-flight" scanners determine the range through the measurement of time between sending and receiving the light impulses (Hunter et. al., 2003; Abellán et. al., 2006). Phase-shift scanners are more accurate since they observe the shift between emitted and received light waves, but they are slower and can't handle very long ranges (Heritage and Large, 2009). The third type are triangulation scanners which use the CCD camera on the fixed base with a laser emitter (Franca et al., 2005).

Laser scanners can be attached to different platforms. When scanning from the ground, attached to a tripod, we talk about terrestrial laser scanners. For airborne laser scanning from aeroplanes or helicopters we use the term aero laser scanning and for scanners attached to ground vehicles like cars and trains we use the term mobile aerial laser scanning.

2.2 Photogrammetry

Due to a huge increase in the availability of drones (UAV) and increasingly advanced image processing methods in recent years another manner of point cloud collection appeared. Human can perceive depth with two eyes. The same principle is used in photogrammetry. Two images of the same object collected from two different locations in space, contain the depth information about the object. Finding identical object points in the images, knowing the camera calibration parameters and using central projection equations allows for 3D object points estimation (Grigillo et al., 2015; Mongus et al., 2013; Triglav Čekada, 2017).

The images as raw data for photogrammetric point cloud production can be collected with a camera from hand or attached to a mobile device. Nowadays far most popular is capturing from UAV. For good results, we have to provide images from as diverse positions and directions as possible (Fras et al., 2020).

3 POINT CLOUD RECORDING FORMATS

Many different format types for point cloud recording are available on the market due to different ways of capturing data and hardware. The problem arises with processing programs that can usually import and export only a few format types. The supply on the market is large and increasingly interconnected. Standardization that promote data interoperability has taken off in recent years (Pirotti, 2019).

The data is written in either ASCII or binary formats, some types allow both. The ASCII record is based

on a binary basis and writes characters with seven bits. The most common formats with ASCII format are .xyz, .obj, .pts and .asc.

In a binary system, numbers are written with a mantissa and an exponent. Such files are much more compact (4-6 bytes per number) and contain more information. The most common formats with binary are .fls, .pcd, .las.

The third type formats are written as a combination of both methods. The most common formats for combo format are .ply, .fbx, and .e57.

Table 1: List of point cloud record formats (summarized from cloudcompare.org)

Format	Suffix	Binary / ASCII	Nr. of point clouds in a single file
BIN	.bin	Binary	>1
SBF	.sbf	Binary	1
ASCII	.asc, .txt, .xyz, .neu, .pts	ASCII	1
LAS	.las	Binary	1
E57	.e57	Mixed format	>1
PTX	.ptx	ASCII	>1
FARO	.fls, *.fws	Binary	>1
DP	.dp	Binary	>1
PCD	.pcd	Binary	>1
PLY	.ply	ASCII or binary	1
OBJ	.obj	ASCII	1
VTK	.vtk	ASCII	1
STL	.stl	ASCII	1
OFF	.off	ASCII	1
FBX	.fbx	ASCII or binary	1
OUT(Bundler)	.out	ASCII	1
PV	.pv	Binary	1
PN	.pn	Binary	1
SOI	.soi	ASCII	>1
POV	.pov	ASCII or binary	>1
ICM	.icm	ASCII or binary	1
Geo-Mascaret	.georef	ASCII	1

Currently, the most widely used data exchange formats are LAS and E57. For aerial laser scanning LAS format is most commonly used. It can be compressed and saved as LAZ. LAS is an open, binary format specified by the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS). It can also be used for terrestrial laser scanner data by ignoring unused fields.

The E57 file format is a compact, vendor-neutral format for storing point clouds, images, and metadata produced by any 3D imaging system. The E57 format was developed by the Data Interoperability sub-committee of the ASTM E57 Committee on 3D Imaging Systems. E57 is a more general format suitable for storing data from various sources. However, in areas where the E57 and LAS formats overlap, they have different solutions to the same problems.

4 POINT CLOUD PROCESSING

4.1 Visualization and organization

Visualisation of a point cloud is generally the first step in end-user needs after capturing the data. Visualization enables visual inspection of captured data, verification of object coverage, possible shadows, holes and adequacy of scanning density.

Two main principles have been established for point clouds visualization: raster images and point-based rendering. The first is more suitable for displaying generally flat objects, such as the surface of the earth seen from an aircraft at aerial laser scanning. Point-based rendering provides 3D data viewing on a flat 2D screen, where the perception of the third spatial component is provided by interactive rotation and scaling of 3D data.

The raw data of a 3D point cloud is generally written as a long list of coordinates along with some additional attributes. To perform further processing it is useful to equip the data with appropriate data structure. It allows to access the data faster and more efficiently in vicinity of the area being processed.

4.2 Segmentation and classification

Point clouds are often used solely for visualization or simple measurements of lengths, angles, and areas. For more advanced applications, segmentation and classification methods might be required. For example: using point clouds, we can capture and segment long road sections (Clode et al., 2004; Boyko and Funkhouser, 2011), forensically review accidents (Laefer and Pradhan, 2006), and capture cultural heritage buildings (Pu and Vosselman, 2009). The measured objects are often large and complex, so it is necessary to segment the obtained data in a meaningful way.

There are some basic strategies to tackle these tasks. Their combinations, adaptations and new methods are emerging constantly. Basic strategies are edge detection (Rabani et al., 2006; Castillo et al., 2013; Grilli et al., 2017), region growing (Besl and Jain, 1988), Hough transformation (Hough, 1962; Kiryati et al., 1991, Xu et al., 1990, Fernandes et al., 2008), RANSAC (Fischler and Bolles, 1981). Advanced strategies using artificial intelligence principles are unsupervised clustering (Morsdorf et al., 2004; Sam-path et al., 2006; Zhu and Shahzad, 2014), super-voxelization and pre-segmentation (Papon et al., 2013) and deep learning-based segmentation (Zhu et al., 2017), which can be further divided into multiview based segmentation (Boulch in sod., 2018), voxel-based segmentation (Riegler et al., 2017; Wang et al., 2017) and point-based segmentation (Qi et al., 2017).

5 POINT CLOUD PROCESSING SOFTWARE OVERVIEW

The initial stages of point cloud processing are usually done automatically using special algorithms, while the final processing is always done manually. Captured point clouds can be imported directly into the BIM modelling software bypassing this pre-processing, resulting in a manual redrawing of the geometry and the addition of information that can be derived from the point cloud or other sources.

The basic functionality of a program for processing point cloud data is a powerful algorithm that allows fast operations using all the hardware capabilities of the computer. When such an algorithm (along with

basic segmentation tools) is integrated into software for modelling BIM, point clouds can be used as a reference for manual modelling of components of the BIM model.

Table 2: An overview of the essential features of point cloud modelling and workflow software.

Software	Strengths	Weaknesses	Exchange formats	
			Import	Export
ReCap	- Simple user interface - Processing of large point clouds	- Few exchange formats - Basic processing functions (cropping)	.e57	.e57
			.pts	.pts
			.rcs	.rcs
CloudCompare	- Algorithms for working with point clouds (calculating normals, segmentation) - Freely available		.e57	.e57
			.las	.las
			.pts	.pts
			.flw	.obj
			.ptg	.ply
			.zfs	.stl
Revit	- BIM modelling	- Few exchange formats - Not adapted to stand-alone modelling on point clouds	.e57	
			.pts	
As-Built	- Simple user interface - Qualitative analysis - Collision detection	- Programming interface for Revit only	.e57	.e57
			.pts	.pts
			.flw	.flw
			.fls	.fls
Cloudworx	- Modelling of sloping walls- Programming interface for many programs (Bentley, Navisworks, Solidworks) - View 360° photos - Qualitative analysis and clash detection	- Cluttered user interface	.e57	
			.pts	
			.las	
			.prj	.e57
			.ptg	.pts
			.ptx	
EdgeWise	- Maximum level of automation (building skeleton) - Simple user interface - Collision detection - Qualitative analysis	- Programming interface for Revit only	.dp	
			.fls	.e57
			.rcp	.pts
			.ptg	
			.zfs	
PointCab	- Modelling irregularly shaped mass elements - Qualitative analysis - Archicad programming interface	- Minimum automation - Does not allow collision detection	.e57	.e57
			.pts	.pts
			.las	

In the following, we present some of the well-established software solutions that allow working with the point clouds. The features of established software solutions that allow working with point clouds and the exchange formats they support are summarized in Table 2.

6 PROPOSED SCAN-TO-BIM WORKFLOW

Automated modelling from point clouds has appeared in the literature in recent years (Antova et al., 2016; Antova and Tanev, 2020; Bassier et al., 2019; Pătrăucean et al., 2015; Rodríguez-Moreno et al., 2018; Son, Kim and Turkan, 2015; Wang et al., 2019). The whole process of transforming the material world into BIM models is done in several steps:

- In the first step, spatial data is acquired using a laser scanner or photogrammetric methods. At this point, the captured and raw point cloud can be the final product or, as in our case, it can serve as the basis for further work.
- The second step is to process the point cloud for further work. In this study, we used CloudCompare and Recap software to segment, classify, crop, and remove noise from the point cloud.
- The processed point cloud forms the basis for the third step, in which we prepare the cut-outs before modelling the walls in the chosen modeller. For this purpose, we used Revit. This step is optional and can be omitted when modelling columns, pipes and beams.
- In the fourth step, we select the reference points, which are mandatory for the algorithms used to determine and spatially position the elements. For this purpose, we used the software As-Built within the Revit environment.
- In the last step, we control the element, perform a graphical control of the deviation of the element from the point cloud and detect possible collisions. If the results are poor, we can return to step 4 and repeat the selection of reference points, or we can go to step 2 of the processing and continue working on the point cloud. The final result is an accurate model based on the point clouds.

For the modelling, we used Autodesk Revit software and Faro's automated modelling add-on As-Built which serves as an extension to the base software. We chose this add-on because it supports automatic modelling by selecting a few reference points. The structured user interface makes it easier to work within a single assembly. Figure 1 below shows the entire modelling workflow.

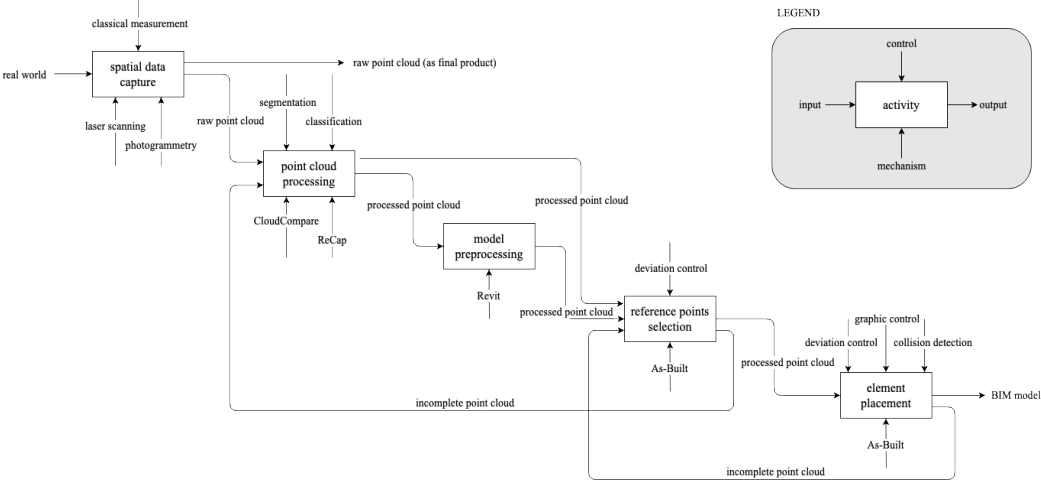


Figure 1: IDEF0 diagram of conversion from the material world to BIM model.

Since most of the main steps in converting point clouds into a BIM model are specific to each task and resulting BIM elements, the workflows are presented through the individual use cases below. The modelling of walls, beams, columns, and pipes is divided into separate sections explaining the process of selecting reference points and placing elements, as well as the overall analysis within each step.

The process of spatial data acquisition has not been covered in detail as it is beyond the scope of this study. Leica BLK360 imaging scanner was used for this study. Out of three available density settings, we have used the middle one (10 mm at 10 m) that produces ~18 million points per setup.

Before modelling, the point cloud must be adjusted and prepared. More on the theory behind was explained in Section 4. We start with the process of data preparation and point cloud processing, followed by model preparation, which is crucial for high quality and accurate wall models.

6.1 Modelling of walls

Point cloud processing

In the case of wall modelling, the basis is an edge detection algorithm that extracts the edges of each element from the prepared view and displays them as a skeleton. The point cloud is thus mapped from three to two dimensions and the points of the point cloud are mapped to pixels. To improve edge detection, it is useful to specify the elements that should be visible in the modelling process. We want to have as little noise and shadows caused by objects in space as possible.

Model pre-processing

Each floor should be designed to minimise superfluous objects and noise that could interfere with algorithms and user modelling. A portion of the point cloud is cut at the desired height. To avoid points on the floor, the cut-out is done above the floor of each floor. After some experiments with different point clouds, it has been found that the best height for the lower part of the cut-out is 1.5 m and for the upper part 2 m. This avoids the various objects including chairs, tables, sinks and radiators. Some objects, such as cupboards, that are as high as the room are difficult to avoid in this part of the process. On the other hand, windows and parapet walls will be captured at this cut-out height. It is important to be aware when working that the perfect case may not be achieved.

Figure 2 shows two cut-outs at different heights, both 30 cm thick. On the left, the lower cut-out is at 1.8 m, where the skeleton of the rooms and some cupboards can be seen. This cut-out makes the room view more transparent. The right cut-out has a height of 1.2 m and contains much more distracting objects. In addition to the height, the thickness of the cut-out is also important. The larger the thickness, the more points from the cloud are shown, which in the case of a less accurate laser image can result in more noise that interferes with detection and reduces modelling accuracy. On the other hand, too few points do not show the whole situation.

There is no ideal recipe for determining the thickness of the cut and its heights; in any case, it is necessary to know the full image of the scanned area and to adjust the parameters accordingly. Each cloud can be further cropped and cleaned of noise in the manipulation software, thus improving the usability even further.



Figure 2: Comparison of an edited (left) and unedited (right) point cloud.

From the prepared view, a modelling base can be prepared. The algorithm converts the selected view from 3D spatial points into a 2D image, which serves as the basis for automated modelling. The image can be embedded in any view or used as a final product, serving as a rough schematic. Combined with well-prepared cut-outs and settings, a good quality basis for automated wall modelling can be produced.

Reference points selection

The upper storey of the modelled wall must be determined, or its height if the top floor limit is not specified. In places where data is missing, the wall can also be defined based on a single recorded side. If only one side of the wall is visible due to obstacles, it can still be modelled. This option proves to be very useful in cases where the laser scans were taken within a single room and there are no connexions to other rooms. In the next step, we choose the start and end points of the wall. The algorithm works based on the user's selection of two or more points to serve as a reference for detection. Since walls are linear elements, two points are sufficient to detect them in well-prepared point clouds. In cases where more noise and surrounding objects are present and the software is not able to detect the course and thickness of the wall with two fixed points, it can be assisted by selecting more points.

Element placement

Interrupted laser beams, noise or shadows do not significantly affect detection, which is important in indoor environments where furniture covers a certain part of the wall and does not need to be moved during the scan. Interruptions due to openings such as doors and windows do not affect the positioning of the wall, as a few points are sufficient for the software to calculate the direction, position and thickness of the wall.

Point clouds may contain objects in the room that obscure the walls at the time of scanning, and which cannot always be satisfactorily removed during processing. In Figure 3, we can see how the cabinet doors cause interruptions in the point cloud. In this case, we defined two points on either side of the wall to locate it in space. The algorithm also connects the wall at the breakpoints, creating a continuous wall in the program. In Figure 3, the path of the wall is shown in orange.

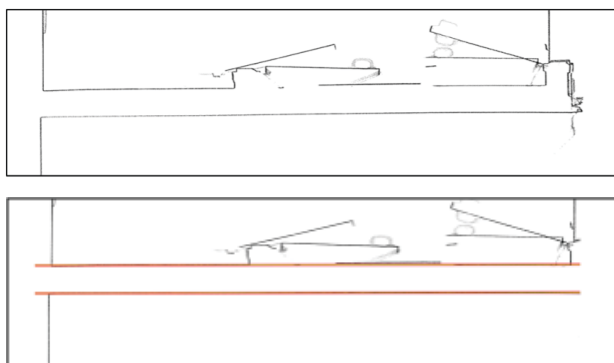


Figure 3: Detection and placement of a wall on a floor surface obstructed by a cabinet.

Another example is interruptions due to shadows in laser imaging. Figure 4 shows a situation where, at the time of scanning, a door obscured half of the wall and caused a shadow in the point cloud. Based on this situation, we know that the wall continues even at the point where the points were not scanned. The algorithm assembles the wall into a complete whole and determines its thickness based on the known portion that is fully visible on the left. The course of the wall is shown in orange in Figure 4.

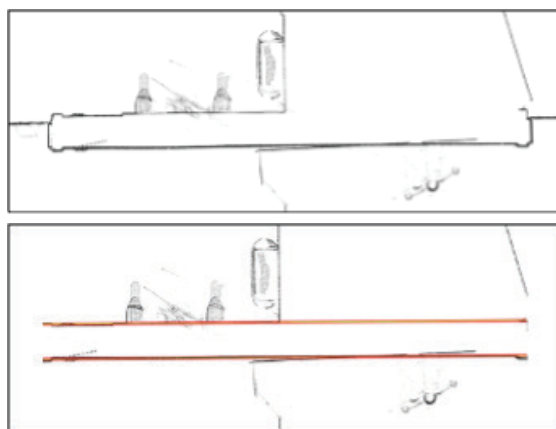


Figure 4: Detection and placement of a wall on a floor surface with interruptions due to shadows.

If the wall is covered by objects along its entire length and their configuration does not require them to be moved during the scan, we can use a detection algorithm based on a single visible surface. In this case, a short, uncovered section of the wall on the left side was used to determine the direction and thickness. The solid orange line in Figure 5 shows the side from which the wall is determined, while the dashed line represents an approximation based on the visible portion on the left side.

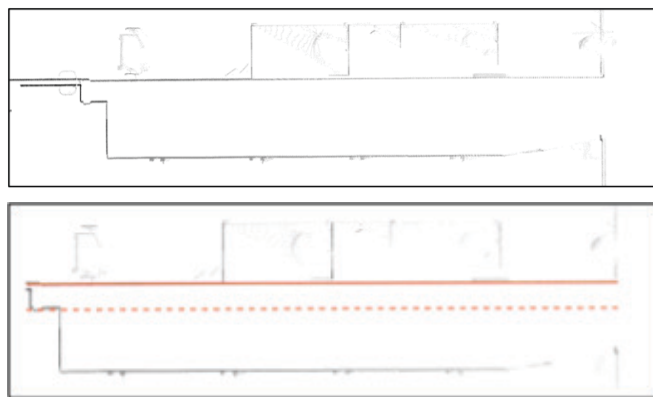


Figure 5: Detection and placement of a wall based on a single visible wall surface.

Deviation analysis

Based on the deviation analysis, the user can identify different categories of modelling errors, which are divided into three groups for better understanding: positional, geometric and orientation errors:

- Positional errors can occur when there are constant values of misalignment along the entire wall. For example, if there are positive deviations on one side of the wall and negative deviations on the other side, the wall model is misaligned. In this case, it the wall would need to be replaced or repositioned.
- If the thickness of the wall model is incorrect, it is a geometric error. This error can be detected if the deviation values on both sides are positive, which means that the wall model is undersized. Negative values on both sides mean that the wall model is too thick. The solution to such a geometric error would be to correct the thickness.
- An orientation error can be detected when the misalignment values increase or decrease from one side of the wall to the other. In this case, the wall model is rotated and need to be aligned.

Figure 6 shows the analysis of point deviations concerning the modelled wall.

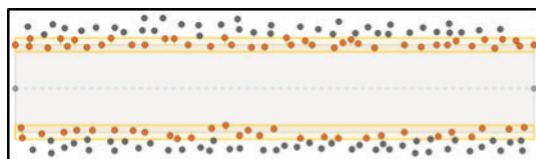


Figure 6: Graphical representation of the analysis of point deviations concerning the modelled wall.

In all this, the location quality of the point cloud also plays an important role. Despite sufficient point density, the quality and correct placement of the point cloud in space must be guaranteed. It must not be rotated in any direction or otherwise distorted.

6.2 Modelling of pipes

Point cloud processing

Modelling pipes in space does not require the same preparation as modelling pf walls; it is sufficient to

isolate the pipes in question from other objects. Due to vertical and horizontal paths and overlapping, it is difficult to represent pipes in 2D, so they are treated as a spatial problem in 3D.

Reference points selection

After selecting the start and end points of the pipe, the selected points are used to determine the path of the pipe on a reference point cloud, as shown in Figure 7.

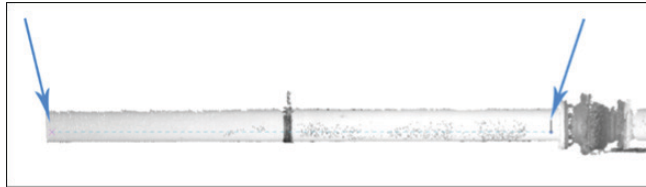


Figure 7: Selection of reference points on the point cloud for pipe placement.

In many cases, the point cloud is not ideal because pipes are located at the corners of walls and are close to walls or overlap due to interference. A laser scanner in practice rarely captures all sides of the pipes due to occlusion. This lack of data must be carefully considered in modelling if good results are to be achieved.

Element placement

If the pipe is below the ceiling and the top of the pipe is not visible due to the location of the data capture, the accessible half can still be used to determine the radius, complete the pipe and position it accurately in space. Figure 8 shows the accuracy of the positioned pipe model within the incomplete reference point cloud. In some places the noise is minimal, but in this case, it is not significant enough to interfere with the automatic algorithms and affect the accuracy of the detection. In several cases, we have successfully created pipe models with incomplete data.

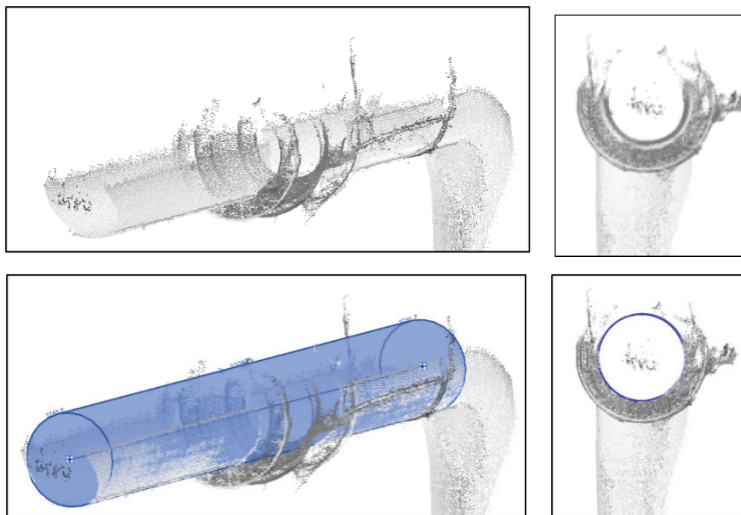


Figure 8: Modelling a pipe with half the known points.

If the pipe is in a corner, the laser scanner can only detect a quarter of its diameter. By selecting two points on the reference point cloud, it is possible to precisely define and position the pipe model in

space. Similar to the first example, we successfully placed the element in space despite the incomplete data. The Figure 9 shows the pipe model within the point cloud.

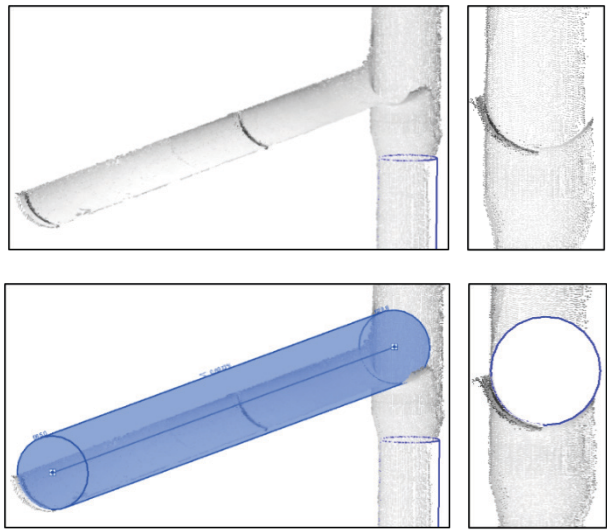


Figure 9: Modelling a pipe with a quarter of the known points.

Unfortunately, there are also cases where algorithms fails. The room had two insulated pipes under the ceiling that broke at the knee several times (Figure 10: left). Due to the heavy noise, it was not possible to automatically determine the diameter and location of the pipes (Figure 10: right). In such cases, the solution is manual modelling, which is not as fast and accurate as semi-automatic modelling.

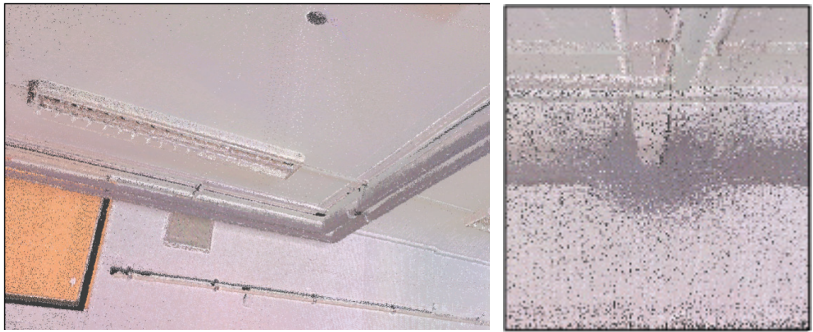


Figure 10: View of two pipes in the room. No noise is visible in the left image. The right image shows a cross-section of the pipe in which noise can be seen.

The pipes in the room must be connected to form a meaningful whole. The software analyses all existing element families and determines the variable parameters that can be used for the connections. When importing additional families that were not included in the original analysis, the additional pipes are analysed again. To connect separate parts, it is necessary to mark the free ends of the pipes to be connected. The selected ends of the pipes are colour coded to visually distinguish them from the rest of the pipes. In Figure 11, the arrows indicate the selected ends of the pipes to be joined.

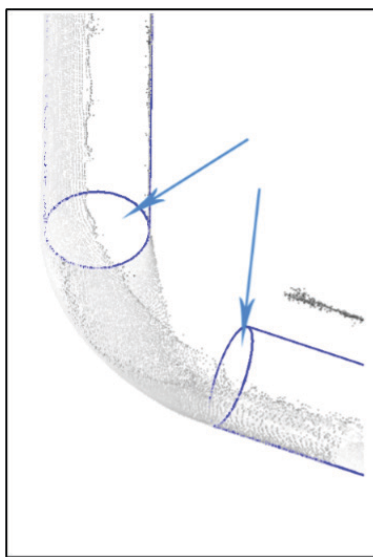


Figure 11: Selection of the free edges to be joined.

Based on the input points lying perpendicular to each other, the software selects a knee piece with a fitting radius that exactly fits the point cloud.

Deviation analysis

The algorithms in the previous subsection aim to find and model connections that are as similar as possible to the point cloud we are starting from. However, after the modelling is complete, in most cases the model still does not satisfy the required consistency conditions. As each component is modelled separately, minor discrepancies and inconsistencies occur because the components are not connected into a complete whole. This is the case when components are positioned at wrong angles, parts protrude or gaps exist between them. The software transparently flags these inconsistencies. The correction algorithm changes the position of the raw axis (it iterates through the elements until the internal conditions are met: the tolerance between joints or the number of iterations at each joint). It moves the axis only minimally and rotates the connections between the pipes, resulting in an accurately connected model. If the algorithm does not find a result within the specifications, the precision of the iteration parameters must be slightly reduced to achieve the connection of the individual elements into a complete whole. This leads to slightly worse, but still acceptable results. Perfect joints between pipes are important for the analysis of the flow through them.

As with the walls in the previous subsection, the accuracy of the model can be determined relative to a reference point cloud for the pipes and their joints. In Figure 12, the light green colour indicates the positions on the element that differ from the point cloud by a few millimetres. Despite imperfect point clouds containing some shadows and noise, we can create BIM models with the maximum accuracy that we can control throughout the process.

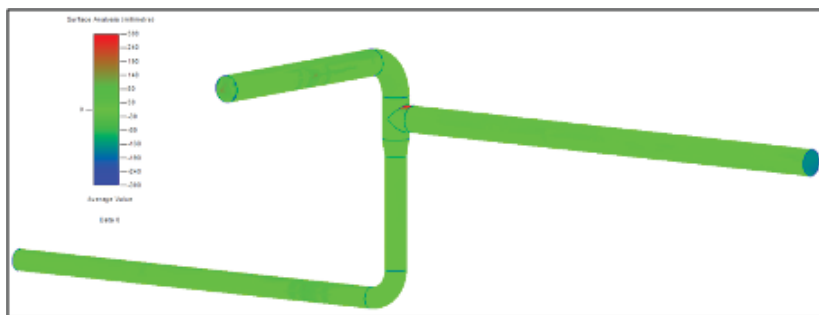


Figure 12: Display of the deviation of the modelled pipes from the original point cloud

6.3 Modelling of beams and columns

Point cloud processing

The workflow for modelling columns or beams is similar to that for modelling pipes. As with pipes, it is not necessary to create a 2D template for columns and beams before starting. It is sufficient to clip the parts of the point clouds to be modelled and temporarily isolate them from the environment so that they do not interfere with the spatial representation of the user and the modelling algorithm.

Reference points selection

First, the type of element to be modelled must be selected. When selecting a column, the lower and upper levels must be selected. When selecting a beam, only the lower plane can be specified. To model the element, two reference points are selected in the point cloud to represent the beginning and end of the element.

Based on the cross-section of the point cloud, the automatic algorithm searches the element library for the element that best matches the cross-section. Once the comparison is complete, a pop-up window is displayed with the best matching element according to the selected points in the point cloud.

Element placement

If the point cloud in some areas is too sparse, we can use the part of the element where the point cloud is more dense. The type and dimensions of the steel section are specified along its axis. If we, for example, know the width of the two webs and their distance from each other, we can determine the dimensions of the flange. The Figure 13 shows an example of a steel I-section with half of the flange missing due to obstacles in the capturing process.

The distance and angle between the acquisition source and the steel profile always result in slightly poorer data quality. The points are much sparser and not all parts are captured due to obstructions.

Of course, we may not know the dimensions of the top flange, but we do know the dimensions of the web and the bottom flange. The program uses the known dimensions to determine the missing ones if they match the known ones. Starting from the two selected points, the program determines the dimensions and the position of the element in space.

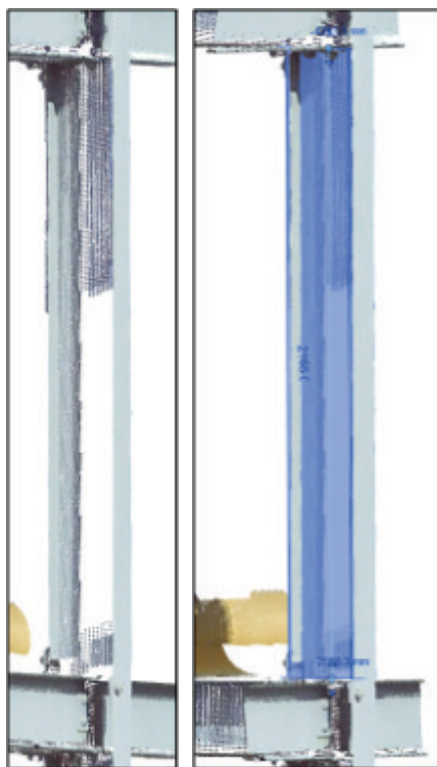


Figure 13: Steel section with missing part of the stand (left) and modelled element based on the point cloud (right).

7 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In nature, buildings and walls are not always perpendicular and parallel to each other, and this must be considered when modelling the actual situation. As explained before, Leica BLK360 imaging scanner with density set to 10 mm at 10 m was used for this study. According to our experience, this density setting results in the best balance between accuracy and size of the point cloud for our task.

At the time of data collection, there are many obstacles in buildings that cause shadows and noise. Modern BIM software tools have the advantage of using algorithms that use reference points to determine the dimensions of elements and place them in the point cloud.

This allowed us to model walls that were largely obscured by the shadows of other objects - based on known data, modern tools predict and complete the path of the walls. The quality of the model was checked during the modelling process and the results were displayed graphically at the end of the run. The dimensions of the features and their spatial location were determined using a reference point cloud with millimetre accuracy. The main limitations of the existing algorithms were irregular and sloping walls and walls with variable thickness that the software could not detect and locate.

The main problem in modelling pipes and their joints is that pipes in rooms are often intertwined and

overlapping, so not everything can be detected in situ. The software, therefore, interpolates the diameter of the pipes and places them accurately within the known data. In this way, we can determine the pipe diameters and locate them accurately in space, even if only half or a quarter of the pipe has been captured. With such software support, the process is significantly shortened. Not only is less time spent collecting all the data in the field, but the modelling phase is also shortened. In the examples, it has been shown that the speed of modelling is not at the expense of the accuracy of the model. In addition to the modelling, the software allows the quality of the model to be checked against a reference point cloud and the various deviations to be displayed graphically. The spatial accuracy and dimensions of the models were determined to the nearest millimetre compared to the reference point cloud. The problem manifested itself in the form of noise in the acquired data. In our cases, the noise distorted the shape of the pipe so that the software could not detect and identify the pipe. It should also be noted that this method only covers the outer geometry of the pipes. In most cases, the inner diameter is equally important or even more important.

When modelling columns and beams, the data capture problem is that it is usually impossible to capture seamless data due to overlap and shadowing. For concrete columns, two sides are often captured, while for steel beams, only the webs or flanges are captured. By selecting reference points within the point cloud, the data is analysed and the types of columns and beams are determined. In the first case, the programme was used to determine the dimensions of the columns where the webs were captured but the flange was missing. In the second case, the situation was similar, where a web and one flange were known. Automation makes the workflow faster and the determination of the elements more accurate. However, it is important to be aware that using automated algorithms to fill in missing data can also lead to erroneous results. Therefore, it is important to keep checking intermediate steps and to control the final result.

The strengths of the approach studied lie in the accuracy and increased speed of data processing and modelling. The recurrent and ongoing analysis of the quality of the models created leads to better results. On the other hand, there are some problems that still need to be solved. Most of them are related to software vendors, as interdisciplinary integration of file formats is not yet mature or even missing. Instead, the major software vendors rely on proprietary file formats and lock users into selective software ecosystems. They are also passive and slow to evolve their software to work with point clouds. On the other hand, there are gaps in methods and algorithms for automatic identification of objects. One such example is non-typical structural elements, which currently need to be modelled manually. Typical structural elements also currently require a lot of user interaction.

Nevertheless, we found a certain level of automation that allows users to identify objects faster and more accurately, which is confirmed by similar examples in the literature. The automated approach allows for greater speed and accuracy than manual modelling, as ClearEdge3D has confirmed with similar examples (ClearEdge3D, n.d.). Despite the use of a different programme, final results were 60% faster than traditional manual modelling with similar workflows. The accuracy of the automated BIM point cloud conversion process compared to a manual process has also been demonstrated in similar examples by several researchers over the years comparing the qualitative results of the same features modelled manually and automatically (Macher, Chow and Fai, 2019; Patraucean et al., 2015, Qu and Sun, 2015,).

The current workflow is semi-automated, where the user triggers automatic processing by selecting a set of elements and reference points within the cloud. Full automation, where the software would semantically identify specific building parts from the point cloud without user interaction, is not currently possible. The closest thing to this is ClearEdge3D's EdgeWise software, which allows automatic modelling of the wall skeleton of buildings. However, accuracy is still poor and the result is a schematic building model rather than a detailed BIM model. The leading software vendors (Autodesk, Bentley Systems and Nemetschek Group) are currently slow to develop interfaces for working with point clouds in their software. The most promising path to full automation appears to be through deep-learning algorithms that use large databases to identify individual elements within a point cloud, locate them spatially, integrate them, and perform quality control throughout the process. Despite advances in deep learning algorithms, the theoretical limitations of extracting information from point clouds remain. For example, despite new algorithms, it will not be possible to extract non-geometric information to further improve the model because semantic enrichment (e.g., material of the element, type of element, internal structure, internal geometry) of the modelled geometric features is even more challenging and requires more manual input, additional input data (besides point clouds), and even more advanced methods.

Further research in this area needs to focus on improved automation of the workflow leading to less interaction with the user. This will undoubtedly need to be achieved through better algorithms and artificial intelligence approaches (e.g. Deep Learning). Last but not least, software vendors will need to follow the advances and develop solutions that enable the entire workflow from capture to final model. This would allow the AEC industry to benefit and evolve from point clouds.

Literature and references:

- Abellán, A., Vilaplana, J.M., Martínez, J. (2006). Application of a long-range Terrestrial Laser Scanner to a detailed rockfall study at Vall de Núria (Eastern Pyrenees, Spain). *Engineering Geology* 88, 136–148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2006.09.012>
- Antova, G., Kunchev, I., Mickrenska-Cherneva, C. (2016). Point clouds in BIM. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 44, p. 042034). IOP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/44/4/042034>
- Antova, G., Tanev, V. (2020). Creation of 3D Geometry in Scan-to-CAD/BIM Environment. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 609, p. 012085). IOP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/609/1/012085>
- Autodesk. (n.d.-a). Autodesk ReCap. Autodesk. <https://www.autodesk.com/products/recap/features>
- Autodesk. (n.d.-b). Autodesk Revit Software. Autodesk. <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>
- Bassier, M., Mattheuwsen, L., Vergauwen, M. (2019). BIM RECONSTRUCTION: AUTOMATED PROCEDURAL MODELING FROM POINT CLOUD DATA. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2-W17, 53–60. Copernicus GmbH. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W17-53-2019>
- Besl, P.J., Jain, R. C. (1988). Segmentation through variable-order surface fitting. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 10 (2), 167–192. DOI: <https://doi.org/10.1109/34.3881>
- Boulch, A., Guerry, J., Le Saux, B., Audebert, N. (2018). SnapNet: 3D point cloud semantic labeling with 2D deep segmentation networks. *Computers & Graphics* 71, 189–198. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2017.11.010>
- Boulch, A., Marlet, R. (2012). Fast and Robust Normal Estimation for Point Clouds with Sharp Features. *Computer Graphics Forum* 31, 1765–1774.
- Boyko, A., Funkhouser, T. (2011). Extracting roads from dense point clouds in large scale urban environment. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66, S2–S12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjrs.2011.09.009>
- Castillo, E., Zhao, H. (n.d.). Point Cloud Segmentation via Constrained Nonlinear Least Squares Surface Normal Estimates 6.
- ClearEdge3D. (n.d.). Case studies. ClearEdge3D website: <https://www.clearedge3d.com/resources/>
- ClearEdge3D. (n.d.). EdgeWise. ClearEdge3D. <https://www.clearedge3d.com/edgewise>
- Clode, S., Kootsookos, P., Rottensteiner, F. (2004). The Automatic Extraction of Roads from LIDAR data. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 35.
- CloudCompare (Version 2.X). (n.d.). CloudCompare. <http://www.cloudcompare.org/>
- Faro. (n.d.). As-Built Software. Faro. <https://www.faro.com/en/Products/Software/As-BuiltTM-Software>

- Fernandes, L.A.F., Oliveira, M.M. (2008). Real-time line detection through an improved Hough transform voting scheme. *Pattern Recognition* 41, 299–314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2008.04.007>
- Fischler, M. A., Bolles, R. C. (1981). Paradigm for Model model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Graphics and Image Processing*, 24 (6), 381–395. DOI: <https://doi.org/10.1145/358669.358692>
- Franca, J. G. D. M., Gazziro, M. A., Ide, A. N., Saito, J. H. (2005). A 3D scanning system based on laser triangulation and variable field of view. *IEEE International Conference on Image Processing 2005*, 1, 1–425. DOI: <https://doi.org/10.1109/icip.2005.1529778>
- Fras, M. K., Drešček, U., Liseč, A., Grigillo, D. (2020). Analysis of the impacts on the quality of UAV photogrammetric products. *Geodetski vestnik*, 64 (4), 489–507. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.04.489-507>
- Fuetterling, V., Lojewski, C., Pfreundt, F. J. (2014). High-performance Delaunay triangulation for many-core computers. *High-Performance Graphics 2014, HPG 2014 – Proceedings*, January, 97–104. <https://doi.org/10.2312/hpg.20141098>
- Grigillo, D., Ozvaldič, S., Vrečko, A., Fras, M. K. (2015). Vektorizacija poteka daljnovidnih vodnikov s houghovo transformacijo iz podatkov aero-in terestričnega laserskega skeniranja. *Geodetski vestnik*, 59 (2), 246–261. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.02.246-261>
- Grilli, E., Menna, F., Remondino, F. (2017). A review of point clouds segmentation and classification algorithms. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLII-2/W3, 339–344. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-339-2017>
- Heritage, G.L., Large, A.R.G. (Eds.). (2009). *Laser scanning for the environmental sciences*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK ; Hoboken, NJ. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444311952>
- Hough, P.V.C. (1962). Method and means for recognizing complex patterns, U.S. Patent 3,069,654, Dec. 18, 1962.
- Huber, D. (2011). The ASTM E57 file format for 3D imaging data exchange. In Beraldin, J.A., Cheok, G.S., McCarthy, M.B., Neuschaefer-Rube, U., Baskurt, A.M., McDowall, I.E., Dolinsky, M. (Eds.), *Presented at the IS&T/SPIE Electronic Imaging, San Francisco Airport, California, USA*, p. 78640A.
- Hunter, G., Pinkerton, H., Airey, R., Calvari, S. (2003). The application of a long-range laser scanner for monitoring volcanic activity on Mount Etna. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 123, 203–210. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0377-0273\(03\)00036-2](https://doi.org/10.1016/s0377-0273(03)00036-2)
- Kiryati, N., Eldar, Y., Bruckstein, A.M. (1991). A probabilistic Hough transform. *Pattern Recognition* 24, 303–316. DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-3203\(91\)90073-e](https://doi.org/10.1016/0031-3203(91)90073-e)
- Laefer, D.F., Koss, A., Pradhan, A. (2006). The Need for Baseline Data Characteristics for GIS-Based Disaster Management Systems. *J. Urban Planning and Development* 132, 115–119. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9488\(2006\)132:3\(115\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9488(2006)132:3(115))
- Leica. (n.d.). CloudWorx Digital Reality Plugins for CAD. Leica. <https://leica-geosystems.com/products/laser-scanners/software/leica-cloudworx>
- Macher, H., Chow, L., Fai, S. (2019). automating the verification of heritage building information models created from point cloud data. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W9, 455–460. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-455-2019>
- Maturana, D., Scherer, S. (2015). VoxNet: A 3D Convolutional Neural Network for real-time object recognition. In 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). Presented at the 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), IEEE, Hamburg, Germany, pp. 922–928. DOI: <https://doi.org/10.1109/IROS.2015.7353481>
- Mongus, S., Triglav Čekada, M., Žalik, B. (2013). The Analysis of an Automatic Method for Digital Terrain Model. *Geodetski vestnik*, 57 (2), 245–259. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2013.02.045-259>
- Morsdorf, F., Meier, E., Kötz, B., Itten, K.I., Dobberty, M., Allgöwer, B. (2004). LIDAR-based geometric reconstruction of boreal type forest stands at single tree level for forest and wildland fire management. *Remote Sensing of Environment* 92, 353–362. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.05.013>
- Papon, J., Abramov, A., Schoeler, M., Worgotter, F. (2013). Voxel Cloud Connectivity Segmentation – Supervoxels for Point Clouds, in: 2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Presented at the 2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Portland, OR, USA, pp. 2027–2034. DOI: <https://doi.org/10.1109/cvpr.2013.264>
- Pătruțean, V., Armeni, I., Nahangi, M., Yeung, J., Brilakis, I., Haas, C. (2015). State of research in automatic as-built modelling. *Advanced Engineering Informatics*, 29 (2), 162–171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.01.001>
- Pirotti, F. (2019). Open software and standards in the realm of laser scanning technology. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 4 (1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40965-019-0073-z>
- PointCab. (n.d.). PointCab. PointCab. <https://pointcab-software.com/en/>
- Pu, S., Vosselman, G. (2009). Knowledge based reconstruction of building models from terrestrial laser scanning data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 64, 575–584. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.04.001>
- Qi, C.R., Yi, L., Su, H., Guibas, L.J. (2017). PointNet++: Deep Hierarchical Feature Learning on Point Sets in a Metric Space.
- Rabbani, T. (2005). Efficient hough transform for automatic detection of cylinders in point clouds 6.
- Remondino, F., El-Hakim, S. (2016). Image-based 3D Modelling: A Review. *The Photogrammetric Record*, 21(115), 269–291.
- Riegler, G., Ulusoy, A.O., Geiger, A. (2017). OctNet: Learning Deep 3D Representations at High Resolutions. In: 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Presented at the 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Honolulu, HI, pp. 6620–6629. DOI: <https://doi.org/10.1109/cvpr.2017.701>
- Rodríguez-Moreno, C., Reinoso-Gordo, J. F., Rivas-López, E., Gómez-Blanco, A., Ariza-López, F. J., Ariza-López, I. (2018). From point cloud to BIM: An integrated workflow for documentation, research and modelling of architectural heritage. *Survey Review*, 50 (360), 212–231. DOI: <https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1259719>
- Sampath, A., Shan, J. (2010). Segmentation and Reconstruction of Polyhedral Building Roofs From Aerial Lidar Point Clouds. *IEEE Transactions in Geoscience and Remote*

- Sensing 48, 1554–1567. DOI: <https://doi.org/10.1109/tgrs.2009.2030180>
- Son, H., Kim, C., Turkan, Y. (2015). Scan-to-BIM - An Overview of the Current State of the Art and a Look Ahead. Presented at the 32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Oulu, Finland. DOI: <https://doi.org/10.22260/ISARC2015/0050>
- Ullman, S. (1979). The interpretation of structure from motion. Proceedings of the Royal Society of London. 203 (1153), 405–426. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.1979.0006>
- Triglav Čekada, M. (2017). Fotogrametrični in lidarski oblaki točk. Geografski vestnik, 89 (1), 115–129. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV89106>
- Vosselman, G., Maas, H.-G. (2010). Airborne and terrestrial laser scanning. Whittles Publishing; CRC Press.
- Wang, Q., Guo, J., Kim, M.-K. (2019). An Application Oriented Scan-to-BIM Framework. Remote Sensing, 11 (3), 365. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11030365>
- Wang, P.-S., Liu, Y., Guo, Y.-X., Sun, C.-Y., Tong, X. (2017). O-CNN: octree-based convolutional neural networks for 3D shape analysis. ACM Transactions in graphics, 36, 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1145/3072959.3073608>
- Woo, H., Kang, E., Wang, S., Lee, K.H. (2002). A new segmentation method for point cloud data. International Journal of Machine Tools and Manufacture 42, 167–178. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0890-6955\(01\)00120-1](https://doi.org/10.1016/s0890-6955(01)00120-1)
- Xu, L., Oja, E., Kultanen, P. (1990). A new curve detection method: Randomized Hough Transform (RHT). Pattern recognition letters 11, 8.
- Zhao, R., Pang, M., Liu, C., Zhang, Y. (2019). Robust Normal Estimation for 3D LiDAR Point Clouds in Urban Environments. Sensors 19, 1248. DOI : <https://doi.org/10.3390/s19051248>
- Zhu, X.X., Tuia, D., Mou, L., Xia, G.-S., Zhang, L., Xu, F., Fraundorfer, F. (2017). Deep Learning in Remote Sensing: A Comprehensive Review and List of Resources. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. 5, 8–36. DOI: <https://doi.org/10.1109/MGRS.2017.2762307>



Klinc R., Jotanović U., Kregar K. (2021). Point clouds for use in building information models (BIM).
Geodetski vestnik, 65 (4), 594–613.
DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.04.594-613>

Assist. prof. Robert Klinc, PhD

University of Ljubljana

Faculty of Civil and Geodetic Engineering

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: robert.klinc@fgg.uni-lj.si

Asist. Klemen Kregar, PhD

University of Ljubljana

Faculty of Civil and Geodetic Engineering

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: klemen.kregar@fgg.uni-lj.si

Uroš Jotanović, MSc

GEO2 d.o.o.

Vojkova 45, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

e-mail: jotanovic.uros@gmail.com

ITRS-SI – BREZPLAČNI PROGRAM ZA TRANSFORMACIJE MED SLOVENSKIMI IN MEDNARODNIMI TERESTRIČNIMI REFERENČNIMI SESTAVI

ITRS-SI – A FREWARE TOOL FOR TRANSFORMATIONS BETWEEN THE SLOVENIAN AND INTERNATIONAL TERRESTRIAL REFERENCE FRAMES

Sandi Berk

1 UVOD

V prejšnji številki Geodetskega vestnika je bil objavljen članek o časovno odvisnih transformacijah med slovenskimi in mednarodnimi terestričnimi referenčnimi sestavi (Berk in Medved, 2021). Na Geodetski upravi Republike Slovenije smo pripravili brezplačni program ITRS-SI, ki omogoča izvedbo teh transformacij. Program je objavljen med aplikacijami na portalu Prostor. Skupaj z uporabniškim priročnikom je dosegljiv na spletnem naslovu (https://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/DPKS/Transformacije_ETRS89/Aplikacije/ITRS-SI.zip).

Program ITRS-SI omogoča transformacije med slovenskimi realizacijami ETRS89 in realizacijami ITRS. Podpira datoteke s koordinatami točk v najpogostejše uporabljanih besedilnih formatih (*.crd, *.csv, *.txt in *.xyz). Kratka predstavitev programa, ki sledi, je povzeta po uporabniškem priročniku (Berk, 2021).

2 TERESTRIČNI REFERENČNI SESTAVI

Podprti so aktualni slovenski (ETRS89/D96-17) in mednarodni terestrični referenčni sestav (ITRF2014) ter sestavi, ki so pomembni za povezavo med njima (ETRS89/D17 in ITRF2000) oziroma kot ogrinja slovenskih realizacij ETRS89 (ITRF2005 in ITRF2008). Vsi ti terestrični referenčni sestavi temeljijo na GRS80 (Moritz, 2000).

ETRS89/D17

... je zadnja slovenska realizacija ETRS89 in temelji na EUREF GNSS-izmeri iz leta 2016 s srednjo epoho izmere 2016,75 (Berk in sod., 2018 in 2020). Izračun je bil predstavljen in potrjen na simpoziju EUREF 2018 v Amsterdamu. Ogrinja realizacije je IGB08/ETRF2000. V izračun je bilo vključenih 46 EUREF-točk, 16 stalnih postaj omrežja SIGNAL ter 7 takrat delujočih stalnih postaj kombinirane geodetske mreže 0. reda. Ta realizacija ni bila uveljavljena v praksi, saj bi prinesla prevelike spremembe

koordinat točk; namesto nje je bila uporabljena pragmatična rešitev D96-17 (spodaj). Vendar pa je D17 pomemben vezni člen med dosedanjimi statičnimi in tudi prihodnjo realizacijo ETRS89, ki bo predvidoma temeljila na (pol)kinematičnem geodetskem datumu (Medved in sod., 2018).

ETRS89/D96-17

... je pragmatična rešitev za poenotenje in izboljšanje kakovosti koordinat v obstoječih pasivnih in aktivnih GNSS-mrežah, ki temelji na vseh dosedanjih slovenskih realizacijah ETRS89. Upošteva dejanske spremembe v fizičnem prostoru in prinaša uskladitev koordinat v in med mrežami EUREF-točk, omrežjem SIGNAL in kombinirano geodetsko mrežo 0. reda, in sicer tako, da so spremembe koordinat točk, vključenih v predhodni realizaciji ETRS89 (D96 EUREF in D96 SIGNAL), najmanjše možne (Berk in sod., 2020). Koordinate v D96-17 so v omrežju SIGNAL v rabi od 1. 1. 2020.

ITRF2000

... je realizacija ITRS, ki temelji na tehnologijah vesoljske geodezije: GPS, VLBI, LLR, SLR in DORIS. Za določitev geodetskega datuma je bilo uporabljenih 50 skrbno izbranih točk, razporejenih po vsej zemeljski obli. Referenčna epoha ITRF2000 je 1997,0 (Altamimi in sod., 2002). IGS-produkti so temeljili na ITRF2000 (različica IGS00) od 2. 12. 2001 (GPS-teden 1143) do 4. 11. 2006.

ITRF2005

... je realizacija ITRS, ki temelji na GPS, VLBI, SLR in DORIS. V izračun je bilo vključenih 608 točk na 338 lokacijah, za določitev datuma pa je bilo uporabljenih skrbno izbranih 70 točk, razporejenih po vsej zemeljski obli. Referenčna epoha ITRF2005 je 2000,0 (Altamimi in sod., 2007). IGS-produkti so temeljili na ITRF2005 (različica IGS05) od 5. 11. 2006 (GPS-teden 1400) do 16. 4. 2011. V ITRF2005 je bil izveden izračun Mini EUREF GPS-izmere iz leta 2007, na katerem temeljijo prvotno določene koordinate omrežja SIGNAL – D96 SIGNAL (Berk in sod., 2020).

ITRF2008

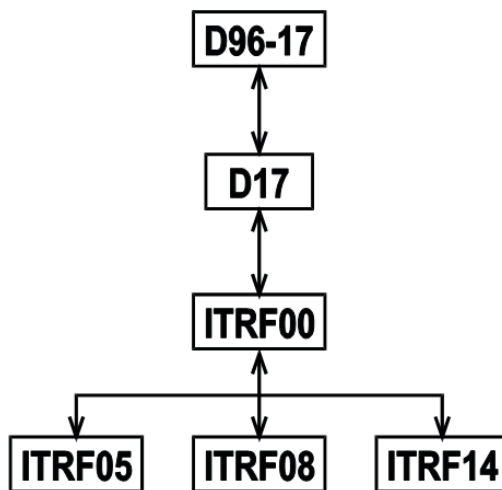
... je realizacija ITRS, ki temelji na GPS, VLBI, SLR in DORIS. V izračun je bilo vključenih 934 točk na 580 lokacijah, za določitev datuma pa je bilo uporabljenih skrbno izbranih 179 točk, razporejenih po vsej zemeljski obli. Referenčna epoha ITRF2008 je 2005,0 (Altamimi in sod., 2011). IGS-produkti so temeljili na ITRF2008 (različica IGS08) od 17. 4. 2011 (GPS-teden 1632) do 28. 1. 2017. V IGB08/ITRF2008 je bil izveden izračun EUREF GNSS-izmere iz leta 2016, na katerem temelji aktualen slovenski terestrični referenčni sestav – D96-17 (Berk in sod., 2020).

ITRF2014

... je realizacija ITRS, ki temelji na GPS, GLONASS, VLBI, SLR in DORIS. V izračun je bilo vključenih 1499 točk na 975 lokacijah, za določitev datuma pa je bilo uporabljenih skrbno izbranih 127 točk na 125 lokacijah, razporejenih po vsej zemeljski obli. Referenčna epoha ITRF2014 je 2010,0 (Altamimi in sod., 2016). IGS-produkti temeljijo na ITRF2014 (različica IGS14) od 29. 1. 2017 (GPS-teden 1934).

3 TRANSFORMACIJE KOORDINAT IN VEKTORJEV HITROSTI

Neposrednih datumskih transformacij med terestričnimi referenčnimi sestavi, na katerih temeljijo transformacije s programom ITRS-SI, je pet in so prikazane na sliki 1.



Slika 1: Datumске transformacije med terestričnimi referenčnimi sestavi.

Transformacije koordinat temeljijo na linearni različici Burša-Wolfove formule, ki jo predpisuje IERS-konvencija. Za parametre rotacijske matrike je uporabljena PV-konvencija, ki jo je skladno z ISO 19111 sprejela tudi Mednarodna zveza za geodezijo. Enačbe za transformacije naprej (praviloma v smeri iz ITRS v ETRS89) je podal EUREF (Altamimi, 2018). Poleg datumskih transformacij med terestričnimi referenčnimi sestavi se izvajajo še transformacije koordinat med različnimi epohami, tako da ločimo štiri tipe transformacij, in sicer med:

- dvema epohama iste realizacije terestričnega referenčnega sistema,
- dvema realizacijama ITRS (na primer ITRF2000 ↔ ITRF2014),
- odgovarjajočima realizacijama ETRS89 in ITRS (ETRF2000 ↔ ITRF2000) in
- dvema realizacijama ETRS89 (D96-17 ↔ D17).

Za izvedbo obratnih transformacij so uporabljeni isti (izvirni) transformacijski parametri in stroge enačbe transformacij ter po potrebi iterativni postopki, ki zagotavljajo povratnost transformacij (Berk in Medved, 2021). Tako je absolutna koordinatna napaka po transformaciji iz izvirnega v ciljni in nazaj v izvorni referenčni sestav manjša od 2 nm (0,000000002 m). Kakovost transformiranih koordinat in vektorjev hitrosti točk je torej odvisna predvsem od kakovosti njihovih izvirnih koordinat in vektorjev hitrosti.

4 VHODNI PODATKI ZA TRANSFORMACIJO

Program ITRS-SI podpira naslednje oblike vhodnih datotek:

- CRD-datoteke (tudi VEL-datoteke; koordinate in vektorji hitrosti v formatu Bernese),
- CSV-datoteke (MS DOS, ločeno ali s podpičjem),
- TXT-datoteke (MS DOS, ločeno s tabulatorji ali presledki, tudi PRN-datoteke) in
- XYZ-datoteke (tudi ASC-datoteke).

Izvorne (vhodne) koordinate in pripadajoči vektorji hitrosti morajo biti v globalnem kartezičnem koordinatnem sistemu; pretvorbe koordinat iz krivočrtnih geodetskih (λ , φ , h) ali iz ravninskih koordinat, kombiniranih z elipsoidno višino (e , n , h), v geocentrične kartezične koordinate in obratno lahko izvedete na primer s programom ETRS89-SI (Berk, 2020).

Pričakovan vrstni red v vhodnih datotekah je X, Y, Z za geocentrične kartezične koordinate in vX, vY, vZ za pripadajoče komponente vektorjev hitrosti točk. Razen ko gre za formatiran zapis z vnaprej določenimi širinami stolpcev (za crd- in vel-datoteke gl. Dach in sod., 2015, str. 726–731), so ločila med koordinatami in/ali drugimi atributi točk tabulatorji in/ali presledki (txt-, prn- in xyz-datoteke) oziroma vejica in/ali podpičje (csv- in asc-datoteke). Ločilo pri koordinatah je decimalna pika, pogojno tudi decimalna vejica – če vejica ni uporabljena že kot ločilo med atributi točke. Program prepozna tudi koordinate točk, ki so podane v narekovajih, na primer '4194424.11', »4194424.11« in podobno.

Program ITRS-SI je namenjen transformacijam koordinat točk v Sloveniji, vendar je definicijsko območje transformacije v horizontalnem smislu razširjeno na območje celotne Evrope ($-32^\circ \leq \lambda \leq +70^\circ$ in $+34^\circ \leq \varphi \leq +82^\circ$), v vertikalnem smislu pa vključuje celotno Zemljino skorjo kot tudi atmosfero ($-100 \text{ km} \leq h \leq +100 \text{ km}$). Omejeno je tudi definicijsko območje pripadajočih vektorjev hitrosti točk, katerih komponente ne smejo biti manjše od -1 m/yr in ne večje od 1 m/yr . Koordinate in komponente vektorja hitrosti vsake točke program preveri pred izvedbo transformacije; morebitne točke, ki so zunaj definicijskega območja transformacije, pa v izhodno datoteko samo prepiše.

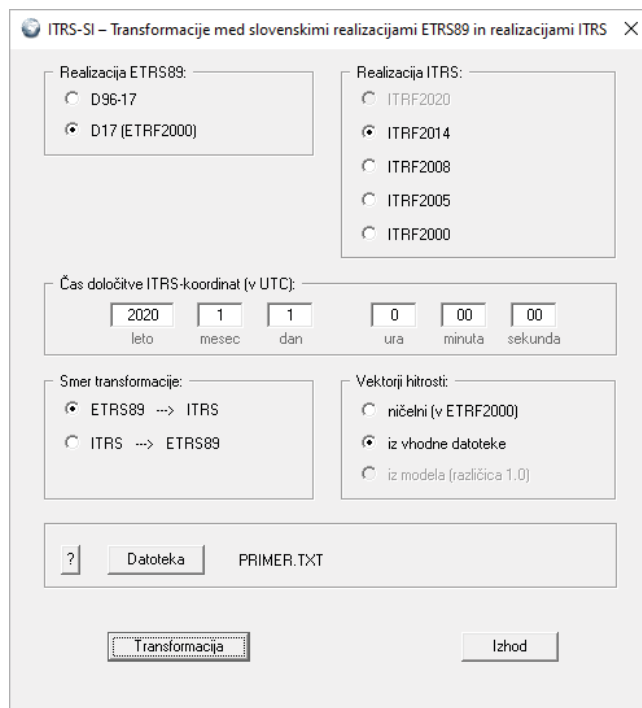
5 UPORABA PROGRAMA ITRS-SI

Program ITRS-SI je bil razvit v okolju MS Visual Studio 2017, v programskem jeziku Visual C++. Program zahteva operacijski sistem MS Windows, ki je novejši od Windows XP. Posebna namestitvev ni potrebna. Ob zagonu programa se odpre pogovorno okno (slika 2), v katerem izberete:

- realizacijo ETRS89,
- realizacijo ITRS,
- čas določitve ITRS-koordinat,
- smer transformacije,
- poreklo vektorjev hitrosti in
- vhodno datoteko za transformacijo.

Program ohrani vhodne datoteke nespremenjene. Imena izhodnih datotek sestavi iz imen vhodnih datotek, pri čemer je ime razširjeno z dodatkom, ki označuje izbrani ciljni terestrični referenčni sestav. Program tvori tudi istoimensko datoteko s poročilom o izvedeni transformaciji s pripono »rep« (iz angl. *report*). Vanjo zapiše osnovne podatke o izvedeni transformaciji/pretvorbi koordinat, in sicer:

- datum in čas izvedbe transformacije,
- imeni vhodne in izhodne datoteke koordinat,
- izvorni in ciljni terestrični referenčni sestav,
- datum in čas določitve ITRS-koordinat (univerzalni koordinirani čas),
- postopek izračuna (izvedene korake transformacije),
- poreklo vektorjev hitrosti in
- število transformiranih točk.



Slika 2: Pogovorno okno programa ITRS-SI.

Koordinate točk v izhodnih datotekah niso zaokrožene; ne glede na mesto decimalne vejice/pike so vedno podane s 16 števki; izjema so crd-datoteke, kjer je zapis koordinat formatiran in omejen s petimi decimalnimi mesti (tj. na 0,01 mm). Velja pravilo, da so rezultat izvedene transformacije v izhodni datoteki samo koordinate točk, če so bili izbrani ničelni vektorji koordinat (v ETRF2000). Da dobimo v izhodni datoteki tudi vektorje hitrosti, morajo biti ti podani tudi v vhodni datoteki. Da pa so ti pri transformaciji tudi dejansko upoštevani, programu poveste z izborom vektorjev hitrosti iz vhodne datoteke (v pogovornem oknu programa, gl. sliko 2).

Program ITRS-SI je sicer namenjen predvsem transformacijam med slovenskimi in mednarodnimi terestričnimi referenčnimi sestavi, vendar pa ga lahko uporabite tudi za transformacijo koordinat in vektorjev hitrosti med:

- dvema epohama izbrane realizacije ITRS,
- dvema epohama dveh različnih realizacij ITRS in
- zadnjima slovenskima realizacijama ETRS89.

Te transformacije izvedete v dveh korakih (slika 3), torej z dvema zaporednima izvedbama transformacije; podrobnosti so na voljo v uporabniškem priročniku programa ITRS-SI (Berk, 2021).

Med dvema slovenskima realizacijama ETRS89 in štirimi realizacijami ITRS, ki jih podpira program ITRS-SI, je 16 različnih časovno odvisnih transformacij – s poljubno epoko določitve koordinat v izbrani realizaciji ITRS. Poleg tega je s programom mogoče (v dveh korakih) izvesti še 18 različnih časovno

odvisnih transformacij, kjer sta tako izvorni kot tudi ciljni sestav ali slovenski realizaciji ETRS89 ali pa realizaciji ITRS.

Transformacija iz v → ↓	D96-17	D17	ITRF00	ITRF05	ITRF08	ITRF14
D96-17	–	2	1	1	1	1
D17	2	–	1	1	1	1
ITRF00	1	1	2	2	2	2
ITRF05	1	1	2	2	2	2
ITRF08	1	1	2	2	2	2
ITRF14	1	1	2	2	2	2

Slika 3: Število korakov transformacije s programom ITRS-SI.

6 SKLEP

Aktualni slovenski terestrični referenčni sestav (D96-17) je realizacija evropskega terestričnega referenčnega sistema (ETRS89), ki je vpet na Zemljo kot planet v geodetskih točkah na območju Evrope. Mednarodni terestrični referenčni sistem (ITRS) je seveda realiziran z vpetjem v geodetskih točkah po vsej zemeljski obli. Oba sistema sovpadata v epohi 1989,0. Zaradi delovanja tektonike pa se odnosi med njima s časom spreminjajo. Ker so tirnice GNSS-satelitov določene v aktualni realizaciji ITRS (trenutno ITRF2014), moramo za določitev položaja točke z GNSS-tehnologijo poznati odnose med aktualnima državnim in mednarodnim terestričnim referenčnim sestavom. Prav tako je to (vse bolj) pomembno pri natančni navigaciji, koordinatne razlike v obeh sestavih se namreč s časom povečujejo. Na območju Ljubljane bodo v letu 2037 te razlike presegle en meter (Berk in Medved, 2021). Glede na to, da se aktualna realizacija ITRS (ITRF2014) in aktualna realizacija WGS84 (G1762) ujemata s centimetrsko točnostjo, lahko program ITRS-SI uporabljate tudi za transformacije med slovenskim terestričnim referenčnim sistemom in WGS84.

Transformiramo koordinate točk in pripadajoče vektorje hitrosti. Ker slednjih običajno ne poznamo – izjema so več let delujoče GNSS-postaje –, lahko transformacijo izvedemo tudi ob privzemu ničelnih vektorjev hitrosti v ETRF2000. To v praksi pomeni, da ozemlje Slovenije geotektonsko obravnavamo kot stabilen del Evrope. Takšna predpostavka bi pri transformaciji koordinat, določenih z metodo PPP, prinesla napake, ki na območju Ljubljane trenutno (konec leta 2021) znašajo okoli enega centimetra (Berk in Medved, 2021).

Program ITRS-SI omogoča izvedbo transformacij med dvema slovenskima (D96-17 in D17) in štirimi mednarodnimi terestričnimi referenčnimi sestavi (ITRF2000, ITRF2005, ITRF2008 in ITRF2014). Slednje povezujejo časovno odvisne transformacije za 34 različnih parov izvirnega in ciljnega sestava (slika 3). S program ITRS-SI so vse te transformacije dostopne za ceno nekaj klikov.

Literatura in viri:

- Altamimi, Z. (2018). Relationship and Transformation between the International and the European Terrestrial Reference Systems. EUREF Technical Note 1, Version June 28, 2018. IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF), 11 str. <http://etrs89.ensg.ign.fr/pub/EUREF-TN-1.pdf>, pridobljeno 2. 11. 2021.
- Altamimi, Z., Collilieux, X., Legrand, J., Garayt, B., Boucher, C. (2007). ITRF2005: A New Release of the International Terrestrial Reference Frame Based on Time Series of Station Positions and Earth Orientation Parameters. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112 (B9), B09401. DOI: <https://doi.org/10.1029/2007JB004949>
- Altamimi, Z., Collilieux, X., Métivier, L. (2011). ITRF2008: An Improved Solution of the International Terrestrial Reference Frame. *Journal of Geodesy*, 85 (8), 457–473. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00190-011-0444-4>
- Altamimi, Z., Rebischung, P., Métivier, L., Collilieux, X. (2016). ITRF2014: A New Release of the International Terrestrial Reference Frame Modeling Nonlinear Station Motions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121 (8), 6109–6131. DOI: <https://doi.org/10.1002/2016JB013098>
- Altamimi, Z., Sillard, P., Boucher, C. (2002). ITRF2000: A New Release of the International Terrestrial Reference Frame for Earth Science Applications. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 107 (B10), 2214. DOI: <https://doi.org/10.1029/2001JB000561>
- Berk, S. (2020). Program ETRS89-SI: Transformacije koordinat med slovenskimi realizacijami ETRS89. Uporabniški priročnik. Različica 1.0. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije. https://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/DPKS/Transformacije_ETRS89/Aplikacije/ETRS89-SI_prirocnik.pdf, pridobljeno 2. 11. 2021.
- Berk, S. (2021). Program ITRS-SI: Transformacije med slovenskimi realizacijami ETRS89 in realizacijami ITRS. Uporabniški priročnik. Različica 1.0. Ljubljana: Geodetska uprava Republike Slovenije. https://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/DPKS/Transformacije_ETRS89/Aplikacije/ITRS-SI_prirocnik.pdf, pridobljeno 2. 11. 2021.
- Berk, S., Medved, K. (2021). Transformacije med slovenskimi in mednarodnimi terestričnimi referenčnimi sestavi. *Geodetski vestnik*, 65 (3), 361–384. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2021.03.361-384>
- Berk, S., Sterle, O., Medved, K., Komadina, Ž., Stopar, B. (2018). Computation of the EUREF Slovenia 2016 GNSS Campaign. Symposium of the IAG Reference Frame Subcommittee for Europe (EUREF 2018, Amsterdam), letn. 28. <http://www.euref.eu/symposia/2018Amsterdam/01-03-p-Berk.pdf>, pridobljeno 2. 11. 2021.
- Berk, S., Sterle, O., Medved, K., Stopar, B. (2020). ETRS89/D96-17 – rezultat GNSS-izmere EUREF Slovenija 2016. *Geodetski vestnik*, 64 (1), 43–67. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.01.43-67>
- Dach, R., Lutz, S., Walser, P., Fridez, P. (2015). Bernese GNSS Software. Version 5.2. User manual. Bern: Astronomski inštitut Univerze v Bernu. <http://www.bernese.unibe.ch/docs/DOCUS2.pdf>, pridobljeno 2. 11. 2021.
- Medved, K., Berk, S., Sterle, O., Stopar, B. (2018). Izzivi in dejavnosti v zvezi z državnim horizontalnim koordinatnim sistemom Slovenije. *Geodetski vestnik*, 62 (4), 567–586. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2018.04.567-586>
- Moritz, H. (2000). Geodetic Reference System 1980. *Journal of Geodesy*, 74 (1), 128–133. DOI: <https://doi.org/10.1007/S001900050278>

Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.

*Geodetska uprava Republike Slovenije, Urad za geodezijo
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: sandi.berk@gov.si*

URADNI PODATKI O DEJANSKI RABI ZEMLJIŠČ AUTHORITATIVE LAND COVER DATA

Matevž Ahlin

1 UVOD

Podatek o dejanski rabi zemljišča je eden ključnih za mnoge uporabnike prostorskih podatkov o zemljiščih. V preteklosti smo imeli v zemljiškem katastru podrobne podatke o rabi zemljišč (glej tudi Zakon o zemljiškem katastru, 1974), z novo zakonodajo (ZENDMPE, 2000, in ZEN, 2006) se je predvidelo, da se ti podatki ukinejo. Vzporedno z namero o ukinitvi tako imenovane »katastrske rabe« je najprej nastala nova evidenca o dejanski rabi zemljišč, namenjena predvsem kmetijski politiki (Lisec, Pišek in Drobne, 2013). V preteklih letih so postopoma nastajale in še nastajajo dodatne evidence o dejanski rabi zemljišč, tako da danes razpolagamo s podatki (op. vse evidence še niso vzpostavljene):

- o dejanski rabi kmetijskih in gozdnih zemljišč (Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, 2008);
- o rabi vodnih zemljišč (Zakon o vodah, 2002 in spremembe; Pravilnik o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča celinskih voda, 2018; glej tudi Mivšek et al., 2012);
- o dejanski rabi zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture (Zakon o evidentiranju dejanske rabe zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture, 2018, in Pravilnik o evidentiranju dejanske rabe zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture, 2019);
- o dejanski rabi poseljenih zemljišč v Evidenci stavbnih zemljišč (Zakon o urejanju prostora, 2017; Pravilnik o metodologiji za masovni zajem poseljenih zemljišč, 2020).

Do nedavnega so lahko uporabniki dostopali do podatkov o dejanski rabi zemljišč samo pri posameznih upraviteljih tako imenovanih matičnih evidenc. Vpogled v podatke o dejanski rabi zemljišč teh različnih evidenc na enem mestu ni bil omogočen, zaradi česar je bila uporaba podatkov omejena, pripis podatkov o dejanski rabi posamezni parceli pa nemogoč.

Na podlagi 23a. člena Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o evidentiranju nepremičnin (ZEN -A, 2018) je Geodetska uprava Republike Slovenije (v nadaljevanju: geodetska uprava) vzpostavila sistem, ki omogoča prevzem podatkov o dejanski rabi iz matičnih evidenc dejanske rabe različnih upraviteljev in izdelavo skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč. Od 1. aprila 2020 ima geodetska uprava skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč, v katerem so zbrani in prikazani podatki o dejanski rabi zemljišč iz evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, evidence vodnih zemljišč, evidence dejanske rabe zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture, evidence stavbnih zemljišč (podatki

o poseljenih zemljiščih) ter evidence tlorisov stavb. Vrste dejanskih rab zemljišč in njihove šifre, podatke in pogoje prevzema, način usklajevanja podatkov o dejanski rabi, način določitve območij neplodnih zemljišč in območij nedoločene rabe ter način pripisa podatkov za posamezno zemljiško parcelo so urejeni z uredbo (Uredba o dejanskih rabah zemljišč, 2018) in drugimi podzakonskimi akti. Na podlagi vsakodnevnega prevzemanja podatkov v sistem zemljiškega katastra, kar se izvede s prostorskim presekom skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč z zemljiškokatastrskim načrtom, se izračunajo in pripišejo deleži površin posameznega razreda dejanske rabe zemljišč za vsako parcelo.

2 PODATKI O DEJANSKI RABI ZEMLJIŠČ V ZEMLJIŠKEM KATASTRU

Podatek o dejanski rabi zemljišč, ki ga geodetska uprava shranjuje v zemljiškem katastru, je prevzet iz drugih evidenc. To pomeni, da se podatek prevzame iz različnih matičnih evidenc ter pripravi za shranjevanje in prikaz v zemljiškem katastru. Za vzdrževanje podatkov o dejanski rabi zemljišč je sicer odgovoren upravljavec vsake matične evidence posebej, kot to določajo zakoni in podzakonski akti, predstavljeni v uvodnem delu. Nekoliko večje spremembe so bile uvedene s 1. aprilom 2020. Pred tem datumom se je za pripis podatkov o dejanski rabi zemljišč za zemljiške parcele uporabljal samo zvezni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč, ki ga je pripravilo in vzdrževalo ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano – tako imenovana evidenca dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Podatki so se prevzemali v tej obliki, ker preostali upravljavci matičnih evidenc o dejanski rabi zemljišč še niso imeli zajetih podatkov ali pa ti še niso bili pripravljeni tako, da bi jih bilo mogoče prevzeti v zemljiški kataster.

Od 1. aprila 2020 geodetski upravi podatke o dejanski rabi zemljišč za izdelavo skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč posredujejo upravljavci matičnih evidenc dejanske rabe zemljišč, ki so navedeni v nadaljevanju članka. Naloga geodetske uprave je iz prejetih podatkov posameznih matičnih evidenc izdelati skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč in na njegovi podlagi pripisati podatke o dejanski rabi zemljišč za vsako parcelo, evidentirano v zemljiškem katastru. Skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč ni več zvezen, saj se zgodi, da na posameznih območjih nihče od upravljavcev matičnih evidenc ni določil podrobne dejanske rabe. Končni rezultat je izdelek, ki ga uporablja širok krog uporabnikov, tako fizične kot pravne osebe, različni državni organi, organi lokalnih skupnosti, projektantska podjetja ipd.

Proces izdelave in vzdrževanja skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč ter pripisa podatka o dejanski rabi za vsako parcelo je kompleksen in v njem sodelujejo različni akterji. Priprave na implementacijo novega sistema so potekale več kot eno leto, delovanje sistema se je v testnem okolju preizkušalo dva meseca. Šele nato je bila rešitev prenesena v produkcijsko okolje, rezultati (podatki o dejanski rabi zemljišč za posamezno parcelo) pa na voljo uporabnikom v distribucijskem okolju geodetske uprave. Pravno podlago, ki je omogočila navedene spremembe načina vodenja, podajajo:

- Zakon o evidentiranju nepremičnin, ki določa, da se v katastru shranjujejo podatki o dejanskih rabah zemljišč (ZEN, 2006, Uradni list RS, št. 47/2006, 65/2007 – odl. US, 79/2012 – odl. US, 61/2017 – ZAIID, 7/2018, 33/2019 in 54/2021 – ZKN),
- Uredba o dejanskih rabah zemljišč (Uradni list RS, št. 43/2018, 35/2019 in 54/2021 – ZKN) in
- Pravilnik o evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (Uradni list RS, št. 48/2018, 51/2018 – popr., 35/2019 in 54/2021 – ZKN).

3 PREVZEM PODATKOV O DEJANSKI RABI ZEMLJIŠČ

V okviru tako imenovanega sistema skupne dejanske rabe zemljišč se izvajajo naslednji procesi:

- replikacija podatkov iz matičnih evidenc dejanske rabe zemljišč, kar pomeni prevzem podatkov iz matičnih evidenc in prenos v podatkovne baze geodetske uprave;
- kontrola podatkov matičnih evidenc ob replikaciji in sporočanje napak upravljavcem,
- proces izdelave skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč,
- prostorski presek skupnega podatkovnega sloja podatkov o dejanski rabi zemljišč z zemljiškokatastrskim načrtom,
- priprava podatkov za izračun katastrskega dohodka,
- replikacija rezultatov v distribucijsko okolje geodetske uprave in
- replikacija rezultatov v distribucijsko okolje ministrstva za javno upravo.

3.1 Replikacija podatkov iz matičnih evidenc dejanske rabe zemljišč

Matične evidence o dejanski rabi zemljišč se po dogovorjenih postopkih enkrat na teden (v noči s petka na soboto) replicirajo v sheme na produkcijski bazi informacijskega okolja geodetske uprave. Podatki so organizirani kot vektorski podatkovni sloji z atributnimi podatki matičnih evidenc:

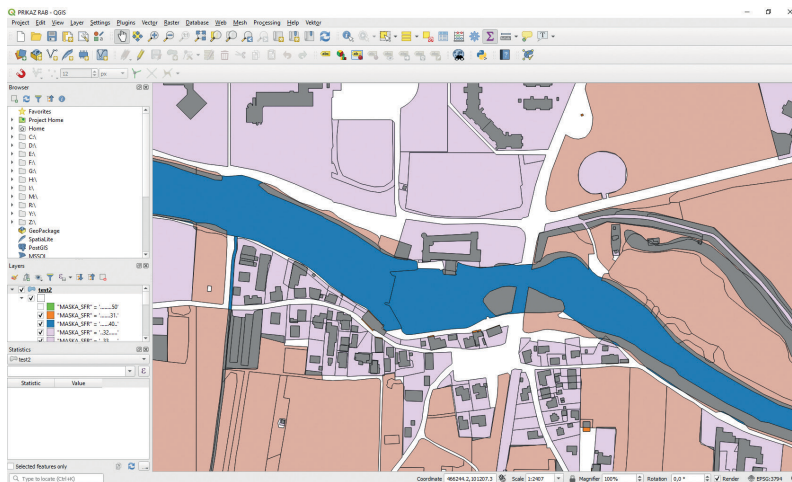
- dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, za katero je zadolženo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije,
- dejanske rabe vodnih zemljišč, za katero je zadolžena Direkcija Republike Slovenije za vode,
- dejanske rabe zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture, za katero je zadolžena Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo,
- dejanske rabe poseljenih zemljišč, za katero je zadolženo Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije,
- dejanske rabe stavb, to so tlorisi stavb, za katero je zadolžena Geodetska uprava Republike Slovenije, in
- dejanske rabe neplodnih zemljišč, ki pa nima določenega upravljavca.

3.2 Kontrola podatkov matičnih evidenc ob replikaciji in sporočanje napak upravljavcem

Pred samo izgradnjo skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe zemljišč se v tako imenovanih *prestage* oziroma začasnih podatkovnih tabelah izvede kontrola prejetih podatkov posameznih matičnih evidenc. Kontrolira se več parametrov, ki so razdeljeni v pet skupin glede na poslovna pravila. To so geometrija sloja, nedopustnost prekrivanja območij dejanskih rab v matični evidenci (izjema so podatki o rabi cestnih in železniških zemljišč, kjer so prekrivanja dovoljena), preverjanje pravilnosti šifriranja podatkov o dejanski rabi zemljišč in pravilnosti šifriranja položajne natančnosti ter preverjanje enoličnosti identifikatorja (ID) matične evidence. Če je pri podatkovnem sloju matične evidence v katerikoli skupini več kot dvajset napak, se ta podatkovni sloj matične evidence ne prevzame, saj bi napake povzročile veliko težav za celotno podatkovno zbirko dejanske rabe zemljišč. Za tedensko kreiranje skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč se zato v takem primeru uporabi zadnji prevzeti podatkovni sloj matične evidence. Napake se zapišejo v tabelo napak in ta se replicira v podatkovne baze ministrstva za javno upravo, kjer so ti podatki na voljo upravljavcem. Tam je dostopna upravljavcem matičnih evidenc kot pomoč pri odpravi napak na izvoru podatkov, to je v matičnih evidencah.

3.3 Proces izdelave skupnega sloja o dejanski rabi zemljišč

Proces izdelave skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč se začne s pretvorbo šifer dejanskih rab zemljišč matičnih evidenc v šifre, ki so predvidene s sistemom zemljiškega katastra. V matičnih evidencah poznamo 65 štirimestnih šifer bolj podrobnejših razredov oziroma vrst dejanskih rab zemljišč. V zemljiškem katastru ni podatkov o podrobnejših dejanskih rabah zemljišč, razen tistih, ki so določeni v 4. členu Zakona o ugotavljanju katastrskega dohodka (2016). Zato imamo v zemljiškem katastru zgolj dvajset dvomestnih šifer za razrede oziroma vrste dejanske rabe zemljišč in rabo s šifro 90 (nedoločena raba). Oba šifranta sta objavljena kot prilogi k Uredbi o dejanskih rabah zemljišč (2018). Zaradi izjeme v pravilih, ki dopušča prekrivanje območij z različnimi podatki o rabi zemljišč posameznih razredov rab zemljišč v podatkovnem sloju matične evidence dejanske rabe cestnih in železniških zemljišč, se najprej izvede prostorski presek geometrije (poligonov) v tem podatkovnem sloju, sledi prostorski presek podatkovnega sloja z vsemi ostalimi prevzetimi podatkovnimi sloji matičnih evidenc in na koncu še s podatkovnim slojem neplodnih zemljišč. Ta podatkovni sloj se ne spreminja in je definiran kot skupek poligonov, ki predstavljajo prostor na območjih nad 800 metri nadmorske višine in nimajo določenega drugega razreda dejanske rabe zemljišč. Na območju prostorskega prekrivanja poligonov različnih matičnih evidenc nastane nov samostojen poligon, tako imenovani poligon hkratne rabe, za katerega se evidentira podatek o dejanski rabi vseh poligonov matičnih evidenc, ki se med seboj prekrivajo (hkratne rabe se v javnem vpogledu prikažejo s šifro 99). Sosednji poligoni z isto rabo se ne združujejo. Na območjih, kjer podatki o dejanski rabi zemljišč niso bili določeni, ostanejo vrzeli, zaradi česar skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč ni zvezen za celotno Slovenijo (slika 1).



Slika 1: Prikaz podatkov skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi v programu Q-GIS. Bele površine oziroma vrzeli predstavljajo rabo s šifro 90 (nedoločeno).

3.4 Prostorski presek skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč z zemljiškokatastrskim načrtom

Prostorski presek skupnega podatkovnega sloja o dejanski rabi zemljišč z zemljiškokatastrskim načrtom (ZKN) se izvaja na dnevni ravni. Ob upoštevanju pravil 36. člena Pravilnika o evidentiranju podatkov

v zemljiškem katastru (2018) je rezultat preseka tabela s podatki o razredu oziroma vrsti dejanske rabe zemljišč in z deleži površine za posamezno vrsto dejanske rabe zemljišč na parceli. Podatki o dejanski rabi zemljišč se vpišejo za posamezno parcelo ali pa se že vpisani podatki o dejanski rabi v zemljiškem katastru spremenijo:

- če je površina parcele s podatkom o dejanski rabi, ki še ni vpisan na parceli, večja od $1,5 \times \sqrt{\text{površina_parcele}}$ ali
- če se že vpisani podatek o dejanski rabi zemljišč spremeni za območje, večje od $1,5 \times \sqrt{\text{površina_parcele}}$.

Ob neizpolnjevanju teh pogojev se podatki za površine tako imenovanih hkratnih dejanskih rab ne vpišejo na parcelo, ampak se prištejejo površini parcele s podatkom o dejanski rabi zemljišč zemljiškega katastra na parceli, če je ta enaka eni od hkratnih dejanskih rab zemljišč. Če sta dve ali več hkratnih dejanskih rab zemljišč enaki dejanskim rabam zemljišč na parceli, se površina hkratne dejanske rabe zemljišč razdeli in se v enakih deležih pripiše vsem enakim dejanskim rabam zemljišč zemljiškega katastra.

3.5 Podatki za izračun katastrskega dohodka

V sistemu izdelave skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe zemljišč se pripravi poseben podatkovni sloj, ki se uporablja pri izračunu katastrskega dohodka. Postopek za pripis podatkov o dejanski rabi zemljišč za posamezno parcelo za izračun katastrskega dohodka je podoben kot pri prostorskem preseku skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe zemljišč z zemljiškokatastrskim načrtom, a z nekaj posebnostmi. Za izračun katastrskega dohodka se uporabijo samo podatki zemljišč kmetijske in gozdne dejanske rabe, ki se prostorsko presekajo s podatkovnim slojem območij posebnih režimov in podatkovnim slojem rastiščnih koeficientov. Vse podatke posreduje ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Rezultati prostorskih presekov navedenih podatkovnih slojev in ZKN se za-
pišejo na parcelo. Časovna dinamika vzdrževanja podatkov za izračun katastrskega dohodka je enaka kot dinamika vzdrževanja podatkov o dejanski rabi zemljišč. Prostorski preseki podatkovnih slojev se izvajajo enkrat tedensko, dnevno pa se izvaja pripis podatkov in izračun katastrskega dohodka zaradi sprememb podatkov parcel.

3.6 Replikacija rezultatov v distribucijsko okolje geodetske uprave

Skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč, tabela rezultatov prostorskega preseka skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe z ZKN (veljavno stanje) in tabela rezultatov prostorskega preseka skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe z ZKN (zgodovinsko stanje) se replicirajo na distribucijsko omrežje vsak dan od ponedeljka do sobote. Distribucijsko okolje zagotavlja uporabnikom izdajo veljavnega stanja skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe zemljišč in podatkov parcel, vključno z dejansko rabo zemljišč za posamezno parcelo.

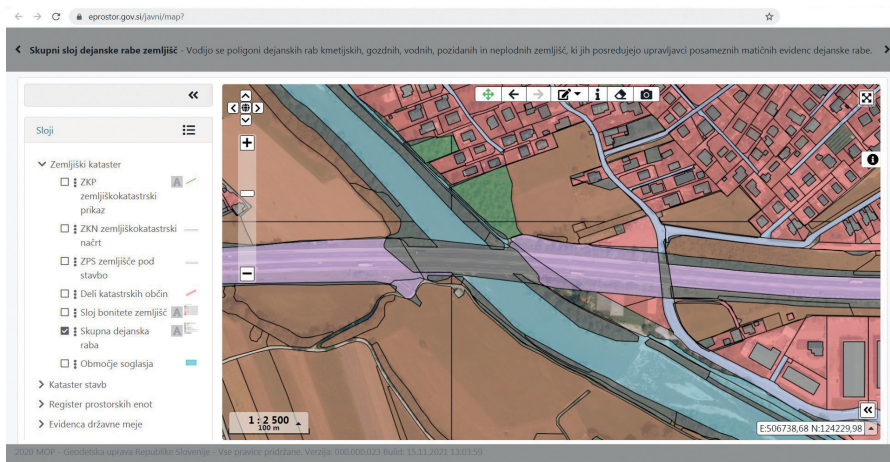
3.7 Replikacija rezultatov v distribucijsko okolje ministrstva za javno upravo

Vsi prej naštetih podatkovni sloji in podatki o napakah se replicirajo še v distribucijo, ki je zagotovljena na strežnikih ministrstva za javno upravo. Ta sistem je namenjen izključno upravljavcem matičnih evidenc podatkov dejanske rabe zemljišč in omogoča, da upravljavci matičnih evidenc na enem mestu pridobijo podatke za obdelovanje in usklajevanje svoje matične evidence z drugimi matičnimi evidencami dejanskih rab zemljišč.

3.8 Distribucija za splošne uporabnike

V distribucijskem omrežju so podatki o dejanski rabi vključeni v naslednjih aplikacijah (slika 2 in slika 3):

- **PREG** za vse uporabnike (geometrični-prostorski in atributni vpogled v tabelo veljavnega stanja),
- **javni vpogled** v podatke (geometrični-prostorski in atributni vpogled v tabelo veljavnega stanja),
- **osebni vpogled** v podatke (geometrični-prostorski in atributni vpogled v tabelo veljavnega stanja).



Slika 2: Skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč v javnem pregledovalniku.

prostor-s.gov.si/preg/detail_parcele.jsp?Parcela=2125&SifKO=1076&h=1de88e895b5bca5720012c974d762fc8e369fe2d

REPUBLIKA SLOVENIJA MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

Uporabnik: MAAHLIN
Transakcijska številka: 1101266676915

Torek, 16 November, 2021 14:05:36

Opisni podatki o parceli:

Podatki o parceli:

Katastrska občina	Parcelna številka	Površina parcele [m ²]	Urejena parcela	Katastrski dohodek [EUR]	Datum zadnje spremembe
1076 MEDLOG	2125	52103	NE	31,48	28.06.2006

Podatki o dejanski rabi parcele - veljavno stanje:

Šifra dejanske rabe	Naziv dejanske rabe	Delež površine dejanske rabe [%]
40	vodna zemljišča	86,0
10	kmetijska zemljišča brez trajnih nasadov	14,0
40	vodna zemljišča	14,0

Prikaži podatke o dejanski rabi parcele - zgodovinsko stanje

Bonitetne točke	19
Površina zemljišča z bonitetnimi točkami [m ²]	7294

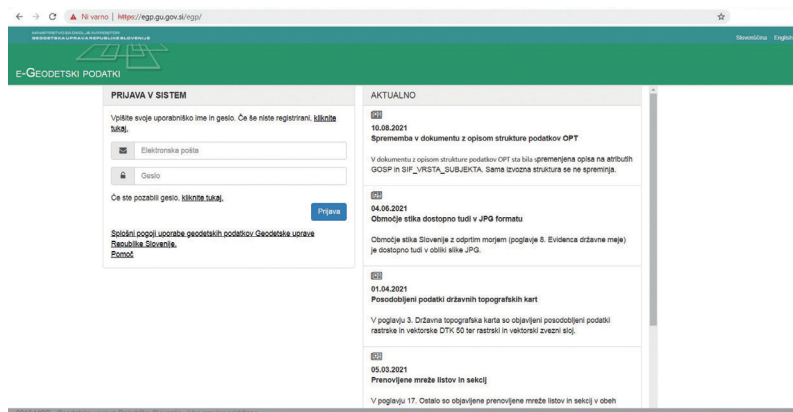
Podatki o lastnikih in upravljalcih parcele:

Ime / Naziv	Naslov / Sedež	Leto rojstva / matična številka	Delež	Status
DIREKCIJA RS ZA VODE	Celje, Mariborska cesta 88, 3000 Celje	2516152	/	Začasni upravljavalec
REPUBLIKA SLOVENIJA	Ljubljana, Gregorčeva ulica 20, 1000 Ljubljana	5854814	1/1	Lastnik

Dodaj parcelo na seznam za potrdila

Slika 3: Izpis atributnih podatkov o parceli v javnem pregledovalniku.

Skupni podatkovni sloj dejanske rabe zemljišč in pripis podatkov o rabi za posamezno parcelo sta ob registraciji uporabniku prosto dostopna tudi prek spletne aplikacije e-Geodetski podatki, ki jo najdemo na povezavi <https://egp.gu.gov.si/egp> (slika 4).



Slika 4: Spletna stran e-Geodetski podatki.

Geometrični podatki (prostorski podatki) skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe zemljišč se v obliki datoreke **.shp* nahajajo v sklopu **11. Zemljiški kataster**. Podatki so posodobljeni enkrat tedensko, zaradi velikega obsega pa so na voljo v dveh stisnjenih datotekah *zip*. Podatke o dejanski rabi parcele (atributni podatki) je mogoče pridobiti v sklopu **12. Register nepremičnin** in so dostopni v obliki zapisa **.csv*. Dostopno je stanje zadnjega tedenskega posodabljanja podatkov skupne dejanske rabe zemljišč s parcelami.

4 SKLEP

SedANJI način prevzemanja podatkov o dejanski rabi zemljišč v zemljiški kataster se uporablja že več kot leto in pol in ga predvideva tudi nov Zakon o katastru nepremičnin (2021), ki bo uveljavljen aprila 2022. Upravljalci matičnih evidenc dejanske rabe zemljišč svoje evidence stalno dopolnjujejo in usklajujejo. Tako je v skupnem podatkovnem sloju dejanske rabe zemljišč vse manj vrzeli (raba 90 – nedoločeno). Kakovost in popolnost skupnega podatkovnega sloja dejanske rabe zemljišč se izboljšuje, prav tako skupni podatkovni sloj vse bolj kaže dejansko rabo prostora za raznovrstne uporabnike teh podatkov.

Literatura in viri:

- GURS (2019). Metodologija izdelave skupnega sloja dejanske rabe z dne 14. 10. 2019. Ljubljana: Geodetska uprava RS.
- Lisec, A., Pišek, J., Drobne, S. (2013). Suitability analysis of land use records of agricultural and forest land for detecting land use change on the case of the Pomurska statistical region = Analiza primernosti evidence rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč za določanje sprememb rabe zemljišč na primeru pomurske statistične regije. *Acta geographica Slovenica*, 53 (1), 70–90. DOI: <https://doi.org/10.3986/AG553104>
- Mivšek, E., Pegan Žvokelj, B., Kete, P., Globokar, T. (2014). Dejanska raba vodnih zemljišč in zemljiški kataster. *Geodetski vestnik* 56 (4), 663–673. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2012.04.663-673>
- Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Uradni list RS, št. 122/2008, 4/2010 in 110/2010.
- Pravilnik o evidentiranju dejanske rabe zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture. Uradni list RS št. 3/2019.
- Pravilnik o evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru. Uradni list RS št. 48/2018, 51/2018, 35/2019, 54/2021.
- Pravilnik o metodologiji za masovni zajem poseljenih zemljišč. Uradni list RS, št. 8/2020.
- Pravilnik o podrobnejšem načinu določanja meje vodnega zemljišča celinskih voda. Uradni list RS, št. 58/2018.
- Uredba o dejanskih rabah zemljišč. Uradni list RS št. 43/2018, 35/2019, 54/2021.
- Zakon o evidentiranju dejanske rabe zemljišč javne cestne in javne železniške infrastrukture. Uradni list RS, št. 13/2018.
- Zakon o ugotavljanju katastrskega dohodka. Uradni list RS, št. 63/2016.
- Zakon o urejanju prostora. ZURP-2. Uradni list RS, št. 61/2017.
- Zakon o vodah. Uradni list RS, št. 67/2002, 2/2004 – ZZdl-A, 41/2004 – ZVO-1,

57/2008, 57/2012, 100/2013, 40/2014, 56/2015 in 65/2020.

Zakon o zemljiškem katastru. Uradni list SRŠ, št. 16/1974, 42/1986, Uradni list RS, št. 52/2000 – ZENDMPE in 47/2006 – ZEN.

ZEN (2006). Zakon o evidentiranju nepremičnin. Uradni list RS, št. 47/2006, 65/2007 – odl. US, 79/2012 – odl. US, 61/2017 – ZAID, 7/2018, 33/2019 in 54/2021 – ZKN.

ZEN-A (2018). Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o evidentiranju

nepremičnin. Uradni list RS, št. 7/2018.

ZENDMPE (2000). Zakon o evidentiranju nepremičnin, državne meje in prostorskih enot. Uradni list RS, št. 52/2000, 87/2002 – SPZ in 47/2006 – ZEN.

ZKN (2021). Zakon o katastru nepremičnin. Uradni list RS, št. 54/2021.

Matevž Ahlin, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava RS

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: matevz.ahlin@gov.si

ZELO VISOKOLOČLJIVI SATELITSKI POSNETKI KOT DOPOLNILA K DRŽAVNIM ORTOFOTOM (DOF) VERY HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGES AS SUPPLEMENTS TO STATE ORTHOPHOTOS

Andreja Švab Lenarčič

1 UVOD

Različni uporabniki prostorskih podatkov vsakodnevno uporabljamo digitalne ortofote za raznovrstne namene: kot bazični podatkovni sloj v aplikacijah geografskih informacijskih sistemov (GIS), za prostorsko planiranje in planiranje del na terenu, za zajem podatkov o rabi zemljišč, za zajem podatkov o gozdnih in trajnih nasadih, za pomoč pri simulacijah in vizualizacijah prostora in dogodkov v prostoru, za kontrolo pravilnosti lokacije raznih objektov idr. Ker se državni ortofoto (DOF) v Sloveniji v zadnjem obdobju vzdržuje v triletnem ciklu, so podatki za posamezne naloge premalo ažurni. Zato bomo v tej razpravi obravnavali možnosti zagotovitve časovne vrste ortofotov z zelo visokoločljivimi satelitskimi posnetki. Kakšne so njihove lastnosti, koliko jih je na voljo, kje in kako lahko pridemo do njih? Pri tem se bomo usmerili zgolj na najpogostejši način uporabe DOF, to je DOF kot vizualno podlago oziroma sliko pod drugimi podatkovnimi sloji.

2 PRIMERNOST SATELITSKIH POSNETKOV KOT DOPOLNIL DOF

Satelitski posnetki so, enako kot letalski posnetki, daljinsko zaznani prostorski podatki. Podatki so torej zajeti na daljavo, le da nosilna platforma ni letalo, ampak satelit. Gre torej za zelo podobno metodo snemanja, le razdalja od platforme do zemeljske površine je pri satelutih večja. Ko beremo o satelitskih posnetkih, vedno naletimo na izraze, kot so spektralna ločljivost, radiometrični popravki ipd. Pri tem se zna zgoditi, da se nam zdijo zapleteni, kar nas odvrne od njihove uporabe. V resnici pa imajo letalski posnetki enake lastnosti, le da jih običajnemu uporabniku DOF-a ni treba poznati. Če torej dobimo »na mizo« primerno obdelane satelitske posnetke, res ni razloga, da jih ne bi uporabili.

Kljub temu je dobro poznati vsaj osnovne lastnosti satelitskih posnetkov, zato jih na kratko pogledjmo z vidika primerjave z ortofotom. Osnovne opredelitve povzemamo po Oštirju (2006).

Prostorska ločljivost pri rastru pomeni velikost piksla oziroma velikost najmanjšega predmeta, ki ga na posnetku lahko zaznamo. Za lažjo predstavbo sta na sliki 1 prikazana dva posnetka z različno prostorsko ločljivostjo. Posnetek *Pleiades* (na sliki levo) ima velikost piksla 0,5 metra, posnetek *SPOT* (na sliki desno) pa 1,5 metra. Ker na Geodetski upravi Republike Slovenije (GURS) DOF uporabljamo večinoma kot vizualno podlago za prikaz drugih uradnih prostorskih podatkov, je prostorska ločljivost dopolnilnih slojev odločilnega pomena pri njihovi uporabnosti. Razvidne morajo biti podrobnosti, kot

so posamezne manjše hiše, dograditve, vrste rabe idr. DOF s svojo ločljivostjo 0,5 metra (in 0,25 metra) ta pogoj izpolnjuje. Na prikazanem posnetku *SPOT* zelenih podrobnosti ne razberemo več. Zato bomo v nadaljevanju razprave obravnavali zgolj satelitske posnetke, ki imajo prostorsko ločljivost vsaj 1 meter. Navzgor po kakovosti prostorske ločljivosti nismo omejeni, je pa ločljivost, višja od 0,1 metra, vsaj za sedanjo uporabo na Gursu nesmiselna in zagotovo neekonomična.



Slika 1: Manjše območje v Budimpešti: levo posnetek *Pleiades* (0,5 m) (*Pleiades*, 2021), desno *SPOT* (1,5 m) (*SPOT*, 2021).

Prostorsko ločljivost vsaj 1 meter ali višjo danes dosegajo naslednji satelitski posnetki: *GeoEye-1* (0,4 m), *WorldView-2* (0,5 m), *WorldView-3* (0,3 m), *WorldView-4* (0,3 m), *Pleiades* (0,5 m), *Pleiades Neo* (0,3 m), *SuperView1* oziroma *Gaojing-1* (0,5 m), *TripleSat* (0,8 m), *Geosat* (0,8 m), *Kompsat-3* (0,6 m), *SkySat* (0,7 m), *BlackSky* (0,9 m), *OVS-3* (0,9 m) ter *Deimos-2* (1 m).

Spektralna ločljivost je natančnost sistema pri opazovanju elektromagnetnega valovanja različnih valovnih dolžin. Spektralna ločljivost je višja, če sistem opazuje predmete v več ozkih spektralnih kanalih. Poenostavljeno: v kolikor več »barvah sistem snema«, toliko višjo spektralno ločljivost ima. Letalski podatki za DOF so zajeti v štirih spektralnih kanalih: rdečem (R), zelenem (G), modrem (B) in bližnje infrardečem (NIR). GURS kot vizualni prikaz uporablja skoraj izključno tako imenovano sliko v pravih barvah (angl. *true color image*), to je prikaz s kanali RGB. Zato bi za satelitske posnetke, ki bi dopolnjevali DOF, zadoščala spektralna ločljivost teh treh kanalov. Razen satelita *WorldView-1*, ki zajema podatke samo s PAN (črno-belimi) kanalom, vsi navedeni sateliti snemajo tako s PAN kot tudi z vsaj štirimi barvnimi kanali (RGBNir).

Naj omenimo, da visoka spektralna ločljivost pomeni veliko dodano vrednost pri spektralnih analizah. V tej razpravi smo se omejili na vizualni prikaz. Če vas zanima kaj več o spektralnih lastnostih, v branje vabi članek Ptičji pogled z druge perspektive (Švab Lenarčič, 2020).

Časovna ločljivost pove, kako pogosto lahko snemamo iste dele Zemlje oziroma koliko časa preteče med dvema zaporednima snemanjema. DOF v Sloveniji trenutno pridobivamo na tri leta. Ker želimo s satelitskimi posnetki časovno vrsto zgotoviti, morajo biti izbrani satelitski posnetki posneti pogostejše, vsaj na eno do dve leti oziroma v letih, ko DOF na nekem območju ni izdelan. Tudi tukaj zelo visoka časovna ločljivost ni problematična, je pa zopet najverjetneje nesmiselna. Posnetkov v praksi običajno ne potrebujemo pogostejše kot enkrat mesečno.

Teoretična časovna ločljivost vseh zgoraj navedenih satelitskih posnetkov je povprečno dva dni! V praksi pa vsi sateliti še zdaleč ne snemajo vseh območij na Zemlji tako pogosto. Če upoštevamo posnetke z ničelno oziroma nizko stopnjo oblačnosti ter dovolj majhnim kotom snemanja, je pokritost vseh območij v Sloveniji vsaj en posnetek na leto, kar je pogostejše kot DOF.

Radiometrična ločljivost pove, kako dobro sistem ločuje majhne razlike v energiji valovanja oziroma koliko različnih sivin (barv) lahko poda. Izražamo jo v bitih, tako je na primer 8-bitna, 11-bitna ... Za vizualno podlago je dovolj, če so vrednosti odboja podane v razponu med 0 in 255, saj človeško oko težko zazna višjo ločljivost. Takšnemu razponu ustreza 8-bitna radiometrična ločljivost. Vsi satelitski posnetki, ki jih navajamo, to radiometrično ločljivost celo presegajo.

Predobdelava posnetkov je postopek odstranitve nepravilnosti in pomanjkljivosti posnetkov, ki ga izvajamo pred njihovo nadaljnjo obdelavo, kot sta analiza in interpretacija. Predobdelava sestoji iz radiometričnih popravkov, pri katerih skušamo odpraviti nepravilnosti v delovanju senzorja in odstraniti vpliv atmosferskih шумov, ter geometričnih popravkov, ki vključujejo odstranjevanje popačenja zaradi geometrije snemanja in ortorektifikacijo.

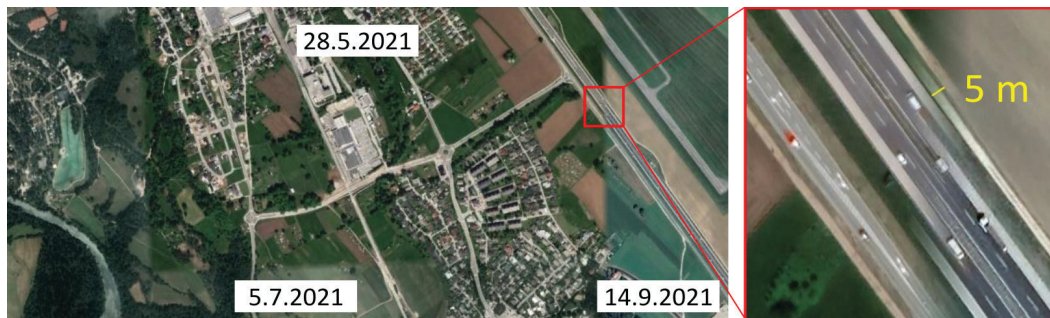
Radiometrični popravki so običajno pri komercialnih satelitskih posnetkih že izvedeni. Posnetki so (lahko) pripravljeni tako, da jih uporabnik takoj uporabi. Poleg tega za vizualni pregled posnetka niso bistvenega pomena.

Od geometričnih popravkov je treba omeniti predvsem kakovost ortorektifikacije. Za DOF, izdelan po letu 2017, je zahtevana geometrična točnost predpisana v skladu s standardom ASPRS, in sicer 1,21 metra, s stopnjo zaupanja 95 %. V praksi ocenjujemo, da DOF položajno ne odstopa za več kot 0,2 metra. Vse obravnavane satelitske posnetke lahko dobimo ortorektificirane, a pri večini ne gre za ortorektifikacijo na ravni DOF-a. Proizvajalci večinoma uporabljajo model reliefa z nizko ločljivostjo in posnetke geolocirajo s točnostjo nekaj pikslov, kar pomeni, da zagotavljajo položajno točnost od štiri do deset metrov. Večinoma je položajna točnost višja od navedene. Vsekakor moramo kakovost geolokacije satelitskih posnetkov upoštevati – še posebej pri njihovi skupni uporabi z drugimi sloji prostorskih podatkov (slika 2 in 3).



Slika 2: Primer geometrične točnosti satelitskega posnetka. Prostorsko ujemanje podatkov katastra stavb (oranžni poligoni) in hišnih števil (zeleni točke) (oboje eGP, 2021) in podatkovnega sloja Google Satellite (Google, 2021a) je zelo dobro.

Ker območje Slovenije ni zvezno pokrito s satelitskimi posnetki istega ponudnika in istega datuma, si v praksi pomagamo z mozaičenjem, krpanjem. **Mozaičenje** iz posameznih posnetkov navidezno ustvari enega samega. Na sliki 3 so na primer posnetki treh različnih datumov, zelo verjetno tudi različnih satelitskih sistemov. Dobro je, da je s posnetki prekrito celotno območje, žal pa so zaradi radiometrične neusklajenosti vidni prehodi (različne barve). Na detajlu slike 3 je razvidno tudi, da geometrična točnost žal lahko odstopa tudi nekaj metrov.



Slika 3: Mozaik posnetkov treh različnih datumov. Razvidna je radiometrična in geometrična neusklajenost med posnetki. Vir mozaika: Google Earth Pro (Google, 2021b).

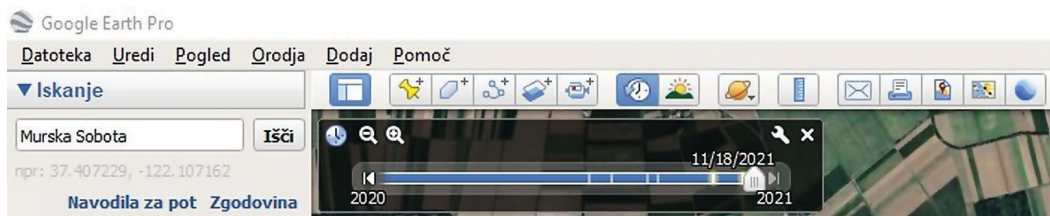
Mozaiki so v glavnem namenjeni vizualni interpretaciji posnetkov. Najlažje je uporabiti mozaik, ki ga je izdelal ponudnik. Izdelava v lastni režiji zahteva nekaj več znanja s tega področja.

Zelo visokoločljivi satelitski posnetki so torej glede na njihovo prostorsko, spektralno, predvsem pa časovno ločljivost zelo primerni kot dopolnilni podatki podatkom DOF. Tudi njihova geometrična predobdelava je za večino rab zadovoljiva, zato bi jih bilo vsekakor smiselno uporabiti pri vsakdanjem delu. Ampak kako lahko do njih dostopamo? Je to prezapleteno za običajnega uporabnika in ali niso ti posnetki zelo dragi? Na ta vprašanja odgovorimo v naslednjem poglavju.

3 DOSTOPNOST SATELITSKIH POSNETKOV

Res je, zelo visokoločljivi satelitski posnetki so komercialni, torej plačljivi. Vendar pa obstajajo načini dostopa, kjer je brezplačno na voljo za ogled omejen nabor posnetkov. Vse več je tudi možnosti prenosa izbranega posnetka za manjše območje za minimalni finančni strošek. V nadaljevanju so podani najpogostejši in najenostavnejši načini dostopa do podatkov, ki jih pri delu uporabljamo tudi sama.

3.1 Splošen brezplačni ogled posnetkov v znanih aplikacijah



Slika 4: Ukaz za prikaz zgodovinskih posnetkov v aplikaciji Google Earth Pro. S časovnim drsnikom lahko izbiramo prikaz posnetkov različnih datumov.



Slika 5: Levo zgoraj: DOF 2019 (eGP, 2021). Ostalo: časovna vrsta posnetkov, ki so na voljo v Google Earth Pro za del območja Murske Sobotice za obdobje od marca 2019 do septembra 2021 (Google Earth Pro, 2021).

Kadar želimo preveriti stanje na terenu in je DOF zastarel (na primer, da nas zanima, ali so pred pol leta res porušili neko hišo), imamo možnost brezplačnega ogleda posnetkov v znanih aplikacijah, kot so Google Zemljevidi (*Google Maps*), Google Zemlja (*Google Earth*), *Google Earth Pro*, *Mapbox*, *Esri World*

Imagery, Bing Maps, HERE Maps, USGS Earth Explorer, Apple Maps in druge. Vsaka ima svoje prednosti in slabosti. Za potrebe vpogleda v posnetke predlagam *Google Zemljevide* in *Google Earth Pro*.

Google Zemljevidi (Google Maps, 2021) je prosto dostopna spletna aplikacija s prostorskimi podatki in zemljevidi, med drugim tudi satelitskimi posnetki. Slednji niso posodobljeni v realnem času, vendar po zagotovitvi ponudnika niso starejši od treh let. V tej aplikaciji podrobni podatki (metapodatki) o posnetkih niso na voljo. *Google Zemljevidi* so zaposlenim na Gursu že znani in jih že uporabljajo pri delu. Prav tako s pridom izkoristijo v aplikacijo integrirane ulične vpogleda/fotografije (*Google Street View*), ki so velikokrat zelo dobrodošla informacija o stanju na terenu. Žal so za večino Slovenije na voljo vpogledi iz leta 2013. Sveže (v prejšnjih letih zajete) vpogleda že vsi nestrpnost pričakujemo.

Google Earth Pro (Google Earth Pro, 2021) si je treba v nasprotju z *Googlovimi Zemljevidi* prenesti na računalnik kot namizni program. Prenos je brezplačen. *Google Earth Pro* ima v primerjavi z *Google Zemljevidi* veliko naprednejših funkcij, na primer uvoz in izvoz podatkov GIS, merjenje razdalj, risanje poligonov, označevanje lokacij idr. Za namen, ki ga opisujemo v tej razpravi, pa je najpomembnejši ogled zgodovinskih posnetkov. Klik na ikono »Ura« (slika 4) odpre drsnik, kjer lahko izbiramo iz časovne vrste posnetkov različnih datumov.

Ti posnetki so zelo visokoločljivi in večinoma posneti veliko pogostejše, kot je izdelan DOF. Za različna območja naše države je na voljo različno število posnetkov ob različnih datumih. Za primer so na sliki 5 prikazani izseki posnetkov območja Murske Sobote, kjer je od marca 2019 do septembra 2021 na *Google Earth Pro* na voljo kar enajst posnetkov. V primerjavi z DOF (na sliki levo zgoraj) njihova prostorska ločljivost ne zaostaja, zato ga posnetki zaradi višje časovne ločljivosti pomembno dopolnjujejo.

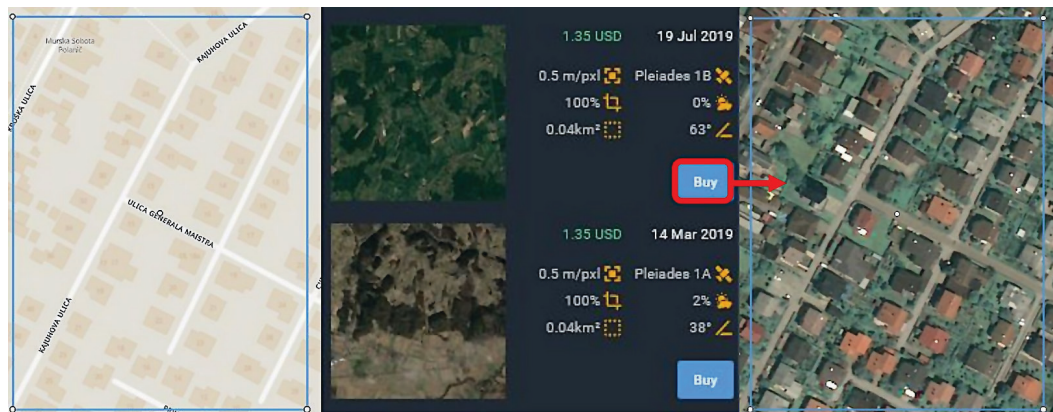
3.2 Uporaba spletnih storitev in vtičnikov v GIS-aplikacijah

Za uporabnike GIS-aplikacij (*QGIS, ArcGIS* ipd.) sta najbolj praktična vnos posnetkov prek spletnih kartografskih storitev WMS/WMTS ali uporaba vtičnikov *OpenLayer Plugin* in *Quick Map Services* ter atlasa *ArcGIS Living Atlas*, kjer imamo poleg bogatega nabora drugih kart na voljo tudi mozaike in druge hibridne karte satelitskih posnetkov različnih ponudnikov. Bistvo odprtja podatkovnega sloja v GIS-aplikaciji je kombinacija podatkovnega sloja s podatki drugih evidenc (primer na sliki 2). Za GURS bi bilo idealno, če bi imeli v pregledovalniku novega informacijskega sistema možnost vpogleda v zgodovinske zelo visokoločljive satelitske posnetke, ki so na nekem območju na voljo.

3.3 Ogled/prenos plačljivih posnetkov na različnih platformah

Zelo visokoločljivi satelitski posnetki praviloma niso brezplačni. Brezplačno so na ogled v zgoraj navedenih aplikacijah ali pa so prek spletnih storitev in vtičnikov na voljo le v zelo omejenem številu. Četudi nam je to velikokrat dovolj, se morda lahko zgodi, da bi potrebovali čisto svež posnetek ali posnetek iz določenega časovnega obdobja. Na začetku obstoja satelitskih posnetkov je bilo mogoče kupiti le celoten posnetek. Posledično je bila cena nakupa zelo visoka, datoteka zelo velika, poleg tega je bilo praviloma treba posnetek predobdelati. Danes je nakup posnetkov enostavnejši. Na voljo je vse več spletnih platform, ki uporabnikom omogočajo, da izberejo geografsko območje, za katero želijo kupiti satelitski posnetek, navedejo zeleno časovno okno, vrsto in stopnjo obdelave posnetka, stopnjo oblačnosti ipd. Veliko platform omogoča tudi različne analize, ki jih je mogoče izvesti nad podatki. Od enostavnih, kot je izračun spektralnega indeksa, do zapletenejših, kot je objektna segmentacija stavb.

Na sliki 6 je primer nakupa posnetka za manjši del naselja v spletni platformi *Land Viewer* (Land Viewer, 2021). Z ustreznim orodjem izberemo želeno območje, vrsto posnetka (v tem primeru *Pleiades*) in časovno okno, nato pa glede na predogled in osnovne metapodatke izberemo posnetek. Ko plačamo (enostaven postopek spletnega plačila), se v platformi odpre izbran posnetek, ki ga lahko shranimo.



Slika 6: Nakup posnetka v spletni platformi Land Viewer.

Kot je razvidno s slike 6, je bila cena nakupa prikazanega območja 1,35 USD (1,19 EUR), kar je dosegljivo za vsak žep. Z večanjem območja se cena sicer sorazmerno zvišuje, a še vedno znaša le okrog 50 EUR za območje srednje velikega mesta.

Land Viewer seveda ni osamljena platforma za pridobitev cenovno dostopnih zelo visokoločljivih satelitskih posnetkov. Dobro uveljavljene so tudi platforme *UP42* (UP42, 2021), z možnostjo uporabe odprtih kod za različne prostorske analize, *Maxar DigitalGlobe* (Maxar, 2021), *OneAtlas Living Library* (OneAtlas, 2021), *SecureWatch* (SecureWatch, 2021), *Apollo Mapping* (Apollo Mapping, 2021), po novem pa lahko zelo visokoločljive posnetke kupimo tudi na platformi *SentinelHub* (SentinelHub, 2021), platformi slovenskega podjetja Sinergise.

4 SKLEP

Ali lahko zelo visokoločljivi satelitski posnetki uspešno dopolnjujejo DOF? Lahko. Ali lahko do njih enostavno dostopamo? Lahko. Tudi brezplačno? Lahko. Ali naj pri svojem delu uporabim te posnetke, kadar potrebujem večjo ažurnost? O tem ni dvoma. Vseeno je treba opozoriti, da brezplačni podatkovni sloji, kot so podatki ponudnika *Google*, niso dopustni kot uradni podatkovni sloji pri izdelavi kart. Pri morebitnem izdajanju podatkov je obvezno navesti vir podatka.

Vzemite si čas, spoznajte se s posnetki in izvedenimi izdelki, izgubite morebitni strah pred »novimi« tehnologijami, ki nezadržno pronicaajo v vse pore našega dela. Satelitska snemanja zemeljskega površja so področje, ki v zadnjih letih bliskovito napreduje. Tovrstnih satelitskih sistemov je vse več, njihove lastnosti se izboljšujejo, podatkov je vse več, njihove cene se znižujejo, dostop do podatkov in tudi analiz je vse enostavnejši. Uporabimo te posnetke in izvedene izdelke vsaj za vizualno ozadje. Ko se bomo z njimi bolje »spoznali«, pa si bomo zagotovo zaželeli izkoristiti njihov polni potencial. Naj vas za konec malce

razvnamem z nekaj področji, kjer so se daljinsko zaznani posnetki že izkazali kot nepogrešljiv podatkovni sloj: kartiranje posledic naravnih nesreč in analiza škode, sledenje sezonskim pojavom, kmetijstvo (spremljanje vrste in stanja poljščin, vlage tal, kontrola upravičenosti subvencij), odkrivanje invazivnih vrst rastlin, spremljanje stopnje razraščanja in učinkovitosti zatiranja, študija dinamike razvoja in procesov v gozdovih, lociranje mestnih toplotnih otokov, opazovanje morskih površin (nadzor ribolova, naftnih izlivov, nezakonitih plovil), kartiranje neformalnih naselij, opazovanje arheoloških najdišč, analiza zgodovinske pokrajine ... Ste za?

Literatura in viri:

- Apollo Mapping (2021). Spletna aplikacija Apollo Mapping. <https://apollomapping.com/>, pridobljeno 17. 11. 2021.
- eGP (2021). Portal Prostor – e-Geodetski podatki. Geodetska uprava Republike Slovenije, <https://egp.gu.gov.si/egp/>, pridobljeno 18. 6. 2021.
- Google (2021a). Podatkovni sloj Google Satellite, prikazan v QGIS, pridobljeno 18. 6. 2021.
- Google (2021b). Podatkovni sloj Google Satellite, prikazan v Google Earth Pro, pridobljeno 12. 11. 2021.
- Google Maps (2021). Aplikacija Google Maps. <https://www.google.com/maps/>, pridobljeno 17. 11. 2021.
- Google Earth Pro (2021). Namizni program Google Earth Pro, pridobljeno 17. 11. 2021.
- Land Viewer (2021). Spletna platforma Land Viewer, dostopna na <https://eos.com/lv/>, pridobljeno 17. 11. 2021.
- Maxar (2021). Spletna aplikacija Maxar DigitalGlobe. <https://discover.digitalglobe.com/>, pridobljeno 17. 11. 2021.
- OneAtlas (2021). Spletna aplikacija OneAtlas Living Library. <https://oneatlas.airbus.com/service/living-library>, pridobljeno 17. 11. 2021.
- Oštir, K. (2006). Daljinsko zaznavanje. Ljubljana: Založba ZRC. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545215>.
- Pleiades (2021). Pleiades. <https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/constellation/pleiades/>, pridobljeno 5. 10. 2021.
- SecureWatch (2021). Spletna aplikacija SecureWatch. https://www.digitalglobe.com/products/securewatch?utm_source=blog&utm_medium=organic, pridobljeno 17. 11. 2021.
- SentinelHub (2021). Spletna aplikacija SentinelHub. <https://www.sentinel-hub.com/>, pridobljeno 17. 11. 2021.
- SPOT (2021). SPOT. <https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/constellation/spot/>, pridobljeno 5. 10. 2021.
- Švab Lenarčič, A. (2020). Ptičji pogled z druge perspektive. Geodetski vestnik, 64 (3), 423–429. http://www.geodetski-vestnik.com/64/3/gv64-3_svab.pdf, pridobljeno 11. 11. 2021.
- UP42 (2021). Spletna aplikacija UP42. <https://up42.com/>, pridobljeno 17. 11. 2021.

dr. Andreja Švab Lenarčič, univ. dipl. inž. geod.

Območna geodetska uprava Murska Sobota
Murska Sobota, Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota
e-naslov: andreja.svab-lenarctic@gov.si

IZZIVI RAZVOJA INFORMACIJSKE REŠITVE V PODPORO UPRAVLJANJU NEPREMIČNIN JAVNIH INŠTITUCIJ

CHALLENGES OF INFORMATION SOLUTION DEVELOPMENT IN SUPPORT OF PUBLIC INSTITUTIONS' FACILITY MANAGEMENT

Miran Ferlan, Anka Lisec, Jernej Tekavec, Miran Janežič, Helena Žnidaršič, Samo Drobne

1 UVOD

Kakovostni in celoviti podatki o pravnih in fizičnih lastnostih nepremičnin so izrednega pomena za upravljanje nepremičnega premoženja. Države dejavno razvijajo rešitve za kakovosten javni zemljiški oziroma nepremičninski informacijski sistem. Slednjega lahko opredelimo kot sistem za najpodrobnejše pravno-administrativno strukturiranje prostora ter upravljanje mej pravic, omejitev in obveznosti na nepremičninah ter sistem za zajemanje, vzdrževanje, analize in posredovanje podatkov o nepremičninah in pravicah na njih (Enemark, 2008; Zupan et al., 2014). V zadnjem desetletju je na mednarodni ravni zaznati velik napredek pri poenotenju usmeritev na področju sistema javne nepremičninske administracije. Leta 2012 je bil med drugim sprejet mednarodni standard na področju zemljiške administracije LADM (ISO, 2012), ki je utemeljen na izhodiščih vizije katastra s konca prejšnjega stoletja (Kaufmann in Steudler, 1998). Novejše razvojne usmeritve na področju sistema zemljiške oziroma nepremičninske administracije naslavljajo izzive prostorskih informacijskih sistemov v treh (3D) ali štirih (4D) razsežnostih, ki omogočajo celovito upravljanje podatkov o nepremičninah in podpora odločanju pri upravljanju nepremičnin (Ellul et al., 2018; Cemellini et al., 2020; Norado et al., 2020; Tekavec, Čeh in Lisec, 2021). Smernice na področju upravljanja nepremičnin v evropskem in širšem prostoru v povezavi s Slovenijo je obravnavalo več avtorjev (Lipej, 2001; Kupic, Mivšek in Kogovšek, 2001; Zupan et al., 2014; Lipej, 2015; Drobež et al., 2016; Tekavec et al., 2021).

Uradne nepremičninske evidence pa žal pogosto ne zagotavljajo celovitih informacij o stanju nepremičnin, ki so potrebne za sprejemanje odločitev pri njihovem upravljanju in rabi. To je velik izziv predvsem za institucije, ki upravljajo več nepremičnin. Take organizacije pogosto nimajo dobrega pregleda nad celotnim fondom nepremičnin, s katerimi razpolagajo, predvsem pa manjkajo pomembni podatki o nepremičninah, ki so ključni za upravljanje z njimi. Večji lastniki nepremičnin lahko sicer razvijejo lasten nepremičninski informacijski sistem, ki omogoča shranjevanje, arhiviranje, posodabljanje in analiziranje dokumentacijskega gradiva in podatkov o nepremičninah, s katerimi upravljajo. V Sloveniji se lastniki, ki imajo v lasti in/ali upravljanju več nepremičnin, spopadajo z velikimi izzivi že pri sami vzpostavitvi podatkovne zbirke in vzdrževanju temeljnih podatkov o pravnih in fizičnih lastnostih nepremičnin, saj ni mogoče enostavno prevzemati podatkov z množico nepremičnin iz uradnih nepremičninskih evidenc.

Pri tem imamo v mislih predvsem podatke javnih registrov zemljiškega katastra in katastra stavb ter javne podatkovne zbirke registra nepremičnin Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS) in podatke zemljiške knjige, ki je javna knjiga v okviru sodnega sistema.

Med večje lastnike oziroma upravljavce nepremičnin v Republiki Sloveniji štejemo tudi številne javne institucije, kot so ministrstva, ki se zaradi omejenega dostopa do informacij, ključnih za sprejemanje odločitev, prav tako spopadajo z velikimi izzivi pri upravljanju nepremičnin ter načrtovanju dejavnosti in investicij. Ministrstvo za pravosodje Republike Slovenije (MP RS) je s ciljem zasnove sodobnega nepremičninskega informacijskega sistema v podporo odločanju pri upravljanju nepremičnin razpisalo in sofinanciralo ciljni raziskovalni projekt CRP z naslovom *Vzpostavitev večnamenske evidence podatkov o nepremičninah in prostorskega informacijskega sistema za nepremičnine v lasti Republike Slovenije in v upravljanju Ministrstva za pravosodje (NEPIS-MP)*. Namen tega prispevka je predstaviti glavne rezultate projekta. To so izzivi in izhodišča za vzpostavitev sodobnega nepremičninskega informacijskega sistema MP RS. Projekt, ki je potekal med 1. 11. 2019 in 31. 10. 2021, sta izvajala Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (koordinatorka) in Geodetski inštitut Slovenije (glej Drobne et al., 2021).

2 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO NEPREMIČNINSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Nepremičnine v lasti ali upravljanju se pogosto obravnavajo kot sestavni del poslovnih potreb organizacije za opravljanje njenih ključnih poslovnih dejavnosti in so nujen sestavni del poslovnega oziroma finančnega procesa načrtovanja organizacije. Glavni izzivi upravljanja nepremičnin, kar velja tudi za nepremičnine v državni lasti, so povezani z izboljšanjem kakovosti delovnega okolja, dostopnostjo, zmanjšanjem stroškov vzdrževanja stavb ali obvladovanjem negativnih vplivov na okolje, kot so poraba energije, emisije in odpadki. Na splošno obsega upravljanje nepremičnin celovito obravnavo nepremičnine kot entitete v prostoru, vključno z vzdrževanjem stavb, gradnjo, funkcionalnostjo in ustreznimi podpornimi storitvami.

Kompleksnost celovitega upravljanja nepremičnin ter razvoj sodobne, tehnološko povezane družbe nujno zahteva poznavanje obstoječega stanja procesov in podatkov ter razumevanje strateškega načrtovanja in razvoja informacijskih rešitev. Raznolikost deležnikov in njihovih pričakovanj dodatno pogojuje razvoj pametnih informacijskih rešitev, ki so sposobne medsebojne povezave in izmenjave podatkov. Informatizacija upravljanja nepremičnin zagotavlja podatkovno podlago za učinkovito odločanje, podporo procesom in pomoč (znanje) v izvedbi:

- **Podatkovna podlaga za učinkovito odločanje** v praksi pomeni dostop do osnovnih (zakonodajno predpisanih) in vseh drugih podatkov, potrebnih za odločanje, s hkratnim dostopom do metapodatkov.
- **Podpora procesom** v obliki vodenja procesnih podatkov in stanj posameznega procesa; v ta sklop spadajo tudi vse statistične poizvedbe in poslovne poizvedbe za boljše upravljanje.
- **Pomoč (znanje) v operativni izvedbi** pomeni izboljšanje uporabniške izkušnje z dodatnimi pojasnili in razlogi ob posameznem izvedenem dejanju.

V osnovi lahko procese celovitega upravljanja nepremičnin delimo na:

- **proces načrtovanja izgradnje**, ki obsegajo vse procese od trenutka odločitve o izgradnji do pripravljene ustrezne dokumentacije za gradnjo; z namenom pridobivanja dovoljenj, soglasij se razvijejo ustrezni informacijski protokoli izmenjave podatkov;

- **processe graditve in spremljanja gradnje oziroma pridobivanja nepremičnine**, ki vsebujejo vse procese, povezane s samo gradnjo in njenim nadzorom, ter hkrati vse faze in podatke v procesih nepremičninskih transakcij (nakup, prodaja itd.);
- **processe izkoriščanja in vzdrževanja**, ki obsegajo procese, povezane z zasedenostjo, morebitnim oddajanjem, opremljenostjo in vzdrževanjem itd.;
- **processe investicij**, ki so procesi, povezani z znatnim povečanjem življenjske dobe objekta, njegove vrednosti objekta in/ali uporabnosti;
- **podporne storitve**, ki so storitve in procesi, povezani z varnostnimi shemami, zaščito osebnih podatkov, načinom vzdrževanja podatkov, kontrolo kakovosti in arhiviranjem zgodovine po procesih in virih.

2.1 Tehnološki izzivi

Iskanje tehnoloških rešitev za uporabo v konkretnih primerih se velikokrat izkaže za zelo zahtevno opravilo. Z upoštevanjem aktualnega stanja evidentiranja nepremičnin in rabe podatkov v njihovem upravljanju je ob prenovi procesov smiselno upoštevati preizkušene tehnologije, ki so že v uporabi na podobnih področjih in v procese upravljanja prinesejo operativne izboljšave. Predlog uporabe tehnologij pokriva celoten razpon od načrtovanja podatkovnih struktur do vizualizacije rezultatov (preglednica 1).

Preglednica 1: Predlog tehnologij, ki jih je smotno vključiti v načrtovanje informacijskega sistema.

Tehnologija/rešitve	Vpliv
Informacijsko modeliranje gradnje (BIM)	Spremembe v podatkovnih strukturah in njihovih povezavah
Geografski informacijski sistemi (GIS) in GeoBIM	Spremembe v podatkovnih strukturah in njihovih povezavah
Skenerji za 3D-zajem in modeliranje podatkov	Zajem in modeliranje dodatnih podatkov o objektu upravljanja
Tehnologija 5G in internet stvari (IoT)	Zajem dodatnih podatkov v stvarnem času o objektu upravljanja
Podatkovna analitika	Priporočila in pomoč za boljše upravljanje
Izboljšana (obogatena) resničnost (AR)	Vizualizacija podatkov

V zadnjih letih je opazen velik tehnološki napredek na področjih informacijskega modeliranja gradnje BIM, katerega podlaga je podrobni 3D-podatkovni model. Razvijajo se tudi tehnologije za zajem in modeliranje 3D-prostorskih podatkov v stavbah (Tekavec, Čeh in Lisec, 2020). 3D-modeliranje notranjosti stavb odpira priložnosti za številne nove aplikacije, kot so zaščita in reševanje, navigacija, registracija pravic, lokacijske storitve, ocenjevanje vrednosti ipd. Uporaba rešitev BIM pri evidentiranju nepremičnin je le uporaba/podaljšanje obstoječih trendov načrtovanja zgradb. Tehnologija je že dolgo prisotna v načrtovanju, vendar pa v Sloveniji še ni zaživila. Kljub temu se predvsem pri novogradnjah v prihodnje pričakuje podatkovni model stavbe, skladen s konceptom BIM, ki ga je mogoče nadalje uporabiti v podporo upravljanju nepremičnin. Pri tem se srečujemo z izzivi uporabe podatkov BIM v prostorskih informacijskih sistemih, saj so koncepti modeliranja v okoljih BIM in GIS zelo različni (Norado et al., 2020).

Na podlagi podatkov državnih evidenc, statističnih podatkov in lastnih podatkov upravljavca (lastne zbirke upravljanja, podatki senzorjev) je danes mogoče zasnovati ustrezno podatkovno analitiko, ki zagotavlja informacijsko podporo za lažje odločanje in uvedbo novih agilnih storitev upravljanja nepremičnin – tako

na ravni vzdrževanja in investicij v nepremičnine kot na ravni transparentne uporabe nepremičnin. Ob razširjenem modelu stavb, dodatnih podatkih v stvarnem času (internet stvari) in podatkovni analitiki se tako imenovana obogatena resničnost izkaže kot zanimiva rešitev za lažje iskanje in pregled zbranih podatkov in analiz, vse pomembnejšo vlogo pa ima ta tehnologija tudi pri upravljanju nepremičnin (Chen et al., 2020).

2.2 Izzivi podatkovnega modeliranja

Sodoben nepremičninski informacijski sistem upravljavca več nepremičnin predvsem zahteva rešitev, ki sloni na tehnologiji geografskih informacijskih sistemov – GIS. Glavna prednost takega pristopa je, da so vsi (prostorski) nepremičninski podatki predstavljeni v enotnem prostorskem referenčnem sistemu, kar omogoča njihovo povezovanje z drugimi prostorskimi podatkovnimi nizi v istem referenčnem koordinatnem sistemu. Prostorska podatkovna zbirka, kot del takega nepremičninskega informacijskega sistema, tako vključuje geometrične (prostorsko in geometrijsko opredeljene) in opisne podatke o nepremičninah. Za predstavitev konceptualnega in logičnega modela informacijskega sistema s podatkovnega in procesnega vidika priporočamo uporabo standardnega jezika za modeliranje UML (angl. *Unified Modelling Language*), ki med drugim določa standardne diagrame za predstavitev različnih vidikov informacijskega sistema.

2.3 Izzivi procesnega modeliranja

Modeliranje postopkov, ki jih mora podpirati sodoben nepremičninski informacijski sistem in na temelju katerih se bo tak sistem posodabljal in uporabljal, mora temeljiti na protokolu za učinkovit popis uporabniške izkušnje in prednosti, ki jih takšen pristop prinaša. Z modeliranjem postopkov ugotovimo in opredelimo zahteve, tako da jih lahko vsi, ki bodo sistem uporabljali oziroma imeli nanj vpliv, razumejo in se z njimi strinjajo. Modeliranje postopkov služi kot pomoč pri načrtovanju sistema in izbiri najprimernejše izvedbe. Nove tehnologije ter izredno hitra digitalna preobrazba spreminjajo tudi način samega modeliranja. V preteklosti se je proces modeliranja najpogosteje izvajal premočrtno v nekem zaprtem, znanem razvojnem okolju. Danes hiter razvoj narekuje spremembe v načinu dela, kar vodi k agilnejšim metodam, ki v ospredje postavljajo končnega uporabnika. Dodaten razmislek zahteva podatkovna podlaga, vezana na različne podatkovne vire.

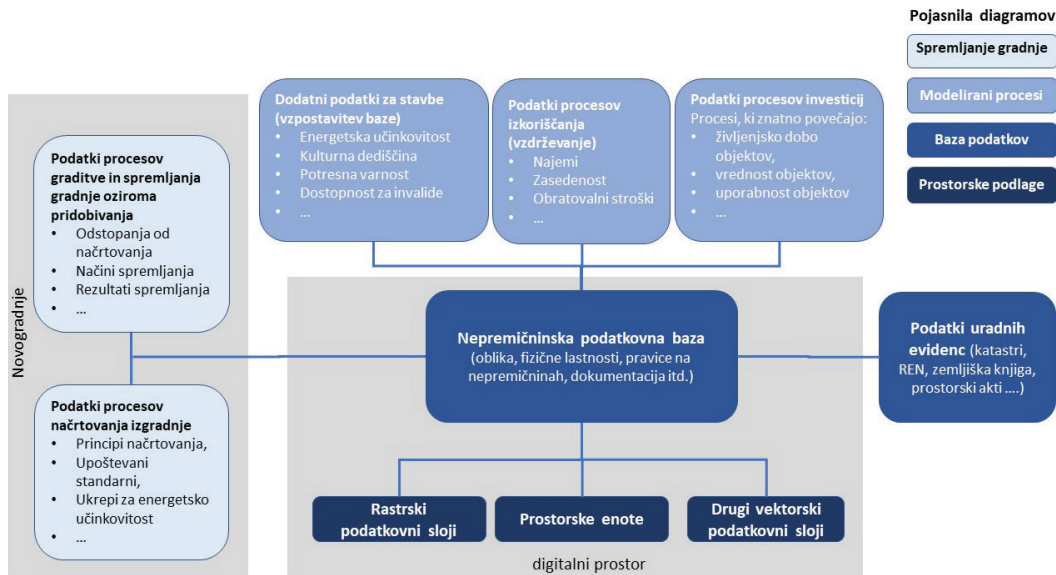
3 ZASNOVA NEPREMIČNINSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA IN PILOTNI PRIMER

Pri zasnovi večnamenskega nepremičninskega informacijskega sistema s prostorsko podatkovno zbirko o nepremičninah v lasti Republike Slovenije in v upravljanju MP RS (NEPIS-MP) smo posebno pozornost namenili: (i) ustvarjanju podatkovne zbirke in opredelitvi njene strukture, (ii) vzdrževanju podatkovne zbirke, (iii) zagotavljanju integritete podatkov, (iv) izvajanju transakcij ter (v) zagotavljanju razpoložljivosti in varnosti podatkov.

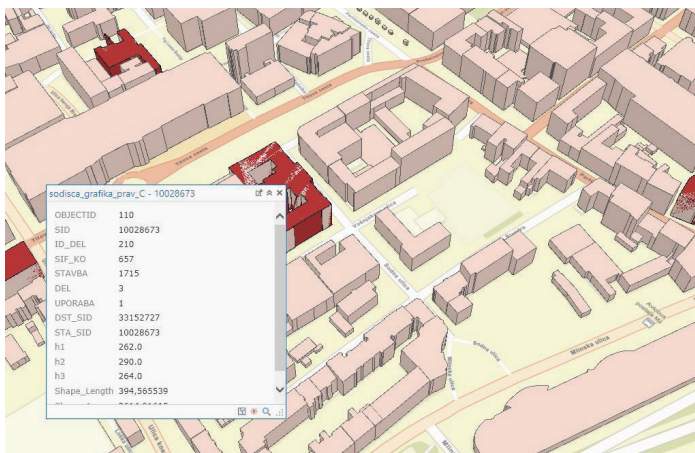
Zasnova nepremičninskega informacijskega sistema sloni na zamisli o morebitnim prihodnjim spremembam prilagodljivem modelu podatkovne zbirke. Pri tem je treba ločiti med procesom začetne vzpostavitve nepremičninskega informacijskega sistema in vzdrževanjem. Pri vzpostavitvi nepremičninskega informacijskega sistema smo predvsem izhajali iz podatkov uradnih nepremičninskih evidenc upravljavca.

Poleg uradnih podatkov predvideva podatkovna zbirka dodatne podatke, ki so ključni za vzdrževanje nepremičnin, in sicer te podatke delimo na (slika 1):

- podatke o stavbah, kot so energetska učinkovitost, kulturna dediščina, potresna varnost ipd.;
- podatke o procesih vzdrževanja;
- podatke o investicijah.



Slika 1: Zasnova nepremičninskega informacijskega sistema v podporo upravljanju nepremičnin.



Slika 2: Funkcionalnost nepremičninskega informacijskega sistema – primer pregledovanja opisnih podatkov.

Temeljna enota nepremičninskega informacijskega sistema je nepremičnina. Ta je lahko sestavljena iz več delov, v osnovi pa je lahko nepremičninska enota parcela, stavba ali del stavbe, ki je nadalje sestavljen iz prostorov. Za vsako od prostorskih enot, ki sestavljajo nepremičninsko enoto, so v informacijskem sistemu predvideni opisni podatki oziroma atributi uradnih podatkovnih zbirk ali pa lastnih zbirk upravljavca.

Skladno s konceptualnim modelom smo za nepremičnine, ki jih upravlja MP RS in so v lasti Republike Slovenije, skupno 348 delov stavb, vzpostavili podatkovno zbirko, v katero smo vključili podatke uradnih nepremičninskih evidenc, informacijski sistem pa vsebuje tudi vse funkcionalnosti geografskih informacijskih sistemov (slika 2).

Posebno pozornost smo namenili procesom, ki so vezani na spremembe nepremičninskih entitet – bodisi zaradi transakcij ali pa zaradi novih gradenj. Pri različnih transakcijah se upravljavci nepremičnin vedno znova srečajo z izzivi prevzemanja uradnih nepremičninskih podatkov, kjer informacijske rešitve še zdaleč niso prijazne za neposredno povezovanje ali pretok podatkov. Za nove gradnje pa je treba razviti sistematično rešitev, da se podrobni podatki o delih stavb (BIM) evidentirajo v nepremičninskem informacijskem sistemu v obliki 3D-podatkovnih modelov.

3.1 Pilotni primer uporabe izbranega procesa

Modeliranje funkcionalnosti programskih rešitev je proces, ki je namenjen preverjanju predhodno določenih konceptov in idej delovanja programske opreme. S samim modeliranjem se določa način interakcije uporabnika s sistemom, ravno tako se detajlneje določijo vhodni in izhodni podatki ter ostali parametri delovanja. Rezultat takšnega procesa je model (angl. *mock-up*), ki omogoča (interaktivni) vpogled v dejansko uporabo pred fazo kodiranja programske rešitve. Za modeliranje so na voljo različna (komercialna) orodja, ki predstavijo želeno vsebino z diagrami, vizualizacijami itd. Za modeliranje smo uporabili odprtokodno orodje *Bootstrap*, ki omogoča hitro modeliranje uporabniških vmesnikov. Rezultat je interaktivna (spletna) predstavitev, ki omogoča prvi (konceptualni) vpogled v predvidene funkcionalnosti informacijske rešitve. Izhodišča za modeliranje so bila:

- izdelati osnovno ogrodje, v katero bodo vključeni različni moduli;
- idejni prikaz različnih metod prikaza podatkov z upoštevanjem vplivov novih tehnologij zajema, analitike in vizualizacije podatkov;
- detajlnejša izdelava procesa (podatkovna in procesna podpora) najema in vseh njegovih faz (slika 3).

The screenshot shows a web application for managing rental agreements. The main heading is 'Najemne pogodbe'. Below it, there is a table with columns: #, Pogodba, Najemodajalec, Najemnik, Od, and Do. The table contains four rows of data. To the right of the table, there are buttons for 'Prejeto', 'Izbrano', and 'Novi najemni pogodba'. The interface also includes a search bar and a sidebar with navigation links.

#	Pogodba	Najemodajalec	Najemnik	Od	Do
1	2020-99/2	Mestna občina Nova Gorica	Ministrstvo za pravosodje	15.12.2000	
2	2017-108A/B	Zavarovalnica Triglav d.d.	Okrajno sodišče v Ljubljani	11.07.2017	31.12.2021
3	2006-10912	Območna obrtno - podjetniška zbornica Litija	Okrajno sodišče v Litiji	01.01.2006	
4	1999-23445	Zarja, stanovanjsko podjetje, d.o.o. Novo mesto	Državno odvetništvo	14.05.1999	

Slika 3: Primer zasnovne vmesnika za spremljanje najemnih pogodb.

4 SKLEP

V prispevku smo izpostavili trenutne izzive za upravljavce več nepremičnin, tudi javnih institucij, pri vzpostavitvi učinkovitega informacijskega sistema v podporo upravljanju nepremičnin. V sklepu poučujemo predvsem ugotovitve, ki so vezane na uradne nepremičninske evidence države.

Nepremičninski informacijski sistem je dinamično okolje, podvrženo mnogim spremembam, ki vključujejo nove metode evidentiranja, povezovanje z ostalimi zbirkami, spremembe v standardih in stopnji urejenosti podatkov itd. Poleg novega informacijskega sistema katastra nepremičnin, s katerim upravljavci še niso podrobno seznanjeni, se v državni upravi aktivno izvajajo projekti razvoja povezanih informacijskih sistemov, kot so e-Prostor, Krpan, Gospodar, ki naj bi prispevali k standardizaciji in večji večopravilnosti uporabe podatkov. Iz tega sledijo opozorila, vezana na aktualne težave informacijskih sistemov.

Sedanje informacijske rešitve katastrof in zemljiške knjige ne omogočajo samodejnega prevzemanja in posodabljanja podatkov. Novi Zakon o katastru nepremičnin (ZKN, 2021) naj bi prinesel mnogo sprememb tudi z vidika informacijskega sistema katastrof, tako se med drugim uvaja enotni sistem katastra nepremičnin. Kako hitro se bodo lahko upravljavci nepremičnin s svojimi informacijskimi sistemi prilagodili novemu sistemu, je odvisno predvsem od prijaznosti novih rešitev do takih uporabnikov. Sicer za obstoječe javne nepremičninske podatkovne vire velja, da so sicer prosto dostopni, a za zdaj prinašajo veliko omejitev glede samodejnega prevzemanja/uporabe uradnih podatkov v nepremičninskih informacijskih sistemih različnih upravljavcev nepremičnin. Upamo, da bodo nove informacijske rešitve ponudile primerne odgovore na te izzive.

Za konec naj omenimo še izzive glede neustrezne podrobnosti modeliranja stavb v uradnih nepremičninskih evidencah. Obstoječi etažni načrti, ki se izdelajo in na Gursu shranijo v podatkovno zbirko katastra stavb, ne zagotavljajo dovolj podatkov za 3D-podatkovno modeliranje in kakovostno informacijsko podporo odločanju pri upravljanju nepremičnin. Za kakovostne 3D-modele stavb je treba pridobiti/izdelati podrobnejše podatkovne nize. Slednji lahko slonijo na informacijskem modeliranju stavb (BIM), a je treba opredeliti vsebino BIM za namene uporabe teh podatkov v 3D-nepremičninskih podatkovnih zbirkah.

Zahvala

Projekt V2-1946 z naslovom *Vzpostavitev večnamenske evidence podatkov o nepremičninah in prostorskega informacijskega sistema za nepremičnine v lasti Republike Slovenije in v upravljanju Ministrstva za pravosodje (NEPIS-MP)* sta financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstvo za pravosodje RS (MP) v okviru projektnega razpisa *Ciljni raziskovalni program »CRP 2019« v letu 2019*.

Vir in literatura:

- Cemellini, B., van Oosterom, P., Thompson, P., de Vries, M. (2020). Design, development and usability testing of an LADM compliant 3D Cadastral prototype system. *Land use Policy*, 98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104418>
- Chen, K., Yang, J., Cheng, J. C. P., Chen, W., Ting Li, C. (2020). Transfer learning enhanced AR spatial registration for facility maintenance management. *Automation in Construction*, 113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103135>
- Drobež, P., Grigillo, D., Lisec, A., Kosmatin Fras, M. (2016). Remote sensing data as a potential source for establishment of the 3D cadastre in Slovenia. *Geodetski vestnik*, 60 (3), 392–422. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2016.03.392-422>
- Drobne, S., Janežič, M., Lisec, A., Žnidaršič, H., Ferlan, M., Tekavec, J., Oštir, K., Trobec, B., Fetai, B., Primožič, E., Tič, K. (2021). Vzpostavitev večnamenske

- evidence podatkov o nepremičninah in prostorskega informacijskega sistema za nepremičnine v lasti Republike Slovenije in v upravljanju Ministrstva za pravosodje (NEPIS-MP). Končno poročilo, 29. oktober 2021.
- Ellul, C., Stoter, J., Harrie, L., Shariat, M., Behan, A., Pla, M. (2018). Investigating the State of Play of GeoBIM across Europe. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W10. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W10-19-2018>
- Enemark, S. (2008). Land management in support of the millennium development goals. Property Management. Emerald Group Publishing Limited, 26 (4). DOI: <https://doi.org/10.1108/pm.2008.11326daa.001>
- ISO (2012). ISO 19152:2012: Geographic information – Land Administration Domain Model (LADM). Geneva, Switzerland, 118 str. <https://www.iso.org/standard/51206.html>, pridobljeno 5. aprila 2020.
- Kaufmann, J., Steudler, D. (1998). Cadastre 2014: A Vision for Future Cadastral System, FIG Publication. Rüdlingen in Bern: International Federation of Surveyors (FIG). <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf>, pridobljeno 12. novembra 2020.
- Kupic, A., Mivšek, E., Kogovšek, A. (2001). Pregled razvoja digitalnih baz zemljiškega katastra v zadnjem desetletju. Geodetski vestnik, 45 (3), 191–201.
- Lipej, B. (2001). Usmeritve pri upravljanju z nepremičninami v evropskem in širšem prostoru. Geodetski vestnik, 45 (3), 181–190. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2015.02.262-274>
- Lipej, B. (2015). Benchmarking sistemov za upravljanje nepremičnin. Geodetski vestnik, 59 (2), 262–274. <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOCLDYISL5V>
- Noardo, F., Harrie, L., Arroyo Oñori, K., Biljecki, F., Ellul, C., Krijnen, T., Eriksson, H., Guler, D., Hintz, D., Jadidi, M. A., Pla, M., Sanchez, S., Soini, V. P., Stouffs, R., Tekavec, J., Stoter, J. (2020). Tools for BIM-GIS integration (IFC georeferencing and conversions) – results from the GeoBIM benchmark 2019. ISPRS international journal of geo-information, 9, 1–33. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi9090502>
- Tekavec, J., Čeh, M., Lisec, A. (2021). Indoor space as the basis for modelling of buildings in a 3D Cadastre. Survey review, 53 (380), 464–475. DOI: <https://doi.org/10.1080/00396265.2020.1838761>
- Tekavec, J., Pogorelčnik, E., Kržan, A., Lisec, A. (2021). Towards 3D-Real property cadastre in Slovenia. V: E. Kalogianni, A. Abdul-Rahman, P. Oosterom, M. van Johannes (ur.), Proceedings, 7th International FIG Workshop on 3D Cadastres, 11–13 October 2021, New York, United States. Copenhagen: International Federation of Surveyors. str. 263–274. DOI: <https://doi.org/10.4233/uuid:4d69d151-e0f3-4c16-af13-787d93f83e33>
- Zupan, M., Lisec, A., Ferlan, M., Čeh, M. (2014). Razvojne usmeritve na področju zemljiškega katastra in zemljiške administracije. Geodetski vestnik, 58 (4), 710–723. DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2014.04.710-723>

viš. pred. Miran Ferlan, univ. dipl. inž. geod.

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

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

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

asist. dr. Jernej Tekavec, univ. dipl. inž. geod.

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

Miran Janežič, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: miran.janezic@gis.si

Helena Žnidaršič, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: helena.znidarsic@gis.si

doc. dr. Samo Drobne, univ. dipl. inž. geod.

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

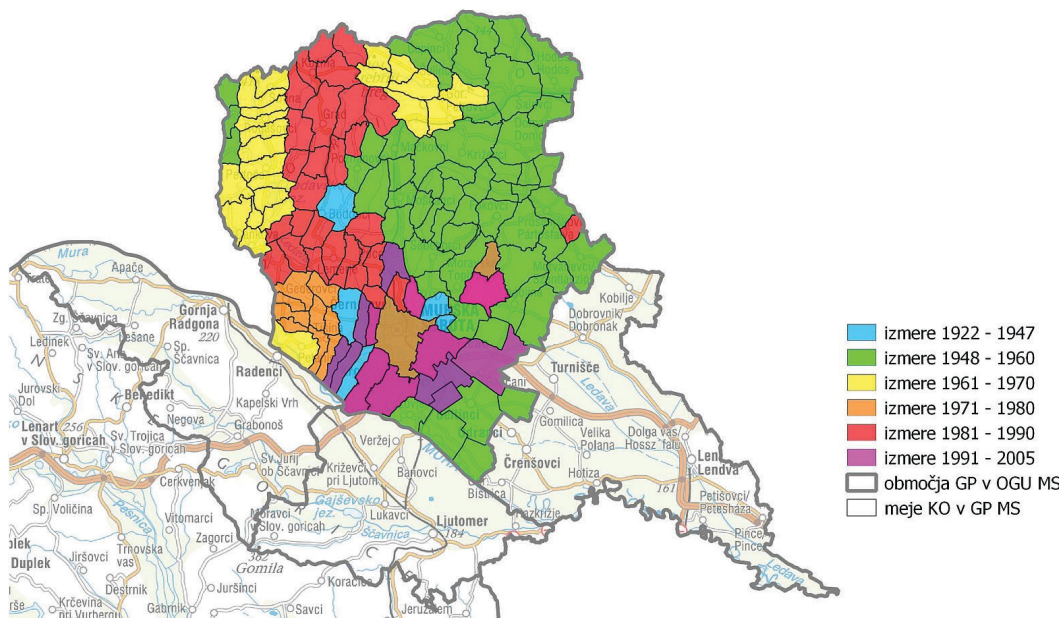
KATASTRSKE IZMERE V PREKMURJU – ZGODOVINSKI ZAPISI

CADASTRAL MEASUREMENTS IN PREKMURJE – HISTORICAL NOTES

Joc Triglav

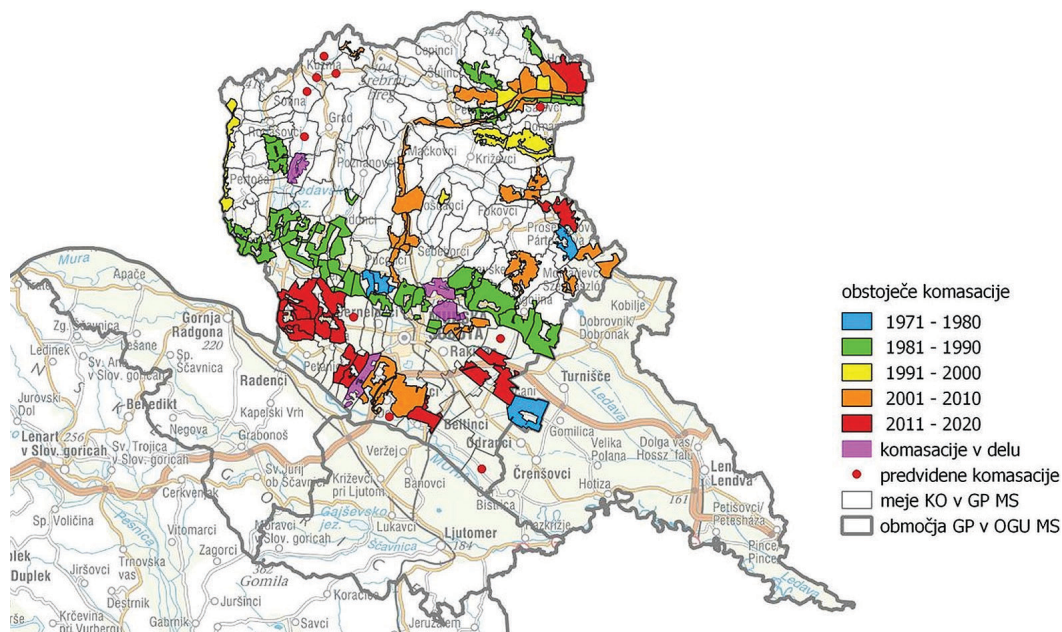
1 UVOD

Na 49. Geodetskem dnevu, ki je bil 16. septembra letos v Kopru (Geodetski dan, 2021), so bila v uvodnem delu v prispevku z naslovom *Kataster v Prekmurju – pogled v zgodovino in pogled naprej* (Triglav, 2021) predstavljena nekatera ključna dejstva in podatki o katastru v Prekmurju od njegovega nastanka do današnjih dni. Predstavljen je bil zgodovinski okvir katastra v Prekmurju, s poudarkom na prvi katastrski izmeri, ki se je tam izvedla med letoma 1856 in 1865. Z nekaj primeri je bilo ponazorjeno, kako je zaradi neupoštevanja temeljne vloge katastra kakovost katastrskih podatkov v slabem stoletju po prvi izmeri pristala na samem dnu uporabnosti. Kataster je postal neuporaben in potrebne so bile nove katastrske izmere. V osrednjem delu prispevka je bil zato kronološko predstavljen potek izvajanja novih katastrskih izmer (slika 1) in komasacij (slika 2) na območju današnje Geodetske pisarne Murska Sobot.



Slika 1: Pregledna karta razvrstitve katastrskih občin na območju današnje Geodetske pisarne Murska Soba po časovnih obdobjih glede na čas izvedbe novih izmer. Izdelala: Andreja Švab Lenarčič, vir podatkov: OGU Murska Soba.

Na podlagi vprašanj geodetskih kolegov v dneh po Geodetskem dnevu bodo v nadaljevanju s pomočjo vpogleda v primera ohranjenih zgodovinskih zapisov nekatera pomembna dejstva o zgodovini katastra v Prekmurju dodatno osvetljena.



Slika 2: Pregledna karta izvajanja komasacij na območju današnje Geodetske pisarne Murska Sobota po časovnih obdobjih. Izdelala: Andreja Švab Lenarčič, vir podatkov: OGU Murska Sobota.

2 ZGODOVINSKI ZAPISI

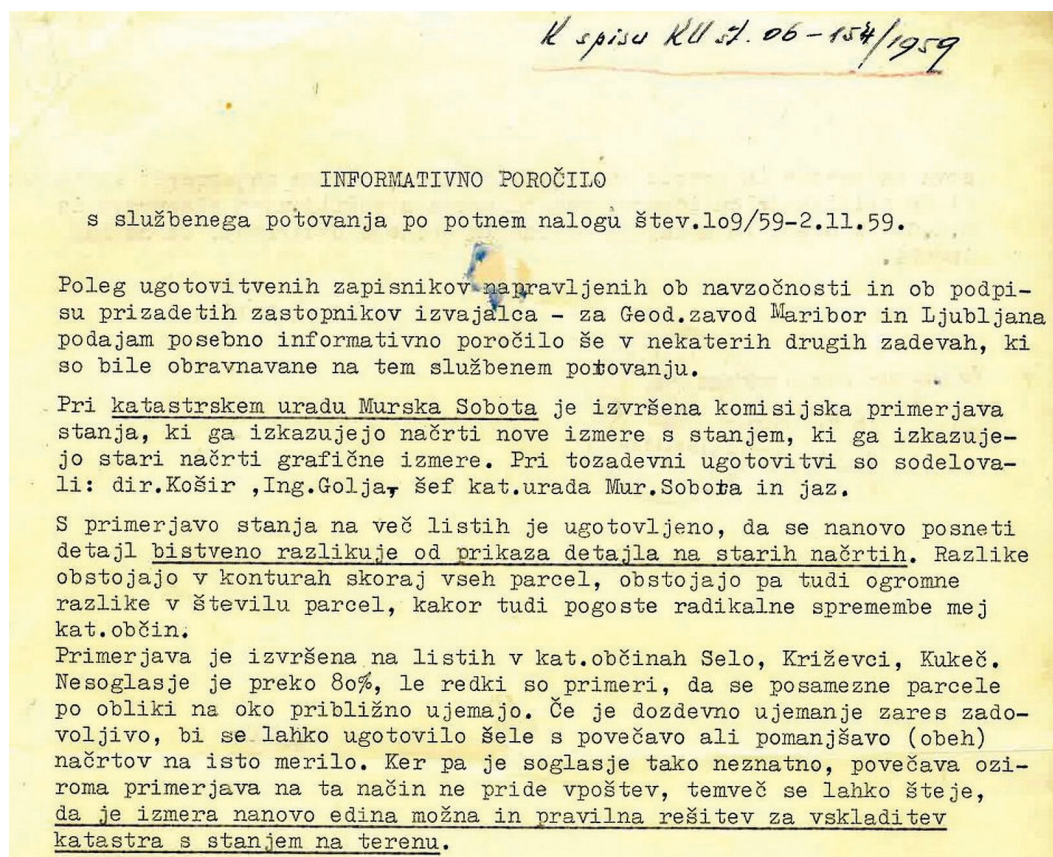
O arhivskih zakladih iz Murske Sobote je bil pred leti v Geodetskem vestniku že objavljen prispevek, pripravljen v času selitve OGU Murska Sobota na novo lokacijo (Triglav, 2015). Takrat smo pri zbiranju gradiv za selitev v enem od pozabljenih predalov našli tudi nekaj pisne korespondence med vodstvom Geodetske uprave LRS/SRS in vodjem Katastrskega urada Murska Sobota iz prvih dveh desetletij po 2. svetovni vojni, to je iz obdobja, ko je v slovenski geodetski službi postopoma dozorelo spoznanje, da so za normalno delovanje države ter za vzpostavitev pravih temeljnih razmerij med lastniki nepremičnin in državo v celotnem Prekmurju nujno potrebne nove katastrske izmere. Izmed takratnih dokumentov sta v nadaljevanju predstavljena prepisa (delov) dveh zapisov, ki nazorno opisujeta zgodovinske razloge za takratno stanje v katastru v Prekmurju, utemeljitev predlogov za izvedbo celovite nove katastrske izmere in strokovna potrditev pravilnosti odločitve za nove izmere.

3 LETO 1959 – SKUPNO POROČILO GU LRS IN KU MS

Prvi predstavljeni zapis je skupno informativno komisijsko poročilo z dne 7. 11. 1959, ki sta ga v imenu komisije zapisala geodet Matija Klarič z Geodetske uprave LRS in geodet Matija Horvat, vodja Katastrskega urada Murska Sobota (Informativno poročilo, 1959). Ključni izsek iz poročila je prikazan na

sliki 3. (Op. p.: Zapis izvirnika poročila je dostopen v digitalni pdf-obliki kot priloga k članku v spletni različici Geodetskega vestnika.) Iz poročila je razvidno, da je komisija na katastrskem uradu Murska Sobota izvedla primerjavo stanja, ki ga izkazujejo načrti nove izmere, s stanjem, ki ga izkazujejo stari načrti grafične izmere. Komisija je ugotovila (cit.): »S primerjavo stanja na več listih je ugotovljeno, da se nanovo posneti detajl bistveno razlikuje od prikaza detajla na starih načrtih. Razlike obstajajo v konturah skoraj vseh parcel, obstajajo pa tudi ogromne razlike v številu parcel, kakor tudi pogoste radikalne spremembe mej katastrskih občin.

Primerjava je izvršena na listih v katastrskih občinah Selo, Križevci, Kukeč. Nesoglasje je preko 80%. Le redki so primeri, da se posamezne parcele po obliki na oko približno ujemajo. Če je dozdevno ujemanje zares zadovoljivo, bi se lahko ugotovilo šele s povečavo ali pomanjšavo (obeh) načrtov na isto merilo. Ker pa je soglasje tako neznatno, povečava oziroma pomanjšava na ta način ne pride v poštev, temveč se lahko šteje, da je izmera nanovo edina možna in pravilna rešitev za vskladitev katastra s stanjem na terenu.« (Konec citata)



Slika 3: Izsek iz skupnega informativnega poročila komisije (Informativno poročilo, 1959) z dne 7. 11. 1959, ki sta ga za komisijo zapisala geodeta Matija Klarič z Geodetske uprave LRS in Matija Horvat, vodja Katastrskega urada Murska Sobota. Poročilo komisije potrjuje pravilnost odločitve geodetske službe za izvedbo novih izmer v Prekmurju. Vir: Arhiv OGU Murska Sobota.

Celotno poročilo dostopno na: http://www.geodetski-vestnik.com/images/Priloga_1_Informativno_porocilo_1959.pdf

Ugotovitve komisije so bile torej jasne in so utemeljile upravičenost nadaljevanja izvajanja novih izmer v Prekmurju. Iz ohranjenega arhiva takratnega dopisovanja med Geodetsko upravo LRS in Katastrskim uradom Murska Sobota so razvidni stalni obojestranski napor za skrbno planiranje in izvedbo novih izmer. Nastajali pa so občasni zastoji v izvajanju, predvsem iz organizacijskih, kadrovskih in finančnih razlogov. Število katastrskih občin je bilo namreč veliko in je obseg dela pomenil velik zalogaj za geodetsko službo na republiški in lokalni ravni. Hkrati je bilo potrebno usklajeno sodelovanje z zemljiško knjigo, da je bil z razgrnitvami na terenu za vse nove izmere čim bolj sproti uradno vzpostavljen ne samo novi kataster, temveč nastavljena tudi nova zemljiška knjiga. Usklajevanje je bilo naporno, a pristojni organi napak iz celo stoletje dolgega neusklajenega vodenja katastra in zemljiške knjige enostavno niso smeli ponoviti. Zgodovinska lekcija teh napak je bila namreč prehuda in zelo draga, posledice napak pa zelo težke ovire za normalno delovanje upravne in sodne oblasti na republiški in lokalni ravni, pri čemer seveda ne smemo zanemariti negativnih posledic neurejenosti katastra in zemljiške knjige za lastnike nepremičnin v Prekmurju, za samo pokrajino in za družbo kot celoto.

4 LETO 1966 – DOPIS KU MS NA GU SRS

Občasno je bilo treba ob pripravi planskih dokumentov vsakokratnim pristojnim službam na republiški ravni ponoviti opis zgodovinskih razlogov in utemeljitev za nujnost nadaljevanja in dokončanja izvedbe novih izmer v Prekmurju. Geodetska uprava LRS oziroma kasneje SRS (po letu 1965) je tudi na podlagi takih utemeljitev pridobivala soglasja ministrstev ter zakonodajnih in izvršnih oblasti za zagotovitev republiških proračunskih sredstev za izvedbo novih izmer. Enako velja za napore občinskega katastrskega urada za zagotovitev občinskih proračunskih sredstev. Primer takega opisa stanja katastra v Prekmurju je v nadaljevanju predstavljen z dopisom vodje katastrskega urada Murska Sobota vodstvu Geodetske uprave SRS. Zapis je v arhivskem dokumentu slabo berljiv, zato je za trajno in berljivo ohranitev njegove vsebine v nadaljevanju objavljen prepis zapisa v celoti. Izsek iz izvirnika dopisa je razviden na sliki 4. (Op. p.: Zapis izvirnika dopisa je dostopen v digitalni pdf-obliki kot priloga članka v spletni različici Geodetskega vestnika.)

Dopis vodje Katastrskega urada Murska Sobota Geodetski upravi SRS ima torej naslednjo vsebino (cit.):

»SKUPŠČINA OBČINE
KATASTRSKI URAD
MURSKA SOBOTA

Številka: 23-1966

Datum: 19/3-1966

GEODETSKA UPRAVA SRS, L J U B L J A N A

ZADEVA: Dostava podatkov o novi izmeritvi zemljišč.

ZVEZA: vaša št. 45/C-8/1-1966 z dne 9/3-1966-

Na območju sedanje občine Murska Sobota /s 135 katastrskimi občinami, 69.000 hektarji, 282.000 parcelami in 44.000 posestnimi listi/ je ob osvoboditvi leta 1945 obstojal zelo raznolik kataster zemljišč.

Po okupaciji v letu 1941 s strani Madžarov je od takratne Katastrske uprave v Murski Soboti bil katastrski operat radi svojevrstnega načina evidence katastra s strani Madžarov raznešen: Tehnični del /katastrski načrti s parcelnimi zapisniki/ na Madžarsko na zemljemersko nadzornišstvo v Sombathely, a pisemski del operata pa na sedeže tedanjih upravnih občin. Ob osvoboditvi se je posrečilo pretežni del operata najti in pripeljati nazaj v Mursko Soboto, dočim je pisemski del elaborata bil tekom vojnih dogodkov v 21 katastrskih občinah uničen.

Po osvoboditvi leta 1945 je bilo stanje sledeče:

- a) Katastrski načrti: za 20 katastrskih občin so obstojali načrti v merilu 1:2880 v letih med obema vojnama izvršene nove izmere ali tehnične reambulacije. Nova izmera teh k.o. je bila naslonjena na budimpeštanski koordinatni sistem in je bila izvajana z ortogonalno metodo brez stabilizacije poligonskih točk. Za te katastrske občine je bila naložena tudi nova zemljiška knjiga in se je soglasje med dejanskim stanjem, katastrom in zemljiško knjigo vseskozi vzdrževalo in se tudi sedaj vzdržuje. Za ostalih 115 katastrskih občin so obstojali katastrski načrti prvotne grafične izmere iz leta 1859–1860 v merilu 1:2880, ki pa se niso vzdrževali in se poznejše spremembe niso vrisovale. Tako so ti načrti praktično neuporabni. Od teh katastrskih občin je še v poznejših letih 1868–1913 bila izvršena komasacija zemljišč in tako so prvotni katastrski načrti za te katastrske občine povsem neuporabni, a načrtov izvršene komasacije pa urad ne poseduje, temveč le neke nepopolnjene kopije istih, ki se pa tudi niso vzdrževale.

Ob izvršeni komisiji primerjavi stanja, ki ga izkazujejo načrti poznejše nove izmere s stanjem, ki ga izkazujejo stari načrti grafične izmere in v kateri komisiji so sodelovali tov. direktor Geodetske uprave KOŠIR, ing. GOLJA, KLARIČ Matija in šef Katastrskega urada Murska Sobota HORVAT Matija je bilo dne 7.11.1959 ugotovljeno, da se posnetki detajla nove izmere bistveno razlikujejo od prikaza detajla na starih načrtih in to nesoglasje presega 80%. Ob tej priliki je ugotovljeno, da je izmera nanovo edina možna in pravilna rešitev za uskladitev katastra s stanjem na terenu. Za novo izmero je še preostalo sedaj 35 katastrskih občin s 15.000 hektarji.

- b) Pisemski del katastrskega operata: od 135 katastrskih občin območja urada je obstojal ob osvoboditvi v letu 1945 le za 20 k.o. reden katastrski operat. Od ostalih 115 katastrskih občin z operatom madžarskega sistema je pa tekom vojnih dogodkov, kot že rečeno, bil isti za 21 katastrskih občin uničen. Radi prehoda obdavčitve dohodka od zemljišč v letu 1953 na katastrsko osnovo je bil izvršen po posebnih komisijah na osnovi obstoječih katastrskih podatkov popisni kataster s takozvanimi začasnimi posestnimi listi, katerega je vzdrževala davčna uprava. Obenem se je pristopilo k obnovi katastrskega operata deloma s popisom in s takozvano administrativno revizijo katastra, ki naj služi za davčno osnovo vse dotlej, dokler ne bo na osnovi nove izmere izgotovljen redni katastrski operat, deloma pa se je pristopilo k novi izmeri zemljišč po posameznih katastrskih občinah. Vse to se je moralo pričeti urejevati radi velike neskladnosti pisemskega dela katastra z dejanskim stanjem.

Pisemski del katastrskega operata je baziral namreč na madžarskem katastru. Ta je bil izgotovljen na osnovi podatkov grafične izmere iz leta 1859–1860 potom administrativne revizije v letu 1909–1913. To je bil neke vrste popisni kataster, ki je obstojal iz posestnih listov, vsotnika posestnih listov in parcelnega zapisnika. Spremembe so se vodile po posestnih listih. Oštevilčenje parcel v posestnih listih ni bilo identično z obstoječimi katastrskimi načrti in so tako parcele v posestnih listih bile le fiktivne. Tak kataster je služil le v fiskalne namene in se ni vodil tehnično, ker se spremembe niso vrisovale v katastrske načrte kot je že to bilo omenjeno.

Svojo pot je zopet ubrala zemljiška knjiga, ki se je začela osnivati po izvršenih prvotnih izmerah po letu 1860. Zemljiška knjiga ni prevzela katastrskih načrtov, temveč si je na osnovi istih naredila svoje, v tehničnem oziru zelo slabe, večkrat samo krokije brez kakega merila. Oštevilčenje parcel v zemljiški knjigi ni identično s katastrskimi načrti, temveč je povsem svoje. Tako imamo oštevilčenje parcel v katastrskih načrtih z enimi številkami, v posestnih listih z drugimi in v zemljiški knjigi s tretjimi. Prepisi lastništva vsled dedovanja in drugih pogodb so se vršili in se še vršijo po katastrskih občinah brez nove izmere po lastninskih deležih. Tako imamo npr. v k.o. Vidonci v zemljiškoknjižnem vložku 46 delež 3/4768-ink, v vložku št. 177 delež 5229/95256-ink, v vložku št. 178 pa delež 1146/196800-ink. Vsled močnega naravnega prirastka in vsled načina prehajanja lastništva na dediče, to je da vsak otrok dobi ali podeduje svoj delež v vsaki parceli, se je posest v naravi fizično delila, v zemljiški knjigi in katastru pa se je vodila po deležih oziroma fiktivnih parcelah. Ta način vodenja zemljiške knjige jasno ne more biti v skladu s katastrom in z druge strani z dejanskim stanjem in je tako postalo to nesoglasje veliko. Radi tega se z rednim vzdrževanjem katastra ni moglo odpraviti nesoglasja med dejanskim stanjem, katastrom in zemljiško knjigo, temveč se je isto nesoglasje spremenilo v nevzdržno. Radi tega je bilo potrebno pričeti in je potrebno nadaljevati z edinim načinom odprave tega nesoglasja, tj. z novo izmero zemljišč.

2) Za območje katastrskih občin Pordašinci in Tešanovci je stanje sledeče:

Za k.o. Pordašinci je bila v letu 1909 izvršena komasacija zemljišč. Na tej osnovi je bil naložen novi katastrski operat in zemljiška knjiga v letu 1912. Ta urad poseduje reprodukcijo načrta izvršene komasacije in je na tej osnovi izvršena v letu 1956 tehnična revizija katastra za to občino. Tako je vzpostavljeno soglasje med dejanskim stanjem, katastrom in zemljiško knjigo in radi tega zaenkrat ni potrebe po novi izmeri v tej katastrski občini. Merilo = 1:2880.

Za k.o. Tešanovci je bila izvršena nova izmera v letih 1936–1941 in to z ortogonalno metodo v budimpeštanskem koordinatnem sistemu. Načrti so v merilu 1:2880. Na tej osnovi je bil izdelan novi katastrski operat in nova zemljiška knjiga ter se vzdržuje soglasje med dejanskim stanjem, katastrom in zemljiško knjigo. Stabilizacija poligonskih točk je izvršena z betonskimi kamni s podzemnim centrom, od katerih še večina na terenu obstoja. Za potrebe izdelave osnovne državne karte bi se višinski podatki zamogli dobiti v k.o. Tešanovci z naknadnim višinomerstvom po klasičnem načinu ali pa aerofotogrametrično. Ravno tako za k.o. Pordašinci.

3) Tukajšnji urad nima evidence, za katere katastrske občine z novo izmero je višinsko upodabljanje bilo izvršeno, a za katere ni bilo, to pa iz razloga, ker katastrski urad ne prejme reprodukcij katastrskih načrtov s plastnicami, temveč le one brez njih. Dodatno se vrši višinsko upodabljanje za sledeče katastrske občine: Čepinci, Neradnovci, Lucova, Adrijanci, Peskovci, Gornji Petrovci, Stanjevci, Cankova, Gerlinci in Korovci.

4) Podatki nove izmere se najbolj povoljno odražajo pri urbanizaciji, novogradnjah, podružbljanju zemljišč ter arondacijah zemljišč družbenega sektorja kakor tudi, da zadovolje občane z ozirom na pravilno podlago pri predpisih prispevkov dohodkov od kmetijske dejavnosti.

V katastrskih občinah, kjer nova izmera še ne obstoja, ne moremo nuditi vsem navedenim koristnikom zadovoljujočih podatkov in se to ne odraža povoljno za katastrsko službo.

V praksi je na vsak način čutiti večjo uporabnost podatkov nove izmeritve napram starim podatkom grafičnega porekla.

Na območju nove izmeritve s fotogrametrično metodo zaenkrat ni občutiti pomanjkanja višinskih podatkov, morda to iz razloga, ker je fotogrametrična metoda uporabljena na tukajšnjem območju v nižinskih predelih.

Šef

Katastrskega urada

Matija Horvat« (konec cit.)

• • •

Fisemski del katastrskega operata je baziral namreč na madžarskem katastru. To je bil izgotovljen na osnovi podatkov grafične izmere iz leta 1859 - 1860 potom administrativne revizije v letu 1909 - 1913. To je bil neke vrste popisni kataster, ki je obstajal iz posestnih listov, vsotnika posestnih listov in parcelnega zapisnika. Spremembe so se vodile v posestnih listih. Oštevilčenje parcel v posestnih listih ni bilo identično z obstoječimi katastrskimi načrti in so tako parcele v posestnih listih bile le fiktivne. Tak kataster je služil samo v fiskalne namene in se ni vodil tehnično, ker se spremembe niso vrisovale v katastrske načrte kot je že to omenjeno.

Svojo pot je pa zopet ubrala zemljiška knjiga, ki se je začela osnovati po izvršenih prvotnih izmerah po letu 1860. Zemljiška knjiga ni prevzela katastrskih načrtov, temveč si je na osnovi istih naredila svoje, v tehničnem oziru zelo slabe, večkrat samo krokije brez kakršnega merila. Oštevilčenje parcel v zemljiški knjigi ni identično s katastrskimi načrti, temveč je povsem svoje. Tako imamo oštevilčenje parcel v katastrskih načrtih z enim številkami, v posestnih listih z drugimi in v zemljiški knjigi s tretjimi. Prispisi lastništva vsled dedovanja in drugih pogodb so se vršili in se še vršijo v katastrskih občinah brez nove izmere po lastniških deležih. Tako imamo n. pr. v k.o. Vidonci v zemljiško knjižnem vložku 46 delež 3/4768-ink, vl. št. 177 pa delež 5223/95256-ink, vl. št. 178 delež 1146/196800-ink. Vsled močnega naravnega prirastka prebivalstva in vsled načina prehajanja lastništva na dediče, to je da vsak otrok dobi ali podeduje svoj delež v vsaki parceli, se je posest v naravi fizično delila, a v zemljiški knjigi in katastru pa se je vodila po deležih oziroma fiktivnih parcelah. Ta način vodenja zemljiške knjige jasno ne more biti v skladu s katastrom in z druge strani z dejanskim stanjem in je tako postalo to nesoglasje veliko. Radi tega se z rednim vzdrževanjem katastra ni moglo odpraviti nesoglasja med dejanskim stanjem, katastrom in zemljiško knjigo, temveč se je isto nesoglasje sprejemalo v nevzdržano. Radi tega je bilo potrebno prijeti in je potrebno nadaljevati z edinim načinom odprave tega nesoglasja, t. j. z novo izmero zemljišč.

• • •

Slika 4: Izsek iz dopisa vodje Katastrskega urada Murska Sobota z dne 19. 3. 1966, naslovljenega na Geodetsko upravo SRS, ki povzema ključna dejstva o starih in novih katastrskih izmerah v Prekmurju (Dopis KU MS, 1966).
Vir: Arhiv OGU Murska Sobota.

Celotna priloga dostopna na: http://www.geodetski-vestnik.com/images/Priloga_2_Dopis_1966.pdf

5 ZAKLJUČEK

V članku predstavljena zgodovinska zapisa o katastru v Prekmurju dodatno odstirata tančico v zgodovinska dejstva. Pomagata nam razumeti temeljno vlogo katastra in izjemen pomen skrbnega sprotnega in kakovostnega vzdrževanja katastrskih podatkov z novimi dejstvi. Ti zgodovinski zapisi potrjujejo, da se brez medsebojno usklajenega vzdrževanja katastra in zemljiške knjige, brez skrbno medsebojno

usklajenega delovanja obeh pristojnih služb evidenca tako katastra kot zemljiške knjige hitro spremeni v povsem neuporabno zmešnjavo podatkov. To dejstvo vsekakor ne velja le za Prekmurje, temveč za vso Slovenijo in seveda tudi širše v mednarodnem prostoru. V Prekmurju se je to dejstvo na obsežni praktični izkušnji stoletja dolgega obdobja nedoumljivo neurejenih evidenc celotne pokrajine le razkrilo v vsej svoji neverjetni nedomišljenosti. Raziskovanje globljih vzrokov te nedomišljenosti bi po trdnem prepričanju avtorja pokazalo, da so zanj še najmanj odgovorni takratni geodeti, gotovo pa je k njej bistveno prispevalo neupoštevanje geodetske stroke in geodetske metodologije dela s strani upravne in sodne veje vsakokratnih oblasti.

Za optimistični zaključek lahko vsaj zapišemo, da nam je geodetom poznavanje te zgodovine v trajen opomin, kako se evidence nikakor ne smejo voditi ... ter dodamo še dobro mero veselja in ponosa nad novimi izmerami in komasacijami, ki so bile v Prekmurju izvedene od sredine 20. stoletja naprej. Te izmere in komasacije so neprecenljiv geodetski zaklad za vse posamezne lastnike nepremičnin in družbo kot celoto. Utrinke vpogleda v to, s kakšnimi napori in odrekani je ta zaklad nastajal, ponuja na primer opis izvajanja novih izmer v Prekmurju, ki ga je pred dobrim desetletjem na podlagi lastnih izkušenj v tej reviji lepo povzel geodet Peter Svetik (Svetik, 2010). Ta zaklad nas geodete še danes iz leta v leto strokovno bogati ter nas zavezuje in spodbuja h kakovostnemu delu, nam vsem skupaj pa tlakuje trdno pot v prostorsko urejeno družbo!

Literatura in viri:

- Dopis KU MS (1966). Spis KU št. 23-1966 z dne 19. 3. 1966. Arhiv OGU Murska Sobota.
- Geodetski dan (2021). <https://www.primorsko-geodetsko-drustvo.si/49-geodetski-dan/>, pridobljeno 10. 11. 2021.
- Svetik, P. (2010). Geodeti ob petkih in svetkih: Utrinki z meritev v Prekmurju, 1., 2. in 3. del. Geodetski vestnik, 54 (1, 2, 3), 156–159, 362–367, 563–566. http://www.geodetski-vestnik.com/54/1/gv54-1_141-159.pdf, http://www.geodetski-vestnik.com/54/2/gv54-2_338-368.pdf, http://www.geodetski-vestnik.com/54/3/gv54-3_556-576.pdf, pridobljeno 10. 11. 2021.
- Informativno poročilo (1959). Spis KU št. 06-154/1959 z dne 7. 11. 1959. Arhiv OGU Murska Sobota.
- 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, pridobljeno 10. 11. 2021.
- Triglav, J. (2021). Kataster v Prekmurju – pogled v zgodovino in pogled naprej. https://www.primorsko-geodetsko-drustvo.si/wp-content/uploads/2021/09/03_GD49_1_1-Kataster_v_Prekurju-Joc_Triglav_compressed.pdf. Prispevek za 49. Geodetski dan, Koper, 16. 9. 2021, pridobljeno 10. 11. 2021.

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

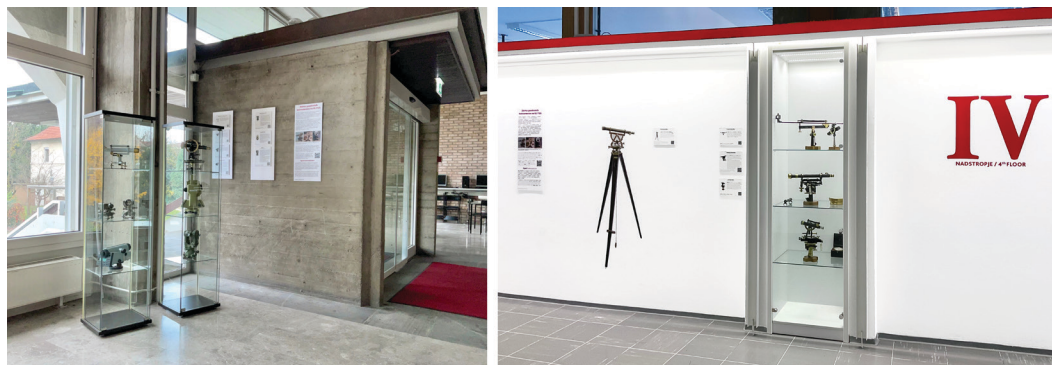
*Območna geodetska uprava Murska Sobota
Murska Sobota, Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota
e-naslov: joc.triglav@gov.si*

STALNA RAZSTAVA ZBIRKE GEODETSKIH INSTRUMENTOV NA FAKULTETI ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO UNIVERZE V LJUBLJANI

PERMANENT EXHIBITION OF SURVEYING INSTRUMENTS COLLECTION AT THE FACULTY OF CIVIL AND GEODETIC ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA

Dušan Kogoj

Najboljše stvari v življenju se zgodijo naključno. Le začutiti in prepoznati moramo. In sprejeti. In se prepustiti toku. Potem se vse uredi samo ...



Slika 1: Vabilo na razstavo – avla (levo) in razstava v IV. nadstropju (desno) (foto: doc. dr. Dejan Grigillo).

Naključja

Stalno razstavo Zbirke geodetskih instrumentov UL FGG smo slovesno odprli 30. septembra 2021. Bil je prijeten dogodek, čutiti je bilo eno samo pozitivno energijo. Takole sem razložil:

Šest let nazaj je naša fakulteta pod Alminim vodstvom obnovila prostore v IV. nadstropju. Lične vitrine so kar vabile, da jim vdihnemo vsebino. Na videz nepomemben obisk pri Andreju na Geoservisu začne pisati zgodovino nastajanja urejene zbirke geodetskih instrumentov UL FGG. Telefonski klic, prijateljski dogovor in Rudi 30. 9. 2016 na teodolitu s stativom ev. št. 7 Carl Eduard Kraft & Sohn 1867 pokaže svoje restavratorsko znanje. Navdušenje začrta pot. Brskanje po zaprašenih škatlah v depojih fakultete le še poveča radovednost in ustvari željo po ... narediti nekaj lepega, koristnega, vrednega. »Za uspeh

vsakega projekta so potrebni: ljudje, čas in denar.« (Friderich Hrbek BEV) Ljudje smo tu, čas bomo našli. Denar? Razumevanje dekana Matjaža, Violete in upravnega odbora je bilo navdušujoče. Hvala Urški za nesebično pomoč. Vse gre kot po maslu. Spomladi 2018 so vitrine polne. Instrumenti so restavrirani, očiščeni, popisani in urejeni za ogled.

Prav takrat je nastajala Janezova, Boštjanova in Jocova knjiga *Geodetski instrumenti in oprema na Slovenskem* (2017). Nedim iz Sarajeva je za Geodetski vestnik in Geodetski glasnik neutrudno pripravljал članke o geodetski merski tehniki. Dopolnjevanje vsebin predmeta Geodetski merski sistemi zahteva dodatna védenja o razvoju geodetske merske tehnike. Vse to je resno vzpodbudilo dokončno željo po postavitvi zbirke geodetskih instrumentov UL FGG na ogled, pripravljeno geodetsko strokovno in z ustrežno vsebino v obliki stalne razstave.

Magistrska naloga Dominika Mlakarja in Martina iz Tehniškega muzeja Slovenije z vpisom zbirke v evidenco Kronos razblinita še zadnje dvome. Robi ustvari virtualno zbirko, Gašper predlaga zasnovo in oblikuje opise. Matejine fotografije so krasne. Vzpodbuda in podpora Simone ter preostalih članov katedre za geodezijo dajejo dodatno energijo. Sabaha doda še zadnje podrobnosti.

Kako nam igra srce, da je to, kar vidimo, prebiramo, občudujemo, zdaj tu. Iskrena hvala vsem.

Joc mi je ob tej priložnosti v elektronskem sporočilu zapisal:

»Ob taki razstavi in instrumentih, ki so na ogled, sem izjemno ponosen, da sem slovenski geodet in da sem diplomiral in doktoriral na FGG.«

Zbirka



Slika 2: Postavitev razstave – instrumenti v vitrinah in opisi (foto: doc. dr. D. Grigillo).

Petra Kregar je za revijo GEA zapisala:

»Oddelek za geodezijo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG) hrani zbirko geodetskih instrumentov. Zbirko, ki velja za pomemben prispevek k zgodovini geodezije in ohranitvi tehniške kulturne dediščine v Sloveniji, je sestavil in sistematično uredil prof. dr. Dušan Kogoj, ki je s sodelavci zasnoval tudi sodobno virtualno zbirko na spletni strani <https://zbirka.fgg.uni-lj.si/>. Zbirko sestavljajo instrumenti, ki so se skozi čas uporabljali pri študiju geodezije na Univerzi v Ljubljani, ko so z leti zastareli in so jih nadomestili novi, pa so se nabrali v različnih depojih na fakulteti. Za posamezne, predvsem starejše geodetske instrumente zgodovina nakupa in podrobnosti uporabe niso znani. Najstarejši eksponat je star 170 let. Predmeti v zbirki izvirajo iz obdobja od sredine 19. do začetka 21. stoletja.«



Slika 3: Postavitev razstave – instrumenti v vitrinah in opisi (foto: doc. dr. D. Grigillo).

Zbirka je bila predstavljena na nacionalni televiziji: <https://4d.rtvlo.si/arhiv/porocila/174812499>.

Iz uvodnega opisa povzemam:

Več kot polovica instrumentov v zbirki je bila obnovljena, nekateri najstarejši so popolnoma restavrirani. Obsežno in natančno delo je opravil upokojeni inženir Rudi Vidic, ki se je še med 30-letnim službovanjem v podjetju Kern v Švici ob svojem rednem delu specializiral za restavriranje starih merilnih instrumentov. Vidic je instrumente skrbno očistil, jih v dobrem letu in pol restavriral ter pripravil za razstavo. Tehniški muzej Slovenije je predmete zbirke vpisal v svoje evidence v okviru podatkovne zbirke Kronos. Tako je zbirka geodetskih instrumentov UL FGG vključena v evidenco nacionalnega muzeja, ki je matičen za zbirke s področij znanosti in tehnike v Republiki Sloveniji. Vpis zbirke ima tudi simboličen pomen, saj je bila v evidenco pri Tehniškem muzeju Slovenije vpisana prav v letu 2019, ko smo praznovali stoletnico Univerze v Ljubljani in stoletnico študija geodezije v Sloveniji.

Muzejski predmeti

Zbirka UL FGG obsega več kot 110 muzejskih predmetov od tega je 78 merskih instrumentov ter dodatno okrog 30 manjših predmetov (kartirni pribor, enostavne merske priprave ...). Večina instrumentov

je razstavljenih v prostorih fakultete in si jih je mogoče brezplačno ogledati. Instrumenti so razdeljeni na štiri glavne vrste terestričnih geodetskih instrumentov. V zbirki je trenutno 29 teodolitov, 24 nivelirjev, 11 tahimetров in 7 razdaljemerov. Dodano je 5 topografskih garnitur oziroma kipreglov in 2 sekstanta. Instrumenti so zbrani v skupine po proizvajalcih, 19 jih je in razvrščeni so po letih izdelave oziroma serijskih številkah.



Slika 4: Restavrirani instrumenti, popisani in sistematično shranjeni v vitrinah (foto: doc. dr. D. Grigillo).

Zbirko spremljajo opisi geodetskih instrumentov, ki so nastali v okviru magistrske naloge Dominika Mlakarja, mag. inž. geod. geoinf. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=110724&lang=slv>. Pri popisu so vsak instrument pregledali, ocenili njegovo stanje in spoznali njegovo delovanje. Opis instrumenta obsega razlago glavnih značilnosti in navedbo podrobnejših tehničnih lastnosti.

V nadaljevanju predstavljamo nekaj najzanimivejših instrumentov iz zbirke. Opise povzemamo iz virtualne zbirke (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/seznam>):

Zbirka hrani dva instrumenta proizvajalca E. Kraft & Sohn, ki je, kot zanimivost, bil glavni dobavitelj geodetskih instrumentov pri gradnji avstrijskih železnic, opremo pa so dobavljali tudi za projektiranje in gradnjo Sueškega prekopa. Najstarejši eksponat zbirke, ki se skriva pod evidenčno številko 30, je nivelir brez daljnogleda iz leta 1850 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/30>). Na sredini dolgega ravnila je nameščena nivelacijska libela z elevacijskim vijakom. Namesto daljnogleda sta nitna križa vpeta na posebna kovinska okvirja. Ob nitnem križu je tanka reža za opazovanje. Skozi režo na enem nosilcu viziramo preko niti, vpetih v drugem nosilcu. Instrument je bil leta 2016 restavriran – delno lakiran, vgrajeni sta bili novi niti (slika 5).



Slika 5: Nivelir E. Kraft & Sohn, ser. št. 143, evid. št. 30 (foto: Mateja Urbas).



Slika 6: Neuhöfer & Sohn Wien, ser. št. 8644, evid. št. 15 (foto: Mateja Urbas).

Nivelir s horizontalnim krogom z evidenčno številko 15 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/15>) proizvajalca Neuhöfer & Sohn Wien cesarsko-kraljevega dvornega mehanika, sicer najbolj znanega po izdelavi busol, je bil narejen okrog leta 1890. Njegova posebnost je mikrometer Stampfer & Starke, ki sta ga Simon Stampfer in Christoph Starke izumila leta 1836. Ta izum so začele kasneje uporabljati vse finomehanske delavnice takratne avstro-ogrske monarhije. Z zasukom elevacijskega vijaka spremenimo nagib vizurne osi. Z mikrometrom na osnovi velikosti zasuka vijaka določimo spremembo nagiba vizure. Instrument omogoča natančno optično merjenje dolžin. Konstanta enote mikrometra je 300. Podoben instrument opisuje Branko Korošec v svoji knjigi *Naš prostor in čas v projekciji* na strani 190, imenuje ga »razdaljemer«. To je nenavadno poimenovanje, saj se je instrument uporabljal predvsem kot nivelir, merjenje dolžin in detajlna izmera pa sta bila drugotnega pomena. Instrument je bil leta 2016 restavriran, očiščen in lakiran. Nivelacijski libeli smo zamenjali uničeno cev, razdelba libele ni originalna (slika 6).

Podjetje Rudolf & August Rost na Dunaju je bilo ustanovljeno leta 1888 in je delovalo do leta 2007, ko jih je prevzelo podjetje Leica Geosystems iz Švice. Rudolf se je izučil v matematično-finomehanskih delavnicah Starke & Kammerer. Podjetje je izdelovalo vse vrste geodetskih instrumentov in opreme. Zbirka hrani tri stare teodolite tega proizvajalca in nivelir s horizontalnim krogom, ki je bil izdelan okoli leta 1900 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/8>). Za zagotavljanje horizontalne vizure skrbi obrnljiva libela, pritrjena na daljnogled, ki ga je mogoče sneti. Nitke, napete na kovinski okvir v okularju, zagotavljajo standarden Reichenbachov nitni križ. Lepo so vidni korekcijski vijaki nitnega križa. Horizontalni krog dopolnjuje instrument in ga spreminja v tahimeter, ki omogoča detajlno polarno izmero na tereh manjših nagibov. Instrument je bil leta 2016 popolnoma restavriran. Po oceni restavratorja je eden najlepših v zbirki UL FGG (slika 7).



Slika 7: R & A Rost Wien, ser. št. 3572, evid. št. 8 (foto: Mateja Urbas).



Slika 8: Pistor & Martins Berlin, ser. št. 302, evid. št. 46 (foto: Mateja Urbas).

Edini instrument proizvajalca Pistor & Martins Berlin v zbirki je odsevni krog (angl. *prismatic circle*) (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/46>). Instrument, podoben sekstantu, je bil izdelan v 50. letih 19. stoletja in je eden najstarejših v zbirki UL FGG. Omogoča izmero kota med Soncem in obzorjem, z dodatnimi podatki iz almanaha in znanim trenutkom položaja Sonca določimo geografski položaj. Pri izvajanju meritev ga držimo za lesen ročaj. Instrument je bil leta 2017 popolnoma restavriran (slika 8).

Eden zanimivejših eksponatov v zbirki je teodolit Starke & Kammerer Wien, evidenčna številka 20 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/20>). Izdelali so ga okrog leta 1900 in ga originalno poimenovali nivelir-teodolit, na daljnogled pritrjena reverzibilna nivelacijska libela namreč omogoča natančno nive-

liranje. Trije med seboj podobni modeli teodolitov, ki so jih izdelovali pri podjetju Starke & Kammerer ob prelomu stoletja, so zanimivo opisani v železniški enciklopediji (<http://www.zeno.org/Roell-1912/K/roell-1912--101-0074>). Ta model teodolita je najkompleksnejši od vseh. Od enostavnega modela se razlikuje predvsem po natančnosti čitanja razdelbe horizontalnega kroga. S skalnimi mikroskopi je mogoče ceniti tretjino intervala nonija, ločljivost so tako povečali za trikrat. Instrument je bil leta 2016 v celoti restavriran in je res lepo ohranjen (slika 9). Podrobnejši opis prav tega instrumenta najdete na http://www.geodetski-vestnik.com/62/1/gv62-1_napoved3.pdf.

Leta 1851 je mehanik Otto Fennel ustanovil svoje podjetje. Pred tem je znanje pridobival v takrat zelo znani delavnici Breihaupt & Sohn v Kasslu. Podjetje se je razvilo v eno prepoznavnejših v svetu. Geodetske instrumente so izdelovali do leta 1968, danes pa tradicijo njihovih izdelkov nadaljuje nemško podjetje geoFENNEL. Znani so bili tudi po izdelavi prvih avtoredukcijskih tahimetrov, ki so delovali po principu (tehnologije) Hammer-Fennel.



Slika 9: Starke & Kammerer Wien, ser. št. 10111, evid. št. 20
(foto: Mateja Urbas).



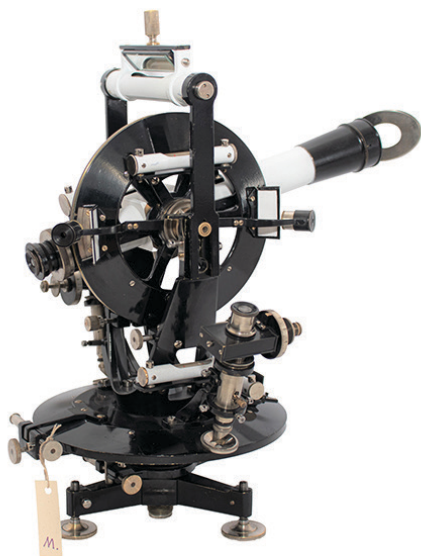
Slika 10: Tahimeter Otto Fennel & Söhne Kassel, ser. št. 16401,
evid. št. 18 (foto: Mateja Urbas).

Pod evidenčno številko 18 zbirka hrani enega prvih avtoredukcijskih tahimetrov na svetu podjetja Otto Fennel & Söhne Kassel (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/18>). Izdelali so ga ob koncu 19. stoletja, že na pogled je nekaj posebnega in je eden najvrednejših v zbirki UL FGG. Nima vertikalnega kroga, saj deluje na drugačen način kot klasični trinitni tahimetri. Tehnologija avtoredukcijskega merjenja dolžin in višinskih razlik Hammer-Fennel je bila prav za tak instrument prvič opisana 29. marca 1902 v švicarskem glasilu gradbene stroke *Sweizerische Bauzeitung* (<http://doi.org/10.5169/seals-23341>). Namesto nitnega križa polovico zornega polja prekriva diagram z osnovno in distančno nitjo ter višinskimi nitmi. Oddaljenost distančne in višinske niti od osnovne niti se spreminja z višinskim kotom opazovanja (nagibom vizurne osi). Sprememba je usklajena tako, da je mogoče na podlagi odčitkov na tahimetrični lati neposredno/takoj izračunati horizontalno dolžino in višinsko razliko. Instrument je bil leta 2016 popolnoma restavriran (slika 10).

Pod evidenčno številko 11 zbirka hrani precizni teodolit Ertel & Sohn München (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/11>). Edini instrument tega proizvajalca v zbirki je eden izmed najbolj izpopolnjenih teodolitov svojega časa. Izdelan je bil v začetku dvajsetega stoletja. Izstopa po svoji kompleksnosti

in natančnosti merjenja horizontalnih smeri. Horizontalni krog premera kar 18 centimetrov ter čitanje razdelbe na dveh diametralnih mestih z vijčnim mikroskopom (nem. *Schraubenmikroskop*) z mikrometrskim vijakom zagotavljata neverjetno ločljivost mehanskega načina določanja odčitka 1". Teodolit se je uporabljal še v 60. letih za merjenje v trigonometričnih mrežah nižjih redov. Leta 2016 je bil popolnoma restavriran in lakiran, izdelana sta bila nov okvir za zaslonko in novo zrcalo jahalne libele (slika 11)

Številčno najboljše zastopano v zbirki geodetskih instrumentov UL FGG je podjetje Carl Zeiss Jena. Zbirka hrani kar 23 eksponatov, v depojih fakultete pa čaka na uvrstitev na seznam še kar nekaj Zeissovih instrumentov. Podjetje VEB Carl Zeiss Jena ima dolgo in bogato zgodovino. Ustanovljeno je bilo leta 1846 in je ob različnih preoblikovanjih obstajalo do leta 2001, ko je postalo del koncerna Trimble. Zeissovi geodetski instrumenti so bili kakovostni, predvsem pa veliko cenejši kot instrumenti, proizvedeni na Zahodu, zato je fakulteta po 2. svetovni vojni večinoma kupovala instrumente prav tega proizvajalca. Nekateri so še vedno v uporabi za pedagoško delo.



Slika 11: Teodolit Ertel & Sohn München, ser. št. 32156, evid. št. 11 (foto: Mateja Urbas).



Slika 12: Carl Zeiss Jena, BRT 006, ser. št. 404806, evid. št. 52 (foto: Mateja Urbas).

Sledi opis predstavnika res posebnih tahimetrov, ki so se izdelovali v 50. in 60. letih prejšnjega stoletja. Avtoredukcijski tahimeter z bazo so izdelali leta 1960 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/52>). Izhaja iz obdobja, ko so mrzlično iskali način, kako izboljšati natančnost optičnega merjenja dolžin. Instrument omogoča merjenje horizontalnih smeri, zenitnih razdalj in dolžin. Dolžino določimo na osnovi pravokotnega paralaktičnega trikotnika s stalnim paralaktičnim kotom in spremenljivo bazo na stojšču. Prizmo, ki zagotavlja stalni kot, po kovinskem vodilu premikamo z razdelbo. V okularju opazujemo dvojno sliko ciljne točke. Prizmo premikamo tako dolgo, dokler sliki ne sovpadata – koincidirata. Na razdelbi odčitamo položaj prizme, ki s pretvorbo v ustrezno enoto neposredno pomeni horizontalno dolžino do merjene točke. Instrument je v stanju, kot je bil ob prenehanju uporabe, in je skoraj kot nov (slika 12).

Podjetje Kern, ustanovljeno leta 1819, velja za najstarejše podjetje švicarske optično-finomehanične industrije. Med geodeti je znano po vrhunskih merskih instrumentih in številnih inovativnih rešitvah. Obstajalo je do leta 1991, ko ga je prevzela Leica.

Pod evidenčno številko 87 je evidentiran precizni razdaljemer Kern ME 5000 iz leta 1988 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/87>). Legendarni precizni razdaljemer so v podjetju Kern izdelovali do leta 1990. Zaradi visoke cene je njegova proizvodnja trajala le desetletje. Razdaljemer predstavlja referenco pri natančnosti geodetskih elektronskih razdaljemerov. Na območju takratne Jugoslavije je bil to edini primerek, instrumenta si niso privoščile niti visokošolske ustanove v bogatejših zahodnih državah. Cena instrumenta brez dodatne opreme je bila ob nakupu približno 120.000 CHF (leta 2021 je to 153.000 EUR). Instrument je geodetom na Oddelku za geodezijo omogočal številne mednarodne povezave. Z njim so merili komparatorске baze in precizne mreže tudi na Hrvaškem, v Italiji in Avstriji, skupne izkušnje pa so si redno izmenjevali s kolegi s Tehniške univerze v Münchnu. Instrument je v stanju, kot je bil ob prenehanju uporabe, in je še popolnoma funkcionalen (slika 13).



Slika 13: Precizni razdaljemer Kern, Mekometer ME 5000, ser. št. 357043, evid. št. 87 (foto: Mateja Urbas).

Eno najbolj znanih podjetij, zastopanih v zbirki, je Wild Heerbrugg, kasneje Leica Geosystems. Leta 1921 ga je ustanovil Heinrich Wild, ki je za svoje znanstvene dosežke na področju razvoja geodetske merske tehnike leta 1930 prejel častni doktorat. Leta 1988 se mu je pridružilo podjetje Kern, leta 1990 pa še Leica – takrat se je tudi preimenovalo v Leica Geosystems. Wildovi instrumenti so znani po vrhunski izdelavi, odpornosti proti poškodbam in visoki natančnosti. V zbirki je evidentiranih in opisanih 12 instrumentov tega proizvajalca.

Wildov sekundni teodolit T2 je verjetno najbolj legendaren model optičnih teodolitov vseh časov. Prav ta model je pokazal smer razvoja geodetskih instrumentov vse do najsodobnejših. V različnih izvedbah (T2, NT2, T21, T210, T2L, T2 MIL, T2 mod.) so ga proizvajali kar 70 let, od 1926. do 1996.). Zaradi majhnih dimenzij, robustne konstrukcije in velike natančnosti se je uporabljal za tako rekoč vsa geodetska dela. Številne generacije študentov geodezije na UL FGG iz druge polovice prejšnjega stoletja so si ga za vedno zapomnile kot legendo. Instrument ima konstrukcijo sodobnih teodolitov, ki jo je Heinrich Wild patentiral leta 1921 z modelom Zeiss Th1 in jo kasneje dokončno

uveljavil prav z modelom Wild T2. Sestavljajo jo cilindrična os vpetja v snemljivo podnožje, krogelni ležaji, stekleni krogi in čitanje z mikroskopom na enem mestu. Instrument s serijsko številko 35362 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/23>) je bil izdelan leta 1954, leta 2016 je bil očiščen in delno lakiran (slika 14).



Slika 14: Wild, NT2, ser. št. 35362, evid. št. 23 (foto: Mateja Urbas).



Slika 15: Digitalni nivelir Wild, NA 3000, ser. št. 91725, evid. št. 64 (foto: Mateja Urbas).

Pod evidenčno številko 64 se skriva digitalni nivelir Leica Wild NA 3000 (<https://zbirka.fgg.uni-lj.si/instrument/64>). Digitalni nivelir, izdelan leta 1992, je naslednik legendarnega prvega digitalnega nivelirja Wild NA 2000, ki ga je švicarski proizvajalec predstavil leta 1990. Ta je bil mejnik v razvoju geodetske merske tehnologije, saj je eden tistih instrumentov, ki so označevali začetek obdobja multisenzorike v geodetski merski tehniki. H. Ingensand je z uporabo digitalne tehnologije obdelave slik prvi rešil težavo popolne avtomatizacije postopka niveliranja – določitve odčitka na lati.

Instrument je v stanju, kot je bil ob prenehanju uporabe.

Če boste slučajno ali načrtno obiskali Ljubljano, vas kolegi z Oddelka za geodezijo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani vljudno vabijo, da si razstavo ogledate v živo. Priskrbijo tudi strokovno vodenje.

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

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

NOVICE IZ STROKE NEWS FROM THE FIELD



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE

NOVICE GEODETSKE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE

KONFERENCA STALNEGA ODBORA ZA KATASTER PRI EU (*PERMANENT COMMITTEE FOR CADASTRE – PCC*)

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS) je 10. in 11. novembra 2021 organizirala skupno konferenco Stalnega odbora za kataster pri Evropski uniji (*Permanent Committee for Cadastre – PCC*) ter Skupine za kataster in zemljiške knjige – CLR KEN, ki deluje pri EuroGeographicsu. Zasedanje je bilo organizirano v okviru predsedovanja Slovenije Evropskemu svetu in je zaradi epidemije covida-19 potekalo kot virtualni dogodek. Glavna tema konference je bila vloga državnih geodetskih uprav v programu odpornosti in okrevanja. Slovenija kot predsedujoča EU v tej polovici leta predseduje tudi odboru PCC, in sicer to vlogo opravlja nacionalna geodetska uprava. Šestmesečni program predsedovanja Slovenije Svetu Evropske unije temelji na štirih prednostnih nalogah. Pod sloganom »Skupaj. Odporna. Evropa.« si Slovenija v obdobju predsedovanja prizadeva za:

- okrevanje EU in krepitev njene odpornosti,
- razmislek o prihodnosti Evrope,
- krepitev pravne države in evropskih vrednot ter
- povečevanje varnosti in stabilnosti v EU.

Sedanje obsežne zdravstvene izredne razmere zaradi pandemije covida-19 so prizadele vse države članice, ki se ne morejo ustrezno odzvati same, zato je potreben skupni odziv na ravni EU. Nacionalne katastrske in kartografske organizacije v EU niso bile izjema glede vpliva pandemije. Ker je Slovenija izpostavila krepitev odpornosti Evropske unije kot eno njenih glavnih prednostnih nalog, je bila na podlagi navedenih dejstev tudi določena tema tokratnega dogajanja, in sicer vloga državnih geodetskih uprav v programu odpornosti in okrevanja.

Organizacijo dogodkov in gostiteljstvo je prevzela Geodetska uprava Republike Slovenije ob pomoči EuroGeographicsa, natančneje skupine za kataster in zemljiške knjige CLR KEN ter sekretariata PCC. Podanih je bilo petnajst predstavitev, povezanih z vlogo geodetskih uprav v programu za odpornost in okrevanje. Predstavitve so objavljene na spletni strani združenja EuroGeographics. Konference sta se udeležila 102 strokovnjaka iz 34 držav. Pred samim dogodkom so bili udeleženkam razposlani vprašalniki glede vloge, ki jo imajo nacionalne ustanove, pristojne za kataster, v programu odpornosti in okrevanja. EU bo v prvem polletju 2022 predsedovala Francija, zato sta bila na dogodku v živo na Geodetski upravi Republike Slovenije prisotna tudi predstavnika francoske organizacije, pristojne za kataster. Prevzela sta zastavo predsedovanja PCC, ki jima jo je izročil Tomaž Petek.



Slika 1: Prezem zastave predsedovanja PCC (vir: GURS).

POLLETNO POROČILO O SLOVENSKEM TRGU NEPREMIČNIN ZA LETO 2021

V prvi polovici letošnjega leta je bilo število sklenjenih kupoprodajnih poslov na slovenskem nepremičninskem trgu nekoliko manjše kot v drugi polovici lanskega leta oziroma v prvi polovici leta 2019. Cene stanovanjskih nepremičnin so občutno poskočile.

Visoko rast cen stanovanjskih nepremičnin po eni strani poganja veliko povpraševanje, ki ga vzpodbujajo nizke obrestne mere in dostopnost bančnih posojil, po drugi strani pa omejena ponudba novogradenj. Nizke obrestne mere spodbujajo tako nakupe nepremičnin za lastno uporabo kot naložbene nakupe in investicije v gradnjo stanovanjskih enot za tržno prodajo. Na višanje cen stanovanjskih nepremičnin vse bolj vplivajo tudi vse višje cene zemljišč za gradnjo, posredno pa tudi rast gradbenih stroškov, ki je posledica globalnega zviševanja cen transporta in gradbenih materialov zaradi pandemije. Visoke cene stanovanj povzročajo tudi nadaljnjo rast povpraševanja po zazidljivih zemljiščih in vse močnejšo stanovanjsko gradbeno ekspanzijo. Ta je najočitnejša v Ljubljani, kjer je obseg trenutne in načrtovane stanovanjske novogradnje že primerljiv s tistim pred krizo leta 2008.

Tako rekoč povsod po Sloveniji ponudba novih stanovanj kljub temu, da na trg postopoma prihaja vse več novogradenj, še vedno zaostaja za povpraševanjem. Zaustavitve rasti cen stanovanjskih nepremičnin pa ni pričakovati, dokler ponudba novih stanovanj ne bo presegla povpraševanja in se ne bo čas njihove prodaje bistveno podaljšal oziroma dokler se ne bodo začele kopičiti zaloge neprodanih stanovanj. Za zdaj se večina novozgrajenih stanovanj v največjih mestih in turističnih krajih kljub rekordnim cenam proda, še preden so zgrajena. Poročilo je dostopno na [Portal](#)u množičnega vrednotenja.



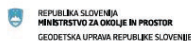
Slika 2: Polletno poročilo o slovenskem nepremičninskem trgu za leto 2021 (vir: GURS).

7. SLOVENSKI DAN INSPIRE

Spletna konferenca z naslovom *Nove perspektive na področju nacionalne infrastrukture za prostorske informacije* je potekala v torek, 16. novembra 2021. Slovenski dan INSPIRE je vsakoletni dogodek, ki ga organizira geodetska uprava kot nacionalna kontaktna točka za vzpostavljanje infrastrukture za prostorske informacije v Sloveniji. Slovenska infrastruktura za prostorske informacije je del evropske infrastrukture za prostorske informacije, ki je opredeljena z direktivo INSPIRE. Na letošnjem dnevu INSPIRE je bil govor o stanju na področju infrastrukture za prostorske informacije, aktivnostih, ki se izvajajo glede na osnovno časovnico direktive INSPIRE, o izkušnjah in znanju upravljalcev prostorskih podatkov ter o pogledu v prihodnost. Kako Evropa gleda na nadaljnji razvoj in implementacijo direktive INSPIRE, v katero smer se bo razvijala nacionalna prostorska podatkovna infrastruktura in kakšne so nove perspektive (ponovne) uporabe INSPIRE, so bila osnovna vprašanja, ki so jih obravnavali povabljeni predavatelji. V drugem delu konference je bil predstavljen projekt EO4GEO, katerega namen je izboljšati stanje in znanje na področju uporabe geoprostorskih informacij z zagotavljanjem prosto dostopnih baz znanja, orodij in drugih gradiv. V mednarodnem konzorciju, ki izvaja projekt, so aktivna tudi slovenska podjetja.

V okviru 7. slovenskega dneva INSPIRE je nastala tudi brošura z naslovom *Nove perspektive direktive INSPIRE*, ki je peta po vrsti. V njej je zbranih nekaj ključnih iniciativ in projektov, ki vključujejo uporabo prostorskih podatkov in podatkovne infrastrukture. Brošuro in ostala gradiva 7. slovenskega dneva INSPIRE lahko najdete na Slovenskem geoportalu, video vsebine pa na YouTube kanalu eProstor.

NOVE PERSPEKTIVE DIREKTIVE INSPIRE



Slika 3: Brošura Nove perspektive direktive INSPIRE (vir: GURS).

ZASEDANJE EVROPSKEGA REGIONALNEGA ODBORA ZN ZA GLOBALNO UPRAVLJANJE PROSTORSKIH INFORMACIJ

V dneh 13. in 14. oktobra 2021 je bilo izvedeno osmo redno plenarno zasedanje Evropskega regionalnega odbora Združenih narodov (ZN) za globalno upravljanje prostorskih informacij (UN GGIM Evropa). Zasedanje je zaradi pandemije covida-19 že drugič potekalo prek spleta. Na njem je sodelovalo 116 udeležencev iz 36 držav članic OZN na območju geografske Evrope ter predstavniki 15 mednarodnih organizacij.

Poleg rednih tem, povezanih z dopolnitvijo in sprejemom programa dela za obdobje do leta 2022, in potrjevanja novih članov izvršilnega odbora je bila glavna naloga zasedanja namenjena predstavitvi dopolnjene strategije UN GGIM Evropa. Razprava je bila namenjena tudi pripravi na izvedbo prihodnjih nalog in izzivom, ki so pred UN GGIM do priprave poročila za Ekonomsko-socialni svet OZN (ECOSOC), ki bo v začetku leta 2022. Od tega poročila in njegovega sprejetja na ECOSOC je namreč odvisna tudi prihodnja oblika delovanja UN GGIM na svetovni ravni. Udeleženci osmega plenarnega zasedanja so se seznanili tudi z implementacijo priročnika za izvajanje integriranega okvira prostorskih informacij (IGIF) ter poročilom o enajstem plenarnem zasedanju UN GGIM na globalni ravni. Prav tako so bili

udeležencem predstavljeni rezultati dela, ki ga izvajajo delovne skupine v okviru UN GGIM Evropa.

V sklepnem delu zasedanja je generalni direktor geodetske uprave Tomaž Petek, ki je trenutno predsedujoči v izvršilnem odboru UN GGIM Evropa, izpostavil pomen trenutnega obdobja, ko se hkrati pripravlja poročanje ECOSOC-u o opravljenem delu v preteklih desetih letih, sprejemajo strategije in odpirajo nove naloge za delo v prihodnjih letih. Samo s skupnim in povezanim delovanjem organov javne uprave, ki v državah članicah OZN upravljajo zbirke prostorskih podatkov, bo mogoče izpolniti cilj UN GGIM Evropa, in sicer omogočiti učinkovitejše upravljanje in razpoložljivost prostorskih informacij v Evropi ter njihovo povezovanje z drugimi informacijami, ki temeljijo na uporabniških potrebah in zahtevah.

ZAKON O KATASTRU NEPREMIČNIN

Zakon o katastru nepremičnin (Uradni list RS, št. 54/2021) predvideva deset podzakonskih aktov in objavo priporočil za evidentiranje tipskih stavb. V Uradnem listu RS so bili že objavljeni naslednji podzakonski predpisi:

1. Pravilnik o evidenci državne meje (Uradni list RS, št. 118/2021)
2. Pravilnik o potrdilih iz katastra nepremičnin in registra naslovov (Uradni list RS, št. 11820/21)
3. Pravilnik o podrobnejšem načinu oštevilčevanja in označevanja stanovanj in poslovnih prostorov (Uradni list RS, št. 118/2021)
4. Pravilnik o načinu vpisa in izbrisa upravljavcev v kataster nepremičnin (Uradni list RS, št. 118/2021)
5. Pravilnik o katastrskih občinah (Uradni list RS, št. 139/2021)
6. Pravilnik o Komisiji za strokovno presojo v katastrskih postopkih (Uradni list RS, št. 153/21)
7. Uredba o dejanskih rabah zemljišč (Uradni list RS, št. 173/2021)
8. Pravilnik o podrobnejši vsebini registra prostorskih enot (Uradni list RS, št. 173/2021)

Pripravljen je tudi že Pravilnik o izpitu za bonitiranje zemljišč in o pooblastilu za bonitiranje, sprejetje pričakujemo v prvi polovici decembra. V pripravi je Pravilnik o vodenju podatkov katastra nepremičnin, ki bo najboljše, saj bo vključeval področje parcel, stavb in delov stavb. Vanj bo treba vključiti tudi evidentiranje vseh novih entitet, ki jih predvideva Zakon o katastru nepremičnin (območja služnosti, območja stavbnih pravic, sestavine delov stavb in ostalo). Priprava osnutka je predvidena za december, januarja pa sledita najprej strokovna, nato pa medresorska obravnava.

Vsi podzakonski predpisi se začnejo uporabljati 4. aprila 2022, hkrati z začetkom uporabe novega Zakona o katastru nepremičnin, do takrat se uporabljajo obstoječi podzakonski predpisi. Do začetka uporabe Zakona o katastru nepremičnin bomo na spletnih straneh geodetske uprave objavili tudi posodobljena priporočila za evidentiranje tipskih stavb.



NOVICE FAKULTETE ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO UNIVERZE V LJUBLJANI

NOVO VODSTVO UL FGG

Na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani je bilo letos volilno leto. S 1. oktobrom 2021 je vodenje fakultete za štiriletni mandat prevzela prof. dr. Violeta Bokan Bosiljkov, profesorica in raziskovalka s področja gradbeništva, ki je prva ženska na tem mestu v stoletni zgodovini naše fakultete. Na mesto predstojnice Oddelka za geodezijo je bila izvoljena izr. prof. dr. Anka Lisec, njen namestnik pa je doc. dr. Aleš Marjetič.

Vir: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani

SPREMNA BESEDA K ODPRTJU RAZSTAVE OBNOVLJENIH GEODETSKIH INSTRUMENTOV NA FGG



Slika 1: Geodetski instrumenti na Oddelku za geodezijo so bila stalnica terenskih vaj (levo) in raziskovalnega dela (desno) (vir: arhiv UL FGG).

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani kot naslednica Naravoslovno-tehniške fakultete, ustanovljene leta 1919, že več kot sto let iz roda v rod predaja in nadgrajuje spretnosti geodetskih merjenj. Za to poslanstvo je nujno potrebna geodetska merska oprema, katere jedro so geodetski instrumenti. Ker je fakulteta javna ustanova in njena sredstva niso neposredno podvržena tržnim pravilom, se dogaja, da stari instrumenti, ki so jih nadomestile novejša izvedbe, obležijo po policah arhivov v neдржnih stavbe na Jamovi cesti 2 v Ljubljani. V zadnjem stoletju se je tako nabralo kar nekaj instrumentov, ki so

s starostjo pridobivali na vrednosti – ne uporabni, temveč estetski in zgodovinski.

V vsaki generaciji učiteljev na naši ustanovi se najdejo posamezniki, katerih zanimanja segajo dlje in širše kot zgolj njihove pogodbeno predpisane obveznosti akademskega udejstvovanja. Včasih imajo taki posamezniki poleg tehniških znanj, ki jih poučujejo, tudi globoko izražen čut za lepo in za pomen narodove preteklosti. Takšen splet okoliščin je pred kratkim privedel do dogodka, ki ga kanim na kratko očrtati v pričujočih vrsticah.

Izr. Prof. Dušan Kogoj je skupaj z zvestim dolgoletnim laborantom mag. Janezom Goršičem iz prašnih arhivov fakultete izbrskal vse generacije starinskih geodetskih instrumentov, ki so jih in jih nekatere še dandanes uporabljamo v učnem procesu na fakulteti. Najstarejši najdeni instrumenti, ki so bili izdelani okrog leta 1850, so bili bržda stari že ob ustanovitvi fakultete, toda v ranih dneh naše univerze reči vendarle niso zastarele tako hitro kot danes. Od najstarejših mehanskih instrumentov, pri delu s katerimi je nemara zahtevalo več časa njihovo postavljanje kot samo merjenje, do skoraj modernih, s katerimi smo se še pred komaj nekaj leti s sošolci učili optičnega centriranja in odpravljanja pretega libele v dveh simetralnih legah.



Slika 2: Utrinki z odprtja zbirke na UL FGG.

Profesor Kogoj in laborant Goršič sta torej iz arhiva odbrala primerke najlepših in najzanimivejših instrumentov: teodolitov, nivelirjev, tahimetrov, razdaljemerov, kipreglov (kaj za ... je že to?) in sekstantov. Instrumente je nato restavriral – torej očisti, razstavil, ponovno očistil, obnovil in nazaj sestavil – gospod Rudolf Vidic, upokojeni finomehanik iz Lesc na Gorenjskem, ki je cvet svojih let prebil zaposlen v Švici, kjer ga je starejši kolega v podjetju Kern uvedel v svet lepot starinskih geodetskih instrumentov.

Ob posluhu vodstva fakultete in zavedanju pomena obnovljenih starih instrumentov se je na hodnikih fakultete našel prostor za lične vitrine, v katerih bodo odslej nastanjeni obnovljeni in polepšani instrumenti.

Vendar to še ni vse. Žlahtna lastnost starejših profesorjev je, da k svojemu delu privabijo mlade kolege ter tako svoje znanje prenašajo proti večnosti. Pod mentorstvom prof. Kogoja je Dominik Mlakar, mag. inž. geod. geoinf., do potankosti opisal vse instrumente, njihove lastnosti, značilnosti in uporabnost. Sledila je izdelava tablic z opisi, ki bodo krasile instrumente pri njihovem zadnjem počitku, za kar je poskrbel asist. dr. Gašper Mrak. Hkrati so pod vodstvom doc. dr. Robija Klinca izdelali spletno stran, prek katere si je zbirko mogoče ogledati tudi z drugih koncev našega geoida.

V četrtek, 30. septembra, je na hodniku geodetskega nadstropja v stavbi fakultete potekal prisrčen dogodek z zakusko, na katerem so prof. Kogoj in kolegi ob prisotnosti zainteresirane javnosti (med drugim iz Tehniškega muzeja Slovenije) slovesno odprli stalno razstavo, ki bo v čast in ponos prihodnjim generacijam geodetov na naši šoli.

*Za Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani zapisal:
asist. dr. Klemen Kregar, e-naslov: klemen.kregar@fgg.uni-lj.si*

USPEŠNA 10. POLETNA ŠOLA EVROPSKE VESOLJSKE AGENCIJE

Med 20. in 24. septembrom je na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani potekala poletna šola oziroma intenzivni izobraževalni tečaj na temo **Opazovanje Zemlje in umetna inteligenca v gozdarstvu** (angl. *Earth Observation and Artificial Intelligence for Forestry*) Evropske vesoljske agencije (ESA).

Po lanski odpovedi so se organizatorji dogodka, to sta bila poleg *Evropske vesoljske agencije* še *Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo Republike Slovenije* in *Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani*, odločili, da bo izvedba 10. poletne šole ESA s področja opazovanja Zemlje v hibridni obliki. Vsekakor je bil to velik izziv za organizatorje, veseli pa, da se je večina od 50 udeležencev, ki so prihajali iz 22 držav, poletne šole v Ljubljani udeležila v živo.

Vsebina predavanj in delavnic je vsako leto oblikovana za izbrano tematsko področje uporabe daljinskega zaznavanja. Ciljno občinstvo so mladi strokovnjaki, predvsem magistrski in doktorski študenti in študentke, podoktorski raziskovalci in raziskovalke ter mladi razvijalci in razvijalke v podjetjih, ki že imajo solidno znanje na področju daljinskega zaznavanja, (geo)informatike in/ali geoprostorske podatkovne analitike. Tema letošnje poletne šole je bila napredna obdelava optičnih in radarskih podatkov satelitov za opazovanje Zemlje, in sicer predvsem za aplikacije v gozdarstvu. Po besedah **Espna Voldna**, predstavnika Evropske vesoljske agencije in koordinatorja Oddelka za znanost, aplikacije in nove tehnologije na področju opazovanja Zemlje (angl. *Earth Observation Science, Applications and Future Technologies Department*), so se v Esi namenoma odločili za aplikacije v gozdarstvu, saj je Slovenija ena izmed evropskih držav z najdaljšo tradicijo sistemskega gospodarjenja z gozdovi in izjemnimi raziskovalci na področju aplikacij daljinskega zaznavanja v gozdarstvu.

V okviru petdnevnega intenzivnega usposabljanja so se teoretična predavanja prepletala s praktičnim delom na področju naprednih obdelav satelitskih podatkov. Udeleženci so pridobili znanja za različna področja uporabe satelitskega daljinskega zaznavanja v gozdarstvu, kot so detekcija in spremljanje razsežnosti gozdnih požarov, vetrolomov in drugih elementarnih nesreč v gozdovih, ocenjevanje obsega škode zaradi gozdnih škodljivcev ali golosekov, časovno spremljanje lesne biomase in zdravja vegetacije ipd. Poleg izjemnih predavateljev iz Središča Evropske vesoljske agencije za opazovanje Zemlje ESRIN

(Frascati, Italija) so bili v program vključeni eminentni profesorji, razvijalci in raziskovalci z ETH Zürich (Švica), Univerze Atene (Grčija), Raziskovalnega centra VTT (Finska), Univerze Jena (Nemčija), Skupnega evropskega raziskovalnega središča JRC (Italija), razvojnega podjetja SIRS (Francija) ter iz laboratorija JPL ameriške vesoljske agencije NASA (ZDA).



Slika 1: Pozdravni govor **Espna Voldna** (levo) in dr. **Magdelene Fitrzyk** (desno) iz Evropske vesoljske agencije (foto: Hana Jošić).



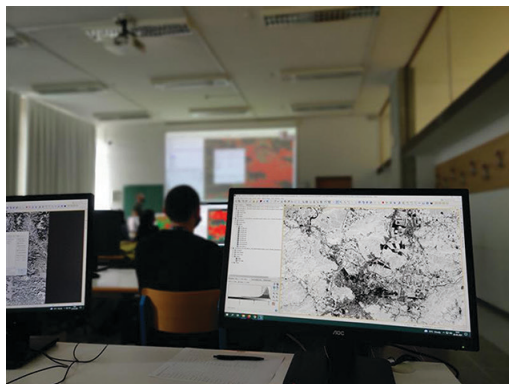
Slika 2: Uvodno predavanje koordinatorja dogodka prof. dr. Krištofa Oštirja s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (foto: Hana Jošić).

Dogodek so s predavanji in praktičnim usposabljanjem obogatili slovenski strokovnjaki s področja daljinskega zaznavanja in umetne inteligence. Tako so bili v program vključeni strokovnjaki s Fakultete

za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, znanstvenoraziskovalnega centra ZRC SAZU, Gozdarskega inštituta, podjetja Sinergise ter Instituta Jožef Stefan.

Poleg izjemno bogate vsebine je bila poletna šola lepa priložnost za mreženje odličnih mladih razvijalcev in raziskovalcev na eni strani ter eminentnih uveljavljenih strokovnjakov na drugi strani. Odzivi vseh vpletenih kažejo, da je vzpostavljena mreža lahko začetek aktivnega mednarodnega sodelovanja na področju opazovanja Zemlje.

Več informacij: <https://landtraining2021.esa.int/> in <https://eo4society.esa.int/>



Slika 3: Udeleženci poletne šole pri obdelavi satelitskih podatkov (foto: Jernej Tekavec).

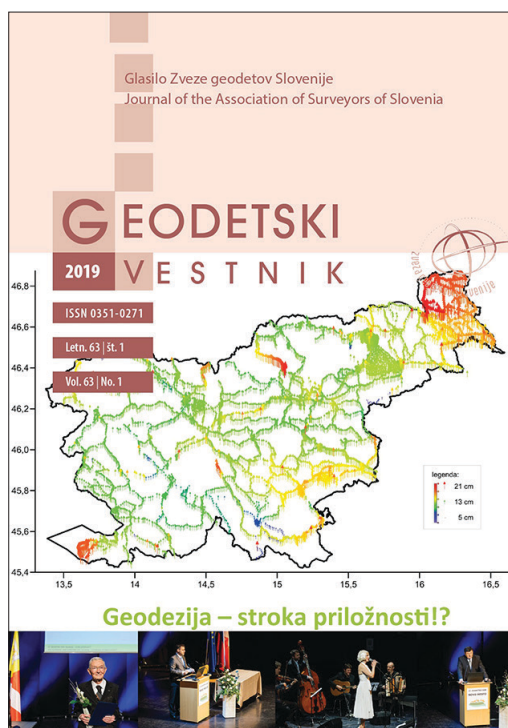
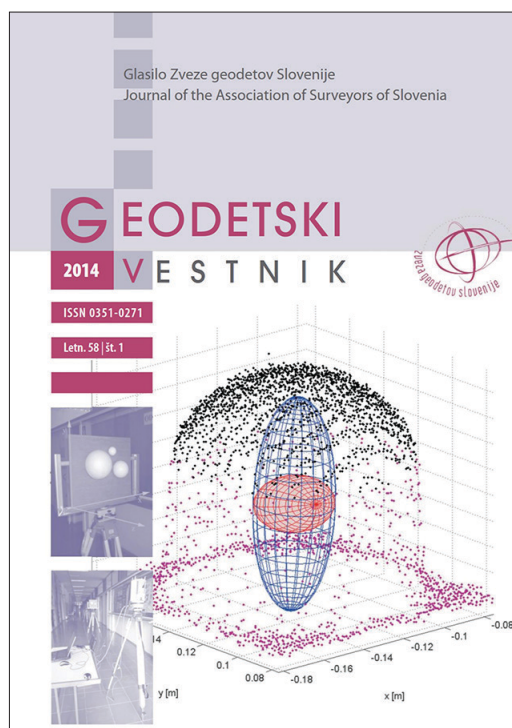
*Za Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani zapisala:
izr. prof. dr. Anka Lisec, e-naslov: anka.lisec@fgg.uni-lj.si*

NOVICE IZ NEWS FROM GEODETSKIH DRUŠTEV PROFESSIONAL SOCIETIES



NOVICA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE, MEDNARODNE DEJAVNOSTI

NOVO UREDNIŠTVO GEODETSKEGA VESTNIKA



Sliki 1 in 2: Naslovnica prve številke Geodetskega vestnika letnika 58 (2014), ko je glavna in odgovorna urednica postala dr. Anka Lisec (levo), ter naslovnica prve številke Geodetskega vestnika letnika 63 (2019), ko se je Zveza geodetov Slovenije odločila za barvni tisk (desno).

Od 1. januarja 2022 bosta urejanje Geodetskega vestnika prevzela dr. Dušan Petrovič v vlogi glavnega urednika in doc. dr. Miran Kuhar v vlogi odgovornega urednika, oba s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. V obdobju od 1. januarja 2014 do 31. decembra 2021 je uredništvo Geodetskega vestnika vodila dr. Anka Lisec, prav tako s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze

v Ljubljani, in sicer v vlogi glavne in odgovorne urednice. Dr. Anka Lisec je skupaj z ekipo področnih urednikov in mednarodnega uredniškega odbora uvedla kar nekaj novosti in s tem dvignila ključno strokovno publikacijo geodetske stroke v Sloveniji na še višjo raven.

Ob koncu uredniška dela se dr. Anki Lisec v imenu Zveze geodetov Slovenije iskreno zahvaljujem za ves trud, čas, energijo in požrtvovalnost. Opravljenega je bilo resnično veliko dela, katerega rezultat je viden in spoštovan od vseh nas geodetov, domače in tuje strokovne javnosti.

Velika zahvala tudi vsem članom mednarodnega uredniškega odbora, področnim urednikom in ostalim sodelavcem, ki sooblikujete Geodetski vestnik. Želim in upam, da boste tudi v prihodnje aktivno sodelovali in s tem pripomogli k še kakovostnejši vsebini in prepoznavnosti našega strokovnega glasila.

Novima glavnemu in odgovornemu uredniku želim obilo pozitivne energije in tvornega sodelovanja pri prihajajočih izzivih.

Za Zvezo geodetov Slovenije zapisal:

mag. Gregor Klemenčič, e-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com



TRADICIONALNI POHOD PO JADRANSKIH OTOKIH – ČIOVO

Izvršni odbor Ljubljanskega geodetskega društva nadaljuje izvedbo zastavljenega programa. Aktualni koronavirus žal ostaja med nami in tako zaradi objektivnih omejitev ostaja tudi stalno prisotna možnost odpovedi ali spremembe zadanih ciljev. Člani izvršnega odbora zato še naprej iščemo najvarnejše poti za druženje.

Ob izpolnjevanju veljavnih PCT-pogojev in z veliko medsebojnega zaupanja o odgovornem ravnanju udeležencev smo uspešno in brez kakšnih neljubih posledic izvedli lani odpadli tradicionalni pohod po otokih Jadrana. Prvi postanek smo naredili v jutranjih urah v mestu Knin, od koder smo zatem krenili na ogled žal bolj suhega izvira reke Krke (slap Krčič). Zatem smo se odpravili na ogled svetovno znane- ga Roškega slapa na tej reki ter se z ladjico podali do pravoslavne samostana Krka, kjer smo obiskali tamkajšnje katakombe, ogleda pa zaključili s kosilom ob samem slapu. Žal nas je vso pot spremljal presenetljivo nizek vodostaj. Po nastanitvi v Trogirju smo se drugi dan podali na pohod po otoku Čiovo in vrh Rudine osvojili z dveh strani (po daljši in krajši različici), obiskali znano plažo Labadusa in sprali prah v prijetno toplem morju ter si zvečer ogledali stari del mesta Trogir.

Na dan povratka smo si na polotoku Rogoznica ogledali znamenito Zmajev jezero, se po- tem ustavili še na šibeniškem polotoku Solaris in se sprehodili do stare beneške trdnjave sv. Ni- kole, ki brani vhod v pristanišni zaliv, ter ogleda sklenili v Skradinu s kosilom ob reki Krki.



Slika 1: Udeleženci po osvojitvi vrha Rudine.

Program smo, ob izrazih zadovoljstva vseh 45 udeležencev, izvedli v celoti – čestitamo odgovornemu organizatorju Janiju Dottiju.



Slika 2: Še dva utrinka z našega izleta – ob jezercu Zmajevsko oko (Rogoznica).

Izvršni odbor je sicer takoj pristopil k organizaciji še ene dejavnosti, ekskurzije na Goli otok in Grgur z nekdanjim zapornikom gospodom Radovanom Hrastom, ki pa je – ob polno zasedenem avtobusu in navkljub trikrat prestavljenemu terminu – za letos žal odpovedana zaradi neustreznih vremenskih razmer.

Vabljeni predvidoma v pomladi naslednje leto!

Za Ljubljansko geodetsko društvo

Fotografije: Miha Muck, Helena Kokalj, Milan Brajnik

Zapisal: Milan Brajnik, e-naslov: milan.brajnik@gis.si

VODENI OGLED PO MESTNEM SREDIŠČU LJUBLJANE

Covid-19 je žal postal vsakodnevno in največkrat prisotno pogovorno »geslo«, ki se mu ne moremo izogniti niti pri društvenih aktivnostih in seveda niti pri zapisih na to temo v Geodetskem vestniku. V želji po obuditvi članskih srečanj ter s tem osebne izmenjave izkušenj in pogledov, kar v stroki že močno pogrešamo, si izvršni odbor Ljubljanskega geodetskega društva vztrajno prizadeva za uresničitev zastavljenega programa. Grožnja za okužbo s koronavirusom žal ostaja med nami, ob vrsti neznank in z nepredvidljivim razvojem ter dinamiko. Prav zaradi objektivnih omejitev pri ustaljenih in članom že »domačih« aktivnostih, stalno prisotne možnosti odpovedi ali spremembe zastavljenih ciljev in tudi zaradi skrajne možnosti ponovnega popolnega zastoja društvenega dela, člani izvršnega odbora iščemo najvarnejše in s tem zanesljivejše poti za druženje.

Misel o skupnem prehodu po ulicah mesta, v katerem je sedež našega društva, se nekaterim še danes zdi smešna. Tudi sam kot aktualni predsednik društva sem slišal, pravzaprav zavestno preslišal, te posmehljive besede in danes lahko z veseljem ugotovim, da je bila odločitev pravilna in aktivnost uspešno izvedena. Zadovoljni udeleženci smo, navkljub občasno škripajočih, slabo delujočih tehničnih pripomočkah za radijski prenos glasovne razlage, v varni medsebojni razdalji izvedeli veliko novega iz zgodovine našega lepega mesta.



Slika 1: Udeleženci na zbornem mestu pred nekdanjimi srednjeveškimi mestnimi vrati oziroma pod obzidjem.

Izkoriščam priložnost in vsem dvomljivcem toplo priporočam tak »spominsko osvežitveni« voden sprehod, morda pa ga kdaj celo skupaj ponovimo po spremenjeni, bolj obdobjno usmerjeni trasi, kdo ve!? Ne verjamem, da vsi vemo, zakaj nas je udeležence vodič pognal v taktu Radetzkyjeve koračnice in zakaj

bi morali biti temu generalu nekdanje monarhije hvaležni vsi Ljubljančani, od kod izvira ime Cekinovega gradu in kje stoji, od kod izvira tradicija zbiranja in tudi glasnega izražanja mnenj na današnjem Prešernovem trgu, ali s katerega okna je zapeljive poglede delila Primčeva Julija. Bojim se celo, da med geodeti najdemo koga, ki ne ve, kje poiskati obeležje simbolne Geodetske točke povezovanja oziroma tako imenovane univerzalne mestne geodetske točke in zakaj smo ga v okviru Zveze geodetov Slovenije slovesno postavili prav mrzlega decembra 2017!?

Že na zbornem mestu smo bili udeleženci opozorjeni na pregovorno skromnost in varčnost meščanov (in tudi naroda), na sprehodu pa potem večkrat spoznali, s čim se premalo postavljamo v primerjavi s pogostimi navedbami »prvovrstnih«¹ zgodovinskih tujih znamenitosti. Ob pogledu na mednarodno priznано arhitekturno zapuščino dobro znanega arhitekta Plečnika smo se seznanili še z mojstrovinami drugih njegovih stanovskih kolegov. Vodič nas je ob zgodovinski opredelitvi opozarjal na podrobnosti, ki jih ob vsakodnevem hitenju običajno spregledamo. Opozarjal nas je na obseg, umestitev in vpliv nekdanjih objektov oziroma mesta samega, pa seveda je navajal razloge in vrstni red kasnejših ureditev. Danes vsem znana dejstva je predstavil v luči nekdanjega dogajanja oziroma razumevanja in tako še poudaril razloge, veličino in pomembnost tedanjih odločitev kot tudi izstopajočih osebnosti, ki so jih sprejele ali nanje vplivale.



Slika 2: Ob obeležju geodetske točke povezovanja.

V želji, da ne bi z izborom navedb neupravičeno zapostavil katero od teh veličin, se bom omejil zgolj na potešitev radovednosti z odgovori na nekaj v besedilu zastavljenih vprašanj. Maršal Radetzky ni bil le uspešen branitelj avstro-ogrske monarhije pred romansko grožnjo. Častni meščan Ljubljane je postal zaradi ureditve zasebnega parka ob Tivolskem dvoru, ki ga je družbeno odgovorno odprl meščanom za javno uporabo. Park se je raztezal tudi do današnjega Cekinovega gradu (dvora), ki je dobil ime po poslovenjeni izgovorjavi priimka nekdanjih madžarskih lastnikov. Resne proteste na nekdanjem Marijinem trgu pa je sprožila prav postavitve spomenika pesniku Prešernu, po katerem je trg poimenovan danes, predvsem zaradi za tedanje nazore nezaslišano pohujšljive gole muze. Ali je bila ta izdelana z mislijo na »dično gospodično« Primčevo, ni dokazljivo, je pa Primčeva Julija živela v hiši na drugem koncu današnje Stritarjeve ulice nasproti današnje mestne hiše in je na Marijin trg prihajala še po tedaj enojnem (sredinskem) delu današnjega Tromostovja. Člani društva smo na sprehodu obiskali tudi obeležje oziroma univerzalno mestno geodetsko točko, ki je bila na križišču Slovenske in Cankarjeve ceste postavljena 23. decembra 2017 – točno 200 let po tem, ko je avstrijski cesar Franc I. podpisal Zakon o zemljiškem davku, s katerim se je začela sistematična izmera vseh dežel avstrijskega dela nekdanje monarhije. .



Slika 3: Sprehajalci smo bili ves čas pod budnim nadzorom »celinske mornarice«.

Če smo si dominantni grajski kompleks nad mestom med sprehodom ogledovali od daleč, smo potek nekdanjega mestnega obzidja beležili »na terenu«. Od blizu smo preverili trdnost še stoječega nekdanjega stražnega stolpa, ki je bil kasneje vključen v stavbo, zgrajeno na temeljih omenjenega obzidja. Izvedeli smo, kako je bil »recikliran« (večkrat ponovno uporabljen) gradbeni material nekdanjih obrambnih sistemov, pa tudi kasnejših gradenj, katerih dele danes srečujemo in poznamo v novi vlogi, a brez vedenja, da so že služili drugje. Sprehodili smo se po ulici, ki je »varčno« zapolnila prazen prostor na mestu kar dvakrat uporabljenega zaščitnega jarka. Jarek je bil izkopen pred vzhodnim zidom rimske Emone in

kasneje obnovljen na istem mestu pred mestnim obzidjem na zahodni strani srednjeveškega mesta. Ob Gradaščici smo se poklonili nekdanjim pridnim pericam, ki jim je delovno mesto nazadnje projektiral sam mojster Plečnik, ter za zaključek obiskali še najbližje staremu mestnemu jedru odkrito kolišče nekdanjih prebivalcev jezera na območju današnjega Ljubljanskega barja (žal tokrat bobra nismo uzrli, smo pa nutrije, ki so ga uspešno izpodrinile – spomin na ostrozobo ploskorepo žival pa ostaja v Jalnovi knjigi).

Medtem ko smo že utrjeni člani društva brusili pete, si je podmladek izbral udobnejši način spoznavanja ljubljanskih čarov z vodne perspektive. Med osvežitvijo možganskih spominskih zapisov o mestnih znamenitostih so s plovnimi artikli (danes modernim supom sta uspešno konkurirala tradicionalna kanuja) preverili, ali imamo v Ljubljani res največji slovenski otok (društvena osvojitev njegovega vrha nas še čaka!). Za zaključek smo bili udeleženci nagrajeni s prijetnim druženjem, ki je bilo zaradi razmaknjenega omizja ustrezno glasnejše, smo pa si bili edini, da bi takšno srečanje veljalo ponoviti. Dve uri sta zadoščali zgolj za rahlo odstiranje skritih draguljev našega glavnega mesta – nova vprašanja že iščejo odgovore ...

Za Ljubljansko geodetsko društvo

Fotografije: Miha Muck, Gregor Žnidaršič, Milan Brajnik,

Zapisal: Milan Brajnik, e-naslov: milan.brajnik@gis.si

TRADICIONALNI IZLET STAREJŠIH ČLANOV LJUBLJANSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA 30. SEPTEMBRA

Po dveh letih smo se starejši člani Ljubljanskega geodetskega društva zopet zbrali na tradicionalnem izletu, načrtovano je bilo vandranje po Gorenjski, in sicer obisk Tržiča, Begunj in Radovljice. Kot običajno smo se udeleženci ob 8. uri zjutraj dobili na parkirišču na Dolgem mostu v Ljubljani, kjer nas je čakal avtobus. Na pot smo se odpravili točno, še nekaj članic in članov smo pobrali v Vižmarjah. Celotna skupina je štela 22 članov. Ker so še vedno izjemne razmere zaradi covida-19, smo morali upoštevati vsa priporočila NIJZ in pogoje PCT (preboleli, cepljeni, testirani), v zaprtih prostorih in na avtobusu je bila tudi obvezna uporaba zaščitne maske. Pogumni in željni druženja smo se vseeno odločili za izlet.

Ob prihodu v Tržič nas je pričakala lokalna vodnica. Najprej smo si ogledali staro mestno jedro in slišali veliko zgodb o razvoju mesta. Leta 1492 je cesar Friderik III. povzdignil takratni Tržič iz vasi v trg. Od leta 1985 je mesto zavarovano kot kulturni spomenik. V požaru leta 1811 je bilo uničenih več kot dvesto hiš in delavnic. Takrat so ob obnovi izdali poseben predpis, s katerim so uvedli obvezno namestitev kovinskih vrat in polken, ki so postala prava evropska posebnost. Vse stavbe imajo še naslednje skupne značilnosti: portale, okrašene z rozetami z letnico izdelave in začetnicami hišnega gospodarja ter božjim očesom, v katerem je hišna številka, okenske okvirje iz zelenega perasekega kamna, kovane okenske mreže, firbc okno, sušilne odprtine na strehi za sušenje kože, platna, lanu in nogavic, kovane ograje, obcestne kamne opestrnike ter srednjeveški tloris z delavnico, skladiščem in prehodno vežo v pritličju. Najbolj znamenite stavbe so župnijska cerkev Marijinega oznanjenja, Mallyjeva hiša, muzej v Zgornji kajži, Kurnikova hiša, cerkev sv. Jožefa, grad Neuhaus, Devova hiša, Holzapflova hiša in fužina Germovka.

Nadaljevali smo z ogledom skrbno prenovljene Kurnikove hiše, ki je rojstna hiša tržiškega ljudskega

pesnika Vojteha Kurnika (1826–1886), danes pa gosti etnološki muzej. Stoji na levem bregu Tržiške Bistrice v mestnem jedru Tržiča. V pritličju je v ambientni muzejski postavitvi predstavljena bivalna kultura Tržičanov v drugi polovici 19. stoletja in prvi polovici 20. stoletja. Ena od pritličnih sob je namenjena Vojtehu Kurniku in prikazuje njegovo življenje ter literarno delo, v zgornjem nadstropju pa so tri sobe, namenjene občasnim razstavam (predvsem tistim, ki predstavljajo lokalno dediščino). Stavba, s katero upravlja Tržiški muzej, je bila dom več generacij kolarjev in nazadnje šivilje Marije Kurnik (pranečakinje Vojteha Kurnika). Zgrajena je bila ob koncu 18. stoletja, obnovljena pa po požaru, ki je leta 1811 uničil del Tržiča. Zanimivo je tudi, da ima hiša belo in črno kuhinjo, lepo krušno peč, v kateri se peče tržiška flika. Pripravljajo se iz ploskega krušnega testa, ki je bogato premazano s kislo smetano, posoljeno in posuto s kumino, po želji so mu dodani še ocvirki. Nad štedilnikom visi prtiček z zanimivim in poučnim vezanim besedilom: *Kdor pridno dela in lakomen ni, lahko brez vsega bogastva živi*.



Slika 1: Sprehod po starem mestnem jedru Tržiča.

Naša pot se je nadaljevala v Tržiški muzej. Prostore ima v nekdanji Pollakovi barvarni in usnjarni v starem fužinsko-obrtniškem delu Tržiča ob še ohranjenih vodnih rakah. Ustanovljen je bil leta 1955 za predstavitev razvoja obrti in poznejše industrije v tem mestu. Posebno zanimivi so prikazi čevljarstva in obuvanja, izdelave usnja, slavnih tržiških nogavic, izdelave modro tiskanega blaga in smučarske tradicije. Viri kažejo, da je Tržič zibelka sodobnega smučanja. V muzeju imajo celo mizarско mizo ali ponk za izdelavo lesenih smuč. Za razvoj smučarskega muzeja je po mnenju vodnice najbolj zaslužen prof. Jože Rakovec. Po ogledu smo se odpravili z avtobusom v Dolžanovo sotesko, da nas organizatorji izleta pogostijo z res dobrim krofom, ki smo ga lahko zalili z domačimi pijačami.

Pot smo nadaljevali po panoramski cesti pod Dobračo do Begunj. Tu nas je pričakala lokalna turistična vodnica gospa Tina Hiti. Najprej smo krenili na ogled gradu Kamen, danes le še mogočne razvaline na

tesnem grebenu, ki zapira dolino Drage. V 12. stoletju so ga zgradili grofje Ortenburški, kasneje so bili lastniki Celjski grofje, od leta 1436 dalje pa Lambergi. Grofje so grad opustili v 18. stoletju, ko so se preselili v udobnejši Katzenstein v središču vasi. Najstarejši je kvadraten romanski stolp na severozahodnem delu. Kasneje je bil nasproti njega sezidan gotski bivalni palacij s prostori v štirih etažah. V 16. stoletju je bil med njima zgrajen še osrednji renesančni palacij z notranjim dvoriščem. Južno pobočje pod gradom je bilo namenjeno terasastim vrtovom, na spodnjem delu pa je bil kompleks gospodarskih poslopij z mlinom in žago. Zvedeli smo še, da so nekoč tu gojili postarvi. Grad je ruševina tudi zato, ker so starega podrli, da so iz tega materiala gradili cerkev v Begunjah in druge objekte.



Slika 2: Ob zmaju iz petelinjega jajca, ki naj bi bil po legendi odgovoren za nastanek mesta Tržič, je priljubljeno zbirališče za obiskovalce, tudi naša skupina je tu pričakala avtobus, ki nas je odpeljal novim dogodivščinam naproti.



Slika 3: Obiskovalci izleta zvesto poslušamo vodnico Tino Hiti, ki razlaga zgodovino gradu Kamen.

Po ogledu gradu oziroma njegove ruševine smo se odpeljali v središče Begunj in se ustavili pred domačijo Avsenik. Sledil je ogled muzeja Avsenik. Zbirka v prenovljenem muzeju je doživetja pripoved časa, v katerem sta ustvarjala Vilko in Slavko Avsenik. Postavljena je v treh ravneh. Začetni je posvečen Vilku in Slavku Avseniku, sledi grafični prikaz celotne zgodovine ansambla z zgodbami posameznih članov, posebno mesto pa ima skladba Na Golici. Glasbeni in video posnetki so multimedijški – z zasloni na dotik. Na ogled so postavljene prve Avsenikove plošče, še nikoli objavljene fotografije iz zakulisja snemanj in tudi fotografije družine Avsenik. Pomembno mesto zaseda vseh 31 zlatih, dve platinasti in ena diamantna plošča ter državna odlikovanja in odlikovanja iz tujine. Ogledali smo si tudi glasbene instrumente, ki so bili v lasti članov ansambla: dve harmoniki Slavka Avsenika, dve trobenti Franca Koširja, klarineta Vilka Ovsenika in Albina Rudana ter orglice Lea Ponikvarja. Zanimiv je tudi pogled na dolg seznam avtorskih skladb Vilka in Slavka Avsenika. V zgornjem nadstropju smo se sprehodili skozi spominski sobi, posvečeni družini Avsenik skozi čas, z ohranjenim starim pohištvo. V muzejski dvorani smo si ogledali dokumentarni film o razvoju fenomena glasbe Avsenik.

Po obisku muzeja in kratkem odmoru s kavico v Gostilni in restavraciji Avsenik smo se odpravili v Radovljico. Začeli smo z ogledom grajskega parka, ki stoji pred vstopom v staro mestno jedro Radovljice. Je blizu edinega mestnega hotela v Radovljici, Grajskega dvora, ki je stvaritev znanega arhitekta Vurnika. Posebno zanimivi v parku so gabrov dreved in edinstveno oblikovane kovinske svetilke. Grajski park

je ostanek nekdanjega graščinskega baročnega vrta, ki ga je dala urediti rodbina Thurn-Valsassina v 17. in 18. stoletju. Graščinski vrt je bil prvotno povezan z graščino v starem mestnem jedru. Najprej le z lesenim hodnikom, kasneje pa so zgradili nasip, ki je še vedno uporaben. Meščani in okoličani so vrt imenovali Paradiž (limone, pomaranče). V parku lahko vidimo ostanke nekdanjega zidu, ki ga je obdajal, in spomenik padlim v NOB. V vzhodnem delu parka je lipov nasad z obeliski.

Pot smo nadaljevali do Vurnikove hiše nedaleč stran od starega mestnega jedra. Preprosto kmečko hišo krasi kip Marije z detetom v vogalni niši. Kip je kopija originala, ki ga hrani Narodna galerija v Ljubljani, izdelal pa ga je Janez Vurnik mlajši. Ivan Vurnik je z ženo Heleno Kottler Vurnik po vrnitvi iz Ljubljane leta 1957 živel v tej hiši vse do svoje smrti. Na Ivana in Heleno, ki je umrla že nekaj let po prihodu v Radovljico, spominja okrogel mozaik s Kristusovim monogramom na vhodnem portalu. Življenje in delo arhitekta Vurnika je na kratko predstavil kolega udeleženec izleta. Vrtnikova hiša za zdaj ni odprta za javnost. Sledil je obisk starega mestnega jedra. Pri vstopu vanj nas je pričakal poznosrednjeveški obrambni jarek, ki je bil v zadnjih letih obnovljen. Osrednji mestni trg na obeh straneh obdajajo lepo vzdrževane srednjeveške in renesančne meščanske stavbe. Pomembne so naslednje: rojstna hiša Antona Tomaža Linhart, ogled je mogoč le od zunaj, Vidičeva hiša iz leta 1634, Lectarjeva hiša, v kateri je najstarejša radovljiška gostilna, graščina, cerkev sv. Petra, župnišče z renesančnimi in baročnimi freskami na pročelju, Malijeva hiša, Šivčeva hiša, spomenik Josipini Hočevarjevi, ki ga je leta 1908 izklesal domačin Josip Pavlin, in srednjeveški vodnjak, ki so ga odkrili med arheološkimi izkopavanji ob obnovi mestnega jedra in nanj opozarja oznaka v tleh. Zaradi pomanjkanja časa si nam ni uspelo ogledati graščine, v pritličju katere je glasbena šola, v prvem nadstropju pa čebelarški muzej, ki prikazuje dediščino slovenskega čebelarstva. Tu je tudi muzejska predstavitev življenja in dela Antona Tomaža Linhart. V Malijevi hiši je od 18. stoletja obratovala strojarska delavnica. Hišo krasi na stebre oprt pomol nad vhodnimi vrati. Klop med stebri so v preteklosti uporabljali tudi za sramotilni steber. Pročelje na Šivčevi hiši na zunanji strani krasi freska iz 17. stoletja. V stanovanjskem prostoru je poročna dvorana. Spodnja mestna vrata vodijo proti Savi in naprej v Lipniško dolino. Ogled smo sklenili z ogledom cerkve sv. Petra, razstave slikarskih del, ki prikazujejo razvoj Radovljice skozi čas, in spomenika dr. Cenetu Avguštinu, ki ima velike zasluge, da je mestno jedro ohranjeno in obnovljeno ter v njem potekajo kulturne in glasbene prireditve.

Ob koncu obiska Radovljice smo se poslovili od naše izredno prijazne in vsevedne vodnice z željo, da bi nas še kdaj vodila po Gorenjskem. Nadaljevali smo vožnjo do lovskega doma v Mostah pri Žirovnici, kjer smo imeli obilno pozno kosilo in se zadržali v prijetnem kramljanju do večera. V Ljubljano smo se vrnili polni lepih vtisov in veseli, da smo se spet srečali s kolegicami in kolegi. Po prihodu na parkirišče Dolgi most smo se prijazno poslovili z željo, da ostanemo zdravi in da se spet srečamo, tako na Krimu kot na tradicionalnem izletu starejših geodetov.

Vsi udeleženci izleta se iskreno zahvaljujemo organizatorjem za odlično izvedbo. Miloš že nekaj let prepušča organizacijo izletov upokojenih članov LGD-ja našemu mlajšemu kolegu Stanetu Drenšku. Tako mu je zaradi nostalgije, ki jo ima na vojna leta, ta izlet predlagal že lani. Letos je zamisel zaživela in doživeli smo nekaj nepozabnega. Drugo leto zopet na svidenje!

Za Ljubljansko geodetsko društvo:

fotografije: Miloš Šuštaršič

zapisala: Milena in Anton Prosen, e-naslov: milenapros@gmail.com in prosenanton@gmail.com



Celjsko
geodetsko
društvo



4. SKUPNI IZLET PRIMORSKEGA IN CELJSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA, KOČEVSKO IN BELA KRAJINA, SEPTEMBER 2021

Končno! Po dveh letih se le zberemo v naši potujoči knjižnici in po malo zahtevnejši logistiki v Ljubljani pobremo še zadnje bralce. Kar takoj začnemo s prebiranjem kultne knjige 50 odtenkov..., barva se tokrat spreminja od brezbarvne prek rumene do precej temne.

Prvi cilj izleta (če odštejemo aktivno branje) je ogled Bunkerja Škrilj. Do njega nas iz Kočevske Reke, ki je bila štirideset let zaprta za oči javnosti in kjer je veljal samovoljen režim vladanja, odpeljejo pokritih ust (obvezne maske) in zavezanih oči (da ne vidimo, kam nas peljejo). Bunker je dolgo veljal za eno največjih državnih skrivnosti in je odprl vrata javnosti šele pred nekaj leti, da si lahko obiskovalci ogledajo prostore, ki so dolga leta burili domišljijo. Zgraditi ga je dal tedanji predsednik Tito v dobi grožnje s hladno vojno med Jugoslavijo in Rusijo, in objekt je ohranjen v skoraj enakem stanju kot pred sedemdesetimi leti. Osemdeset metrov pod površjem, petsto metrov hodnikov in šest podzemnih sob z lastnim vodnim zajetjem in dvema generatorjema za proizvodnjo električne energije bi omogočil bivanje ob morebitnem atomskem napadu, v njem pa bi brez zunanje pomoči lahko preživel tudi do sto dni. Namenjen je bil za telekomunikacijo bunkerja Gotenica. Globoko pod zemljo bi vrvelo in dobra dva ducata ljudi bi v treh izmenah skrbela, da bi bilo slovensko politično vodstvo, ki bi prebivalo kakšnih deset kilometrov stran, seznanjeno z vsem, kar bi moralo vedeti. Na srečo ni nikoli služil svojemu namenu.



Sliki 1 in 2: Utrinki s skupnega izleta Primorskega in Celjskega geodetskega društva.

Mešanih občutkov se odpeljemo iz mračne polpreteklosti proti reki Kolpi. Šofer Branko mojstrsko zvozi ozke ovinke do gostišča Madronič v Prelesju. Tu se nam pridruži lokalni vodič Peter, čisto slučajno po stroki – geodet. Tako lahko vsi skupaj preidemo na bolj strokovno literaturo. Postrežejo nam odlične postrvi, pripravljene na tradicionalni domači način, nato pa že hitimo na rafting. Zapeljejo nas skoraj do Spodnje Bilpe, posedemo po čolnih in odveslamo po »divjih« vodah te najtoplejše slovenske reke.

Danes sicer temperatura vode ni prav visoka, a nas to ne ovira pri kopanju in izvajanju drugih vragolij.

Kar težko se poslovimo od prelepe kolpske doline in se s precejšnjo zamudo pripeljemo v Metliko. Po nastanitvi v hotel Bela krajina že hitimo do Hiše vin Pečarič, kjer nas sprejmeta Polona in Martin. Polona je bila nedolgo nazaj še učiteljica slovenščine, njena pesniška, romantična duša se lepo dopolnjuje z Martinovim znanjem pridelovanja vrhunskih vin. Kar nekaj jih poskusimo, skupaj s Poloninimi zgodbami, domačimi narezki in pogačo nas kar ponesejo po Beli krajini. Za nameček domača muzikanta že uglašujeta harmoniko in kontrabas. Večer se ob veselih melodijah tako raztegne v noč in že krepko proti jutru.

Nedeljsko jutro večina začne z otroško in mladinsko literaturo, a kaj hitro smo na resnejši prozi na avtobusu. Vožnja do vasice Griblje namreč ni prav dolga. Tu nas čaka traktor z vpreženim vozom. Odpelje nas čez vas in polja do črede belokranjskih in solčavskih pramenk, med katerimi izstopa zvezda »večera«, ovca Silvija. Pod budnim očesom »magistra znanosti ovčjih ved« bomo v naslednjih urah spoznavali Belo krajino in način življenja ovac ter tekmovali v zabavnih igrah. Najprej nas povsem neprimerno napravljene mestne ljudi preoblečejo v kmečko opravo (halje, klobuke, škornje), razdelijo v skupine in tekma se lahko začne. Očitno sama obleka še ne naredi pastirja, saj se nam ovce po kaki uri razbežijo na sosednji pašnik. Nam pa ostanejo le še teoretična vprašanja o njihovem poznavanju in oglašanju. Oboroženi z ogromno novega znanja za konec za vsak slučaj vseeno pokukamo še v domačo knjižnico.



Sliki 3 in 4: Udeleženci potovanja po Beli krajini.

Pa ne za dolgo, urnik je natrpan in čaka nas kosilo. Privoščimo si ga na turistični kmetiji Matkovič v Gornji Lokvici. Gospa nas sprejme v tradicionalni beli belokranjski noši in s pogačo. Tudi ona z zanosom pove nekaj besed o prelepi Beli krajini. Po kosilu si še ne privoščimo počitka, pred nami je najtežja preizkušnja tega vikenda. Šola. Pa ne šola kar tako, temveč šola Bistra buča v Radovici. Pod strogim vodstvom učitelja Jožeta Matekoviča se v idilični hiši preselimo v leto 1957. Na izjemno hudomušen in zabaven način se še dodatno spoznamo z Belo krajino, njeno zgodovino in pomembnimi osebami. Gromkega smeha ni ne konca ne kraja in spričevalo, ki ga prejmemo ob koncu, je opozorilo, da bo treba razred ponavljati! Z največjim veseljem!

Šola je nastala kot ideja Tonija Gašperiča, znamenitega belokranjskega humorista, pisca, kulturnega delavca in človeka, ki je na območju Bele krajine zaslužen za mnogo inovativnih idej.

Po obnavljanju naučene snovi v šolski knjižnici se odpeljemo na ogled geodetske točke 0. reda v Priložje. To je ena od šestih točk državne geodetske mreže, postavljene med letoma 2013 in 2016, ki so

približno enakomerno razporejene po celotnem ozemlju Slovenije. Mreža povezuje in nadgrajuje doslej najvišje redove terestične, nivelmanske in gravimetrične mreže. Točko sestavlja dvometrski steber, ki stoji na temeljni plošči, povezani s trdno podlago in zasuti z zemljo. Na vrhu stebra sta nameščeni dve GNSS-anteni za sprejem satelitskih signalov, v omarici v notranjosti so merilni instrumenti, ob vznožju stebra pa so stabilizirane še štiri točke, vključno z referenčno višinsko točko (reperjem) za nivelmansko izmero in meritve težnega pospeška.



Slika 5: Pred staro šolo v Radovici.

Navdušeni nad vsem osvojenim znanjem se snidemo v domači potujoči knjižnici in pričnemo z vračanjem proti domu. Žal nas večerni mrak prikrajša še za zadnje presenečenje – obisk koruznega labirinta ob poti, a se zato ne poslovimo nič manj navdušeni.

Zahvala vsem udeležencem, vodički Sandri in šoferju Branku za veliko dobre volje, turistični agenciji Ideja turizem iz Sežane za potrpljenje in trud, da smo kljub skromni udeležbi izpeljali ekskurzijo, in lokalni agenciji Bravina, da ste nam Belo krajino naredili nepozabno!

*Za Primorsko geodetsko društvo in Celjsko geodetsko društvo:
fotografije: iz arhiva udeležencev strokovne ekskurzije
zapisala: Mojca Krivec, »uradna dopisnica« s skupnih izletov PGD in CGD*

IN MEMORIAM STANETU CERARJU V SLOVO



1962–2021

Mnogo prezgodaj nas je zapustil naš direktor, sodelavec in kolega Stane Cerar. Da bi opisali, kakšen je bil in kaj je poosebljal, bi potrebovali celo množico presežnikov, ki bi jih težko strnili. Lahko bi se izrazili, da je bil Stane med geodeti pravi gentleman, človek stare šole. Imel je spoštljiv odnos do vseh, starih in mladih, prijaznih in nadutih, do partnerjev in tudi konkurentov. Vedno je poudarjal, da je treba mlade vzpodbujati in motivirati, starejše pa spoštovati in se po njih zgledovati. Odlikovala ga je lastnost, da je s svojo mirnostjo in pragmatičnostjo znal ljudi povezovati in ne razdvajati.

Njegova strokovna pot se je začela s študijem geodezije na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. Po opravljeni diplomski se je zaposlil na Geodetskem zavodu Slovenije, kjer je že od samega začetka kazal velik strokovni potencial. Kot vsak začetnik je bil tudi Stane najprej deležen dela na terenu in opravljanja geodetskih meritev. Kmalu je napredoval na Inštitut Geodetskega zavoda, kjer se je veliko posvečal programiranju in razvoju programov za geodetska računanja. Bil je med pionirji pri digitalizaciji geodetskih podatkov, razvil je programsko opremo za nastavev topografske baze Ljubljane, geodetskim upravam v Sloveniji in na Hrvaškem pa je pomagal pri začetku digitalizacije zemljiškokatastrskih načrtov.

Leta 2007, ko je bil Geodetski zavod Slovenije prodan, je moral Stane in še nekaj njegovih kolegov obrniti nov list v svojem življenju. Ustanovili so Geodetsko družbo, ki jo je sestavljala pisana skupina mlajših in starejših ter nadobudnih in zagnanih geodetov. Najbolj zagnan med njimi je bil ravno Stane, saj je bil alfa in omega vsega, kar je nastajalo na novo. Bil je prisoten v vseh porah podjetja in je večino svojega časa preživel ravno tam, med nami.

Za Staneta služba ni bila zgolj služba, ampak nekaj, pri čemer lahko pokaže svoje znanje, strokovnost, svojo predanost, kreativnost, svojo nesebičnost. Vedno nam je govoril, da že pridobljeno znanje ni dovolj,

temveč da je treba neprestano iskati širino v razmišljanju in znanju, imeti pred seboj napredek in razvoj, zato nam je v podjetju rad omogočil dodatna izobraževanja. Težave zanj niso bile težave, temveč izzivi, da se najdejo primerne rešitve. Vedno mu je bila na prvem mestu strokovnost in kakovost, pa četudi na račun manjšega zaslužka. Zaradi vsega navedenega je bil prav posebej ponosen na plod lastnega znanja in razvoja Geodetske družbe, to je geodetski program GeoPro.

Vsi, ki smo bili deležni Stanetove prisotnosti, smo se od njega lahko veliko naučili. Kadar smo bili negotovi in v dilemi, je bil Stane naš angel varuh, saj nas je znal opogumiti, nas motivirati in pravilno usmeriti. Sedaj pa je prišel čas, da tudi Stane dobi pomoč svojega angela varuha, ki ga bo za vedno spremljal in čuval.

Dragi Stane, hvala ti za vse. Počivaj v miru.

Vsi tvoji sodelavci iz Geodetske družbe

DIPLOME IN MAGISTERIJI NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 8. 2021 DO 31. 10. 2021

MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM DRUGE STOPNJE GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA

Zvonimir Bano	Sanacija geodetske mreže v Luki Koper
Mentor:	izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Somentor:	doc. dr. Oskar Sterle
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=132387
Žan Belšak	Primerjalna analiza vrednotenja stavbnih zemljišč po zakonih o množičnem vrednotenju nepremičnin iz leta 2006 in leta 2017
Mentorica:	izr. prof. dr. Maruška Šubic Kovač
Somentor:	mag. Tomaž Černe
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=132385
Lucija Dragovan	Analiza uporabnosti termografije v arheologiji
Mentor:	prof. dr. Krištof Oštir
Somentor:	doc. dr. Žiga Kokalj
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130582
Tomaž Gnidovec	Vzratno inženirstvo na primeru tradicionalnega slovenskega plovila Batela
Mentor:	doc. dr. Tilen Urbančič
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=128880
Veronika Grabovec	3D modeliranje samostana Jurklošter iz fotogrametričnega oblaka točk
Mentor:	doc. dr. Dejan Grigillo
Somentor:	doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130862
Anže Gracar	Določitev debeline snežne odeje letalnice v Planici na osnovi primerjave fotogrametričnih 3D modelov
Mentor:	doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski
Somentorica:	asist. Neža Ema Komel
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130861

Jan Jež	Funkcionalne regije srednješolskega izobraževanja v Sloveniji
Mentor:	doc. dr. Samo Drobne
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=131138
Nataša Jožef	Študija možnosti evidentiranja služnostne pravice v katastru nepremičnin
Mentorica:	izr. prof. dr. Anka Lisec
Somentor:	viš. pred. dr. Miran Ferlan
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=131141
Anja Kržan	Analiza možnosti uvedbe 3D-katastra v Sloveniji z vidika 3D-modeliranja stavb
Mentorica:	izr. prof. dr. Anka Lisec
Somentor:	asist. dr. Jernej Tekavec
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=131512
Žiga Maroh	Metode vizualizacije digitalnega modela reliefa z uporabo ArcGIS Pro rastrskih funkcij
Mentor:	prof. dr. Krištof Oštir
Somentorja:	doc. dr. Žiga Kokalj, mag. Guenter Doerffel
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=132382
Aljaž Peklaj	Celosten postopek izdelave georeferenciranega oblaka točk Velike dvorane Županove jame
Mentor:	doc. dr. Aleš Marjetič
Somentorja:	doc. dr. Dejan Grigillo, doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=130860
Blaž Petovar	Primerjava različnih modelov geoida na območju Slovenije
Mentor:	doc. dr. Miran Kuhar
Somentorja:	doc. dr. Božo Koler, asist. Klemen Ritlop
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=130260
Luka Pretnar	Lasersko skeniranje industrijskega objekta
Mentor:	izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Somentor:	asist. dr. Klemen Gregar
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=132389
David Purić	Kontrola vodil sedežnice v NC Planica
Mentor:	doc. dr. Tilen Urbančič
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=130261

Anja Šinkovec	Analiza kakovosti direktnega georeferenciranja daljinsko vodenega letalnika z metodama RTK in PPK
Mentorica:	doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
Somentor:	doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=131125

Filip Viler	Vzpostavitev sistema za neposredno georeferenciranje daljinsko vodenega letalnika
Mentor:	prof. dr. Bojan Stopar
Somentorica:	doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=129074

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE GEODEZIJA IN GEOINFORMATIKA

Sebastjan Bohinec Klasična izmera kontrolne mreže točk na ljubljanskem avtosejmu

Mentor:	izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Somentor:	izr. prof. dr. Dušan Kogoj
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=131144

Nina Črnigoj	Analiza višin planinsko zanimivih vrhov in drugih značilnih točk v Sloveniji
Mentor:	doc. dr. Dušan Petrovič
Somentorja:	doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren, Andrej Stritar
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=130469

Andraž Furlan	Tehnični, pravni in finančni vidiki uporabe daljinsko vodenih letalnikov za namene geodetske dejavnosti
Mentor:	doc. dr. Dejan Grigillo
Somentor:	doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=131516

Juš Gašparič	Projekt izdelave karte pohodniške poti po Kamniški Bistrici
Mentor:	doc. dr. Dušan Petrovič
Somentorja:	doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski, Grega Ugovšek
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=130314

Selviedina Hušidić	Uporaba Helmertove transformacije v ravnini v geodetski izmeri
Mentor:	doc. dr. Miran Kuhar

Somentor:	asist. Klemen Ritlop
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131515
Žiga Kobale	Določitev višinske transformacijske ploskve na izbranih območjih Slovenije
Mentor:	doc. dr. Božo Koler
Somentor:	doc. dr. Tilén Urbančič
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131513
Sanja Kodrin	Predlog prostorskega razvoja podeželskega naselja
Mentorica:	doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek
Somentor:	asist. dr. Gašper Mrak
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131443
Tinkara Langus	Vpliv sestave fotogrametričnega bloka na točnost aerotriangulacije
Mentor:	doc. dr. Dejan Grigillo
Somentorica	doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131131
Marta Lipoglavšek	Izdelava kart igrišča Golf Grad Otočec
Mentor:	doc. dr. Dušan Petrovič
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131684
Veljko Miljković	Izmera veslaške proge na Bledu
Mentor:	izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Somentorica:	doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131135
Gašper Oder	Pregled tehnologij in zasnova samovozečega avtomobila
Mentor:	prof. dr. Krištof Oštir
Somentor:	asist. dr. Jernej Tekavec
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130865
Nika Struna	Izmera kretniške zveze kretnic številka 8 in 9 na železniški postaji Breg
Mentor:	doc. dr. Božo Koler
Somentor:	doc. dr. Tilén Urbančič
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130863
Ida Šelih	Kontrola stabilnosti geodetske mreže na Letalnici bratov Gorišek

Mentor: doc. dr. Božo Koler
 Somentor: doc. dr. Tilen Urbančič
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131143>

Matej Vesel Uporaba satelitskih sistemov GPS, GLONASS, Galileo in Beidou v geodetski izmeri
 Mentor: prof. dr. Bojan Stopar
 Somentor: doc. dr. Oskar Sterle
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131514>

Adna Vukalić Izdelava turistične karte jezera Jasna in okolice
 Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič
 Somentor: doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130470>

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN

Andraž Erčulj Določanje nihanja gladine Bohinjskega jezera
 Mentor: izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
 Somentor: doc. dr. Aleš Marjetič
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=130864>

Veronika Lavrič Upoštevanje starih katastrskih elaboratov ob katastrski izmeri
 Mentor: viš. pred. dr. Miran Ferlan
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131137>

Rok Maver Pregled stanja točk državnih trigonometričnih mrež na območju Žužemberka
 Mentor: izr. prof. dr. Dušan Kogoj
 Somentorica: doc. dr. Mihaela Triglav Čekada
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=131145>

Katjuša Potočnik Vpliv epidemije covid-19 na trg stanovanjskih nepremičnin v Gorenjski statistični regiji
 Mentorica: izr. prof. dr. Maruška Šubic Kovač
 URL: <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=129905>

Nejc Slemenšek	Problem bočne refrakcije v predoru
Mentor:	izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Somentor:	asist. Gašper Štebe
URL:	https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=129005

*Vir: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL FGG
Za študijski referat: Teja Japelj*

Vabljeni na jubilejni

50. GEODETski

DAN Celje, 2022





30 let

40 mio parcel v produkciji

4 države

30 years

40 mil cadastral parcels in production

4 countries

Upravljamo s prostorom SKUPAJ

Let's manage e-spatially TOGETHER

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



Si študent/ka UL FGG, absolvent/ka ali pa si že diplomiral/a? Pridruži se Alumni klubu FGG, ki predstavlja strokovno in družabno stičišče generacij, ki so uspešno zaključile študij na UL FGG. Hkrati, ko boš član/ica Alumni kluba FGG, boš tudi del široke mreže vseh alumnov UL.

alumni za študente

**Postani mentor.
Deli svojo izkušnjo.**

alumniUL

 Univerza v Ljubljani



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo
in geodezijo

Alumni klub FGG





Vesele praznike in
srečno novo leto 2022

Merry Christmas
and a Happy New Year 2022



GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

tel.: 01 200 29 00, e-pošta: info@gis.si

medmrežje: www.gis.si



LJUBLJANSKO GEODETSKO DRUŠTVO

Dragi kolegi,

ob zaključku drugega leta nove realnosti, vam vsem želimo vesele praznike, osebnega zadovoljstva, dobro zdravje in veliko stanovskega druženja v letu 2022.

Navkljub omejitvam zaradi slabe zdravstvene situacije, smo v letu, ki se počasi zaključuje, uspeli organizirati večino v programu društva zastavljenih aktivnosti. Nekatere so bile izvedene v nekoliko okrnjeni, prilagojeni obliki - veselimo se, da ste se vseeno odzvali v tako velikem številu. Sledi še zaključna: o načinu prevzema tradicionalnega društvenega koledarja, ki nas bo spominjal na stanovsko pripadnost tudi v letu 2022, boste člani v teh decembrskih dneh obveščeni po običajnih poteh društvenega obveščanja.

Preostane nam samo še želja po skorajšnjem srečanju – spremljajte objave društva!

Za izvršni odbor Ljubljanskega geodetskega društva
Milan Brajnik, predsednik

www.lgd.si





Želimo vam prijetne praznike ter 365 srečnih, zdravih in uspešnih dni v letu 2022.





DRUŠTVO GEODETOV



SEVEROVZHODNE SLOVENIJE

*Življenje je potovanje, za katerega nihče ne dobi zemljevida.
Vsakdo potuje po svoje in si sproti riše zemljevid.
Vsaka risba je nov smerokaz za vse, ki hodimo po čudovitih
poteh življenja.*

Leto 2022 naj bo pot dobre volje, ljubezni in zdravja.

Srečen Božič in Novo leto 2022!

Srečno 2022!





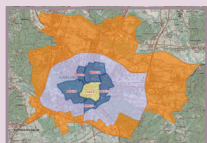


Geodetski vestnik je odprtodostopna revija, ki izhaja štirikrat letno v tiskani in spletni različici. V *Geodetskem vestniku* objavljamo recenzirane znanstvene in strokovne članke, pregledne članke, strokovne razprave ter druga podobna dela s področij geodezije, geodetske izmere, daljinskega zaznavanja, 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.

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.

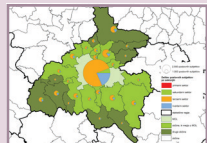
More information about the journal and instructions for authors is available at www.geodetski-vestnik.com.



GEODETSKI VESTNIK

ISSN 0351-0271 | EISSN 1581-1328 |

| letn./Vol. 65 | št./No. 4 | str./pp. 501–704 |



RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

Melita Ulbl, Andraž Muhič

UPORABA SREDNJIH MER ZA POJASNJEVANJE CEN NA TRGU NEPREMIČNIN
THE USE OF MEAN VALUES FOR REPORTING REAL ESTATE PRICES

Gregor Čok, Samo Drobne, Gašper Mrak, Mojca Foški, Alma Zavodnik Lamovšek

VPLIV CENTRALIZACIJE DELOVNIH MEST IN POSLOVNIH SUBJEKTOV NA PROSTORSKI RAZVOJ
THE IMPACT OF THE CENTRALISATION OF WORKPLACES AND BUSINESS ENTITIES ON SPATIAL DEVELOPMENT



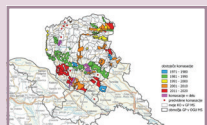
Simon Šanca, Kristof Oštir, Alen Mangafić

ZAZNAVANJE STAVB Z UPORABO NEVRONSKIH MREŽ, UČENIH S PRENOSOM ZNANJA
BUILDING DETECTION WITH CONVOLUTIONAL NETWORKS TRAINED WITH TRANSFER LEARNING



Robert Klinc, Uroš Jotanović, Klemen Kregar

OBLAKI TOČK ZA UPORABO V INFORMACIJSKIH MODELIH GRADENJ (BIM)
POINT CLOUDS FOR USE IN BUILDING INFORMATION MODELS (BIM)



ISSN 0351-0271



9 770351 027001

Dostopno na | available at: <http://www.geodetski-vestnik.com>