

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

G EODETSKI

2014

V E S T N I K

ISSN 0351-0271

Letn. 58 | št. 2

Vol. 58 | No. 2





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

Indeksiran in povzet je tudi v naslednjih bibliografskih zbirkah:

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

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

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

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

Indexed and abstracted is also in those bibliographic data bases:

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

Geodetski vestnik is partly subsidized by the Slovenian Research Agency.

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

GEODETSKI VESTNIK

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



Letnik 58, št. 2, str. 219–440, Ljubljana, junij 2014. Izidejo štiri številke na leto. Naklada te številke: 1200 izvodov.

Barvna različica je prosto dostopna na spletnem naslovu: <http://www.geodetski-vestnik.com>.

IZDAJATELJ

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

E-naslov: info@geodetski-vestnik.com

MEDNARODNI UREDNIŠKI ODBOR

Dr. Ivan Aleksić (Beograd, Srbija)

Dr. Branislav Bajat (Beograd, Srbija)

Dr. Tomislav Bašić (Zagreb, Hrvaška)

Dr. Øystein Jakob Bjerva (Ås, Norveška)

Dr. Giuseppe Borruso (Trst, Italija)

Dr. Rafaella Cefalo (Trst, Italija)

Dr. Urška Demšar (St Andrews, Velika Britanija)

Dr. Henrik Harder (Aalborg, Danska)

Dr. Thomas Kalbro (Stockholm, Švedska)

Dr. Reinfried Mansberger (Dunaj, Avstrija)

Leiv Bjarte Mjøs (Bergen, Norveška)

Dr. Gerhard Navratil (Dunaj, Avstrija)

Dr. Andrea Pödör (Székesfehérvár, Madžarska)

Dr. Alenka Poplin (Hamburg, Nemčija)

Dr. Anton Prosen (Ljubljana, Slovenija)

Dr. Miodrag Roić (Zagreb, Hrvaška)

Dr. Balázs Székely (Dunaj, Avstrija)

Dr. Joc Triglav (Murska Sobota, Slovenija)

Dr. Arvo Vitikainen (Aalto, Finska)

Dr. John Weber (Michigan, ZDA)

Dr. Klemen Zakšek (Hamburg, Nemčija)

IZDAJATELJSKI SVET

Mag. Blaž Mozetič, *predsednik Zveze geodetov Slovenije*

Mag. Erna Flogie Dolinar, *generalna sekretarka Zveze geodetov Slovenije*

Dr. Anka Lisec, *glavna in dogovorna urednica*

Sandi Berk, *urejanje rubrike Strokovne razprave*

Erik Karbič, *urejanje rubrike Društvene dejavnosti*

Mag. Mojca Foški, *tehnično urejanje in oblikovanje*

TEHNIČNO UREJANJE IN OBLIKOVANJE

Mag. Mojca Foški, *e-naslov: mojca.foski@fgg.uni-lj.si*

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

LEKTORIRANJE Manica Baša

GLAVNA IN ODGOVORNA UREDNICA

Dr. Anka Lisec

Tel.: +386 1 4768 560

E-naslov: urednik@geodetski-vestnik.com

PODROČNI IN PODPODROČNI UREDNIKI

Dr. Bojan Stopar, *področni urednik za geodezijo*

Dr. Radoš Šumrada, *področni urednik za geoinformatiko*

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

Dr. Alma Zavodnik Lamovšek, *področna urednica za načrtovanje in urejanje prostora*

Tomaž Petek, *upravno področje (GURS)*

Miran Brumec

Dr. Marjan Čeh

Mag. Samo Drobne

Mag. Erna Flogie Dolinar

Dr. Dušan Kogoj

Dr. Božo Koler

Dr. Mojca Kosmatin Fras

Dr. Miran Kuhar

Dr. Dušan Petrovič

Dr. Dalibor Radovan

Dr. Maruška Šubic Kovač

UREJANJE SPLETNIH STRANI

Dr. Klemen Kozmus Trajkovski, *e-naslov: web@geodetski-vestnik.com*

DOKUMENTACIJSKA OBDELAVA Mag. Teja Koler Povh

TISK Geodetski inštitut Slovenije

DISTRIBUCIJA Janez Goršič

TRŽENJE (OGLASNO TRŽENJE)

Zveza geodetov Slovenije

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

E-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

GEODETSKI VESTNIK

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



Vol. 58, No. 2, pp. 219–440, Ljubljana, Slovenia, June 2014. Issued four times a year. Circulation: 1,200 copies.
Free on-line access to the colour version at <http://www.geodetski-vestnik.com>.

PUBLISHER

Association of Surveyors of Slovenia
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
E-mail: info@geodetski-vestnik.com

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Ivan Aleksić, Ph.D. (Belgrade, Serbia)
Branislav Bajat, Ph.D. (Belgrade, Serbia)
Tomislav Bašić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)
Øystein Jakob Bjerva, Ph.D. (Ås, Norway)
Giuseppe Borruso, Ph.D. (Trieste, Italy)
Rafaella Cefalo, Ph.D. (Trieste, Italy)
Urška Demšar, Ph.D. (St. Andrews, Great Britain)
Henrik Harder, Ph.D. (Aalborg, Denmark)
Thomas Kalbro, Ph.D. (Stockholm, Sweden)
Reinfried Mansberger, Ph.D. (Vienna, Austria)
Leiv Bjarte Mjøs (Bergen, Norway)
Gerhard Navratil, Ph.D. (Vienna, Austria)
Alenka Poplin, Ph.D. (Hamburg, Germany)
Andrea Pődör, Ph.D. (Székesfehérvár, Hungary)
Anton Prosen, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)
Miodrag Roić, Ph.D. (Zagreb, Croatia)
Balázs Székely, Ph.D. (Vienna, Austria)
Joc Triglav, Ph.D. (Murska Sobota, Slovenia)
Arvo Vitikainen, Ph.D. (Aalto, Finland)
John Weber, Ph.D. (Michigan, USA)
Klemen Zakšek, Ph.D. (Hamburg, Germany)

PUBLISHING COUNCIL

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

TECHNICAL EDITOR AND DESIGN

Mojca Foški, M.Sc., e-mail: mojca.foski@fgg.uni-lj.si
Barbara Trobec, e-mail: barbara.trobec@fgg.uni-lj.si

PROOFREADING Manica Baša

EDITOR-IN-CHIEF

Anka Lisec, Ph.D. (Ljubljana, Slovenia)
Phone: +386 1 4768 560
E-mail: editor@geodetski-vestnik.com

FIELD AND SUB-FIELD EDITORS

Bojan Stopar, Ph.D., *field editor for Geodesy*
Radoš Šumrada, Ph.D., *field editor for Geoinformatics*
Božena Lipej, Ph.D., *field editor for Real Estate Management and Evidencing*
Alma Zavodnik Lamovšek, Ph.D., *field editor for Spatial Planning*
Tomaž Petek, *Administrative Field (SMA)*
Miran Brumec
Marjan Čeh, Ph.D.
Samo Drobne, M.Sc.
Erna Flogie Dolinar, M.Sc.
Dušan Kogoj, Ph.D.
Božo Koler, Ph.D.
Mojca Kosmatin Fras, Ph.D.
Miran Kuhar, Ph.D.
Dušan Petrovič, Ph.D.
Dalibor Radovan, Ph.D.
Maruška Šubic Kovač, Ph.D.

WEB PAGE EDITING

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

DOCUMENTATION PROCESSING Teja Koler Povh, M.Sc.

PRINT Geodetski inštitut Slovenije

DISTRIBUTION Janez Goršič

MARKETING (ADVERTISING)

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

VSEBINA CONTENTS

UVODNIK | EDITORIAL

<i>Anka Lisec</i> »TILLIT« (ZAUPANJE)	227
<i>Blaž Mozetič</i> MOČ ARGUMENTA ALI ARGUMENT MOČI?	229

RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

<i>Klemen Kregar, Mitja Lakner, Dušan Kogoj</i> ROTACIJA Z ENOTSKIM KVATERNIONOM ROTATION WITH UNIT QUATERNION	231
<i>Aleš Marjetič, Klemen Kregar, Dušan Kogoj</i> GEODETSKO MERJENJE DOLŽIN V ATLETIKI GEODETTIC MEASUREMENT OF DISTANCES IN ATHLETICS	243
<i>Bernarda Bevc Šekoranja, Andrej Pogačnik</i> ANALIZA ZAVAROVANIH OBMOČIJ NARAVE NA SVETOVNI RAVNI TER PRIMERJAVA Z EVROPO IN SLOVENIJO ANALYSIS OF PROTECTED AREAS OF NATURE ON THE GLOBAL LEVEL AND A COMPARISON TO EUROPE AND SLOVENIA	254
<i>Mihaela Triglav Čekada, Matija Zorn, Renato R. Colucci</i> POVRŠINA KANINSKIH IN TRIGLAVSKEGA LEDENIKA OD LETA 1893, DOLOČENA NA PODLAGI ARHIVSKIH POSNETKOV TER AEROLASERSKIH PODATKOV CHANGES IN THE AREA OF THE CANIN (ITALY) AND TRIGLAV GLACIERS (SLOVENIA) SINCE 1893 BASED ON ARCHIVE IMAGES AND AERIAL LASER SCANNING	274
<i>Miroslav Kuburić, Miloš Kopic, Bojan Matić</i> SODOBNE METODE PROSTORSKEGA PRIDOBIVANJA PODATKOV – POT K VZPOSTAVITVI E-UPRAVE CONTEMPORARY METHODS OF SPATIAL DATA ACQUISITION – THE ROAD TO "E-GOVERNMENT"	314
<i>Željko Vukelić, Milivoj Vulić</i> OCENA IN NATANČNOST OCENE 3D-POLOŽAJA TOČK V VRTINI EVALUATION OF 3D POSITIONS AND THE POSITIONAL ACCURACY OF POINTS WITHIN A BOREHOLE	327

STROKOVNE RAZPRAVE | PROFESSIONAL DISCUSSIONS

<i>Joc Triglav</i> KDO JE TO NARRREDIL? EEE ... ŠVICARJI. WHO HAS DONE ZIS? EH ... THE SWISS".	342
--	-----

<i>Borut Pegan Žvokelj, Vasja Bric, Mihaela Triglav Čekada</i> LASERSKO SKENIRANJE SLOVENIJE LASER SCANNING IN SLOVENIA	349
<i>Matevž Domajnko</i> MOČ 3D-GEOVIZUALIZACIJE THE POWER OF 3D GEOVISUALISATION	352
<i>Jurij Režek</i> NOVI GEODETSKI ZAKON THE NEW GEODETIC LAW	358
<i>Boštjan Pucelj</i> NI VAŽNU KUK STANE. VAŽNU JE, DA SE ŠPARA ... IT DOESN'T MATTER HOW MUCH IT COSTS. ALL THAT COUNTS IS SAVING ...	367
<i>Stane Lunder</i> ZEMLJIŠKI KATASTER – SPOMINI S TERENA II LAND CADASTRE – MEMORIES FROM FIELD WORK II	369

NOVICE | NEWS

<i>Tėja Japelj</i> SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG, OD 1. 2. 2014 DO 30. 4. 2014	375
<i>Damjan Kvas, Martina Vošnjak</i> 31. STROKOVNO SREČANJE GEODETSKIH UPRAV DRŽAV NASLEDNIC AVSTRO-OGRSKE MONARHIJE, LEDNICE, ČEŠKA REPUBLIKA, 28.–30. MAJ 2014	379
<i>Nikolaj Šarlah</i> V. HRVAŠKI KONGRES O KATASTRU	381
<i>Nikolaj Šarlah, Katja Mobar Bastar</i> MIPRO 2014 – 37. MEDNARODNO SREČANJE O INFORMACIJSKI IN KOMUNIKACIJSKI TEHNOLOGIJI, ELEKTRONIKI IN MIKROELEKTRONIKI	383
<i>Aleš Lazar, Klemen Kregar</i> GEO & IT NOVICE	385

DRUŠTVENE DEJAVNOSTI | ACTIVITIES OF THE PROFESSIONAL SOCIETY

<i>Erna Flogie Dolinar</i> SLAVNOSTNA AKADEMIJA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE	392
<i>Erna Flogie Dolinar</i> PLAKETA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE ZA ŽIVLJENJSKO DELO DR. ANTONU PROSENU	396
<i>Anton Prosen</i> ZAHVALA	399
<i>Simona Čeb</i> POROČILO Z 42. GEODETSKEGA DNE: PREUREJANJE ZEMLJIŠČ KOT IZZIV ZA RAZVOJ GEODETSKEGA INŽENIRSTVA	400
<i>Alenka Mlinar, Andrej Mesner</i> SKUPŠČINA GOSPODARSKEGA INTERESNEGA ZDRUŽENJA GEODETSKIH IZVAJALCEV 2014	405
<i>Peter Golob</i> PO USTALJENIH TIRIH NAPREJ! OBČNI ZBOR LJUBLJANSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA 2014	408
<i>Gregor Klemenčič</i> STROKOVNA EKSURZIJA IN ZBOR ČLANOV DOLENJSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA	412
<i>Boštjan Pucelj</i> TAKSE PROSTO	414
<i>Grega Šoič</i> OKROGLA MIZA DŠGS: BREZPILOTNI LETALNIKI	415

<i>Lija Šušteršič, Simona Čeb</i> 11. VSESLOVENSKI TURNIR V MALEM NOGOMETU IN ODBOJKI NA MIVKI	417
<i>Peter Golob</i> 2. GEODETSKI TURNIR V BOWLINGU 2014!	419
<i>Irena Rojko</i> PRIHODNOST GEODEZIJE ALI KAKO BREZPLAČNO NA KONGRES FIG	421
<i>Anja Slapničar</i> MOJE PRVO SREČANJE Z GEODETSKIM INSTRUMENTOM	422
PROFESOR BRANKO MAKAROVICH – IN MEMORIAM <i>Mojca Kosmatin Fras</i>	424
SPOMINI NA BRANKA MAKAROVICA <i>Milan Naprudnik</i>	426
SPOMINI NA BRANKA MAKAROVICA <i>Marjan Jenko</i>	427
JANEZ KOBILICA (1937–2014) – V SPOMIN <i>Dušan Mrzlikar</i>	428

NAPOVED DOGODKOV | ANNOUNCEMENTS OF EVENTS

<i>Aleš Lazar</i> KOLEDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV V OBDOBJU JULIJ–SEPTEMBER 2014	429
ZAHVALA – GEODETSKI DAN 2014	432

Slika na naslovnici:

Zmanjšanje Vršiškega ledenika (levo) ter Vzhodnega in Zahodnega Kaninskega ledenika (desno) v razponu 118 let. Zgoraj posnetek Artura Ferruccija (Marinelli, 1910) narejen 30. julija 1893 in spodaj posnetek Renata R. Coluccija narejen 8. septembra 2011. Oba posnetka sta narejena z vrha Bele Peči.

Več podrobnosti v članku "Površina Kaninskih in Triglavskega ledenika od leta 1893, določena na podlagi arhivskih posnetkov ter aerolaserskih podatkov" (Triglav Čekada M., Zorn M., Colucci R. R.) na 274 strani Geodetskega vestnika.

»TILLIT« (ZAUPANJE)

Anka Lisec

glavna in odgovorna urednica Geodetskega vestnika

Spoštovani bralci in bralke Geodetskega vestnika! Tokratna številka prinaša vrsto zanimivih prispevkov. Upam, da boste v teh vročih poletnih dneh našli prijetno senco, predvsem pa čas za sproščeno prebiranje vsebine naše skupne revije. Najprej iskrena hvala tistim, ki ste kakor koli prispevali k nastajanju druge številke letošnjega letnika! V prvi rubriki vas čakajo kakovostni znanstveni in strokovni članki tako s področja geodezije, geoinformatike kot s področja prostorskih znanosti. V uredništvu z veseljem ugotavljamo, da ste številni bralci Geodetskega vestnika prijazno sprejeli vabilo k pripravi tudi nekoliko bolj poljudnih prispevkov, strokovnih mnenj in poročil. Tako so v drugem sklopu revije predstavljeni zanimivi projekti, strokovne zanimivosti in mnenja na širšem geodetskem področju. Poleg standardne rubrike, ki prinaša novice javne geodetske službe in akademske sfere ter zanimivosti na področju tehnološkega razvoja, velja izpostaviti še zelo bogato rubriko z utrinki iz naših združenj in društev.

Po poročilih o različnih dogodkih geodetskih združenj in društev sodeč, je bila letošnja pomlad za slovensko geodezijo izredno pestra. Veliko strokovnih in družabnih dogodkov se je zvrstilo v preteklih mesecih. Hvala vsem, ki s svojo energijo in zanosom prispevate k živahnemu strokovnemu in družabnemu dogajanju. Pri tem moram izpostaviti osrednji strokovni dogodek Zveze geodetov Slovenije, 42. Geodetski dan, ki ga je zveza organizirala aprila v sodelovanju z Ljubljanskim geodetskim društvom.

Osrednja tema strokovnega posveta je bilo *preurejanje zemljišč*. V ospredju so bili predvsem postopki množičnega preurejanja zemljiških parcel, čeprav je za upravljanje zemljišč in izvajanje različnih ukrepov zemljiške politike zelo pomembna vsaka posamična storitev določevanja in spreminjanja mej zemljiških parcel. Ob tej priložnosti je Zveza geodetov Slovenije izdala zbornik recenziranih strokovnih prispevkov, ki je na voljo tudi v digitalni različici na spletni strani (<https://www.geodetskidan.si>). Pomembno sporočilo letošnjega Geodetskega dne je, da ima *»preurejanje zemljišč oziroma zemljiških parcel ključno vlogo pri zagotavljanju temeljev za smotno gospodarjenje z urbanimi zemljišči, kmetijsko pridelavo in prehransko samooskrbo, za smotno gospodarjenje z drugimi naravnimi viri, za energetska oskrbo, zajavne infrastrukturne projekte ipd. Geodezija ima pri tem pomembno vlogo prek katastrskih postopkov preurejanja zemljišč. Geodetska stroka, vključujoč javno geodetsko službo, bi lahko prevzela vidnejšo, aktivnejšo vlogo tudi na področju množičnega preurejanja zemljiških parcel, predvsem pri komasacijah, ki so zagotovo velika priložnost in izziv za slovensko geodezijo in se danes izvajajo v omejenem obsegu, pretežno za kmetijske namene.«*

Med pogovori s številnimi kolegi geodeti ob tej priložnosti sem se vprašala, ali se v Sloveniji premalo zavedamo, da so zemljiške parcele, ki jih geodeti določamo ali spreminjamo v okviru različnih geodetskih (katastrskih) storitev, prostorsko opredeljene enote nepremičnin, na katere se nanašajo različne pravice in dolžnosti. S »pristojnostjo« spreminjanja zemljiških parcel, nepremičninskih enot, geodet ne vpliva le na parcelno strukturo, ampak tudi na lastnino, rabo zemljišč in ima pomembno vlogo pri varovanju zasebnih in javnih interesov. To vlogo geodetov zemljemercev so v Avstriji, s katero si delimo skupno zgodovino nastajanja zemljiškega katastra, prepoznali že na začetku 20. stoletja in leta 1930 sprejeli Zakon o delitvi nepremičnin (nem. *Liegenschaftsteilungsgesetz*), na podlagi katerega se še vedno urejajo postopki spreminjanja zemljiških parcel v skladu s prostorskimi akti. V Zahodni Evropi, predvsem v skandinavskih državah, se za katastrske postopke, storitve na področju zemljiškega katastra, uveljavlja strokovni izraz »oblikovanje nepremičnine« (angl. *real property design*) ali »vzpostavlanje nepremičnine« (angl. *real property formation*). S postopki urejanja meje, parcelacije, izravnave meje, komasacijami itn. določamo oziroma oblikujemo nepremičninske enote. Razvite države imajo jasno določena pravila, usmeritve in omejitve pri oblikovanju nepremičninske enote, ki je lahko zemljiška parcela, posestna enota (kmetija kot nepremičninska enota je na primer poznana v Skandinaviji), z uvajanjem 3D-katastra poskušajo v nekaterih državah opredeliti »3D-parcelo« ali nepremičninsko enoto treh razsežnosti.

Določevanje »nepremičninske enote« torej ostaja eno pomembnih poslanstev geodetske stroke. Praksa iz tujine kaže, da ima geodet pri tem izredno pomembno vlogo in tudi odgovornost. Ključnega pomena za uspešno delo na tem področju je, kot pravijo Norvežani in Švedsi, »*tillit*«, kar bi v slovenski jezik prevedli kot »*zaupanje*«. V navedenih skandinavskih državah je med geodeti, ki delujejo na področju zemljiškega katastra, beseda »*tillit*« pogosto izpostavljena. Posebnost tega izraza je, da se bere enako z leve proti desni, »*tillit*«, in nasprotno, »*tillit*«. Skandinavski geodeti v tem vidijo simboliko – za uspešne postopke geodetskega (pre)urejanja zemljišč je namreč potrebno zaupanje – zaupanje morajo imeti vsi deležniki postopka, v vseh smereh. »*Če je zaupanje prisotno pri vseh deležnikih, potem je tudi zahtevne in množične postopke enostavno izvajati. Zaupanje pa se doseže, ko je nedvoumno, da se vsi deležniki trudijo doseči skupno zastavljen cilj na pregleden in odgovoren način,*« so prepričani.

Tako simboličnega izraza v slovenskem jeziku mi ni uspelo najti. Ali nam res manjka le »*tillit*«? Če je res tako, potem predlagam, da si pomagamo z zloženko »*vsestransko zaupanje*« ... Njen pomen ni več dvoumen, mar ne? Sporočilo je bistveno ...

MOČ ARGUMENTA ALI ARGUMENT MOČI?

Blaž Mozetič

predsednik Zveze geodetov Slovenije

Geodetski dan 2014 s slavnostno akademijo in strokovnim posvetom je za nami. Prepričan sem, da sta oba dneva ponudila veliko možnosti za poslovno in strokovno druženje, nakazala izzive, ki čakajo geodetsko stroko, ter zarisala obrise prihodnjih poslovnih in strokovnih priložnosti, ki bi jih bilo dobro izkoristiti. Za vse, ki smo sodelovali pri organizaciji in izvedbi, pa je najlepša nagrada množičen obisk in pozitivni komentarji.

Nedavni dogodki in prihodnji izzivi geodetske stroke počasi, vendar vztrajno potiskajo v ospredje vprašanje, katera možnost je boljša, ali moč argumenta ali argument moči. Odgovor je lahko čisto enostaven, če se odločimo, da ne želimo zapletati stvari. Popolnoma vseeno je, katero možnost izberemo, paziti moramo le, da bo geodetska stroka napredovala, rasla, sledila sodobnim rešitvam, pridobivala ugled in postala nepogrešljiva za razvoj naše družbe.

Z odločbo Ustavnega sodišča Republike Slovenije so čez noč izginile dolge vrste ljudi pred okenci geodetskih pisarn, ki so urejali podatke o nepremičninah. Postavlja se vprašanje, ali so jih urejali zato, ker so bili ti stari in nepopolni, se pravi zaradi sebe, ali zgolj zaradi napovedanega davka. Moč argumenta ali argument moči?

Geodetska društvena dejavnost je nerazdružljivo povezana s članstvom in njegovo aktivnostjo, ki dajeta moč geodetski prepoznavnosti. Postavlja se vprašanje, ali je to naša osebna notranja potreba ali nas žene kaj drugega. Moč argumenta ali argument moči?

Geodetski vestnik živi zaradi znanstvenih in strokovnih člankov, polemik, mnenj in drugih prispevkov, ki ga postavljajo ob bok drugim podobnim publikacijam. Postavlja se vprašanje, ali je to geodetska volja do obstoja in prepoznavnosti ali kljubovanje kar tako. Moč argumenta ali argument moči?

Eden izmed ključnih izzivov geodetske stroke v prihodnosti bo, poenostavljeno zapisano, prenova zemljiškega katastra. Postavlja se vprašanje, ali bomo geodeti pristopili k prenovi iz lastnih strokovnih vzgibov ali nas bo k temu kdo »spodbudil«. Moč argumenta ali argument moči?

Iskrena hvala vsem, ki ste kakor koli pripomogli k 42. izvedbi Geodetskega dneva. Moč argumenta ali argument moči? Vsekakor ljubezen do geodezije!

Srečno!

ROTACIJA Z ENOTSKIM KVATERNIONOM

ROTATION WITH UNIT QUATERNION

Klemen Kregar, Mitja Lakner, Dušan Kogoj

UDK: 512.626.824:528

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 6.12.2013

Sprejeto: 8.4.2014

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 6.12.2013

Accepted: 8.4.2014

IZVLEČEK

Kvaternion je hiperkompleksno število. Posebna pravila za računanje s kvaternioni nam zagotavljajo, da lahko množenje uporabljamo kot operacijo rotacije v trirazsežnem prostoru. Namen članka je geodetski strokovni javnosti predstaviti takšen način rotacije za uporabo v različnih nalogah s transformacijami. V članku opišemo kvaternione in kako jih uporabljamo za rotacijo. Nato z dvema poskusoma primerjamo rotacijo s kvaternionom z rotacijo s kardansko matriko. Ugotovljamo, da je transformacija točk učinkovitejša ob uporabi enotskih kvaternionov. Prav tako je učinkovitejša izravnava za določitev parametrov transformacije, če za matematični model uporabimo rotacijo s kvaternionom.

ABSTRACT

A quaternion is a hyper-complex number. A rule for quaternion multiplications allows us to use it as a rotation in three-dimensional space. The aim of this article is to present quaternion rotations to the Slovene professional geodetic public. Quaternions are described in the article along with the manner to use them for rotations. Two experiments were performed to compare the rotations using quaternions versus rotations with Euler angles. The experiments revealed that transformations using quaternion are more efficient than transformations using Euler angles. An adjustment for the determination of transformation parameters is also more efficient if the mathematical model is based on quaternion rotation.

KLJUČNE BESEDE

kvaternion, transformacija, rotacija, Eulerjevi koti, računska učinkovitost

KEY WORDS

quaternion, transformation, rotation, Euler angles, computational efficiency

1 UVOD

Transformacija točk iz enega v drug koordinatni sistem je naloga, s katero se v geodeziji pogosto srečujemo. Zelo je aktualna v zadnjih letih, odkar smo privzeli nov državni horizontalni koordinatni sistem (Berk in Duhovnik, 2007; Stopar, 2007). Transformacije uporabljamo v različnih nalogah fotogrametrije, kjer zunanjo orientacijo posnetkov predstavljajo prav parametri transformacije (Kraus, 2000). Posebno pomembne pa so transformacije kot orodje za registracijo oblakov točk, zajetih z laserskim skeniranjem.

V članku se bomo osredotočili na prostorske transformacije. Osnovna prostorska transformacija v geodeziji je 7-parametrična transformacija, definirana z enačbo

$$X' = mRX + T \quad (1)$$

Predpis spremeni merilo koordinatnega sistema (m), točke zavrti (rotira) okrog koordinatnega izhodišča (R) in jih premakne (T). Rotacijo lahko opišemo s tremi koti zasukov okrog koordinatnih osi (Eulerjevi koti), translacijo pa s tremi premiki v smereh novih koordinatnih osi. Nekatere naloge poleg zasukov premikov in spremembe merila zahtevajo še deformacije, kot so različne spremembe merila in strižne deformacije. Pri drugih nalogah zaradi specifičnosti podatkov ni treba spreminjati merila, zato iz modela izpustimo merilo m .

Translacija (premik) točke je postopek, ki ga realiziramo preprosto s prištevanjem konstantnih vrednosti vsem koordinatam točke, ki jo transformiramo. Rotacija pa je, na drugi strani, kompleksnejši postopek, ki ga lahko izvedemo na več načinov. Transformacija točk je ob znanih transformacijskih parametrih rutinski postopek. Zahtevnejši pa je postopek določitve transformacijskih parametrov na podlagi parov koordinat identičnih točk v dveh koordinatnih sistemih, ki ju transformacija povezuje.

Namen članka je slovenski strokovni geodetski javnosti predstaviti rotacijo s kvaternionom, ki se v zadnjem desetletju uporablja tudi v našem prostoru predvsem v nalogah povezanih z laserskim skeniranjem (Vežočanik, 2011).

V 19. stoletju so matematiki intenzivno raziskovali kompleksna števila, pri čemer so imeli največ težav z množenjem trirazsežnih števil. V petdesetih letih 19. stoletja je irski matematik William Rowan Hamilton (Hamilton, 1850) odkril možnosti množenja štirirazsežnih kompleksnih števil, ki jih imenujemo kvaternioni (Sweetser, 1997). Uporabnost kvaternionov se je na prelomu 20. stoletja pokazala v kvantni fiziki, kjer poleg treh prostorskih dimenzij opisujejo še čas, to pa ravno ustreza trem imaginarnim in eni realni komponenti kvaterniona. Za uporabo kvaterniona v geodeziji je pomemben članek (Horn, 1987), kjer je kvaternion uporabljen pri transformaciji, ki zagotovi absolutno orientacijo fotogrametričnih posnetkov. Pregledno primerjavo treh načinov za zagotovitev rotacije je predstavil (Diebel, 2006), avtorji pa nismo zasledili poročila o empirični primerjavi časovne računski kompleksnosti transformacije in izravnave za določitev transformacijskih parametrov.

V drugem poglavju opišemo teoretično ozadje kvaterniona. Prek rotacije v ravnini s kompleksnimi števili predstavimo kvaternion, ki je hiperkompleksno število s tremi imaginarnimi komponentami. Na kratko predstavimo osnovne operacije s kvaternionom ter kako z njim rotiramo točke okrog koordinatnega izhodišča.

V tretjem poglavju predstavimo metode, s katerimi bomo primerjali učinkovitost klasične rotacije, zagotovljene z Eulerjevimi koti, proti rotaciji, zagotovljeni z enotskim kvaternionom. Primerjali bomo

računsko kompleksnost samih transformacij in preverili hitrost izravnave, s katero pridobimo transformacijske parametre iz parov točk.

Rezultati primerjav so predstavljeni v četrtem poglavju. Na koncu, v petem poglavju, ovrednotimo rezultate in sprejmemo nekatere ugotovitve.

2 ROTACIJA S KVATERNIONOM

2.1 Rotacija v ravnini z enotskim kompleksnim številom

Kompleksno število lahko predstavimo kot točko v kompleksni ravnini. Tako kot točko v ravnini lahko tudi kompleksno število definiramo s kartezičnima koordinatama (a, b) ali polarnima koordinatama $[d, \alpha]$

$$z = a + bi = d \cos(\alpha) + d \sin(\alpha)i \quad (2)$$

Zmnožek dveh kompleksnih števil, izraženih v polarnih koordinatah $z_1 = [d_1, \alpha_1]$ in $z_2 = [d_2, \alpha_2]$, se v polarnih koordinatah izrazi takole:

$$z_1 \cdot z_2 = [d_1 \cdot d_2, \alpha_1 + \alpha_2] \quad (3)$$

Kadar je polarna koordinata d nekega kompleksnega števila r enaka 1, $r = [1, \varphi]$, množenje poljubnega števila $z = [d, \alpha]$ s številom r pomeni rotacijo točke z za kot φ okrog koordinatnega izhodišča v pozitivni smeri.

$$z' = z \cdot r = [d, \alpha] \cdot [1, \varphi] = [d, \alpha + \varphi] \quad (4)$$

Množenje z enotskim kompleksnim številom predstavlja rotacijo v kompleksni ravnini okrog koordinatnega izhodišča.

2.2 Kvaternion

Kvaternion je urejen par

$$q = (r, \vec{v}) \quad (5)$$

kjer je prva komponenta r realno število, druga \vec{v} pa vektor iz \mathbb{R}^3 .

Če v množico vseh kvaternionov

$$\mathbb{H} := \{(r, \vec{v}); r \in \mathbb{R}, \vec{v} \in \mathbb{R}^3\} \quad (6)$$

vpeljemo operaciji (Hamilton, 1850) *seštevanja*

$$(r_1, \vec{v}_1) + (r_2, \vec{v}_2) := (r_1 + r_2, \vec{v}_1 + \vec{v}_2) \quad (7)$$

in *množenja*

$$(r_1, \vec{v}_1) \cdot (r_2, \vec{v}_2) := (r_1 r_2 - \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2, r_1 \vec{v}_2 + r_2 \vec{v}_1 + \vec{v}_1 \times \vec{v}_2) \quad (8)$$

postanejo kvaternioni nekomutativen obseg, podobno kot so obsegi tudi racionalna, realna in kompleksna števila. V kvaternionih veljajo običajna računška pravila, kot so asociativnost seštevanja in množenja, komutativnost seštevanja in distributivnost. Nevtralni element za seštevanje je $0 := (0, \vec{0})$, za množenje $1 := (1, \vec{0})$.

Če označimo kvaternione $i := (0, \vec{i}), j := (0, \vec{j}), k := (0, \vec{k})$, kjer so vektorji $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ standardna ortonormirana baza \mathbb{R}^3 , potem z lahkoto, na podlagi definicije, preverimo veljavnost zvez

$$i^2 = j^2 = k^2 = i \cdot j \cdot k = -1, \quad i \cdot j = k, \quad j \cdot i = -k, \quad k \cdot i = j, \quad i \cdot k = -j, \quad j \cdot k = i, \quad k \cdot j = -i \quad (9)$$

H kvaternionu $q = (r, \vec{v})$ konjugiran kvaternion je definiran z $q^* = (r, -\vec{v})$. Njun produkt $q \cdot q^* = r^2 + \vec{v} \cdot \vec{v} = \|q\|^2$ je kvadrat dolžine kvaterniona q .

Alternativen pogled na isto stvar pa je, da je kvaternion hiperkompleksno število z realno in tremi kompleksnimi komponentami ($r, a, b, c \in \mathbb{R}$)

$$q = r + ai + bj + ck \quad (10)$$

Tedaj lahko osnovne operacije zapišemo tako.

— Konjugacija

$$q^* = r - ai - bj - ck \quad (11)$$

— Vsota

$$q_1 + q_2 = r_1 + r_2 + (a_1 + a_2)i + (b_1 + b_2)j + (c_1 + c_2)k \quad (12)$$

— Zmnožek

$$\begin{aligned} q_1 \cdot q_2 &= r_1 r_2 - a_1 a_2 - b_1 b_2 - c_1 c_2 + \\ &(r_1 a_2 + a_1 r_2 + b_1 c_2 - c_1 b_2)i + \\ &(r_1 b_2 - a_1 c_2 + b_1 r_2 + c_1 a_2)j + \\ &(r_1 c_2 + a_1 b_2 - b_1 a_2 + c_1 r_2)k \end{aligned} \quad (13)$$

2.3 Rotacija v prostoru z enotskim kvaternionom

Rotacijo v prostoru za kot φ okrog osi $\vec{v}, \|\vec{v}\|=1$ izrazimo z enotskim kvaternionom oblike:

$$q := \left(\cos\left(\frac{\varphi}{2}\right), \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)\vec{v} \right) \quad (14)$$

Točki $T(x, y, z)$ priredimo kvaternion $t = (0, (x, y, z))$. Izkaže se, da se iskana zarotirana točka $T'(x', y', z')$ izračuna na podlagi dveh kvaternionskih produktov (Horn, 1987)

$$t' = q \cdot t \cdot q^* \quad (15)$$

kjer je $t' = (0, (x', y', z'))$.

Tako pri rotaciji s kompleksnim številom v ravnini kot pri rotaciji s kvaternionom velja: če kompleksno število ali kvaternion nista enotska, se bo poleg rotacije spremenilo tudi merilo.

2.4 Rotacijska matrika iz enotskega kvaterniona

Če zmnožka iz enačbe (15) zapišemo kot sistem treh enačb, ki iz elementov kvaterniona q in točke t izračunajo koordinate transformirane točke t' , lahko rotacijo izrazimo tudi z rotacijsko matriko \mathbf{R} , da velja:

$$\begin{bmatrix} x' & y' & z' \end{bmatrix}^T = \mathbf{R} \begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix}^T \tag{16}$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r^2 + a^2 - b^2 - c^2 & 2(ab - cr) & 2(ac + br) \\ 2(ab + cr) & r^2 - a^2 + b^2 - c^2 & 2(bc - ar) \\ 2(ac - br) & 2(bc + ar) & r^2 - a^2 - b^2 + c^2 \end{bmatrix} \tag{17}$$

3 METODE

V prispevku bomo primerjali rotacijo s kardansko matriko (to je rotacijska matrika, ki jo sestavimo z Eulerjevimi koti) z rotacijo s kvaternionom. Primerjali bomo:

- učinkovitost enega in drugega načina pri transformaciji ter
- hitrost izravnav, ki jo moramo izvesti, ko določamo parametre rotacije ob znanih parih točk v obeh koordinatnih sistemih.

3.1 Učinkovitost transformacije

Učinkovitost transformacije bomo ocenjevali s časovno kompleksnostjo matematičnega algoritma, ki ga uporabimo pri transformaciji. Prostorska zahtevnost algoritma za transformacije je enaka za oba načina rotacije. Časovno kompleksnost ocenjujemo s številom operacij, ki se izvedejo v algoritmu (Sipser, 2006). Tako bomo prešteli, koliko vsot, zmnožkov in kotnih funkcij (sinus in kosinus) moramo izvesti pri:

- sestavljanju rotacijske matrike iz Eulerjevih kotov,
- sestavljanju rotacijske matrike iz elementov kvaterniona,
- rotaciji z množenjem s kvaternionom, enačba (15),
- rotaciji z množenjem z rotacijsko matriko, enačba (16).

Rotacijsko matriko iz Eulerjevih kotov lahko sestavimo z množenjem treh rotacijskih matrik okrog posameznih koordinatnih osi

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_x \mathbf{R}_y \mathbf{R}_z = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{18}$$

ali pa neposredno zapišemo kardansko matriko

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos \beta \cos \gamma & \cos \beta \sin \gamma & -\sin \beta \\ \sin \alpha \sin \beta \cos \gamma - \cos \alpha \sin \gamma & \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma + \cos \alpha \cos \gamma & \sin \alpha \cos \beta \\ \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma + \sin \alpha \sin \gamma & \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma - \sin \alpha \cos \gamma & \cos \alpha \cos \beta \end{bmatrix} \quad (19)$$

3.2 Izravnava za določitev parametrov rotacije

V geodeziji navadno ne transformiramo ogromnih količin točk v ekstremno kratkih časih, kot v nalogah, povezanih z računalniško grafiko. Tako lahko trdimo, da je najkompleksnejša naloga v zvezi s transformacijami v geodeziji določitev transformacijskih parametrov na podlagi parov koordinat identičnih točk v koordinatnih sistemih, ki ju transformacija povezuje.

V prispevku se osredotočamo na rotacije, zato bomo osnovno enačbo transformacije okrnili in jo zapisali z naslednjimi tremi enačbami (izpustili smo translacije in spremembo merila):

$$\begin{aligned} r_{11}x + r_{12}y + r_{13}z - x' &= 0 \\ r_{21}x + r_{22}y + r_{23}z - y' &= 0 \\ r_{31}x + r_{32}y + r_{33}z - z' &= 0 \end{aligned} \quad (20)$$

Elemente r_{ij} rotacijske matrike lahko zamenjamo bodisi z elementi matrike iz enačbe (19) za kardansko matriko ali z elementi matrike iz enačbe(17) za kvaternion.

V obeh primerih za določitev parametrov rotacije uporabimo splošni model izravnave. Enačbe zapišemo v obliki:

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{B}\Delta = \mathbf{f} \quad (21)$$

V izravnavi vektor \mathbf{x} predstavlja opazovanja, v tem primeru so to koordinate točk v obeh koordinatnih sistemih (x, y, z, x', y', z') , v matriki \mathbf{A} so odvodi enačb (20) po koordinatah točk. Matrika \mathbf{A} je oblike;

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{R} & -\mathbf{I} \end{bmatrix} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \ddots \end{bmatrix} \quad (22)$$

Za vsako točko, katere koordinate poznamo v obeh sistemih, se v matriko \mathbf{A} dodajo tri vrstice in šest stolpcev. Odvodi enačb (20) po koordinatah iz začetnega koordinatnega sistema tvorijo rotacijsko matriko, odvodi po koordinatah točk iz končnega sistema pa so negativna identiteta.

Vektor Δ predstavlja neznanke v izravnavi, to so r, a, b in c pri kvaternionu ali koti α, β in γ pri kardanski matriki. Matrika \mathbf{B} predstavlja odvode enačb (20) po neznankah. Za vsako točko v sistemu moramo zapisati tri vrstice v matriki \mathbf{B} .

Pri kardanski matriki je matrika \mathbf{B} oblike:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix}
 0 & (\sin(\beta)\cos(\gamma))x + (-\sin(\beta)\sin(\gamma))y + (-\cos(\beta))z & (-\cos(\beta)\sin(\gamma))x + (\cos(\beta)\cos(\gamma))y \\
 (\cos(\alpha)\sin(\beta)\cos(\gamma) + \sin(\alpha)\sin(\gamma))x + (-\sin(\alpha)\cos(\gamma) + \cos(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma))y + (\cos(\alpha)\cos(\beta))z & (-\sin(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma) - \cos(\alpha)\cos(\gamma))x + (\sin(\alpha)\cos(\beta)\sin(\gamma))y + (-\sin(\alpha)\sin(\beta))z & (-\sin(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma) - \cos(\alpha)\cos(\gamma))x + (-\cos(\alpha)\sin(\gamma) + \sin(\alpha)\sin(\beta)\cos(\gamma))y \\
 (-\sin(\alpha)\sin(\beta)\cos(\gamma) + \cos(\alpha)\sin(\gamma))x + (-\sin(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma) - \cos(\alpha)\cos(\gamma))y + (-\sin(\alpha)\cos(\beta))z & (\cos(\alpha)\cos(\beta)\cos(\gamma))x + (\cos(\alpha)\cos(\beta)\sin(\gamma))y + (-\cos(\alpha)\sin(\beta))z & (-\cos(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma) + \sin(\alpha)\cos(\gamma))x + (\cos(\alpha)\sin(\beta)\cos(\gamma) + \sin(\alpha)\sin(\gamma))y \\
 \vdots & \vdots & \vdots
 \end{bmatrix} \quad (23)$$

Pri kvaternionu pa:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix}
 2rx - 2cy + 2bz & 2ax + 2by + 2cz & -2bx + 2ay + 2rz & -2cx - 2ry + 2az \\
 2cx + 2ry - 2az & 2bx - 2ay - 2rz & 2ax + 2by + 2cz & 2rx - 2cy + 2bz \\
 -2bx + 2ay + 2rz & 2cx + 2ry - 2az & -2rx + 2cy - 2bz & 2ax + 2by + 2cz \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots
 \end{bmatrix} \quad (24)$$

Vektor \mathbf{f} vsebuje odstopanja enačb (20), ki jih dobimo tako, da v enačbe vstavimo vrednosti koordinat in približne vrednosti neznank.

V izravnavo so vključene tudi stohastične lastnosti opazovanj (koordinat) in neznank (parametrov rotacije). Matrika \mathbf{Q} je matrika kofaktorjev opazovanj, ki jo pridobimo iz variančno-kovariančne matrike koordinat točk

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{\sigma_0^2} \Sigma \quad (25)$$

kjer je σ_0^2 referenčna varianca, ki jo lahko razumemo kot referenčno natančnost opazovanj v izravnavi, potrebujemo pa jo pri oceni natančnosti neznank.

Sistem enačb (21) rešimo po metodi najmanjših kvadratov:

$$\mathbf{P}\mathbf{e} = (\mathbf{A}\mathbf{Q}\mathbf{A}^T)^{-1} \quad (26)$$

$$\mathbf{N} = (\mathbf{B}^T \mathbf{P}\mathbf{e}\mathbf{B}) \quad (27)$$

$$\mathbf{\Delta} = \mathbf{N}^{-1}(\mathbf{B}^T \mathbf{P}\mathbf{e}\mathbf{f}) \quad (28)$$

$$\Sigma_{\Delta\Delta} = \sigma_0^2 \mathbf{N}^{-1} \quad (29)$$

Rezultat izravnave sta vektor $\mathbf{\Delta}$, ki vsebuje popravke približnih vrednosti neznank, to so parametri rotacije ter $\Sigma_{\Delta\Delta}$, ki je variančno-kovariančna matrika neznank.

Pri izravnavi s kardansko matriko so neznanke tri, pri kvaternionu pa štiri, čeprav za opis rotacije teoretično potrebujemo le tri vrednosti. Ena od štirih neznank je v tem primeru funkcijsko odvisna. Težavo rešimo tako, da upoštevamo zahtevo, da mora biti kvaternion enotski. Zapišemo vezno enačbo za izravnavo funkcijsko odvisnih neznank v obliki:

$$\mathbf{C}\mathbf{\Delta} = \mathbf{g}. \quad (30)$$

Vezna enačba je:

$$r^2 + a^2 + b^2 + c^2 = 1 \quad (31)$$

$\mathbf{C} = [2r \ 2a \ 2b \ 2c]$ in $\mathbf{g} = 1$. Da zadostimo vezni enačbi, moramo vektorju neznank Δ prišteti izraz

$$\delta_{\Delta} = \mathbf{N}^{-1} \mathbf{C}^T (\mathbf{C} \mathbf{N}^{-1} \mathbf{C}^T)^{-1} (\mathbf{g} - \mathbf{C} \Delta). \quad (32)$$

V primeru, da v izravnavo ne vključimo vezne enačbe, lahko rezultat konvergira proti kvaternionu, ki ni enotski, to pa pomeni, da smo poleg rotacije izračunali še spremembo merila.

Na začetku izravnave moramo za sestavo matrik \mathbf{A} in \mathbf{B} ter vektorja \mathbf{f} predpostaviti približne vrednosti neznank. Izravnava poteka iterativno. V vsakem koraku se v vektorju Δ izračunajo popravki približnih vrednosti neznank. V izravnavi parametrov rotacije ni nujno, da so približne vrednosti izbrane zelo dobro. Izkazalo se je, da postopek konvergira proti pravilni rešitvi tudi, če smo približne vrednosti Eulerjevih kotov in vseh elementov kvaterniona na začetku vedno nastavili na 0.

3.3 Testiranje hitrosti algoritmov

Sestavili smo dva algoritma za določitev parametrov rotacije na podlagi parov identičnih točk v dveh, med seboj rotiranih koordinatnih sistemih. Algoritma se razlikujeta v obliki rotacijske matrike, ki je uporabljena za sestavo enačb transformacije. Prvi uporablja kardansko rotacijsko matriko, drugi pa rotacijsko matriko, sestavljeno iz elementov kvaterniona.

Oba algoritma testiramo na identičnih parih koordinat točk. Koordinate parov točk v obeh sistemih simuliramo. Koordinate točk v začetnem koordinatnem sistemu so vrednosti, enakomerno porazdeljene med 0 in 100 m. Koordinate točk v končnem sistemu dobimo z rotacijo točk iz prvega sistema ob znanih parametrih rotacije. Koordinatam v končnem sistemu lahko prištejemo naključne normalno porazdeljene pogreške.

Merili bomo čas, ki ga prvi in drugi algoritem potrebuje, da konvergirata do točke, kjer je norma vektorja popravkov manjša od 10^{-10} , kar se približa natančnosti uporabne v geodeziji. Ker so merjeni časi kratki, je enkratna meritev lahko močno obremenjena z različnimi vplivi. Zato v vsakem poskusu merimo čas dvajsetkrat ob danem številu točk, danem standardnem odklonu slučajnih pogreškov točk in danih parametrih rotacije. V vsaki od dvajsetih ponovitev pa se na novo simulirajo koordinate točk v obeh sistemih.

4 REZULTATI

4.1 Čas transformacije

Hitrost določitve parametrov rotacije je odvisna od števila operacij, ki jih moramo izvesti, da transformiramo točko iz enega v drug sistem. Prešteli bomo število operacij za naslednje naloge:

- Sestava rotacijske matrike iz Eulerjevih kotov

Če rotacijsko matriko izračunamo kot zmnožek treh rotacijskih matrik okrog vseh treh koordinatnih osi, enačba (18), moramo najprej izračunati sinus in kosinus vseh treh kotov. To je 6 operacij

s sinusom in kosinusom, ki imajo veliko kompleksnost. Pri množenju dveh matrik dimenzije 3×3 nastane 9-krat po 3 operacije množenja in 2 seštevanji. To je skupaj 27 množenj in 18 seštevanj. Izvesti moramo dve množenji matrik. Skupaj smo porabili **6 operacij s sinusom in kosinusom, 54 množenj in 36 seštevanj**. Če rotacijsko matriko sestavimo direktno, enačba (19), pa porabimo **6 operacij s sinusom in kosinusom, 16 množenj in 4 seštevanja**.

- Sestava rotacijske matrike iz elementov kvaterniona
Pri sestavljanju rotacijske matrike iz elementov kvaterniona, enačba (17), je najbolj ugodno, da najprej izračunamo vse produkte dveh členov kvaterniona ($rr, ra, rb, rc, aa, ab, ac, bb, bc, cc$). Teh množenj je 10, da jih sestavimo v rotacijsko matriko, porabimo še 6 množenj in 15 seštevanj. Skupaj torej porabimo **16 množenj in 15 seštevanj**.
- Množenje koordinat točke z rotacijsko matriko
Za transformacijo točk množimo koordinate točke z rotacijsko matriko, enačba (16), kar nas stane **9 množenj in 6 seštevanj**.
- Transformacija s kvaternionom
Pri množenju točke, ki je zapisana v obliki kvaterniona z rotacijskim kvaternionom q z leve in q^* z desne, enačba (15), za dva zmnožka potrebujemo **32 množenj in 24 seštevanj**.

Ker sta operaciji sinus in kosinus računsko nekaj desetkrat kompleksnejši (Sipser, 2006) od operacij množenja in seštevanja, lahko iz rezultatov preštevanja vidimo, da se za transformacijo ene same točke splača uporabiti množenje s kvaternionom, če želimo transformirati več točk, pa bo hitreje, da sestavimo rotacijsko matriko na podlagi kvaterniona in točke množimo z njo.

4.2 Čas izravnave za določitev parametrov

V tabelah 1 in 2 želimo prikazati učinkovitost določitve parametrov rotacije s kardansko matriko in z rotacijsko matriko iz elementov kvaterniona. Za posamezen primer se je izvedlo 20 ponovitev, prikazujemo pa povprečno število iteracij izravnave (i_k za kardansko matriko in i_q za kvaternion) ter povprečen čas, potreben za določitev parametrov (i_k za kardansko matriko in i_q za kvaternion). Večje število iteracij pomeni tudi daljši čas.

V tabeli 1 so rezultati za nekatere značilne parametre rotacije, ki so podani kot kot zasuka okrog določene osi. Vsi rezultati v tej tabeli se nanašajo na simuliranih 10 parov točk v obeh sistemih, brez naključnega odstopanja.

V tabeli 2 prikazujemo povprečne rezultate desetih ponovitev z različnimi naključnimi parametri rotacije ob različnem številu simuliranih točk v obeh sistemih ter različnem naključnem odstopanju σ_{odst} . Naključno odstopanje σ_{odst} pomeni standardno deviacijo normalno porazdeljenih slučajnih pogreškov, ki so bili prišteti transformiranim koordinatam pri simulaciji vhodnih podatkov za izravnavo.

Preglednica 1: Rezultati merjenja časa za izravnavo transformacijskih parametrov - naključni parametri

Parametri rotacije	i_k	i_q	t_k [s]	t_q [s]	t_q je krajši za
0,1° [0, 0, 1]	9,4	2,0	0,017	0,006	66 %
0,1° [0, 1, 0]	14,8	2,0	0,022	0,004	80 %
0,1° [1, 0, 0]	9,5	2,0	0,013	0,004	68 %
0,1° [1, 1, 1]	14,6	2,0	0,022	0,005	80 %
30° [0, 0, 1]	15,2	4,0	0,019	0,006	68 %
30° [0, 1, 0]	17,0	4,0	0,022	0,006	71 %
30° [1, 0, 0]	12,4	4,0	0,017	0,007	59 %
30° [1, 1, 1]	16,8	4,0	0,022	0,006	71 %
60° [0, 0, 1]	14,3	5,0	0,018	0,008	59 %
60° [0, 1, 0]	19,1	5,0	0,024	0,008	69 %
60° [1, 0, 0]	15,1	5,0	0,019	0,008	61 %
60° [1, 1, 1]	14,1	5,0	0,018	0,008	59 %
90° [0, 0, 1]	6,2	5,3	0,008	0,008	4 %
90° [0, 1, 0]			kardanska zapora		
90° [1, 0, 0]	9,1	5,5	0,013	0,009	33 %
90° [1, 1, 1]	10,3	5,3	0,015	0,009	40 %
180° [0, 0, 1]	26,9	13,3	0,035	0,018	49 %
180° [0, 1, 0]	27,2	14,1	0,036	0,020	44 %
180° [1, 0, 0]	27,3	12,8	0,036	0,018	52 %
180° [1, 1, 1]	18,8	13,8	0,026	0,019	24 %

Preglednica 2: Rezultati merjenja časa za izravnavo transformacijskih parametrov - naključni parametri

št. točk	σ_{odst} [mm]	i_k	i_q	t_k [s]	t_q [s]	t_q je krajši za
5	0	17,0	5,3	0,011	0,004	63 %
5	1	16,9	5,7	0,011	0,005	60 %
5	5	19,5	7,3	0,013	0,006	57 %
5	10	18,3	6,4	0,012	0,005	60 %
5	25	15,9	6,5	0,011	0,005	54 %
10	0	15,7	6,0	0,022	0,010	56 %
10	1	19,8	6,6	0,028	0,011	62 %
10	5	15,3	5,7	0,022	0,009	58 %
10	10	15,2	6,4	0,021	0,010	53 %
10	25	15,7	7,1	0,022	0,011	51 %
20	0	17,9	6,6	0,058	0,023	59 %
20	1	17,3	7,1	0,055	0,025	55 %
20	5	16,5	7,0	0,053	0,024	53 %
20	10	16,9	6,5	0,056	0,023	58 %

št, točk	σ_{odst} [mm]	i_k	i_q	t_k [s]	t_q [s]	t_q je krajši za
20	25	15,3	6,9	0,048	0,024	51 %
50	0	15,5	5,9	0,219	0,094	57 %
50	1	15,9	6,4	0,222	0,101	55 %
50	5	17,0	6,0	0,239	0,095	60 %
50	10	15,6	6,4	0,213	0,098	54 %
50	25	15,3	6,4	0,211	0,100	53 %

5 RAZPRAVA

Glavni namen članka je predstaviti relativno nov način za zagotovitev rotacije v nalogah transformacije. Metoda je v svetu že dobro uveljavljena, vendar se nam vseeno zdi pomembno, da je predstavljena slovenski strokovni javnosti v domačem jeziku.

Z raziskavo smo pokazali, da ima predstavljena metoda rotacije s kvaternionom objektivne prednosti pred metodo rotacije s kardansko matriko za uporabo v geodeziji.

V literaturi (Jekeli, 2001) kot bistveno prednost rotacije s kvaternionom podajajo odpornost proti problemu singularnost, ki nastopi pri rotaciji s kardansko matriko pri rotacijah za kot 90° ali 270° okrog osi y .

Poleg tega smo v poglavju 4.1 pokazali, da je rotacijsko matriko, ki jo bomo uporabili v transformaciji, bolje sestaviti z elementi kvaterniona, enačba (17), kakor pa z Eulerjevimi koti, enačba (18) ali (19). Rotacija posamezne točke preko množenja s kvaternionom z leve in desne pa je manj učinkovita kot množenje z rotacijsko matriko.

Glede časa, ki ga potrebujemo za izravnavo rotacijskih parametrov iz koordinat identičnih točk v obeh koordinatnih sistemih, lahko rečemo, da je izravnava na podlagi kvaterniona v splošnem hitrejša od izravnave s kardansko matriko. Iz rezultatov primerjave časov lahko postavimo ohlapno trditev, da je dvakrat hitrejša. Pri posebnih primerih pa se lahko zgodi tudi, da naloga s kardansko matriko sploh ni rešljiva ali pa sta časa podobna.

Kardansko matriko lahko sicer zapišemo tudi v poenostavljeni obliki. Za majhne kote namreč velja $\sin x \approx x$ in $\cos x \approx 1$. V tem primeru bi bili tako transformacija kot izravnava za določitev parametrov z njo hitrejša, vendar pa bi izgubili splošnost, saj poenostavljena matrika deluje samo za majhne kote. V izravnavi bi morali tako poznati zelo dobre približne vrednosti.

Za namen raziskave smo v okolju Matlab® izdelali funkciji za izravnavo transformacijskih parametrov, ki sta javno dostopni na <http://www.fgg.uni-lj.si/~kkregar/TransfParam.zip>. Uporabljeni funkciji določita optimalne transformacijske parametre po metodi najmanjših kvadratov, pri čemer ni treba podati približnih vrednosti neznank.

Za simulirana niza točk brez slučajnih pogreškov funkciji vrmeta parametre rotacije, ki zagotovijo identično rotacijsko matriko. V primeru, da točkam dodamo slučajna odstopanja, pa se rezultati ene in druge funkcije lahko malenkostno razlikujejo.

6 ZAHVALA

Članek je nastal v okviru doktorskega študija, ki ga financira Evropski socialni sklad.

Literatura in viri

- Berk, S., in Duhovnik, M. (2007). Transformacija podatkov geodetske uprave Republike Slovenije v novi državni koordinatni sistem. *Geodetski vestnik*, 51, 4: 803–826.
- Diebel, J. (2006). Representing Attitude: Euler Angles, Unit Quaternions, and Rotation Vectors. <http://www.swarthmore.edu/NatSci/mzucker1/e27/diebel2006attitude.pdf> pridobljeno 10. 10. 2013.
- Hamilton, W. R. (1844-1850). On Quaternions, or a new system of imaginaries in algebra. *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, xxv–xxxvi, 86.
- Horn, B. K. P. (1987). Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions. *Journal of the Optical Society of America*, 4(4), 629–642.
- Jekeli, C. (2001). Inertial navigation systems with geodetic applications. Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- Kraus, K. (2000). *Photogrammetry*. Berlin, New York: Walter De Gruyter, 2007, 2nd English edition.
- Sipser, M. (2006). *Introduction To The Theory Of Computation*. Thomson Course Technology, Boston.
- Stopar, B. (2007). Vzpostavitev ETRS v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 51, 4: 763–776.
- Sweetser, D. B. (1997). *Doing Physics with Quaternions*. <http://www.theworld.com/sweetser/quaternions/ps/math.pdf> pridobljeno 10. 10. 2013.
- Vežočnik, R. (2011). Analysis of terrestrial laser scanning technology for structural deformation monitoring. *Doktorska naloga*, Univerza v Ljubljani.

Kregar K., Lakner M., Kogoj D. (2014). Rotacija z enotskim kvaternionom. *Geodetski vestnik*, 58 (2): 231–242.

asist. Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod.

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

doc. dr. Mitja Lakner, univ. dipl. inž. mat.

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

izr. prof. dr. Dušan Kogoj, univ. dipl. inž. geod.

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

GEODETSKO MERJENJE DOLŽIN V ATLETIKI

GEODETIC MEASUREMENT OF DISTANCES IN ATHLETICS

Aleš Marjetič, Klemen Kregar, Dušan Kogoj

UDK: UDK: 528.02:796.42(497.4)
 Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04
 Prispelo: 2.1.2014
 Sprejeto: 11.4.2014

PROFESSIONAL ARTICLE
 Received: 2.1.2014
 Accepted: 11.4.2014

IZVLEČEK

Geodetske meritve so nenadomestljive tudi zunaj področja geodetskih strokovno-tehničnih nalog. V članku opisujemo uporabnost geodezije pri merjenju rezultata v metalnih disciplinah v skladu s pravili mednarodne atletske zveze IAAF. Obravnava je osredotočena na terestrično meritev in geometrijsko rešitev pri določitvi rezultata atleta metalca pri metu kopja, diska in kladiva ter suvanju krogle. Raziskani so nekateri vplivi na meritve v okviru predpisane natančnosti rezultata. Analizirana sta vpliv naklona in težnosti na rezultat atleta ter vpliv mesta postavitve instrumenta na natančnost določitve dolžine meta.

ABSTRACT

Geodetic measurements are indispensable beyond the borders of surveying technical tasks. In this paper, the usefulness of geodesy in the measurement of sport results is described for throwing events, in accordance with the rules accepted by the IAAF. The article focuses on terrestrial measurements and geometric solutions for the determination of the result of an athlete in the javelin, hammer and discus throw and shot putt. Some effects on measurements within the specified precision of the result are studied. We analyse the influence of ground inclination and gravity on the sport result and the influence of the location of the instrument on the precision of the length of throw.

KLJUČNE BESEDE

atletika, rezultat, geodetske meritve, tahimeter, natančnost

KEY WORDS

athletics, sport result, geodetic measurements, tachymeter, precision

1 UVOD

Pravimo, da je atletika kraljica športov, saj so bile atletske discipline že del prvih olimpijskih iger v Grčiji leta 776 pr. Kr. Tako lahko rečemo, da atletiko poznamo že kakih 2800 let. Od takrat pa se je tako kot druge športne discipline tekmovalno, družbeno, ekonomsko in tehnološko močno spremenila. Moderna atletika se glede na načine gibanja telesa deli na teke, skoke in mete. Rezultat športnika atleta je izražen z izmerjenim časom, dolžino ali višino. V atletiki se zahtevajo točne in natančne meritve časa teka, dolžine meta in dolžine ali višine skoka. Večina tekmovalnj se izvede na atletskem stadionu, ki mora ustrezati stroгим zahtevam. Predpisana je geometrija stadiona, določene so dolžine tekaških prog, njihova ukrivljenost v krivinah, njihovi prečni in vzdolžni nakloni, še dopustni nakloni travnate površine pri metalnih disciplinah, dimenzije zaletnih con pri metih itd. Geodetske meritve so torej nujne tako pri konstruiranju in gradnji tekmovalnih površin ter označevanju tekmovalnih stez in zaletnih con ter metalnih polj kot pri izvedbi tekmovalnj.

V članku obravnavamo vlogo geodezije pri določitvi rezultata meta in morebitne vplive na rezultat pri metu kopja, diska in kladiva ter suvanju krogle.

2 ZAHTEVE IN PRAVILA IAAF

Vsa pravila za izvedbo atletskih tekmovalnj predpisuje mednarodna atletska zveza IAAF (angl. International Association of Athletics Federations), ustanovljena 17. julija 1912 v Stockholmu. V 5. poglavju zbirke tekmovalnih pravil (IAAF, 2011) z naslovom Tehnična pravila so obravnavana tekmovalna pravila za vse atletske discipline, tudi postopki pri merjenju dolžin metov. Merjene dolžine morajo biti med seboj primerljive. Z geodetske perspektive lahko rečemo, da moramo zagotoviti enak »geodetski datum« za celotno tekmovalje. Izmerjena dolžina mora ustrezati mednarodnim standardom. To pomeni, da mora merilo merilne naprave ustrezati opredelitvi merske enote (meter), kar omogoča primerjavo dolžin med tekmovalnji po svetu in s tem določitev rekordov na različnih ravneh tekmovalnj. Poleg primerne merske podlage je za nemoteno izvedbo tekmovalnj pomembno, da je dolžina izmerjena hitro. Od konca meta ali skoka do objave rezultata lahko preteče le nekaj sekund. Merjenja zato ni mogoče ponavljati. Kontrola morebitnih grobih pogrškov ni mogoča, kar pa ni v skladu z običajno geodetsko prakso.

Pravilo 148 IAAF (IAAF, 2011) dovoljuje, da se dolžine merijo z jeklenim merskim trakom, mersko letvijo ali geodetskim merskim instrumentom. Uporabljeno merilno sredstvo mora biti certificirano pri IAAF, njegova natančnost pa določena po standardiziranem postopku pri akreditirani nacionalni instituciji za meroslovje. To omogoča merilno sledljivost.

V atletiki so se dolžine do 70. let prejšnjega stoletja merile z jeklenim merskim trakom. Na XX. olimpijadi moderne dobe v Münchnu leta 1972 pa so dolžine metov prvič merili elektronsko. Uporabili so instrument Zeiss RegElta 14 (Tuno, 2012), slavni elektronski tahimeter podjetja Zeiss, ki se je s svojo napredno tehnologijo vpisal v zgodovino. Bil je prvi geodetski instrument z možnostjo samodejne registracije merskih vrednosti. Z razvojem sodobnih elektronskih tahimetrov se je postopek meritev močno pospešil in dodobra tudi avtomatiziral. Velika prednost je uporaba sistemov samodejnega prepoznavanja tarč. V skladu s pravili IAAF se zahteva uporaba kalibriranega instrumenta ali naprave. Opredeljena je tudi zahtevana natančnost naprave oziroma instrumenta, s katerim bomo merjenja izvedli. Za elektrooptični razdaljemerni veljajo naslednje vrednosti, povzete po navodilih IAAF za elektrooptične razdaljemere (IAAF, 2010):

- če zahtevamo 67-odstotni interval zaupanja za posamezno meritev, je zahtevana natančnost merjenja dolžin $\pm(3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$;
- če zahtevamo 95-odstotni interval zaupanja za posamezno meritev, je zahtevana natančnost merjenja dolžin $\pm(6 \text{ mm} + 6 \text{ ppm})$.

Merilna oprema mora biti postavljena tako, da ne moti poteka tekmovanja in je pri meritvah z elektronskimi tahimetri omogočena prosta vizura do točke pristanka metalnega orodja. Zaradi množice sodnikov, tekmovalcev in opreme pa lahko ta zahteva pomeni kar precejšen izziv.

V skladu s pravilom 137 IAAF (IAAF, 2011) je pri meritvah na tekmovališču prisoten sodnik. Geodeta mora seznaniti z merilnim instrumentom, sodnik pa je dolžan preveriti, ali je uporabljeni instrument certificiran pri pristojnih institucijah. Pred tekmovanjem nadzoruje postavitev instrumenta na primerno mesto v skladu s tekmovalnimi pravili. Poleg tega v skladu z istim pravilom preveri pravilno delovanje instrumenta tako, da primerja niz izmerjenih dolžin z elektronskim tahimetrom z dolžinami, izmerjenimi s certificiranim jeklenim merskim trakom. To stori pred tekmovanjem in po njem. Skladnost potrdi s podpisom zapisnika, ki se doda seznamu rezultatov na koncu tekmovanja.

3 PREGLED PO DISCIPLINAH

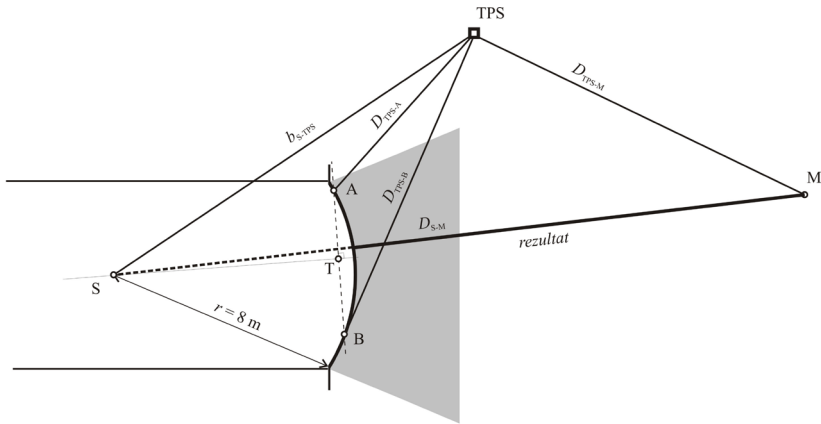
V skladu s pravili 187.19–187.21 (IAAF, 2011) je treba pri vseh metalnih disciplinah opraviti merjenje dolžine meta:

- Rezultat atleta je dolžina meta, zaokrožena na en centimeter navzdol, če izmerjena dolžina ni cel centimeter (primer: izmerjena dolžina = 92,248 m \rightarrow rezultat = 92,24 m).
- Meritev mora biti opravljena takoj po metu:
 - od točke vboda kopja do notranjega roba loka, ki označuje konec metalne steze, v smeri proti središču krožnega loka;
 - od najbližje točke sledi padca metalnega orodja (kjer metalno orodje najprej zadene tla) do notranjega roba loka metalnega kroga v smeri proti središču kroga za suvanje krogle, met kladiva ali met diska;
 - na točko sodnik postavi reflektor na togem grezilu. Reflektor je nameščen na dnu togega grezila, s čimer se zmanjša vpliv nevertikalne postavitve reflektorja glede na mesto padca orodja v času izvajanja meritve.

Metodološko postopek meritev in izračuna ločimo za met kopja ter met kladiva, diska in suvanje krogle. Razlikovanje izvira iz števila merjenih točk na delu krožnega loka, s katerim je omejen izmetni krog, na podlagi katerih se opredeli središče metalnega kroga. Pri metu kopja je polmer metalnega kroga bistveno večji, zato je označen samo manjši del krožnega loka. Zato na tem loku merimo samo dve točki, pri metu kladiva, diska in suvanju krogle pa za določitev središča metalnega kroga merimo tri točke (Leica Geosystems, 2005).

3.1 Met kopja

Postopek izračuna dolžine meta kopja je enostavna geometrijska naloga. Izhajamo iz slike 1 in osnov koordinatnega računa.



Slika 1: Določitev dolžine pri metu kopja.

Rezultat določimo v dveh korakih.

A. Določitev središča metalne steze S

Izhajamo iz izbranega položaja stojišča TPS (y_{TPS}, x_{TPS}) ter merjenih horizontalnih dolžin in smeri proti točkama A in B: $D_{TPS-A}, a_{TPS-A}, D_{TPS-B}, a_{TPS-B}$. Najprej je potrebno izračunati koordinate točk A in B:

$$y_i = y_{TPS} + D_{TPS-i} \cdot \sin(a_{TPS-i}), \quad x_i = x_{TPS} + D_{TPS-i} \cdot \cos(a_{TPS-i}), \quad \text{kjer je } i = A, B \quad (1)$$

Iz znanih položajev točk A in B lahko izračunamo dolžino in smerni kot med njima:

$$d_{A-B} = \sqrt{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2}, \quad \nu_A^B = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad (2)$$

Določimo položaj točke T, ki leži na sredini med točkama A in B, smerni kot od T proti središču S ter dolžino med T in S:

$$T\left(\frac{y_A + y_B}{2}, \frac{x_A + x_B}{2}\right), \quad \nu_T^S = \nu_A^B + 90^\circ, \quad d_{T-S} = \sqrt{r^2 - \left(\frac{d_{A-B}}{2}\right)^2} \quad (3)$$

Izračunamo koordinate središča S:

$$y_S = y_T + d_{T-S} \cdot \sin(\nu_T^S), \quad x_S = x_T + d_{T-S} \cdot \cos(\nu_T^S) \quad (4)$$

B. Določitev dolžine meta

Merimo horizontalno smer in dolžino do točke meta M: D_{TPS-M}, a_{TPS-M} .

$$b_{S-TPS} = \sqrt{(y_{TPS} - y_S)^2 + (x_{TPS} - x_S)^2}$$

$$D_{S-M} = \sqrt{b_{S-TPS}^2 + D_{TPS-M}^2 - 2b_{S-TPS} \cdot D_{TPS-M} \cos(a_{TPS-M} - a_{TPS-S})} \quad (5)$$

$$\text{rezultat} = D_{S-M} - r$$

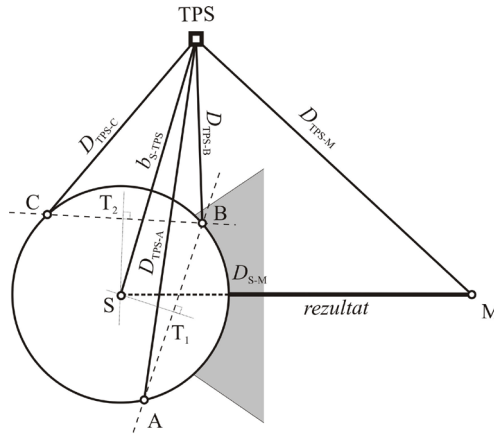
Rezultat lahko tudi enostavno izračunamo iz koordinat točke S in M ter odštejemo vrednost polmera r .

3.2 Met kladiva, diska in suvanje krogle

Postopek za izračun dolžine meta navedenih orodij je prav tako sestavljen iz dveh korakov.

A. Določitev središča metalnega kroga

Izhajamo iz izbranega položaja stojišča TPS (y_{TPS}, x_{TPS}) in merjenih horizontalnih dolžin in smeri proti točkam A, B in C, na obodu metalnega kroga: $D_{TPS-A}, a_{TPS-A}, D_{TPS-B}, a_{TPS-B}, D_{TPS-C}, a_{TPS-C}$ (slika 2).



Slika 2: Določitev dolžine pri metu kladiva, diska in suvanju krogle.

Najprej je potrebno izračunati koordinate točk A, B in C:

$$y_i = y_{TPS} + D_{TPS-i} \cdot \sin(a_{TPS-i}), \quad x_i = x_{TPS} + D_{TPS-i} \cdot \cos(a_{TPS-i}), \quad \text{kjer je } i = A, B, C. \quad (6)$$

Določimo točki T_1 in T_2 na sredini tetiv med točkami A, B in C (slika 2):

$$T_1 \left(\frac{y_A + y_B}{2}, \frac{x_A + x_B}{2} \right), \quad T_2 \left(\frac{y_B + y_C}{2}, \frac{x_B + x_C}{2} \right). \quad (7)$$

V nadaljevanju imamo dve možnosti. Nalogo lahko rešimo na geometrijski ali pa na geodetski način. V prvem primeru iščemo presečišče simetral tetiv AB in BC, v drugem pa uporabimo postopek zunanega ureza.

A.1 Geometrijska rešitev – presečišče simetral

Določimo premici AB in BC oblike $y = kx + n$ oziroma samo njuna naklonska koeficienta:

$$k_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}, \quad k_{BC} = \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B}. \quad (8)$$

Simetrali tetiv AB in BC skozi točki T_1 in T_2 sta pravokotni, torej so njuni parametri znani:

$$\text{simetrala AB: } k_{s1} = -\frac{1}{k_{AB}}, \quad n_{s1} = y_{T1} - k_{s1} \cdot x_{T1}; \quad \text{simetrala BC: } k_{s2} = -\frac{1}{k_{BC}}, \quad n_{s2} = y_{T2} - k_{s2} \cdot x_{T2}. \quad (9)$$

Poiščemo še presečišče simetral:

$$x_S = \frac{n_{S2} - n_{S1}}{k_{S1} - k_{S2}} \quad (10)$$

$$y_S = k_{S1} \cdot x_S + n_{S1} = k_{S2} \cdot x_S + n_{S2}$$

A.2 Geodetska rešitev – zunanji urez

Izhajamo iz smernih kotov med znanimi točkami A, B in C. Iz znanih geometrijskih odnosov s slike 2 lahko zapišemo smerna kota od točk T_1 in T_2 proti iskani točki S:

$$\nu_{T_1}^S = \nu_A^B + 90^0; \quad \nu_{T_2}^S = \nu_B^C + 90^0. \quad (11)$$

Z znanim računskim postopkom zunanjega ureza lahko izračunamo koordinati točke S.

B. Določitev dolžine meta

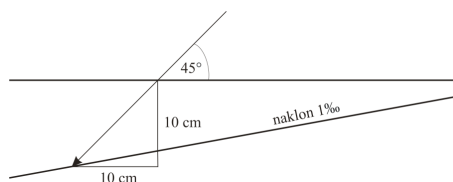
Izračun rezultata poteka enako kot pri metu kopja – enačbe (5).

4 VPLIVI NA DOLŽINO META IN NATANČNOST MERJENE DOLŽINE PRI METALNIH DISCIPLINAH

Vplive na merjeno dolžino je smiselno obravnavati samo pri daljših metih, torej pri metu kopja, kladiva in diska. Predpostavimo, da najdaljši met doseže vrednost do 100 metrov. Statistična analiza vplivov pogreškov na merjeno dolžino meta je podrobno predstavljena v Tsakiri et al. (2005). Vplive razdelimo v dve skupini: vplive okolja oziroma tekmovališča na dolžino meta ter vplive instrumentarija in merskega postopka na natančnost merjene dolžine.

4.1 Vplivi na dolžino meta

Naklon površine, na kateri pristaja metalno orodje: Po pravilih IAAF naklon travnate površine, na kateri pristaja metalno orodje, ne sme presegati 1 ‰. Pri dolžini meta 100 metrov s kotom leta orodja 45° bi pri naklonu površine 1 ‰ (slika 3) znašala vrednost izmerjene dolžine meta 100,10 metra. Razlika je kljub relativno majhnemu naklonu občutna. Naklon pristajalne površine ne vpliva na končni vrstni red tekmovalcev. Težava je primerljivost rezultatov na različnih tekmovališčih. Vpliv naklona se pri izmeri dolžine meta ne upošteva.



Slika 3: Vpliv naklona površine na rezultat pri dolžini meta približno 100 metrov.

Vpliv težnosti na dolžino meta: Met atletskega orodja je poševni met. Dolžina leta se izračuna po znani enačbi za poševni met:

$$d_{oseg} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g} \tag{12}$$

Iz enačbe izhaja, da je dolžina leta odvisna od izmetne hitrosti v_0 , kota izmeta α in težnostnega pospeška Zemlje g . Za čim boljši rezultat skuša metalec orodje vreči s čim večjo izmetno hitrostjo pod optimalnim kotom glede na pristajalno površino. Najdaljši met bo teoretično dosežen pri izmetnem kotu 45° . Vemo, da težnostni pospešek na površini Zemlje ni konstanten, ampak se spreminja v odvisnosti od geografske širine in nadmorske višine (Torge, 2001):

$$g = 9,780327 \cdot (1 + A \sin^2(\varphi) - B \sin^2(2\varphi)) - 3,086 \times 10^{-6} H, \tag{13}$$

kjer so:

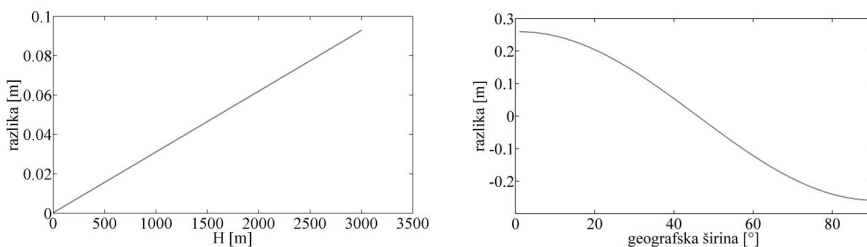
$A = 0,0053024$; $B = 0,0000058$ – konstanti,

φ – geografska širina,

H – nadmorska višina.

Če obravnavamo rekordni met kopja, pri katerem metalec dosega izmetno hitrost 31 m/s (Strnad, 1985), se njegov športni dosežek lahko zelo razlikuje glede na to, kje na Zemlji je met izvedel. Tako bi na primer na Aljaski, v njenem glavnem mestu Anchorage z nadmorsko višino 31 metrov in težnostnim pospeškom $g = 9,819 \text{ m/s}^2$, dosegel met dolžine $97,87$ metra. Ob enaki izmetni hitrosti pod optimalnim kotom pa bi bil njegov met v mestu Mexico City z nadmorsko višino približno 2200 metrov in težnostnim pospeškom $g = 9,7795 \text{ m/s}^2$ dolg $98,27$ metra. Orodje bi torej vrgel skoraj pol metra dlje.

Razčlenimo vpliv nadmorske višine in geografske širine podrobneje. Če posredni vpliv višine na dolžino meta ponazorimo grafično (slika 4), vidimo, da je centimeter spremembe dolžine meta dosežen pri približno 500 metrih razlike nadmorske višine med tekmovališčema. Za tekmovalca je torej bolje, da tekmuje na večji nadmorski višini.



Slika 4: Vpliv razlike nadmorske višine (levo) in geografske širine (desno) tekmovališč na razliko v dolžini meta.

Iz izraza 13 vidimo, da se težnostni pospešek spreminja tudi z geografsko širino. Skupni pospešek je na ekvatorju zaradi večje obodne hitrosti, in s tem centrifugalne sile, ter večjega polmera Zemlje manjši. Proti polu je pospešek večji, torej so tudi meti krajši. Težnost precej vpliva na dolžino meta športnika. Ugotovimo lahko, da bi bilo za doseganje rekordov »idealno« tekmovališče nekje na ekvatorju na čim večji nadmorski višini.

4.2 Vplivi na natančnost merjene dolžine meta

Centriranje instrumenta: Pogrešek centriranja instrumenta znaša od 1 mm do 2 mm, vendar ne vpliva na vrednost meritve dolžine meta, če pred vsako izmero instrument prisilno centriramo in izhajamo iz koordinat njegovega geometrijskega centra.

Določitev središča metalne steze in središča metalnega kroga: Središče metalnega kroga je določeno že pred izvedbo tekmovanj (med gradnjo tekmovališča). Točko središča preverijo pooblaščeni kontrolorji mednarodne atletske zveze ali nacionalnega organa, je trajno označena in jo privzamemo kot absolutno točno. Smiselno je obravnavati vpliv centriranja signala na točki središča za izmero dolžine b_{S-TPS} . Pogrešek centriranja lahko (zelo optimistično) ocenimo na 1 mm ob uporabi grezila z reflektorjem na spodnjem delu grezila.

Signalizacija točke pristanka metalnega orodja: Težava se pojavi predvsem pri metu kopja. Orodje namreč ne leti enakomerno, ampak med letom vibrira. Zato lahko pred dejanskim pristankom zaradi nihanja navzdol oplazi površino. Razlika do točke pravega pristanka je lahko tudi nekaj centimetrov. Izbira lokacije je subjektivna in odvisna od sodnika. Geodet merilec nanjo ne more vplivati.

Sistematični pogreški: Sistematični pogreški so določeni s primerjavo merjenih dolžin z dolžinami, izmerjenimi s preizkušenim merskim trakom. Ker je pogrešek pri merjenju s trakom v najboljšem primeru ocenjen na 1/2500, znaša pri dolžini 100 metrov približno 4 milimetre (Tsakiri et al., 2005). Torej vsi sistematični pogreški, manjši od te vrednosti, ne bodo zajeti.

Oblika mreže: Oblika mreže oziroma mesto postavitve merskega instrumenta je pomembna. Vprašanje je podrobneje opisano v poglavju 4.4.

4.3 Ocena zahtevane natančnosti merjenja horizontalnih smeri

IAAF predpisuje natančnost instrumenta, s katerim merimo dolžino, ne opredeli pa, kako natančno moramo izmeriti smeri oziroma kote, če uporabimo elektronski tahimeter. Kot geodete nas to še kako zanima. Ne moremo si namreč privoščiti neuskajene natančnosti meritev, ki jih opravimo. Pri izračunu zahtevane natančnosti merjenja horizontalnega kota glede na zahtevano natančnost določite dolžine meta izhajamo iz izraza za izračun dolžine meta:

$$D_{S-M} = \sqrt{b_{S-TPS}^2 + D_{TPS-M}^2 - 2b_{S-TPS} \cdot D_{TPS-M} \cos(a_{TPS-M} - a_{TPS-S})} \quad (14)$$

$$D_{S-M} = f(b_{S-TPS}, D_{TPS-M}, \alpha_{M-S})$$

kjer je:

$\alpha_{M-S} = a_{TPS-M} - a_{TPS-S}$ – kot med točko M in S.

Natančnost računamo na podlagi zakona o prenosu varianc in kovarianc za dolžino meta D_{S-M} :

$$\sigma_{D_{S-M}}^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial b_{S-TPS}} \right)^2 \sigma_{b_{S-TPS}}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial D_{TPS-M}} \right)^2 \sigma_{D_{TPS-M}}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \alpha_{M-S}} \right)^2 \sigma_{\alpha_{M-S}}^2 \quad (15)$$

Iz izraza enostavno izrazimo standardni odklon kota med središčem metalnega kroga in točko meta:

$$\sigma_{\alpha_{M-S}} = \sqrt{\frac{\sigma_{D_{S-M}}^2 - \left(\frac{\partial f}{\partial b_{S-TPS}}\right)^2 \sigma_{b_{S-TPS}}^2 - \left(\frac{\partial f}{\partial D_{TPS-M}}\right)^2 \sigma_{D_{TPS-M}}^2}{\left(\frac{\partial f}{\partial \alpha_{M-S}}\right)^2}} \quad (16)$$

Ob zahtevi po določitvi dolžine meta na primer s 5-milimetrsko natančnostjo in ob predpostavki, da imamo instrument, ki omogoča merjenje dolžin z 2-milimetrsko natančnostjo, ter doseženih dolžin meta približno 100 metrov lahko izračunamo zahtevano natančnost merjenja horizontalne smeri.

$$\sigma_{b_{S-TPS}} \approx 2 \text{ mm}, \sigma_{D_{TPS-M}} \approx 2 \text{ mm}, \sigma_{D_{S-M}} \approx 5 \text{ mm}$$

$$D_{S-M} \approx 100 \text{ m}, D_{TPS-M} \approx 100 \text{ m}, b_{S-TPS} \approx 30 \text{ m}$$

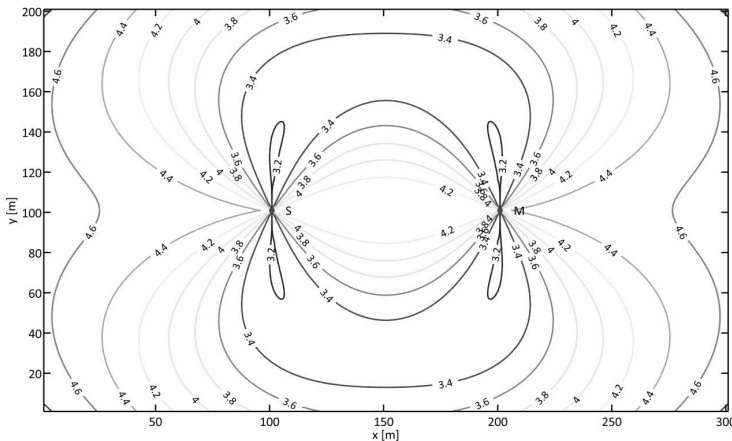
$$\sigma_{\alpha_{S-M}} \approx 32'' \rightarrow \sigma_{\alpha_M} = \sigma_{\alpha_S} = \sqrt{\frac{\sigma_{\alpha_{S-M}}^2}{2}} \approx 23''$$

Iz rezultatov vidimo, da je za dosego petmilimetrske natančnosti merjene dolžine zahtevana natančnost merjenja horizontalnih smeri več kot 20". Ta pogoj izpolnjuje skoraj vsak običajen elektronski tahimeter.

4.4 Izbira optimalnega stojišča instrumenta za merjenje dolžine meta

Zanima nas, ali izbira mesta postavitve stojišča instrumenta za merjenje dolžine meta vpliva na natančnost določitve dolžine meta. Kje je najprimerneje postaviti instrument, da bo omogočena čim višja natančnost izmere dolžine meta? Izhajamo iz slike 1 in enačbe za izračun dolžine meta (5). Optimizacijo geometrije mreže oziroma trikotnika S-TPS-M (slika 1) izvedemo empirično. Simuliramo različne postavitve stojišča in računamo natančnost določitve dolžine meta.

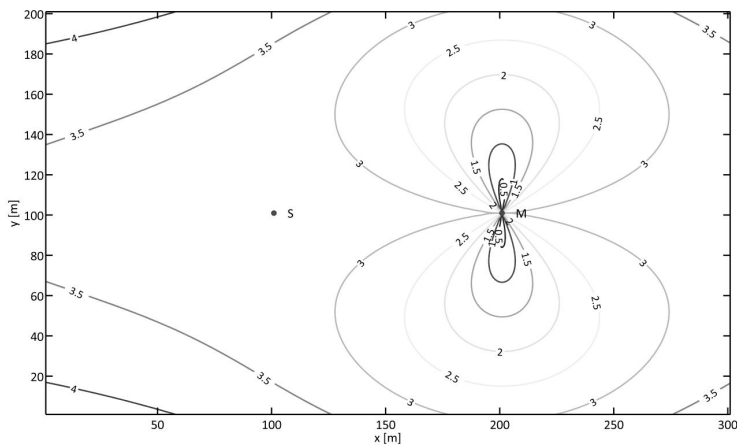
Analizirajmo dva položaja: primera 1 in 2. V prvem primeru (slika 5) nas zanima vpliv mesta postavitve stojišča instrumenta na natančnost določitve dolžine meta D_{S-M} , kadar obe dolžini proti središču metalnega kroga (S) – b_{S-TPS} in proti točki meta (M) – D_{TPS-M} obravnavamo kot merjeni. Predpostavimo, da dolžini izmerimo z natančnostjo 3 mm (+ 2 ppm) in kot z natančnostjo 6".



Slika 5: Natančnost določitve dolžine meta [mm] v odvisnosti od postavitve stojišča TPS – primer 1.

S slike 5 je razvidno, da je najprimernejše mesto za postavitev instrumenta čim bližje točki središča metalnega kroga S oziroma čim bližje točki pristanka metalnega orodja M. Ker postavitev instrumenta na točko S ali v bližino M fizično ni mogoča, je najprimerneje, da se odmaknemo z instrumentom pravokotno na zveznico med točkama S in M v bližini točke S.

V drugem primeru (slika 6) analiziramo vpliv mesta postavitve instrumenta na natančnost določitve dolžine meta, če predpostavimo, da baza b_{S-TPS} v izračunih nastopa kot dana vrednost oziroma je njena natančnost nekajkrat višja od natančnosti merjene dolžine D_{TPS-M} . Ta predpostavka je smiselna, ker dolžino b_{S-TPS} določimo pred tekmovanjem v več ponovitvah in jo lahko primerjamo z etalonom.



Slika 6: Natančnost merjene dolžine meta [mm] v odvisnosti od postavitve stojšča TPS – primer 2.

V tem primeru (slika 6) mesto postavitve instrumenta spet lahko poljubno izbiramo, vendar je teoretično pričakovano najprimernejša postavitev v bližini točke meta orodja. Kotna meritev v tem primeru prevlada nad dolžinsko. Če dolžino do reflektorja na točki pristanka orodja merimo pravokotno na smer meta, merjena dolžina D_{TPS-M} na natančnost vpliva minimalno. Glavno vlogo ima v tem primeru seveda dolžinska meritev baze b_{S-TPS} , za katero pa smo predpostavili, da je točna.

5 SKLEP

Rezultat pri metu diska, kladiva in kopja ter suvanju krogle je izmerjena dolžina od točke začetka meta do točke pristanka metalnega orodja. Pri metalnih disciplinah z daljšimi meti se dolžina določi z geodetskim merskim orodjem in geodetskimi računskimi postopki. Dolžina meta se računa na podlagi geodetskih merskih količin – kotov in dolžin. Izračunana dolžina meta mora ustrezati zahtevam, ki jih predpisuje mednarodna atletska zveza IAAF. Rezultat je določen z ustrezno stopnjo točnosti in natančnosti ter mora biti primerljiv tako z rezultati drugih atletov na posameznem tekmovanju kot z rezultati na različnih tekmovališčih.

Analizirali smo primerljivost rezultatov metov glede na geografsko širino in nadmorsko višino tekmovališča. Iz rezultatov vidimo, da je za doseganje rekordov pomembno, kje stoji tekmovališče – najboljše čim bližje ekvatorju in na čim višji nadmorski višini. V članku smo analizirali tudi nekatere druge vplive na merjeno dolžino meta. Ugotovili smo, da glede na zahtevo po nekajmilimetrski natančnosti računanih

dolžin meta ni treba zagotoviti visoke natančnosti merjenja kotov. To pomeni, da nam ni treba nujno imeti preciznih tahimetrov. Poleg tega postavitev geodetskega merskega instrumenta v skladu s pravili IAAF ni poljubna. Lokacija stojišča mora biti taka, da ne moti poteka tekmovanja. Z vidika natančnosti rezultata smo ugotovili, da je najprimernejša lokacija stojišča instrumenta čim bližje metalnemu krogu oziroma je pravokotni odmik glede na smer meta čim manjši.

Geodetske meritve imajo pomen tudi v športu. Atlet vloži veliko truda, da bi dosegel čim boljši rezultat, ki pri metu kopja, kladiva in diska ter suvanju krogle pomeni dolžino meta. Ves trud atleta pa bi bil razvrednoten z napačno izmerjeno dolžino meta. Geodet lahko s primernim instrumentarijem ter poznavanjem ustreznih merskih in računskih postopkov zagotovi dovolj kakovosten podatek o dolžini meta, ki je primerljiv z dolžinami metov drugih atletov in pomeni rezultat atleta.

Literatura in viri

- IAAF (2010). IAAF Calibration and Testing Manual.
- IAAF (2011). Competition rules 2012–2013. <http://www.iaaf.org/about-iaaf/documents/technical#rules-regulations>, pridobljeno 20. 12. 2013.
- Leica Geosystems (2005). Athletics Measurement, On-Board application program for TPS-Systems 1200. <http://www.leica-geosystems.com>, pridobljeno 1. 12. 2013.
- Strnad, J. (1985). Meti. *Presek*, 13(2), 86–91. Pridobljeno 1. 12. 2013 s spletne strani: <http://www.presek.si/13/13-2-Strnad.pdf>, pridobljeno 1. 12. 2013.
- Torge, W. (2001). *Geodesy* (str. 117). Berlin & New York: Walter de Gruyter.
- Tsakiri, M., Stewart, M. P., Snow, A., Karabelas, J. (2005). On the quality of distance measurements in athletic throwing events, *Survey Review*, 38(296), 100–116.
- Tuno, N., Mulahusić, A., Kogoj, D. (2012). Od Reg Elta do Spatial Station: Štiri desetletja elektronskih tahimetrov Zeiss (Trimble). *Geodetski vestnik*, 56(3), 415–426.

Marjetič A., Kregar K., Kogoj D. (2014). Geodetsko merjenje dolžin v atletiki. *Geodetski vestnik*, 58 (2): 243–253.

asist. dr. Aleš Marjetič, univ. dipl. inž. geod., asist. Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod., izr. prof. dr. Dušan Kogoj, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: ales.marjetic@fgg.uni-lj.si, klemen.kregar@fgg.uni-lj.si, dusan.kogoj@fgg.uni-lj.si

ANALIZA ZAVAROVANIH OBMOČIJ NARAVE NA SVETOVNI RAVNI TER PRIMERJAVA Z EVROPO IN SLOVENIJO

ANALYSIS OF PROTECTED AREAS OF NATURE ON THE GLOBAL LEVEL AND A COMPARISON TO EUROPE AND SLOVENIA

Bernarda Bevc Šekoranja, Andrej Pogačnik

UDK: UDK: 502/504:574(4)(497.4)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 13.6.2013

Sprejeto: 25.5.2014

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 13.6.2013

Accepted: 25.5.2014

IZVLEČEK

Zavarovana območja narave so pomemben instrument za uspešno trajno ohranjanje biotske raznovrstnosti, a kljub nenehni rasti njihovega števila in površine ne preprečujejo njene izgube. V prispevku so analizirana zavarovana območja posameznih držav in celin, položaj Slovenije v razmerju do evropskih in drugih držav ter povezanost med zavarovanimi območji in drugimi družbeno-gospodarskimi kazalniki. Južna Amerika v obdobju 1990–2010 izstopa z najhitrejšo rastjo površine in deleža zavarovanih območij, skupno največjo površino in največjim deležem zavarovanih območij ter največjo povprečno velikostjo zavarovanega območja. Evropa pa, nasprotno, izstopa z največjim številom zavarovanih območij in njihovo najmanjšo povprečno velikostjo. Čeprav Slovenija velja za pomembno biodiverzitetno točko, se to ne odraža v deležih zavarovanih območij (mreža IUCN, ramsarska mokrišča in Unescova svetovna dediščina), izstopa pa z visokimi deleži biosfernih rezervatov in drugih varstvenih območij. Analiza nakazuje, da na ustanavljanje zavarovanih območij poleg biotske raznovrstnosti močno vplivajo različni socialni, ekonomski in politični dejavniki. Obseg in vpliv okoljske politike se večata z gospodarskim razvojem, razlike v zavarovanih območjih pa se med državami z visokim oziroma nizkim prihodkom še povečujejo.

KLJUČNE BESEDE

zavarovana območja narave, soodvisnost, biotska raznovrstnost, bruto domači proizvod (BDP)

ABSTRACT

Protected areas are an important instrument in the successful long-term preservation of biodiversity; however, despite the continued growth in their number and size, they still cannot prevent biodiversity loss. This article focuses on an analysis of the protected areas of different countries and continents, an analysis of Slovenia's position in relation to European and other countries, and on an analysis of the correlation between protected areas and other socio-economic indicators. South America stands out with the fastest growth in the area and the coverage of protected areas in 1990–2010, with the largest average size of the protected area, with a maximum total area and the highest share of protected areas. Europe, however, stands out with the highest number of protected areas and the smallest average size of the protected area. Despite the definition of Slovenia as a biodiversity hotspot, this is not reflected in the percentage of protected areas, although there high shares of biosphere reserves and other protected areas. In addition to the impact of biodiversity on the establishment of protected areas, the analysis suggests significant impacts of different social, economic and political factors. The scope of environmental policy increases with economic development and, in this way, the differences in protected areas between countries with high income and low-income countries are even greater.

KEY WORDS

nature protected areas, correlations, biodiversity, gross domestic product (GDP)

1 UVOD

Zavarovana območja narave so zaščiteni zaradi svoje okoljske, kulturne ali druge vrednosti in so pomemben instrument za ohranjanje vrst in ekosistemov, zaustavljanje izgube biotske raznovrstnosti (Barr et al., 2011; Mascia in Pailler, 2010; Herbert et al., 2010) ter zagotovilo za trajnostno rabo naravnih virov. Njihov pomen se kaže tudi v njihovi široko sprejeti vlogi enega izmed glavnih kazalcev doseganja svetovnih ciljev biotske raznovrstnosti (Chape et al., 2005; Hirschnitz-Garbers in Stoll-Kleeman, 2010). Okrepljena prizadevanja držav za zavarovanje so odziv na spremembe v ključnih ekosistemih in habitatih, predvsem na izgubo biotske raznovrstnosti. Sistemi zavarovanja so se razvijali v daljšem obdobju in se po posameznih državah močno razlikujejo glede na nacionalne potrebe in prednostne naloge družbe, pa tudi zaradi razlik v zakonodajni, institucionalni in finančni podpori. Njihov skupni imenovalac pa je njihov cilj: uspešno trajno ohranjanje narave (biotske raznovrstnosti, vrst, habitatov, ekosistemov ...). Pokritost države z zavarovanimi območji narave kaže stopnjo, koliko so sestavine biotske raznovrstnosti formalno zaščiteni. Primerjava rasti deleža zaščitenih območij posamezne države ali celine se uporablja za oceno stanja varstva oziroma oceno trendov na področju varstva v daljšem obdobju ter lahko omogoča spremljanje napredka pri oblikovanju celovitega omrežja zavarovanih območij narave in zaščiti biotske raznovrstnosti. Ne odraža pa kakovosti upravljanja zavarovanih območij narave in učinkovitosti zaščite biotske raznovrstnosti, prav tako ne zajema območij, ki uradno niso zaščiteni, a so lahko vseeno zelo pomembna za njeno ohranjanje. Uradno imenovanje zavarovanega območja narave samo po sebi še ni zagotovilo, da bo vsebovana biotska raznovrstnost ohranjena. Celo nasprotno, stopnja izgube biotske raznovrstnosti se je v preteklem obdobju (kljub rasti števila in površine zavarovanih območij narave) precej povečala.

Raziskava o gibanju 31 globalnih kazalnikov biotske raznovrstnosti (stanje in sestava habitatov, poraba naravnih virov, invazivne tujerodne vrste, onesnaževanje in prekomerna raba, vplivi podnebnih sprememb) kaže na slabšanje stanja biotske raznovrstnosti in okrepitev pritiskov nanjo (Butchart et al., 2010). Living Planet Index (LPI) kot kazalnik stanja globalne biotske raznovrstnosti na podlagi trendov v 9014 populacijah 2688 vrst vretenčarjev v obdobju 1970–2008 kaže na upad populacij za 28 %, pri čemer je največji upad biotske raznovrstnosti zaznan v državah s srednjim (31 %) in nizkim prihodkom (60 %) ter v tropskih regijah (61 %) (Living Planet Report, 2012, 2012). Izumrtje grozi do 25 % evropskih živalskih vrst, celovit pregled redkih in ogroženih vrst ter habitatnih tipov, zaščitenih z naravovarstveno zakonodajo Evropske unije (EU), pa je pokazal, da je v neugodnem stanju ohranjenosti kar 65 % zaščitenih habitatov in 52 % zaščitenih vrst (Akcijski načrt EU za biotsko raznovrstnost, 2010).

Konvencija o biološki raznovrstnosti (Convention on Biological Diversity, CBD), ki jo je ratificiralo 188 držav, je glavni mednarodni instrument za ohranjanje biodiverzitete in prvi svetovni sporazum o ohranjanju biotske raznovrstnosti. Analiza stanja je pokazala na upadanje biotske raznovrstnosti na svetovni ravni kot posledico intenzivnega razvoja človekovih dejavnosti. Konvencija o biološki raznovrstnosti državam podpisnicam nalaga prilagoditev strategij oziroma sprejetje strategije, načrtov in programov za ohranitev biotske raznovrstnosti in trajnostno rabo njenih sestavnih delov (Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji, 2002), da bo do leta 2020 dosežen zastavljeni cilj zavarovanja vsaj 17 % kopenskih in celinskih vodnih območij ter 10 % obalnih in morskih območij (CBD, 2010).

Republika Slovenija je z Zakonom o ratifikaciji Konvencije o biološki raznovrstnosti iz leta 1996 prevzela obveznost, da bo ohranjala biotsko raznovrstnost države. Strategija na tem področju v Sloveniji je bila

sprejeta konec leta 2001 za obdobje 2002–2012 in vsebuje usmeritve za zavarovana območja, ne določa pa konkretnih ukrepov za zavarovanje. Mršič (1997) trdi, da ima Slovenija v primerjavi s površino, ki jo prekriva, nesorazmerno veliko biotsko raznovrstnost in bi jo lahko poimenovali »vroča točka« Zemlje, hkrati pa je ena z vrstami najbogatejših držav v Evropi in ji zato upravičeno rečejo biotski park Evrope. Druga bistvena ugotovitev stroke je, da je njena velika biotska raznovrstnost pogojena z lego na stiku štirih biogeografskih regij (sredozemske, panonske, alpske in dinarske), raznoliko geološko zgradbo in razgibanim reliefom ter da ima glede na evropske države drugi največji biodiverzitetni indeks (večjega ima le še Slovaška) (Berginc, 2007). Poleg že naštetih vzrokov za visoko stopnjo raznovrstnosti so po mnenju stroke pomembne tudi pestre pedološke, podnebne in hidrološke razmere ter dejstvo, da je Slovenija stičišče slovanske, germanske in romanske kulture (Hlad in Škoberne, 2001).

1.1 Hipoteza

Hipoteza izhaja iz statističnih ugotovitev, da na število, površino in delež zavarovanih območij posamezne države ali celine vpliva več dejavnikov. Ti so zlasti:

- naravnogeografske značilnosti (stopnja biotske raznovrstnosti, število ogroženih vrst, zemljepisna širina in z njo povezano podnebje oziroma podnebni pas, nadmorska višina in relief oziroma pripadnost neki naravnogeografski celoti) ter
- družbeno-ekonomske značilnosti (socialni dejavniki – stopnja okoljske ozaveščenosti, pričakovana življenjska doba, število prebivalcev, gostota poselitve, ekonomski dejavniki – BDP, BDP na prebivalca, delež zaposlenega prebivalstva, politični dejavniki – članstvo v EU/OECD ipd.).

Raziskovalno vprašanje je ugotoviti stopnjo soodvisnosti med različnimi dejavniki ter številom, površino in višino deleža zavarovanih območij posamezne države ali celine. Hipoteza je, da imajo države z višjim BDP in/ali višjo stopnjo biodiverzitete tudi več/večjo površino/večji delež zavarovanih območij.

Hipotezo bomo potrdili oziroma zavrnil s temi analizami:

1. analizo zavarovanih območij (števila, površine, deleža in povprečne velikosti zavarovanih območij posameznih držav in celin), ki so mednarodno primerljiva (na svetovni ravni) in so bila določena na podlagi (z ratifikacijo sprejetih) mednarodnih konvencij, programov ter drugih sistemov oziroma predpisov.¹ To so:

- zavarovana območja, kot jih določa Svetovna zveza za varstvo narave (The International Union for Conservation of Nature – IUCN). V Sloveniji so na podlagi Zakona o ohranjanju narave (ZON, 1999) razdeljena na ožja (strogi naravni rezervati, naravni rezervati in naravni spomeniki) in širša zavarovana območja (narodni, krajinski in regijski parki), te kategorije pa so primerljive z mednarodno priznanimi kategorijami zavarovanih območij (I–VI, <http://www.arso.gov.si/>),
- biosferni rezervati (območja kopenskih/obalnih ekosistemov, mednarodno priznana v okviru Unescovega programa MAB (Človek in biosfera; angl. Man and the Biosphere) za spodbujanje uravnoteženega odnosa med človekom in naravo; WNR, Unesco, 2012), ramsarska mokrišča (določena na podlagi Ramsarske konvencije o mokriščih mednarodnega pomena; The Ramsar Convention on Wetlands, 2012) in Unescova svetovna dediščina (območja, vpisana na Unescov seznam svetovne dediščine; Unesco, World Heritage List, 2012);

¹ V analizah niso zajeta varovana območja evropskega omrežja Natura 2000, ki so odraz regionalnega prizadevanja držav članic EU za varstvo in ohranjanje narave ter niso nujno hkrati zavarovana kot območja IUCN. Biosferni rezervati, ramsarska mokrišča in Unescova svetovna dediščina so v celoti ali delno zavarovani tudi kot območja IUCN.

2. primerjavo Slovenije glede zavarovanih območij v razmerju do drugih EU članic, držav kandidatk za članstvo v EU, evropskih in drugih držav s preveritvijo, ali se z deležem in površino zavarovanih območij potrjujejo trditve več avtorjev o veliki biotski raznovrstnosti Slovenije;

3. analizo povezanosti deleža, števila in površine zavarovanih območij z različnimi socialnimi in gospodarskimi kazalniki držav (število prebivalcev, BDP, površina države, gostota poselitve ...).

2 METODA DELA

Za izračun števila, površine in deleža zavarovanih območij posameznih držav in celin so bili uporabljeni podatki iz svetovne zbirke podatkov o zavarovanih območjih WDPA (angl. The World Database on Protected Areas) iz leta 2012, ki na svojih spletnih straneh ponuja podatke o zavarovanih območjih ter najnovejše statistične podatke in analize o zavarovanih območjih (<http://www.wdpa.org/>). Meje med celinami (Evropa-Azija, Azija-Afrika, Severna Amerika-Južna Amerika) niso povsem jasno določene, posamezne države so lahko na različnih seznamih razvrščene k eni oziroma drugi celini. Zaradi lažjega izračuna števila, površine in deležev zavarovanih območij ter nadaljnega izračuna soodvisnosti med zavarovanimi območji in posameznimi družbeno-gospodarskimi kazalniki (BDP, število prebivalcev ipd.) se pri državah, ki ležijo na meji med celinama, upošteva seznam, objavljen na spletni strani statističnega urada Združenih narodov UNSTAT (<http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm#ftna>). Za meje posameznih držav so uporabljeni podatki rasterskih in vektorskih zemljevidov, katerih glavna avtorja sta Patterson in Kelso ter so prosto dostopni na kartografski spletni strani Natural Earth (<http://www.naturalearthdata.com>).

Za izračun soodvisnosti s Pearsonovim koeficientom² med deležem, številom, površino zavarovanih območij ter različnimi naravogeografskimi in družbeno-ekonomskimi kazalniki posameznih držav so bili uporabljeni podatki iz zbirke WDPA ter podatki Skupine Svetovne banke (The World DataBank, <http://www.worldbank.org/>), ki ponuja vpogled v 331 indikatorjev za 209 držav. Podatek o kazalniku o nacionalnem indeksu biotske raznovrstnosti je pridobljen s spletne strani Konvencije o biološki raznovrstnosti (<http://www.cbd.int/gbo1/annex.shtml>). Podnebni pasovi so povzeti po Köppen-Geigerjevi klasifikaciji podnebnih pasov (Peel et al., 2007).

3 REZULTATI

3.1 Analiza zavarovanih območij

Svetovna zveza za varstvo narave IUCN določa zavarovano območje kot »natančno opredeljen geografski prostor, priznan, namenski, upravljan na podlagi pravnih ali drugih veljavnih ukrepov za zagotavljanje dolgoročnega ohranjanja narave, biotske raznovrstnosti in kulturnega bogastva« (Dudley, 2008). Glede na smernice zveze IUCN za kategorizacijo zavarovanih območij se zavarovana območja glede na način upravljanja in različne cilje zavarovanja razvrščajo v šest kategorij: Ia – strogi naravni rezervat, Ib – naravno

² S Pearsonovim koeficientom se meri stopnja linearne povezanosti med dvema spremenljivkama. Če obstaja med spremenljivkama popolna povezanost, je vrednost Pearsonovega koeficienta 1 (če je povezanost pozitivna: z zviševanjem/zniževanjem vrednosti ene spremenljivke se hkrati zvišuje/znižuje tudi vrednost druge spremenljivke) oziroma -1 (če je povezanost negativna: z zviševanjem vrednosti ene spremenljivke se vrednost druge spremenljivke znižuje in nasprotno). Če med dvema spremenljivkama ni linearne povezanosti, je vrednost koeficienta enaka 0 (The Statistics Glossary, 2014). Moč povezanosti po Evansu (1996) ponazarja naslednja lestvica vrednosti koeficienta: 0,00–0,19: zelo šibka povezanost; 0,20–0,39: šibka povezanost; 0,40–0,59: zmerna povezanost; 0,60–0,79: močna povezanost; 0,80–1,0: zelo močna povezanost. Popolna funkcijska odvisnost (vrednost = 1) je praktično nemogoča, saj na posamezno spremenljivko praviloma vpliva več dejavnikov.

območje, II – narodni park, III – naravni spomenik, IV – zavarovani habitati rastlinskih in živalskih vrst, V – zavarovana krajina, VI – zavarovana območja naravnih virov. Sistem IUCN je prevzelo in ga uveljavilo v nacionalni zakonodaji že več kot 200 držav (<http://www.iucn.org/about/>).

Unescova mreža biosfernih rezervatov, vključenih v program MAB, je omrežje območij, na katerih razvijajo inovativne pristope, usmerjene v uravnoteženo razmerje med človekom in naravo. To so večinoma območja, ki so že zavarovana z drugimi sistemi: narodni parki in narodni rezervati, ramsarska mokrišča mednarodnega pomena in območja Unescove svetovne dediščine. Program MAB za zdaj vključuje 580 biosfernih rezervatov v 114 državah (WNBR, Unesco, 2012). V Sloveniji so za biosferne rezervate razglašeni: od leta 2003 Julijske Alpe, od leta 2004 Park Škocjanske jame – biosferno območje Kras ter od leta 2010 Kozjansko in Obsotelje (Unesco – Mab Biospehe Reserves Directory, 2012). Površina vseh treh biosfernih rezervatov zajema v svetovnem merilu nadpovprečnih 13,6 % slovenskega ozemlja, površina slovenskih biosfernih rezervatov pa znaša 0,06 % celotne površine biosfernih rezervatov (površina Slovenije zavzema 0,013 % kopne površine na Zemlji). Delež biosfernih rezervatov v EU znaša 4,3 %, kar je nad svetovnim (3,4 %) in precej nad evropskim povprečjem (1,5 %). Največji delež biosfernih rezervatov med celinami dosega Južna Amerika (10,3 %).

Svetovna mreža mokrišč mednarodnega pomena (tako imenovanih ramsarskih mokrišč) vključuje posamične vodne ali z vodami bogate ekosisteme (jezera in reke, močvirja, barja, oaze, estuarije, delte, območja plimovanja, morska območja, koralne grebene, mangrove, ribnike, soline, riževa polja), s poudarkom na smotrni rabi mokrišč z ohranjanjem in trajnostno rabo v korist človeštva. Leta 2012 je imela konvencija 160 pogodbenic, na seznam je bilo vpisanih 2005 območij s površino 1.928.093 km² (The Ramsar Convention on Wetlands, 2012). Delež mokrišč mednarodnega pomena je v Sloveniji pod svetovnim povprečjem (1,4 %) in povprečjem EU (2,3 %) ter znaša le 0,4 % (Škocjanske jame, Cerkniško jezero in Sečoveljske soline). Največji delež zavarovanih površin med celinami dosega Afrika (2,8 %).

Svetovna mreža območij Unescove svetovne dediščine vključuje izjemno kulturno in naravno dediščino svetovnega pomena. Seznam Unescove svetovne dediščine obsega 936 območij (183 naravnega, 28 mešanega in 725 kulturnega pomena) v 189 državah članicah. Edino slovensko območje Unescove dediščine so bile do leta 2012, ko se je na seznam kot tehnološki spomenik uvrstila tudi Idrija (skupaj z Almadenom), Škocjanske jame (na seznam vpisane leta 1986). V Sloveniji zavzema le 0,02 % ozemlja (Unesco, World Heritage List, 2012), kar je eden najnižjih deležev v Evropi in na svetu.

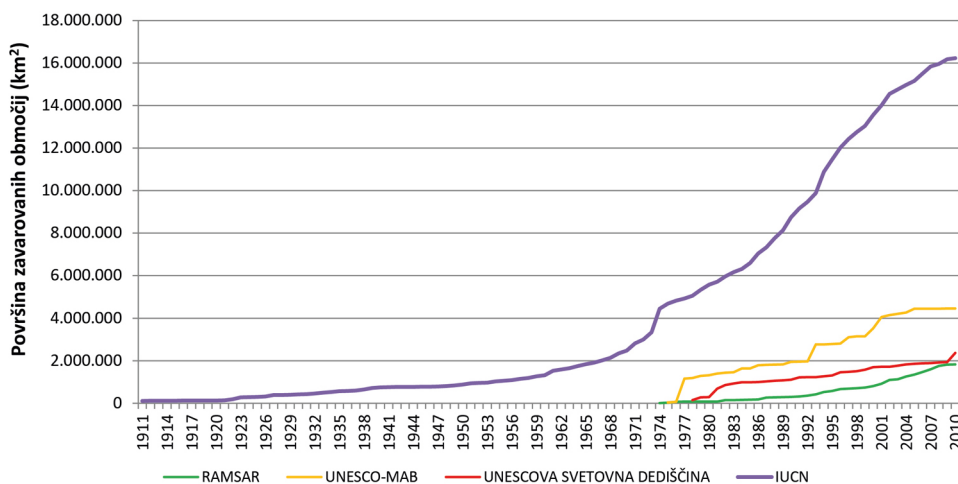
Svetovni delež zavarovanih območij IUCN v letu 2010 dosega le 13,0 % (preglednica 1), v obdobju 1990–2010 pa je zrasel le za 3,9 % (med letoma 1990 in 2000 za 2,6 %, med 2000 in 2010 pa samo za 1,3 %), kar nakazuje, da bo ob zdajšnjem trendu rasti deleža cilj svetovnega Strateškega načrta biotske raznovrstnosti za obdobje 2011–2020, v skladu s katerim naj bi se delež zavarovanih območij kopnega ozemlja in celinskih voda do leta 2020 povečal na najmanj 17 % zavarovanega kopnega ozemlja (CBD, 2010; Kus Veenvliet, 2011), težko dosegljiv.

EU ima v primerjavi s svetom večji delež zavarovanih območij IUCN, biosfernih rezervatov in ramsarskih mokrišč, nižji pa je delež Unescove svetovne dediščine. Slovenski delež zavarovanih območij IUCN je skoraj enak svetovnemu povprečju in je nad povprečjem vseh evropskih držav, a zelo zaostaja za povprečjem EU. Slovenija v primerjavi s svetom in EU pozitivno in presenetljivo izstopa z visokim deležem biosfernih rezervatov, precej pa zaostaja po deležu ramsarskih mokrišč in z enim najmanjših deležev

Unescove svetovne dediščine na svetu. Največji delež površine med zavarovanimi območji pomenijo zavarovana območja IUCN, najmanjšega pa ramsarska mokrišča (graf 1).

Preglednica 1: Delež in povprečna velikost zavarovanih območij na svetu, v Evropi oziroma v EU in Sloveniji

		Zavarovana območja			
		IUCN	UNESCO-MAB	ramsarska mokrišča	svetovna dediščina
Delež zavarovanih območij glede na skupno površino (%)	svet	13,0	3,4	1,4	1,8
	Evropa	10,7	1,5	1,1	1,5
	EU	16,6	4,3	2,3	1,6
	kandidatke EU	4,8	0,4	0,8	0,2
	druge evropske države ³	9,2	0,9	0,8	1,4
	Slovenija	13,2	12,6	0,4	0,02
Povprečna velikost zavarovanih območij (km²)	svet	115,2	9.096,0	1.003,7	11.609,5
	Evropa	24,7	1.733,0	277,7	5.947,6
	EU	9,4	1.305,5	131,6	1.963,7
	kandidatke EU	69,1	1.913,8	285,2	305,9
	druge evropske države	76,7	2.826,7	1.019,0	16.717,7
	Slovenija	5,3	1.279,9	27,8	4,0



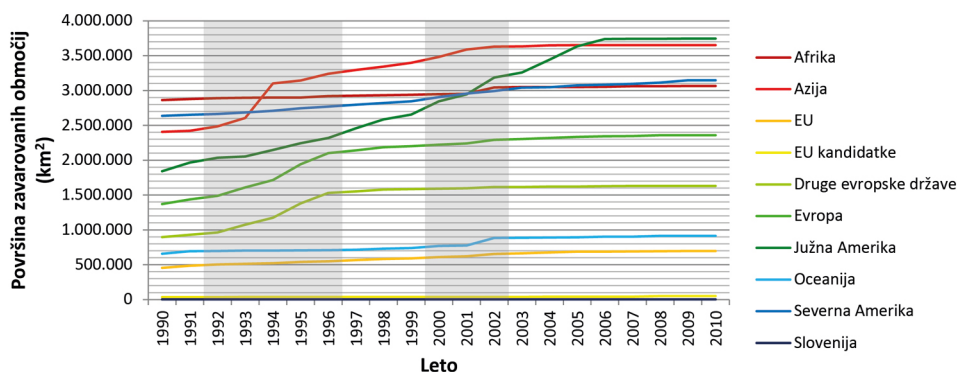
Graf 1: Primerjava rasti obsega površin zavarovanih območij v zadnjih sto letih (IUCN, Ramsar, Unesco-MAB, Unescova svetovna dediščina).

3.2 Primerjava zavarovanih območij IUCN Slovenije v razmerju do drugih članic EU, držav kandidatke za članstvo v EU, evropskih in drugih držav

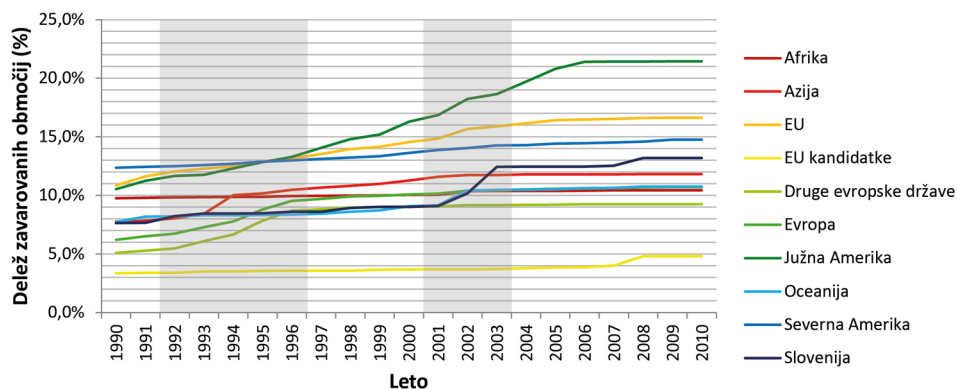
Površina zavarovanih območij IUCN (v nadaljnjem besedilu: zavarovana območja) se je v obdobju 1990–2010 najhitreje povečevala v Južni Ameriki (graf 2), in sicer v obravnavanem obdobju kar za

³ Mednje spadajo evropske države, ki niso članice EU ali kandidatke za vstop v EU.

dvakrat, razlika v deležih zavarovanih območij med letoma 1990 in 2010 pa znaša skoraj 11 % (graf 3). Površina zavarovanih območij je v obravnavanem obdobju najpogostejše rasla v Afriki (le za 7 %), delež zavarovanih območij pa se je povečal le za 0,7 %. V Evropi se je površina zavarovanih območij izrazito povečala v obdobju 1992–1996, in sicer zaradi povečanja v Nemčiji, Italiji, Rusiji, Finski, Poljski, Švici, Litvi, Franciji in Ukrajini. To je tudi obdobje padca komunizma in nastajanja samostojnih držav v srednji in vzhodni Evropi. Povečanje površine je pripisati sprejetju Konvencije o biološki raznovrstnosti leta 1992, pa tudi aktivni vlogi Svetovne komisije za zavarovana območja (WCPA), ki je v 90. letih precej razširila članstvo v zvezi IUCN (predvsem v Afriki, Južni Ameriki, Aziji, vzhodni Evropi in na Bližnjem vzhodu). Le Južna Amerika je dosegla cilj zavarovanja vsaj 17 % kopenskih in celinskih vodnih območij že leta 2001, vse druge celine tega cilja CBD še niso dosegle.



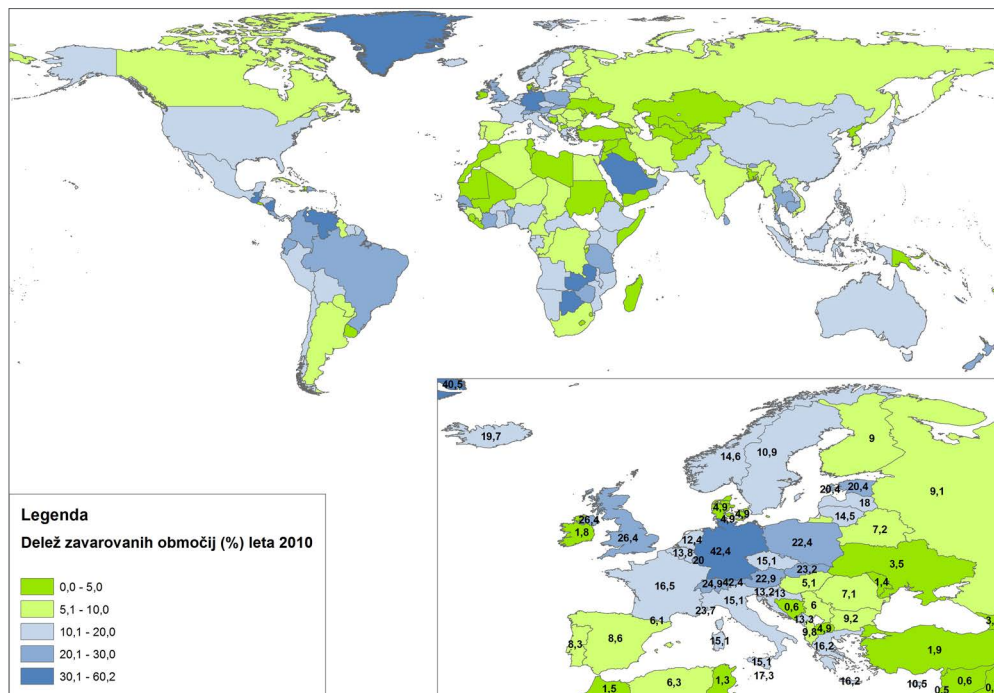
Graf 2: Rast površine zavarovanih območij po državah in celinah v obdobju 1990–2010 (obdobje izrazite rasti v letih 1992–1996, območje šibke rasti v letih 2000–2002, po letu 2002 pa se rast površine zavarovanih območij zelo umiri (najpozneje v Južni Ameriki po letu 2006, po tem letu pa rasti površine zavarovanih območij skoraj ni več).



Graf 3: Rast deleža kopenskih zavarovanih območij po državah in celinah v obdobju 1990–2010 (očitna sta dva izrazita praga: povečanje med letoma 1992 in 1996 ter manj izrazito povečanje med letoma 2001 in 2003, po tem obdobju se rast umirja, po letu 2008 pa delež zavarovanih območij skoraj ne raste več).

V Sloveniji se je v obdobju 1990–2010 površina zavarovanih območij povečala za 72 %, njihov delež v državi pa za 5,5 % (celo več od evropskega povprečja – 4,5 %, vendar manj od povprečja EU – 5,8 %), najizrazitejše povečanje v površini in deležu zavarovanih območij pa je zaznati v obdobju 2001–2003,

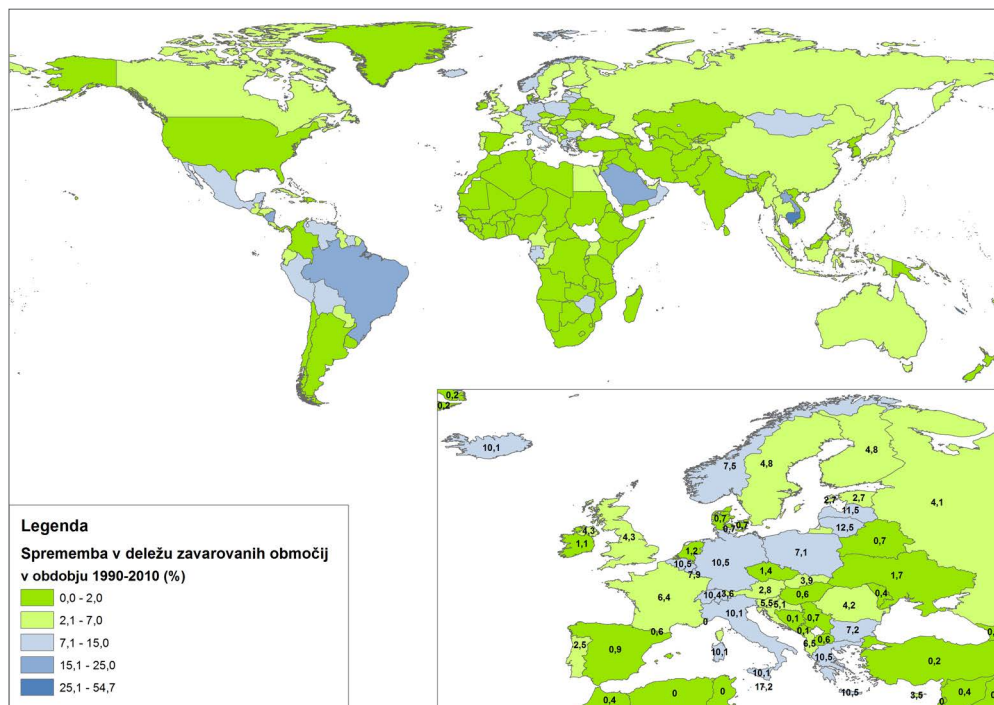
kar je gotovo tudi posledica uresničevanja leta 1999 sprejetega Nacionalnega programa varstva okolja, v katerem je bilo med ključnimi nalogami tudi postopno povečanje različnih kategorij zavarovanih območij na približno 30 % državnega ozemlja (Nacionalni program varstva okolja, 1999), in leta 2001 sprejete Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji.



Slika 1: Delež zavarovanih območij po posameznih državah (leto 2010) je zelo visok v Južni Ameriki (Venezuela, Brazilija, Ekvador, Kolumbija), subekvatorialni Afriki (Zambija, Bocvana, Zimbabve, Tanzanija), v Severni Evropi (Velika Britanija, Nemčija, Lihtenštajn, Švica, Slovaška, Avstrija, Poljska, Estonija, Luksemburg) in na Grenlandiji. Zelo nizek pa je delež zavarovanih območij v saharski Afriki (Maroko, Mavretanija, Mali, Tunizija, Libija, Sudan), Osrednji Aziji (Tadžikistan, Turkmenistan, Kazahstan, Uzbekistan, Afganistan), na Bližnjem vzhodu (Turčija, Sirija, Gruzija, Irak, Libanon, Jordan) in nekaterih državah Evrope (Makedonija, Danska, Ukrajina, Irska, Moldavija, Bosna in Hercegovina). Povprečni delež zavarovanih območij imajo Kitajska, ZDA, Avstralija, Skandinavija, Islandija, Malezija, Indonezija, Italija, Francija.

Delež zavarovanih območij leta 2010 je prikazan na sliki 1, z največjim (nad 40 %) pa izstopajo naslednje države: Nova Kaledonija (60,2 %), Venezuela (53,8 %), Brunej (44,0 %), Otoki Turks in Caicos (42,9 %), Lihtenštajn, (42,4 %), Nemčija (42,4 %), Sejšeli (42,0 %), Hongkong (41,8 %) in Grenlandija (40,5 %). Delež zavarovanih območij delno odraža: a) naravne značilnosti (v državah z ekvatorialnim in savanskim podnebjem, kot so Venezuela, Brazilija, Ekvador, Kolumbija, Zambija, Zimbabve, Tanzanija, Senegal, Benin, Slonokoščena obala, Brunej, Kambodža, Šrilanka, Tajska, Nova Kaledonija, Guam, Kiribati, Sejšeli, Otoki Turks in Caicos, Nikaragva, Trinidad in Tobago, Gvatemala, Belize, Dominikanska republika, Kostarika, delež zavarovanih območij presega 20 % (povprečni delež zavarovanih območij v državah z ekvatorialnim in savanskim podnebjem je 14,8 %), medtem ko imajo države s tundrskim ali subpolarnim podnebjem povprečni delež zavarovanih območij 14,2 % (Islandija, Japonska, Norveška, Mongolija, ZDA (Aljaska), Švedska, Rusija, Finska, Kanada, Kazahstan, Grenlandija) oziroma 11,5 % brez Grenlandije, države s trop-

skim (pol)suhim podnebjem na območju step in velikih puščav (Sahara, Velika arabska puščava, Thar, Namib, Kalahari, Avstralska puščava) pa povprečni delež zavarovanih območij 6,6 % (Namibija, Oman, Avstralija, Čad, Niger, Alžirija, Egipt, Sudan, Mali, Maroko, Tunizija, Sirija, Somalija, Mavretanija, Jemen, Libija, Irak, z izjemo Bocvane in Savdske Arabije); b) gospodarsko razvitost in torej višjo okoljsko ozaveščenost držav (države z višjim BDP, na primer Nemčija, Lihtenštajn, Monako, Velika Britanija, Nova Zelandija, Švica, Avstrija, imajo večji delež zavarovanih območij kot države z nižjim BDP, kot so Sudan, Ukrajina, Maroko, Moldavija, Jemen, Madagaskar, Mali, Bangladeš, Afganistan, Somalija, Haiti).



Slika 2: Sprememba deleža zavarovanih območij v obdobju 1990–2010 (najizrazitejša povečanja so v Srednji in Južni Ameriki (Nikaragva, Mehika, Brazilija, Venezuela, Peru, Bolivija), v Savdski Arabiji, v Srednji in Severni Evropi, izstopajo še Laos, Kambodža, Mongolija, Zimbabve, Gabon, delež zavarovanih območij pa se ni bistveno povečal v ZDA, v večini držav Afrike, Bližnjega vzhoda, Osrednje Azije in Vzhodne Evrope). Povečanje deleža zavarovanih območij je izrazilo v državah, v katerih je bil pred letom 1990 majhen, in majhno v državah, v katerih je bil že pred letom 1990 razmeroma velik (razvitejše države z višjo stopnjo okoljske ozaveščenosti, boljše izobrazbeno strukturo, v katerih je varstvo narave visoko v sistemu vrednot).

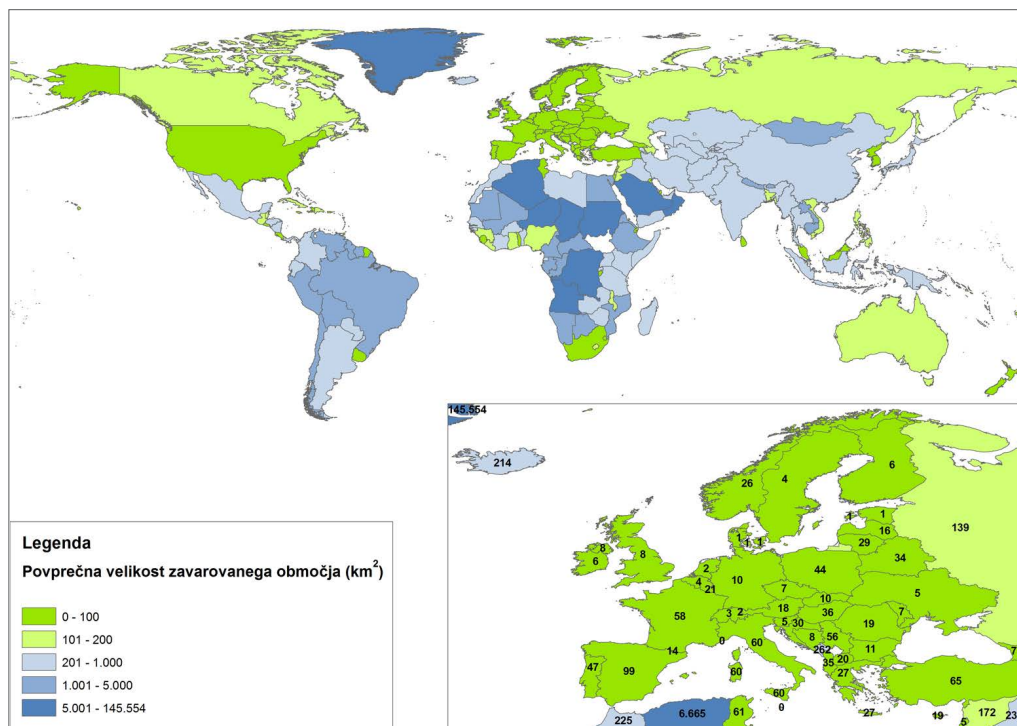
Povečanje deleža zavarovanih območij v obdobju 1990–2010 (slika 2) kaže na aktivnost držav pri ustanavljanju zavarovanih območij, povečano aktivnost posameznih držav (Brazilija, Savdska Arabija, Nikaragva, Mongolija, Laos, Kambodža) lahko pripišemo (po)večanju okoljske ozaveščenosti, razširitvi članstva v zvezi IUCN in boljšemu uresničevanju ciljev sprejetih mednarodnih konvencij in deklaracij ter nacionalnih strategij. Svetovni delež zavarovanih območij se je v obravnavanem obdobju povečal za 3,9 %, najizrazitejše povišanje pa so v tem obdobju dosegle naslednje države: v Oceaniji Nova Kaledonija (54,7 %), v Severni Ameriki Otoki Turks in Caicos (38,0 %), v Aziji Kambodža (25,7 %), v Južni Ameriki Brazilija (17,3 %) in v Evropi Malta (17,2 %).

Delež zavarovanih območij v Sloveniji se je v obdobju 1990–2010 povečal le za 5,5 % (v obdobju 1990–2000 le 1,4 %), kar seveda ni v skladu s cilji, določenimi v nacionalnih strateških dokumentih na področju varstva okolja. Leta 1989 so bila v gradivu Republiškega komiteja za kulturo Naravna in kulturna dediščina ter njeno varovanje v Sloveniji kot načrtovana zavarovana območja opredeljena štiri območja s skupaj 11 % površine državnega ozemlja (kraški regijski park, notranjski regijski park, karavanški in kamniško-savinjski regijski park ter Pohorje; Ogorelec, 2012). Z Nacionalnim programom varstva okolja (NPVO), ki je bil sprejet leta 1999 (v tem letu je bil delež zavarovanih območij 9,0 %), je bilo določeno postopno povečanje različnih kategorij zavarovanih območij na približno 30 % državnega ozemlja (Nacionalni program varstva okolja, 1999). Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja (ReNPVO), sprejeta leta 2006 (v tem letu je bil delež zavarovanih območij 12,5 %), pa določa povečanje deleža zavarovanih območij različnih kategorij za 5 % površine Slovenije do leta 2008 (torej bi moral znašati 17,5 %) oziroma za 10 % površine Slovenije do leta 2014 (skupno bi moral delež zavarovanih območij znašati že 22,5 %) (Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012, 2006). Povečanje deleža zavarovanih območij v skladu z nacionalnimi strateškimi dokumenti na področju varstva okolja ni bilo doseženo, saj so bili cilji glede na dotedanje trende rasti deleža zavarovanih območij ob nezadostnih finančnih sredstvih zastavljeni preveč optimistično, večina nacionalnih prizadevanj pa je bila ob vstopu Slovenije v EU usmerjena v takratno prednostno nalogo na področju varstva narave – opredelitev varovanih območij Natura 2000; leta 2002 se je zato zaustavil projekt ustanovitve Regijskega parka Snežnik (Ogorelec, 2012). Z Operativnim programom – programom upravljanja območij Natura 2000 za obdobje 2007–2013 je bila določena nova časovnica ustanovitve načrtovanih novih zavarovanih območij: leta 2008 naj bi bila ustanovljena Krajinski park Ljubljansko barje in Kamniško-Savinjski regijski park, leta 2010 Regijski park Pohorje in Krajinski park Dragonja, leta 2012 pa Kraški regijski park/Krajinski park Kraški rob (Operativni program – program upravljanja ..., 2007). Od načrtovanih zavarovanih območij je bil ustanovljen le Krajinski park Ljubljansko barje (leta 2008), konec leta 2011 pa je bilo v Sloveniji ustanovljeno novo zavarovano območje: Krajinski park Radensko polje v velikosti približno 15 km². Površina zavarovanih območij naj bi se z ustanovitvijo regijskega parka Kamniško-Savinjske Alpe povečala za približno 250 km² (Bizjak, 2008), delež zavarovanih območij v Sloveniji pa bi se tako povečal na približno 14,5 %, kar je še vedno skromno glede na zastavljeni cilj do leta 2014 (22,5 % zavarovanih območij).

Območja Natura 2000 v Sloveniji niso del sistema zavarovanih območij, vendar lahko z ustreznim upravljanjem pomembno prispevajo k ohranjanju narave in ekološki povezanosti različnih območij varovane narave. Območja Natura 2000 obsegajo 37,2 % državnega ozemlja, kar je največji delež v EU (<http://www.natura2000.gov.si/>). V Sloveniji se med varovana območja narave poleg območij Natura 2000 uvrščajo tudi ekološko pomembna območja – EPO (območja habitatnega tipa ali večje ekosistem-ske enote, ki pomembno prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti) in naravne vrednote (redki, dragoceni ali znameniti naravni pojavi, deli žive ali nežive narave, naravna območja, ekosistemi, krajina in oblikovana narava; Bizjak, 2008). Ta skupaj z zavarovanimi območji IUCN ter območji Natura 2000 pokrivajo kar 55,3 % površine Slovenije, 9 % površine države pa je (za)varovano hkrati z vsemi štirimi režimi (IUCN, Natura 2000, EPO in naravna vrednota).

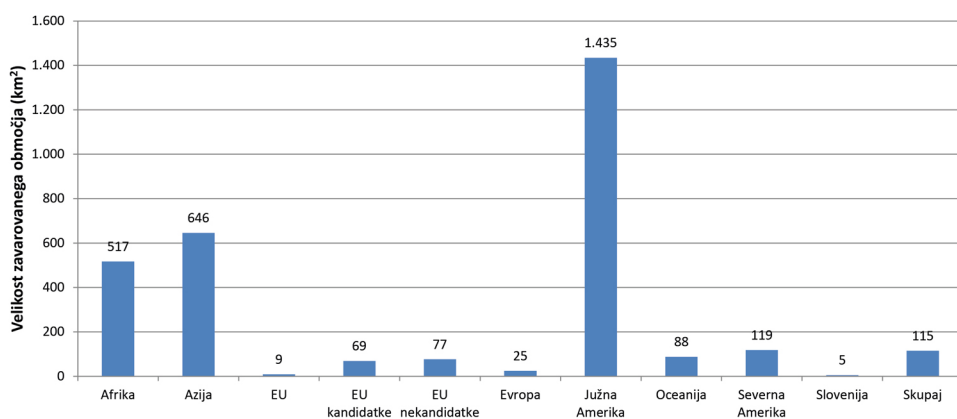
Nadaljnja analiza je bila usmerjena k velikosti posameznih zavarovanih območij, kar kaže na stopnjo fragmentacije, zgodovinski vidik (starejša zavarovana območja so bila manjša) in vidik poseljenosti

oziroma urbaniziranosti itd. Najmanjša povprečna velikost zavarovanega območja (slika 3 in graf 4) je značilna za Evropo, zavarovana območja so v povprečju velika le 24,7 km², zavarovana območja so v povprečju največja v Južni Ameriki, in sicer kar 58-krat večja od evropskih (1.434,7 km²). Ta podatek se ujema z velikostjo držav, saj je tudi ta v povprečju največja v Južni Ameriki. Še 2,6-krat manjša od vseh evropskih so zavarovana območja v EU (9,4 km²), v Sloveniji pa je povprečno zavarovano območje veliko le 5,3 km². Med razlogi za majhno povprečno velikost zavarovanih območij v Evropi so velika razdrobljenost (Landscape fragmentation in Europe, 2011), ki je geografska (številne majhne naravogeografske celote, velika krajinska pestrost, gosta poseljenost, številna urbana območja, gosta infrastrukturna mreža) ter politična (majhna povprečna velikost držav) in kulturna (narodna in jezikovna pestrost). Velika razdrobljenost zavarovanih območij postaja ključni izziv pri ohranjanju biotske raznovrstnosti v prihodnje; na manjših zavarovanih območjih je namreč oteženo vzdrževanje ekoloških procesov in vitalnih habitatov/populacij, kar se bo še okrepilo s podnebnimi spremembami. Izjemno majhna zavarovana območja posameznim vrstam ponujajo zelo omejene možnosti preživetja oziroma distribucije znotraj enega zavarovanega območja ali s selitvijo v druga manjša zavarovana območja (Gaston et al., 2008). Izredno velika zavarovana območja lahko zaradi velikosti ohranijo nedotaknjene združbe vrst ter velike populacije posameznih vrst, ki so regionalnega ali svetovnega pomena, vsebujejo velika območja divjine, zagotavljajo relativno nizek neposreden človekov vpliv in so relativno odporna proti ogrožajočim procesom (na primer spremembam podnebja). Ti rezultati so bili ugotovljeni v analizi 63 izredno velikih zavarovanih območij na svetu, velikih najmanj 25.000 km² (Cantu-Salazar in Gaston, 2010).



Slika 3: Zavarovana območja so v povprečju najmanjša v Severni Ameriki, Evropi, Avstraliji in Južnoafriški republiki.

Pomembno orodje za ohranjanje biodiverzitete na majhnih, fragmentiranih zavarovanih območjih so ekološki koridorji. Večja območja omogočajo ohranjanje zelo široke biotske raznovrstnosti, mala zavarovana območja pa imajo pomembno vlogo pri zaščiti redkih vrst oziroma vrst, ki zahtevajo posebne habitate. Velika razdrobljenost habitatov ter pomanjkanje ekoloških omrežij in koridorjev torej ni v prid ohranjanju biotske raznovrstnosti in vitalnosti posameznih vrst, saj se manjše in izolirane populacije težje ohranjajo in vzpostavljajo funkcionalne odnose med življenjskimi prostori (Ekološka omrežja na območju Alp, 2010). Fragmentiranost oziroma bolj enakomerna porazdelitev zavarovanih območij pa ima po drugi strani lahko mnoge pozitivne učinke za (lokalno) prebivalstvo: gospodarsko korist (prihodki od prodaje blaga in storitev, ustvarjanje delovnih mest, razvoj turizma in drugih z njim povezanih dejavnosti, dvig dejanske vrednosti nepremičnin) in družbeno korist (krepitev lokalne skupnosti, možnost izobraževanja, večje spoštovanje do naravnega bogastva, dvig kakovosti bivanja, ohranjanje tradicije, rekreacija, hitrejša in lažja dostopnost z možnostjo enodnevnih izletov ali krajših obiskov).



Graf 4: Povprečna velikost zavarovanega območja v državah in na celinah, zajetih v obravnavo.

3.3 Analiza povezanosti deleža, števila in površine zavarovanih območij z različnimi naravnimi in družbeno-ekonomskimi kazalniki

Rezultati raziskave izhajajo iz stopnje povezanosti med številom, površino in deležem zavarovanih območij ter naslednjimi okoljskimi in družbeno-ekonomskimi kazalniki: BDP, BDP na prebivalca, številom prebivalcev, površino države, gostoto poselitve, deležem gozdov, pričakovano življenjsko dobo, stopnjo zaposlenega prebivalstva, nacionalnim indeksom biotske raznovrstnosti (NBI – National Biodiversity Index)⁴, indeksom relativnega potenciala biotske raznovrstnosti (GEF – Global Environment Facility Benefits Index for Biodiversity)⁵ in številom ogroženih vrst. Tako smo prikazali in dokazali povezanost različnih zgoraj navedenih dejavnikov s številom, površino in višino deleža zavarovanih območij. Med BDP in številom/površino zavarovanih območij obstaja srednja oziroma zmerna soodvisnost (0,65/0,53).

⁴ Nacionalni indeks biotske raznovrstnosti (slika 4) temelji na ocenah raznovrstnosti in endemizma posameznih držav, njegove vrednosti se gibljejo med 0 (najmanjša biotska raznovrstnost) in 1 (največja biotska raznovrstnost). Nacionalni indeks biotske raznovrstnosti je povzetek stanja biotske raznovrstnosti iz rednega poročila o izvajanju Konvencije o biološki raznovrstnosti, ki je dostopno na spletni strani Konvencije o biološki raznovrstnosti (<http://www.cbd.int/gbo1/annex.shtml>).

⁵ Indeks relativnega potenciala biotske raznovrstnosti (slika 4) temelji na številu vrst, ki so zastopane v vsaki državi, na njihovi ogroženosti in raznolikosti habitatnih tipov. Je merilo potenciala biotske raznovrstnosti glede na možnost ustvarjanja svetovnih okoljskih koristi. Vrednosti indeksa so med 0 (države brez potenciala biotske raznovrstnosti, na primer Lihtenštajn, Monako, Luksemburg, Andora) in 100 (država z največjim potencialom biotske raznovrstnosti, na primer Brazilija) (*The World DataBank*, <http://www.worldbank.org/>).

Večja povezanost med površino zavarovanih območij in BDP (0,82) je v državah z visokim prihodkom, članicah OECD. Ugotovili smo, da kolikor večji je BDP, večji je delež sredstev v okviru celotnega BDP za varstvo okolja, ustanovitev novih zavarovanih območij, torej bo večja tudi površina oziroma število zavarovanih območij. Velja pa tudi nasprotno: dobro upravljanje zavarovanih območij prinese številne ekonomske koristi: povečano aktivnost in s tem tudi povečan BDP v posameznih sektorjih, povečano lokalno zaposlovanje, nova delovna mesta, zlasti v turizmu, lokalni razvoj in večje davčne prihodke (Bovarnick et al., 2010). Bogatejše države z višjim BDP so bolj ozaveščene in so razglasile več ozemlja za zavarovana območja, čeprav obstajajo tudi precejšnja odstopanja (Južna Amerika s srednje visokim BDP), kar pa je posledica največjih deležev financiranja iz svetovnih virov podpore za ohranjanje biotske raznovrstnosti, ki sta jih prejeli Srednja in Južna Amerika (Zimmerer et al., 2004). Omejitveni dejavnik v procesu povečanja površine in deleža zavarovanih območij je nizek BDP na prebivalca, kar se kaže pri podsaharskih afriških državah (McDonald in Boucher, 2011).

Zavarovana območja opravljajo številne funkcije in niso nujno določena samo za zaščito biotske raznovrstnosti, zato lahko njihovo ustanavljanje le deloma pripomore k zmanjšani izgubi biotske raznovrstnosti. Če je gospodarska rast (rast BDP) vzrok za izgubo biotske raznovrstnosti, je pričakovati obratno sorazmerje med njima – z gospodarsko rastjo se bo zmanjšala biotska raznovrstnost. In nasprotno: če so višje ravni prihodkov povezane z naraščajočim povpraševanjem po ohranjanju biotske raznovrstnosti, potem bi morala naložba v zaščito biodiverzitete naraščati in stopnja izgube biodiverzitete bi se morala z rastjo naložb v varstvo okolja upočasniti. BDP na prebivalca se šteje kot kazalnik življenjskega standarda posamezne države ter šibko korelira s številom zavarovanih območij (0,38) in deležem zavarovanih območij (0,21). Da se obseg okoljske politike poveča z gospodarskim razvojem, dokazuje tudi analiza 141 držav z zavarovanimi območji IUCN (Dietz in Adger, 2003), v kateri raziskujejo odnos med gospodarsko rastjo in izgubo biotske raznovrstnosti. Na regionalni ravni tovrstna povezanost (med gospodarsko razvitostjo in stopnjo biotske raznovrstnosti) v Sloveniji ni potrjena. V diplomski nalogi z naslovom Pomen zavarovanih območij v regionalnem razvoju Slovenije avtor Tomo Vugrin ugotavlja, da se v razred z najnižjim BDP uvrščajo regije z največ zavarovanega ozemlja (Pomurska in Notranjsko-kraška regija), v razred z najvišjim BDP pa je uvrščena Osrednjeslovenska regija z najmanjšim deležem zavarovanih površin (Vugrin, 2005). To lahko pomeni, da so slovenske občine in regije z večjim deležem zavarovanih območij gospodarsko slabše razvita območja, ki doslej še niso izkoristila prednosti in priložnosti za razvoj turizma, sonaravnega kmetijstva, tradicionalnih obrti ... oziroma jih niso mogla izkoristiti zaradi drugih ovir (na primer dolgoterne odmaknjenosti od kakovostnih prometnic, drugih varstvenih režimov in omejitev: obrambe, poplav, slabih naravnih razmer za kmetijstvo, deagrarizacije po 2. svetovni vojni ipd.). Na območju Triglavskega narodnega parka (TNP) BDP na prebivalca zaostaja za slovenskim povprečjem, primanjkljaj delovnih mest na tem območju pa je eden od glavnih dejavnikov izseljevanja (Kus Veenvliet, Zakotnik, 2012). Razpored držav po višini prihodka na štiri razrede (visok, višji srednji, nižji srednji in nizek prihodek⁶) kaže na vrsto soodvisnosti (preglednici 2 in 3):

⁶ V razred z najvišjim prihodkom so uvrščene države OECD (Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj): Avstralija, Kanada, Švica, Izrael, Japonska, Norveška, Nova Zelandija, ZDA, večina članic EU, med njimi tudi Slovenija, in kandidatka za članstvo v EU Islandija ter države nečlanice OECD (na primer Andora, Ciper, Hongkong, Lihtenštajn, Monako, Malta, Hrvaška). V razred z višjim srednjim prihodkom so na primer uvrščene Albanija, Argentina, Bolgarija, Belorusija, Brazilija, Čile, Kitajska, Kuba, Litva, Latvija, Mehika, Makedonija, Črna gora, Peru, Romunija, Rusija, Srbija, Turčija, Venezuela in druge, v razredu z nižjim srednjim prihodkom pa so med drugimi: Armenija, Bolivija, Kongo, Egipt, Indonezija, Indija, Paragvaj, Ukrajina. V razred z najnižjim prihodkom se večinoma uvrščajo države v Afriki (na primer Burundi, Demokratična republika Kongo, Etiopija, Gvineja, Kenija, Liberija, Niger, Somalija, Čad, Togo, Tanzanija, Zimbabve), v Aziji (na primer Afganistan, Bangladeš, Kambodža, Nepal) in Haiti, ki se pritevta k Severni Ameriki.

- število zavarovanih območij na državo je največje v državah z visokim prihodkom (kar 76,7-odstotni delež vseh zavarovanih območij, vendar le 30,4 % celotne površine zavarovanih območij), države z nizkim prihodkom pa v seštevku zavarovanih območij zavzemajo le 1,4 % števila zavarovanih območij in hkrati 9,9 % vse površine zavarovanih območij. Posledica velike gostote poselitve, večje razvitosti, manjše povprečne površine države, goste infrastrukturne mreže in velike motoriziranosti v državah z visokim prihodkom so številna in fragmentirana zavarovana območja z najmanjšo povprečno velikostjo;
- povprečna velikost zavarovanega območja je največja v državah z nizkim prihodkom (845 km²), in sicer je 18-krat večja od povprečne velikosti zavarovanega območja v državah z visokim prihodkom (46 km²). Razlog so manjše omejitve pri določanju zavarovanih območij, saj so to večje države z obsežnimi nenaseljenimi površinami in območji divjine;
- delež zavarovanih območij je v povprečju nječji v državah z visokim prihodkom (14,0 %), najmanjši pa v državah z nižjim srednjim prihodkom (9,7 %); največje povečanje deleža zavarovanih območij v obdobju 1990–2010 so dosegle države z višjim srednjim prihodkom (5,3 %), najmanj pa se je delež v tem obdobju povečal v državah z nizkim prihodkom (le 1,1 %);
- države z višjim srednjim prihodkom imajo največji delež površine zavarovanih območij oziroma je površina zavarovanih območij na državo največja, hkrati imajo največji povprečni delež gozdov (37,6 %), največji povprečni relativni potencial biotske raznovrstnosti (11,0) in največji delež zaposlenega prebivalstva (56,6 %); po drugi strani pa imajo države z nizkim prihodkom 3,3-krat manjšo površino zavarovanih območij na državo od zgornjih, najnižji povprečni delež gozdov (26,2 %) in najmanjši povprečni relativni potencial biotske raznovrstnosti (4,3 %).

Preglednica 2: Primerjava držav glede na višino prihodka in značilnosti zavarovanih območij

- 1: Delež števila zavarovanih območij IUCN, 2010 (%)
- 2: Delež površine zavarovanih območij IUCN, 2010, km², od skupne površine zavarovanih območij (%)
- 3: Delež zavarovanih območij, 2010 (%)
- 4: Povečanje deleža zavarovanih območij, 1990–2010 (%)
- 5: Povprečna velikost zavarovanega območja, 2010 (km²)
- 6: Delež gozdov, 2010 (%)
- 7: Relativni potencial biotske raznovrstnosti, 2008
- 8: Sprememba v vrednosti relativnega potenciala biotske raznovrstnosti, 2005–2008
- 9: Sprememba v vrednosti relativnega potenciala biotske raznovrstnosti, 2005–2008 (%)
- 10: Nacionalni indeks biotske raznovrstnosti
- 11: Delež števila ogroženih vrst, 2012 (%)
- 12: Povprečno število ogroženih vrst na državo, 2012

Države po prihodku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Visok prihodek	76,7	30,4	14,0	3,5	46	32,2	5,5	-0,31	-5,7	0,45	16,8	54
Višji srednji prihodek	15,5	46,7	11,9	5,3	347	37,6	11,0	-1,33	-12,1	0,60	39,4	152
Nižji srednji prihodek	6,4	13,0	9,7	2,4	233	33,7	6,4	-0,68	-10,7	0,57	28,3	109
Nizek prihodek	1,4	9,9	10,1	1,1	845	26,2	4,3	-0,22	-5,1	0,57	15,5	93
Skupaj	100,0	100,0	13,0	3,8	115	33,0	7,0	-0,60	-8,6	0,55	100,0	100

Preglednica 3: Primerjava držav glede na višino prihodka in socialno-ekonomske kazalnike

- 1: Število držav
- 2: Delež svetovnega prebivalstva, 2010 (%)
- 3: Gostota poselitve, 2010 (št. prebivalcev/km²)
- 4: Delež urbanega prebivalstva glede na skupno prebivalstvo, 2010 (%)
- 5: Pričakovana življenjska doba, 2009 (v letih)
- 6: BDP, 2010, USD (%)
- 7: BDP na prebivalca, 2010 (USD)
- 8: Delež zaposlenega prebivalstva, 2009 (%)
- 9: Gostota cest, 2010 (število km na 100 km²)
- 10: Število motornih vozil na 1000 prebivalcev, 2010
- 11: Dostop do električne energije, 2010 (% prebivalstva)

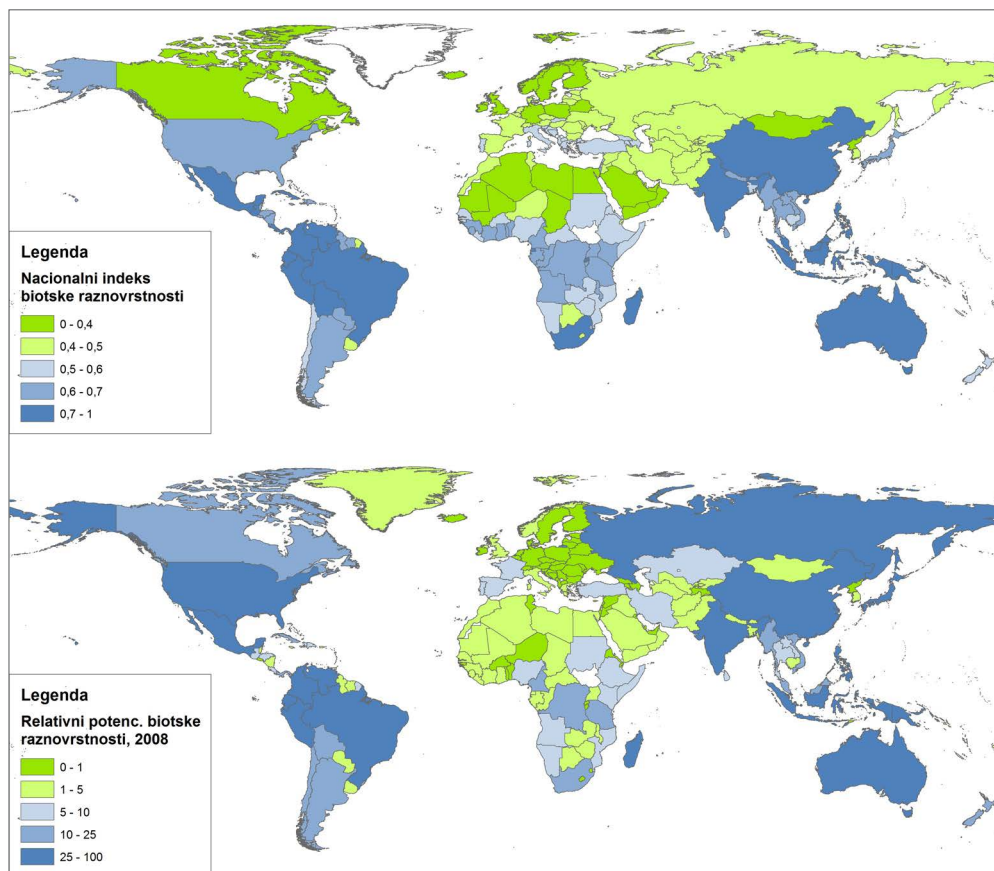
Države po prihodku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Visok prihodek	63	16,1	622	69,8	77,9	67,9	37.429	49,2	235,9	487	87,2
Višji srednji prihodek	53	35,7	119	64,9	72,4	24,4	6.061	56,6	47,6	235	89,7
Nižji srednji prihodek	53	36,6	229	48,9	65,5	7,1	1.724	50,3	56,5	204	63,9
Nizek prihodek	34	11,6	121	36,1	56,1	0,6	452	53,3	37,7	138	28,6
Skupaj	203	100,0	305	57,4	69,2	100,0	8.899	52,7	115,8	315	68,9

Hipotezo, da imajo države z višjim prihodom tudi večji delež/večje število/večjo površino zavarovanih območij, lahko potrdimo. Države z višjimi srednjimi prihodi imajo največji relativni potencial biotske raznovrstnosti/nacionalni indeks biotske raznovrstnosti in najizrazitejše povečanje deleža zavarovanih območij v obdobju 1990–2010, a hkrati tudi največji delež ogroženih vrst na svetu, največje povprečno število ogroženih vrst na državo in največjo izgubo relativnega potenciala biotske raznovrstnosti v obdobju 2005–2008. Države z visokim prihodom dosegajo večji povprečni delež, pa tudi večji absolutni delež zavarovanih območij v primerjavi posameznih držav (v državah z visokim prihodom je največji doseženi delež zavarovanih območij 60,2 % (Nova Kaledonija), v državah z nizkim prihodom pa le 28 % (Zimbabve). V skupini držav z visokim prihodom je tako že 36,5 % držav doseglo cilj Konvencije o biološki raznovrstnosti (zavarovanje vsaj 17 % kopenskih in celinskih vodnih območij do leta 2020), v skupini držav z nizkim prihodom pa ga je doseglo le 10,8 % držav.

Eno izmed najvišjih soodvisnosti dosega razmerje med površino države in površino zavarovanih območij (0,86). Večje države imajo večjo površino zavarovanih območij in tudi več zavarovanih območij; povezanost med številom zavarovanih območij in površino države je srednje vrednosti (0,47). Srednja oziroma zmerna soodvisnost pa obstaja tudi med številom prebivalcev in površino zavarovanih območij (0,46).

Svetovni sklad za naravo (World Wide Fund for Nature – WWF), ki se bojuje za ohranitev narave in deluje že več kot 50 let, je leta 2004 izdal analizo zavarovanih območij, v kateri je predmet raziskave tudi soodvisnost med proračunom zavarovanih območij in učinkovitostjo njihovega upravljanja. Ugotovljeno je bilo, da je povprečen proračun za upravljanje posameznega zavarovanega območja v Evropi kar osemkrat višji od povprečnega proračuna posameznega zavarovanega območja v Latinski Ameriki, čeprav so zavarovana območja v Latinski Ameriki neprimerljivo večja od evropskih (WWF, 2004). Velika večina (3/4) držav Južne Amerike spada v razred z višjim srednjim prihodom, zanj pa velja, da je povprečna velikost zavarovanega območja osemkrat večja, povprečni BDP na prebivalca pa šestkrat manjši od držav z visokim prihodom.

Povprečna velikost zavarovanega območja v analiziranih državah znaša 115 km² in je v šibki pozitivni povezanosti s skupno površino zavarovanih območij posameznih držav (0,23) ter v šibki negativni povezanosti z BDP na prebivalca (-0,20), kar je razvidno tudi iz preglednic 2 in 3 (države z višjim prihodkom imajo večji BDP na prebivalca, večjo gostoto poselitve, večjo gostoto cest, boljše dostopnost do električne energije in hkrati nižjo povprečno velikost zavarovanih območij). Povprečna velikost zavarovanega območja je v državah z visokim prihodkom 18-krat manjša od povprečne velikosti zavarovanega območja v državah z nizkim prihodkom.



Slika 4: Nacionalni indeks biotske raznovrstnosti (zgoraj) in indeks relativnega potenciala biotske raznovrstnosti (spodaj).

Površina zavarovanih območij je močno povezana (0,72) z indeksom relativnega potenciala biotske raznovrstnosti. Višji kot je potencial biotske raznovrstnosti, večji sta tako površina zavarovanih območij kot povprečna velikost zavarovanega območja. Višina soodvisnosti med potencialom biotske raznovrstnosti in površino zavarovanih območij je odvisna tudi od višine prihodka držav – v državah članicah OECD je ta soodvisnost še izrazitejša kot v državah z nižjimi prihodki. Drugače je pri deležu zavarovanih območij. Analize kažejo, da države z višjo biodiverzitetjo zaradi tega nimajo večjih deležev zavarovanih območij, saj na to vplivajo različni nacionalni dejavniki, predvsem socialno-ekonomski (gospodarski razvoj) in politični (politična oblika), s čimer je mogoče pojasniti razliko med deležema zavarovanih območij v

Braziliji (26,3 %) in Demokratični republiki Kongo (10,0 %), čeprav sta obe državi pokriti s tropskim deževnim gozdom, za katerega je značilna visoka biotska raznovrstnost (McDonald in Boucher, 2011).

Povezanost med številom ogroženih vrst in površino zavarovanih območij je šibka (0,29), a precej izrazitejša, če upoštevamo še prihodek države. V državah z visokim prihodkom – članicah OECD je ta povezanost visoka (0,69), kar pomeni, da se tam bolj zavedajo ranljivosti in ogroženosti vrst, zaradi česar imajo tudi manjšo izgubo biodiverzitete. V državah z višjim prihodkom je povprečno število ogroženih vrst na državo/pribivalca/površino ozemlja najmanjše, kar nakazuje na uspešnejši boj proti izgubi biotske raznovrstnosti.

4 RAZPRAVA

Rezultati analiz kažejo na velike razlike v številu, površini in deležu zavarovanih območij med državami in celinami. Pri tem najbolj izstopa Južna Amerika: z najhitrejšo rastjo površine in deleža zavarovanih območij v obravnavanem obdobju 1990–2010, s skupno največjo površino zavarovanih območij in največjim deležem zavarovanih območij (v letu 2010), največjo povprečno velikostjo zavarovanega območja in največjim povprečnim indeksom relativnega potenciala biotske raznovrstnosti. Po drugi strani izstopa Evropa: z največjim številom zavarovanih območij (65 % vseh), najmanjšim povprečnim indeksom relativnega potenciala biotske raznovrstnosti in tudi z najmanjšo povprečno velikostjo zavarovanega območja med celinami. To priča o zgodovinskem in kulturnem vplivu, saj je Evropa med najstarejšimi deli sveta, ki se je pričel zavzemati za varstvo narave. Med razlogi za majhno povprečno velikost zavarovanih območij v Evropi je velika geografska (številne majhne naravnogeografske celote, velika krajinska pestrost, gosta poseljenost, številna urbana območja, gosta infrastrukturna mreža), politična (majhna povprečna velikost držav) in kulturna (narodna in jezikovna pestrost) fragmentiranost. Po drugi strani pa Južna Amerika dokazuje, da dežele v razvoju lažje in brez večjih omejitev določajo območja varstva, vendar pogosto s šibko učinkovitostjo – zaradi naivnega prepričanja, da bo napredek oziroma prihodek prinašalo že samo varstvo, oziroma s predpostavko, da z razglasitvijo zavarovanega območja ni nikakršnih stroškov, pomeni pa dolgoročno rezervo zavarovanih območij.

Analiza zavarovanih območij v Sloveniji kaže, da opredelitev naše države za vročo biodiverzitetno točko (Mršič, 1997) to ne odraža v deležu zavarovanih območij: Slovenija je po deležu zavarovanih območij IUCN razporejena na sredino drugega kvartila. Njen delež zavarovanih območij je skoraj enak svetovnemu povprečju, je sicer nad povprečjem vseh evropskih držav, vendar zelo zaostaja za povprečjem EU, pa tudi za povprečjem, ki ga dosegajo države z visokimi prihodki. Zaradi majhnosti države, zelo razgibanega ozemlja (ki vpliva na mozaičnost oziroma spremembe prsti, reliefa, podnebja, vodnih razmer itd.) je majhna tudi povprečna velikost zavarovanega območja (Slovenija je po povprečni velikosti zavarovanega območja na sredini zadnjega kvartila). Slovenija pozitivno in presenetljivo izstopa z deležem biosfernih rezervatov (na koncu 1. kvartila), precej pa zaostaja po deležu ramsarskih mokrišč (na koncu 3. kvartila). Še slabše se pokaže po deležu Unescove svetovne dediščine (na koncu 4. kvartila), kar kaže na šibko razpoznavnost slovenskih naravnih vrednot oziroma na njihov nizek ugled v svetovnem merilu.

Z raziskavo smo ugotovili, da delež, število in površina zavarovanih območij niso odvisni le od stopnje biotske raznovrstnosti, podnebne pasu in pripadajoče naravnogeografske celote, nanje namreč pomembno vplivajo tudi socialni, ekonomski in politični dejavniki, kot so višina BDP, članstvo v organizacijah in skupinah držav, gostota poselitve ... Obseg okoljske politike se poveča z gospodarskim razvojem, države

z višjim BDP imajo tudi večji delež (pa tudi več in večjo površino zavarovanih območij ter dosegajo višje povečanje deleža zavarovanih območij, hitreje in v večjem številu dosegajo cilj Konvencije o biološki raznovrstnosti (zavarovanje vsaj 17 % kopenskih in celinskih vodnih območij do leta 2020), povprečno število ogroženih vrst na državo pa je najmanjše. Države z visokim prihodkom vključujejo kar 76,7 % skupnega števila zavarovanih območij, hkrati pa so njihova zavarovana območja v povprečju najmanjša, kar je tudi najbolj zaskrbljujoče glede ohranjanja biotske raznovrstnosti. Nasprotno imajo države z nizkim prihodkom najmanjši delež po številu (le 1,4 %) in površini zavarovanih območij (9,9 %), najmanjše povečanje deleža zavarovanih območij v obdobju 1990–2010 (1,1 %), največjo povprečno velikost zavarovanega območja (18-krat večjo od povprečne velikosti zavarovanega območja v državah z visokim prihodkom), najnižji relativni potencial biotske raznovrstnosti, najmanjši BDP na prebivalca in hkrati najkrajšo pričakovano življenjsko dobo. Države z višjim srednjim prihodkom imajo največji delež od skupne površine zavarovanih območij na svetu (46,7 %), v obdobju 1990–2010 pa so dosegle največje povečanje deleža zavarovanih območij (5,3 %). Čeprav imajo države z višjim srednjim prihodkom največji povprečni relativni potencial biotske raznovrstnosti, se srečujejo z njegovim največjim upadom v obdobju 2005–2008 in z največjim povprečnim številom ogroženih vrst na državo. Države z višjim BDP se tako dokazano uspešneje bojujejo proti izgubi biotske raznovrstnosti.

Razvite države zavarovanim območjem posvečajo večjo skrb in omogočajo njihovo večjo vključenost v gospodarstvo države, nasprotno pa manj razvite države zavarovana območja zgolj ustanavljajo in jih prepuščajo stihiji. Seveda pa ne smemo zanemariti, da bi morale države v razvoju ščititi obsežna območja kot dediščino planeta in jih varovati za prihodnje generacije, ki jih bodo znale bolj učinkovito upravljati, varovati in hkrati vključevati v gospodarski razvoj.

Ugotovimo lahko, da svet glede varstva narave ni izenačen ter da se države in celine močno razlikujejo po deležih, velikosti, razdrobljenosti zavarovanih območij narave in učinkovitosti varstva. Razvite države, zlasti Švica, Avstralija in ZDA, učinkovito varujejo in hkrati tržijo svojo naravno dediščino. Države v razvoju sicer ustanavljajo obsežne parke in rezervate, a s šibkim varstvom in slabšo gospodarsko učinkovitostjo. Te razlike se bodo dolgoročno zmanjševale, vprašanje pa je, koliko izgub biotske raznovrstnosti in naravnih lepot bo svet do takrat še utrpel. Zgolj večanje obsega zavarovanih območij ne more zaustaviti izgube biotske raznovrstnosti. Krčenje tropskega deževnega gozda, izumiranje ogroženih vrst, širjenje poselitve in infrastrukturnih omrežij, intenziviranje kmetijske pridelave z monokulturami, opuščanje tradicionalnega kmetijstva in gozdarstva, pomanjkljiv nadzor in neizpolnjevanje predpisov ipd. so nam v stalni opomin.

Literatura in viri

- Barr, L. M., Pressey, R. L., Fuller, R. A., Segan, D. B., McDonald-Madden, E. (2011). A New Way to Measure the World's Protected Area Coverage. *PLoS ONE* 6, 9.
- Berginc, M., Kremesec – Jevšenak, J., Vidic, J. (2007). Sistem varstva narave v Sloveniji. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.
- Bizjak, J. (2008). Zavarovana območja v Sloveniji. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor.
- Bovarnick, A. (ur.), Alpizar, F. (ur.), Schnell, C. (ur.). (2010). The Importance of Biodiversity and Ecosystems in Economic Growth and Equity in Latin America and the Caribbean: An economic valuation of ecosystems.
- Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., Baillie, J. E. M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K. E., Carr, G. M., Chanson, J., Chenery, A. M., Csirke, J., Davidson, N. C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J. N., Genovesi, P., Gregory, R. D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M. A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández-Morcillo, M., Oldfield, T. E. E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J. R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S. N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T. D., Vié, J.-C., Watson, R. (2010). Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science*, 328, 1164–1168. DOI: 10.1126/science.1187512

- Cantú-Salazar, L., Gaston, K. J. (2010.) Very Large Protected Areas and Their Contribution to Terrestrial Biological Conservation. *BioScience*, 10, 808–818.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M., Lysenko, I. (2005.) Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 360, 443–455.
- Dietz, S., Adger, W. N. (2003). Economic growth, biodiversity loss and conservation effort. *Journal of Environmental Management*, 68, 23–35.
- Dudley, N. (ur.) (2008). Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, IUCN. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/PAPS-016.pdf>, pridobljeno 9. 3. 2012.
- Evans, J. D. (1996). Straightforward statistics for the behavioral sciences. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing.
- Gaston, K. J., Jackson, S. F., Nagy, A., Cantú-Salazar, L., Johnson, M. (2008). Protected Areas in Europe. Principle and Practice. New York Academy of Sciences, 1134, 97–119.
- Herbert, M. E., McIntyre, P. B., Doran, P. J., Allan, J. D., Abell, R. (2010). Terrestrial Reserve Networks Do not Adequately Represent Aquatic Ecosystems. *Conservation Biology*, 24(4), 1002–1011.
- Hirschnitz-Garbers, M., Stoll-Kleeman, S. (2010). Opportunities and barriers in the implementation of protected area management: a qualitative meta-analysis of case studies from European protected areas. *The Geographical Journal*, 177(4), 321–334.
- Hlad, B., Škoberne, P. (2001). Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje.
- KusVeenviet, J. (2011). Program dela Konvencije o biološki raznovrstnosti za zavarovana območja: stanje in prihodnost izvajanja v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.
- KusVeenviet, J. (ur.), Zakotnik, I. (ur.) (2012). Osnutek Načrta upravljanja Triglavskega narodnega parka 2014–2023. Bled: Javni zavod Triglavski narodni park.
- Mascia, M. B., Pailler, S. (2010). Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) and its conservation implications. *Conservation Letters*, 4(1), 9–20.
- McDonald, R. I., Boucher, T. M. (2011). Global development and the future of the protected area strategy. *Biological Conservation*, 144, 383–392.
- Mršič, N. (1997). Biotska raznovrstnost v Sloveniji, Slovenija – “vroča točka” Evrope. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave.
- Ogorelec, B. (2012). Načrtovanje in ustanavljanje novih naravnih parkov v Sloveniji: prvo desetletje začasne zaustavitve ustanavljanja regijskega parka Snežnik. V: Torkar, G. (ur.), Anko, B. (ur.). Narava kot vrednota. http://www.parki.mop.gov.si/narava_kot_vrednota_2012.pdf, pridobljeno 14. 1. 2013.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11: 1633–1644. doi:10.5194/hess-11-1633-2007. ISSN 1027-5606.
- Vugrin, T. (2005). Pomen zavarovanih območij v regionalnem razvoju Slovenije. Diplomsko naloga. Ljubljana – Filozofska fakulteta.
- Zimmerer, K. S., Galt, R. E., Buck, M. V. (2004). Globalization and Multi-spatial Trends in the Coverage of Protected-Area Conservation (1980–2000). *Ambio* 33(8), 520–529.
- Akcijski načrt EU za biotsko raznovrstnost: Ocena za leto 2010 (2010). Luxembourg: Evropska komisija, Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti.
- Annex 1: Biodiversity information by country. <http://www.cbd.int/gbo1/annex.shtml>, pridobljeno 6. 5. 2012.
- Are protected areas working? (2004). The World Wide Fund for Nature – WWF. http://www.panda.org/what_we_do/how_we_work/policy/conventions/cbd/news/?uNewsID=13790, pridobljeno 9. 5. 2012.
- CBD (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020, including Aichi Biodiversity Targets. <http://www.cbd.int/sp/>, pridobljeno 10. 1. 2012.
- Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economic and other groupings. United Nations Statistics Division. <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm#ftna>, pridobljeno 10. 1. 2012.
- Designated areas (2005). The European Environment Agency (EEA). <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/designated-areas>, pridobljeno 28. 3. 2012.
- Ekološka omrežja na območju Alp (2010). CIPRA– International. <http://www.cipra.org/sl/alpmedia/dosjeji/13>, pridobljeno 7. 5. 2012.
- Indicators (2012). The World DataBank. <http://data.worldbank.org/indicator>, pridobljeno 12. 3. 2012.
- Landscape fragmentation in Europe. Joint EEA-FOEN report (2011). Copenhagen: EEA. doi:10.2800/78322. file:///D:/Downloads/Landscape%20fragmentation%20in%20Europe%20(2).pdf, pridobljeno 25. 2. 2014.
- Living Planet Report 2012 (2012). Gland, Switzerland: WWF International. http://www.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/health_of_our_planet/, pridobljeno 10. 5. 2014.
- Nacionalni program varstva okolja (NPVO). Uradni list RS, 14. 10. 1999, št. 83/1999, 12765–12844.
- Operativni program – program upravljanja območij Natura 2000, 2007–2013 (2007). Ljubljana: MOP – Ministrstvo za okolje in prostor. http://www.natura2000.gov.si/fileadmin/user_upload/zakonodaja/141-natura.pdf, pridobljeno 27. 4. 2014.
- Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (2006). Uradni list RS, 6.1.2006, št. 2, 17–105.
- Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji (2002). Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS.
- The Ramsar Convention on Wetlands (2012). The Ramsar Convention on Wetlands. http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_0__, pridobljeno 12. 3. 2012.
- UNESCO – MAB Biosphere Reserves Directory (2012). UNESCO. <http://www.unesco.org/mabdb/br/birdir/directory/contact.asp?code=SVN>, pridobljeno 12. 3. 2012.
- United Nations Development Programme. http://web.undp.org/latinamerica/biodiversity-superpower/Download_Reports/Report_ENG.pdf, pridobljeno 4. 5. 2012.
- The Statistics Glossary (2014). <http://www.stats.gla.ac.uk/glossary/>, pridobljeno 19. 4. 2014.

World Heritage List (2012). UNESCO. <http://whc.unesco.org/en/list>, pridobljeno 12. 3. 2012.

World Network of Biosphere Reserves (WNBR) (2012). UNESCO. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-re->

[serves/world-network-wnbr/](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/world-network-wnbr/), pridobljeno 12. 3. 2012.

Zakon o ohranjanju narave – ZON (1999). Uradni list RS, 30.6.1999, št. 56, 7136–7175. Popr.: Uradni list RS, 2000, št. 31, Uradni list RS, 2002, št. 119, in Uradni list RS, 2004, št. 41.

Bevc Šekoranja B., Pogačnik A. (2014). Analiza zavarovanih območij narave na svetovni ravni ter primerjava z Evropo in Slovenijo. Geodetski vestnik, 58 (2): 254–273.

Bernarda Bevc Šekoranja, univ. dipl. inž. arh.
LUZ, d. d.
Verovškova 64, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: bernarda.bevc@luz.si

prof. dr. Andrej Pogačnik, univ. dipl. inž. arh.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: andrej.pogacnik@fgg.uni-lj.si

POVRŠINA KANINSKIH IN TRIGLAVSKEGA LEDENIKA OD LETA 1893, DOLOČENA NA PODLAGI ARHIVSKIH POSNETKOV TER AEROLASERSKIH PODATKOV

CHANGES IN THE AREA OF THE CANIN (ITALY) AND TRIGLAV GLACIERS (SLOVENIA) SINCE 1893 BASED ON ARCHIVE IMAGES AND AERIAL LASER SCANNING

Mihaela Triglav Čekada, Matija Zorn, Renato R. Colucci

UDK: 528.715:551.324(497.4)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 21.7.2013

Sprejeto: 29.1.2014

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 21.7.2013

Accepted: 29.1.2014

IZVLEČEK

V članku primerjamo tri zelo majhne ledenike v Julijskih Alpah: Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik v Italiji ter Triglavski ledenik v Sloveniji. Na kratko je predstavljena zgodovina meritev z merskim trakom in geodetskih meritev na Kaninskih ledenikih, večji del članka pa je posvečen obdelavi arhivskih posnetkov na podlagi interaktivne orientacije z aerolaserskimi digitalnimi modeli reliefa. Obdelanih je bilo sedem arhivskih nemerskih posnetkov Kaninskih ledenikov med letom 1893 in 70. leti 20. stoletja ter dva aeroposnetka cikličnega aerofotografiranja Slovenije iz let 2000 in 2011. Uporabili smo tudi načrt Kaninskih ledenikov iz leta 1908. Za primerjavo smo preučili pet arhivskih nemerskih posnetkov Triglavskega ledenika med letoma 1897 in 1962. Opisane so težave, ki se pojavljajo pri tej metodi obdelave posnetkov (deli ledenikov so zakriti s skalami ali grebeni pred njimi, deli so v senci), in mogoče metodološke rešitve. Poudarjena je uporabnost arhivskih posnetkov za dolgoletna spremljanja ledenikov in pomen starejše gorniške literature, ki je bogat vir tovrstnih posnetkov.

ABSTRACT

Three very small Alpine glaciers in the Julian Alps are presented: the Eastern and the Western Canin glaciers in Italy and the Triglav glacier in Slovenia. The history of measurements using a measuring tape and via geodetic means on Canin glaciers is presented in brief; the majority of the paper deals with the acquisition of glacier boundaries from archive non-metrical images. The acquisition is based on interactive orientation method (mono-plotting) using lidar DTM. Seven archive non-metrical images of Mount Canin from 1893 to the mid-1970s and two aero-photogrammetric images from periodic aerial photogrammetric surveys of Slovenia from 2000 and 2011 were used to determine the glaciers' areas. In addition, a map of Canin glaciers from 1908 was geo-referenced. Five archive non-metrical images of Triglav glacier from 1897 to 1962 were used to determine the glacier area. Problems with obstructed areas are presented, and possible solutions are also given for deriving areas behind the obstructions. The usefulness of archival imagery for long-time monitoring of glaciers is presented, and the importance of old mountaineering publications as a source of such images is emphasized.

KLJUČNE BESEDE

mali alpski ledeniki, geodetska izmera, fotogrametrična izmera, aerolasersko skeniranje, Kaninski ledeniki, Triglavski ledenik, Italija, Slovenija

KEY WORDS

small Alpine glaciers, geodetic measurements, photogrammetric measurements, lidar, Canin glaciers, Triglav glacier, Italy, Slovenia

1 INTRODUCTION

Very small Alpine glaciers represent important natural heritage. In addition, they are also important for studying climate change (e.g., Nadbath, 1999; Pavšek, 2007; Erhartič and Polajnar Horvat, 2010). Methods for monitoring their changes developed from the first measurements carried out using a tape measure to the latest performed by geodetic and geophysics methods (Triglav Čekada et al., 2012). In the last few decades, different remote sensing methods like photogrammetric and satellite images and laser scanning have been also used for these purposes (Gabrovec et al., 2013).

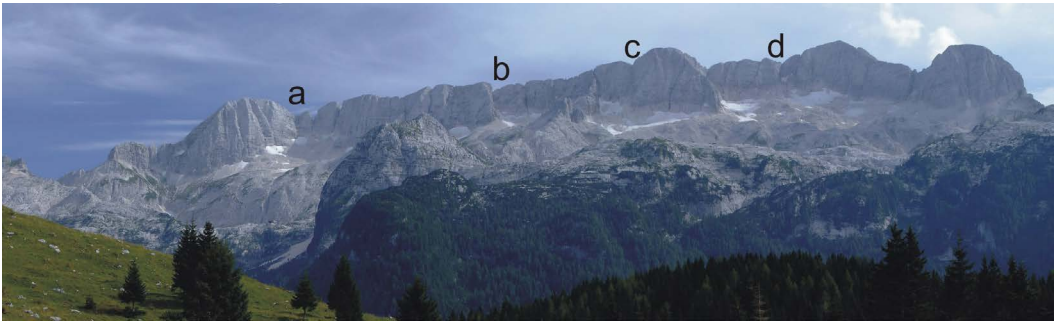


Figure 1: a) Prestreljenik glacier, b) Ursic glacier, c) Eastern Canin glacier, and d) Western Canin glacier on 29 August 2011 (photo: Renato R. Colucci).

This paper focuses on processing archive images of glaciers for studying their evolution in time. The oldest available images from the end of the nineteenth century show three glaciers in the Julian Alps: the Triglav glacier and the two Canin glaciers, known as the Eastern Canin glacier and the Western Canin glacier. Besides these also Ursic glacier and Prestreljenik glacier are accounted under the name Canin glaciers (Figure 1). Three of them (Western Canin, Eastern Canin and Ursic) were jointed into a single glacier during the Little Ice Age (LIA). In the mid-1980s there were a total of eight very small glaciers in the Julian Alps (Serandrei Barbero, 2001): in addition to the four Canin glaciers and the Triglav glacier, there were also three small glaciers in the sector of Mount Montasio known as Eastern, Western and Minor Montasio glaciers. For translation of these names in different languages see Table 1. Among these, only the Eastern and the Western Canin glaciers and the Western Montasio glacier can still be classified as very small glaciers (or glacierets) in the Western Julian Alps today, whereas the others can be described only as occasional snowfields (Serandrei Barbero et al., 1989; Serandrei Barbero, 2001).

The glacier remnants between Mount Canin and Mount Prestreljenik were showing the typical flow characteristics of true glaciers in the past. Still in 1976, some likely transverse crevasses were visible on the Prestreljenik glacier as shown in Figure 2, where a part of the aerial image, produced in the scope of the special aerial photogrammetric measurements of Slovenia in that year, is presented (the national border is just 100 m away). Because this glacier has always been smaller than the two glaciers below Mount Canin, it can be concluded that its two larger neighbors were also moving at that time.

In this paper the term glacier is used for snow-covered current or former glacier areas that can be interpreted from images. First, the past measurements of the Canin glaciers will be presented in detail, similarly to the Triglav glacier measurements already presented by Triglav Čekada et al. (2012). This

will be followed by processing amateur archive images of the Canin and Triglav glaciers, and finally the comparison of the results will be given.

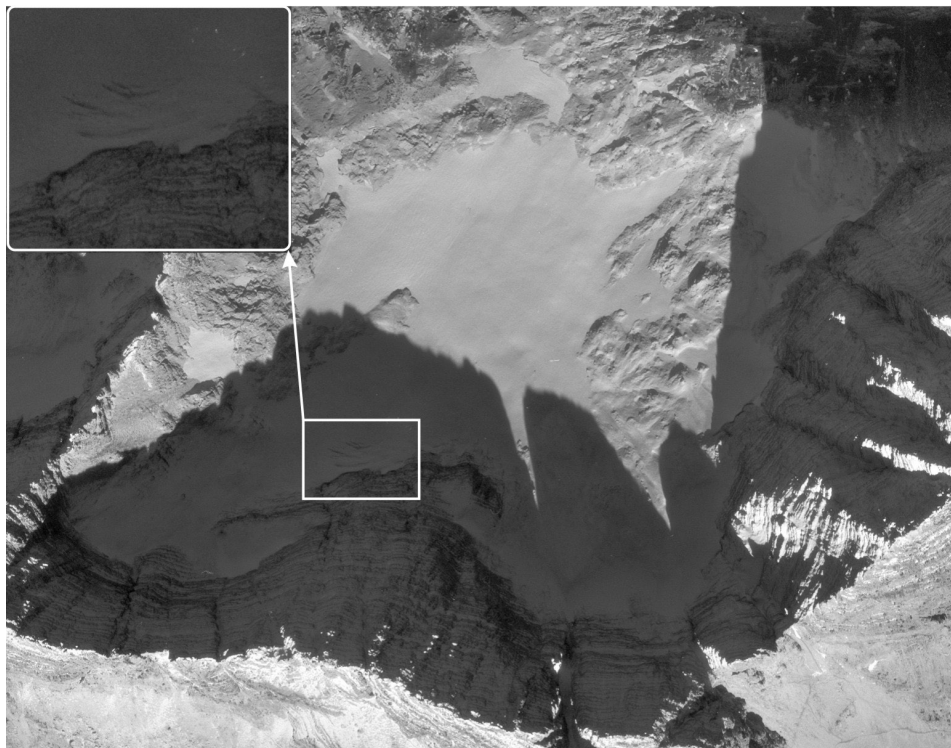


Figure 2: Transverse crevasses on the Prestreljenik glacier, 20 September 1976 (source: aerial photogrammetric images of the Slovenian Surveying and Mapping Authority).

2 GLACIERS IN THE JULIAN ALPS

The glaciers in the Italian part of the Julian Alps represent only a small part of the glaciers in Italy. The last aerial photogrammetric inventory of the Italian glaciers was made in 1988 and 1989 presenting 787 glaciers larger than 5 ha. They covered more than 474 km², which accounts for approximately 20% of all glaciers in the Alps. The members of the Italian Glaciology Committee (Ital. *Comitato Glaciologico Italiano*) regularly monitor approximately 150 glaciers in terms of their glacier terminus retreat from ground control points. In addition, they also perform snow/firn/ice density measurements in dedicated snow pits on some of the largest glaciers, in order to determine their mass balance (Serandrei Barbero et al., 1999; Baroni, 2012). Table 1 compares the area of glaciers in the Julian Alps and their mean elevation in 1985. For a comparison also the Skuta glacier (Pavšek, 2007), a similar glacier in the Kamnik-Savinja Alps (Slovenia), is reported. The table shows that the Canin glaciers have the largest area among the glaciers in the Julian Alps and that they lie approximately 200 m lower than the Triglav glacier. This is probably connected to local climate factors. Even though the distance between mountain peaks of Triglav and Canin is only approximately 30 km, the precipitation in the southern and western parts of the Julian Alps, and especially in the Canin area, is greater than in the central part of the mountain

range where Mount Triglav is located, due to the influence of the Mediterranean Sea and windward orientation (Kunaver, 1998).

In terms of their size and elevation, the Montasio glaciers are comparable to the Skuta glacier. Measurements of the glacier terminus retreat from the control points, using a tape measure on the Canin and Montasio glaciers, have been carried out regularly since the 1920s. The Canin glaciers have been observed for the longest time. The first mentioning of measurements on the Western Canin glacier date back to 1880, and those on the Eastern Canin glacier date back to 1896; measurements on the Ursic glacier were first documented in 1901 (Serandrei Barbero et al., 1989).

Table 1: The area and the mean elevation of glaciers in 1985. The data for the Italian glaciers are taken from Serandrei Barbero et al. (1989), the area of the Triglav glacier was determined from archival images taken with a Horizont camera (Triglav Čekada & Gabrovec, 2013), and the area of the Skuta glacier was measured with a tape measure in 1989 (Triglav Čekada et al., 2012).

Glacier (English name used in this paper)	Country	Glacier (Italian name)	Glacier (Slovenian name)	Area (ha)	Mean elevation (m)
Minor Montasio glacier	Italy	Ghiacciaio Minore di Montasio	Mali Montažev ledenik	1	1,850
Eastern Montasio glacier	Italy	Ghiacciaio orientale di Montasio	Vzhodni Montažev ledenik	7	1,920
Western Montasio glacier	Italy	Ghiacciaio occidentale di Montasio	Zahodni Montažev ledenik	8	1,940
Prestreljenik glacier	Italy	Ghiacciaio del Prestreljenik	Prestreljeniški ledenik,	3	2,200
Ursic glacier	Italy	Ghiacciaio dell'Ursic	Vršiški ledenik	9	2,240
Eastern Canin glacier	Italy	Ghiacciaio orientale del Canin	Vzhodni Kaninski ledenik,	15	2,220
Western Canin glacier	Italy	Ghiacciaio occidentale del Canin	Zahodni Kaninski ledenik,	27	2,250
Triglav glacier	Slovenia	Ghiacciaio del Tricorno	Triglavski ledenik	10	2,480
Skuta glacier	Slovenia	-	Ledenik pod Skuto	1	2,070

The Canin glaciers can be found in older Slovenian geographic literature because they are located near the Slovenian-Italian border. Melik (1954, 304) wrote: “...but it is precisely here that three glaciers have developed on the slopes, similar to the Triglav glacier, on the north side along the main ridge between Mount Canin and Mount Prestreljenik. ... The true Canin glacier is composed of two parts that are not well connected; at 30 ha the Western Canin glacier is the largest of the three, whereas the area of the Eastern Canin glacier is 13 ha. The third glacier lies on the north side of Mount Ursic and a rocky ridge separates it from the other two; at 8 ha it is the smallest among them.” Here Melik (1954) cites Italian works from the 1920s; for example Desio (1927). Interestingly, the areas of the glaciers are not significantly larger than those mentioned by Serandrei Barbero et al. (1989) for year 1985 (Table 1).

In Austrian literature, the Canin, Montasio, and Triglav glaciers are discussed by Tintor (1993). With regard to the size of the Canin glaciers in 1908, he cites Marinelli (1909), who reports that the area of

the Western Canin glacier was 30 ha and the Eastern Canin glacier 13 ha. Additionally Tintor (1993) determined the area in 1950 based on Italian topographic maps (*Carta d'Italia* 1:25,000): 21.2 ha for the Western Canin glacier and 10.6 ha for the Eastern Canin glacier. With regard to the areas in the early 1960s, he cites Messerli (1967, 178), according to whom the area of the Western Canin glacier decreased to 9 ha and the area of the Eastern Canin glacier was 9.5 ha.

The Canin glacier is also mentioned in older editions of the journal *Planinski vestnik* (Slovenian Mountaineering Journal); a 1954 issue mentions its crevasses (Prešern, 1954, 243), and an issue published a year later mentions it as “wide” (Lipovšek, 1955, 102). Julius Kugy (1968, 176) should be especially mentioned among writers of the mountaineering literature. He visited the glacier in 1895 and wrote that Mount Canin “*is the only mountain in the Julian Alps that one climbs by crossing a real glacier.*” In 1902 he also visited the Western Montasio glacier and described this as “*a steep glacial triangle [it is still shaped this way today]...*” that has “*a series of features typical of a small glacier and often, especially in the summer, I saw it in such a condition that I thought to myself: ‘This could be the third glacier in the Julian Alps if it had better conditions for development’*” (Kugy, 1968, 200–201).

3 MEASUREMENTS OF THE CANIN GLACIERS

The first measurements of the Western Canin glacier date back to 1880; they were carried out by Giacomo Savorgnan di Brazzà with the assistance of the local guide Antonio Siega. The measurements were performed only occasionally and not every year. The first series of annual measurements of the Eastern and the Western Canin glaciers, which highlighted glacier terminus retreats from the control points using a tape measure, were performed from 1893 to 1909 by Giovanni and Olinto Marinelli (Marinelli, 1909; Serandrei Barbero, 2001). Geographer Olinto Marinelli performed a terrestrial photogrammetric measurement of the Eastern and Western Canin glaciers and the Ursic glacier as early as 1908 in order to determine the elevation of the snow line and to assess the thickness and age of the glaciers. Marinelli performed the terrestrial photogrammetric measurement using the Finsterwalder phototheodolite (Marinelli, 1909), which employed 12 cm × 16 cm glass plates. This instrument was a predecessor of the more widely used TAF (Ger. *Terrestrische Ausrüstung Finsterwalder*), a light terrestrial photo-theodolite that was produced approximately a decade later by the Carl Zeiss Jena (Germany). It was used for studying various glaciers and for high-mountain cartography performed by the Cartographic sections of mountaineering societies (Brunner & Welsch, 2002; Kaufmann, 2012). Marinelli used photogrammetric measurements of September 1908 for mapping the glacier at a scale of 1:25,000 (Figure 5). Interestingly, Marinelli wondered as early as 1909 whether the glaciers would soon completely disappear because his measurements, spanning fifteen years, showed a rapid glacier retreat (Marinelli, 1909).

In 1910 and 1911, Giovanni Battista De Gàsperi conducted measurements on the Ursic glacier in order to determine the speed of its retreat. He placed some control points in the form of signals (measurement points) on the glacier’s surface. Unfortunately, De Gàsperi fell in the First World War, and by the time the annual measurements on the Canin glaciers resumed (in 1920), his measurement points had already disappeared (Serandrei Barbero, 2001).

In 1920, annual measurements of the Canin glaciers retreat by using a tape measure resumed, and have been performed fairly uninterruptedly ever since. Today’s measurements take place under the supervision

of the Italian Glaciology Committee. Ardito Desio, who measured the glaciers after the First World War, is said to have found several measurement points from the first measurement series, which he used to stabilize the new control points. During the Second World War, the measurements were partly halted; however some observations made by Bruno Martinis are available for this period (Serandrei Barbero, 2001). Following 1920, longer periods of manual measurements on the Canin glaciers were performed by Ardito Desio, Arrigo Giovanni Tonini, Egidio Feruglio, and Manfredi Mazzocca until the Second World War, and afterwards by Dino Di Colbertaldo, Giancarlo Di Colbertaldo, Rossana Serandrei Barbero, Alberto Beinat, G. C. Rossi, Carlo Pohar, and Claudio Pohar.

Thus, since 1920, the retreat of the Canin glaciers has been regularly monitored based on the glacier terminus retreat from fixed control points. The same nine control points on the Western Canin glacier, and the same seven on the Eastern Canin glacier have been always used (Serandrei Barbero et al., 1989). These measurements are used to monitor the retreat of the Canin glaciers and to study the influence of different climate parameters on it. Serandrei Barbero et al. (1989) determined a two-year glacier response time to changes in climate factors between 1921 and 1989. They highlighted the fact that the most important parameter affecting the retreat of Canin glaciers is the change in summer temperature and in part also the maximum depth of the snow cover in winter. The maximum depth of the snow cover in June is also a very important parameter for the retreat of the Triglav glacier between 1976 and 2011 (Triglav Čekada and Gabrovec, 2013).

In the past few years, more detailed geodetic and geophysical measurements have been performed on the Canin glaciers in order to study their mass balance and their thickness as part of the projects “Cryosphere of Friuli Venezia Giulia” (Ital. *Progetto criosfera FVG*), MONICA (MONitoring of Ice within Caves) and Climaparks, which are being carried out by the Department of Mathematics and Geosciences of the University of Trieste, the Department of Earth System Science and Environmental Technologies (ISMAR-CNR Trieste), the Department of Theoretical and Applied Science of Insubria University and the Regional Julian Prealps Nature Park (Ital. *Parco Naturale Regionale delle Prealpi Giulie*). Selected findings of these projects are presented in Colucci et al. (2011; 2012) and Forte et al. (2012; 2013).

The first aerial laser scanning of the Canin glaciers was performed as part of the regional laser scanning of Friuli Venezia Giulia, which was performed between 2006 and 2009. The first detailed aerial laser measurements (using laser scanning and aerial photography simultaneously) intended for studying the Eastern Canin glacier and the Western Canin glacier were performed on 29 September 2011. The latter, used in this work, has been commissioned by the Friuli Venezia Giulia Meteorological Association (Ital. *Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia*). The scanning was performed with a density of 4 points/m² and a 1,047 nm wavelength laser scanner. Based on this, a 1 m × 1 m grid digital terrain model (DTM) was produced, which was also used in this study.

On 4 October 2011, only a few days after the aerial laser scanning, the first ground penetrating radar (GPR) measurements of ice and snow thickness were conducted on the Eastern Canin glacier, using a 250 MHz shielded antenna (Forte et al., 2012). In June 2012, the same GPR measurements were also performed on the east side of the Western Canin glacier. In addition, reference points were determined through global navigation satellite system (GNSS) measurements for the purposes of GPR measurements

positioning. However, due to the difficulty of performing GNSS measurements under the steep north walls of Mount Canin and Mount Ursic (the measurements are not sufficiently accurate due to the poor visibility of satellites), the GPR measurements were spatially positioned using a traditional tachymetric survey based on the GNSS reference points. GPR measurements and aerial laser scanning measurements were used to determine, among others, thickness and the glacier's volume. Dedicated snow pits were used to determine the average density of the glacial body, a basic information for a correct mass balance computation (Forte et al., 2013).

4 PROCESSING ARCHIVAL DATA

4.1 Interactive orientation method

The boundaries of the Canin and the Triglav glaciers were measured from the archival images by applying the method of DTM-based absolute orientation of images. This is a monoplottting method that makes it possible to obtain 3D-data from a single image. It is based on seeking the best-fitting projection of DTM points onto the image, in which the parameters of the external image orientation (three coordinates of the camera's projection center, three rotation angles, and the scale of the projected model) are determined through a visual search for the best fit. This method is interactive and requires that the operator knows the details on the image very well in order to derive best fit of the image to the DTM projection. In analyzing archival images of glaciers, it is assumed that the surface below the glacier did not significantly change between the time when the image was taken and the time when the basic data were measured for producing the DTM. Therefore, a past boundary of the glacier can be displayed on the current DTM (Triglav Čekada et al., 2011). This makes it possible to determine the glaciers size even from old images. This assumption has also been confirmed for the Canin and Triglav glaciers because no major geomorphic changes (e.g., rockfalls) have been recorded in the close surroundings of these glaciers in the past 120 years, and minor movements can be overlooked.

The interactive orientation procedure is also based on the assumption that the image is in the central projection and that all of the errors (especially any distortions) have been removed. Unfortunately, if very old images are used (older than 100 years), no information on the distortion is available. Old images of glaciers have another weakness: they show areas with no manmade elements in the landscape (roads and paths) that could be used to estimate the distortion of the image.

To avoid old image problems we tried to obtain the best fit between the image and the DTM projection (Figure 3a) based on the known approximate location of the camera (accurate on approximately 500 m). In the majority of cases this was not sufficient, especially in studying the details on the edges of the images, where the greatest errors are generally expected, and so we also took into account corrections due to radial distortion in DTM projection onto the image (Figure 3b). The central projection equations with added corrections due to radial distortion were used for the projection. The radial distortion parameters were interactively changed. Thus the distortion corrections were not used for prior resampling of images into a central projection without distortions, as was done in the case of the panoramic Horizont images used in analyzing the Triglav glacier (Triglav Čekada and Gabrovec, 2013). The accuracy of the method itself is described in detail in Triglav Čekada et al. (2011).

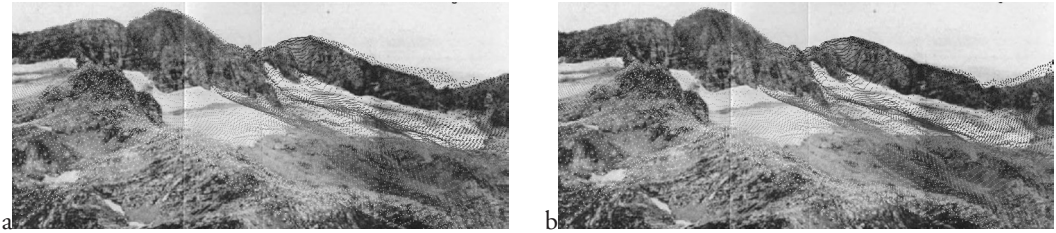


Figure 3: Results of the interactive orientation of the Canin glacier on the right side of an 1893 photo (photo: Arturo Ferrucci (Marinelli, 1910)). DTM projection is shaded from white to black according to the distance from the camera location. DTM projection: a) with radial distortion b) with radial distortion removed.

4.2 Aerial laser scanning data on the Mount Canin and the Mount Triglav

The success of the interactive orientation method depends strongly on the resolution of the DTM used. A $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ grid DTM based on aerial laser scanning data was used to analyze all three glaciers. The aerial laser scanning data on the Canin Massif show only the area of the Eastern Canin glacier and the Western Canin glacier and are provided in the Italian Gauss–Boaga coordinate system; the scanning was performed at the end of the 2011 melting season. The previous winters had abundant snow, thus from these data the real extent of glacier ice is not assessable.

The aerial lasers scanning data of the Mount Triglav are provided in the Slovenian Gauss–Krüger coordinate system (D48). Aerial laser scanning was performed on 18 September 2012 with a 1,550 nm wavelength. The average density of laser points was 8 points/m^2 . The scanning took place at the end of the melt season, after a previous winter without abundant snow cover. Just a few days before the scanning the first autumn snow fell, hiding the real extent of the glacier at the end of melting season.

5 RESULTS

The main motivation for comparing the Canin and Triglav glaciers was provided by two photos (Figure 4) published in the Slovenian edition of Kugy's 1968 book *Iz življenja gornika* (Ger. original *Aus dem Leben eines Bergsteigers*). Unfortunately, the photos do not indicate neither the year nor season in which they were taken. Figure 4a shows both Canin glaciers connected together, with the Western Canin glacier and its snowfields covering 31.2 ha and the Eastern glacier covering 11.5 ha. Figure 4b shows Triglav glacier covering 23 ha and the snowfield below the summit of Mount Triglav having 2.3 ha.

of Eastern Canin glacier was 35 to 58 m higher up along the steep slope of Mount Ursic (Slo. *Srednji Vršič*) than in 2011. The glacier's former upper boundary (trim line), which marks the thicker glacial body of the LIA, is clearly visible in Figure 6 below as a change in color of the rock (rocks are darker above the former trim line).

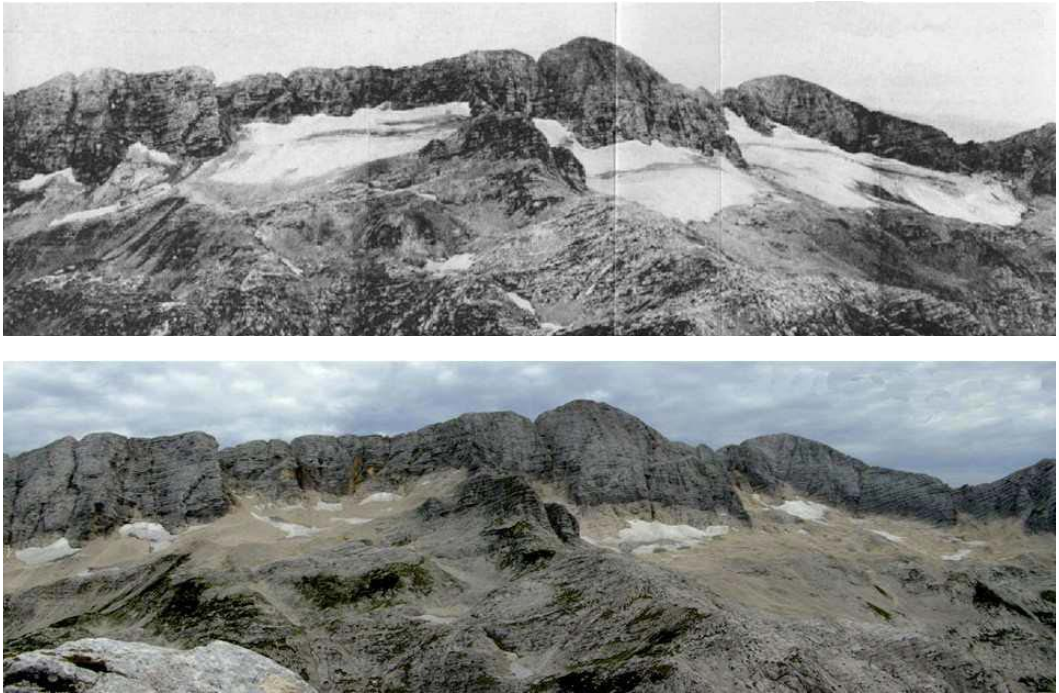


Figure 6: Ursic glacier (left) and Eastern and Western Canin glaciers (right) on 30 July 1893 (above; photo: Arturo Ferrucci (Marinelli, 1910)) and 8 September 2011 (below; photo: Renato R. Colucci).

We also took radial distortion into account in the interactive orientation of both photos (Figure 3). This has the greatest effect on the western part of the Western Canin glacier because, if the distortion is not taken into account in the 1893 photo, the size of this part is 2 ha smaller. Another problem with determining the total size of the glacier between 1893 and 2011 is that the majority of the Western Canin glacier and the eastern part of the Eastern Canin glacier are hidden behind the ridge of Mount Ursic. The overall size of Western Canin glacier in 1893 can be determined by assuming that the glacier's upper boundary was approximately at the same elevation, or that the difference in elevation of the glacier's upper boundary between 1893 and 1908 remained approximately the same along its entire upper boundary. In 1893, the upper boundary was at least 20 m higher than in 1908, as indicated on Marinelli's map (Figure 7). In this case it is reasonable to approximate the section of the glaciers that is not visible on the 1893 photo, with the boundary measured in 1908. Thus, we obtain the most probable glacier area of 1893 (Table 2). Without this assumption, the area of the Western Canin glacier would be 4.5 ha smaller, and that one of the Eastern Canin glacier would be 6.5 ha smaller.

Figure 7 can be used to directly compare the areas in 1893 and 2011. On 8 September 2011, only separate patches remained from the Western Canin glacier. Unfortunately the photo (Figure 6 below) does not

show the largest, eastern part of the Western Canin glacier. The glacial remnants that are visible cover a total area of 1.3 ha. The easternmost part of the Eastern Canin glacier is also hidden, and so Figure 6 below also makes it impossible to see and measure the entire glacier; the visible area of ice covers 1.2 ha (Table 2).

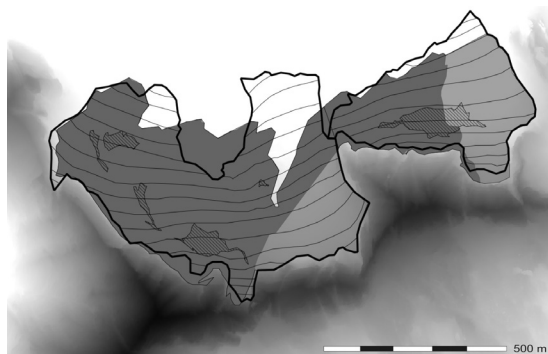


Figure 7: The Canin glaciers in 1893 and 1908, presented on a shaded relief map from 2011. The dark gray surface represents the glacier area determined directly from the 1893 photo, and the light gray area represents the increased area according to the assumptions described in the text. The thick black line marks the glacier's boundary, and the thinner black lines represent the contour lines at 20-meter intervals from Marinelli's 1908 map (Figure 5). The hatched area represents the glaciers' remnants measured from the 2011 photo in Figure 6 below.



Figure 8: Prestreljenik glacier (left), Ursic glacier, and Eastern and Western Canin glaciers before 1934 (photo: Wilhelm Dronowicz (Kugy, 1934)).

The 1934 Kugy's book *Die Julischen Alpen im Bilde* features a photo of the Canin glaciers (Figure 8) as well as a photo of the Triglav glacier (Figure 15b). Based on Kugy's descriptions, it is possible to estimate how old the photos are. The two photos were most likely taken at the end of the 1920s or beginning of the 1930s. Kugy's photo (Figure 8) of the Canin glaciers was taken approximately from the direction of Mount Montasio, like the photo in Figure 4a. Fortunately, the Canin glaciers are not located on the edge of the photo and so we did not have problems with radial distortion. Due to the shadows that the summits cast on the glaciers, it was fairly difficult to determine the glaciers' upper boundary. We first measured the sun-exposed parts of the glaciers and then used the slight changes in the gray color to determine the glaciers' upper boundary. Based on the differences in the gray, we could identify, at least to a certain extent, two upper boundaries: the actual upper boundary and the former one, which is clearly

visible in Figure 6 below. The difference can easily be identified on the Ursic glacier in the lower corner of the enlarged photo in Figure 8. In parts where we were able to determine the upper glacier boundary to a satisfactory degree of accuracy, the upper boundary matches the upper boundary of 1908 (Figure 9). Therefore, when taking the entire length of the glacier boundary of Figure 8 into account, we assumed that the upper boundary matches the one of 1908. The area of the sun-exposed part of the Eastern Canin glacier is 8.4 ha, and the one of the Western Canin glacier is 18.3 ha. When the shaded part of the glacier is added, the area of the Eastern Canin glacier increases by 1.7 ha and the one of Western Canin glacier by 4.1 ha. As in the 1893 photo (Figure 6 above), parts of both glaciers on Figure 8 are hidden behind the slopes of Mount Ursic. Based on the above assumption, that the upper boundary matches the one from 1908, we approximated the parts of the glaciers not visible in the photo (Figure 8). In this way we obtained the final areas presented in Table 2. It is clearly evident that the important shrinking phase occurred after 1908, which is already indicated by their lower boundary on Figure 9. The lower boundary have a similar shape as in 1908, but its horizontal retreat is equal to about 20 to 40 m.

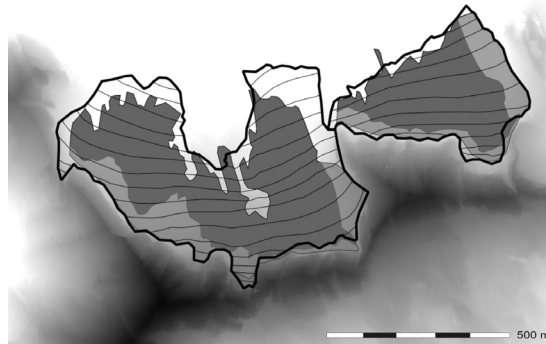


Figure 9: The Canin glaciers before 1934 and in 1908, presented on a shaded relief map from 2011. The dark gray surface represents the sun-exposed area of the glaciers determined directly from the 1934 photo, and the light gray area represents the increased area according to the assumptions described in the text. The bold black line marks the glacier's boundary, and the thinner black lines represent the contour lines from Marinelli's 1908 map.

The interactive orientation of Di Colbertaldo's photo of the Western Canin glacier from 1957 (Figure 10; Di Colbertaldo, 1959) was quite challenging. The photo shows a very small section of the north face of Mount Canin, where only a few relief forms (rifts and various discontinuities in the rock) can be used for accurate photo orientation. The photo was taken in front of the Western Canin glacier. The final result of the interactive orientation relies on the presentation of six rifts on Mount Canin face and the overall appearance of the relief in the front of the photo (Figure 10). After a relatively good fit was achieved, we also made some radial distortion corrections to better match the DTM with the photo. Due to poor orientation, the two boundaries from 1957 and 1970 of the major part of the Western Canin glacier (Figure 11) were moved in an east-west direction by 20 to 40 m. Unfortunately, Figure 10 does not show all of the Western Canin glacier, its easternmost and lower parts are missing. When extracting its area, we had to take into account two colors of snow: white snow covers the exposed glacier and darker snow, which is clearly visible in the front of the photo, is snow/firn from the previous winters. The darker snow from the previous winters also connects two white patches labeled 4 in Figure 10. Because the year 1957 is approximately midway between 1908 and 2011, for which the most reliable data on the overall glacier sizes are available, we were unable to enlarge the glacier through approximation. Figure 11

shows a total of 7.6 ha, and the larger remaining part of the Western Canin glacier labeled 1 in Figure 10 covers 5 ha (Table 2). The part labeled 2 in Figure 10 covers 1.4 ha, and the other numbered parts cover approximately 0.5 ha. Parts 2 and 3 are partly hidden behind the relief and so they had to be larger in reality. Hence, Di Colbertaldo's photo shows the minimum size of the glacier during the 1950s. This also agrees with Messerli's report (1967) that at the beginning of the 1960s the Eastern and the Western Canin glaciers covered approximately 9.0 ha each.



Figure 10: Canin glaciers on 10 September 1957: DTM backprojection and the determined snow edges marked with a black line (photo: Dino Di Colbertaldo (Di Colbertaldo, 1959, 324)).

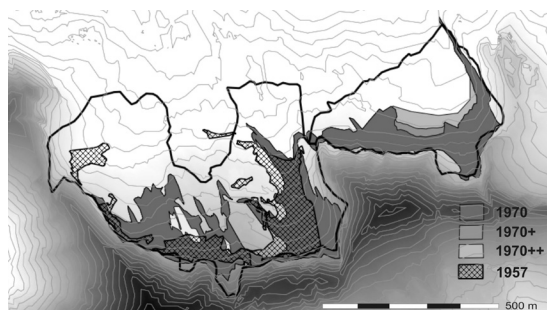


Figure 11: Western Canin glacier in 1957 (Di Colbertaldo, 1959) and in 1970s (1970+ enlarged, 1970++ even more enlarged area) presented on a 2011 shaded relief map with contour lines at 20-meter intervals. The bold black line marks the glacier boundary in 1908.

The photos in Figure 12 show the Canin glaciers during the 1970s (probably in 1976). The photos were most likely taken at the same time. The top photo shows all of the Western Canin glacier and the bottom one shows additional parts of the Eastern Canin glacier, which is hidden behind the relief in the top photo. Unfortunately, the bottom photo does not show all of the Eastern Canin glacier; part of it is hidden behind Mount Ursic. In this case, we again used an approximation for the Eastern Canin glacier, as we encountered the same problem as with the photo taken before 1934 (Figure 8); the upper glacier

boundaries are hidden by shade, which makes it more difficult to interpret, but still not as difficult as in Figure 8.

Figure 11 shows only the major central parts of the glaciers; we did not draw individual smaller snowfields under Carnizza Peak (Ital. *Picco di Carnizza*, Slo. *Vrh Krnice*) visible in the top photo of Figure 12 because they are mostly smaller than 0.4 ha. The determined areas of the Eastern and the Western Canin glaciers were 5.1 ha and 10.1 ha, respectively. The total area of the Eastern Canin glacier is obtained by approximating the lower glacier boundary to the contour line. In this way, the medium-gray section in Figure 11 marked 1970+ covering 0.4 ha can be added to the basic area. Being even more optimistic, by drawing the lower boundary along the contour line to which the lower glacier boundary extends in the lower photo in Figure 11 marked 1970++, the glacier area is increased by a further 0.9 ha. Both approximations add a total of 1.3 ha to the Eastern Canin glacier. Table 2 includes the area determined after the first approximation (5.5 ha) on Figure 11 marked 1970+.

RECENZIRANI CLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

SI | EN

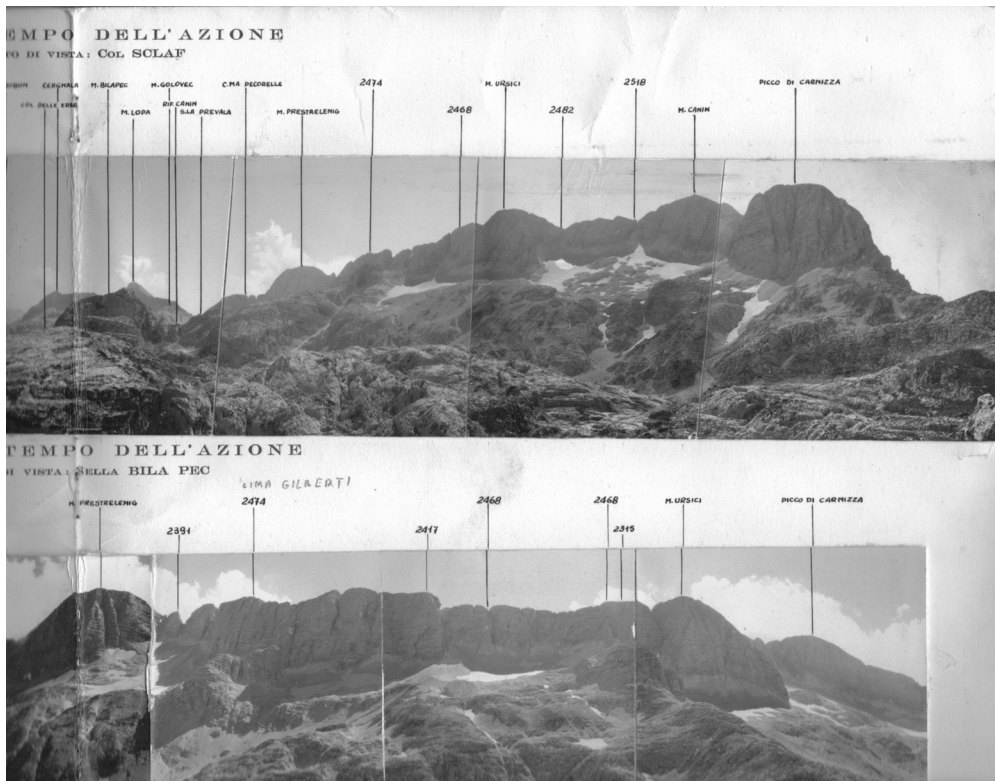


Figure 12: Eastern and Western Canin glaciers during the 1970s (Photo courtesy: Manlio Roseano).

The glaciers sizes in 2000 and 2011 were determined using images produced as part of the cyclical aerial photogrammetric measurements of Slovenia¹ (CAS) conducted by the Slovenian Surveying and Mapping Authority (GURS, 2013). The CAS images were used to produce orthophotos covering an area that extends 250 m across the Slovenian border and therefore the two glaciers are not included in them.

¹ Slovenia is covered with aerial photogrammetric measurements periodically every 3–4 years since 1970ies

However, they are included on the original CAS photos. Because the Canin glaciers can be found on the CAS photos only occasionally and mostly on the last image, a stereo pair is often not available. Therefore, we also oriented these individual images through the method of interactive orientation with aerial laser scanning DTM. However, this time the summits and ridges were used as the main orientation and not as previously the relief forms in the mountain walls (Figure 13).

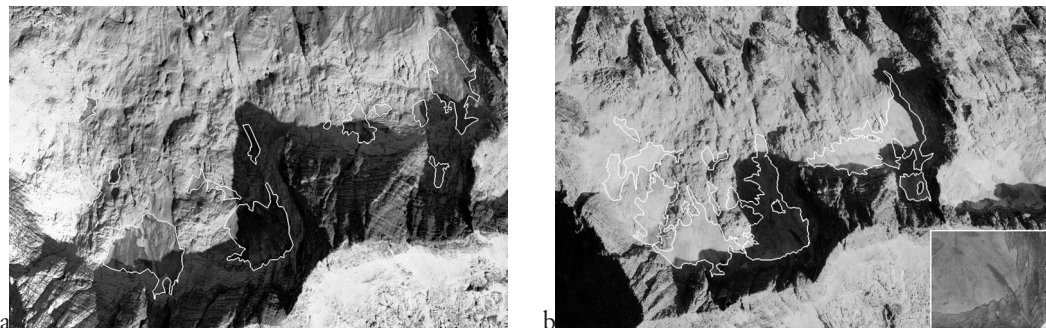


Figure 13: Sections from the CAS images: a) 18 August 2000 and b) 18 August 2011. The glacial remnants are outlined with a white line. The image section from 2011 features the enlarged eastern part of the Western Canin glacier with a clearly visible debris deposit remaining after rock fall of 16 and 18 July 2011.

The two CAS images do not enable a good photo-interpretation. The parts of glaciers hidden in the shade of the mountain ridges are clearly visible, but the parts out in the open are overexposed and so it is very difficult to distinguish snow from talus. Therefore, we first edited the two images; specifically, we increased the contrast in the overexposed sections (Figure 13). An additional problem concerning interpretation is that the remnants of the Canin glaciers are often covered by debris (detail in Figure 13b). Thus it is difficult to distinguish between the glacial remnants and the rock slope. This is especially true for the CAS 2000 images, in which the glaciers were completely snow uncovered. The 1.7 ha eastern part of the Eastern Canin glacier labeled 4 in Figure 14 is heavily covered by debris. In the upper part of this section ice/snow can still be identified, but it is impossible to determine its lower boundary. We interpreted the image by relying on what we knew about this area. We were able to identify other sections, such as the part of the Eastern Canin glacier labeled 3 in Figure 14, relatively easily because they largely lay in the shadow (this section covers 0.5 ha). The largest sections of the Eastern Canin glacier have a total area of 2.2 ha. The four smaller remnants, each covering less than 0.2 ha, add another 0.5 ha to the overall glacier area. The total area of the Eastern Canin glacier provided in Table 2 is thus 2.7 ha. The eastern part of the Western Canin glacier (labeled 2 in Figure 14) covers 2.4 ha and its largest neighbour (labeled 1) covers 2.5 ha. Adding the five small parts, each covering less than 0.3 ha, total area of the West Canin glacier is 5.9 ha.

The CAS image made in 2000 shows the minimum area of completely uncovered glaciers, whereas the 2011 image (both the 2000 and the 2011 image were taken on 18 August) shows a completely snow-covered glacier. On 29 September 2011 (labeled LIDAR2011 in Figure 14) most of the glaciers remained still covered by snow.

The largest part of the Eastern Canin glacier, measured from the 2011 CAS, covers 5 ha (sections 3 and 4 in Figure 14). Less than a month later (Figure 6 below) this part covered only 1.2 ha, and the

area measured from the aerial laser scanning, taken at the end of September, covers 2.5 ha. The section labeled 4 in Figure 14 covered 1.9 ha at the end of September 2011, which means that the total area of sections 3 and 4 decreased by 4.4 ha. Table 2 shows the areas of the Eastern and the Western Canin glaciers including the snow-covered sections measured from the CAS and aerial laser scanning. In mid-August 2011 the largest section of West Canin glacier (labeled 2) covered 4.7 ha; it is not visible in the photo taken in early September, and at the end of September it covered 3.6 ha. The second-largest section (labeled 1) covered 3.0 ha in August, only 0.6 ha in early September, and 2.3 ha at the end of September. This unusual increase in size is connected to the fact that part of the glaciers in Figure 6 below is hidden behind the terrain.

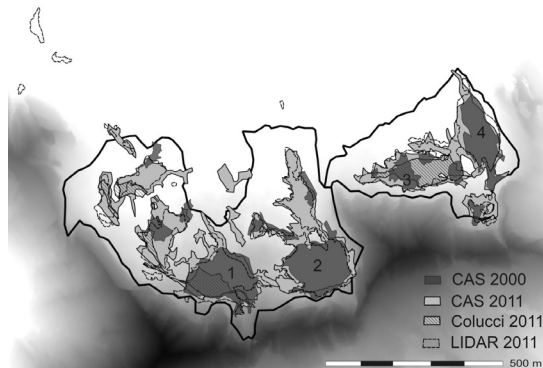


Figure 14: The Canin glaciers based on CAS: 18 August 2000 and 18 August 2011. The size of the glaciers measured from the photo in Figure 6 below taken in 2011 is added. The glaciers are presented on a 2011 shaded relief map. The bold black line marks the glacier boundary in 1908.

While processing the data obtained from CAS images, we realized that small errors in the interactive orientation can quickly lead to 20 to 40 m differences in the glacier location, especially in the east-west direction. We rectified these problems before displaying the information.

Table 2: Area of the Canin glaciers based on archive non-metric images, images produced as part of the cyclic aerial photogrammetric measurements of Slovenia (CAS), and aerial laser scanning (*size of the largest section of the Western Canin glacier).

Image date	Author and source	Western Canin Glacier (ha)	Eastern Canin Glacier (ha)
30 July 1893	Arturo Ferrucci (Marinelli, 1910)	28	13
1908 (map)	Olinto Marinelli (Marinelli, 1909)	30.1	12.9
before 1934	Wilhelm Dronowicz (Kugy, 1934)	23.6	12.1
10 Sept. 1957	Dino Di Colbertaldo (Di Colbertaldo, 1959)	7.6 (*5.0)	
1970s	Photo courtesy Manlio Roseano	10.1	5.5
18 Aug. 2000	CAS	5.9 (*2.4)	2.7
18 Aug. 2011	CAS	14.6 (*4.7)	6.4
8 Sept. 2011	Renato R. Colucci	1.3 (*)	1.2
29 Sept. 2011	2011 aerial laser scanning	8.8 (*3.6)	4.7

5.2 Triglav Glacier between 1897 and 1976

We used the same image processing method for the old images of the Triglav glacier. It makes sense to compare the Canin and the Triglav glaciers because the images used were taken at approximately the same time. The oldest boundary determination is based on a color postcard from or even before 1897 (Figure 15a), previously published in Triglav Čekada and Gabrovec (2008, 509). The photo of the Triglav glacier was taken approximately from the direction of Mount Begunjski vrh. Unfortunately, the lower section of the glacier under the hump Glava (Eng. *Head*) is hidden behind the relief in the front of the photo, which makes it impossible to directly measure the entire glacier area. However, as with the Canin glaciers, its area can be measured based on the contour line of its lower boundary visible in the lower right corner of the photo. Without enlargement, the size of the central part of the glacier is 19.5 ha, and the area of its upper snowfield below the summit of Mount Triglav, which is not considered part of the glacier, is 2.7 ha. If the glacier is enlarged based on the contour line, the total area of the central section is 22 ha (Table 3, Figure 16), but we presumed that part of the glacier also lies under the extended lower boundary. In 1897 the glacier was also much thicker, reaching almost to the summit of Glava. Only five years before that, the Western Canin glacier covered 28 ha.

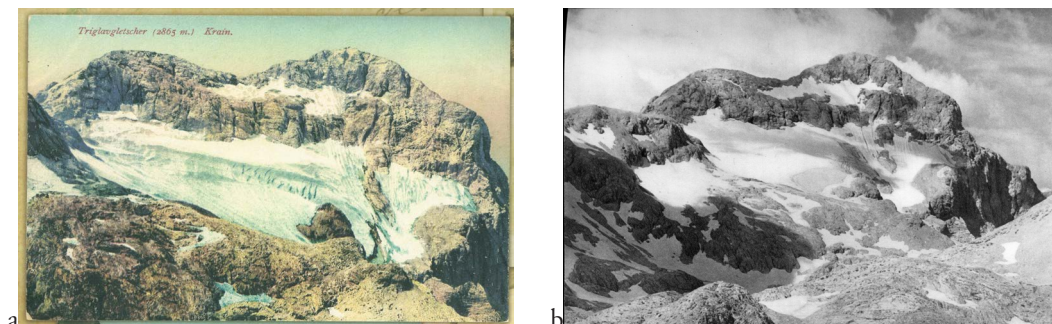


Figure 15: Triglav Glacier: a) postcard probably before 1897 (photo: R. Konviczka), b) before 1934 (photo: Janko Skerlep (Kugy, 1934)).

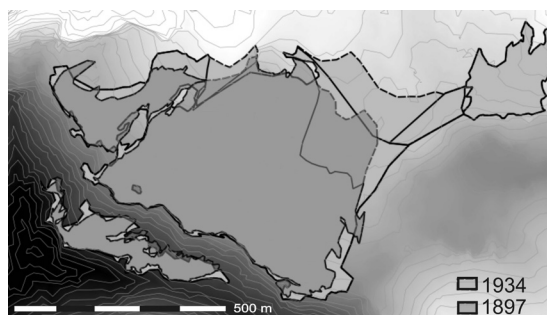


Figure 16: Triglav glacier in 1897 (dark gray) and before 1934 (light gray). The dashed lines mark the approximated area. The glacier is presented on a shaded relief map with contour lines at 20-meter intervals produced from 2012 aerial laser scanning data.

Next image used in the analysis of the Triglav glacier (Figure 15b) was made in the late 1920s or early 1930s. Triglav glacier was photographed from a location close to today's Stanič hut (Slo. *Dom Valentina*

Staniča). This is the same period as the image of the Canin glaciers (Figure 8). The area surrounding the Triglav glacier was still heavily snow-covered and therefore it can be concluded that the glacier's photo was not taken at the end of the melting season like the photo of the Canin glaciers published in the same book (Kugy, 1934). However, the central section around Glava is already uncovered, showing clearly visible transverse crevasses. Hence it can be assumed that the photo was taken some time during the first half of August. The size of the glacier's central section on Figure 15b measures 23.8 ha, and the size of the upper snowfield below the summit of Mount Triglav is 2.7 ha. The largest snowfield in the left part of the photo in Figure 15b, which probably cannot be regarded as part of the glacier, covers 2.6 ha. This snowfield was already there in 1897 because it can be partly seen in Figure 15a. As in the 1897 photo, the lower section of the glacier below Glava is hidden behind the rocks at the front and therefore we enlarged the glacier according to the contour lines of its lower boundary. The size of the glacier below Glava and its spatial position can partly be concluded from Figure 4b (Kugy, 1969). By taking into account these facts, the size of the glacier central section increases to 27.6 ha (Table 3, Figure 16), which means that it was larger than Western Canin glacier.

One of the smallest size of the Triglav glacier during the 1950s was recorded in 1954; the greatest retreat is evident in the part to the right of Glava (marked with a dashed line in Figure 17a; Šifrer, 1963). Unfortunately, the main part of the glacier in 1954 is not marked in full in this photo. In order to compare it to the size of the Western Canin glacier in 1957, we also processed the photo presented in Figure 17b (Šifrer, 1963), showing the Triglav glacier in late September 1956. Both photos (Figure 17) were taken from Mount Begunjski vrh. The distortions were not taken into account in interactive orientation of the 1956 photo. On the contrary, the distortions were accounted for when using the 1958 photo in order to correctly align the details on the left edge of the photo. Despite the rocks extending out of the right side of the glacier, the 1956 glacier can still be treated as a single glacier covering a total of 14.4 ha (Figure 17b). The central section of the snowfield below the peak of Mount Triglav covers 1.3 ha, and the small section on its right covers only 0.06 ha (Table 3). The snowfield below the Mount Triglav peak is not considered as part of the glacier.

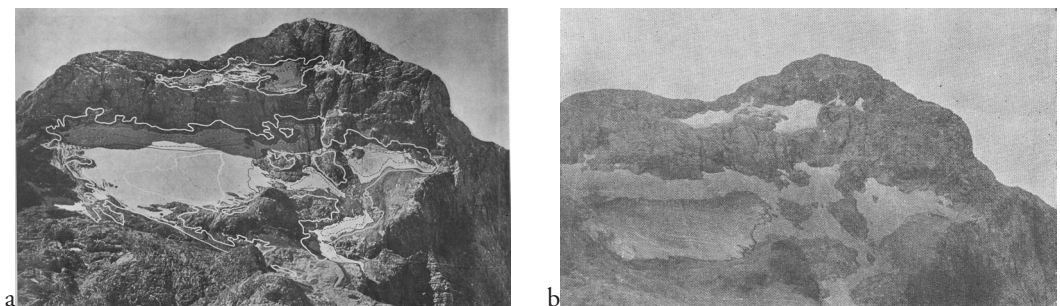


Figure 17: Triglav glacier: a) in 1958 with white lines marking its size in 1962 and dashed lines showing its size in 1954, b) in 1956 (Šifrer, 1963).

At the end of September 1958 the glacier was the smallest in size. A central section covering 12 ha can be distinguished from the glacial remnants to the right side of the Glava, of which the largest covers 1.1 ha and the smallest 0.6 ha. When all three sections are summed, the total glacier area amounts to 13.7 ha (Table 3). The snowfield below Mount Triglav peak is also divided into two remnants covering

0.8 and 0.5 ha. An interesting detail is the snowfield on the left side of the photo, the size of which was measured in the photo taken before 1934 (Figure 15b) and is still there on the 1958 photo (Figure 17a). In late September 1962, the sections of the Triglav glacier to the right side of the Mount Glava were again connected into a single glacier covering 21.5 ha. The snowfield below Mount Triglav peak covered 2.7 ha.

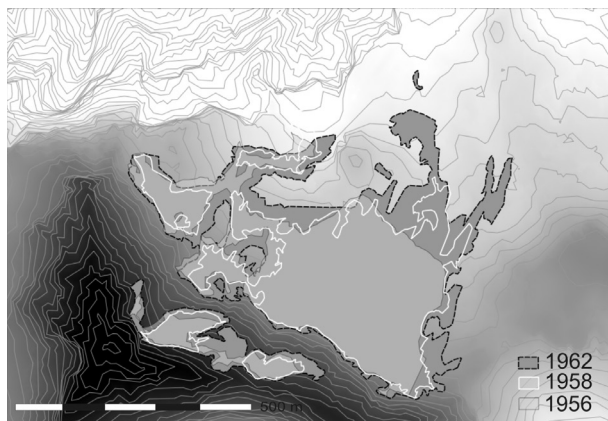


Figure 18: Triglav glacier in 1956, 1958, and 1962. The glacier is presented on a shaded relief map with contour lines at 20-meter intervals produced on the basis of 2012 aerial laser scanning data.

Table 3: The area of the Triglav glacier based on archival images taken between 1897 and 2000, and the 2012 aerial laser scanning (*snow-covered glacier, **glacier's central section, ***detailed analysis showed that at the end of the 2012 melting season the glacier covered only 0.6 ha).

Image date	Author and source	Triglav Glacier (ha)	Snowfield below Mount Triglav summit (ha)
1897	A. Beer (Il Turista)	22.0	2.7
before 1934	Janko Skerlep (Kugy, 1934)	27.6	2.7
23 Sept. 1956	Milan Šifrer (Šifrer, 1963, 185)	14.4	1.3
28–30 Sept. 1958	Milan Šifrer (Šifrer, 1963, 201)	13.7	1.3
16 Sept. 1962	Milan Šifrer (Šifrer, 1963, 201)	21.5	2.7
13 Aug. 1976	Horizont (Triglav Čekada & Gabrovec, 2013)	18.0	
26 Aug. 1977	Horizont (Triglav Čekada & Gabrovec, 2013)	22.3	
15 Aug. 1979	Horizont (Triglav Čekada & Gabrovec, 2013)	24.1	
12 Sept. 2000	Horizont (Triglav Čekada & Gabrovec, 2013)	1.1	
13–14 Sept. 2011	Field measurements	2.4*	
18 Sept. 2012	Aerial laser scanning	1.0 (0.8**) [0.6***]	

The sizes of the Triglav glacier in the 1970s provided in Table 3 are measured from panoramic Horizont camera images using the same method (Triglav Čekada & Gabrovec, 2013). In the 1970s, Triglav glacier was covered by deep snow, therefore it is larger in size than in the previous period. It should be noted that the snowfield below Mount Triglav peak can also be seen on the Horizont photos, but was not measured.

Western Canin glacier (Table 2) also grew larger in this period compared to the size in the 1950s. In the mid-1970s, the Western Canin glacier covered 10.5 ha and in 1976 the Triglav glacier covered 18 ha.

6 CONCLUSION

This paper presents the application of archive images to determine changes in the sizes of glaciers. Non-metric images of the Eastern and Western Canin glaciers and the Triglav glacier, taken from 1893 onwards, were processed using an interactive orientation method. This method employs a detailed digital terrain model to determine the best fit between the DTM superimposition and the image. In the process also radial distortion had to be removed several times, due to the details intended for extraction lying on the edges of the images, where the greatest distortion can occur. However, because mainly it was unknown whether the images show the entire photo or only part of it, radial distortion is taken into account in the digital terrain model superimposition (projection) and not for the resampling of the image. This makes it possible to orient and measure the glacier boundaries in a global coordinate system and consequently compare the glacier sizes over a period of more than a century.

In the studied period the Canin and Triglav glaciers behaved in a similar manner and also had similar sizes. At the end of the nineteenth century, the Western Canin glacier covered 28 ha, the Eastern Canin glacier 13 ha, and the Triglav glacier 22 ha. By the mid-twentieth century, the glaciers had already broken up into several parts. The Western Canin glacier covered 7.6 ha in 1957 and the Triglav glacier covered 13.7 ha in 1958. This was followed by a period of growth. The Western Canin glacier covered 10.1 ha in the 1970s, and Triglav glacier covered 18 ha in 1976. The 1980s saw an accelerated glacier retreat. In 2000, the eastern (largest) part of the Western Canin glacier and the Triglav glacier measured 5 ha and 1.1 ha respectively. The end of the 2010s saw several winters with abundant snow that protected the glaciers. Accordingly, the 2011 aerial laser scanning of the Canin glaciers revealed its larger size as a decade earlier. The 2012 aerial laser scanning of the Triglav glacier was conducted after a winter without abundant snow cover and, accordingly, the smallest size was recorded; its central section covered 0.8 ha. The values presented correspond to the global trend of glacier retreat (Triglav Čekada et al., 2012).

This study showed that older mountaineering literature, in this case books of Julius Kugy, represent an important source of data for the glacier size reconstruction. Old measurements such as Marinelli's 1908 map of the Canin glaciers produced on the basis of terrestrial photogrammetry are also of great help. This map served as an important reference in identifying the sections of the Canin glaciers that were hidden in the photos. This paper focuses on measuring the glacier area from archive images, whereas further studies may also help to determine the changes in the glaciers' thickness.

7 ACKNOWLEDGMENTS

This study was partly funded by the post-doctoral project Z2-4182 (B) and research program P6-0101 of the Slovenian Research Agency (ARRS), the project "MONICA" (*Finanziamento di Ateneo per progetti di ricerca scientifica - FRA-2012* grant) and the *Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia*. We would also like to thank Roberto Kostka and Viktor Kaufmann for helping us in identifying Olinto Marinelli's 1908 photogrammetric instrument.

References

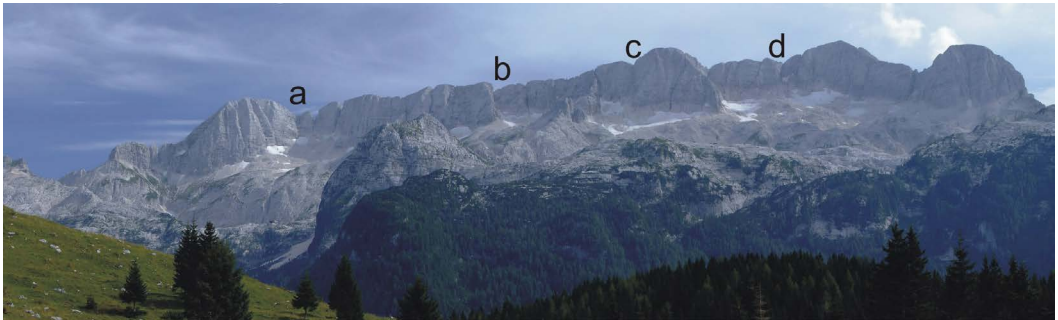
- Baroni, C. (2012). The Italian Glaciological Committee: Over a century of Italian glaciers monitoring. »From Glaciers to Climate: Euro-Asian perspectives in cryospheric sciences«, Abstracts, July 9–10, Beijing.
- Benn, D. L., Evans, D. J. A. (2010). *Glaciers and Glaciations*, 2nd edition. London: Hodder Education.
- Brunner, K., Welsch, W. (2002). High-mountain cartography of German and Austrian Alpine Clubs. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57, 126–133.
- Colucci, R. R., Finocchiaro, F., Forte, E., Guglielmin, M., Moro, D. (2011). The cryosphere in the Julian Alps (Friuli Venezia Giulia, Italy): The case study of Monte Canin Massif. Poster on »Geoitalia 2011«, September 19–23, Torino.
- Colucci, R. R., Forte, E., Guglielmin, M. (2012). Underground cryosphere in the Monte Canin Massif, Alpi Giulie (Italy). »5th International Workshop on Ice Caves (IWIC-V)«, Volume of Abstracts, September 16–23, Barzio.
- Desio, A. (1927). Le variazioni dei ghiacciai del Canin nell'ultimo quarantennio. In *Alto*, 39, 1–12.
- Di Colbertaldo, D. (1959). Alpi Giulie. *Bollettino del comitato glaciologico Italiano*, 8, 322–328.
- Erhartič, B., Polajnar Horvat, K. (2010). Slovenia's Triglav glacier as an indicator of climate change. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, 15 (1), 3–8.
- Forte, E., Pipan, M., Colucci, R. R. (2012). GPR velocity and amplitude analyses to characterize stratigraphy and estimate ice density: Eastern Glacier of Mt. Canin, Italy. »14th International conference on Ground Penetrating Radar (GPR2012)«, June 4–8, Shanghai, 646–652.
- Forte, E., Dossi, M., Colucci, R. R., Pipan, M., (2013). A new fast methodology to estimate the density of frozen materials by means of common offset GPR data, *Journal of Applied Geophysics*, 99, 135–145.
- Gabrovec, M., Ortar, J., Pavšek, M., Zorn, M., Triglav Čekada, M. (2013). The Triglav glacier between 1999 and 2012. *Acta geographica Slovenica*, 53 (1), 257–293.
- Kaufmann, V. (2012). The evolution of rock glacier monitoring using terrestrial photogrammetry: the example of Äusseres Hochebenkar rock glacier (Austria). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 105 (2), 63–77.
- Kugy, J. (1934). *Die Julischen Alpen in Bilde*. Graz: Leykam.
- Kugy, J. (1938). *Funf Jahrhunderte Triglav*. Graz: Leykam.
- Kugy, J. (1968). Iz življenja gornika. Maribor: Založba Obzorja.
- Kunaver, J. (1998). Julijske Alpe. In: *Slovenija pokrajine in ljudje*. Ljubljana: Mladinska knjiga, 54–70.
- Lipovšek, M. (1955). Kanin in sedem jezer. *Planinski vestnik*, 55 (3), 97–105.
- Marinelli, O. (1909). Il limite climatico delle nevi nel gruppo del M. Canin (Alpi Giulie). *Zeitschrift für Gletscherkunde*, 3 (5), 334–345.
- Marinelli, O. (1910). I ghiacciai delle Alpi Venete. *Memorie geografiche*, 4 (11), 5–289.
- Melik, A. (1954). *Slovenski alpski svet*. Ljubljana: Slovenska matica.
- Messerli, B. (1967). Die eiszeitliche und gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum. *Geographica Helvetica*, 22 (3), 105–228.
- Nadbath, M. (1999). Triglavski ledenik in spremembe podnebja. *Ujma*, 13, 24–29.
- Pavšek, M. (2007). Ledenik pod Skuto kot pokazatelj podnebnih sprememb v slovenskem delu Alp. *Dela*, 28, 207–219.
- Prešern, J. (1954). S poti na Kanin. *Planinski vestnik*, 54 (5), 236–244.
- Serandrei Barbero, R. (2001). Gli ultimi ghiacciai delle Alpi Giulie. *Le Alpi Venete*, 55 (1), 91–93.
- Serandrei Barbero, R., Rabagliati, R., Zecchetto, S. (1989). Analisi delle misure alle fronti dei ghiacciai delle Alpi Giulie e correlazioni con i dati climatici. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 12, 139–149.
- Serandrei-Barbero, R., Rabagliati, R., Binaghi, E., Rampini, A. (1999). Glacial retreat in the 1980s in the Breonie, Aurine and Pusterei groups (eastern Alps, Italy) in Landsat TM images. *Hydrological Sciences Journal*, 44 (2), 279–296.
- Šifrer, M. (1963). Nova geomorfološka dognanja na Triglavu, Triglavski ledenik v letih 1954–1962. *Geografski zbornik*, 8, 159–210.
- Tintor, W. (1993). Die Kleingletscher der Julischen Alpen. *Carinthia II*, 183 (103), 405–424.
- Triglav Čekada, M., Gabrovec, M. (2008). Zgodovina geodetskih meritev na Triglavskem ledeniku. *Geodetski vestnik*, 52 (3), 508–519.
- Triglav Čekada, M., Radovan, D., Gabrovec, M., Kosmatin Fras, M. (2011). Acquisition of the 3D boundary of the Triglav glacier from archived non-metric panoramic images. *The Photogrammetrical Record*, 26 (133), 111–129.
- Triglav Čekada, M., Zorn, M., Kaufmann, V., Lieb, G. K. (2012). Measurements of small Alpine glaciers: examples from Slovenia and Austria. *Geodetski vestnik*, 56 (3), 462–481.
- Triglav Čekada, M., Gabrovec, M. (2013). Documentation of Triglav glacier, Slovenia, using non-metric panoramic images. *Annals of Glaciology*, 54 (62), 80–86.
- Tuma, H. (2000). *Imenoslovje Julijskih Alp*. Ljubljana: Tuma.
- GURS (2013). Zbirke prostorskih podatkov GURS, Ciklično aerofotografiranje Slovenije. http://prostor.gov.si/cepp/GURS_izpisvse.jsp?ID={8CEB4A50-57AF-4F7F-B75A-266621A6E01F}#p3 (accessed June 4, 2013).
- Triglav Čekada M., Zorn M., Colucci R. R. (2014). Changes in the area of the Canin (Italy) and Triglav glaciers (Slovenia) since 1893 based on archive images and aerial laser scanning. *Geodetski vestnik*, 58 (2): 274–313.

POVRŠINA KANINSKIH IN TRIGLAVSKEGA LEDENIKA OD LETA 1893, DOLOČENA NA PODLAGI ARHIVSKIH POSNETKOV TER AEROLASERSKIH PODATKOV

OSNOVNE INFORMACIJE O ČLANKU:
GLEJ STRAN 274

1 UVOD

Majhni alpski ledeniki so dragocena naravna dediščina. Pomembni so tudi za preučevanje podnebnih sprememb (npr. Nadbath, 1999; Pavšek, 2007; Erhartič in Polajnar Horvat, 2010). Metode za spremljanje njihovih sprememb so se razvijale od začetnih meritev z merskim trakom do poznejših geodetskih metod izmere (Triglav Čekada in sod., 2012). V zadnjih nekaj desetletjih so se za spremljanje ledenikov uveljavile različne metode daljinskega zaznavanja: od fotogrametričnih in satelitskih snemanj do laserskega skeniranja (Gabrovec in sod., 2013).



Slika 1: Prestreljenski ledenik (a), Vrški ledenik (b), Vzhodni (c) in Zahodni Kaninski ledenik (d) 29. avgusta 2011 (fotograf: Renato R. Colucci).

V prispevku se osredotočamo na obdelavo arhivskih posnetkov za preučevanje sprememb površine ledenikov. Najstarejši posnetki so s konca 19. stoletja in prikazujejo tri ledenike v Julijskih Alpah: Triglavski ledenik ter dva Kaninska ledenika¹: Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik (tudi Kaninski led²). Poleg navedenih dveh med Kaninske ledenike prištevamo še Vrški ledenik in Prestreljenski ledenik³ (tudi Prestreljenski led⁴) (slika 1). Trije izmed njih (Vzhodni, Zahodni Kaninski in Vrški ledenik) so bili v mali ledeni dobi povezani v enovit ledenik. Skupaj je sredi osemdesetih let preteklega stoletja v Julijskih Alpah obstajalo osem majhnih ledenikov (Serandrei Barbero, 2001): poleg štirih Kaninskih ledenikov

¹ *Zemljepisno ime Kaninski ledenik uporabi Tuma (2000, 17) v knjigi Imenoslovje Julijskih Alp, ki je prvič izšla leta 1929.*

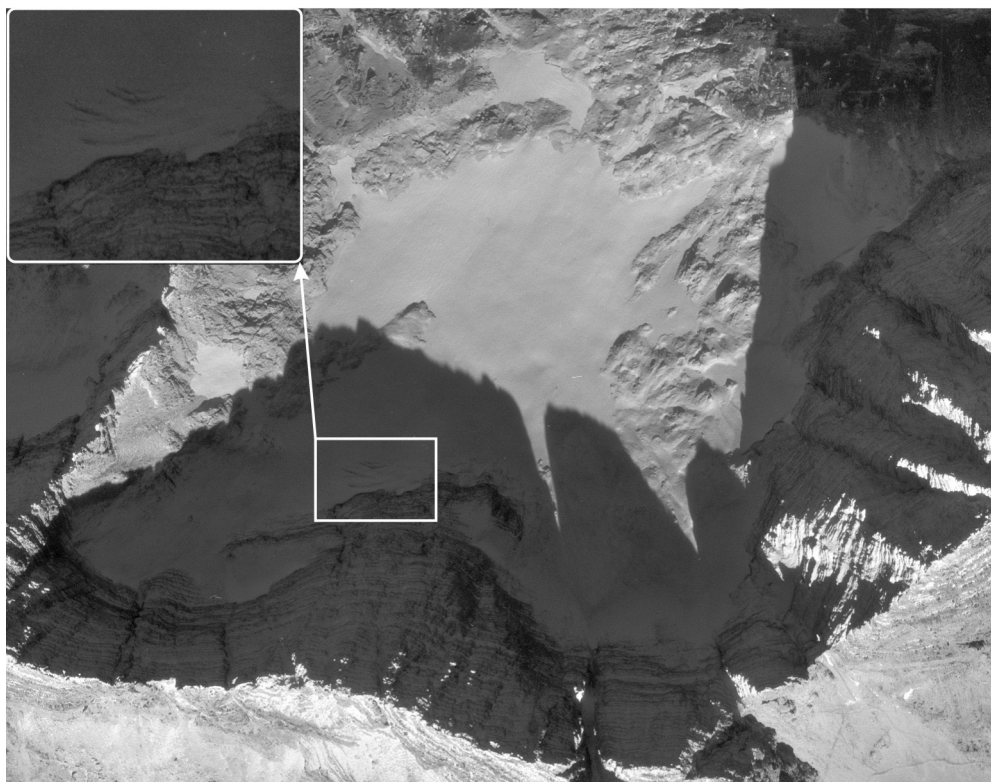
² *Julijske Alpe: planinska karta; Ljubljana: Planinska zveza Slovenije, 1969.*

³ *Tuma (2000, 17).*

⁴ *Julijske Alpe: planinska karta; Ljubljana: Planinska zveza Slovenije, 1969.*

ter Triglavskega ledenika, še trije ledeniki pod Montažem (Poliški Špik/Jôf di Montasio): Vzhodni, Zahodni in Mali Montažev ledenik. Njihova italijanska poimenovanja najdete v preglednici 1. Izmed teh lahko danes v Zahodnih Julijskih Alpah med male ledenike štejemo le še Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik ter Zahodni Montažev ledenik, na območju preostalih pa obstajajo le občasna snežišča (Serandrei Barbero in sod., 1989; Serandrei Barbero, 2001).

Ledenike med Kaninom in Prestreljenikom uvrščamo med ledenike, in ne med snežišča, zaradi nekaterih značilnosti, ki so jih imeli v preteklosti. Tako na primer ledeniške razpoke Prestreljeniškega ledenika, ki so vidne na izseku aeroposnetka posebnega fotogrametričnega snemanja Slovenije iz leta 1976 (slika 2), dokazujejo, da se je ledenik v tistem obdobju še premikal. Ker je bil Prestreljeniški ledenik vseskozi manjši od obeh pod Kaninom, lahko na podlagi tega sklepamo, da sta se v tistem obdobju premikala tudi njegova večja soseda.



Slika 2: Prečne ledeniške razpoke na Prestreljeniškem ledeniku, posnete 20. septembra 1976 (vir: aeroposnetki, Geodetska uprava Republike Slovenije).

V članku obravnavamo ledenik kot zasneženo območje, ki ga lahko interpretiramo na podlagi posnetka. Zgodovina izmer na Triglavskem ledeniku je že bila predstavljena v Triglav Čekada in sod. (2012), zato se bomo osredotočili le na opis zgodovine izmer Kaninskih ledenikov. Nadaljevali bomo z obdelavo arhivskih amaterskih posnetkov Kaninskih in Triglavskega ledenika ter primerjavo rezultatov.

2 LEDENIKI JULIJSKIH ALP

Italijanski ledeniki v Julijskih Alpah pomenijo le majhen delež vseh italijanskih ledenikov. V obdobju 1988–1989, ko so izvedli njihovo zadnjo aerofotogrametrično inventarizacijo, so našeli 787 ledenikov, večjih od 5 ha. Skupno so pokrivali prek 474 km², kar je približno 20 % vseh ledenikov v Alpah. Pri tem Italijanska glaciološka komisija (it. *Comitato Glaciologico Italiano*) redno spremlja umikanje ledenikov od kontrolnih točk na približno 150 ledenikih. Le na nekaj največjih merijo tudi gostoto ledu za ugotavljanje njihove masne bilance (Serandrei-Barbero in sod., 1999; Baroni, 2012). V preglednici 1 primerjamo površine ledenikov v Julijskih Alpah in njihovo srednjo nadmorsko višino leta 1985. Za primerjavo je podan še soroden Ledenik pod Skuto (Pavšek, 2007) v Kamniško-Savinjskih Alpah. Iz preglednice je razvidno, da imajo Kaninski ledeniki največjo površino med vsemi v Julijskih Alpah, ležijo pa približno dvesto metrov nižje kot Triglavski ledenik. To je verjetno povezano z lokalnimi podnebnimi dejavniki. Čeprav značilna razdalja med Triglavom in Kaninom znaša le približno 30 km so padavine v južnem in zahodnem delu Julijskih Alp, še zlasti pa v Kaninskem pogorju, zaradi vpliva Sredozemlja in privetrnosti višje kot v osrednjem delu gorovja s Triglavom (Kunaver, 1998).

Montaževi ledeniki so glede na velikost in nadmorsko višino primerljivi z Ledenikom pod Skuto. Meritve umikanja čela ledenika od kontrolnih točk z merskim trakom na Kaninskih in Montaževih ledenikih redno potekajo vsaj od 20. let prejšnjega stoletja naprej. Najdlje opazujejo Kaninske ledenike. Prve omembe meritev Zahodnega Kaninskega ledenika segajo v leto 1880, Vzhodnega Kaninskega ledenika pa v leto 1896; meritve na Vršiškem ledeniku se prvič omenjajo leta 1901 (Serandrei Barbero in sod., 1989).

Preglednica 1: Površina ledenikov in njihova srednja nadmorska višina leta 1985. Podatki za italijanske ledenike so povzeti po Serandrei Barbero in sod. (1989), površina Triglavskega ledenika je bila ugotovljena na podlagi arhivskih Horizontovih posnetkov (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013), površina Ledenika pod Skuto pa je bila izmerjena z merskim trakom leta 1989 (Triglav Čekada in sod., 2012).

Ledenik (slovensko ime)	Ledenik (italijansko ime)	Površina [ha]	Srednja nadmorska višina [m]
Mali Montažev ledenik	Ghiacciaio Minore di Montasio	1	1850
Vzhodni Montažev ledenik	Ghiacciaio orientale di Montasio	7	1920
Zahodni Montažev ledenik	Ghiacciaio occidentale di Montasio	8	1940
Prestreljeniški ledenik	Ghiacciaio del Prestreljenik	3	2200
Vršiški ledenik	Ghiacciaio dell'Ursic	9	2240
Vzhodni Kaninski ledenik	Ghiacciaio orientale del Canin	15	2220
Zahodni Kaninski ledenik	Ghiacciaio occidentale del Canin	27	2250
Triglavski ledenik	Ghiacciaio del Tricorno	10	2480
Ledenik pod Skuto	–	1	2070

Omembe Kaninskih ledenikov najdemo v starejši slovenski geografski literaturi, saj so le streljaj od slovensko-italijanske meje. Melik (1954, 304) je zapisal: »... vendar so se prav tukaj razvili trije pobočni ledeniki, podobni triglavskemu, in sicer na severno stran ob glavnem grebenu med Kaninom in Prestreljenikom. [...] Pravi kaninski ledenik sestoji iz dveh delov, ki se slabo držita skupaj; zahodni kaninski ledenik je od vseh treh največji s svojimi 30 ha površine, medtem ko meri vzhodni kaninski ledenik 13 ha. Tretji ledenik je v

severnem bočju Vršiča in je od prvih dveh ločen po vmesnem skalnatem grebenu, a je s svojimi 8 ha površine najmanjši ...« Melik (1954) pri teh navedbah citira italijanska dela iz dvajsetih let 20. stoletja, na primer Densia (1927). Zanimivo je, da površine niso veliko večje od tistih, ki jih omenjajo Serandrei Barbera in sod. (1989) za leto 1985 (preglednica 1).

V avstrijski strokovni literaturi Kaninska ledenika, Montažev ledenik in Triglavski ledenik obravnava Tintor (1993). Za velikost Kaninskih ledenikov leta 1908 citira Marinellija (1909), ki za Zahodni Kaninski ledenik navaja površino 30 ha, za Vzhodni Kaninski ledenik pa 13 ha. Površino za leto 1950 je Tintor (1993) določil na podlagi italijanskih topografskih zemljevidov (*Carta d'Italia* 1 : 25.000), in sicer 21,2 ha za Zahodni in 10,6 ha za Vzhodni ledenik. Za površini v začetku 60. let 20. stoletja Tintor (1993) citira Messerlija (1967, 178), po katerem je Zahodni Kaninski ledenik meril le še 9,0 ha, Vzhodni pa 9,5 ha.

Kaninski ledenik je omenjen tudi v starejših izdajah Planinskega vestnika: leta 1954 je tako omenjena njegova razpokanost (Prešern, 1954, 243), leto pozneje pa njegova »*prostranost*« (Lipovšek, 1955, 102). Med gorniško leposlovno literaturo izpostavimo Kugyja (1968, 176), ki je ledenik obiskal leta 1895 in zapisal, da je Kanin »... *edina gora v Julijskih Alpah, na katero vodi vzpon prek resničnega ledenika*«. Leta 1902 je obiskal tudi Zahodni Montažev ledenik oziroma, kot piše, »... *strmi ledeniški trikot* [takšne oblike je še danes, op. a.] ...«, ki ima »... *vrsto značilnosti majhnega ledenika in često, zlasti poleti, sem ga videl v takem stanju, da sem si mislil: to bi bil pravi tretji ledenik v Julijskih Alpah, če bi mu bile dane boljše možnosti za razvoj*« (Kugy, 1968, 200–201).

3 IZMERE KANINSKIH LEDENIKOV

Prve meritve Zahodnega Kaninskega ledenika segajo v leto 1880; izvedel jih je Giacomo Savorgnano di Brazzà s pomočjo lokalnega vodnika Antonia Siega. Meritve niso bile vsakoletne, temveč občasne. Prva serija vsakoletnih meritev umikanja čela Zahodnega in Vzhodnega Kaninskega ledenika na podlagi kontrolnih točk z merskim trakom je potekala med letoma 1893 in 1909; izvajala sta jih Giovanni in Olinto Marinelli (Marinelli, 1909; Serandrei Barbero, 2001). Geograf Olinto Marinelli je že leta 1908 izvedel terestrično fotogrametrično izmero Zahodnega in Vzhodnega Kaninskega ledenika ter Vršiškega ledenika, s katero je poskusil določiti višino snežne meje ter oceniti debelino in starost ledenikov. Marinelli je terestrično fotogrametrično izmero izvedel s fototeodolitom Finsterwalder (Marinelli, 1909), pri katerem se uporabljajo steklene plošče velikosti 12 cm × 16 cm. To je bil predhodnik bolj pogostih instrumentov TAF (nem. *Terrestrische Ausrüstung Finstewalder*) – lahkih terestričnih fototeodolitov. Približno desetletje zatem so jih začeli izdelovati v podjetju Carl Zeiss iz Jene (Nemčija), uporabljali so jih za preučevanje ledenikov in visokogorsko kartografijo, za kar so skrbele kartografske sekcije planinskih društev (Brunner in Welsch, 2002; Kaufmann, 2012). Marinellijev fotogrametrično izdelan načrt ledenika iz septembra 1908, ki je bil originalno izdelan v merilu 1 : 25.000, smo uporabili tudi v naši raziskavi (slika 5). Kot zanimivost omenimo, da se je Marinelli že leta 1909 spraševal, ali bodo ledeniki kmalu popolnoma izginili, saj so se v njegovem 15-letnem obdobju meritev hitro zmanjševali (Marinelli, 1909).

Giovanni Battista De Gàsperi je v letih 1910 in 1911 poskušal meriti hitrost premikanja Vršiškega ledenika. V ta namen je nanj položil kontrolne točke v obliki nekakšnih »signalov« (merilnih točk). Žal je De

Gàsperi padel v prvi svetovni vojni, do začetka naslednjih vsakoletnih meritev na Kaninskih ledenikih leta 1920 pa so se njegove merilne točke že izgubile (Serandrei Barbero, 2001).

Leta 1920 so ponovno začeli z vsakoletnimi meritvami umikanja Kaninskih ledenikov z merskim trakom in jih od takrat izvajajo bolj ali manj nepretrgoma. Danes potekajo pod okriljem Italijanske glaciološke komisije. Ardito Desio, ki je po prvi svetovni vojni prvi meril ledenike, naj bi našel nekaj merilnih točk iz prve serije meritev; uporabil jih je za stabilizacijo novih kontrolnih točk. Med drugo svetovno vojno so meritve deloma zastale, a za to obdobje obstajajo osebna opažanja Bruna Martinisa (Serandrei Barbero, 2001). Po letu 1920 so za daljša obdobja ročnih meritev na Kaninskih ledenikih skrbeli: Ardito Desio, Arrigo Giovanni Tonini, Egidio Feruglio in Manfredi Mazzocca, in sicer do druge svetovne vojne, po drugi svetovni vojni pa Dino Di Colbertaldo, Giancarlo Di Colbertaldo, Rossana Serandrei Barbero, Alberto Beinat, G. C. Rossi, Carlo Pohar in Claudio Pohar.

Tako lahko od leta 1920 naprej spremljamo umikanje Kaninskih ledenikov na podlagi meritev razdalje med čelom ledenika in stalnimi kontrolnimi točkami. Na Zahodnem Kaninskem ledeniku vseskozi uporabljajo devet istih kontrolnih točk, na Vzhodnem Kaninskem ledeniku pa sedem (Serandrei Barbero in sod., 1989). Z meritvami spremljajo umikanje Kaninskih ledenikov in preučujejo vplive različnih podnebnih dejavnikov nanje. Serandrei Barbero in sod. (1989) so določili dvoletni odzivni čas ledenikov na spremembe podnebnih dejavnikov v obdobju 1921–1989. Izpostavili so, da je najpomembnejši podnebni dejavnik, ki vpliva na umikanje Kaninskih ledenikov, sprememba poletne temperature, deloma tudi najvišja snežna odeja v zimski sezoni. Pomembnost slednje je bila ugotovljena tudi za umikanje Triglavskega ledenika (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013), pri katerem smo ugotovili, da je na nazadovanje med letoma 1976 in 2011 najbolj vplivala prav višina snežne odeje v juniju.

V zadnjih nekaj letih na Kaninskih ledenikih izvajajo tudi bolj podrobne geodetske in geofizikalne meritve za preučevanje masne bilance ledenikov v okviru projektov Kriosfera Furlanije-Juljske krajine (it. *Progetto criosfera FVG*), MONICA in Climaparks, v katerih sodelujejo Deželni naravni park Julijskih Predalp (it. *Parco Prealpi Giulie*), Oddelek za matematiko in geoznanosti Univerze v Trstu, Univerza Insubria ter Lavinska služba Avtonomne pokrajine Furlanije-Juljske krajine. Nekateri rezultati projekta so predstavljeni v Colucci in sod. (2011; 2012) ter Forte in sod. (2012; 2013). V okviru regijskega laserskega skeniranja dežele Furlanije-Juljske krajine, ki se je izvajalo med letoma 2006 in 2009, so bili Kaninski ledeniki prvič aerolasersko skenirani. Prvo podrobno aerolasersko snemanje (hkratno lasersko skeniranje in aerofotografranje), namenjeno preučevanju Vzhodnega in Zahodnega Kaninskega ledenika, je potekalo 29. septembra 2011 po naročilu Meteorološkega združenja Furlanije-Juljske krajine (it. *Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia*). Izvedli so ga s povprečno gostoto 4 točke/m² in laserskim skenerjem z valovno dolžino 1047 nm. Na njegovi podlagi so izdelali DMR z velikostjo osnovne celice 1 m × 1 m, ki smo ga uporabili tudi v naši raziskavi.

Le nekaj dni po laserskem snemanju, 4. oktobra 2011, so na Vzhodnem Kaninskem ledeniku izvedli prve georadarske meritve (GPRS-meritve) debeline ledu in snega. Uporabili so anteno s frekvenco 250 MHz (Forte in sod., 2012). V juniju 2012 so georadarske meritve debeline ledu in snega izvedli še na vzhodnem delu Zahodnega Kaninskega ledenika. Za potrebe georadarskih meritev so izvedli tudi meritve navezovalnih točk z meritvami globalnih navigacijskih satelitskih sistemov (GNSS-meritev). Ker pa z GNSS-meritvami težko izmerimo objekte pod strmimi severnimi stenami (preslaba vidnost satelitov

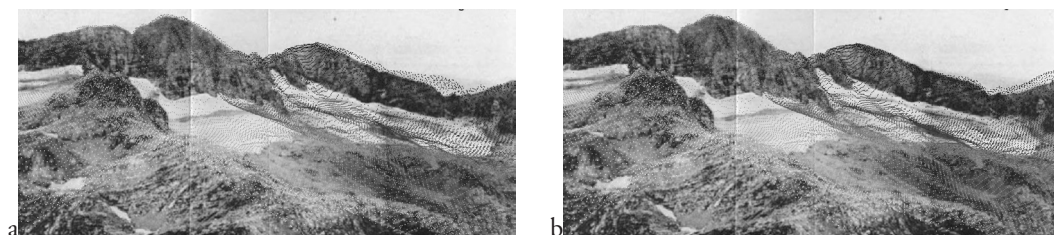
za zadovoljivo točnost meritev), kjer ležijo Kaninski ledeniki, so georadarske meritve umestili v prostor s klasičnimi tahimetričnimi meritvami, ki so jih izvedli z navezovalnih točk. Georadarske meritve in aerolasersko skeniranje so uporabili tudi za določitev debeline in volumna ledenika. S kopianjem snežnih profilov so določili še gostoto ledu na ledeniku; tovrstni podatki omogočajo izračun masne bilance ledenikov (Forte in sod., 2013).

4 OBDELAVA ARHIVSKIH POSNETKOV

4.1 Interaktivna metoda orientacije

Obod Kaninskih in Triglavskega ledenika smo iz arhivskih posnetkov izmerili z interaktivno metodo absolutne orientacije posnetka na podlagi DMR-ja. To je enoslikovna metoda izmere, ki omogoča zajem 3D-podatkov že na podlagi enega posnetka. Temelji na iskanju najbolj ujemanje projekcije točk DMR-ja na prikazano vsebino na posnetku, pri čemer z vizualnim iskanjem najboljšega ujemanja iščemo parametre zunanje orientacije posnetka (tri koordinate projekcijskega centra fotoaparata, tri kote zasukov in merilo projiciranega modela). Metoda je interaktivna in temelji na operaterjevem dobrem poznavanju podrobnosti na posnetku ter ujemanju posnetka s projekcijo točk DMR-ja. Pri analizi arhivskih posnetkov ledenikov predpostavimo, da se površje pod ledenikom v obdobju med nastankom posnetka ter časom snemanja osnovnih podatkov za izdelavo DMR-ja ni bistveno spremenilo. Torej lahko rob ledenika iz preteklosti prikažemo na sedanjem DMR-ju (Triglav Čekada in sod., 2011). Tako lahko določamo obseg ledenikov tudi na podlagi zelo starih posnetkov. Predpostavka za Kaninske in Triglavski ledenik drži, saj v zadnjih 120 letih večje geomorfološke spremembe (na primer podori) na njihovih ožjih območjih niso bile opažene, manjše premike pa lahko zanemarimo.

Postopek interaktivne orientacije temelji tudi na predpostavki, da je posnetek v centralni projekciji in so na njem odstranjene napake (predvsem distorzija). Pri zelo starih posnetkih, recimo sto ali več let, ki so bili najdeni kot izseki iz originalnih fotografij, pa podatka o napakah posnetka žal nimamo. Stari posnetki ledenikov imajo še dodatno slabost, saj prikazujejo visokogorje, kjer ni antropogenih ravnih linij (cest, poti), na podlagi katerih bi lahko ocenili napake posnetka.



Slika 3: Rezultati interaktivne orientacije Kaninskega ledenika na desnem delu fotografije iz leta 1893 (fotograf: Arturo Ferucci (Marinelli, 1910)). Projekcija DMR-ja je glede na oddaljenost od stojišča obarvana od bele proti črni. Projekcija DMR-ja: a) z radialno distorzijo, b) z odstranjeno radialno distorzijo.

Težavam smo se poskusili izogniti tako, da smo pri starih posnetkih, na podlagi znanega približnega stojišča fotoaparata (na približno 500 metrov), poskusili poiskati najboljše ujemanje med posnetkom in projekcijo DMR-ja (slika 3a). Ker to večinoma ni zadostovalo, predvsem pri preučevanju vsebin na robovih posnetkov, kjer na splošno lahko pričakujemo največje napake, smo pri projekciji DMR-ja na

posnetek upoštevali še popravke zaradi radialne distorzije (slika 3b). Torej so bile pri projekciji DMR-ja na posnetek uporabljene enačbe centralne projekcije z dodanimi popravki zaradi radialne distorzije. Parametre radialne distorzije smo interaktivno spreminjali. Tako popravkov zaradi distorzij nismo uporabili za predhodno transformacijo posnetkov v centralno projekcijo brez distorzij, kot pri panoramskih posnetkih Horizont pri analizi Triglavskega ledenika (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013). Točnost metode je podrobno opisana v Triglav Čekada in sod. (2011).

4.2 Podatki aerolaserskega skeniranja Kanina in Triglava

Uspешnost interaktivne metode orientacije je zelo odvisna od ločljivosti uporabljenega DMR-ja. V raziskavi smo za vse tri ledenike uporabili DMR z velikostjo celice $1\text{ m} \times 1\text{ m}$, izdelan na podlagi podatkov aerolaserskega skeniranja. Kaninski aerolaserski podatki prikazujejo samo območje Vzhodnega in Zahodnega Kaninskega ledenika ter so zapisani v italijanskem koordinatnem sistemu Gauss-Boaga; snemanje je bilo izvedeno konec talilne dobe 2011. Predhodno zimo je bilo obilo padavin, zato podatki ne ponazarjajo najmanjšega stanja ledenikov. Podatki Triglavskega ledenika so zapisani v slovenskem Gauss-Krügerjevem koordinatnem sistemu (D48).

Aerolasersko skeniranje je bilo izvedeno 18. septembra 2012, in sicer z valovno dolžino 1550 nm. Povprečna gostota laserskih točk je bila 8 točk/m². Snemanje je bilo sicer izvedeno konec talilne dobe in po zelo slabi predhodni zimi, zato rezultati kažejo skoraj najmanjše stanje ledenika, saj je le nekaj dni pred snemanjem zapadel prvi jesenski sneg.

5 REZULTATI

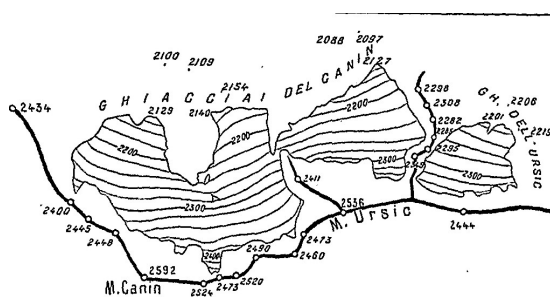
K primerjavi Kaninskih ledenikov in Triglavskega ledenika sta nas spodbudili fotografiji (slika 4), objavljeni v slovenski izdaji Kugyjeve (1968) knjige *Iz življenja gornika*. Žal posnetka nimata letnice, zato ne vemo, kdaj natančno sta bila posneta ter ali prikazujeta ledenike konec talilne dobe. Tako slika 4a prikazuje združena Kaninska ledenika, pri čemer Zahodni Kaninski ledenik skupaj s snežišči meri 31,2 ha in Vzhodni 11,5 ha, slika 4b pa Triglavski ledenik, ki meri 23 ha, snežišče pod vrhom Triglava pa 2,3 ha.



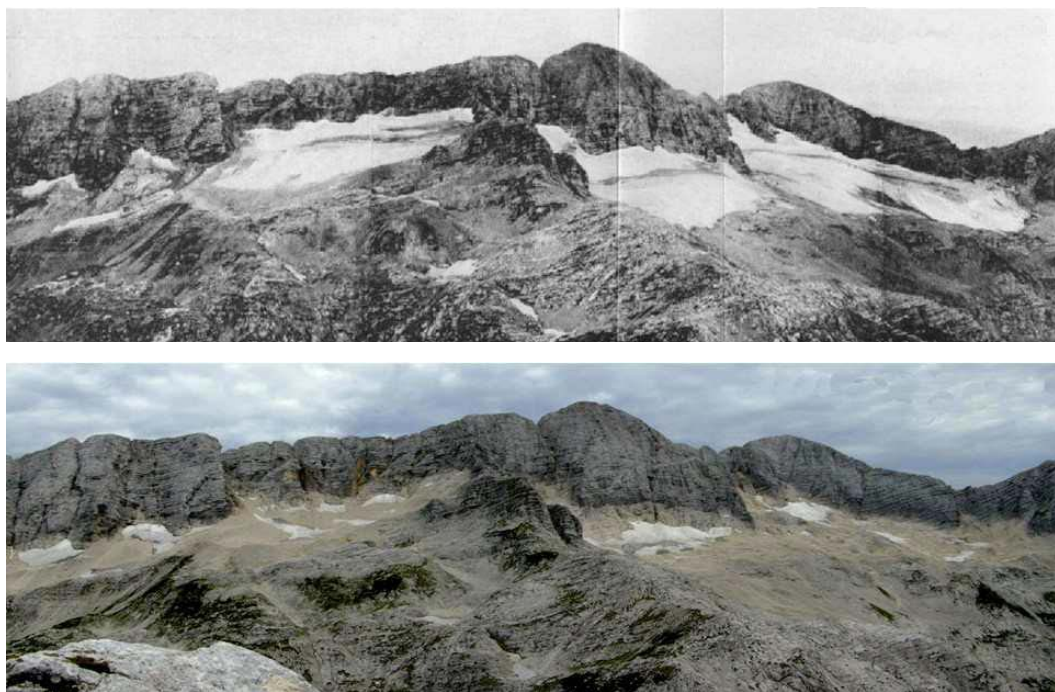
Slika 4: Posnetka iz Kugyjeve knjige (1968): a) Kaninski ledeniki (fotograf: L. Dolhar) in b) Triglavski ledenik (fotograf: J. Čop).

5.1 Kaninska ledenika po letu 1893

Kot je bilo že navedeno, smo georeferenciali Marinellijev fotogrametrično izdelani načrt Kaninskih ledenikov iz leta 1908 (slika 5). K sreči so na njem zelo dobro izrisane lomne linije grebenov, ki omogočajo umestitev v prostor z aerolaserskim DMR-jem. Treba je bilo le spremeniti merilo, da se je načrt vizualno popolnoma prilegal DMR-ju v Gauss-Boagovem koordinatnem sistemu. Načrt je bil tudi referenca za dopolnjevanje vsebin, ki se na arhivskih fotografijah niso (dobro) videle. Po georeferenciranju smo spet določili površini Vzhodnega in Zahodnega Kaninskega ledenika iz načrta iz leta 1908 (preglednica 2). Površini se ujemata z vrednostmi, ki ju je določil Marinelli (1909): 30 ha za Zahodni in 13 ha za Vzhodni Kaninski ledenik.



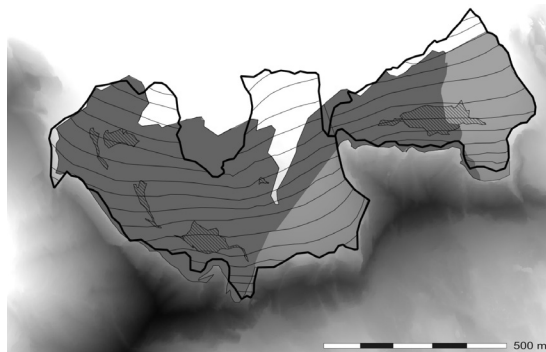
Slika 5: Marinellijev načrt Kaninskih ledenikov iz leta 1908, izdelan na podlagi terestrične fotogrametrične izmere (Marinelli, 1909).



Slika 6: Vrški ledenik (levo) ter Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik (desno) 30. julija 1893 zgoraj (fotograf: Arturo Ferrucci (Marinelli, 1910)) in 8. septembra 2011 spodaj (fotograf: Renato R. Colucci).

Sledila je obdelava najstarejše fotografije Kaninskih ledenikov (slika 6 zgoraj), ki jo je njen avtor Arturo Ferucci posnel z vrha Bele Peči 30. julija 1893. Posnetek sicer prikazuje tudi Vršiški ledenik, a ker ga DMR iz leta 2011 ne pokriva, njegovega obsega nismo ugotavljali. Skoraj z istega stojišča so bili Kaninski ledeniki spet posneti 8. septembra 2011, kar omogoča neposredno primerjavo (slika 6 spodaj). V 118 letih je opaziti občutno zmanjšanje in stanjšanje vseh treh ledenikov. Leta 1893 je bil na primer zgornji rob Vzhodnega Kaninskega ledenika od 35 do 58 metrov višje ob strmem pobočju Srednjega Vršiča kot leta 2011. Nekdanji zgornji rob ledenika lepo vidimo na sliki 6 spodaj kot ločnico med temnejšo in svetlejšo skalo.

Pri interaktivni orientaciji obeh posnetkov smo v obeh primerih upoštevali še radialno distorzijo (slika 3). Ta najbolj vpliva na zahodni del Zahodnega Kaninskega ledenika, če je namreč na primeru iz leta 1893 ne upoštevamo, dobimo rezultat, v skladu s katerim je zahodni del Zahodnega Kaninskega ledenika manjši za 2 ha. Pri določitvi celotnega obsega ledenika v letih 1893 in 2011 je težava tudi v tem, da sta največji del Zahodnega Kaninskega ledenika ter vzhodni del Vzhodnega Kaninskega ledenika skrita za grebenom Srednjega Vršiča. Celoten obseg Zahodnega Kaninskega ledenika leta 1893 lahko določimo ob predpostavki, da je njegov zgornji rob na približno isti nadmorski višini oziroma je razlika med nadmorsko višino zgornjega roba ledenika med letoma 1893 in 1908 približno enaka na celotnem zgornjem robu ledenikov. Leta 1893 je bil zgornji rob najmanj 20 metrov višje kot leta 1908 na Marinellijevem načrtu (slika 7). V tem primeru ne naredimo prevelike napake, če del ledenikov, ki nista vidna na fotografiji iz leta 1893, aproksimiramo z robom ledenika leta 1908. Tako dobimo najverjetnejšo površino ledenikov za leto 1893 (preglednica 2). Površine, ki bi jih določili brez te predpostavke, bi bile na Zahodnem ledeniku manjše za 4,5 ha, na Vzhodnem Kaninskem ledeniku pa za 6,5 ha.



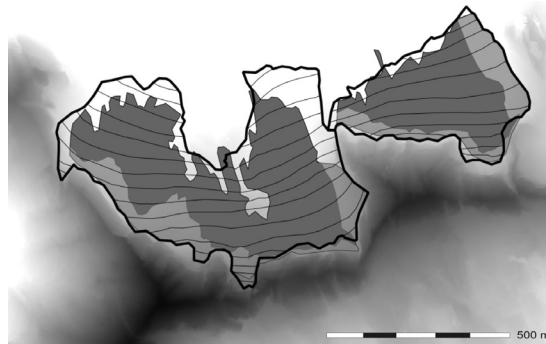
Slika 7: Kaninska ledenika leta 1893 in 1908, predstavljena na senčenem reliefu iz leta 2011. Temno siva površina predstavlja površino ledenika, zajeto neposredno s posnetka iz 1893., svetlo siva pa povečano površino glede na opisane predpostavke. Debela črna črta pomeni rob ledenika, tanjše črne črte pa plastnice z ekvidistanco 20 metrov z Marinellijevega načrta iz leta 1908 (slika 5). Šrafirano območje predstavlja ostanke ledenikov, izmerjene na podlagi slike 6 spodaj, posnete leta 2011.

Na sliki 7 lahko tudi neposredno primerjamo površine iz let 1893 in 2011. Od Zahodnega Kaninskega ledenika so 8. septembra 2011 ostale le ločene zaplate. S posnetka (slika 6 spodaj) žal ne moremo videti največjega vzhodnega dela Zahodnega Kaninskega ledenika. Ledeniški ostanke, ki so vidni, merijo skupaj 1,3 ha. Tudi pri Vzhodnem Kaninskem ledeniku je najbolj vzhodni del ledenika skrit, tako slika 6 spodaj tudi pri tem ne omogoča zajema celotnega ledenika; vidna ledena površina meri 1,2 ha (preglednica 2).

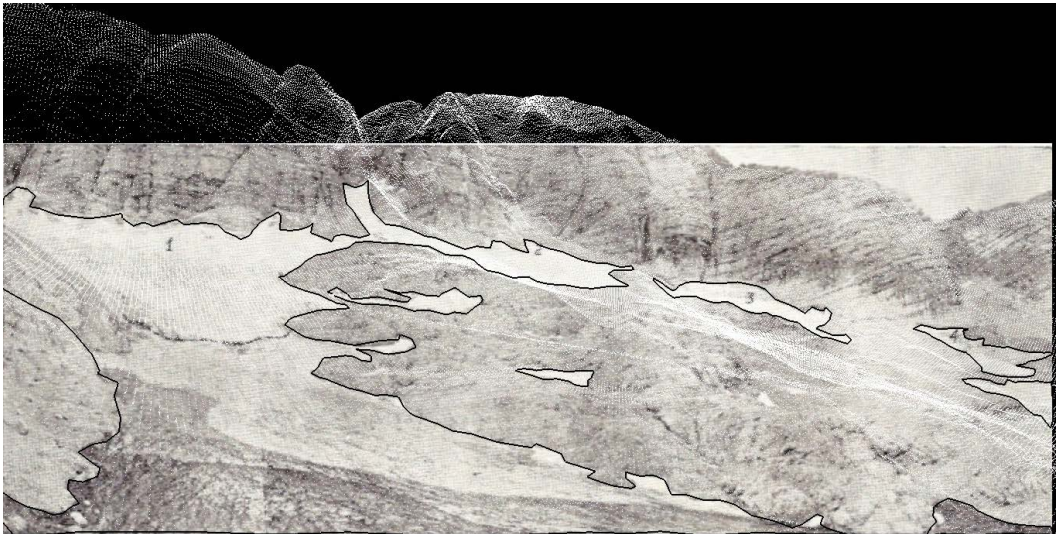


Slika 8: Prestreljeniški ledenik (levo), Vršiški ledenik, Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik pred letom 1934 (fotograf: Wilhelm Dronowicz (Kugy, 1934)).

V knjigi *Die Julischen Alpen in Bilde* (Kugy, 1934) je bil leta 1934 poleg posnetka Kaninskih ledenikov (slika 8) objavljen tudi posnetek Triglavskega ledenika (slika 15b). Na podlagi Kugyjevih zapisov lahko sklepamo o približni starosti posnetkov. Omenjena posnetka sta domnevno nastala konec 20. oziroma v začetku 30. let 20. stoletja. Kugyjeve (1934) posnetke (slika 8) Kaninskih ledenikov je tako kot slika 6 zgoraj posnet približno iz smeri Montaža. K sreči Kaninska ledenika nista na robu posnetka, tako da ni bilo treba odstraniti radialne distorzije. Zaradi senc, ki jih mečejo vrhovi, pa je bilo določanje zgornjega roba ledenikov precej težavno. Najprej smo določili osončen del, potem smo na podlagi rahlih sprememb v sivini slike določili zgornji rob ledenikov. Razlike v sivini so vsaj ponekod dale slutiti, da lahko v senci prepoznamo dva zgornja robova: dejanski zgornji rob in nekdanji zgornji rob, ki ga lepo vidimo na sliki 6 spodaj. Razliko zlahka opazimo pri Vršiškem ledeniku na povečavi fotografije v spodnjem kotu slike 8. Na delih, kjer je bilo na podlagi slike mogoče z zadovoljivo točnostjo določiti zgornji rob ledenikov, se ta rob lepo ujema z zgornjim robom ledenikov iz leta 1908 (slika 9). Zato smo pri celotni dolžini predpostavili, da se zgornji rob ledenika na sliki 8 ujema z zgornjim robom iz leta 1908. Osončeni del Vzhodnega Kaninskega ledenika meri 8,4 ha, Zahodnega pa 18,3 ha. Ko dodamo še osončeni del ledenika, se površina Vzhodnega Kaninskega ledenika poveča za 1,7 ha, Zahodnega pa za 4,1 ha. Dela obeh ledenikov sta, enako kot pri posnetku iz leta 1893, skrita za pobočji Srednjega Vršiča. Iz zgornje predpostavke, da se zgornji rob ujema z robom iz leta 1908, smo tudi dele ledenikov, ki se na sliki 8 ne vidijo, aproksimirali s stanjem iz leta 1908. Tako dobimo končne površine, zapisane v preglednici 2. Na sliki 9 vidimo, da sta se ledenika glede na stanje iz leta 1908 zmanjšala, na kar nakazuje že njun spodnji rob. Ta opisuje podobno obliko, kot sta jo imela leta 1908, le da se je horizontalno umaknil za od 20 do 40 metrov.



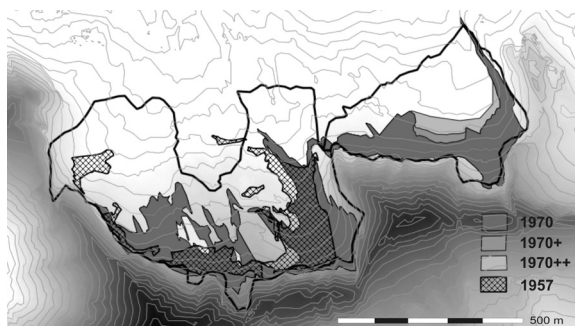
Slika 9: Kaninska ledenika pred letom 1934 in leta 1908, predstavljena na senčenem reliefu iz leta 2011. Temno siva površina predstavlja zajeto osončeno površino ledenika neposredno s fotografije, nastale pred 1934., svetlo siva pa povečano površino glede na opisane predpostavke. Debeli črna črta pomeni rob ledenika, tanjše črne črte pa plastnice z Marinellijevega načrta iz leta 1908.



Slika 10: Zahodni Kaninski ledenik 10. septembra 1957: bele pike DMR-ja in zajeti robovi snega, označeni s črno črto (fotograf: Dino Di Colbertaino (Di Colbertaino, 1959, 324)).

Interaktivna orientacija Di Colbertainovega posnetka (slika 10) Zahodnega Kaninskega ledenika iz leta 1957 (Di Colbertaino, 1959) je pomenila svojevrsten izziv. Na sliki vidimo zelo majhen del severnega ostenja Kanina, kjer se za natančno orientacijo posnetka lahko opremo na le malo reliefnih oblik (grabne, jarke, kamine). Slika je bila posneta izpred Zahodnega Kaninskega ledenika. Končni rezultat interaktivne orientacije se opira na prikaz šestih žlebov v ostenju Kanina in splošni videz ledeniških grbin v ospredju slike (slika 10). Po zagotovitvi razmeroma dobrega ujemanja, smo za boljše ujemanje DMR-ja s posnetkom uvedli tudi popravke zaradi radialne distorzije. Zaradi slabe orientacije sta robova največjega dela Zahodnega Kaninskega ledenika iz let 1957 in 1970 (slika 11) premaknjena v smeri vzhod–zahod za od 20 do 40 metrov. Žal slika 10 ne prikazuje celotnega Zahodnega Kaninskega ledenika, saj manjkata njegov najbolj vzhodni in spodnji del. Pri ugotavljanju površine smo morali biti pozorni na dve barvi

snega: bel sneg prikazuje odkrit ledenik, temen sneg, ki ga lepo vidimo v ospredju slike, pa sneg zadnje zime (srenjec). Temnejši sneg zadnje zime povezuje tudi dve beli zaplati (označeni s številko 4 na sliki 10). Ker je leto 1957 približno na sredini med letoma 1908 in 2011, za kateri imamo najbolj zanesljive podatke o celotnem obsegu ledenika, žal ledenika ne moremo povečati z aproksimacijo. Skupno na sliki 11 vidimo 7,6 ha, največji ostanek Zahodnega Kaninskega ledenika, označen s številko 1 na sliki 10, obsega 5,0 ha (preglednica 2). Del, označen z 2 na sliki 10, meri 1,4 ha, ostali oštevilčeni deli pa merijo približno 0,5 ha. Dela 2 in 3 sta deloma skrita za grbino, zato sta morala biti v resnici večja. Sklenemo lahko, da Di Colbertaldov posnetek prikazuje minimalen obseg ledenika v petdesetih letih prejšnjega stoletja. To se ujema s trditvijo Messerlija (1967), da sta v začetku 1960. let Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik merila vsak po približno 9,0 ha.



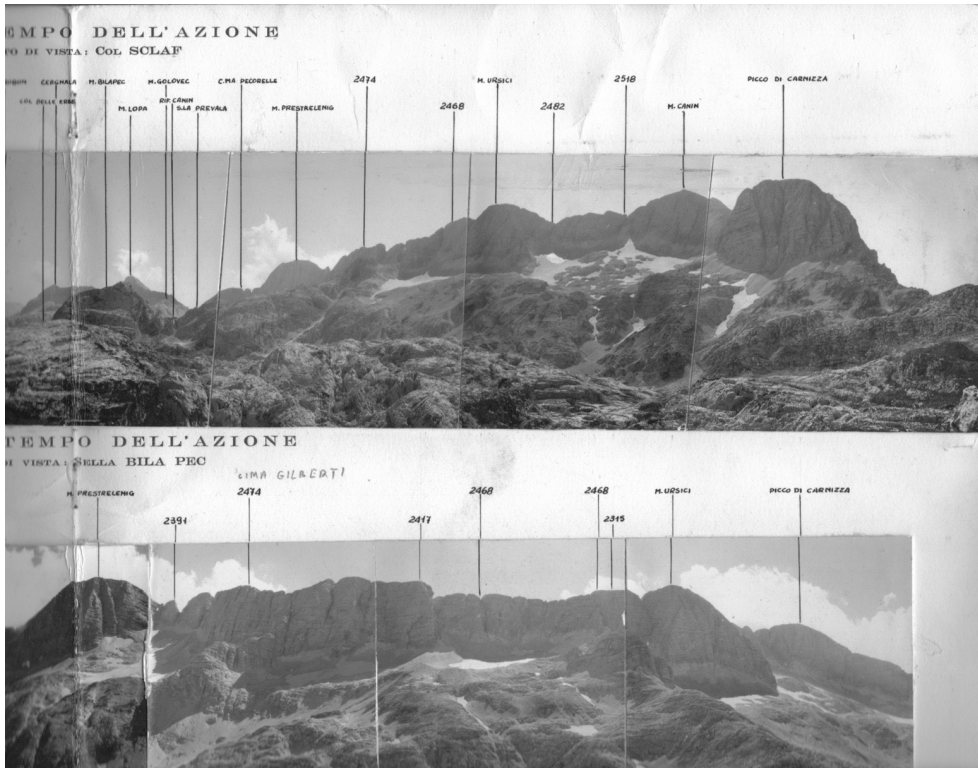
Slika 11: Kaninska ledenika leta 1957 (Di Colbertaldo, 1959) in v 70. letih 20. stoletja (1970+ povečana površina, 1970++ še bolj povečana površina), predstavljen na senčnem reliefu in plastnicah z ekvidistanco 20 metrov iz leta 2011. Debela črna črta predstavlja rob ledenika leta 1908.

Posnetka na sliki 12 prikazujeta Kaninske ledenike v 1970. letih (verjetno leta 1976). Predpostavljamo, da sta bili posneti približno istočasno. Zgornja slika omogoča zajem celotne površine Zahodnega Kaninskega ledenika, spodnja pa dopolnitve Vzhodnega, ki je na zgornji sliki večinoma skrit za grbino. Žal tudi spodnji posnetek ne prikazuje celotnega Vzhodnega Kaninskega ledenika, saj je deloma skrit za delom Srednjega Vršiča. Naleteli smo na isto težavo kot pri posnetku, narejenem pred letom 1934 (slika 8), zaradi česar je bilo treba izvesti aproksimacijo Vzhodnega Kaninskega ledenika; zgornji robovi ledenikov so skriti v senci, zato je njihova interpretacija slabša, a ne tako zahtevna kot pri sliki 8.

Na sliki 11 sta prikazana le osrednja in največja dela ledenikov, posameznih manjših snežišč, ki jih na zgornji sliki 12 vidimo pod Vrhom Krnice/Picco di Carnizza, pa nismo izrisali, saj so večinoma manjša od 0,4 ha. Površina, določena na tej podlagi, je 5,1 ha za Vzhodni in 10,1 ha za Zahodni Kaninski ledenik. Celotno površino Vzhodnega Kaninskega ledenika dobimo z aproksimacijo spodnjega robu ledenika po plastnici. Tako lahko osnovni površini dodamo srednje sivo površino, na sliki 11 označeno z 1970+, ki meri 0,4 ha. Če smo še bolj optimistični in izrišemo spodnji rob po plastnici, do katere sega najnižji spodnji rob ledenika (na zgornji sliki 11 označeni z 1970++), povečamo ledenik še za 0,9 ha. Obe aproksimaciji dodata skupno 1,3 ha površine k Vzhodnemu ledeniku. V preglednici 2 je zapisana površina po prvi aproksimaciji (5,5 ha), na sliki 11 označena z 1970+.

Velikost ledenikov za leti 2000 in 2011 smo določili na podlagi posnetkov cikličnega aerofotografiraja Slovenije (CAS) Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS, 2013). Iz posnetkov CAS so narejene

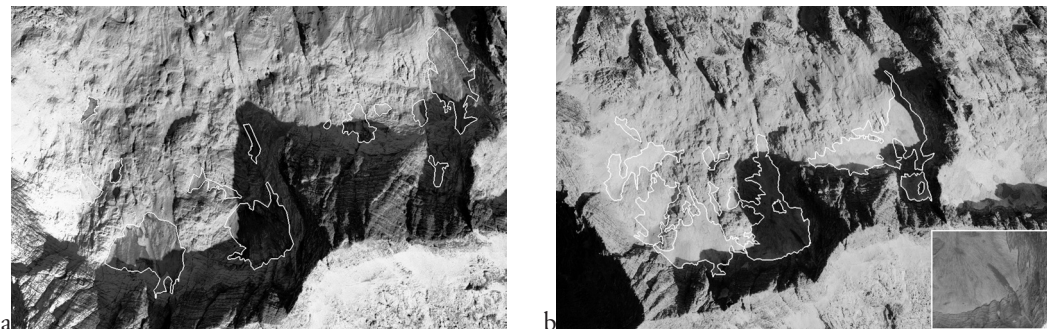
ortofotografije, ki sežejo 250 metrov prek slovenske meje, zato ledenika na njih nista prikazana. Vidna pa sta na originalnih aerofotografijah CAS. Če bi imeli stereopar, bi ledenika lahko izvednotili stereofotogrametrično. Ker Kaninska ledenika na CAS najdemo le občasno, in to večinoma na zadnjem posnetku, stereopara največkrat nimamo. Zato smo tudi te posamične posnetke orientirali z interaktivno metodo orientacije z aerolaserskimi podatki. Tokrat glavne orientacijske točke v prostoru niso bile stenske reliefne oblike, temveč potek vrhov in grebenov (slika 13).



Slika 12: Vzhodni in Zahodni Kaninski ledenik v 1970. letih (foto: arhiv Manlia Roseana).

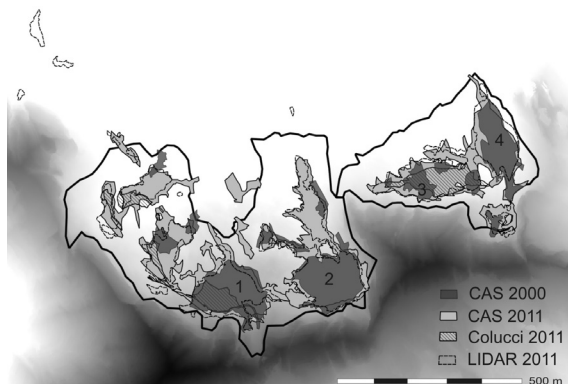
Posnetka CAS ne omogočata najboljše fotointerpretacije. Deli ledenikov, ki so skriti v sencah grebenov, se vidijo, deli na odprtem pa so presvetljeni, zato na njih težko določimo, kaj je sneg in kaj melišče. Tako smo pred uporabo oba posnetka še obdelali in povečali kontrast na slabo vidnih presvetljenih območjih (slika 13). Dodatna težava pri interpretaciji je, da so ostanki Kaninskih ledenikov mnogokrat zasuti z gruščem (izsek na sliki 13b), zaradi česar je težko ločiti med ostanki ledenika in meliščem. To še posebej velja za posnetke CAS 2000, ko so bili ledeniki povsem razkriti. Najbolj problematičen je vzhodni del Vzhodnega Kaninskega ledenika (na sliki 14 označen s številko 4), kjer smo zajeli močno zasuto območje velikosti 1,7 ha. Tu na zgornjem delu še lahko prepoznamo led, spodnje meje pa ne moremo določiti. Pri interpretaciji smo se oprli na poznavanje območja. Nekatera druga območja, na primer del Vzhodnega Kaninskega ledenika, na sliki 14 označen s 3, pa relativno enostavno prepoznamo, ker so večinoma v senci; ta del meri 0,5 ha. Največja dela Vzhodnega Kaninskega ledenika skupaj merita 2,2 ha. Štirje manjši ostanki, pri katerih posamezen del ni večji od 0,2 ha, pa dodajo še 0,5 ha. V preglednici 2 je

navedena skupna velikost Vzhodnega Kaninskega ledenika 2,7 ha. Vzhodni del Zahodnega Kaninskega ledenika (na sliki 14 označen z 2) meri 2,4 ha, njegov največji sosed (na sliki 14 označen z 1) pa 2,5 ha. Če prištejemo še pet manjših delov, kjer posamezen ne meri več kot 0,3 ha, je skupna velikost Zahodnega Kaninskega ledenika 5,9 ha.



Slika 13: Izseka iz posnetkov CAS: a) 18. 8. 2000 in b) 18. 8. 2011. Ostanki ledenikov so občrtani z belo črto. Izsek posnetka iz leta 2011 prikazuje povečavo vzhodnega dela Zahodnega Kaninskega ledenika, kjer se dobro vidi nanos grušč, ki je ostal za podgora 16. in 18. julija 2011.

Posnetek CAS iz leta 2000 prikazuje najmanjši obseg povsem razkritih ledenikov, nasprotno pa posnetek CAS iz leta 2011 (oba sta bila posneta 18. avgusta) prikazuje še popolnoma zasnežen ledenik. Tudi 29. septembra 2011, ko je potekalo aerolasersko snemanje (na sliki 14 označeno z LIDAR 2011), so ledeniki večinoma še pod snegom.



Slika 14: Kaninska ledenika na podlagi CAS: stanje 18. 8. 2000 in 18. 8. 2011. Dodan je obseg, izmerjen na podlagi slike 6 spodaj iz leta 2011. Ledenika sta predstavljena na senčenem reliefu iz leta 2011. Debela črna črta pomeni rob ledenika leta 1908.

Največji del Vzhodnega Kaninskega ledenika, izmerjen na podlagi CAS 2011, meri 5,0 ha (območji 3 in 4 na sliki 14). Slab mesec zatem (slika 6 spodaj) je ta del meril le še 1,2 ha, med aerolaserskim snemanjem konec septembra pa 2,5 ha. Del, označen s 4 na sliki 14, je konec septembra 2011 meril 1,9 ha, tako da sta se dela 3 in 4 skupaj zmanjšala na 4,4 ha. V preglednici 2 so prikazane površine Vzhodnega in Zahodnega Kaninskega ledenika skupaj z zasneženimi deli, izmerjenimi na podlagi CAS in aerolaserskih podatkov. Največji del Zahodnega Kaninskega ledenika (oznaka 2) je sredi avgusta 2011 meril 4,7 ha;

na fotografiji z začetka septembra ni viden, konec septembra pa je meril 3,6 ha. Drug največji del (oznaka 1) je avgusta meril 3,0 ha, v začetku septembra le 0,6 ha, konec septembra pa 2,3 ha. To neobičajno povečanje je povezano s tem, da je del ledenikov na sliki 6 spodaj skrit za reliefom.

Med urejanjem podatkov, pridobljenih iz posnetkov CAS, smo ugotovili, da majhne napake v interaktivni orientaciji lahko hitro pomenijo spremembe v položaju ledenikov za od 20 do 40 metrov, predvsem v smeri vzhod–zahod. Pred prikazom smo te pomike odstranili.

Preglednica 2: Površina Kaninskih ledenikov na podlagi arhivskih nemerskih posnetkov, posnetkov cikličnega aerofotografiraja Slovenije (CAS) in aerolaserskega snemanja (*največji del Zahodnega Kaninskega ledenika).

Leto posnetka	Avtor in vir	Zahodni Kaninski ledenik [ha]	Vzhodni Kaninski ledenik [ha]
30. 7. 1893	Arturo Feruci (Marinelli, 1910)	28	13
1908 (načrt)	Olinto Marinelli (Marinelli, 1909)	30,1	12,9
pred 1934	Wilhelm Dronowicz (Kugy, 1934)	23,6	12,1
10. 9. 1957	Dino Di Colbertaldo (Di Colbertaldo, 1959)	7,6 (*5,0)	
v 1970. letih	Manlio Roseano	10,1	5,5
18. 8. 2000	CAS	5,9 (*2,4)	2,7
18. 8. 2011	CAS	14,6 (*4,7)	6,4
8. 9. 2011	Renato R. Colucci	1,3 (*)	1,2
29. 9. 2011	aerolasersko snemanje 2011	8,8 (*3,6)	4,7

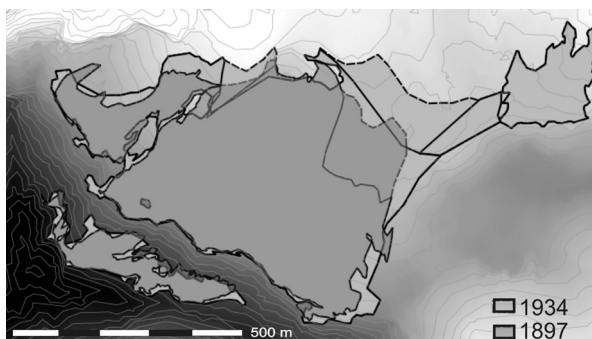
5.2 Triglavski ledenik med letoma 1897 in 1976



Slika 15: Triglavski ledenik: a) na razglednici iz leta 1897 domnevno posneti prej (fotograf: Alois Beer), b) pred letom 1934 (fotograf: Janko Skerlep (Kugy, 1934)).

Isto metodo obdelave posnetkov smo uporabili za Triglavski ledenik. Primerjava med Kaninskimi in Triglavskim ledenikom je smiselna, ker so uporabljeni posnetki iz približno istih obdobj. Najstarejša izmera temelji na barvni razglednici iz leta 1897 (slika 15a), ki smo jo poobjavili že v Triglav Čekada in Gabrovec (2008, 509). Triglavski ledenik je bil posnet približno iz smeri Begunjskega vrha. Žal je njegov spodnji del pod Glavo skrit za grbinami v ospredju slike, zato celotne površine ne moremo neposredno izmeriti. Lahko pa, podobno kot pri Kaninskih ledenikih, njegovo površino povečamo po plastnici spodnjega roba, vidnega v spodnjem desnem delu posnetka (slika 16). Brez povečanja je velikost osrednjega dela ledenika 19,5 ha, zgornje snežišče pod vrhom Triglava, ki ga ne štejemo več k ledeniku, meri 2,7

ha. Če pa ledenik povečamo po plastnici, je skupna površina osrednjega dela 22,0 ha (preglednica 3), vendar domnevamo, da del ledenika leži pod razširjeno spodnjo mejo. Ledenik je bil leta 1897 tudi veliko debelejši, saj je segal skoraj do vrha Glave. Zahodni Kaninski ledenik je le pet let pred tem meril 28 ha, zato lahko rečemo, da sta bila takrat podobno velika.

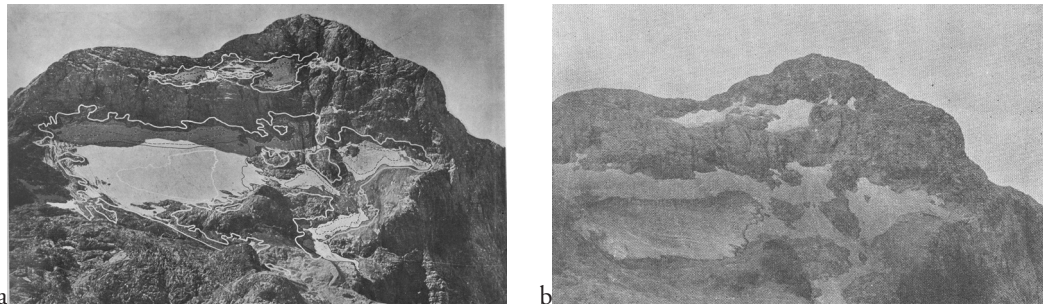


Slika 16: Triglavski ledenik leta 1897 (temno siva) in pred letom 1934 (svetlo siva). Črtkani robovi prikazujejo aproksimirano površino. Ledenik je predstavljen na senčenem reliefu in plastnicah z ekvidistanco 20 metrov iz aerolaserskih podatkov leta 2012.

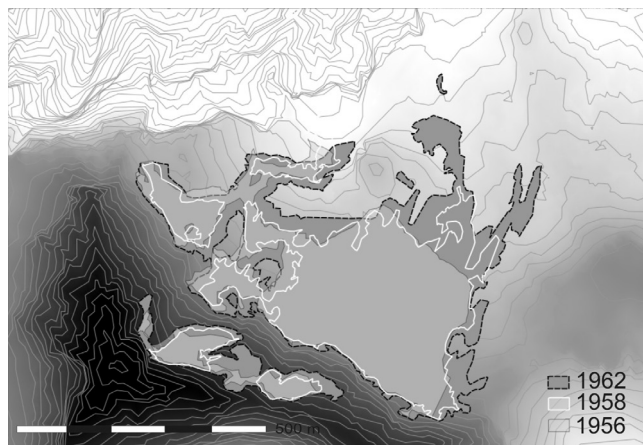
Posnetka Kaninskih ledenikov (slika 8) in Triglavskega ledenika (slika 15b) sta nastala konec 20. oziroma v začetku 30. let 20. stoletja. Triglavski ledenik je bil posnet iz bližine današnje Staničeve koče. Njegova okolica je še zelo zasnežena, zato lahko sklepamo, da ni bil posnet čisto ob koncu talilne sezone kot Kaninska ledenika, objavljena v isti knjigi (Kugy, 1934). Vendar pa je osrednji del okoli Glave že razkrit, saj se na njem lepo vidijo tudi prečne ledeniške razpoke. Iz tega lahko domnevamo, da je fotografija nastala nekje v prvi polovici avgusta. Osrednji del ledenika, izmerjen na podlagi slike 15b, je velik 23,8 ha, zgornje snežišče pod vrhom Triglava pa 2,7 ha. Največje snežišče v levem delu slike 15b, ki ga pa verjetno ne moremo več šteti k ledeniku, meri 2,6 ha. To snežišče je obstajalo tudi leta 1897, saj je delno vidno na sliki 15a. Kot pri posnetku iz leta 1897 nam spodnji del ledenika pod Glavo zakrivajo grbine v ospredju posnetka, zato smo tudi pri tem posnetku ledenik približno povečali po plastnicah spodnjega robu. O obsegu ledenika pod Glavo in njegovi umestitvi v prostor lahko deloma sklepamo tudi na podlagi slike 4b (Kugy, 1969). Osrednji del ledenika se ob upoštevanju teh dejstev poveča na 27,6 ha (preglednica 3), kar pomeni, da bi bil večji od Zahodnega Kaninskega ledenika.

Obseg Triglavskega ledenika je bil v 1950. letih med najmanjšimi leta 1954; zmanjšanje je najbolj vidno desno od Glave (črtkano na sliki 17a; Šifrer, 1963). Žal glavni del ledenika iz 1954. na tej sliki ni označen v celoti. Da bi imeli najbližjo primerjavo s stanjem Zahodnega Kaninskega ledenika leta 1957, smo obdelali še sliko 17b (Šifrer, 1963), ki prikazuje Triglavski ledenik konec septembra 1956. Obe fotografiji (slika 17) sta bili posneti z Begunjskega vrha. Pri interaktivni orientaciji posnetka iz leta 1956 nismo upoštevali distorzij, pri posnetku iz leta 1958 pa smo bili v to primorani, če smo hoteli pravilno poravnati vsebino na levem robu slike. Kljub skalam, ki na desnem delu ledenika gledajo iz njega, lahko leta 1956 ledenik še vedno obravnavamo kot enovit, s skupno površino 14,4 ha (slika 17b). Osrednji del snežišča pod vrhom Triglava meri 1,3 ha, majhen del na njegovi desni strani pa je velik le 0,06 ha (preglednica 3). Snežišče pod vrhom Triglava obravnavamo ločeno od ledenika.

Konec septembra 1958 je bil ledenik najmanjši. Ločimo njegov osrednji del, ki meri 12,0 ha, in ostanke desno od Glave, od katerih največji meri 1,1 ha, spodnji pa 0,6 ha. Ko vse tri dele seštejemo, dobimo skupno površino ledenika 13,7 ha (preglednica 3). Tudi snežišče pod vrhom Triglava je ločeno na dva večja ostanka, ki merita po 0,8 in 0,5 ha. Kot zanimivost omenimo še snežišče na levi strani fotografije, ki smo ga izmerili na posnetku pred letom 1934 (slika 15b) in je še vedno vidno tudi na posnetku iz leta 1958 (slika 17a). Sklepamo lahko, da je obseg Kaninskih ledenikov leta 1957 in Triglavskega ledenika leta 1958 najmanjši v tem desetletju. Konec septembra 1962 (sliki 17a, 18) so deli Triglavskega ledenika desno od Glave spet povezani v enovit ledenik, ki meri 21,5 ha. Snežišče pod vrhom Triglava meri 2,7 ha.



Slika 17: Levo Triglavski ledenik leta 1958 z dodanimi belimi črtami, ki označujejo stanje leta 1962, in črtkanimi črtami, ki prikazujejo stanje leta 1954. Desno Triglavski ledenik leta 1956 (Šifrer, 1963).



Slika 18: Triglavski ledenik leta 1956, 1958, 1962. Predstavljen je na senčenem reliefu in plastinah z ekvidistanco 20 metrov, izdelanih iz aerolaserskih podatkov 2012.

Za 1970. leta so v preglednici 3 podane vrednosti, izmerjene na podlagi arhivskih panoramskih posnetkov fotoaparata Horizont, pridobljenih z isto metodo (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013). V tem obdobju je bil Triglavski ledenik prekrit z debelo snežno odejo. Omeniti velja, da na Horizontovih posnetkih vidimo tudi snežišče pod vrhom Triglava, a ga nismo merili. Tudi Zahodni Kaninski ledenik (preglednica 2) se je v tem obdobju povečal glede na obseg, izmerjen v 1950. letih. Zahodni Kaninski ledenik je sredi 1970. let meril 10,5 ha, Triglavski ledenik pa leta 1976 18,0 ha.

Preglednica 3: Površina Triglavskega ledenika na podlagi arhivskih posnetkov v obdobju 1897–2000 in aerolaserskega snemanja leta 2012 (*ledenik, pokrit s snegom, **osrednji del ledenika, ***natančnejša preučitev je pokazala, da je bil ledenik ob koncu talilne sezone leta 2012 velik le še 0,6 ha).

Leto posnetka	Avtor in vir	Triglavski ledenik površina [ha]	Snežišče pod vrhom Triglava [ha]
1897	A. Beer (Il Turista)	22,0	2,7
pred 1934	Janko Skerlep (Kugy, 1934)	27,6	2,7
23. 9. 1956	Milan Šifrer (Šifrer, 1963, 185)	14,4	1,3
28.–30. 9. 1958	Milan Šifrer (Šifrer, 1963, 201)	13,7	1,3
16. 9. 1962	Milan Šifrer (Šifrer, 1963, 201)	21,5	2,7
13. 8. 1976	Horizont (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013)	18,0	
26. 8. 1977	Horizont (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013)	22,3	
15.8. 1979	Horizont (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013)	24,1	
12. 9. 2000	Horizont (Triglav Čekada in Gabrovec, 2013)	1,1	
13.–14. 9. 2011	terenska izmera	2,4*	
18. 9. 2012	aerolasersko snemanje 2012	1,0 (0,8**) [0,6***]	

6 SKLEP

V članku je prikazana uporaba arhivskih posnetkov za ugotavljanje sprememb velikosti ledenikov. Obdelani so bili nemerski posnetki Vzhodnega in Zahodnega Kaninskega ledenika ter Triglavskega ledenika, začenši z letom 1893. Obdelani so bili na podlagi interaktivne metode orientacije, pri kateri uporabimo natančen digitalni model reliefa za iskanje najboljšega ujemanja med njim in posnetkom. Zaradi vsebine na robovih posnetkov, kjer so napake lahko največje, smo morali večkrat odstraniti radialno distorzijo. Ker večinoma ne vemo, ali uporabljeni posnetki prikazujejo celotno fotografijo ali le njen del, radialno distorzijo upoštevamo pri projekciji digitalnega modela reliefa in ne pri samem posnetku. Tak način nam omogoča orientacijo in izmero obodov ledenikov v globalnem koordinatnem sistemu, ter posledično primerjavo njihove površine v časovnem razponu, daljšem od sto let.

Rezultati kažejo, da so se Kaninska ledenika in Triglavski ledenik v obravnavanih letih »obnašali« podobno, bili so tudi podobno veliki. Konec 19. stoletja je Zahodni Kaninski ledenik meril 28 ha, Vzhodni Kaninski ledenik 13 ha in Triglavski ledenik 22 ha. Sredi 20. stoletja so ledeniki že razpadli na več delov. Zahodni Kaninski ledenik je leta 1957 meril 7,6 ha, Triglavski pa leta 1958 13,7 ha. Sledilo je obdobje rasti. Zahodni Kaninski ledenik je v 1970. letih meril 10,1 ha, Triglavski ledenik pa leta 1976 18,0 ha. V 1980. letih se začne pospešeno zmanjševanje. Leta 2000 je vzhodni (največji) del Zahodnega Kaninskega ledenika meril 5,0 ha, Triglavski ledenik pa 1,1 ha. Konec zadnjega desetletja je sledilo nekaj s snegom obilnejših zim, ki so ledenike zaščitile. Zato je aerolasersko snemanje Kaninskih ledenikov leta 2011 pokazalo večji obseg kot desetletje pred tem.

Aerolasersko skeniranje Triglavskega ledenika leta 2012 je sledilo manj snežni zimi, zato je bil posnet njegov najmanjši obseg; osrednji del je meril 0,8 ha. Vrednosti ustrezajo globalnemu trendu zmanjševanja ledenikov (Triglav Čekada in sod., 2012).

Raziskava je pokazala, da je starejša gorniška literatura, v našem primeru knjige Juliusa Kugyja (1858–1944), pomemben vir podatkov o stanju ledenikov v preteklosti. V veliko pomoč so nam tudi starejše izmere, v našem primeru Marinellijev načrt Kaninskih ledenikov iz leta 1908, izdelan na podlagi terestrične fotogrametrije. Bil je pomembna referenca pri opredelitvi na posnetkih zakritih delov Kaninskih ledenikov. V članku se osredotočamo predvsem na izmero površine ledenikov, nadaljnja obdelava istih posnetkov pa nam lahko omogoči tudi ugotavljanje sprememb v njihovi debelini.

7 ZAHVALA

Delo je bilo delno financirano v okviru podoktorskega projekta Z2-4182 (B), raziskovalnega programa P6-0101 Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in projekta MONICA (FRA-2012 grant) ter Meteorološkega združenja Furlanije-Julijske krajine. Zahvalili bi se še Robertu Kostki in Viktorju Kaufmannu za pomoč pri prepoznavanju fotogrametričnega instrumenta Olinota Marinellija iz leta 1908.

Literatura in viri

Glej literaturo na strani 294.

Triglav Čekada M., Zorn M., Colucci R. R. (2014). Površina kaninskih in triglavskega ledenika od leta 1893, določena na podlagi arhivskih posnetkov ter aerolaserskih podatkov. Changes in the area of the Canin (Italy) and Triglav glaciers (Slovenia) since 1893 based on archive images and aerial laser scanning. *Geodetski vestnik*, 58 (2): 274–313.

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

Mihaela Triglav Čekada, Ph. D. in Geodesy, B. Sc. in Geodesy
Geodetic Institute of Slovenia
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: mihaela.triglav@gis.si

doc. dr. Matija Zorn, univ. dipl. geog. in prof. zгод.
Geografski inštitut Antona Melika, Znanstvenoraziskovalni center
Slovenske akademije znanosti in umetnosti
Gospodarska ulica 13, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: matija.zorn@zrc-sazu.si

Matija Zorn, Ph. D. in Geography, B. Sc. in Geography and History, Assist. Prof.
Anton Melik Geographical Institute, Scientific Research Centre of
the Slovenian Academy of Sciences and Arts
Gospodarska ulica 13, SI-1000 Ljubljana, Slovenia
e-mail: matija.zorn@zrc-sazu.si

dr. Renato R. Colucci, mag. geol.
Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente
Consiglio nazionale delle ricerche (CNC)
Istituto di Scienze Marine (ISMAR)
Viale R. Gessi 2, IT-34123 Trst, Italija
e-naslov: r.colucci@ts.ismar.cnr.it

Renato R. Colucci, Ph. D. in Environmental Sciences, M. Sc. in Geological Sciences
Department of Earth System Science and Environmental Technologies
National Research Council (CNR)
c/o Marine Science Institute
Viale R. Gessi 2, IT-34123 Trieste, Italy
e-mail: r.colucci@ts.ismar.cnr.it

SODOBNE METODE PROSTORSKEGA PRIDOBIVANJA PODATKOV – POT K VZPOSTAVITVI E-UPRAVE

CONTEMPORARY METHODS OF SPATIAL DATA ACQUISITION – THE ROAD TO “E-GOVERNMENT”

Miroslav Kuburić, Miloš Kopic, Bojan Matic

UDK: 004.5:711.122(497.11)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.02

Prispelo: 20.10.2013

Sprejeto: 5.3.2014

REVIEW ARTICLE

Received: 20.10.2013

Accepted: 5.3.2014

IZVLEČEK

Sodobno upravljanje prostora zahteva učinkovito, zanesljivo in kakovostno pridobivanje prostorskih podatkov. Napredna geodetska oprema zagotavlja prožnejše in učinkovitejše postopke zbiranja podatkov, ki končnemu uporabniku ponujajo večje možnosti za kakovostno poslovno odločanje. Takšni podatki so tudi podlaga za izvedbo GIS-sistema, katerega uporaba v poslovnih sistemih lokalne samouprave je temelj za vzpostavitev e-uprave. V članku so predstavljeni rezultati in primerjalne prednosti zbiranja podatkov s sistemom za mobilno kartiranje (MMS). Predstavljeno je tudi izvajanje zamisli glede učinkovitega upravljanja prostora v direktoratu za gradbeništvo občine Bačka Palanka v Srbiji.

ABSTRACT

The modern approach to area management in recent times implies an efficient, reliable and qualitative acquisition of spatial data. Modern surveying equipment provides more flexible and effective procedures for data collection that provide increasing opportunities for qualitative decision-making of end users. Simultaneously, these data represent the spatial basis for the implementation of GIS systems, whose successful utilisation in business systems within local government paves the way for the establishment of “e-government”. This paper presents the results of the comparative advantages of data acquisition using the mobile mapping system (MMS) and the method for realization of the idea of effective area management, based on the example of the Directorate for Construction of the Municipality of Bačka Palanka, Serbia.

KLJUČNE BESEDE

sistem za mobilno kartiranje (MMS), e-uprava, upravljanje prostora

KEY WORDS

mobile mapping system (MMS), e-government, land management

1 INTRODUCTION

Information in IT society as it stands at present no longer represents merely statistics that generates a reaction that is optimally adjusted to the emerging situation. In contemporary times information represents a resource and a comparative advantage over the competition which results in a better competitive position, fast and timely decision-making, which today, as never before, is unmistakably in correlation with the success or proficiency in the business world. Like no other known strategically important matter, information has one component that transforms it from being valuable to becoming completely irrelevant: time. In the function of time, which can sometimes be differentially minimal, information can change the reality and in the business world this time factor can make the difference between a winner and a total loser. Furthermore, information has no value unless there is an appropriate infrastructure that can accept it, process it and react to it.

As such, information, information infrastructure and users comprise an unbreakable chain in decision making that is a prerequisite for business success. If any of these components is not at an adequate level it can represent a weak link that completely nullifies the quality of other factors. In other words, no successful business decisions can be made in an inconsistent decision-making chain. Spatially-orientated business activities, as an important component in the business system management, have a set of spatial information for geo-referencing all relevant information that significantly influences the decision-making process. Likewise, spatial information serves as a foundation for generating decisions on the basis of spatial attributes or relations among the components of a business system. Beginning with a completely practical view of the problem of managing a group of physical structures (e.g. infrastructure facilities), the process can be viewed through four basic questions: (1) What do we have (the structures we manage)? (2) What do we want? (3) What do we do? (4) Which activities are included (what has been done, what is in progress and what is to be done)? In order to answer these questions, we require relevant, qualitative and up-to-date data.

In this paper special attention is paid to the structure, acquisition and significance of spatial data, as a prerequisite for the efficient work of local government, with special emphasis on contemporary methods of acquiring spatial data as a support for successful area management and the foundation for establishing “e-government”.

2 PROBLEM DEFINITION

Public enterprises – Directorates for Construction, as well as all similar business systems within local governments in Serbia, conceive their main business activities using spatial data to a significant extent. As a rule, in every phase they conduct analysis, analytics, planning, design, realization and exploitation, as required activities on the part of the Directorate that are spatially determined. The quality of spatial data directly influences the quality, i.e. efficiency, of area management, as well as the organizing of the life and work of local government. The most common problems related to spatial data relate to:

- institutional distribution (data is stored in several different locations: municipal cadastre agencies' premises, local government bodies, republic and provincial institutions),
- inconsistency of data formats,
- quality (accuracy and reliability),
- availability.

All of these inconsistencies, as well as problems occurring as a result of the inefficient work of system institutions, provide the following characteristics for the working environment:

- lack of planning documentation,
- outdated cadastre substrate forms,
- unresolved property ownership issues and legal problems related to public land,
- inefficient decision making systems based on incomplete and unreliable data,
- inefficient responses to potential investor initiatives,
- inadequate IT support, outdated communication infrastructure,
- poor quality strategic documents for the development of local government from the aspect of development strategies, planning, objectives and the creation of an environment for doing business as a foundation for the overall development of the city,
- unplanned investment in infrastructure, particularly in roads, without orderly priority lists for interventions (regular maintenance, increased maintenance, rehabilitation, repair, reconstruction).

A lack of spatial data or their poor quality has generated a set of problems that directly lead to a dysfunctional system, i.e. inadequate area management. In order to overcome this problem, it is necessary to have a systemic approach for acquiring spatial data and ensuring their mutual interaction.

3 OVERVIEW OF CONTEMPORARY SYSTEMS FOR THE ACQUISITION OF SPATIAL DATA

3.1 State of the art

The purpose and methods of utilising spatial data most commonly have a significant impact on the optimization of selecting geodetic methods, instruments and tools, but also the level of accuracy and reliability of spatial data. This selection has a direct impact on the dynamics and costs of geodetic works. Developmental technological path from classical optical and mechanical theodolite, via electronic distomats and total stations, all the way to the contemporary electronic total stations, digital levelling tools and global positioning systems has also had a significant influence on the possibility to establish contemporary methodologies in road infrastructure management. This possibility is primarily observed in a significantly shorter time period and lower cost of spatial data acquisition, but also in a greater reliability. A list of some of the systems available in North America is provided in Table 1 (sources are from the literature and the website information of companies) (Tao, 1998).

With the advent of the Global Positioning Systems, as well as video imaging technologies, cumbersome photo-logging systems were replaced by GPS-based video-logging systems. It has been demonstrated by many projects that the GPS-based video-logging systems offer a fast and low-cost approach to highway inventory (Lapucha, 1990; Schwarz et al., 1990). The evolution of mobile mapping systems from video-logging systems was mainly contributed by the efforts of two research groups in North America, The Center for Mapping at The Ohio State University, U.S.A. and the Department of Geomatics Engineering at The University of Calgary, Canada (Bossler et al., 1991; Schwarz et al., 1993). Compared to video-logging systems, mobile mapping systems are able to offer full 3-D mapping capabilities that are realized by using the advanced multi-sensor integrated data acquisition and processing technology (El-Sheimy and Schwarz, 1995; Li, 1997; Novak, 1995; Tao, 1997).

Table 1: Some of video-logging and mobile mapping systems in North America (Tao, 1998)

System	Developer	Positioning Sensors	Mapping Sensors	Website References
ARAN (Automatic Road Analyzer)	Roadware Corp., ON, Canada	Accelerometers/IMU (Inertial Measurement Unit)/ GPS (Global Positioning Systems)	1 VHS (Video Home System), 2 or more CCD (Charge Coupled Device), Laser	www.roadware.com
GeoVAN	GeoSpan Corp	GPS/DR (Dead Reckoning)	8 CCD, voice recorder	www.geospan.com
GI-Eye	NAVSYS Corp., CO, USA	GPS/IMU	1 CCD	www.navsys.com
GPSVan	The Ohio State University, Columbus, OH, USA	GPS/Gyro/wheel counter	2 CCD, voice recorder	N/A
GPSVision	Lambda Tech Int'l Inc., WI, USA	GPS, INS (Inertial Navigation System)	2 colour CCD	www.lambdatech.com
ON-SIGHT	TransMap Corp., OH, USA	GPS, INS	4 colour CCD	www.transmap.com
Roadview	Mandli Communications, Inc, WI, USA	GPS/IMU/Inclination Odometer/Barometer	Progressive Scan CCD	www.mandli.com
Road Radar	Road Radar Ltd., Canada	GPS	Ground Penetrating Radar, 1 Video	www.rrl.com
TruckMAP	John E. Chance and Associate, Inc., LA, USA	Multi-antenna GPS/gyro	Laser range finder, 1 Video	www.jchance.com
VISAT (Video images, an INS system and the GPS Satellite system)	The Univ. of Calgary and Geofit Inc., Canada	GPS/INS/Anti-Brake System	8 B/W CCD, 1 colour SVHS (Super Video Home System)	www.visat.com
TOPCON	TOPCON, USA	40 satellites, all-in-view, L1 GPS, L1/L2 GPS, L1/L2 GLONASS (Global Navigation Satellite System), L1/L2 GPS + L1/L2 GLONASS, WAAS (Wide Area Application Services), MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System), EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)	CCD, Video	http://www.topconpositioning.com

RECEZIRANI CLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

SI | EN

The increasingly intensive development of digital sensors and their qualitative and quantitative efficiency in the collection of spatial data and their processing is a precondition for creating high-quality, reliable, efficient and integrated systems for collecting spatial data. Such systems nowadays provide a large amount of data of high accuracy and reliability in a short time, further emphasising the analysis and interpretation of the data and not the primary acquisition. The following table shows some of the most advanced systems for the collection of spatial data from the area of Europe (Table 2).

Table 2: Some of the most advanced Europe's mobile mapping systems

System	Developer	Positioning Sensors	Mapping Sensors	Website References
IPM	The Fraunhofer Institute	GNSS (Global Navigation Satellite System), inertial measurement system	Laser	http://www.ipm.fraunhofer.de/
Trimble UX5	Trimble	GNSS	Digital camera inclination sensors	http://uas.trimble.com/ux5
Riegl VZ-400	Riegl	GNSS	SyncTimer; laser plummet, compass (optioinal)	www.riegl.com
Aibot x6	Aibotix/Leica Geosystem	GNSS	Digital camera	www.aibotix.com

The large autonomy of a system for mobile mapping, efficiency, low costs of mobilisation of such system, a large amount of reliable spatial data, intensive development of software tools for processing and presenting these data are just some of the features of these integrated systems that have ranked them among the most popular systems for the mass collection of spatial data. Merging data gained through laser scanning of geo-referenced digital images creates a very high quality, reliable and convenient spatial basis for primary collection of spatial data, but also for various types of analysis and decision-making based on the reliable spatial information. At present such systems are used on a daily basis to evidence and control the quality of transport infrastructure and mapping structures along roadways, but also for the establishment of the cadastre of traffic signs, public lighting, bridges, fences, walls, protection against noise pollution, 3D models of objects and collecting numerous other data in the function of safety consideration.

Recent years have witnessed the growth of demand for road monitoring systems based on image or video analysis. These systems usually consist of a survey vehicle equipped with photo and video cameras, laser scanners and other instruments. Sensors mounted on a van collect different types of data while the vehicle moves along the road. Recorded video can be geographically referenced with the help of global positioning systems (Barinova et al. 2009). Barinova et al. (2009) presented a tool for efficient interactive mapping of road defects and lane marking on rectified images of road pavement surfaces. A group of authors from Japan presented an automatic road mapping technology by fusing vehicle-based navigation data, stereo images and laser scanning data for collecting, detecting, recognizing and positioning road objects, such as road boundaries, traffic markers, road signs, traffic signals, road guide fences, electric power pylons and many other applications important to people's safety and welfare (Shi et al., 2008).

The other intelligent techniques for improving object space accuracy were to use more intelligent data processing of multiple navigation sensors like GPS and IMU. These works can be found in Geomobil

(Talaya et al., 2004) and *StreetMapper* (Hunter et al., 2006). The Geomobil system uses a POS/LV (Position and Orientation System for Land-based Vehicle applications) navigation sensor and its corresponding software - Pospac. *StreetMapper* uses Riegl 2D laser scanners integrated with an IGI (Ingenieur Gesellschaft für Interfaces) TERRAControl GPS/INS system. This system has been used on a number of projects, including highway asset measurements, indivisible abnormal load route planning and 3D city modeling. *StreetMapper* provides detailed data on the facades of buildings and high resolution measurements of power cables beside streets. The accuracy trials under normal conditions resulted in an RMS (Road Mobile System) error between *StreetMapper* data and ground control points better than 30mm (Hunter et al., 2006).

Mobile Mapping System (MMS) is the latest technological product for mass spatial data acquisition with motion-imagery sensors. The system can be mounted on any moving vehicle on road, rail or water. The system provides geo-referential spatial high-resolution images, i.e. 3D point clouds. Apart from great autonomy and efficiency, this system is characterised by the great accuracy of its collected spatial data, as well as their homogeneity. Even though it can be used in almost all conditions, its higher efficiency and comparative advantage in relation to all other systems is achieved in densely built-up areas, tunnels, bridges and urban roads with high traffic loads. The system is modular in design and its standard structure usually contains the following components: system core – it presents a sophisticated solution for a control unit, GNSS receiver, IMU and external odometers installed on a vehicle’s wheels and serving to determine the position of MMS and collected data from sensors, laser scanners, cameras, thermal sensors, radars and three 2D scanners. Depending on the project task and monitoring conditions, as well as the natural surroundings, this system can utilise some of its components or can record with a discrete selection and a combination of components. The product of the corporation TOPCON, model IP-S2, which was used for data acquisition for the project described in this paper, consists of the following:

- GNSS receiver (L1/L2 GPS + GLONAS) – for MMS positioning;
- IMU (gyro degree 1°/h) – system for MMS orientation;
- 2 odometers – for measuring speed and length;
- 3 laser scanners (40 000 point/sec) – for forming a 3D model in a radius of 30m;
- Spherical camera (15 img/sec) – for collecting high resolution panoramic images (5400x2700).

In general, two primary types of sensors involved: positioning sensors and mapping sensors.

Positioning sensors are (Tao, 1998):

- a) environment-dependent external positioning sensors: GPS, radio navigation systems, Loran-C and cellular positioning devices etc.
- b) self-contained inertial positioning sensors: INS or IMU, dead-reckoning systems, gyroscopes, accelerators, compasses, odometers and barometers etc.

Mapping sensors are (Tao, 1998):

- a) passive imaging sensors: video or digital cameras, multi-spectrum or hyper-spectrum scanners etc.
- b) active imaging sensors: Laser range finders or scanners and a synthetic aperture radar (SAR) etc.

Until recently, spatial data for urban areas were collected by using terrain geodetic methods and aero-photogrammetry, i.e. remote detection. In relation to the aforementioned methods, the greatest advantage

of MMS is in time and cost reduction for data acquisition with good data quality. The power of MMS lies in the possibility of direct geo-referencing with system sensors. Once geo-referenced, system sensors provide positioning of all other points gathered during the process, without the necessity of indirectly geo-referencing in order to provide additional measuring or orientation of certain points. MMS achieves accuracy from 3 to 30cm when integrating GPS/IMU systems, sequential stereo images and point clouds obtained with a 3D laser scanner.

Another advantage of MMS is a flexible mode of linking MMS products to other spatial databases. The extraction i.e. vector spatial data with geo-referenced video material provides the user ability to select time moment and structures data. The user can present them on the vector substrate at any given moment. A great choice of standard formats for data exchange also places this system into the flexible spatial environment suitable for integration with spatial data with a diverse level of detail, as well as diverse format and structure of the presented content.

4 POSSIBILITY OF APPLYING MMS IN GIS AS A PREREQUISITE FOR “E-GOVERNMENT”

There are a lot of projects that have implemented GIS logic and technology. This often causes a slow implementation of Geographic Information Systems because of investors’s need to put all informations systems that have any relation with spatial data into a GIS. So, there is a need for bridging this gap between the complete lack of a systematic approach in spatial data management and the demand for the integral and functional management based on all available spatial information in just one generation.

The example of the public land management scheme using the information system is presented in Fig. 1 (Černe et al., 2010).

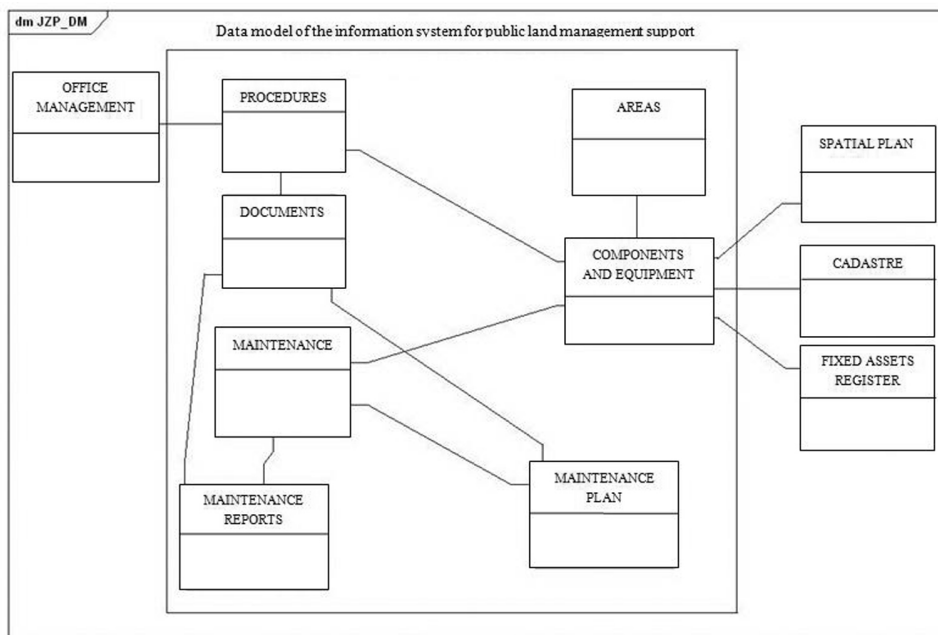


Figure 1: Illustration scheme of the data model of the information system for public land management support (Černe et al., 2010).

As a rule, the informatics component (hardware) does not present system limitations nowadays. Moreover, the implementation of some commercially available GIS applications usually satisfies the most demanding users. At the same time, generating, designing, processing, usage, presentation and distribution of spatial data presents the GIS component that most commonly influences success of the system usage. Remote detection, aero-photogrammetry, altimetry, permanent monitoring systems, laser scanners and, in recent times, MMS with software tools for automatic data processing and analysis can respond to the requirements of the most demanding users, who require spatial information almost in real time. Using MMS the collected spatial data can be used for:

- mapping street infrastructure elements and vegetation (horizontal and vertical signalisation, curbs, posts, lamps, ground infrastructure, aerial masts, trees), Fig. 2;
- providing catalogues of damaged pavements;
- data acquisition on structure facades;
- visualisation of planning documentation;
- providing an economic base to elaborate SWOT analyses;
- data acquisition for completing spatial databases;
- integrating the existing spatial bases with MMS images and comparing old and new conditions;
- collecting integral spatial information on the travelling band zone;
- mapping waterways;
- mapping railroads;
- tourism – unique city or state presentations;
- information on real estate;
- GIS elaboration.



Figure 2: Possibility to insert additional content (aerial masts, trees etc.).

MMS provides a multidimensional possibility of using its products for the elaboration or usage of GIS environments. Namely, MMS products can be used as a spatial component of the system, which is in that case used as a spatial landform to geo-reference all other elements and entities of the relational database. On the other hand, these products can be a medium for data extraction and transfer to other formats suitable for further usage within the existing systems, as well as a foundation for the visualisation, i.e. interpretation, of results on examining certain data in the database.

5 CASE STUDY – DATA CENTRE AS A STEP TOWARDS “E-GOVERNMENT” OF THE LOCAL MUNICIPALITY OF BAČKA PALANKA

Within the realisation of the business strategy and with the objective of increasing operational efficiency and functionality for the Directorate of Construction in Bačka Palanka has begun the realisation of the idea to create a data centre of the local government as a first step towards the goal of introducing “e-governments”. The data centre is designed as a modular GIS system to provide the possibility of integrating more independent business systems into a unique institutional framework. In this sense, the planning and realisation of all system components began systematically, with special attention to the dynamic realisation plan of individual phases.

For the purpose of elaborating and project documentation, apart from classic geodetic measurements, photogrammetric aerial monitoring was performed and high resolution digital orthographic photo landform has been established. Furthermore, integration of all mentioned data with data from the Agency for Cadastre of Real Estate (scanning of geo-referential cadastre plans, data from the Digital Cadastre Plan, known data from the Cadastre register on installations and wiring) was carried out, as well as integration with the data and operational documentation of the Directorate (planning documentation, project documentation). As a step forward in the overall survey of the town area, mapping was performed with the most contemporary technology for spatial data acquisition in motion – Mobile Mapping System. All listed spatial data was integrated into a GIS environment serving as a spatial system component for both the data acquisition process and the visualisation, in order to objectively manage the demands of the local government. Specialised GIS for traffic signalisation was completed as phase one.

5.1 Hardware and software

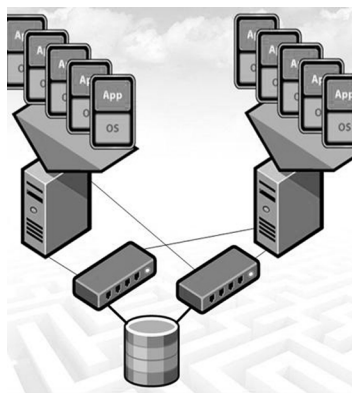


Figure 3: Data Centre in Bačka Palanka (phase one).

The project that is realised with help of hardware architecture system of Public Agency for Development of Bačka Palanka is based on cloud computing platform (Fig. 3). The central server, domain accessibility, high velocity database flow, accessibility to distant locations and adequate capacity for data storage are only some of the properties that generated the necessary conditions for efficient usage of the designed system.

Apart from the system and server software, software support in the project's realisation was provided with the use of several tools for preparing spatial data and creating a specialised GIS for traffic signalisation. Data extraction from MMS products was performed using Spatial Factory software. *Spatial Factory*® is an application that enables the manipulation of point clouds obtained by laser scanning in motion. The advantage is observed in the possibility to present the integrated imagery material from digital cameras and laser scanners, simplifying the process of measuring and mapping detailed points (Fig. 4). The programme provides the possibility to map dots, lines and polygons. It is additional possible to form a spatial database or load the existing databases in order to survey, update or analyse data.

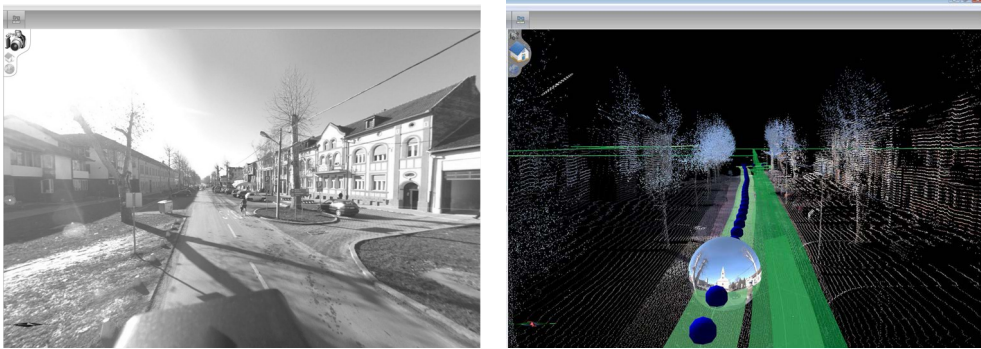


Figure 4: Spatial Factory® - digital image and trajectory from point clouds.

The existing spatial data from the operational documentation of the Bačka Palanka Directorate for Construction and the products of MMS have been integrated with PanoramaGIS software. *PanoramaGIS*® is an application that enables integration of diverse digital imagery (aerial image substrate forms, oblique images (PixoView), cadastre and topographic plans (Fig. 5), national maps and special purpose plans), the survey of video materials and the mapping of set points based on terrain photogrammetry (forward intersecting). Every mapped point can optionally acquire a determined set of attributes. An additional possibility is to form a spatial database or load the existing databases in order to survey, update or analyse data.

The selection of the software platform is achieved on the basis of future users' demands and will be adapted to users both formally and systematically, with the goal of considering all previous partial solutions that should be unified and functionally integrated. The pilot project of the specialised GIS for traffic signalisation has been realised within the Directorate using the software platform established on the open source philosophy. The selection of the OPEN GIS tool is in accordance with all advantages of the open source philosophy, as well as in accordance with all commercial benefits and the objective overview of the project complexity.



Figure 5: PanoramaGIS - integration with the digital geodetic plan

5.3 Results

As previously stated, the main group of data applied consisted of spatial data as follows: scanned and geo-referenced cadastre plans, digital cadastre plan data, digital aerial imagery substrate forms and available topographic substrates. The main task of preparing spatial data included the process of collecting data from diverse sources and translating it into a unique coordinate system, thus enabling mutual integration. Data obtained by MMS were used as a spatial basis for data visualisation from the operational documentation, but also as a platform for data extraction and integration into the GIS environment. Considering the quality and totality of the visual approach, MMS data served to gather most of the necessary thematic and graphical attributes of the vertical traffic signalisation elements. The remaining set of attributes was stored in the base by direct input from project documentation, as well as all other available relevant sources. Table 3 provides a survey of designed GIS modules and their status from the aspect of their degree of realisation.

Table 3: Possibilities of applying MMS in GIS as a prerequisite for “e-government” and the establishment of a data centre

No.	Module title	Module description	Realisation status
1	Spatial data	Spatial system basis including: scanned and geo-referenced cadastre plans, digital cadastre plan, digital aerial images, topographic substrates, spatial and planning documentation, cadastre register of installation and wiring, mobile mapping images	Fully realised
2	Traffic signalisation	Cadastre register of vertical and horizontal traffic signalisation for the issues of recording and management	Fully realised
3	Parking service	Parking place mapping; zoning; billing; planning and maintenance	Partially realised
4	Street lights	Data and status of existing infrastructure, as well as on the planned developmental phases. Records and fault reports	Partially realised

No.	Module title	Module description	Realisation status
5	Planning and construction	Designing, planning, public presentations and providing necessary documentation (opinions, agreements, information on locations etc.)	Partially realised
6	Public greenery	Records on public green areas, picnic areas and parks	In progress
7	Real estate value assessment	Model for the mass assessment of real estate values in the function of objective and market assessment as a basis for billing taxes and other earnings from real estate properties	In progress
8	Cemeteries	Records and maintenance	In progress
9	Road infrastructure	Recording; classification; categorisation; planning; planned maintenance	In progress

6 CONCLUSION

The qualitative data for spatial management present the most valuable resource and, as such, are utilised for planning, arranging, exploiting and protecting the natural environment. In recent time, spatial data acquisition using contemporary geodetic technology provides a great possibility from the aspect of short-time decision-making processes based on the objective and reliable data. One such technology is MMS (this paper presents the model IP-S2 system of the TOPCON corporation). A large amount of spatial data and a link with GIS applications represents a significant quality of MMS, as this enables the generation of new spatial databases or the update of existing ones, which should be a foundation for traffic, infrastructure and urban planning and thereby a step towards the establishment of local “e-governments”. The advantages of mobile data acquisition (for example MMS) aimed at establishing “e-government” are as follows:

- collecting real time data,
- collecting data on the speed of cars or other vehicle movements,
- gathering all data in one transit, thereby reducing collection time,
- reducing additional terrain trips – additional monitoring,
- providing security while working, with monitoring performed from a vehicle,
- accuracy – depending on the vehicle’s speed (absolute accuracy: from 10cm to 30 cm)
- simultaneously, much more data is collected in relation to classical data acquisition methods – reducing field time,
- more economical than classic data acquisition methods,
- complete survey of road conditions,
- possibility to form spatial databases which update quickly and qualitatively and are economically feasible.

The possibilities for implementing MMS to establish “e-government” include the provision of overall information for making qualitative decisions in spatial planning; elaboration of spatial databases for infrastructure underground network; fast and easy establishment of road register with updated data on road conditions; elaboration of tourist maps, virtual city tours and providing logistic support for tourists prior of arrival; extraction of vector data and distribution into the traditional graphic or GIS database; implementation through all known worldwide commercial internet services: Google Maps, Google Earth,

Bing, Nokia maps etc. and creating a spatial environment for an uninterrupted route to the realisation of the idea of “e-government”.

Acknowledgements

The work reported in this paper is part of the investigation within the research project TR 36017 “Utilisation of by-products and recycled waste materials in concrete composites in the scope of sustainable construction development in Serbia: investigation and environmental assessment of possible applications”, which is supported by the Ministry for Science and Technology of the Republic of Serbia. This support is gratefully acknowledged.

References

- Bossler, J., Goad, C., Johnson, P. and Novak, K. (1991). GPS and GIS Map the Nations Highways. *Geoinfo Systems Magazine*, March issue, 26–37.
- Barinova, O., Shapovalov, R., Sudakov, S., Velizhev, A. and Konushin A. (2009). Efficient road mapping via interactive image segmentation, *IAPRS*, Vol. XXXVIII, Part 3/ W4 --- Paris, France, 3-4 September.
- Černe, T., Žura, M., Rakar, A. (2010). Informacijska podpora gospodarjenju z javnimi površinami v urbanem okolju, *Geodetski vestnik*, 54 (1), 46–60.
- El-Sheimy, N., Schwarz, K.P. and Gravel, M. (1995). Mobile 3-D Positioning Using GPS/INS/Video Cameras. *Proc. of the Mobile Mapping Symposium*, Ohio State University, USA, 236–249.
- Hunter, G., Cox, C. and Kremer, J. (2006). Development of a Commercial Laser Scanning Mobile Mapping System Streetmapper, *Second International Workshop The Future of Remote Sensing*, Antwerp, Belgium.
- Karel, S., Sukup, J. (2010). Options for using IP-S2 Topcon for mobile mapping needs. *Nessebar: 3rd ISDE digital earth summit*.
- Lapucha, D. (1990). *Precise GPS/INS Positioning for Highway Inventory System*. M.Sc Thesis. Calgary: Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary.
- Li, R. (1997). *Mobile Mapping – An Emerging Technology for Spatial Data Acquisition*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63 (9), 1085–1092.
- Novak, K. (1995). *Mobile mapping technology for GIS data collection*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61 (5), 493–501.
- Schwarz, K. P., Lapucha, D., Cannon, M. E., and Martell, H. (1990). The Use of GPS/INS In A Highway Inventory System. *Proc. of FIG XIX Congress*, May 10-19, Helsinki, Finland, 5, 238–249.
- Schwarz, K. P., Martell, H., El-Sheimy, N., Li, R., Chapman, M. and Cosandier, D. (1993). *VISAT - A Mobile Highway Survey System of High Accuracy*. *Vehicle Navigation and Information System Conference'93*, October 12-15, Ottawa, Canada, 476–481.
- Shi, Y., Shibasaki, R. and Shi Z.C. (2008). Towards automatic road mapping by fusing vehicle-borne multi-sensor data, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B5. Beijing.
- Tao, C. V. (1998). *Mobile mapping technology for road network data acquisition*. Calgary: The University of Calgary. http://www.lsgi.polyu.edu.hk/staff/ZL.Li/vol_2_2/01_tao_c_1.pdf, accessed: 15 August 2013.
- Tao, C.V. (1997). *Automated Approaches to Object Measurement and Feature Extraction from Georeferenced Mobile Mapping Image Sequences*. Ph.D. Dissertation. Calgary: The University of Calgary.
- Talaya, J., Bosch, E., Alamús, R., Bosch, E., Serra, A., Baron, A., (2004). *GEOMOBIL: the Mobile Mapping System from the ICC*, *Proceedings of 4th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT 2004)*. Kinming, China.

M. Kuburić, M. Kojić, B. Matic (2014). Contemporary methods of spatial data acquisition – the road to “e-government” *Geodetski vestnik*, 58 (2): 314-326.

Assist. Prof. Miroslav Kuburić, Ph.D. in Geodesy
University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering, Subotica
 Kozaračka 2a, 24000 Subotica, Serbia
 e-mail: geodelta@geoput.com

Assist. Prof. Miloš Kojić, Ph.D in Architecture
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences
 Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia
 e-mail: miloskop@yahoo.com

Assist. Prof. Bojan Matic, Ph.D. in Civil Engineering
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences
 Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia
 e-mail: bojanm@uns.ac.rs

OCENA IN NATANČNOST OCENE 3D-POLOŽAJA TOČK V VRTINI

EVALUATION OF 3D POSITIONS AND THE POSITIONAL ACCURACY OF POINTS WITHIN A BOREHOLE

Željko Vukelić, Milivoj Vulić

UDK: 004.02:622.241(497)

Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.01

Prispelo: 18.11.2013

Sprejeto: 28.4.2014

SCIENTIFIC ARTICLE

Received: 18.11.2013

Accepted: 28.4.2014

IZVLEČEK

V članku je prikazan algoritem, ki se uporablja za oceno in natančnost ocene 3D-položajev točk v globokih vrtinah. Globoke vrtine med 1500 in 3000 metri se vrtajo za raziskovanje ter pridobivanje nafte, plina in geotermalne vode. Algoritem, ki se uporablja za oceno določanja položaja točke v globoki vrtini, temelji na postopnem pristopu, pri katerem korak za korakom določamo približek krivulje vrtine med dvema zaporednima točkama globoke vrtine. Položaj druge točke izmed para zaporednih točk je izračunan na podlagi krožnega loka (dolžina tetive, smernega kota in kota nagiba). Ocena natančnosti naslednje točke je izračunana po zakonu o prenosu varianc in kovarianc. Algoritem se lahko uporablja v programih za tabelarične izračune in pri prikazu oziroma modeliranju s programi CAD.

ABSTRACT

The article discusses simple algorithms used for the evaluation of 3D positions of points within a borehole and the accuracy of 3D positions of points within a borehole. The kinds of boreholes discussed are typically from 1500 m to 3000 m deep, and are dug for the purposes of exploration and extraction of oils, gases and geothermal water. The algorithm used to evaluate 3D positions of points within a borehole is based on a gradual application of an approximation of the curve of the borehole between two successive points within the borehole, using a circular arc. The position of the second point belonging to the pair of successive points is calculated based on the chord of the circular arc (the length of the chord, direction angle and inclination angle) between the two points. The algorithm used to evaluate the accuracy of 3D positions is based upon a theory regarding function accuracy developed within the field of mining measurements and geodesy. Both algorithms are easily implemented in spreadsheet programs, as well as visualised and modelled in CAD programs.

KLJUČNE BESEDE

vrtina, 3D-položaj, natančnost, krivulja, smerni kot

KEY WORDS

borehole, 3D position, accuracy, curve, azimuth

1 INTRODUCTION

The aim of the article is to evaluate 3D positions and the accuracy of 3D positions of points within a borehole and, in order to accomplish this aim, an algorithm for the evaluation of 3D positions of points within a borehole needs to be found. An algorithm of this kind may be idealised as a sort of empirical curve, and such an idealised empirical curve may either be approximated by an exact curve or, ideally, expressed by an exact curve, so that the two are identical, a task that is made all the more difficult by the fact that neither the empirical curve nor its type are known, as well as the fact that a limited number of points provides only information (in the form of measurements) that indirectly describes the position, tangent orientation and length of a curve at and leading up to a given point. It is possible to obtain only a limited number of measurements describing the position of points within a borehole and, due to a borehole's poor accessibility, it is impossible to perform various different types of measurements, as it is possible to do on the surface. The measurements carried out on a borehole, in order to obtain information regarding 3D positions of points within the borehole, are not continuous, but discrete, which is why, in attempting to reach our aim of evaluating 3D positions and the accuracy of 3D positions of points within a borehole, we decided to find the simplest possible discrete algorithm to describe the borehole. We dismantled the curve of a borehole, breaking it down into parts, all of which were then approximated by the simplest possible (circular) curve, as one would approximate a curve with the aid of infinitesimal calculus (seeing as measurements carried out every 10 m on a borehole that is 1474 m long are appropriately proportioned for such an approach). These parts along the curve of the borehole were then cumulated, following the logic of integral calculus. The algorithm used for the evaluation of positions of points within a borehole was then followed by an algorithm used for the evaluation of accuracy of positions of points within the borehole. Both algorithms have been thoroughly tested upon the borehole, as is depicted in detail (Rošar, 2008).

As convergence of an integral value towards another value is demonstrated through the lessening of gradients in integral calculus, the increase in sum also experiences a drop, demonstrating that even when gradients are decreased, cumulative growth of coordinates is also decreased at the final point in a curve. The gradient decreases from 50 m to 30 m, to 20 m, to 10 m, as does simultaneously the relative difference of coordinates of the final point within the borehole, i.e. the quotient of intensity of vectors, the position of the final point (calculated to two gradients) and combined length of the borehole.

2 METHODS

2.1 Measuring in Order to Determine Position

Figure 1 depicts angle measurements within a borehole. The positive orientations of the X-axis, Y-axis and Z-axis are northwards, eastwards and downwards (from the surface), respectively, and all positive orientations are to be presumed as such for the duration of the article.

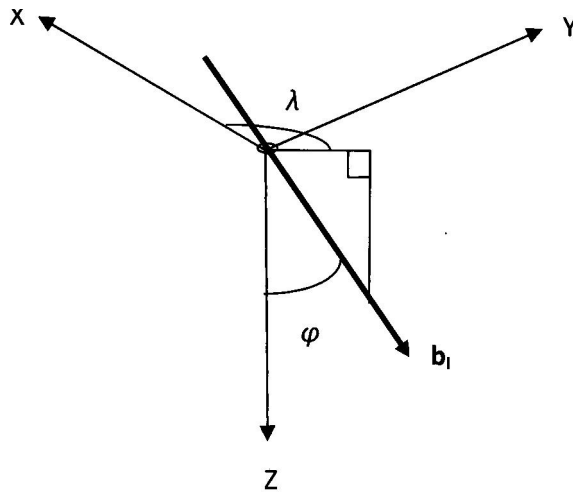


Figure 1: The direction and deflection angles.

In order to be able to determine the position of a point within a borehole, three measurements are carried out:

1. Magnetic azimuth (Nguzen, 1996), i.e. the direction angle (of a tangent) (λ) – the horizontal angle between the magnetic north pole and horizontal projection of the line of maximum drop; the deflection from the vertical (Figure 1). When a borehole is ideally vertical, this angle is insignificant, i.e. is of any value, i.e. when its value is altered, the results (the evaluation of the position and accuracy of the evaluation of the position) are not altered. The direction angle is not equal to magnetic azimuth, and theoretically, magnetic azimuth is defined as the angle of magnetic decline. When measurements are done with magnetic tools, it is magnetic azimuth that is measured, and when measurements are done with gyroscopic tools, it is the difference between direction angles that is measured. In the first case, incoming data describes an indirectly observed direction angle (the magnetic azimuth is measured and then attributed to an angle of magnetic decline), and in the second case, incoming data describes a directly observed direction angle. In both cases, incoming data consists of a direction angle.
2. Inclination (angle) (Nguzen, 1996), i.e. the inclination angle of a borehole from the vertical (φ) – the deflection angle of a tangent to the curve of the borehole in a given point (Figure 1).
3. Length of the borehole (Nguzen, 1996), i.e. the length of the curve of the borehole (the length of the wireline (s) from the starting point (borehole head) of the borehole and up to the point of measurement). It ought not be confused with the vertical depth of the borehole, which is obtained with the aid of the length of the curve of the borehole, as well as with the aid of direction angles and deflection angles of the borehole.

All three measurements in a point, \mathbf{P}_M can be depicted as a measurement vector:

$$\mathbf{a}_M^T = (\phi_M \quad \lambda_M \quad s_M) \tag{1}$$

2.2 The Task of Evaluating a 3D Position

It has previously been mentioned that measurements within a borehole are discrete, and are conducted along the length of a borehole at a predetermined smaller length along its curve. This smaller length is given the notation of measurement gradient k and its size is important only in the sense that the gradient is infinitesimal in length in relation to the length of the entire curve of the borehole. As long as the infinitesimal nature of one length in relation to the other is respected, the gradient may be changed during the drilling process. Whether or not this is recommended is discussed in the discussion section of the article.

In accordance with the set of measurements $\mathbf{a}_{h\rho}^T$ it is necessary to evaluate the 3D position of the final point within a borehole. The evaluation of the position of the final point within a borehole is a condensed means of evaluating the position of all points within a borehole, but will not be discussed in this article, as the method discussed in this article provides the means to evaluate of all points within a borehole on which observations are conducted. It is possible to obtain a realistic depiction of the problem using an experimental set of measurements, as have been provided in the Table 1.

Table 1: Measurements of points within a borehole (deep log inclination measurements Ormoz-1g, 2005).

id	φ [°]	λ [°]	s [m]	id	φ [°]	λ [°]	s [m]	id	φ [°]	λ [°]	s [m]
O	0.0	0.0	0.00								
1	4.7	247.2	613.00	31	14.6	145.9	906.16	61	13.2	215.6	1197.11
2	4.7	250.9	622.97	32	14.6	145.7	915.84	62	13.3	221.9	1206.84
3	4.7	256.8	632.93	33	14.6	145.2	925.51	63	13.3	227.6	1216.58
4	4.8	261.9	642.90	34	14.6	144.7	935.19	64	13.3	234.1	1226.31
5	4.7	264.7	652.86	35	14.6	144.5	944.87	65	13.3	240.6	1236.04
...
26	13.6	148.7	857.77	56	13.2	180.6	1148.43	86	13.3	38.4	1440.18
27	14.1	148.2	867.45	57	13.2	186.0	1158.17	87	13.3	51.5	1449.91
28	14.6	147.8	877.13	58	13.2	193.2	1167.90	88	13.3	60.6	1459.64
29	14.6	147.3	886.81	59	13.2	200.8	1177.64	89	13.4	71.1	1469.37
30	14.6	146.6	896.48	60	13.2	208.8	1187.38	90	13.4	81.3	1474.23

2.3 Dismantling the Task of Evaluating a 3D Position

The algorithm suggested in the article dismantles the problem into a series of similar, ‘smaller’ problems i.e. tasks. This process begins with two successive points, J and K , in which two observation vectors, \mathbf{a}_J and \mathbf{a}_K , have successively been obtained. The 3D evaluation of the position of point J is known, and of point K unknown, thus making the first task that the position of point K be determined.

2.4 Taking on the ‘Smaller’ Task

In order to get to the evaluation of the position of point K , it is necessary to be familiar with the part of the curve of the borehole in the interval from point J to point K . Due to the fact that the entire curve is divided into a sequence of practically infinitesimal parts between successive points, these infinitesimal parts may be practically approximated with the aid of any exact curve as long as the curve meets other

‘natural’ conditions, natural conditions in this case referring to conditions in which what holds true for measurement vectors must also hold true for exact curves. The simplest of such curves is a straight line, which unfortunately does not meet the natural conditions requirement, seeing as the measured direction angles and deflection angles (from the vertical) are not always equal in between successive points. The next exact curve that could be used as an approximation of a part of an empirical curve between successive points within a borehole is a circle, i.e. a circular arc could be used as an approximation of a part of an empirical curve within a borehole. It may also happen that the direction angles and deflection angles (from the vertical) are equal in between successive points, in which case those parts of the empirical curve within the borehole ought to be approximated by straight lines, but such cases do not present a theoretical conundrum, as circular arcs also encompass straight lines, in cases in which the definition of a circular arc is given in a way that also encompasses one with an infinite radius. Such a case can be dealt with very practically in the algorithm, so that parts of the empirical curve within the borehole are approximated with the aid of a circular arc whenever either direction angles, deflection angles or both are of differing values upon successive points, and approximated with a straight line when they are not. A borehole such as that for which an algorithm needs to be found is presented in Figure 2.

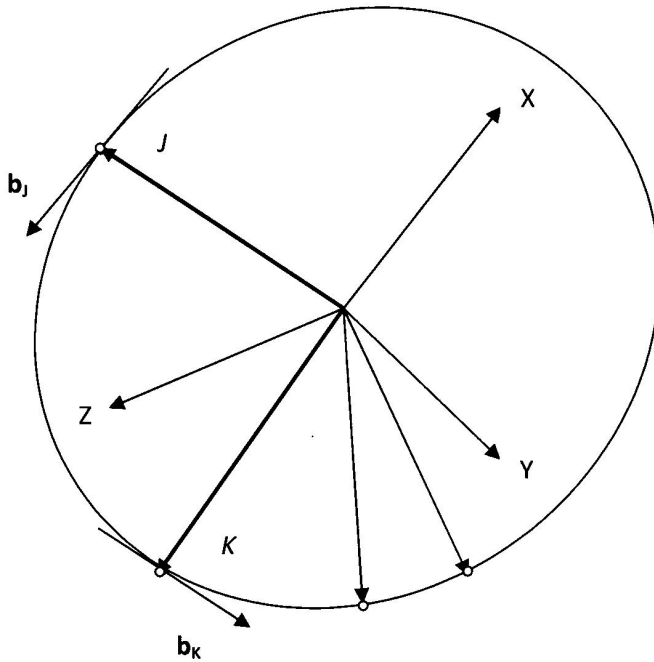


Figure 2: A part of the curve of a borehole around successive points J and K.

Angular measurements in the points of the borehole represent the tangents (in relation to the curve of the borehole) in said points. The two successive points on the curve and the two successive tangents upon the points on the curve define the plane of the curve of the borehole between said successive points. The part of the curve of the borehole between the two successive points is approximated by a circular arc. Figure 3 depicts the plane between the successive points, as well as the construction of a solution in such a plane.

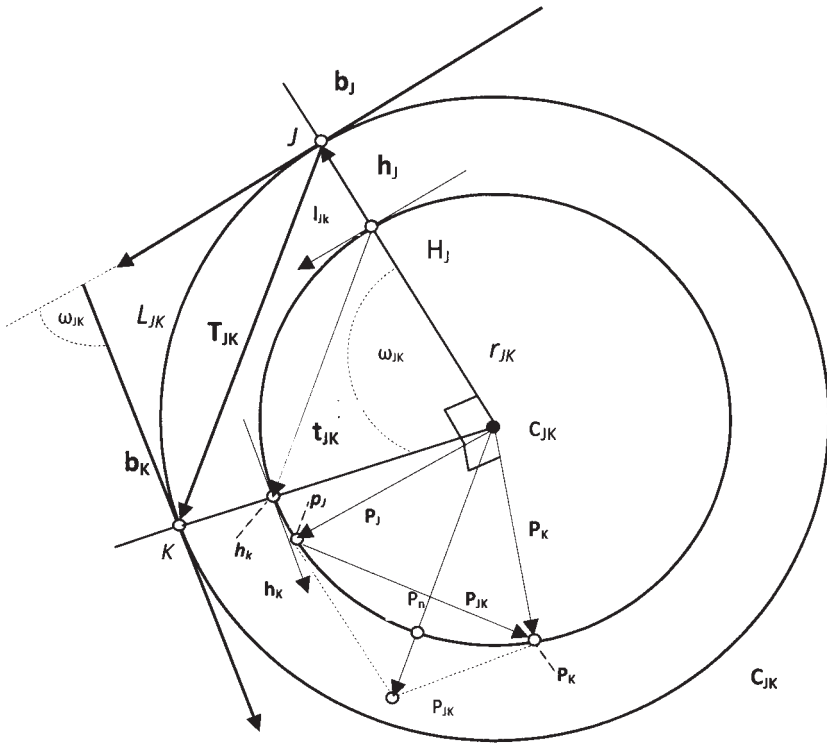


Figure 3: The plane of the curve of the borehole between successive points.

With the aid of the measurements from the length of the borehole to two successive points, the length of the arc of the borehole may be calculated, i.e. the length of the arc L_{JK} of the circle c_{JK} as well as the difference between the length of the borehole measured in successive points:

$$L_{JK} = s_K - s_J . \tag{2}$$

The length of the arc between successive points is equal to the size of the gradient.

The coordinates of the starting point (the mouth) of the borehole are known. The first ‘small’ task, based upon the coordinates of the starting point, measurement vectors in the starting point and measurement vectors in the following point, is to determine the coordinates of its successive point. The successive point is algorithmically treated as the starting point (the evaluations of the coordinates of which are known), and based upon the measurement vectors in this point and its successive point, coordinates of the successive point are determined. This process continues for every following pair of successive points until the final (ending) point of the borehole.

In order to develop an algorithm for the evaluation of coordinates of points on the curve of a borehole, it can be taken that these coordinates (the positioning vector, the ending vector) are the first pair of successive points, and are known:

$$\mathbf{J}^T = (X_J \quad Y_J \quad Z_J) \tag{3}$$

Many algorithms exist that could, based on the positioning vector \mathbf{J} of point J , measurement vector \mathbf{a}_j at point J and measurement vector \mathbf{a}_k at point K , evaluate the positioning vector (coordinates) \mathbf{K} of point K . In the article, only one of the methods is presented, and it is based on the determination of the vector $\mathbf{T} = \overline{JK}$, as well as the unit circle c_1 , i.e. the constant relationship between the concentric circles true c_t and unit c_1 , and the constant relationship that therefore holds true for all elements tied to these circles.

In this method, a local coordinate system is placed into the centre of a circle (point C_{JK}), the origin of which is exactly in point $\mathbf{C}_{JK, local}^T = (0 \ 0 \ 0)$, the units of which are equal and the axes of which are parallel to the axes of the global coordinate system. Vector \mathbf{h}_j in point H_j parallel to vector \mathbf{b}_j and vector $\mathbf{p}_j = \overline{C_{JK}P_j}$, also parallel to vector \mathbf{b}_j , are constructed. Vector $\mathbf{p}_j = \overline{C_{JK}P_j}$ is of an intensity equal to $|\mathbf{p}_j| = 1$, while the intensity of vector \mathbf{h}_j is significant only in that it is positive, $|\mathbf{h}_j| > 0$. A tangent in point J , while transforming into a tangent in point K , turns for an angle of ω_{JK} . Because the lines $[C_{JK}J]$ and $[C_{JK}K]$ are normal to \mathbf{b}_j and \mathbf{b}_k respectively, it is also true that:

$$\angle H_j C_{JK} H_K = \omega_{JK} \tag{4}$$

because vectors \mathbf{p}_j and \mathbf{p}_k are parallel to tangents \mathbf{b}_j and \mathbf{b}_k respectively, it is also true that:

$$\angle P_j C_{JK} P_K = \omega_{JK} \tag{5}$$

It follows that:

- 1) Vectors $\overline{H_j H_K}$ and $\overline{P_j P_K}$ are of equal intensity:

$$t_{JK} = \left| \overline{H_j H_K} \right| = \left| \overline{P_j P_K} \right| \tag{6}$$

- 2) The ratio between intensities T_{JK} and t_{JK} of vectors $\mathbf{T}_{JK} = \overline{JK}$ and \mathbf{t}_{JK} is equal to the ratio of belonging arcs $L_{JK} = \widehat{JK}$ and $l_{JK} = \widehat{H_j H_K}$, as well as to the ratio of radii r_{JK} and $r_1 = 1$.

$$R_{JK} = \frac{T_{JK}}{t_{JK}} = \frac{L_{JK}}{l_{JK}} = r_{JK} \tag{7}$$

Local coordinates of the point P_j i.e. the local positioning vector of point P_j are:

$$\mathbf{p}_j = P_j^T, local = (X_{j, local} \ Y_{j, local} \ Z_{j, local}) = (\cos \lambda_j \sin \phi_j \ \sin \lambda_j \sin \phi_j \ \cos \phi_j). \tag{8}$$

Local coordinates of the point P_k i.e. the local positioning vector of P_k is:

$$\mathbf{p}_k = P_k^T, local = (X_{k, local} \ Y_{k, local} \ Z_{k, local}) = (\cos \lambda_k \sin \phi_k \ \sin \lambda_k \sin \phi_k \ \cos \phi_k). \tag{9}$$

Vectors \mathbf{T}_{JK} , \mathbf{t}_{JK} , $\overline{C_{JK}P_{JK}}$ and $\overline{C_{JK}P_{n,JK}}$ are parallel to one another:

$$\mathbf{T}_{JK} \parallel \mathbf{t}_{JK} \parallel \overline{C_{JK}P_{JK}} \parallel \overline{C_{JK}P_{n,JK}} \tag{10}$$

Vector $\overline{C_{JK}P_{JK}}$, which is the local positioning vector of \mathbf{P}_{JK} of point P_{JK} is equal to the sum of vectors \mathbf{p}_j and \mathbf{p}_k :

$$\mathbf{P}_{JK} = \mathbf{p}_J + \mathbf{p}_K \quad (11)$$

$\begin{matrix} 3 \times 1 & & 3 \times 1 & + & 3 \times 1 \end{matrix}$

Vector $\overline{C_{JK}P_{n,JK}}$, which is the local positioning vector of $\mathbf{P}_{n,JK}$ of point $\mathbf{P}_{n,JK}$, is the normalized vector of \mathbf{P}_{JK} :

$$\mathbf{P}_{n,JK} = \frac{\mathbf{P}_{JK}}{\sqrt{\mathbf{P}_{JK}^T \bullet \mathbf{P}_{JK}}} \quad (12)$$

Vector $\overline{P_J P_K}$ is equal to the difference between vectors \mathbf{p}_K and \mathbf{p}_J :

$$\overline{P_J P_K} = \mathbf{p}_K - \mathbf{p}_J \quad (13)$$

The intensity of vector $\overline{P_J P_K}$ is equal to the intensity t_{JK} of vector $\mathbf{t}_{JK} = \overline{H_J H_K}$:

$$t_{JK} = \sqrt{\overline{P_J P_K}^T \bullet \overline{P_J P_K}} \quad (14)$$

The law of cosines is applied to triangle $\Delta C_{JK} H_J H_K$ or to triangle $\Delta C_{JK} P_J P_K$:

$$\cos \omega_{JK} = 1 - \frac{t_{JK}^2}{2} \rightarrow \omega_{JK} = \arccos \left(1 - \frac{t_{JK}^2}{2} \right) = l_{JK} \quad (15)$$

From which the ratio between the chord and its arc is easy to determine:

$$R_{JK} = \frac{L_{JK}}{l_{JK}} = r_{JK} \quad (16)$$

The radius of the true circle has been calculated, and from the same J , the intensity of the true chord is also calculated:

$$T_{JK} = t_{JK} R_{JK} \quad (17)$$

As vectors \mathbf{T}_{JK} and $\mathbf{P}_{n,JK}$ are parallel to one another, and as vector $\mathbf{P}_{n,JK}$ is the unit vector, vector \mathbf{T}_{JK} :

$$\mathbf{T}_{JK} = T_{JK} \mathbf{P}_{n,JK} \quad (18)$$

In the end, the positioning vector of point K is:

$$\mathbf{K} = \mathbf{T}_{JK} + \mathbf{J} \quad (19)$$

2.5 The Case in Which an Arc ‘Transforms’ into a Straight Line

It is possible to mathematically prove the following statements by using limits; nevertheless, we are going to use the obvious premise that when the two statements below hold true for a circle:

$$\lambda_K = \lambda_J, \quad \phi_K = \phi_J \quad (20)$$

is ‘deformed’ into a straight line, and the circle arc is ‘deformed’ into a line:

$$\mathbf{T}_{JK} = L_{JK} \mathbf{P}_{n,JK} \tag{21}$$

$$\mathbf{P}_{n,JK} = \frac{\mathbf{P}_{JK}}{\sqrt{\mathbf{P}_{JK}^T \bullet \mathbf{P}_{JK}}} = \frac{2 \mathbf{p}_J}{2\sqrt{\mathbf{p}_J \bullet \mathbf{p}_J}} = \frac{\mathbf{p}_J}{\sqrt{\mathbf{p}_J \bullet \mathbf{p}_J}} = \mathbf{p}_J \tag{22}$$

$$\mathbf{T}_{JK} = L_{JK} \mathbf{p}_J \tag{23}$$

The algorithm for the evaluation of 3D positions of points thus needs to be upgraded and enhanced for use in cases where the following two statements hold true:

$$\text{test}(\lambda_K = \lambda_j) = \text{true} , \quad \text{test}(\phi_K = \phi_j) = \text{true} \tag{24}$$

Taking on the ‘Large’ Task

It is only necessary to apply the algorithm for solving the ‘small’ task in ordered pairs of successive points, and the 3D position of the final point will also be evaluated.

2.6 The Order of Calculations

In order to achieve an easier application of the algorithm, the following chronological order of calculations within the algorithm is suggested (the case of the final point).

$$1 \ L_{JK} = s_K - s_J = 4.86 \text{ m} \tag{25}$$

$$2 \ \mathbf{p}_K^T = (\cos \lambda_K \sin \phi_K \quad \sin \lambda_K \sin \phi_K \quad \cos \phi_K) = (0.035054 \quad 0.229081 \quad 0.972776) \tag{26}$$

$$3 \ \mathbf{p}_{JK} = \mathbf{p}_K - \mathbf{p}_J = (-0.040013 \quad 0.009828 \quad 0.000000) \tag{27}$$

$$4 \ t_{JK} = \sqrt{\mathbf{p}_{JK}^T \bullet \mathbf{p}_{JK}} = 0.041 \tag{28}$$

$$5 \ l_{JK} = \omega_{JK} = \arccos\left(1 - \frac{t_{JK}^2}{2}\right) = 0.041 \tag{29}$$

$$6 \ R_{JK} = r_{JK} = \frac{L_{JK}}{l_{JK}} = 117.947 \text{ m} \tag{30}$$

$$7 \ T_{JK} = t_{JK} R_{JK} = 4.860 \text{ m} \tag{31}$$

$$8 \ \mathbf{p}_{JK} = \mathbf{p}_J + \mathbf{p}_K = (0.110122 \quad 0.448335 \quad 1.945552) \tag{32}$$

$$9 \ \mathbf{P}_{n,JK} = \frac{\mathbf{P}_{JK}}{\sqrt{\mathbf{P}_{JK}^T \bullet \mathbf{P}_{JK}}} = (0.055072 \quad 0.224215 \quad 0.972982) \tag{33}$$

$$10 \ \mathbf{T}_{JK} = T_{JK} \mathbf{P}_{n,JK} = (0.268 \quad 1.090 \quad 4.728) \tag{34}$$

$$11 \ \mathbf{K} = \mathbf{T}_{JK} + \mathbf{J} = (-78.579 \quad -10.129 \quad 1453.106) \tag{35}$$

3 RESULTS

In the Table 2, the positions of all points have been calculated, taking into account that the coordinate origin is also the starting point of the borehole.

Table 2: Positions of points within a borehole.

id	x [m]	y[m]	z [m]	id	x [m]	y[m]	z [m]	id	x [m]	y[m]	z [m]
O	0.00	0.00	0.00								
1	-9.74	-23.16	-612.31	31	-42.08	-12.84	-901.42	61	-103.57	13.51	-1183.62
2	-10.03	-23.93	-622.25	32	-44.10	-11.47	-910.79	62	-105.31	12.12	-1193.09
4	-10.26	-24.71	-632.18	33	-46.11	-10.09	-920.15	63	-106.89	10.54	-1202.57
5	-1041	-25.52	-642.11	34	-48.10	-8.69	-929.51	64	-108.31	8.81	-1212.04
...
26	-30.02	-20.47	-845.13	55	-90.93	16.67	-1126.75	85	-84.48	-17.85	-1410.50
27	-31.94	-19.32	-854.55	56	-93.15	16.77	-1136.22	86	-82.58	-16.68	-1419.97
28	-33.91	-18.11	-863.95	57	-95.37	16.65	-1145.71	87	-81.01	-15.11	-1429.44
29	-35.95	-16.84	-873.33	58	-97.56	16.28	-1155.18	88	-79.76	-13.26	-1438.91
30	-38.01	-15.53	-882.69	59	-99.68	15.63	-1164.66	89	-78.85	-11.22	-1448.38
31	-40.05	-14.20	-892.05	60	-101.69	14.70	-1174.15	90	-78.58	-10.13	-1453.11

As an example of an evaluation of the position of one point (and the relationship of one pair of points), the final pair of points has been evaluated and is presented in section 2.6.

3.1 Practical Verification of the Algorithm

All point coordinates, based upon all observed vectors, have been calculated and are presented in Table 2. It is of interest to us to evaluate how calculations would have been different had we decided upon an interval twice as large, i.e. had we observed measurement vectors only in every second point, or in every third point, or in every fifth. How taking into account each 'first' point or only each 'second' each 'third' or each 'fourth' would have yielded differing values and percentages in terms of the length of the borehole is presented in Table 3.

Table 3: Practical differences in the evaluation of position.

I	X	Y	Z	D	D/s _{end}
	[m]	[m]	[m]	[m]	%
1	-78.85	-11.22	-1448.38	0.00	0.00
2	-77.26	-14.11	-1439.09	9.85	0.67
3	-77.27	-15.77	-1429.69	19.30	1.31
4	-78.01	-16.23	-1419.10	29.71	2.01

3.2 The Evaluation of Accuracy of 3D Positions of Points in a Borehole

All measurements are riddled with errors:

1. Gross errors, which we try to eliminate through control while conducting measurements,

2. Systematic errors, the influence of which we attempt to remove or reduce to a negligible value and
3. Random errors, the influence of which upon the arguments of functions we cannot remove, but can reduce, reaching a higher degree of accuracy with the aid of the Gauss–Markov process.

In this article, we will not discuss gross errors. We will touch upon random errors and the evaluation of their influence upon the determination of positions of points within a borehole, but will not discuss the theory behind random errors, which an interested reader will be able find more of in various academic texts (Strang, 1997). We will, however, determine that the approximation of an empirical curve of a borehole by circular arcs and straight lines is a systematic error, the effect of which has been reduced to a negligible value. We begin with a noted formula for the evaluation of the accuracy of vector ζ , which is a function of vector \mathbf{q} :

$$\zeta = \zeta(\mathbf{q}^T) \tag{36}$$

If it is true that:

$$\Sigma_{\zeta\zeta} = \mathbf{J} \cdot \Sigma_{\mathbf{q}\mathbf{q}} \cdot \mathbf{J} \tag{37}$$

if the variance–covariance matrix of vector \mathbf{q} is:

$$\Sigma_{\mathbf{q}\mathbf{q}} = \begin{pmatrix} \Sigma_{q_1q_1} & \cdots & \Sigma_{q_1q_j} & \cdots & \Sigma_{q_1q_n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \Sigma_{q_1q_j} & \cdots & \Sigma_{q_jq_j} & \cdots & \Sigma_{q_jq_n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \Sigma_{q_1q_n} & \cdots & \Sigma_{q_jq_n} & \cdots & \Sigma_{q_nq_n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{q_1}^2 & \cdots & r_{q_1q_j} \sigma_{q_1} \sigma_{q_j} & \cdots & r_{q_1q_n} \sigma_{q_1} \sigma_{q_n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{q_1q_j} \sigma_{q_1} \sigma_{q_j} & \cdots & \sigma_{q_j}^2 & \cdots & r_{q_jq_n} \sigma_{q_j} \sigma_{q_n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{q_1q_n} \sigma_{q_1} \sigma_{q_n} & \cdots & r_{q_jq_n} \sigma_{q_j} \sigma_{q_n} & \cdots & \sigma_{q_n}^2 \end{pmatrix} \tag{38}$$

The variance–covariance matrix $\Sigma_{\mathbf{q}\mathbf{q}}$ is symmetrical, and its elements are:

$$\Sigma_{q_kq_j} = \Sigma_{q_jq_k} \tag{39}$$

$J = 1(1)n$ are the evaluations of standard deviations of the measurement vector \mathbf{q}_p , and $r_{q_jq_k}$ are the correlation coefficients between the measurement vectors \mathbf{q}_j and \mathbf{q}_k . $1(1)n$ means 1 of the steps from 1 to n .

With the above in mind, the variance–covariance matrix $\Sigma_{\zeta\zeta}$ of vector ζ is:

$$\Sigma_{\zeta\zeta} = \mathbf{J} \cdot \Sigma_{\mathbf{q}\mathbf{q}} \cdot \mathbf{J} \tag{40}$$

With the aid of which the evaluations of accuracy for all (11) parameters can be calculated.

In our case, the values of the standard deviations of measurements were:

$$\begin{aligned} \sigma_\phi &= \pm 0.1^\circ \\ \sigma_\lambda &= \pm 0.1^\circ \\ \sigma_x &= \pm 0.1 \text{ m} \end{aligned} \tag{41}$$

An example of the evaluation of accuracy of the position of one point (and the evaluation of the accuracy of the relationship between one pair of points) is examined, using the final pair of points. All the Jacobi matrix \mathbf{J} are derived in the reference (Rošer, 2008):

$$1 \sigma_{L_{JK}}^2 = \Sigma_{L_{JK};L_{JK}} = 0.002^2 \text{m}^2 \tag{42}$$

$$2 \Sigma_{\mathbf{p}_{JK};\mathbf{p}_{JK}} = \begin{pmatrix} 0.000217 & 0.001415 & -0.000341 \\ 0.001415 & 0.009246 & -0.002228 \\ -0.000341 & -0.002228 & 0.000537 \end{pmatrix}_{3 \times 3} \tag{43}$$

$$3 \Sigma_{\mathbf{p}_{JK};\mathbf{p}_{JK}} = \begin{pmatrix} 0.001210 & 0.004315 & -0.001071 \\ 0.004315 & 0.017716 & -0.004361 \\ -0.001071 & -0.004361 & 0.001074 \end{pmatrix}_{3 \times 3} \tag{44}$$

$$4 \sigma_{t_{JK}}^2 = \Sigma_{t_{JK};t_{JK}} = 0.012^2 \tag{45}$$

$$5 \sigma_{l_{JK}}^2 = \Sigma_{l_{JK};l_{JK}} = 0.012^2 \tag{46}$$

$$6 \sigma_{R_{JK}}^2 = \Sigma_{R_{JK};R_{JK}} = 35.051^2 \text{m}^2 \tag{47}$$

$$7 \sigma_{T_{JK}}^2 = \Sigma_{T_{JK};T_{JK}} = 0.002^2 \tag{48}$$

$$8 \Sigma_{\mathbf{p}_{JK};\mathbf{p}_{JK}} = \begin{pmatrix} 0.001210 & 0.004315 & -0.001071 \\ 0.004315 & 0.017716 & -0.004361 \\ -0.001071 & -0.004361 & 0.001074 \end{pmatrix}_{3 \times 3} \tag{49}$$

$$9 \Sigma_{\mathbf{p}_{n,JK};\mathbf{p}_{n,JK}} = \begin{pmatrix} 0.001 & 0.004 & -0.001 \\ 0.004 & 0.018 & -0.004 \\ -0.001 & -0.004 & 0.001 \end{pmatrix}_{3 \times 3} \tag{50}$$

$$10 \Sigma_{\mathbf{T}_{JK};\mathbf{T}_{JK}} = \begin{pmatrix} 0.029 & 0.102 & -0.025 \\ 0.102 & 0.419 & -0.102 \\ -0.025 & -0.102 & 0.025 \end{pmatrix}_{3 \times 3} \tag{51}$$

$$11 \Sigma_{\mathbf{K};\mathbf{K}} = \begin{pmatrix} 94.653 & -29033 & 12.917 \\ -29.033 & 63.760 & -2.416 \\ 12.917 & -2.416 & 7.741 \end{pmatrix}_{3 \times 3} \tag{52}$$

3.3 Standard Deviations of the Position Parallel to Coordinate Axes and the Ellipsoid of Standard Deviations

The structure of matrix $\Sigma_{\mathbf{K};\mathbf{K}}$ is:

$$\Sigma_{\mathbf{K};\mathbf{K}} = \begin{pmatrix} \Sigma_{XX} & \Sigma_{XY} & \Sigma_{XZ} \\ \Sigma_{XY} & \Sigma_{YY} & \Sigma_{YZ} \\ \Sigma_{XZ} & \Sigma_{YZ} & \Sigma_{ZZ} \end{pmatrix}_{3 \times 3} = \begin{pmatrix} \sigma_X^2 & \rho_{XY}\sigma_X\sigma_Y & \rho_{XZ}\sigma_X\sigma_Z \\ \rho_{XY}\sigma_X\sigma_Y & \sigma_Y^2 & \rho_{YZ}\sigma_Y\sigma_Z \\ \rho_{XZ}\sigma_X\sigma_Z & \rho_{YZ}\sigma_Y\sigma_Z & \sigma_Z^2 \end{pmatrix} \tag{53}$$

In the case of the final point, it is:

$$(\sigma_X = \pm 9.729 \text{ m} \quad \sigma_Y = \pm 7.985 \text{ m} \quad \sigma_Z = \pm 2.782 \text{ m}) \tag{54}$$

For each and every point within the borehole, standard deviations of the position parallel to the coordinate axes can and ought to be followed up on in the same way, but it is also significant to follow up on the main standard deviation of position and orientation, i.e. of the elements. The value of the axes of the ellipsoid of standard deviations (Strang, 1997) and of the orientations of the axes of the ellipsoid.

The values, i.e. the sizes of the main axes of the ellipsoid of standard deviations are, in the case of the final point:

$$(a \quad b \quad c) = \sqrt{\text{EigenValues}(\Sigma_{K;K})} = (10.66 \text{ m} \quad 6.84 \text{ m} \quad 2.41 \text{ m}) \tag{55}$$

The orientations of the ellipsoid of errors are their eigenvectors:

$$(\vec{a} \quad \vec{b} \quad \vec{c}) = \sqrt{\text{EigenVectors}(\Sigma_{K;K})} \tag{56}$$

In the case of the final point:

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0.855489 \\ -0.504664 \\ 0.115983 \end{pmatrix} \quad \vec{b} = \begin{pmatrix} -0.493919 \\ -0.862534 \\ -0.109905 \end{pmatrix} \quad \vec{c} = \begin{pmatrix} 0.155504 \\ 0.036736 \\ -0.987152 \end{pmatrix}. \tag{57}$$

The eigenvalues and eigenvectors have been determined with the aid of Microsoft Excel and with the aid of the UDF (User Defined Function) *eigenWsymTensorRank2* from the Addis *eigentsorrank2.xla*, which we have developed ourselves, and which is freely available. The ellipsoid of standard deviations is presented in Figure 4.

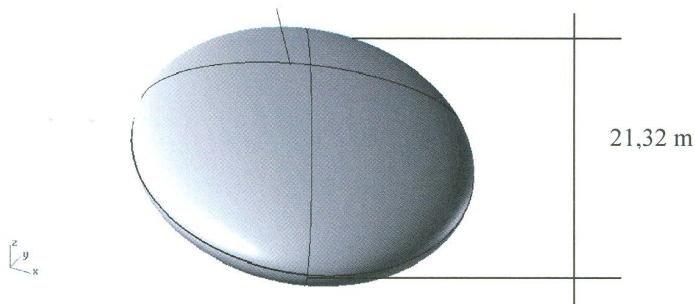


Figure 4: The ellipsoid of standard deviations of the final point in the borehole .

4 DISCUSSION

The model of a borehole can be expanded from a dotted one to a dotted–chorded one for all uses such as, for example, visualization, where, due to their infinitesimal nature, it is not important whether a part of the curve of the borehole is represented by an arc or a chord. Should the borehole need to be presented using a string of circular arcs, the methodology applied in this work would render the task very simple. The algorithm used assures us that all position vectors of every one of the points in the

borehole are evaluated, as opposed to the final points only. If we take a closer look, the first interval is 613 m and the last 4.86 m, with all the intermittent intervals taking a value from 9.67 m to 9.97 m. The practical convergence to the evaluation of the 3D position of the final point of the borehole would have been better had the calculations been started with the first point being the zero value, i.e. the point at a distance of 613 m in place of the starting point. It had instead been decided not to follow this course of action in order to illustrate that the algorithm may also be used in such situations, which are not rare in practice. In cases where every 'first' point is used, the first interval usually represents 41.58% of the entire length of the borehole, the last interval 0.33% , and all the other intervals from 0.66% to 0.68%.

The algorithm is complete because it ensures that the accuracy of measurement within the borehole is included as well as the accuracy of positioning of the starting point within the borehole.

5 CONCLUSION

We had two aims in mind writing the article, the primary being the evaluation of 3D positions of points within a borehole and the secondary being the evaluation of the accuracy of 3D positions of points within a borehole, and both have been successfully accomplished.

In order to determine their position in a borehole, points within a borehole have had three measurement procedures carried out upon them, namely those to do with measuring magnetic azimuth, inclination and borehole length. The three measurements carried out on a single point \mathbf{P}_M can be presented as the measurement vector \mathbf{a}_M^T . The measurements carried out were discrete, and were carried out over the length of the borehole at every previously determined smaller length along the curve of the borehole. Based on the set of measurements (the set of vectors of measurements \mathbf{a}_M^T), it was necessary to evaluate the 3D position of the final point within the borehole. The algorithm suggested in this article broke the task down into a string of similar, 'small' tasks. The first small task started with two successive points, J and K , that two observation vectors, \mathbf{a}_J and \mathbf{a}_K , had successively been obtained from, as well as with the evaluation of the 3D position of point J , but not of point K , the 3D position of which was the first unknown that needed to be figured out.

In order to obtain the evaluation of the position of point K , it was necessary to familiarize ourselves with the part of the curve of the borehole in the interval from point J to point K and, seeing as the whole curve was divided into a string of practically infinitesimal parts between successive points, approximate the part from point J to point K , as well as any other part, with the aid of any exact curve, as long as it met other 'natural' conditions (Nagode et al., 2013). The exact curve chosen for this approximation of a portion of the empirical curve between successive points was a circular arc, which can also encompass a straight line, as the latter can be said to be a special case of the former, in which the circular arc has an infinite radius.

Using such an algorithm, measurements used for the evaluation of 3D positions of points determined the length of the arc of the borehole, i.e. the length of the arc L_{JK} of the true circle c_{JK} for two successive points. The premise of such an approach was that when the coordinate starting point of a borehole is known and the position of the successive point is unknown, it is possible to evaluate the position of the unknown point using its pairing with the known point. Following this, the unknown point, which is now known, is algorithmically treated as the starting point had been, and, based on measurement vectors

in that point, the coordinates of each successive point are determined. In the article, only one algorithm, using vector $\mathbf{T} = \overline{JK}$ and true c_i and unit c_i circles, was presented, although there are other algorithms, based on positioning vectors \mathbf{J} of point J , measurement vector \mathbf{a}_j at point J and measurement vector \mathbf{a}_K at point K , that could also have been used to evaluate the positioning vector \mathbf{K} of point K . The algorithm ensures that all position vectors of every one of the points in the borehole are evaluated, as opposed to those of the final points only. It also ensures that there is a degree of accuracy not only when measuring within the borehole, but also when positioning the starting point within the borehole.

The model of the borehole can be expanded, so that a part of its curve is represented by either an arc or a chord, depending on what is more desirable for visualization, as due to the negligible length of a part of the curve in comparison to the entire curve, it is not important whether any part of the curve is represented with the aid of an arc or chord. There is also a possibility of the model being upgraded to a point–arc–point–arc model. It is not as important to explore rough or systematic errors in connection to the algorithm, aside from noting the approximation of an empirical curve of a borehole by a circular arc is systematic error with a negligible effect, but it is important to explore how coincidental errors have an effect upon evaluating the accuracy of positions of points within a borehole. It also isn't as important to know the practical details behind the theoretical approach of the article, but it is perhaps worth noting that all practical calculations mentioned in the article have been carried out in Microsoft Excel, using specially developed UDFs, with all the Excel and AddIn files being accessible through links in the bibliography.

References:

- Nguzen, J.P. (1996). *Drilling, Oil and Gas Field Development Techniques*, Paris: Editions Technip.
- Deep log inclination measurements Ormoz–1g (2005). Lendava: Nafta Geoterm.
- Strang, G., Borre K. (1997). *Linear Algebra, Geodesy and GPS*. Aalborg: Aalborg University and Wellesley–Cambridge Press, pp. 319–329.
- Rošar, R. (2008). *Using Directional Drilling to Research Oil, Gas and Geothermal Energie*. Graduation Thesis. Ljubljana: Faculty of Natural Sciences and Engineering
- Nagode, A., Klančnik, G., Bizjak, M., Kovačević, D., Kosec, B., Dervarič, E., Zorc, B., Kosec, L. (2013). *Structural and Thermodynamic Analysis of Whiskers on the Surface of Grey Cast Iron*. *Metallurgija*, 51 (1), 11–14.
- Sovič, N., Vižintin, G., Lapajne, V., Veselič, M. (2007). *Hydrological Effect on the Chemical Status of Groundwater*. *Acta chim. slov.* 54, 735–743.

Vukelič Ž., Vulič M. (2014). *Evaluation of 3D positions and the positional accuracy of points within a borehole*. *Geodetski vestnik*, 58 (2): 327–341.

Assist. Prof. Željko Vukelič, Ph.D.
 University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering
 Aškerčeva cesta 12
 SI-1000 Ljubljana, Slovenia
 e-mail: zeljko.vukelic@ntf.uni-lj.si

Assoc. Prof. Milivoj Vulič, Ph.D.
 University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering
 Aškerčeva cesta 12
 SI-1000 Ljubljana, Slovenia
 e-mail: milivoj.vulic@guest.ames.si

KDO JE TO NARRREDIL? WHO HAS DONE ZIS? EH ... EEE ... ŠVICARJI. THE SWISS.

Joc Triglav

1 UVOD

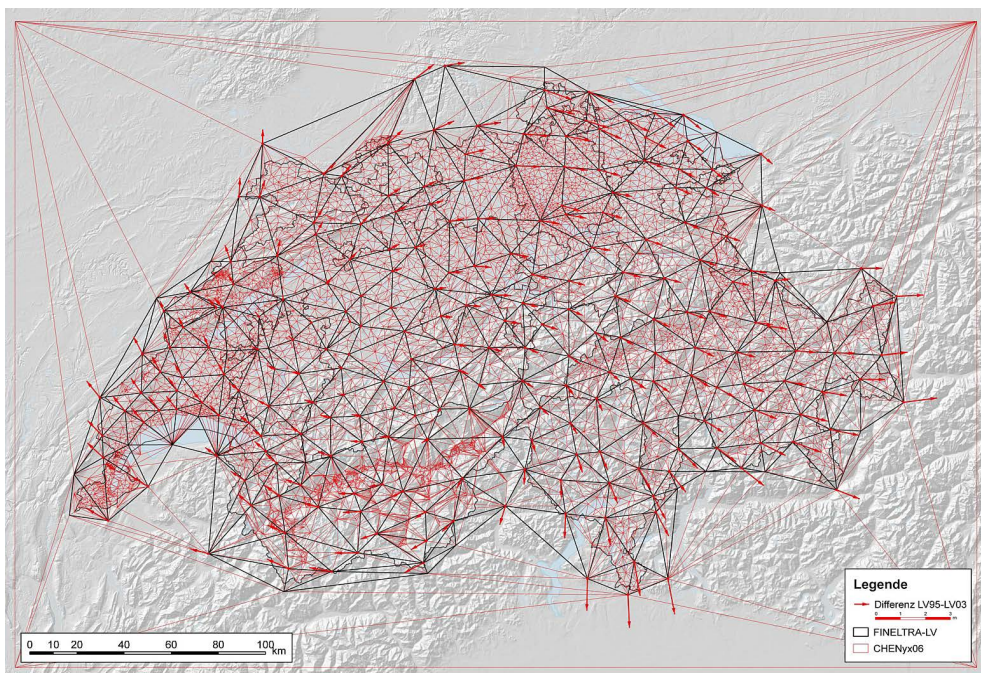
Nikar se ne čudite, da je zdaj še Geodetski vestnik začel delati reklamo za švicarske bombone Ricola. Naslov članka je le pripravno izhodišče za kratek prispevek na temo možnega sistematičnega pristopa k oceni kakovosti transformacije koordinatnih sistemov v Sloveniji iz sistema D48/GK v D96/TM oziroma iz Gauß-Krügerjevega sistema v ETRS, kot pogosto rečemo v vsakdanjih debatah med geodeti. Švicarji so namreč to oceno za območje svoje države pred leti že naredili, in sicer tako, da so izdelali empirično karto točnosti. V nadaljevanju bo švicarski pristop ponazorjen s slikovno podprtimi opisi, iz katerih bo po mojem prepričanju mogoče razbrati, da lahko podoben pristop ob predhodno izvedenih ciljnih dopolnilnih geodetskih meritvah na sedanjih trigonometričnih in navezovalnih točkah obstoječega sistema D48/GK koristno uporabimo tudi v Sloveniji.

2 ŠVICARSKI PRISTOP

V Švici so z državno geodetsko izmero 1995 (nem. *Landesvermessung 1995, LV95*) zveznega urada za topografijo *swisstopo* (v nadaljevanju: *swisstopo*) s satelitskimi meritvami GNSS vzpostavili nov geodetski referenčni sestav visoke točnosti, na podlagi katerega lahko kakovostno uporabljajo vse prednosti tehnologije GNSS in se enostavno povezujejo v evropski geodetski referenčni sestav. Novi sestav LV95 bo predvidoma naslednje leto nadomestil obstoječi uradni geodetski sestav LV03 (nem. *Landesvermessung 1903*).

Prehoda iz enega v drugi sistem na ravni države seveda ni mogoče izvesti čez noč, saj so za to potrebna matematična in programska orodja, ki omogočajo vzporedno uporabo obeh sistemov in obojestransko medsebojno povratno enolično transformacijo. Za prehod iz starega geodetskega sestava LV03 v novi sestav LV95 je treba izvesti transformacijo sestavov na podlagi geodetskih točk, ki so izmerjene in imajo znane koordinate v obeh geodetskih sestavih. V ta namen so v Švici uporabili program *FINELTRA* za povratno enolično afino odsekoma zvezno trikotniško transformacijo, ki so ga leta 1995 po naročilu urada *swisstopo* razvili na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo IGP (nem. *Institut für Geodäsie und Photogrammetrie*) na univerzi ETH v Zürichu. Program zagotavlja afino (linearno) transformacijo po metodi končnih elementov (tj. trikotnikov). Osnovna zamisel je bila, da za potrebe transformacije območje države prekrijejo z zvezno mrežo trikotnikov, med katerimi ni lukenj ali prekrivanj. Ogljšča trikotnikov so geodetske točke z znanimi koordinatami v obeh koordinatnih sistemih. V izhodiščni verziji so bile

za oglišča trikotnikov izbrane državne triangulacijske točke 1. in 2. reda. (Op. p.: definiciji oziroma vzpostavitvi mreže trikotnikov je treba v praksi nameniti posebno strokovno pozornost, vendar ta tema ni predmet tega članka, ki je zgolj informativen.) Za vsak tak trikotnik v mreži linearna transformacija koordinat zagotavlja, da se v obeh sistemih znane točke oglišč trikotnikov preslikajo točno ena v drugo. Tako vzpostavljena afineteta je uporabljena za vse točke znotraj in na obodu vsakega trikotnika. Najprej so koordinate oglišč določili z meritvami GNSS v koordinatnem sestavu LV95, nato pa so veljavne koordinate v koordinatnem sestavu LV03 transformirali v novi koordinatni sestav LV95 z uporabo algoritma *FINELTRA* uradne državne afine odsekom zvezne trikotniške transformacije. Program izvaja transformacijo po posameznih točkah, za katere najprej z matematično analizo koordinat v starem sistemu ugotovi, v katerem trikotniku mreže posamezna točka leži, in jo nato transformira v novi koordinatni sistem s transformacijskimi parametri tistega trikotnika. Program pa omogoča tudi naknadno lokalno izboljšavo transformacije na podlagi zgoščevanja transformacijskih točk na območjih, kjer se izvajajo zgostitve točk z novimi meritvami v novem geodetskem sistemu. Predmet transformacije so samo ravninske koordinate, višine transformiranih točk se s to transformacijo ne spremenijo.



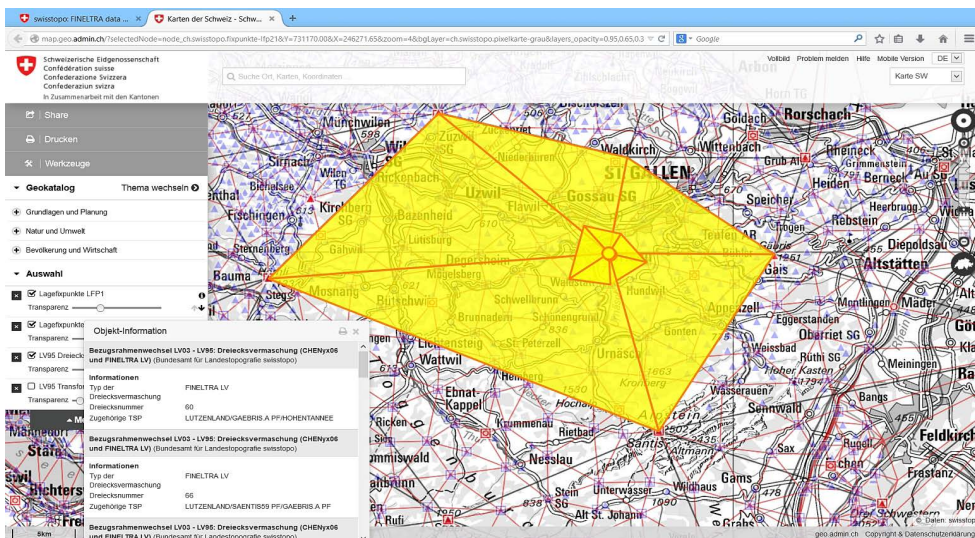
Slika 1: Osnovna trikotniška mreža *FINELTRA-LV* (v črni barvi) in zgoščena trikotniška mreža *CHENyx06* (v rdeči barvi) za transformacijo med sestavoma LV03 in LV95. V ogliščih trikotnikov *FINELTRA-LV* so prikazani tudi vektorji razlik med obema sestavoma (vir: swisstopo, 2014).

»Op. ur.: Vse slike v članku so v barvah dostopne v spletni različici Geodetskega vestnika www.geodetski-vestnik.com.«

Da ne bomo ostali pri suhoparnem opisovanju, si za lažjo predstavo ponazorimo opisano transformacijo in oceno njene točnosti z nekaj slikami. Na sliki 1 je trikotniška mreža *FINELTRA-LV* na ravni državne geodetske izmere 1995 vidna v črni barvi. Trikotniška mreža je bila določena in vzpostavljena v 90. letih

prejšnjega stoletja za potrebe transformacij geoprostorskih podatkov iz sestava LV03 v LV95 in obratno s točnostjo približno en decimeter. V zadnjih letih je bila ta trikotniška mreža po kantonih sistematično zgoščena in v okviru urada *swisstopo* na ravni države združena v enotno bazo podatkov z imenom CHE-Nyx06. Z uporabo trikotniške mreže CHENyx06 je mogoče geoprostorske podatke iz sestava LV03 v LV95 in obratno transformirati v povprečju s točnostjo približno dva centimetra.

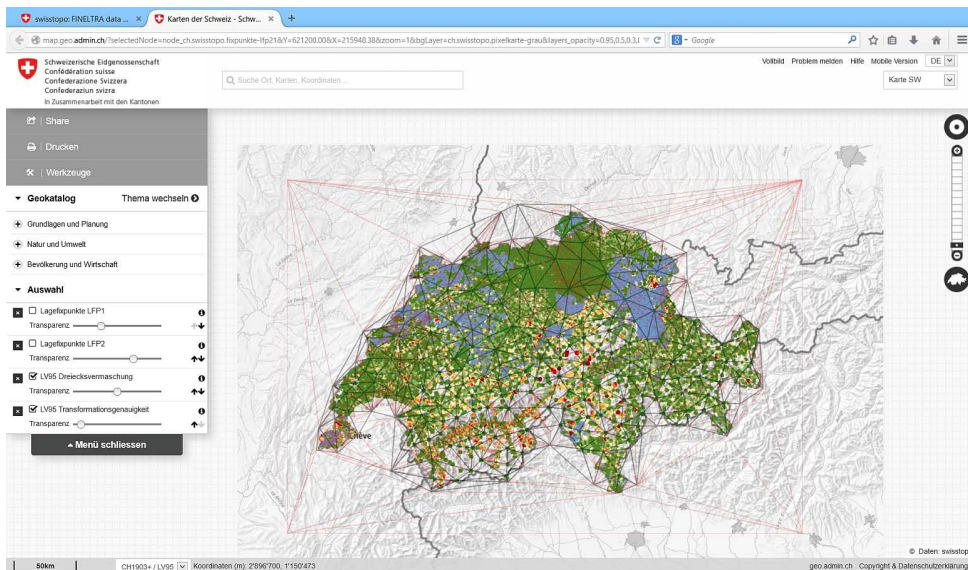
Sliko trikotniške mreže (slika 1) si lahko поблиže ogledamo s spletno rešitvijo *swisstopo Geokatalog*. Na sliki 2 je primer takega vpogleda, ki je s poljubnim povečevanjem in pomanjševanjem merila prikaza ter premikanjem po karti mogoč za vsak trikotnik v mreži. Vrsta in podrobnost vsebine kartografske podlage se glede na merilo prikaza ustrezno spreminjata. Mogoče pa je tudi izbirati sloje prikaza in njihov vrstni red.



Slika 2: Spletni vpogled v trikotniško mrežo na območju v okolici kraja St. Gallen. Prikazani so trikotniki mreže FINELTRA-LV (večji trikotniki, v ozadju v črni barvi) in zgoščena trikotniška mreža CHENyx06 (manjši trikotniki, v ozadju v rdeči barvi) s primerom vpogleda v objekte podatke trikotnikov, iz katerega so poleg vrste trikotnika razvidne številke trikotnikov ter oznake geodetskih točk v ogliščih trikotnikov (vir: Geokatalog, map.geo.admin.ch).

Zelo koristna in v praksi uporabna je naslednja možnost vpogleda v spletno aplikacijo *Geokatalog*. Iz grafičnega prikaza na karti točnosti (slika 3) je mogoče oceniti, s kakšno točnostjo je mogoče s transformacijo izvesti zamenjavo koordinatnega sestava LV03 v sestav LV95 in s tem posredno tudi vključitev v mednarodne koordinatne sisteme, kot je WGS84 ali ETRS89. Uporabnikom švicarske države položajne službe satelitskega sistema *swipos* in transformacije *FINELTRA* v realnem času daje empirična karta točnosti dodatno informacijo, kje je z GNSS-meritvami tudi v trenutno veljavnem koordinatnem sestavu LV03 mogoče doseči centimetrovsko točnost (brez uporabe lokalnih transformacijskih vklopov). Švicarska državna geodetska služba je za interpretacijo empirične karte točnosti in uporabo v geodetskih postopkih izdala pojasnila ter diagram poteka z odločitvami glede možnosti uporabe.

Iz empirične karte točnosti je mogoče oceniti točnost podatkov GNSS, izmerjenih na primer z uporabo švicarske uradne položajne storitve *swipos*, v sestavu LV03 (z uporabo *FINELTRA* v realnem času) ali LV95 v primerjavi z referenčno državno izmero ali katastrskimi podatki.



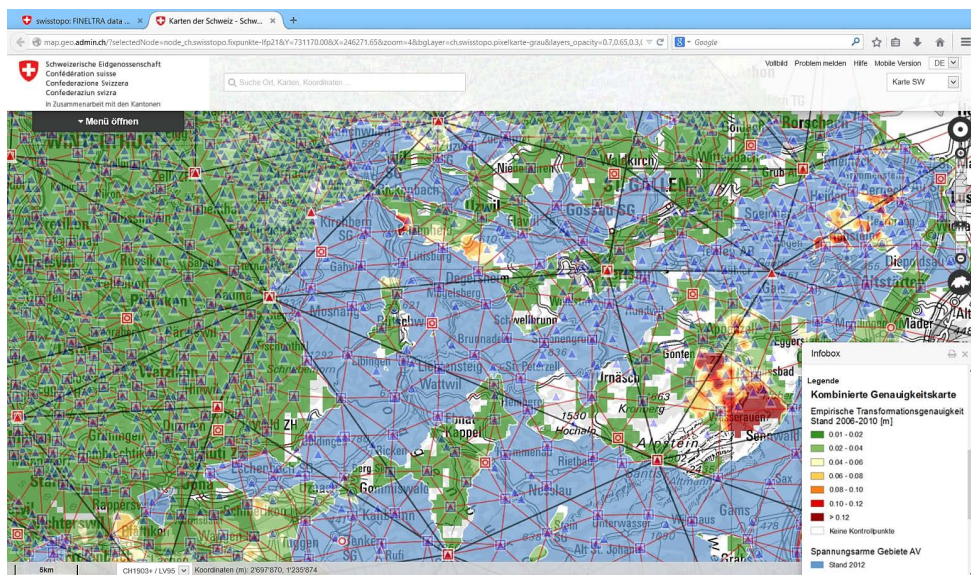
Slika 3: Empirična karta točnosti CHENyx06 za zamenjavo koordinatnega starega sestava LV03 v novi sestav LV95 prikazuje razlike med merjenimi in transformiranimi koordinatami. Večja intenzivnost barv pomeni manjšo točnost transformacije (vir: Geokatalog, map.geo.admin.ch).

Tudi to karto si bomo za lažje razumevanje поблиže ogledali (slika 4). Informacije za ta empirični prikaz točnosti so iz dveh virov. Kantonalne geodetske službe so analitično določile območja majhnih popačenj (nem. *Spannungsarme Gebiete AV*), za katera so ob upoštevanju uradno predpisanih položajnih kriterijev ugotovile visoko stopnjo položajne kakovosti do ravni mejnih točk in situacijskih točk detajla na območjih občin. Na teh območjih je mogoče zagotavljati geoprostorske podatke z neposrednimi merskimi metodami GNSS brez lokalnih izravnjav, ker je zagotovljeno točno georeferenciranje iz katastrskih in drugih referenčnih podatkov v sestavih LV03 in LV95.

Drugi vir za to karto so izračuni točnosti transformacij, ki jih je *swisstopo* empirično izračunal leta 2006 tako rekoč za celotno Švico v okviru določitve dopolnilne trikotniške mreže CHENyx06. Karta točnosti je bila izračunana iz približno 6000 transformacijskih točk (oglišč trikotnikov), večinoma na državni (LFP1) in kantonalni ravni (LFP2), razporejenih čez celotno Švico skupaj s skoraj 45.000 kontrolnimi točkami z znanimi pari koordinat v sestavih LV03 in LV95. Rezultati odstopanj so bili interpolirani z uteženimi sredinami, večinoma s podatki, ki so jih v procesu vzpostavljanja transformacijske mreže točk zagotovile geodetske službe kantonov. Karta točnosti je bila izdelana iz podatkov tako, da je bila vzpostavljena kvadratna mreža celic (grid) s stranicami 500 metrov čez celotno območje Švice. Za vsako mrežno celico je bila izračunana srednja vrednost točnosti iz petih najbližjih sosednjih točk, ki od središča celice niso oddaljene več kot 1,5 kilometra. Utež za vsako točko je bila določena obratnosorazmerno s kvadratom njene oddaljenosti od središča celice ($1/D^2$).

Kakovost interpolacije je odvisna od razporeditve in točnosti izmerjenih kontrolnih točk ter njihove čim večje reprezentativnosti. Čeprav je vse podatke preveril urad *swisstopo*, se v posameznih primerih lahko pojavijo lokalna odstopanja na točkah detajla ali mejnih točkah. *swisstopo* torej ne more jamčiti, da je

dejanska točnost enaka interpolirani točnosti. Seveda pa je treba pri meritvi upoštevati, da je položajna točnost meritev GNSS odvisna tudi od razporeditve satelitov ter drugih pogojev in vplivov na opazovanja.

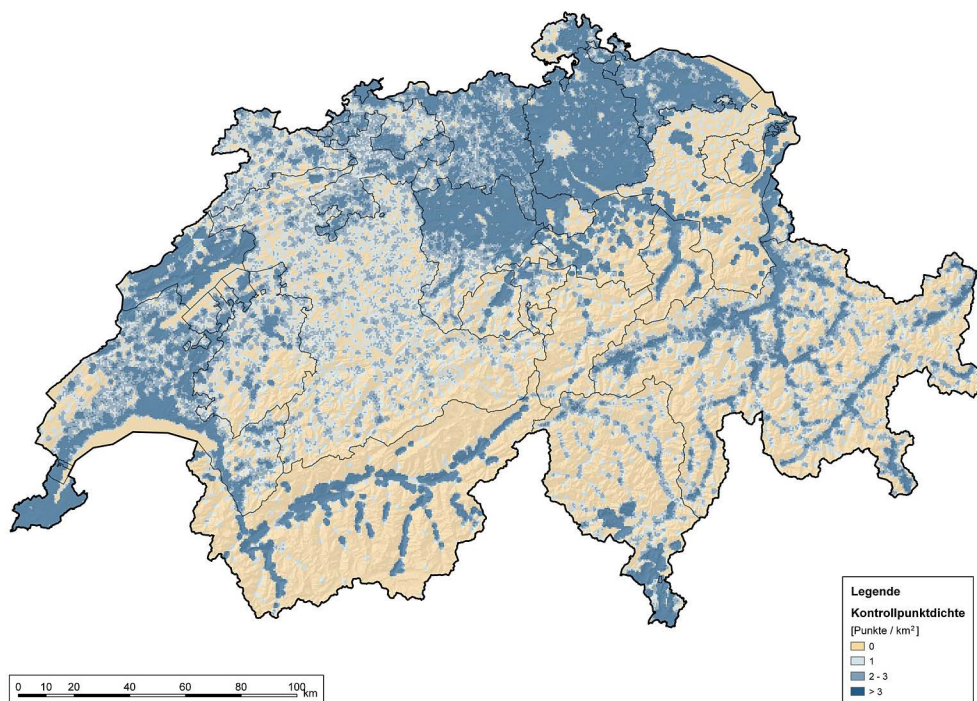


Slika 4: Spletni vpogled v empirično karto točnosti na območju v okolici kraja St. Gallen (enako območje kot na sliki 2). Z modro barvo so prikazana kakovostna območja majhnih popačenj, ki so jih analitično določile kantonalne geodetske službe. Stopnje popačenj zunaj teh območij so prikazane z barvno lestvico od 1–2 centimetrov (zelena) do več kot 12 centimetrov (rdeča). Belo obarvana so območja brez kontrolnih točk (vir: Geokatalog, map.geo.admin.ch).

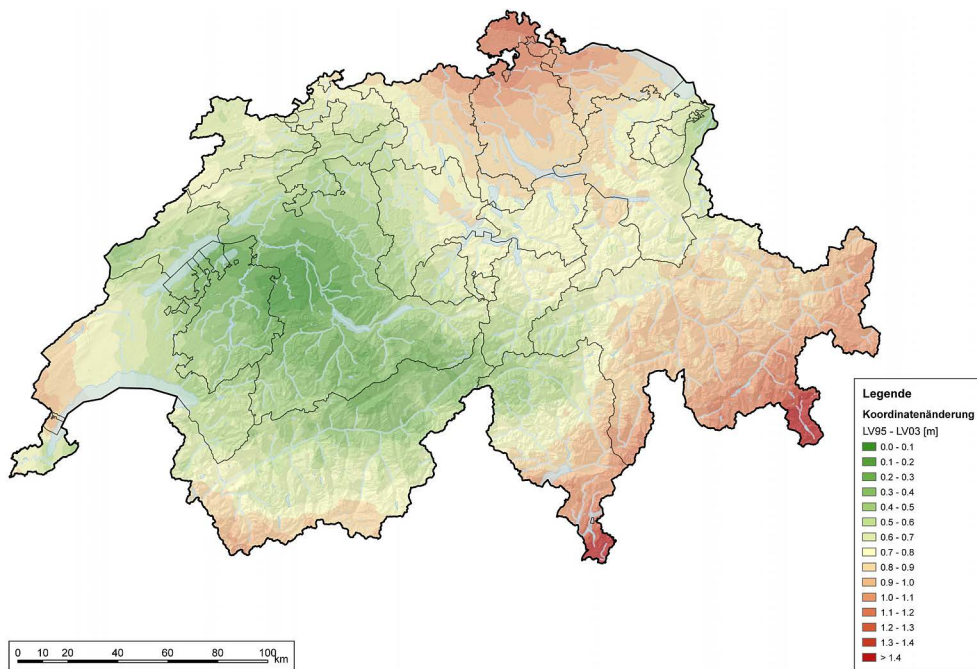
Na podlagi te karte točnosti je mogoče oceniti območja zunaj območij majhnih popačenj, kjer je mogoče z meritvami GNSS doseči centimetrsko točnost (brez lokalnih izravnav). Vendar ta karta ne zagotavlja, da je točnost res taka, posebej to velja za področje zemljiškega katastra oziroma katastrske meritve. Na področju katastrskih meritev je lokalno izravnavo treba izvesti pri vsaki katastrski terenski meritvi, razen ko je mogoče na podlagi meritev dodatnih kontrolnih točk potrditi, da trud z lokalno izravnavo ne vpliva pomembno na točnost.

Zanimiv in pomemben je tudi podatek o prostorski razporeditvi kontrolnih točk, na podlagi katerih je bila določena empirična točnost transformacije. Iz karte na sliki 5 je z odtenki sive in modre barve razvidna razporeditev območij, kjer je bilo določeno veliko število kontrolnih točk in območij z manjšim številom določenih točk. Kolikor višja je gostota kontrolnih točk, toliko boljša je informacija o empirični točnosti transformacije med sestavoma LV03 in LV95. Na območjih v svetlo rjavi barvi kontrolne točke niso bile določene, zato za ta območja tudi ni bilo mogoče izdelati ocene o empirični točnosti transformacije.

Za konec si pogledjmo še karto s prikazom spremembe koordinat med starim koordinatnim sestavom LV03 in novim koordinatnim sestavom LV95. Na karti na sliki 6 so spremembe koordinat prikazane s prikazom položajnega popačenja v sestavu LV03 relativno glede na astronomski observatorij Zimmerwald pri Bernu. Največje spremembe koordinat v velikosti približno 1,5 metra nastopajo v južnem predelu kantonov Tessin in Puschlav. V okolici Berna so razlike v skladu s pričakovanji najmanjše, saj imata tako sestav LV03 kot LV95 izhodišče v stari astronomski opazovalnici Bern. Razlike sistematičnega premika



Slika 5: Karta gostote transformacijskih kontrolnih točk na kvadratni kilometer (vir: swisstopo, 2014).



Slika 6: Karta koordinatnih sprememb s prikazom položajnega popačenja v starem sestavu LV03 relativno glede na Zimmerwald pri Bernu (vir: swisstopo, 2014).

koordinat ($\Delta E = + 2000$ km, $\Delta N = + 1000$ km) v sestavu LV95 zaradi enostavnega razločevanja med koordinatami v obeh sestavih (na primer izhodiščne koordinate LV03: 600.000, 200.000 in LV95: 2.600.000, 1.200.000) so za potrebe tega grafičnega prikaza eliminirane.

3 IN KDO BO TO ŠE NARRREDIL? EEE ... SLOVENCİ.

Švicarski geodeti so v svoje dokumente zapisali, da sta kakovostna izvedba transformacije koordinatnih sistemov in prehoda na nov koordinatni sistem nalogi, ki sta po pomembnosti enakovredna temeljni geodetski izmeri pred stoletjem. To enako velja za nas slovenske geodete. Kot vemo, podobna naloga, kot so jo pred leti izvedli švicarski geodeti, v zelo bližnji prihodnosti čaka tudi slovenske geodete. To delo mora slovenska geodetska služba zase in za potrebe vseh uporabnikov naših podatkov opraviti prednostno, saj gre za temeljno geoprostorsko infrastrukturo države. Seveda ni mogoče zahtevati od nas, da jo izvedemo povsem enako kot Švicarji. Lahko pa se iz njihovega pristopa in izkušenj veliko naučimo ter jih koristno uporabimo za slovenske potrebe.

Predvsem pa je skrajni čas, da se geodeti kot pristojna služba te naloge res intenzivno lotimo. Podprimo strokovnjake na Oddelku za geodezijo pri UL FGG, Geodetskem inštitutu Slovenije in Geodetski upravi RS, uporabimo njihovo bogato znanje ter upoštevajmo njihove kadrovske, časovne in finančne potrebe za kakovostno izvedbo te zahtevne naloge!

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

Območna geodetska uprava Murska Sobota

Slomškova ulica 19

SI-9000 Murska Sobota

e-naslov: joc.triglav@gov.si

LASERSKO SKENIRANJE SLOVENIJE LASER SCANNING IN SLOVENIA

Borut Pegan Žvokelj, Vasja Bric, Mihaela Triglav Čekada

Namen projekta Lasersko skeniranje Slovenije (LSS) je pridobiti podatke laserskega skeniranja za celotno območje države in več uporabnih izdelkov na njihovi podlagi. Projekt poteka v okviru naloge, s katero bo Ministrstvo za kmetijstvo in okolje Republike Slovenije vzpostavilo pogoje, ki bodo dolgoročno zmanjševali negativne posledice nesistemske podatkovne in informacijske infrastrukture na področju upravljanja voda.

Večina Slovenije se skenira z gostoto 5 točk/m² (prvi odboj), visokogorje in območja velikih gozdov pa z gostoto 2 točki/m² (glej skico). Nekatera območja večje poplavne ogroženosti in zemeljskih plazov se skenirajo z gostoto 10 točk/m². Tam se izvaja tudi aerofotografiranje.

Začetek LSS sega v leto 2011. Za dve večji območji z gostoto 5 točk/m² (glej skico) so bili prevzeti podatki in izdelki laserskega skeniranja, zato nista predvideni za ponovno skeniranje. Takrat so bila skenirana, aerofotografirana in predana tudi štiri manjša poplavno ogrožena območja (Ljubljansko barje, dva dela Savinje in del Dravinje) z gostoto 10 točk/m². LSS je bilo spomladi 2012 prekinjeno, ker izvajalec ni izpolnjeval pogodbenih obveznosti.

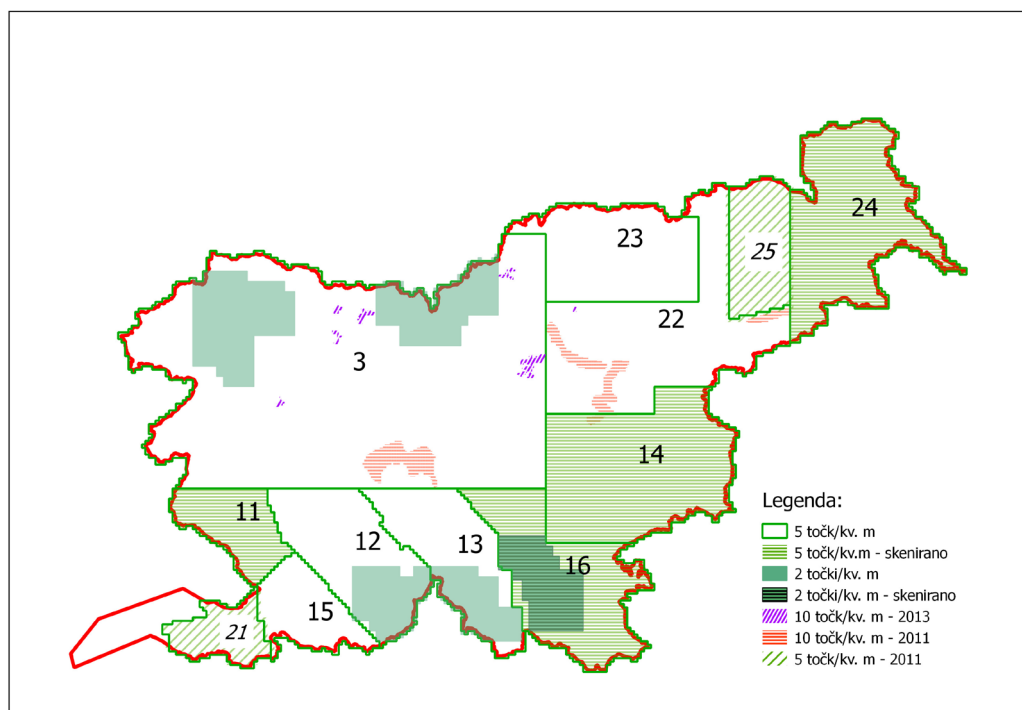
Leta 2013 je bil objavljen nov razpis za lasersko skeniranje Slovenije z gostoto 5 točk/m² in 2 točki/m² ter razpis laserskega skeniranja in aerofotografiranja z gostoto 10 točk/m². Ponovljena javna razpisa sta bila izvedena v dveh korakih, in sicer so bili najprej izbrani kompetentni izvajalci. Sledili so natečaji za:

- lasersko skeniranje na območjih z gostoto 5 točk/m² in gostoto 2 točki/m² za tri podobmočja, ki sovpadajo z letnimi območji triletnega Cikličnega aerofotografiranja Slovenije (CAS), ki se bo v letu 2014 izvedlo v celoti;
- lasersko snemanje in aerofotografiranje na območjih z gostoto 10 točk/m² za sedem manjših območji (Cerkno, Kropa in Kamna Gorica, Begunje, Tržič, Črna, Hrastovec in Vransko), glej skico.

Na obeh natečajih je bil najugodnejši ponudnik podjetje Flycom, d. o. o. Območji 1 (južni del) in 2 (severovzhodni del) sta razdeljeni na bloke, ki, podobno kot fotogrametrični bloki za CAS, tvorijo sklenjene enote laserskega skeniranja (glej skico). Razporeditev in velikost blokov je prilagojena razgibanosti terena. Za območje 3 bo razdelitev izvedena v naslednjih tednih.

Osnovne zahteve za izvedbo laserskega skeniranja so: neolistanost, odsotnost snežne odeje, nepoplavljenost

območij in primerno vreme. Zahtevana planimetrična točnost v koordinatnem referenčnem sistemu D96/TM je $\pm 0,30$ m (RMSE, 1 sigma), točnost (elipsoidnih) višin pa $\pm 0,15$ m (RMSE, 1 sigma). Osnovni izdelki projekta LSS so: georeferenciran oblak točk (GOT) z elipsoidnimi višinami, georeferenciran in klasificiran oblak točk (GKOT) z nadmorskimi višinami, oblak točk reliefa (OTR), digitalni model reliefa z mrežno celico velikosti 1 m (DMR1) in podobe analitičnega senčenja (PAS), izdelanega iz DMR1. Zadnji štiri izdelki bodo transformirani tudi v D48/GK in bodo vsebovali nadmorske višine. Na območjih z gostoto snemanja 10 točk/m² so izdelani tudi ortofoti.



Slika 1: Skica izvedbe projekta Lasersko skeniranje Slovenije v maju 2014.

GOT je originalno zajet oblak točk, kjer je neposredno georeferenciranje po potrebi popravljeno z izravnavo med pasovi, ki se delno prekrivajo, in z upoštevanjem oslonilnih ploskev (streh zgradb), določenih na podlagi terenskih meritev. Pasovi so razrezani na manjše dele, tako da je velikost datotek v naslednjih procesih lažje obvladljiva. GKOT je razrezan na liste velikosti 1 km², višine točk so transformirane v nadmorske. Izdelek je klasificiran v standardne razrede, kot so: teren, nizka, srednja in visoka vegetacija ter stavbe. OTR so originalne točke z nadmorskimi višinami, in sicer le tiste, ki so bile klasificirane v razred reliefa. DMR1 pa je sloj, kjer se točke OTR interpolirajo v pravilno mrežo 1 m × 1 m, in je zapisan v ASCII-obliki, medtem ko so vsi prej navedeni izdelki zapisni v binarni obliki LAS. Na voljo je še podoba analitičnega senčenja, izdelana iz DMR1, ki pokriva površino 5 km × 5 km ter je namenjena predvsem pregledu kakovosti DMR1 in iskanju morebitnih grobih napak med obdelavo, kot končni izdelek pa se lahko uporabi za različne vizualne preglede in kot kartografska podlaga.

Uporabnost izdelkov LSS je zelo široka in raznovrstna. Digitalni model reliefa se bo zgostil z dosedanje

petmetrske na enometriško velikost mrežne celice. Pomembno se bo izboljšala tudi višinska točnost modela, s čimer se bo povečala uporabnost za izdelavo natančnejših topografskih načrtov in torej protipoplavnih ter vseh drugih načrtov, kjer je zahtevana visoka višinska točnost. Omogočene bodo detajlne geomorfološke analize po celotnem ozemlju države, zaradi skeniranja v času neolistanosti in uporabe srednje velike gostote pa se bo tudi v gozdovih mogoče razkrila kakšna terenska oblika, ki je bila do sedaj skrita. DMR1 bo takoj uporaben v naslednjih državnih projektih: pri zajemu vodnih zemljišč, zaradi katerega je bil projekt LSS sploh zasnovan, za izdelavo ortofota v okviru projekta CAS, posredno pa bo vplival na vse uporabnike tako izdelanega ortofota.

Dokončana sta dva bloka z gostoto 5 točk/m² iz leta 2011 (bloka 21 in 25) ter 11 poplavno ogroženih območji, kjer je gostota 10 točk/m², od katerih so bila štiri dokončana v letu 2011 in sedem v letu 2013 (slika 1). Letos spomladi so bili skenirani štiri večji bloki z gostoto 5 točk/m², ki so na skici označeni s številkami 11, 14, 16 in 24. V okviru bloka številka 16 je skenirano eno od predvidenih štirih podobmočij z gostoto 2 točki/m². Izdelki laserskega skeniranja bodo predvidoma pripravljene do letošnje jeseni.

Na preostalih območjih z gostoto 5 točk/m² in 2 točki/m² bomo skeniranje nadaljevali letos jeseni, ko bo listje odpadlo, in ga končali spomladi 2015, ko se bodo poplavljeni območja osušila in se bo snežna odeja stopila tudi v visokogorju. LSS bo predvidoma dokončano v drugi polovici leta 2015, ko bodo podatki laserskega snemanja tudi obdelani in bodo na voljo vsi predvideni izdelki.

mag. Borut Pegan Žvokelj, univ. dipl. inž. geod., mag. Vasja Bric, univ. dipl. inž. geod., dr. Mihaela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: borut.pegan-zvokelj@gis.si, vasja.bric@gis.si, mihaela.triglav@gis.si

MOČ THE POWER OF 3D 3D-GEOVIZUALIZACIJE GEOVISUALIZATION

Matevž Domajnko

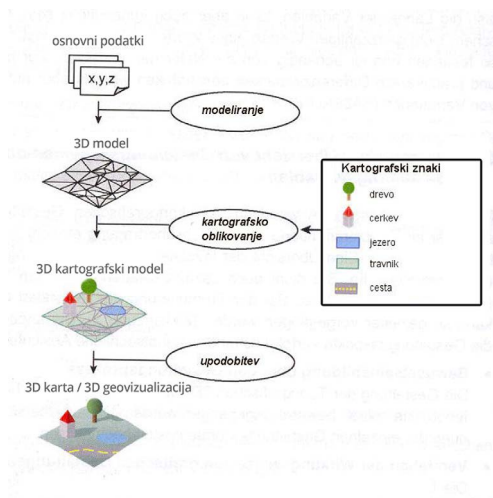
1 UVOD

Geovizualizacija je, kot nakazuje že samo ime, geografska vizualizacija. MacEachren in Kraak (2001) sta jo opredelila kot »integracijo pristopov iz kartografije, vizualizacij v znanstvenem računalništvu, slikovne analize, vizualizacije informacij, raziskovalne analize podatkov in geografskih informacijskih sistemov z namenom zagotovitve teorije, metod in orodij za vizualno raziskovanje, analize, sinteze ter predstavitev prostorskih podatkov«. Od tradicionalnih kartografskih izdelkov se geovizualizacije razlikujejo predvsem po cilju, načinih oblikovanja in možnostih uporabe. Tradicionalna kartografija se ukvarja s statičnimi kartami, katerih namen je prikaz zemeljskega površja na pomanjšan, posplošen, pogojno definiran in pojasnjen način, ter omogoča le malo interakcije med uporabnikom in karto. Geovizualizacije na drugi strani omogočajo nove možnosti za vizualno raziskovanje prostorskih podatkov na podlagi interaktivnosti, dinamičnosti in upodobitve podatkov v treh razsežnostih (3D). Zaradi naštetega je zagotovljeno bolj intuitivno in učinkovito pridobivanje informacij o prostoru in izboljšano odločanje v okolju. S tehnološkega vidika sta za učinkovit prenos informacij do uporabnika pomembna predvsem medij za upodobitev prostorskih podatkov ter uporabniški vmesnik za interakcijo med človekom in računalnikom. Najvišjo stopnjo intuitivnosti pri zaznavanju informacij zagotavlja navidezna resničnost, pri kateri se kot uporabniški vmesnik uporabljajo senzorji za sledenje gibanja, kot medij za prikazovanje pa posebna oprema za 3D upodobitev.

V prispevku predstavljamo geovizualizacije, ki upodabljajo tri prostorske razsežnosti ter pri katerih se kot medij za prikaz prostorskih podatkov uporablja računalniški zaslon, kot interaktivni uporabniški vmesnik pa miška oziroma tipkovnica. Najprej je opisan postopek izdelave 3D-geovizualizacij, nato je opredeljena delitev glede na grafični slog, ki ga določa stopnja abstrakcije. Sledi predstavitev različnih vrst 3D-geovizualizacij (od statičnih do interaktivnih in dinamičnih), ki so bile izdelane za turistične namene oziroma kot podpora pri okoljskem odločanju.

2 POSTOPEK IZDELAVE 3D-GEOVIZUALIZACIJ

Postopek izdelave 3D-geovizualizacije je ne glede na uporabljene prostorske podatke, programsko opremo, vrsto in obliko končne vizualizacije v osnovi vedno enak. S slike 1 lahko razberemo, da je sestavljen iz treh osnovnih korakov, ki so opisani v nadaljevanju.



Slika 1: Postopek izdelave 3D-geovizualizacije (Haberling, 2003).

Osnovni prostorski podatki se v postopku modeliranja pretvorijo v ustrezno obliko in podatkovno strukturo. Priporočljivo je tudi, da vse prostorske podatke transformiramo v isti koordinatni sistem, s čimer se lažje razvrstijo v georeferenciran 3D-model. Bistven vhodni podatek za vsako 3D-geovizualizacijo je digitalni model višin (DMV), ki ga pridobimo za poljubno geografsko območje ali izdelamo na podlagi plastinc oziroma originalnih meritev. Podatki o višinah se uporabljajo za zaznavanje lastnosti terena in jih lahko dodatno poudarimo s tako imenovanim nadvišanjem (merilo v vertikalni smeri je večje kot v horizontalni smeri). Na DMV se nato nanesejo drugi ustrezno pripravljene podatki v vektorski ali rastrski obliki. S tem dobimo 3D-model, ki opisuje geometrijo in položaj objektov oziroma elementov v prostoru. Nato se je treba odločiti za grafični slog končne geovizualizacije, od katerega je odvisen postopek kartografskega oblikovanja (stopnja generalizacije, abstrahiranje objektov in način njihovega oblikovanja). Tako nastane 3D-kartografski model, ki ga je mogoče uporabiti za izdelavo različnih vrst 3D-geovizualizacij.

Vizualna podoba se doseže v zadnjem koraku – upodobitvi, kjer se modeliran in oblikovan 3D-kartografski model upodobi na predviden medij. Upodobitev lahko naknadno grafično obdelamo, dodamo različne informacije oziroma vsebine (napise, slike, povezave) in interaktivne možnosti (približevanje, premikanje, vrtenje).

3 GRAFIČNI SLOG 3D-GEOVIZUALIZACIJ

Privlačnost fotorealističnega sloga predstavitve 3D-modelov se je iz računalniške grafike preselila na druga področja. Razvoj tehnologije in algoritmov za upodabljanje kompleksnih digitalnih modelov višin in velike količine drugih prostorskih podatkov je omogočil razvoj navideznih globusov, ki simulirajo geografsko resničnost in širši javnosti omogočajo raziskovanje prostorskih podatkov. Te rešitve običajno stremijo k fotorealizmu, saj so zelo privlačne in omogočajo enostavno dojetje predstavljenih informacij (Zanola, 2009). Fotorealizem pa ni primeren za vsa področja uporabe, prav tako ne zagotavlja optimalnega prenosa informacij do uporabnika, saj z abstrakcijo in kartografsko generalizacijo lahko dosežemo bolj namensko orientirano predstavitev vizualnih informacij, ki so tudi učinkovitejše za kartografsko komunikacijo.

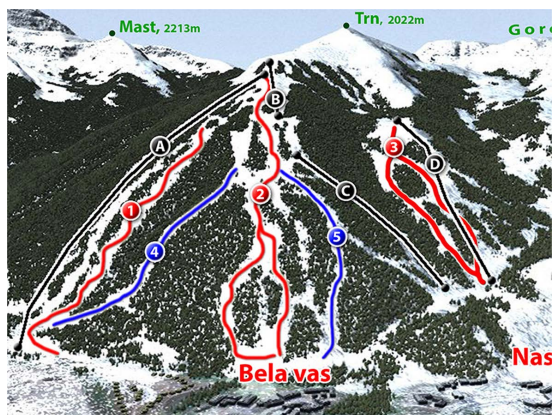
Takšne upodobitve imenujemo kartografsko orientirane 3D-geovizualizacije. Njihovo zanemarjanje je neupravičeno, saj raziskave (Domajnko et al., 2013) kažejo, da se odlično izkažejo tako pri predstavitvi urbanih območij kot pokrajin, območij zunaj urbanih središč oziroma grajenega okolja.

4 VRSTE 3D-GEOVIZUALIZACIJ IN PRIMERI

Klasifikacija geovizualizacij je, podobno kot vsaka klasifikacija, zelo nevhvalno opravilo. Težave se pojavljajo pri poimenovanju kategorij in razvrščanju v posamezne kategorije, saj je nekatere 3D-geovizualizacije neustrezno uvrstiti le v eno kategorijo. Če se osredotočimo na glavni lastnosti 3D-geovizualizacij, interaktivnost in dinamičnost, bi lahko opredelili naslednje vrste (razporejene glede na kompleksnost):

- statične 3D-geovizualizacije,
- interaktivne 3D-geovizualizacije,
- animirane 3D-geovizualizacije,
- dinamične 3D-geovizualizacije.

Statične 3D-geovizualizacije so posamezne upodobitve kartografskega 3D-modela na predviden medij, ki je običajno računalniški zaslon ali papir. Najprej se določijo parametri kamere (vidno polje, povečava, horizontalni položaj kamere, višina kamere, usmeritev pogleda, opazovana razdalja), ki računalniško generiran 3D-model projicira na predviden medij. Končna upodobitev se nato opremi z različnimi grafičnimi elementi. Tak izdelek največkrat imenujemo kar 3D-karta, zlasti če je 3D-geovizualizacija izdelana v kartografsko orientiranem grafičnem slogu. Slika 2 prikazuje statično 3D-karto smučišča v fotorealističnem grafičnem slogu.



Slika 2: Statična 3D-geovizualizacija.

Poseben primer statične 3D-geovizualizacije je panoramska karta. Izdelava vključuje posebne postopke preoblikovanja digitalnega modela reliefa in kombiniranja različnih pogledov na 3D-model, s čimer se zagotovi vidnost pomembnih naravnih oblik in značilnih antropogenih elementov pokrajine. Panoramske karte so zelo priljubljene v turizmu (slika 3a), saj so atraktivne in jasno prikazujejo pomembne značilnosti regije. Vse pogosteje se pripravljajo tudi za prikazovanje na spletu, pri čemer je pomembno, da 3D-geovizualizacije niso le statične, ampak jim dodamo tudi interaktivne možnosti. Slika 3b prikazuje primer

interaktivne panoramske karte na spletu, ki jo lahko uporabnik interaktivno raziskuje (približevanje, premikanje po karti, dostop do dodatnih informacij).



Slika 3: Statična panoramska karta (levo) in interaktivna spletna panoramska karta (desno).

Namen animiranih 3D-geovizualizacij je dinamično prikazovanje sprememb na posameznem območju ali atraktivno prikazovanje pokrajine s tako imenovanimi navideznimi preleti (angl. flyby). Spremembe na območju običajno upodobimo s fiksno kamero, kjer se v času spreminjajo le posamezni elementi v 3D-modelu. Tipičen primer je simulacija poplavljanja – slika 4.



Slika 4: Simulacija poplavljanja – trije izseki iz animacije (Malnar, 2013).

Navidezni preleti so primerni tudi za predstavitev predvidenih posegov v prostor. Širša javnost ima pogosto težave z razumevanjem tradicionalnih prostorskih načrtov, pri čemer so preleti v veliko pomoč, saj ji nazorno in razumljivo prikažejo prihodnjo podobo pokrajine. Študije (Zanola et al., 2009) kažejo, da fotorealistični preleti, ki prikazujejo pokrajino po posegih v prostor, pomembno prispevajo k zmanjšanju

negotovosti in posledično k odobravanju projektov. Na sliki 5 je izsek iz animacije predvidene vetrne elektrarne.



Slika 5: Izsek iz animacije, ki prikazuje predvideno vetrno elektrarno.

Dinamične 3D-geovizualizacije se ustvarjajo sprti, na podlagi interakcije med uporabnikom in računalnikom. Sistem temelji na računalniško generiranem 3D-navideznem okolju (v postopku izdelave je označen kot »kartografski 3D-model«), ki ustvarja upodobitev glede na zahteve uporabnika. Tipičen primer dinamične 3D-geovizualizacije je navidezni globus (npr. Google Earth), ki omogoča raziskovanje po celotnem površju Zemlje (oziroma drugih planetov).

Najvišjo stopnjo interaktivnosti in dinamičnosti prikazovanja prostorskih podatkov omogoča navidezna resničnost, pri kateri se uporabljajo senzorji za zaznavanje gibanja in stereoskopski 3D-grafični prikazovalniki. Uporabnik se »potopi« v navidezno pokrajino (slika 6) in jo zaznava, kot da bi bila »resnična«.



Slika 6: Oprema za navidezno resničnost (www.wikipedia.si).

Literatura in viri:

- Domajnko, M., Kosmatin Fras, M., Petrovič, D. (2013). Designing Interactive Environment for Examination of 3D Maps for a Mountain Map Study. Proceedings, 26th International Cartographic Conference, Dresden, Nemčija.
- Haberling, C. (2003). Topografische 3D-Karten. Doktorska disertacija. Zurich, ETH Zurich, Institut für Kartographie.
- MacEachren, A. M., Kraak, M. J. (2001). Research challenges in geovisualization. V: Cartography and geographic information science (<http://people.plan.aau.dk/~lbo/SIM/visagenda.pdf>, pridobljeno 2. 6. 2014).
- Malnar, M. (2013). Izdelava trirazsežnega modela mesta Kostanjevica na Krki in prikaz poplavljanja reke Krke. Diplomski naloga. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.
- Zanola, S., Fabrikant, S. I., in Çöltekin, A. (2009). The Effect of Realism on the Confidence in Spatial Data Quality. Proceedings, 24th International Cartography Conference, Santiago, Čile.

Matevž Domajnko, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: matevz.domajnko@fgg.uni-lj.si

NOVI GEODETSKI ZAKON THE NEW GEODETIC LAW

Jurij Režek

Državni zbor Republike Slovenije je letos sprejel novi geodetski zakon. Po 40 letih (kar je morda nekoliko nerodno izpostaviti) smo v Sloveniji sprejeli zakon, ki ureja področje osnovnega geodetskega sistema. Slednjega pa ne imenujemo več tako, temveč smo uvedli izraz »državni geodetski referenčni sistem«, okrajšano DGRS. Pojem državni geodetski referenčni sistem ima širši pomen, kar bo opisano v nadaljevanju.

1 O POTI

S sprejetjem zakona se je končala etapa na poti formalnega uvajanja skladnosti »osnovnega« geodetskega sistema z Evropo, ki se je začela leta 2003. Mejnik postavljamo, ker je bilo takrat s potrditvijo rezultatov na 32. sestanku tehnične komisije EUREF v Toledu dokončano delo v okviru slovenskih kampanj EUREF (meritev in izračunov) iz obdobja 1994–1996. Rezultati so bili formalno razglašeni kot uradni v resoluciji številka 1 podkomisije EUREF na simpoziju IAG v Toledu 7. junija 2003. Tam sva kot predstavnika Slovenije sodelovala kolega Sandi Berk kot strokovnjak in jaz kot predstavnik Geodetske uprave RS, a povsem nov na tem področju. Vsem kolegom, skupaj s pokojnim Dušanom Miškovičem, ki so z zagnanostjo in veliko vdanostjo stroki izvajali geodetsko izmero do tedaj, se moram zahvaliti v imenu vseh geodetov. Več o njihovem delu lahko preberete v članku Berka, Komadine, Marjanovića, Radovana in Stoparja, ki je bil objavljen v Geodetskem vestniku št. 47 (2003-4).

Kaj je dogodek v Toledu pomenil za takratno Geodetsko upravo RS? Tako rekoč skoraj nič, bil je spodoben strokovni dosežek, kaj več pa ne. Vsa pozornost in viri Geodetske uprave RS so bili usmerjeni v nepremičninske evidence. Medtem ko so druge države takrat že uvedle (dejansko ali tudi formalno) ali pa so uvajale nove geodetske referenčne sisteme, skladne z ESRS (evropski prostorski referenčni sistem), v Sloveniji tovrstnega programa, projekta ali usklajenih dejavnosti, katerih nosilka bi bila Geodetska uprava RS kot pristojna za to področje, tako rekoč ni bilo. Nastajala je vrsta pomembnih strokovnih gradiv, ki so jih samostojno in skupno pripravljali kolegi z Oddelka za geodezijo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter z Geodetskega inštituta Slovenije. A ta gradiva in predlogi so bili žal prevečkrat spregledani. Morda pa je prav množica strokovnih predlogov, ki so nakazovali posamezna področja delovanja geodezije, vzbujala vtis, da ni skupnega imenovalca, na podlagi katerega bi pobude in izhodišča oblikovali v strateški dokument slovenske geodezije. Prevladoval je občutek razpršenosti idej, zamisli in strokovnih predlogov.

Vzniknila je zamisel o postavitvi uradnega temelja za uvajanje evropskega koordinatnega sistema tudi v Sloveniji, na podlagi katerega bi se oblikovale posamezne dejavnosti in zagotavljala sredstva iz državnega proračuna. Tako je na predlog komisije za osnovni geodetski sistem Geodetska uprava RS pripravila gradivo z naslovom *Strategija osnovnega geodetskega sistema*, ki je vključevalo tudi predloge za dokončno in uradno odločitev o uvedbi novega državnega prostorskega koordinatnega sistema Slovenije in v katerem so bili opisani postopki, ki jih je treba opraviti do prehoda na nov državni koordinatni sistem. *Strategijo osnovnega geodetskega sistema* je jeseni 2003 potrdil strokovni kolegij geodetske uprave. Odločitev ni mogla biti vprašljiva, saj je bila močno strokovno podprta in seveda popolnoma v skladu z dogajanjem v Evropi. Dokument je bil tako posredovan pristojnemu ministru, ta pa ga je, kljub navidezni vsebinski oddaljenosti od tedaj aktualnih nepremičninskih evidenc (morda pa tudi zaradi lastne promocije), posredoval v sprejetje vladi RS. Marca 2004 je dokument *Strategija osnovnega geodetskega sistema* potrdila vlada Republike Slovenije, s čimer je postal prva strategija razvoja na področju geodezije, ki jo je kot samostojni akt sprejela vlada RS. Zatem sta se pojavili dve vprašanji: kako zagotoviti sredstva za izvajanje strategije, saj ta ni zajemala finančnih posledic, pomembnejše širitve financiranja tega področja pa geodetska uprava ni zmogla, in ali je treba napisati nov zakon, s katerim bi uredili področje »osnovnega geodetskega sistema«, saj je še vedno veljal Zakon o temeljni geodetski izmeri iz leta 1974.

V povezavi s prvim vprašanjem je Geodetska uprava RS prek svojih mednarodnih povezav poskrbela, da se razvoj geodetskega sistema kot temelja prostorske podatkovne infrastrukture v Sloveniji financira z evropskimi sredstvi. V letu 2005 je bil objavljen razpis Finančnega mehanizma Evropskega gospodarskega prostora in Norveškega finančnega mehanizma, na katerega se je Geodetska uprava RS prijavila s projektom *Vzpostavljane omrežja postaj GPS in implementacija evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji*. S pripravo projekta in prijavnico na razpis finančnih mehanizmov ni bilo težav, saj so bila strokovna izhodišča pripravljena, nekatere dejavnosti so že potekale ali se pripravljale, sodelovanje med domačimi ustanovami s področja pa je bilo zgledno. Ekipo, ki se je ukvarjala s projektom, je že imela tudi nekaj izkušenj iz mednarodnih projektov (Svetovna banka, projekt ONIX). Že med pripravo je Geodetska uprava RS podpisala pisma o nameri za sodelovanje pri projektu z Zvezo geodetov Slovenije, Gospodarskim interesnim združenjem geodetskih izvajalcev (zaradi česar se je okrepilo zaupanje donatorjev v projekt) in norveško državno geodetsko službo *Statens Kartverk* (zaradi česar je bil projekt bolj kredibilen za zunanje opazovalce). Na Norveškem finančnem mehanizmu so projekt odobrili, s čimer so bila, s finančno soudeležbo geodetske uprave, pridobljena tudi donatorska sredstva. Še pomembnejše pa je bilo morda, da smo se s pogodbo zavezali k izvedbi. Projekt je trajal od 1. februarja 2007 do oktobra 2009, cilji pa so bili vzpostavitev funkcionalnega državnega omrežja permanentnih postaj GPS (omrežja SIGNAL), implementacija horizontalne komponente ETRS89 (izmera približno 200 točk in transformacijski parametri) ter zasnova implementacije vertikalne komponente EVRS v Sloveniji (projekti za izmero NVN, gravimetrične mreže in novega geoida).

Medtem so na Geodetski upravi RS potekale tudi dejavnosti za zasnovo geodetskega zakona, s katerim bi nadomestili Zakon o temeljni geodetski izmeri (ZTGI), ki je zaradi opisanih dejavnosti in projektov postajal popoln anahronizem¹. Pripravljali smo vrsto izhodišč in razlogov za novi zakon ter celo serijo različic zasnove besedila, s katerimi smo (tedaj še v Sektorju za osnovni geodetski sistem Geodetske uprave RS) prepričevali sebe in vodstvo, da je ZTGI treba razveljaviti in na novo zakonsko urediti področje.

¹ Anahronizem – pojav ali dejstvo, ki ni v skladu s časom ali razmerami, v katerih se pojavlja.

O razveljavitvi ZTGI smo se hitro strinjali, bistveno več težav pa je bilo pri prepričevanju o potrebi po novi ureditvi z zakonskim aktom. Temeljna dilema, razhajanje, je bila, ali je tako izrazito tehnično področje sploh treba zakonsko urejati, saj se je geodetska uprava ukvarjala predvsem z upravnim področjem katastrov in vodenjem nepremičninskih evidenc, ali pa je bolje obdržati in celo poudariti tradicionalno geodetsko usmerjenost Geodetske uprave RS z uzakonitvijo področja državne geodetske izmere. Kljub temu smo na geodetski upravi do leta 2011 pripravili besedilo osnutka zakona in ga uskladili s strokovno javnostjo, ki je bila zastopana v komisiji za osnovni geodetski sistem. Osnutek zakona je bil torej oblikovan, nerešeno pa je ostalo še eno, a ključno vprašanje, in sicer financiranje njegovega izvajanja, če bi bil sprejet. Zakona brez navedbe in opisa dejanskih finančnih posledic namreč nismo želeli posredovati v medresorsko oziroma vladno proceduro, saj bi s tem zavajali sebe in druge.

Morda se je daljše obdobje nesoglasij, ali je sploh treba zakonsko urediti področje, med letoma 2007 in 2011, zaradi katerih je bila odložena izdelava zakonskega besedila, na koncu izkazalo celo za koristno, saj smo medtem temeljito preučili ureditev v nekaterih drugih državah (za zakonski predlog je treba izvesti primerjave z vsaj tremi državami EU). Medtem se je tudi iztekal projekt *Vzpostavljanje omrežja postaj GPS in evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji* – tako imenovani norveški projekt. Takrat smo lobirali pri kolegih iz Norveške, da bi dela na slovenskem državnem koordinatnem sistemu nadaljevali s sredstvi iz donacijskih mehanizmov tudi v novi finančni perspektivi EGP/NFM (Finančni mehanizem Evropskega gospodarskega prostora/Norveški finančni mehanizem) za obdobje 2009–2014. Na geodetski upravi smo oblikovali predlog projekta (vsebinski, časovni in finančni) in ga uskladili s tujimi strokovnjaki, potem pa nam ga je uspelo vključiti neposredno v Sporazum o soglasju o dodelitvi sredstev donacije med Slovenijo in državami donatoricami finančnega mehanizma EGP (Norveška, Islandija, Lihtenštajn). Sporazum je bil podpisan med obiskom norveškega kralja Harald V. v Sloveniji maja 2011.

Projektno dokumentacijo smo oblikovali pod naslovom *Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za preprečitev tveganj in posledic poplav*. Seznanjeni smo bili s stališčem finančnih mehanizmov, da se neposredno ne financira (več) izgradnja temeljnih državnih infrastruktur, kar geodetski sistem nesporno je, saj se domneva, da so države že same poskrbele za ustrezno financiranje tako temeljnih stvari. V projekt smo tako kot glavnega uporabnika in pomembnega sofinancerja vključili področje voda ter še dodatno uresničevanje direktive INSPIRE, in sicer vzpostavitev spletnih storitev v skladu z direktivo in uskladitev področja topografije z njenimi obveznimi izvedbenimi pravili. Tako smo, ob sofinanciranju iz državnega proračuna, pridobili donacijo finančnega mehanizma EGP. Finančna sredstva za izvajanje projekta je potrdila tudi vlada RS s sprejetjem nacionalnega razvojnega programa (NRP). Pridobljena sredstva smo tako lahko vključili med zagotovljena sredstva za financiranje izvajanja zakona. S tem je padla še ena ovira za posredovanje zakona v postopek sprejemanja in za njegovo izvajanje. Res pa je, da smo morali vsebino zakona žal prilagoditi zagotovljenim finančnim sredstvom.

Predlog zakona smo uskladili med vladnimi resortji in ga septembra 2011 predložili vladi RS v obravnavo. Ta pa ga tedaj ni obravnavala, ker ga je novembra 2011 predlagatelj – tedaj ministrstvo za okolje in prostor – zaradi zamenjave vlade umaknil iz postopka, saj obravnava novega zakona presega pojem in vsebino opravljanja tekočih poslov. Postopek smo ponovili v letu 2012, ko je bil vsebinsko nespremenjen predlog zakona posredovan v ponovno medresorsko obravnavo (tedaj se je z Zakonom o spremembah in dopolnitvah Zakona o Vladi Republike Slovenije namreč spremenila pristojnost in organiziranost

ministrstev (področje okolja, tudi voda), zato je z ministrstva za okolje in prostor prešlo na ministrstvo za kmetijstvo in okolje). Gradivo je bilo medresorsko sicer ponovno usklajeno in julija 2012 pripravljeno za obravnavo na vladi, a ji ga tedanje ministrstvo za infrastrukturo in prostor ni posredovalo. V začetku leta 2013 se je spet zamenjala vlada. Predlog zakona o državnem geodetskem referenčnem sistemu je bil tako na novo pripravljen leta 2013, vsebinsko je bil enak predlogu zakona, ki je bil pripravljen leta 2011 oziroma 2012. Medtem so bili na predlog Oddelka za geodezijo UL FGG vneseni še pomembni popravki, zaradi katerih sta se povečali strokovnost in jasnost besedila.

Gradivo predloga Zakona o državnem geodetskem referenčnem sistemu, po odobritvi vlade RS v začetku leta 2014 in obravnavi pred pristojnimi organi državnega zbora, je tako prišlo v obravnavo pred državnim zbor RS. Ta je predlog zakona (brez glasu proti) 2. aprila 2014 sprejel, 10. aprila pa je zakon razglasil predsednik Republike Slovenije. Zakon je začel veljati 25. aprila 2014.

2 OVSEBINI

Splošna utemeljitev Zakona o državnem geodetskem referenčnem sistemu (ZDGRS), ki je bila podana na obravnavah v delovnih telesih državnega sveta RS, državnega zbora in nazadnje v samem državnem zboru RS ter povzema bistvo zakona, se glasi:

»Z zakonom

- *je določena vzpostavitev in uporaba novega državnega prostorskega koordinatnega sistema v Republiki Sloveniji*, skladno s smernicami mednarodnih strokovnih združenj in direktivo o infrastrukturi za prostorske informacije, ki je privzeta v slovenski pravni red;
- *je zagotovljena skladnost slovenskega referenčnega sistema s stanjem v Evropi.*

V EU se uveljavljajo izvedbena pravila za koordinatni referenčni sistem in prostorske podatke. Pri prvem se določa uporaba skupnega evropskega koordinatnega sistema, pri topografskih podatkih pa strukture podatkov, ki omogočajo povezovanje podatkov v širšem prostoru EU;

- *je določen nov državni topografski sistem v Republiki Sloveniji.*

Veljavna ureditev v starem zakonu temelji na izdelavi analognih kartografskih izdelkov v predpisanih merilih, a je v digitalnem svetu izgubila pomen. Na novo je treba določiti temeljne topografske podatke, ki jih zagotavlja država in se vodijo v digitalni obliki sistematično za celotno območje države;

- *so urejene pristojnosti države na državnem geodetskem referenčnem sistemu.*

Klasične geodetske mreže temeljnih geodetskih točk v obsegu in izvedbi kot nekoč se ne vzpostavljajo in ne vzdržujejo več. Zakon določa nove naloge državne geodetske službe na področju referenčnega koordinatnega sistema ter na področju topografskega in kartografskega sistema, ki jih izvaja Geodetska uprava RS v javnem interesu;

- *bo zagotovljena racionalnost poslovanja javnega sektorja.*

Zaradi nejasnega in neurejenega stanja pri vodenju topografskih podatkov in zbirk prostorskih podatkov se pojavljajo podvajanja pri zajemu istih ali istovrstnih prostorskih podatkov. S sprejetjem zakona bo zbirka temeljnih topografskih podatkov vodena na enem mestu, podatki o topografskih objektih bodo javno dostopni vsem uporabnikom;

— *bodo sistemsko vodeni topografski podatki in državne karte.*

Zaradi spremenjene tehnologije zajemanja in vodenja topografskih podatkov in potreb uporabnikov je treba na novo določiti, katere topografske podatke, s kakšno kakovostjo in katere izdelke sistematično zagotavlja država ter kako jih vodi (analogno, digitalno);

— *so urejena vprašanja geodetske izmere v razmerju do lastnikov nepremičnin.*

Nova stvarno-pravna ureditev na področju nepremičnin, prehod iz družbene v zasebno lastnino in povečan pomen zasebne lastnine terjajo jasno določitev obveznosti lastnikov nepremičnin glede dopustitve dostopa na svoja zemljišča in v stavbe v primeru izvajanja geodetske izmere ter pri postavitvi državnih geodetskih točk po novem zakonu.«

Gradivo zakona obsega 36 členov, ki so oblikovani v deset poglavij. V uvodnem delu obrazložitve je državni geodetski referenčni sistem opredeljen kot *sistemska državna infrastruktura za določanje in izražanje položaja objektov in pojavov v prostoru.*

V splošnem delu zakon opredeli, da državni geodetski referenčni sistem določata *državni prostorski koordinatni sistem in državni topografski sistem*. Njuna uporaba omogoča souporabo in medopravilnost prostorskih podatkov na vseh upravnih ravneh na ozemlju Republike Slovenije ter povezljivost prostorskih podatkov na ravni Evrope. Delitev na neposredno in posredno prostorsko referenciranje v ZDGRS je skladna z mednarodnima standardoma ISO 19111 Geografske informacije – prostorsko referenciranje s koordinatami in ISO 19112 Geografske informacije – prostorsko referenciranje z geografskimi identifikatorji.

V nadaljevanju (v drugem poglavju) zakon določa, da je državni prostorski koordinatni sistem določen s *parametri horizontalne in vertikalne sestavine ter z državno kartografsko projekcijo*. V zakonu sicer niso navedeni niti parametri horizontalne in vertikalne sestavine – ta sestoji iz geometričnega (nivelman) in fizikalnega (gravimetričnega) dela – niti državne kartografske projekcije, temveč bodo določeni z uredbo vlade RS. Takšna ureditev omogoča, da se izognemo spremembam zakona, če bi se kak parameter, ki določa sestavine prostorskega referenčnega sistema, po določenem času iz strokovnih razlogov spremenil. Enostavneje je, da se pripravi in sprejme nova uredba vlade RS, s katero se uvede taka sprememba. Uredba vlade RS je med pisanjem tega prispevka še v pripravi, a vseeno navajamo njene ključne dele:

- Parametre horizontalne sestavine državnega prostorskega koordinatnega sistema sestavljajo:
 - parametri evropskega terestričnega referenčnega sistema z epoho 1989,0 (skrajšano ETRS89) in
 - koordinate 49 temeljnih državnih geodetskih točk, določene v epohi 1995,55.

Ime (oznaka) horizontalne sestavine državnega prostorskega koordinatnega sistema (oznaka horizontalnega geodetskega datuma) je **D96**. Seznam 49 temeljnih državnih geodetskih točk s koordinatami v D96 (ETRS89) objavi Geodetska uprava Republike Slovenije na svojih spletnih straneh.
- Parametre gravimetričnega dela vertikalne sestavine sestavljajo:
 - parametri mednarodne gravimetrične standardne mreže z imenom International Gravity Standardisation Network 1971 (skrajšano IGSN71),
 - parametri referenčnega nivojskega elipsoida za določanje normalnega polja pospeška sile teže, ki je elipsoid GRS80 (geodetski referenčni sistem 1980),

— težni pospeški 35 temeljnih gravimetričnih točk, določeni v epohi 2006.
 Ime (oznaka) gravimetrične sestavine državnega prostorskega koordinatnega sistema (oznaka gravimetričnega geodetskega datuma) je **GD06**. Seznam 35 temeljnih gravimetričnih točk s koordinatami, višinami in težnimi pospeški v GD06 (IGSN71) objavi geodetska uprava na svojih spletnih straneh.

- Državna kartografska projekcija je prečna Mercatorjeva projekcija, ki jo določa:
 - rotacijski elipsoid GRS80,
 - izhodiščni vzporednik: 0°,
 - srednji poldnevnik projekcije: 15°,
 - pomik proti severu: – 5 000 000 m ,
 - pomik proti vzhodu: 500 000 m,
 - modul projekcije: 0,9999.

Oznaka državne kartografske projekcije pa je **TM**.

ZDGRS v nadaljevanju določa, da se horizontalna in vertikalna sestavina državnega prostorskega koordinatnega sistema vzpostavi *z državnimi geodetskimi točkami in državnim omrežjem stalnih postaj za določanje položaja* s tehnologijo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov.

Na terenu se torej vzpostavi (materializirata) horizontalna in vertikalna (geometrični in gravimetrični del) sestavina državnega prostorskega koordinatnega sistema z državnimi geodetskimi točkami. Status državne geodetske točke pridobi geodetska točka, ki je postavljena v naravi (fizična postavitev), stabilizirana s trajnim znamenjem in ima določene koordinate v državnem prostorskem koordinatnem sistemu. Za določitev koordinat teh točk se zahteva visoka natančnost, točnost in zanesljivost. Vrsto trajnih znamenj državnih geodetskih točk določi Geodetska uprava RS glede na vrsto državnih geodetskih točk. To so lahko točke horizontalne, višinske ali gravimetrične sestavine. Državne geodetske točke se lahko tudi označijo z oznakami. Navedena dela so v pristojnosti Geodetske uprave RS, ki tudi vodi in objavlja seznam državnih geodetskih točk.

Državne geodetske točke so torej namenjene vzpostavitvi (materializaciji) slovenskega državnega prostorskega koordinatnega sistema v fizičnem prostoru, so hkrati realizacija evropskega koordinatnega sistema ESRS, obenem pa referenčne točke za kontrolo stanja (spreminjanja položaja v času) državnega koordinatnega sistema ter podlaga za določitev transformacijskih modelov in splošnih parametrov za transformacijo koordinat prostorskih podatkov med horizontalnima sestavinama starega in novega državnega prostorskega koordinatnega sistema. Za vzpostavitev državnega prostorskega koordinatnega sistema bo določenih (izmerjenih in stabiliziranih) približno 2100 državnih geodetskih točk, od tega približno 50 točk horizontalne sestavine, 2000 točk višinske sestavine, 36 točk gravimetrične sestavine, 6 točk kombinirane geodetske mreže (tako imenovana mreža 0. reda) ter vsaj 15 postaj GNSS državnega omrežja za globalno določanje položaja in za njegov nadzor. **Zakon ne postavlja fiksne zgornje omejitve števila državnih geodetskih točk**, če bi bila za izvajanje geodetske izmere ali zagotavljanje kakovosti državnega koordinatnega sistema postavitev dodatnih točk ali GNSS postaj nujna. Kot državne geodetske točke lahko geodetska uprava namreč določi tudi druge geodetske točke, in sicer zaradi potrebe po izboljšanju natančnosti meritev, določitve transformacijskih modelov in parametrov, varovanja geodetske tehnične dediščine (točke astrogeodetske mreže, bazne točke ...).

V tretjem poglavju ZDGRS je določeno, da državni topografski sistem zagotavlja položajne in opisne podatke o fizičnem zemeljskem površju in objektih ter državne karte za ozemlje Republike Slovenije. Državni topografski sistem sestavljajo topografski podatki, ki se vodijo v zbirki topografskih podatkov, zemljepisna imena, podatki daljinskega zaznavanja in državne karte. Poudariti je treba določbo, da se topografski podatki zajemajo z *geodetsko izmero* in prevzemom podatkov iz drugih zbirk podatkov, da se vodijo s podrobnostjo in natančnostjo, ki ustreza merilu 1 : 5.000, ter da se vzdržujejo tako, da niso starejši od desetih let. Prikaz iz zbirke topografskih podatkov se zagotavlja *kot omrežna storitev* (ne kot tiskana karta ali vnaprej pripravljen izris na zaslonu, temveč se izriše na zahtevo uporabnika prek spletne storitve), zanj pa se uporabi topografski ključ.

ZDGRS določa tudi zbirko zemljepisnih imen in vodenje podatkov daljinskega zaznavanja ter državne karte. Te so kartografsko obdelani topografski podatki, ki se vodijo v državnem prostorskem koordinatnem sistemu in so prikazani v državni kartografski projekciji. Vodijo se v digitalni obliki. Državne karte za ozemlje Republike Slovenije so: državna topografska karta v merilu 1 : 50.000 in državne pregledne karte v merilih 1 : 250.000, 1 : 500.000, 1 : 750.000 in 1 : 1.000.000.

V četrtem poglavju je v ZDGRS opredeljena geodetska izmera; kaj to je, kdo jo sme izvajati, obveznost dopustitve dostopa na zemljišče ali v stavbo in izkazovanje izvajalca geodetske izmere. Naj poudarimo, kaj je geodetska izmera po ZDGRS:

Geodetska izmera so strokovno tehnični postopki izvedbe in obdelave meritev ter opazovanja z namenom določitve položajev, velikosti, oblike, značilnosti delov zemeljskega površja ali objektov in njihovih delov ter lastnosti težnostnega polja Zemlje.

Opredelitev geodetske izmere je podana prvič v sodobni geodetski zakonodaji in velja splošno, tudi za pridobivanje podatkov o topografskih objektih, vključuje topografsko izmero, zemljiškokatastrsko ali kako drugo izmero, ki ustreza opredelitvi. Podana je tudi splošna opredelitev geodetske točke: **geodetska točka** je z znamenjem stabilizirana točka v naravi, ki ima koordinate določene z geodetsko izmero.

Pomembna je tudi določba, **kdo sme izvajati geodetsko izmero**. To je lahko posameznik, ki ima najmanj izobrazbo, pridobljeno po visokošolskem študijskem programu prve stopnje, oziroma izobrazbo, ki ustreza tej ravni izobrazbe, s študijskega področja geodezije. Po ZDGRS se imenuje **geodetski strokovnjak**. Tudi ta pojem je nov in v zakonodaji uporabljen prvič. Posamezna tehnična opravila v okviru geodetske izmere lahko po navodilih geodetskega strokovnjaka opravi druga oseba. Geodetski strokovnjak po ZDGRS tako ni »geodet« po ZGeoD-1, saj se zanj ne prepisuje pridobitev geodetske izkaznice ter poleg izobrazbe še izpolnjevanje pogojev glede delovnih izkušenj in strokovni izpit za izvajanje geodetskih storitev. V skladu s prehodnimi določbami se tudi šteje, da posameznik, ki ima na dan uveljavitve zakona geodetsko izkaznico, izpolnjuje pogoje za geodetskega strokovnjaka.

Pomembno je poudariti, da se geodetski strokovnjak pri izvajanju geodetske izmere **izkazuje s pooblastilom** predstojnika organa javne uprave, predstojnika pravne osebe javnega prava, ki izvaja izobraževalno in znanstveno-raziskovalno dejavnost na področju geodezije, ali poslovnodnega organa geodetskega podjetja.

Peto poglavje ZDGRS določa, da se državne geodetske točke, GNSS-postaje in geodetske naprave na zemljišču, stavbi ali delu stavbe **stalno stabilizirajo ali postavijo v dogovoru z lastnikom nepremičnine** in se lahko **označijo ali zaščitijo**. Opredeljena je tudi odškodnina za lastnika nepremičnine, ustanovitev služnosti v javno korist in v skrajnem primeru tudi možnost razlastitve lastnika.

Pomembno je poudariti še ureditev v **devetem poglavju, prehodne določbe, kjer se določajo roki za transformacijo koordinat prostorskih podatkov**.

Geodetska uprava RS mora **do 23. novembra 2017 izvesti transformacijo svojih zbirk podatkov**, kar je skladno z Uredbo Komisije (EU) št. 1089/2010 z dne 23. novembra 2010 o izvajanju Direktive 2007/2/ES Evropskega parlamenta in Sveta (INSPIRE) glede medopravnosti zbirk prostorskih podatkov in storitev v zvezi s prostorskimi podatki, ki določa, da morajo biti obstoječe zbirke podatkov skladne z njenimi določili, torej tudi dostopne v evropskem koordinatnem sistemu.

Upravljalci zbirk prostorskih podatkov morajo v skladu s predpisi, ki urejajo vzpostavitev in zagotavljanje infrastrukture za prostorske informacije v Republiki Sloveniji, na svoje stroške zagotoviti podatke v državnem prostorskem koordinatnem sistemu po tem zakonu najpozneje **do 31. decembra 2018**.

Splošna transformacija obstoječih koordinat v koordinatnem sistemu D48/GK v koordinate horizontalnega dela državnega prostorskega koordinatnega sistema po ZDGRS se izvaja na podlagi seznama veznih točk, splošnih transformacijskih modelov in parametrov za pretvorbo podatkov in programske opreme za izvedbo transformacije koordinat, ki jih na svojih spletnih straneh objavi Geodetska uprava RS. Pomembno pa je poudariti, da če uporabnik **na podlagi strokovne presoje kakovosti posameznih podatkov** ugotovi, da splošni transformacijski modeli in parametri geodetske uprave za posamezne primere **ne ustrezajo, sam določi druge transformacijske modele in parametre ter uporabi druge, detajlne transformacijske modele in parametre**.

ZDGRS nalaga geodetski upravi tudi pripravo podzakonskih predpisov, s katerimi bodo podrobneje urejena in predpisana nekatera področja, in sicer:

- že navedena določitev parametrov horizontalne in vertikalne sestavine državnega prostorskega koordinatnega sistema, imena teh sestavin in državna kartografska projekcija,
- način pisanja zemljepisnih imen na državnih kartah na jezikovno mešanih območjih,

oba kot predpisa vlade,

- določitev vsebine zbirke podatkov državnega prostorskega koordinatnega sistema,
- določitev kataloga topografskih podatkov,
- določitev podrobnejše vsebine registra zemljepisnih imen, podrobnejše vsebine zbirke podatkov daljinskega zaznavanja, kartografskega ključa in topografskega ključa,

vse kot predpisi ministra.

Med pisanjem tega prispevka so predpisi v pripravi.

3 ZA KONEC

Novi geodetski zakon postavlja nov mejnik geodetski stroki. Uveljavitev novega državnega prostorskega koordinatnega sistema v Sloveniji nas formalno postavlja ob bok večini drugih evropskih držav, ki so to

že uredile. Morda nas bo izvajanje zakonskih določil postavilo tudi v skupino evropskih držav, v katerih se prostorska informacijska infrastruktura gradi in uveljavlja na sodobni geodetski infrastrukturi, ki jo uvaja ZDGRS.

Dolžni smo zahvalo za prizadevanja, ki so bila več kot sodelovanje, pri rasti področja in nastajanju zakona nekdanjim in sedanjim sodelavcem Urada za geodezijo (Erni, Blažu, Klemnu, Marjani), Geodetskega inštituta Slovenije (Sandiju, Daliborju), Oddelka za geodezijo FGG na UL (Bojanu, Božu), podpori kolegov iz stanovskih združenj (Andreju, Matjažu) in Andreji, ki je z izkušnjami in pravnim znanjem tvorno sodelovala pri zakonski prenovi še zadnjega področja geodezije. Morda z zakonom nismo izpolnili vseh svojih želja in pričakovanj, vsekakor pa njihov velik in pomemben del.

Pospremimo novi zakon z besedami gospoda Sama Bevka, predsednika Odbora Državnega zbora za infrastrukturo in prostor: »Ob tem naj povem samo, da si želim, da bo tudi ta zakon zdržal vsaj štirideset let.«

Literatura in viri:

- Berk, S., Komadina, Ž., Marjanović, M., Radovan, D., Stopar, B. (2003). Kombinirani izračun EUREF GPS-kampanj na območju Slovenije. *Geodetski vestnik*, 47(4), 414–422.
- Mozetič, B. (2007). Mednarodni projekt vzpostavitve Evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 51(4), 721–732.
- Resolucije EUREF (2003). Toledo http://www.euref.eu/html/resolutions_toledo2003.pdf.
- Režek, J., Radovan, D., Stopar, B. (2004). Strategija osnovnega geodetskega sistema. *Geodetski vestnik*, 48(3), 288–314.
- Stopar, B. (2007). Vzpostavitev ESRS v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 51(4), 763–776.
- Zapisnik seje Odbora DZ za infrastrukturo in prostor, 14. 3. 2014.
- ZDGRS (2014). Zakon o državnem geodetskem referenčnem sistemu. Uradni list RS, št. 25/2014.

mag. Jurij Režek

Geodetska uprava RS

Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: jurij.rezek@gov.si

NI VAŽNU KUK STANE. IT DOESN'T MATTER HOW VAŽNU JE, DA SE ŠPARA ... MUCH IT COSTS. ALL THAT COUNTS IS SAVING ...

Boštjan Pucelj

Zadnja leta se sestanki, tiskovne konference, medijski članki in drugi javni nastopi začnejo ali končajo z besednimi zvezami: varčevanje, optimizacija delovnega procesa, iskanje notranjih virov, zmanjšanje števila zaposlenih ... Vsi ti premiki, s katerimi naj bi rešili sedanji gospodarski položaj, se navezujejo na upravljanje človeških virov in stroške dela po celotni verigi delovnih procesov. Ob strani nam zavzeto sveti zakonodajna oblast, ki nam s predpisi pomaga v naši nemoči. Večinoma gre za navidezni optimizem, saj se čez čas izkaže, da je treba zaradi pomanjkanja ustreznih informacij in systemskega pristopa predpise kmalu spremeniti, dopolniti, zamenjati ali povsem na novo zapisati. In tu imajo javna uprava, gospodarstvo in celotna država velike rezerve.

Čeprav so razmere slabe in je treba hitro ukrepati, se večinoma izkaže, da so predpisi pomanjkljivi, sprejeti prehitro, brez širšega strokovnega odobranja, zlasti pa brez vizije za dolgoročno preživetje. Ogromno strokovnjakov, ki sodeluje na posvetih in pripravah zakonodaje, se nedvomno trudi, da bi zajeli celotno področje obravnave, niso pa pripravljeni pogledati na problematiko iz različnih zornih kotov, objektivno preučiti položaja in morda prisluhniti »nepomembnežu« v dejanski situaciji, zlasti pa ne tistim, ki šele vstopajo v našo ureditev.

Po navadi se pri nas zalomi kmalu po sprejetju zakonodaje. Zadeve, ki so bile do tedaj zgledno ali smiselno urejene, »razpadejo«. Anomalije, ki jih nova zakonodaja odpravlja, pa dobijo drugačno obliko. Tako se z vsako novo zakonsko ureditvijo srečamo z večjim obsegom del, večjim obsegom težav, večjo zapletenostjo in nepreglednostjo sistema, zlasti pa z nezaupanjem uporabnikov.

Za spremembo te prakse je treba upoštevati tri stvari (velja tako za geodetske kot vse druge upravne akte in naloge v pristojnosti državne ali lokalne skupnosti):

1. **Omejitev obsega zakonodaje** (*Art consists of limitation. The most beautiful part of every picture is the frame. Gilbert K. Chesterton*)

Če je želja, da se vsako leto zmanjša število zaposlenih v javnem sektorju za 2 %, si raje zadajmo nalogo, da bo vsako leto za 2 % manjši obseg zakonodajnih določil (števila upravnih aktov, členov ali obsega besedila v njih). Z enostavnejšo in bolj pregledno zakonodajo bo zadeva bolj pregledna, uporabna, nedvoumna in bo imela zaupanje vseh uporabnikov. V množici predpisov, ki jih javni

uslužbenci vsak dan uporabljamo, se ukvarjamo z drobnarijami, pozabljamo pa na bistvo. Enako je z drugimi vpletenimi v sistem, ki nam dokazujejo, da številne odločitve in postopki niso realni ali smotni, predvsem pa je problematična neenakopravna obravnava posameznih udeležencev v sistemu. Kadar nov akt nadomesti obstoječega, naj se zmanjša obseg zakona, odloka, predpisa, da ga bo vsak posameznik lahko razumel ter ga tudi brez težav korektno razumel in uporabljal.

2. **Enostavnost, ne poenostavljanje** (*Make everything as simple as possible, but not simpler. Albert Einstein*)

V sodobnem času smo vedno znova razpeti med tradicijo in novostmi. Ker smo pri nekaterih stvareh zamudili priložnost, jih hočemo po hitrem postopku prilagoditi sodobnim normativom (s pristopom dve muhi na en mah). Rešitve so oblikovane precej hitro, izvedba pa zahteva mnogo političnih, finančnih in kadrovskih pogojev. V praksi se žal vedno izbere poenostavljena rešitev, ki pa je daleč od enostavne. Tako se zmanjšuje kakovost rešitev, pogosto se uvede množica deležnikov v postopku (»notranjih ali zunanjih izvajalcev«, ko gledamo javni sektor), kar prinese nepreglednost in preprečuje kakovosten nadzor. Večinoma so vzroki za predlagane in sprejete rešitve utemeljeni z »omejenimi finančnimi viri«. Pogosto ni ločevanja med pojmom strategije, dolgoročni cilji ter programom dela javnih institucij, in tako se »program dela« pojavi celo v temeljni zakonodaji. Čez čas pa se izkaže, da so rešitve, če jim lahko tako rečemo, s takim ad hoc pristopom nekajkrat preplačane, slabo narejene in celo popolnoma neuporabne. Tudi pri zakonodaji vsaka poenostavljena rešitev ustvari kup dodatnih težav, ki se pojavijo pozneje. Razni odpustki, posebni primeri in izjeme spremenijo nekdanje »povprečno in vzdržno« stanje v stanje anomalij.

3. **Mladim dati priložnost** (*Good habits formed at youth make all the difference. Aristotel*)

Podjetje, ki misli poslovati dolgoročno, to je več desetletij, nekaj generacij, bo stavilo predvsem na mlade, njihovo energijo, znanje, svežino in ustvarjalnost; na sveže šolane »kalibre«, ki bodo prilagodljivi, dovezetni za spremembe in jim bo vsak izziv dal nov zagon. Vsa ta energija čaka, da ji damo priložnost, tudi v slovenski geodeziji, vključno z javno geodetsko službo. Če mladim tega ne bomo omogočili, bodo odšli ali zašli. V realnosti pa je tako, da smo se nekateri zaposlili pred desetimi leti in smo najmlajši v kolektivu. Glede na sedanje razmere in napovedi se vprašam, ali bomo v nekaj desetih letih ukinili Geodetsko upravo RS ali kar celotno javno upravo.

Opomba: Naslov prispevka je izjava dolenjskega občana, ki je povzel sedanji položaj javnega sektorja v naši državi.

ZEMLJIŠKI KATASTER – LAND CADASTRE – SPOMINI S TERENA II MEMORIES FROM FIELD WORK II

Stane Lunder

Če obstaja kakšna zgodba z mojih »geodetskih« terenov, ki je tako nenavadna, da je skorajda zunaj meja verjetnosti, in bi vam jo rad posredoval v razmišljanje, je to gotovo tale, ki jo predstavljam. Do takrat nenavadnim naključjem nisem posvečal pozornosti, od takrat pa sem na vse začel gledati z drugačnimi očmi. Druga, podobna zgodba je s Turjaka in je v zvezi z vremenom, kar je bilo predstavljeno v prejšnji številki vestnika. Nikoli nisem bil veren človek, vendar od tedaj verjamem, da smo del univerzuma in da usoda obstaja. Ko sem po dogodkih, kot jih predstavljam, postajal pozoren na te »slučajnosti«, sem ugotovil, da jih ni tako malo ter se nam dogajajo v različnih oblikah in obdobjih. Vsekakor obstajajo nam nerazložljive zadeve, »deja vuji« in »koincidence«, ki jih včasih niti ne zaznamo, kadar pa se nad njimi zamislimo, si jih ne znamo razložiti in jih zato pač pripišemo slučajnosti. Vedno pa lahko dopustimo vsaj možnost obstoja nečesa, česar se ne da pojasniti.

V tem pisanju sem se namenoma izogibal »varovalkam«, tj. izrazom, kot so: po mojem spominu, zdi se mi, mogoče ipd., ker bi s tem samo obremenjeval gradivo. Zato prosim bralca za prizanesljivost pri morebitnih napakah, ki so nastale zaradi časovne odmaknjenosti dogodkov. Pripoved presodite sami.

Zgodbi sem dal naslov **Amerikanec**. To se je zgodilo pred dobrimi petnajstimi leti, konec junija, ko sem bil zaposlen pri kolegu Alešu Grašku v podjetju Geodet inženiring v Ljubljani. Naročnik, kmetica iz neke vasi v okolici Pijave Gorice pri Škofljici, je pri našem podjetju naročila geodetsko storitev. Svojo parcelo je želela razdeliti na dva dela in prodati. Zato je bilo treba predhodno izvesti mejno ugotovitveni postopek (MUP) ob prisotnosti vseh mejašev.

Takrat je zakonsko veljal tako imenovani MUP (mejni ugotovitveni postopek). V njem so lastniki parcel na terenu in vpričo mejašev sami pokazali svoje meje in če so se s tem vsi strinjali, smo jih skupaj zamejnčili, skupno podpisali zapisnik, nato izmerili s teodolitom ter izvedli še kontrolo s 50-metrskim merskim trakom. Seveda so lastniki pokazali meje parcel, kot so jih uživali oni in njihovi predniki, zato so včasih krepko (tudi do deset metrov) odstopale od tistih, ki so bile vrisane v katastrskem načrtu. Velikokrat so bile celo označene s starimi mejniki ali so potekale po naravnih objektih, vendar so kljub temu lahko odstopale od mej v katastrskih načrtih. Dostikrat sem zato dopuščal odstopanja v pokazanih mejah, in sicer glede na podpis izvajalca predhodne meritve. Odvisno, kdo je meril pred nami oziroma kako smo neuradno vrednotili njegovo natančnost in vestnost.

Nekoč sem v podatkih predhodnih izmer (fotokopije nam je dala geodetska uprava) naletel celo na osebno

opozorilo zaposlenega na geodetski upravi, napisano z debelim svinčnikom čez celo fotokopijo skice: »**pazi, izmero je delal**«. Tudi na geodetski upravi so na podlagi izkušenj (pritožb strank) vedeli, kdo je nekakovosten izvajalec (geodet). V takih primerih sem si dovolil še enkrat izvesti postopek MUP ter tako razbremeniti sodišče. Strankam o tem nisem niti govoril, saj bi jih takoj pognal na sodišče. Tako sem pač presodil po svoji najboljši vesti, znanju, poznanju in prepričanju. Koliko lahko meja odstopa od stanja v katastrskem načrtu, pa tudi ni bilo nikjer napisano, zato je bilo prepuščeno geometru, ali jo bo priznal kot užitvalno mejo ali pa bo to označil kot promet z zemljišči in zahteval razdelitev parcele. V primeru dvoma je geometer začel kar na terenu podrobno zasliševati vse prisotne lastnike parcel, da bi si lahko ustvaril mnenje, ali govorijo resnico. Kakršna koli odločitev nam geodetom takrat ni povzročala nobenih težav, saj smo bili na terenu in v pisarni suvereni. Tudi naši šefi niso nikoli skušali vplivati na nas.

Na Volavljah sem nekoč naletel na primer, da je meja v naravi potekala po deset metrov globoki grapi, po podatkih katastrskega načrta (mapni kopiji) pa je šla petnajst metrov bolj levo. To je bil lep primer slabe »izmere« iz leta 1830. Bolj ko si šel merit v hribe in divjino, slabša je bila natančnost izmere izpred dobrih sto petdeset let. Žolnirji so očitno v gozdu in strmini težje merili ter bolj »posploševali, generalizirali«. Mogoče so imeli takrat tudi med tednom kakšen »likof« ali dva ...

Tudi vrisane hiše in gospodarska poslopja so bila zame vedno **vprašljiva** pri dokazovanju prave meje, saj so takratni geometri včasih pri vrisu upoštevali še nadstrešek strehe z žlebom vred, dostikrat pa so po mojem objekt vrisali in ga vnesli v katastrski načrt brez uporabe podatkov, pridobljenih z geodetskim instrumentom. Stranke so velikokrat utemeljevale svojo mejo ravno z oddaljenostjo od objekta na katastrskem načrtu (mapni kopiji), češ da se hiša že ni premaknila. Seveda nihče od lastnikov glede na letnico rojstva ni mogel zatrditi, kje je stala hiša pred stoletjem in pol in ali ni med tem že nekajkrat pogorela ali bila predstavljena na bolj ugodno mesto. Vedno sem upošteval možnost, da je bil objekt od leta 1830 že večkrat uničen, spremenjen ali prestavljen, vendar je bilo za lastnike nepomembno in predrago, da bi spremembo vnesli v zemljiški kataster. Po pripovedovanju starih geometrov je bil med kmeti takrat v rabi rek »geometer k hiši, krava od hiše«, zato jim pravilno vrisan objekt v katastrskem načrtu ni bil pomemben.

Stranke so bile dostikrat tako samozavestne, da so nas hotele celo učiti, katere točke naj upoštevamo pri odločitvi za pravo mejo. Takrat sem jih navadno ponovno vprašal po priimku in moral ugotoviti, da njihovega imena žal ni na seznamu geodetov, ki lahko opravljajo katastrske postopke. Če jim sugestije, kaj in kako naj merimo, niso uspele, so se včasih spravili še na našega geodetskega pomočnika in skušali vsaj nekaj naučiti tudi njega.

Vabljenje strank je takrat, pred petnajstimi leti, že potekalo pisno – s povratnicami. Bolj na začetku moje katastrske kariere (okoli 1980.), ko sem bil še na Ljubljanskem geodetskem biroju na Cankarjevi 1, smo lastnike dostikrat vabili tudi ustno oziroma je naročnik sam obljubil, da bo mejaše zagotovo obvestil. Večkrat se je zgodilo, da je stranka zjutraj prišla v našo pisarno, češ da se ji mudi s parcelacijo in da je trenutek primeren, saj so vsi doma. Vedno nam je tudi zatrdila, da meja ni sporna ter da so s sosedi veliki prijatelji. Ko je novo stranko naša tajnica sprejela in v knjigo zavedla njeno naročilo, smo na geodetski upravi (nadstropje nižje) osebno preverili lastništvo in ali obstaja kakšen načrt predhodne meritve. Naročnik nas je nato navadno sam, s svojim avtom, peljal na teren, saj so bili dva ali trije službeni avtomobili v podjetju vedno rezervirani za skupine geodetov, ki so imele večja in bolj oddaljena delovišča. Med potjo sem od stranke skušal izvleči čim več informacij o razmerah na terenu in jo v že med vožnjo poskusil čim bolj poučiti o predvidenem postopku ter naučiti, kako mi bo pomagala pri merjenju – predusem to, da bo za ta čas postala moj geodetski pomočnik

in kaj bo njeno/njegovo delo. Če kdo od sosedov ni mogel priti na postopek (naročnik nam je že prej povedal vse najlepše o njihovem prijateljstvu), je poslal kakšnega svojca, ki navadno s seboj ni imel niti pooblastila. Že to, da je najbližji sorodnik, je bilo zanje dovolj, čeprav smo pred postopkom vsakemu zabičali, da je pisno pooblastilo nujno. Če ni imel pooblastila, smo ga zaslišali kar vpricho drugih mejašev, da bi ugotovili njegovo verodostojnost, on pa je nato »sveto« obljubil, da bo pooblastilo čim prej, že naslednji dan, dostavil v pisarno. Seveda bi tudi prisotni mejaši ne pristali na kakršno koli prevaro v zvezi z lažnim zastopanjem, saj so poznali razmere v vasi, tako da je bila verodostojnost »pooblaščenca« potrjena tudi z njihove strani. »Opisovanje« zaupanja v stranko in njene izjave sem namenoma poudaril, saj je danes to vprašanje pri geodetskih postopkih skorajda nemogoče razumeti. Vendar smo resnično imeli zelo malo primerov, da bi kdo zlorabil naše zaupanje in se nam zlagal. Res drugačni časi in ljudje ...

Nekoč, ko se mi mož neke lastnice parcele med postopkom na terenu ni zdel dovolj verodostojen, sem zahteval, da gremo vsi skupaj po podpis še k njegovi ženi – lastnici. Komaj smo jo pregovorili, da je prišla iz »štale« na dvorišče, kjer naj bi podpisala. Na vse kriplje se je upirala – češ da ima umazane roke od molže in hleva in ne bo prišla svinčnika. Stvar se mi je zdela več kot čudna, dokler mi ni nekdo prišepnil, da je gospa nepismena. Postalo mi je nerodno in stvar smo v zapisniku uredili tako, da je nismo javno ponižali. Zgodilo se je tudi, da se mi je starejša gospa, ki je bila pri postopku od začetka do konca, tik pred podpisom skrila in zaklenila v hišo. Velikokrat se je tudi pripetilo, da so se z mejo sicer strinjali, vendar so podpis odklonili, ker:

- *sosed neredno striže živo mejo,*
- *sosed ne uredi odtokov za deževnico,*
- *ga sosed premalo ali sploh ne pozdravlja, njegove mame pa sploh ne pozdravi,*
- *ga je sosed prijavil gradbeni inšpekciji,*
- *ga sosed v gostilni opravlja,*
- *ima slabe izkušnje s podpisovanjem uradnih dokumentov, zato iz principa ne podpisuje ničesar,*
- *ne zaupa geometru, saj ga je naročil sosed in je zato gotovo podkupljen,*
- *bi sicer podpisal, vendar naj mu geometer da pisno izjavo, da se površina njegove parcele ni zmanjšala,*
- *bi podpisal, ampak naj mu geometer pokaže še njegove mejnike,*
- *tudi sosed ni dal soglasja njemu, ko ga je rabil za vodovod,*
- *so sprti že več generacij – čeprav se ne ve natančno, zakaj,*
- *je sosed nagovoril župnika, da je naredil nedeljsko pridigo na njen račun, ipd.*

Če nikogar od mejašev ni bilo k postopku na terenu, nam je lastnik sveto obljubil, da jih bo pripeljal v pisarno, ali pa smo mu celo pustili zapisnik, ki naj mu ga sosedje podpišejo in nam ga bo prinesel kasneje. Skratka – delovali smo na zaupanje.

Več let je bil glavni preglednik naših načrtov na ljubljanski geodetski upravi inž. Jože Hauko. Bil je dobričina, včasih tudi sam terenec, katastralec, poznal je naš poklic in težavno delo s strankami ter nam je popolnoma zaupal. Kadar pa je bila kakšna stvar v postopku le preveč vprašljiva, na primer s kakšnim manjkajočim podpisom stranke ali nenavadnim vrisom meje v načrtu, nas je poklical v pisarno, nas povprašal, ali je vse pošteno, nam gledal v oči, ko smo mu pojasnjevali, in potem načrt največkrat potrdil. Nikoli nismo izrabili njegovega zaupanja.

Naše tajnica Lela je kakšnih deset dni pred postopkom na terenu s priporočeno pošto poslala vsem lastnikom parcel vabila, ki sem jih sam predhodno vpisal na ustrezne obrazce. Vse modre povratnice je

poštar čez nekaj dni vrnil podpisane, razen ene, ki se je vrnila neodprta s pripisano pripombo poštarja, da naslovnik te pošiljke Slavko M. živi v Ameriki. Za ta postopek na terenu, na katerega naj bi šel v ponedeljek, že čez tri dni, sem imel že pripravljen ovitek elaborata, v katerem sem imel poleg pripravljenega osnutka terenskega zapisnika in mapne kopije še vse elaborate predhodnih geodetskih izmer, topografije navezovalne točke 219 (bila je dominantna za celo območje) in nekaj fotokopiranih strani Uradnega lista SRS (zakonodaja z določili o MUP).

Velikokrat se je zgodilo, da so stranke na terenu zanikale in izpodbijale verodostojnost predhodnih postopkov, češ »da takrat sploh niso bili zraven, da niso resnično ničesar podpisali, sicer bi se sigurno spomnili, pa tudi ta meja ni bila v redu in se z njo nikoli niso strinjali«. V takem primeru jih je bilo najbolje pustiti, da so povedali vse, kar jim je ležalo na duši. Šele potem sem jih »temeljito izprašal« in jim skušal obuditi spomin. Če pa so bili kljub temu še vztrajni in dokazovanju svoje resnice, sem iz kovčka vendarle moral potegniti elaborat predhodnega geodetskega postopka izpred let in jim na zapisniku pokazati podpis njihovih prednikov ali celo njihovega. To jih je dokončno ustavilo ter utišalo in do konca postopka so nato prijazno sodelovali.

Včasih je kdo hotel uveljavljati svoj pogled na moje postopke, zato sem vedno imel pri roki kopijo uradnega lista in sem strankam rade volje povedal, prebral in pojasnil člene zakona oziroma pravilnika o mejnem ugotovitvenem postopku. Dostikrat sem jim zakonske določbe prebral in pojasnil že pred samim začetkom postopka – kar se je še bolj obneslo. Z leti sem branje in tolmačenje zakonodaje prakticiral v vsakem postopku. To mi je vzelo samo petnajst minut, vendar mi je prihranilo dosti težav. Nekoč se je na Viču, v bližini kopaljšča Kolezija, vendarle našel junak, ki je tudi poznal »geodetske« zakone. Vsa čast mu – bil je edini v vsej moji karieri, s katerim sva imela o temi tega zakona strokoven pogovor. Oba sva zakon poznala skorajda na pamet. To je bilo enkrat okrog leta 1998. Ta lastnik parcele je na terenu hotel še, da dodatno izvedemo postopek prenosa meje po podatkih zemljiškega katastra. Vendar pa ta postopek glede na takratni pravilnik, ki je podrobneje določal zakonske določbe, ni bil v naši pristojnosti. Izvajali so ga lahko samo geodeti z geodetske uprave. Možakar je pravilno citiral in tolmačil naš zakon. Seveda pa ni vedel, da pravilnik v tem delu ni bil ravno v skladu z zakonom. Nisem mu želel pojasnjevati tega »lex specialis«. Zato sem počakal, da je povedal vse svoje argumente, in ga vprašal samo še, ali je prebral pravilnik, ki je bil tudi objavljen v uradnem listu. Ni ga prečital – žal. Če bi bil malo bolj podkovan v pravo, bi me »odžagal« on, saj je znana hierarhija pravnih aktov (opomba: Zakon o mejnem ugotovitvenem postopku je bil objavljen v uradnem listu leta 1974, pravilnik pa šele leta 1976).

Mapo za ponedeljkov teren sem torej vtaknil v svoj terenski službeni diplomatski kovček (udeleženci postopka takoj opazijo, če imaš papirje v kakšni čudni torbi, zato odsvetujem trebušaste aktovke, sploh pa plastične vrečke, če hočeš na stranko narediti vtis), saj sem želel v soboto in nedeljo doma dodatno proučiti mapno kopijo in vse prednačrte, tako da bi me na terenu ne moglo nič presenetiti. Odpravil sem se s sedeža našega podjetja na Slovenski ulici v Spodnjo Šiško, v naš »stari« bife na tržnici »pri Mateju«, da tako kot vsak konec tedna uspešno zaključim petek v »moški družbi« s staro klapo ob vrčku laškega. Kar nekaj ur smo sedeli s prijatelji za mizo in čas je hitro tekkel. Bili smo s Koksom, mesarjem Jožetom (mojim vojnim znancem iz kasarne Majejca v Novem Sadu), trenerjem Juretom itn. Dve mizi v stran sta že dlje sedela možaka, ki ju skorajda nismo opazili, dokler ni mlajši od njiju želel z menoj navezati pogovora. Očitno je slišal in iz našega pogovora zaznal, da sem geometer.

Predstavil se je kot Mark P. »... če bi mu lahko pomagal, kot geometer, ker da se on na kataster čisto nič ne spozna.« Pojasnil je tudi situacijo, v kateri se je znašel. Kot ameriški Slovenec (rojen v Ameriki) se je

pred približno pol leta z ženo Frances za stalno vrnil v domovino. Od strica, ki se ne bo nikoli več vrnil iz Amerike, bo dobil posestvo na Dolenjskem in sedaj ne ve, kje so te parcele, kaj šele, da bi poznal njihove meje. Načeloma sem mu bil sicer pripravljen svetovati, kako rešiti problem, a bi mu neuradno kazal meje? To me je prosilo že dosti ljudi, pa se na tak tanek led nisem nikoli spustil. Katero koli mejo pokažem, je to storjeno samo v uradnem postopku in za tem lahko stojim. Tisti, ki rečejo, naj jim pokažem samo informativno mejo, so namreč pripravljeni takoj po mojem odhodu postaviti tam kole in ograjo ter me kasneje, v pravdi s sosedom, navesti kot pričó na sodišču. Vendar me je gospod prosil in prosil za pomoč, tako da sem mu le bolj prisluhnil in ga začel spraševati: »*Kje pa vendarle so te parcele? Ali proti Ribnici?*«

»*Ne, malo bližje.*«

»*Ali okoli Velikih Lašč?*«

»*Ne, še bližje Ljubljani.*«

»*Mogoče v okolici Pijave Gorice, Škofljice?*«

»*Da, tam nekje.*«

V tistem trenutku so mi v možganih zasvetile vse alarmne luči in zazvonili zvonci: »*Pa saj to vendar ne more biti res! Taki slučajji sploh ne morejo obstajati!*« Vendar ... Ko sem ga spraševal o imenu in priimku njegovega sorodnika, sem že odpiral svoj kovček, vlekel iz njega elaborat ter pred njim prebral vrnjeno in neodprto modro povratnico. Priimek, ki mi ga je povedal on, in tisti, ki sem ga s povratnice prebral jaz, je bil isti, enak. Našel sem torej svojo stranko v postopku, prišla je iz Amerike. Vse moje omizje je obnemelo, saj je bil to nepričakovan in docela neverjeten dogodek. Kasneje sva se z Markom **P.** pogovarjala o postopku, ki pa se ga iz osebnih in zame zelo utemeljenih razlogov ni želel udeležiti, vendar me je prosil, naj postopek kljub njegovi odsotnosti končam, saj da mi zaupa. Brezuspšno sem ga prepričeval, naj pride na terenski postopek, da bo lahko videl, kje so meje parcele, za katere me je pred kratkim sam prosil. Vendar posestvo še ni bilo dokončno prepisano nanj, za parcele so bili še drugi »pretendenti« – sorodstvo iz bližnjih krajev, ki bi mu lahko kasneje »mešali štrene«. Mark mi je pustil samo telefonsko številko, celo naslova mi ni dal. Postopek oziroma celotno izmero sem v ponedeljek kljub Markovi odsotnosti s kolegom geometrom Damjanom Zavcem uspešno končal. Točno tri dni kasneje, v četrtek, sem v Pirničah, v bližini bivše diskoteke Lipa »peljal« poligon od poligonske točke 129 (točka – kovinski čep v asfaltu je blizu lesenega križa) do osemsto metrov oddaljenega gozda v smeri Smlednika. S postavljenim geodetskim instrumentom ob robu ceste sem najprej vzel smer nazaj na poligonko 129, potem na Jakoba in iskal zadnjo še vidno orientacijo proti Sv. Mohorju (trigonometer 6322), vendar mi ga je zastirala previsoka živa meja. Za hrbtom sem zaslišal avto, ki se mi je približeval iz smeri Vikrč. Niti pogledal nisem, ko se je ustavil tik za menoj. Nato sem slišal in spoznal glas – glas Marka **P.**, ki me je vprašal, ali smo dobro izmerili pri Pijavi Gorici in kako je šlo. V samo treh stavkih sem mu povedal vse, kar ga je zanimalo. To je bilo zanj dovolj. Sicer pa je prišel ravno pravi trenutek. Kolega Damijan je bil že na novi orientaciji, na točki globoko v gozdu, Mark pa mi je na mojo prošnjo z veseljem nagnil dve najvišji veji smrekove žive meje, ki sta mi preprečevali jasno vizuro na cerkvico Sv. Mohorja. Samo poslovala sva se še in odpeljal se je. Marka potem nisem videl nikoli več, tudi njegova telefonska številka je zastarala. Iskal sem ga po telefonskem imeniku, vendar ga nisem našel.

Letos spomladi sem se odločil, da zgodbo zaključim. Predvsem zaradi objave spomina v našem Geodetskem vestniku. Odpeljal sem se v vasico blizu Škofljice pri Ljubljani in skušal najti koga, ki pozna priimek starega lastnika in kar koli v zvezi s tem. Po toliko letih je bilo že težko najti pravo lokacijo. Stara hiša je delovala nevdrževano, kot da se je zanjo čas ustavil leta 1950. Imel sem srečo, saj sem dokaj hitro našel mejaša (kasneje sva ugotovila, da je bil mogoče celo naročnik izmere), ki je dobro poznal zadevo, saj naj bi želel nase prepisati del te parcele, vendar se je zataknilo na zemljiški knjigi. Predstavil sem se mu kot geometer, ki je takrat meril parcelo. Povedal mi je, da je lastnik Slavko **M.** (iz Amerike) že umrl, da je imel nekaj dedičev, vendar nikogar ne pozna. Po ovinkih sem ga spraševal o osebnem poznanstvu s katerim od dedičev. Nikogar ni poznal. Postal je celo sumničav, da imam mogoče prikrita namene. Proti koncu pogovora mi je že skorajda hotel »naprtiti« krivdo za neuspeh prepisa. Očitno pa Marku ni uspelo, da bi prepisal posestvo na sebe.

Stane Lunder

Podutik, Ljubljana

e-naslov: stane.lunder@gmail.com

SEZNAM DIPLOM NA ODDELKU ZA GEODEZIJO UL FGG

OD 1. 2. 2014 DO 30. 4. 2014

Teja Japelj

Ob izidu te številke Geodetskega vestnika bodo že skoraj pred vrati poletne počitnice. Čas za uživanje in branje. Samo upamo lahko, da bo vestnik prijel v roke tudi kakšen dober delodajalec, ki bo našim študentom ponudil priložnost v življenju.

Na univerzitetnem študiju geodezije je uspešno zagovarjalo nalogo pet študentov, na prvostopenjskem študiju tehnično upravljanje nepremičnin ena študentka in na drugostopenjskem študiju prostorsko načrtovanje dva študenta.

DODIPLOMSKI ŠTUDIJ GEODEZIJE

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GEODEZIJE

Niko Fabiani: Analiza položajne točnosti državnega ortofota glede na časovno obdobje njegove izdelave

Mentor: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentror: dr. Mihaela Triglav Čekada

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4664/1/GEU947_Fabiani.pdf

V diplomski nalogi je predstavljena analiza položajne točnosti državnega ortofota glede na časovno obdobje njegove izdelave. V nalogi smo preverjali hipotezo, da se položajna točnost ortofota s posameznimi časovnimi serijami izboljšuje. V teoretičnem delu smo opisali, kaj ortofoto je, predstavili zgodovino in postopek njegove izdelave. V kontekstu postopka izdelave ortofota smo opisali uporabo digitalnega modela reliefa in osnove globalnih navigacijskih satelitskih sistemov. Prav tako sta opisana oba slovenska horizontalna koordinatna sistema, tako stari D48/GK kot novi D96/TM, ter razdelitev na liste merila 1 : 5.000. Teoretičnemu delu sledi opis metodologije določevanja kontrolnih točk in njihova meritev. Definiran je način izračuna odstopanj med terensko izmerjenimi koordinatami in z ortofota izmerjenimi koordinatami, naštetni so vhodni podatki in uporabljena strojna ter programska oprema. V praktičnem delu je predstavljen celoten postopek od izbire listov ortofota za kontrolo, izbire točk na izbranih listih, kot tudi terenskih meritev ter meritev koordinat kontrolnih točk na časovnih serijah izbranih listov ortofota. Sledi analiza dobljenih rezultatov ter izračun povprečnih odstopanj ter korena srednje kvadratne napake. V zaključku so strnjene ugotovitve, s katerimi smo potrdili osnovno hipotezo diplomske naloge.

Samo Ozvaldič: Samodejen zajem daljnovidov iz podatkov terestričnega in aerolaserskega skeniranja

Mentor: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentor: Anja Vrečko, univ. dipl. inž. geod.

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4665/1/GEU948_Ozvaldic.pdf

V diplomski nalogi so najprej podane glavne značilnosti in osnovna teorija terestričnega in aerolaserskega skeniranja. Natančneje je opisan algoritem Houghove transformacije, ki je bil uporabljen za iskanje daljnovidov v oblaku točk in na rastriranih podatkih laserskega skeniranja. Opisan je celoten postopek zajema daljnovidov, od predhodne obdelave podatkov do končnih rezultatov. Predstavljen je lasten program za samodejen zajem daljnovidov iz predhodno obdelanega oblaka točk laserskega skeniranja. Samodejen zajem daljnovidov je bil preizkušen tudi na rastriranem oblaku točk. Tudi v tem primeru je bil uporabljen lasten program. Oba programa sta bila napisana v programskem okolju Matlab. Za večjo učinkovitost uporabljenih programov so bile z orodji LAStools iz oblaka točk predhodno izločene odvečne točke, ki ne predstavljajo daljnovidov. Učinkovitost in uspešnost uporabljenih metod sta bili ocenjeni vizualno ter s primerjavo izračunanih koordinat identičnih presečišč daljnovidov na štirih primerih (samodejen zajem daljnovidov in izračun koordinat presečišč daljnovidov v oblaku točk terestričnega in aerolaserkega skeniranja ter samodejen zajem daljnovidov in izračun koordinat presečišč daljnovidov na rastriranih podatkih terestričnega in aerolaserskega skeniranja). Ocenili smo vpliv predhodne obdelave podatkov na časovno zaposlenost programa, s katerim smo samodejno zajeli linije. Na koncu so podane ideje za morebitne izboljšave metodologije in smernice za nadaljnji razvoj.

Petra Ahačič: Izdelava turističnega spletnega portala Občine Žirovnica

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4690/1/GEU949_Ahacic.pdf

V diplomski nalogi je predstavljena izdelava turističnega spletnega portala občine Žirovnica. V prvem delu so na kratko opisane teoretične podlage, ki jih potrebujemo za pripravo takšnega projekta. V tem delu je poudarek na analizi različnih obstoječih turističnih spletnih portalov nekaterih slovenskih občin. Rezultati analize so predstavljali podlago za izdelavo portala občine Žirovnica. Praktični del naloge obravnava pripravo redakcijskega načrta in izdelavo karte ter portala. Na koncu so predstavljene možnosti uporabe in nadgradnje portala.

Andreja Rejec: Analiza določitve transformacijskih parametrov na območju Čepovanske doline

Mentorica: doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

Somentor: asist. mag. Oskar Sterle

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4689/1/GEU950_Rejec.pdf

Diplomska naloga obravnava določitev transformacijskih parametrov 3D-podobnostne transformacije na lokalnem območju Čepovanske doline. Prvi del naloge vključuje teoretično razlago dveh koordinatnih sistemov, koordinatnih sistemov D48/GK in D96/TM, ter transformacijo koordinat med njima. Opisani so načini določitve koordinat točk v koordinatnem sistemu, vezanem na GNSS, in za to potrebne merske opreme. Podrobneje je predstavljeno delovanje sistema GNSS, opisane so metode izmere GNSS ter vplivi na opazovanja GNSS. Drugi del naloge je praktične narave, zajema predstavitev območja izmere, potek izmere GNSS ter obdelavo

opazovanj do izračuna koordinat točk. Ciljna naloga je izračun različnih transformacijskih parametrov med starim koordinatnim sistemom D48/GK in koordinatnim sistemom, vezanim na GNSS, in medsebojna primerjava ter določitev oziroma izbira najboljših lokalnih transformacijskih parametrov. Zaključek povzema pridobljene ugotovitve med izvedbo naloge in priporoča, kako opraviti izmero in 3D-transformacijo na obravnavanem območju.

Ana Lenarčič: Opis prostorsko-časovne kakovosti državnih fotogrametričnih in kartografskih izdelkov

Mentor: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentor: dr. Jože Triglav

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4712/1/GEU951_Lenarcic.pdf

V diplomski nalogi obravnavamo problem razumevanja in podajanja kakovosti prostorskih podatkov. Kljub temu, da se temu področju v zadnjem času pripisuje vedno večji pomen, ni enotnega sistema, ki bi se širše uveljavil. S težavo se srečujejo predvsem uporabniki podatkov, saj se zaradi velike količine podatkov na eni strani in premalo informacij o njihovi kakovosti na drugi strani pri izbiri podatkov težko znajdejo. Da bi podajanje podatkov o kakovosti prostorskih podatkov postalo enostavnejše za proizvajalce in razumljivejše ter preglednejše za uporabnike, je Jože Triglav v svoji doktorski disertaciji razvil koncept opisa prostorsko-časovne ločljivosti. V diplomski nalogi koncept praktično uporabimo na primeru državnih fotogrametričnih in kartografskih izdelkov, nato pa razumljivost in preglednost koncepta prek ankete preverimo pri manjšem vzorcu uporabnikov teh podatkov. Uporabniki so imeli pred izpolnjevanjem ankete možnost poskusne uporabe koncepta na spletni strani, ki smo jo izdelali za ta namen. Rezultati ankete so med drugim pokazali, da je pri konceptu kar 84 % anketiranim uporabnikom všeč preglednost opisa kakovosti, vsebovali pa so tudi nekaj idej za nadaljnji razvoj in nadgradnjo koncepta.

TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN, 1. STOPNJA

Katarina Jurić: Izdelava objektnega kataloga za zajem topografskih podatkov programu SocetSet

Mentor: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentor: asist. dr. Dejan Grigillo

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4711/1/TUN026_Juric.pdf

Fotogrametrični zajem topografskih podatkov se izvaja v skladu z navodili, ki so opredeljena v objektnem katalogu. Za izbrane objektne razrede (tipe) smo izdelali objektni katalog za zajem podatkov iz letalskih posnetkov (po vzoru DTK5), ki smo ga implementirali v programu SocetSet (objektni sloji v skladu s topološko obliko, šifranti ipd.). Na izbranem območju smo zajem izvedli in opisali praktično izvedbo celotnega postopka.

PODIPLOMSKI ŠTUDIJ GEODEZIJE

PROSTORSKO NAČRTOVANJE, 2. STOPNJA

Uroš Rozman, dipl. inž. grad. (UN): Prostorska umestitev Dravske kolesarske poti med Dravogradom in Središčem ob Dravi

Mentorica: doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek, univ. dipl. inž. arh.

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4663/1/BPN002_Rozman.pdf

V magistrskem delu je obravnavno načrtovanje daljinskih kolesarskih povezav v Sloveniji. Predstavljena je umestitev Dravske kolesarske poti ob reko Dravo, med Dravogradom in Središčem ob Dravi. Dravska kolesarska povezava v Sloveniji kot turistična ponudba že obstaja, vendar poteka po obstoječih bolj ali manj prometnih cestah in kot takšna ni primerljiva s podobnimi obrečnimi kolesarskimi potmi v razvitejših evropskih okoljih. Ob obstoječih merilih in normativih smo v delu raziskali še praktične primere umeščanja daljinskih kolesarskih poti. Predstavili smo kolesarski poti ob reki Dravi in ob reki Muri v Avstriji ter krajše odseke urejenih kolesarskih poti v Sloveniji. Na podlagi meril in normativov, primerov dobrih praks, analize območja ob reki Dravi ter pogovorov z zainteresiranimi deležniki v prostoru smo lahko določili mogoče variante poteka. Vrednotili smo jih glede na prostorski, funkcionalni in varstveni vidik. Izpostavili smo predvsem prostorski vidik (bližina narave, reka Drava, atraktivnost, turistična ponudba, usklajenost s predlogi občin, lastniška struktura), saj je ključen za poznejši uspeh kolesarske poti ter njeno izvedbo. S celovitim načrtovanjem in upoštevanjem že obstoječe infrastrukture ter javnih, gozdnih in poljskih poti smo v delu prikazali učinkovitejši, hitrejši in predvsem finančno ugodnejši način umeščanja daljinskih kolesarskih poti. Le s pravilnim pristopom in sodelovanjem se bo v prihodnosti lahko tudi Slovenija približala kolesarsko razvitim evropskim državam.

Polona Lovišček: Spremljanje rabe energije javnih objektov v primorskih občinah v okolju GIS

Mentor: izr. prof. dr. Radoš Šumrada

Somentor: viš. pred. mag. Samo Drobne

URL: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4699/1/BPN003_Loviscek.pdf

V magistrskem delu je obravnavan razvoj zasnove geografskega informacijskega sistema za namen ciljnega spremljanja rabe energije, ki nadzira porabo in stroške energije javnih objektov. Rešitev naj bi omogočila preglednejši vpogled v porabo in stroške energije javnih stavb in javne razsvetljave v izbranih primorskih občinah, z možnostjo prostorskih prikazov in prostorskih analiz. V analitičnem delu je naprej izvedena analiza rabe energije javnih stavb na območju mestne občine Nova Gorica, občine Brda in občine Tolmin. Rezultati analize so pokazali, pri katerih objektih se je med letoma 2011 in 2012 povečala oziroma zmanjšala raba toplotne in električne energije na enoto uporabne površine, in sicer na podlagi indeksa rabe energije. V drugem delu smo analizirali javno razsvetlavo v občini Šempeter-Vrtojba in naselju Tolmin. Rezultati analize potrjujejo, da je večina svetilk v občini Šempeter-Vrtojba in Tolminu neustreznih. Svetilke ne ustrezajo kriterijem Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07) in določilom priporočil projektantov glede moči in višine svetilke ter ustreznosti namestitve. Na podlagi podatkov o tekočih odhodkih in investicijskih odhodkih za javno razsvetlavo je bila izvedena primerjava višine teh odhodkov na prebivalca v občini Šempeter-Vrtojba in občini Tolmin.

31. STROKOVNO SREČANJE GEODETSKIH UPRAV DRŽAV NASLEDNIC AVSTRO-OGRSKE MONARHIJE

LEDNICE, ČEŠKA REPUBLIKA, 28.–30. MAJ 2014

Damjan Kvas, Martina Vošnjak

Enaintrideseto vsakoletno strokovno srečanje geodetskih uprav držav naslednic avstro-ogrske monarhije, v katerih je bil zemljiški kataster vzpostavljen pod pristojnostjo cesarsko-kraljevskega vojaško-geografskega inštituta K.u.K MGI, je letos potekalo v Lednicah na Češkem, in sicer pod naslovom *Zusammenarbeit mit anderen Organisationen der öffentlichen Verwaltung-Registerverbindung*, kjer je bilo izpostavljeno sodelovanje geodetskih uprav z drugimi javnimi institucijami. Sodelovale so geodetske uprave Avstrije, Češke, Slovaške, Madžarske, Hrvaške, Slovenije ter italijanskih dežel Trentinsko – Zgornje Poadižje in Julijska krajina. Posebej je treba omeniti, da je Julijska krajina letos sodelovala prvič, zastopal jo je Paolo Daniele Viviani iz Trsta.

Prvo tovrstno strokovno srečanje je bilo organizirano leta 1984 na Dunaju in je potekalo pod naslovom *Avtomatizacija in geodezija (nem. Automatisation in Vermessungswesen)*. Srečanja so se v obdobju začetka avtomatizacije postopkov na področju zemljiškega katastra začela na pobudo takratnega predsednika avstrijskega Zveznega urada za meroslovje in geodezijo BEV dipl. inž. Fridericha Hrbeka. Geodetske uprave držav naslednic avstro-ogrske monarhije imajo na področju zemljiškega katastra podobna strokovna izhodišča in rešitve, zato je spontano sodelovanje preraslo v organizirano letno strokovno srečanje, ki temelji na štirih načelih:

- omejeno je na države naslednice nekdanje monarhije;
- poteka enkrat letno;
- vsako leto je v eni od držav udeleženk;
- jezik srečanja je nemščina.

Slovenija je že od začetka zelo dejavna udeleženka in je bila doslej petkrat organizator. Naslednje leto bo srečanje v Italiji.

Udeleženke so predstavile delovanje geodetskih uprav v povezavi z naslovno temo ter novosti in projekte, ki se izvajajo. Na srečanju se je predstavilo tudi podjetje Hrdlička, ki je na primeru mesta Breslav prikazalo svoje rešitve pri uporabi informacijskih sistemov in podatkov za potrebe mesta oziroma občine. Podjetje deluje tudi na Slovaškem, Poljskem in v Ukrajini ter širi dejavnost še na druge evropske države.

V slovenskem referatu so bili predstavljeni podatki in programi PREG in REN, ki omogočajo različnim uporabnikom vpogled v podatke geodetske službe in njihovo uporabo. Predstavljeni so bili tudi projekti Geodetske uprave RS in novosti v njenem delovanju.

mag. Damjan Kvas, univ. dipl. inž. geod., direktor OGU Celje
Geodetska uprava RS, OGU Celje
Mariborska cesta 88, SI-3000 Celje
e-naslov: damjan.kvas@gov.si

Martina Vošnjak, univ. dipl. inž. geod., višja svetovalka
Geodetska uprava RS, OGU Celje
Mariborska cesta 88, SI-3000 Celje
e-naslov: maritna.vosnjak@gov.si

V. HRVAŠKI KONGRES O KATASTRU

Nikolaj Šarlah

Hrvaško geodetsko društvo je med 8. in 9. majem pod pokroviteljstvom Akademije tehničnih znanosti Hrvaške organiziralo V. hrvaški kongres o katastru z mednarodno udeležbo. Cilj kongresa, ki tradicionalno poteka vsaka štiri leta, je prikazati najnovejše svetovne in domače dosežke na področju geodezije, geoinformatike, katastra in zemljiške knjige. Teme so bile izbrane glede na stanje na trgu ter potrebe, izzive in delovanje Mednarodnega društva geodetov (FIG) ter hrvaške geodetske uprave. Tako so bili obravnavani: geodetski projekt, HTRS96/TM, katastri in zemljiški informacijski sistemi, izvedba legalizacije v zemljiškem katastru in zemljiški knjigi, infrastruktura prostorskih podatkov, izmenjevalni formati GML/XML in samodejna obdelava podatkov ter nove tehnologije pri zajemanju geoinformacij.



Slika 1: Udeleženci V. hrvaškega kongresa o katastru.



Hrvaška vlada s podporo ministrstva za pravosodje in državne geodetske uprave od leta 2003 izvaja nacionalni program urejanja zemljiške knjige in zemljiškega katastra. Končni cilj je vzpostavitev skupnega informacijskega sistema zemljiške knjige in katastra (ZIS) oziroma izdelava enotne rešitve za vodenje in vzdrževanje navedenih podatkov v republiki Hrvaški. Na to temo so potekala tri predavanja, na katerih je bil izrecno poudarjen pomen povezovanja nepremičninskih evidenc in evidenc stvarnih pravic. Sistem zelo spominja na že izvedeno, delujočo, a žal ugasnjeno povezovanje zemljiškega katastra in zemljiške knjige iz leta 1982 v eni od tedaj lokalnih geodetskih pisarn v Sloveniji pod vodstvom cenjenega g. Gojmira Mlakarja. Za sistem oziroma njegove snovalce se je takrat močno zanimala družba IBM (angl. *International Business Machines Corporation*).

Na kongresu sta bili pobliže predstavljeni položajna natančnost in heterogenost zemljiškega katastra na Hrvaškem. V dosedanji pripravi na projekt izboljšave položajne natančnosti zemljiškega katastra navdušuje predvsem njihov akademski pristop, saj so v zadnjih osmih letih izvedli niz študij in analiz.

Vsem raziskavam je enotno, da mora izboljšava temeljiti na geodetski doktrini, ki je zasnovana na metodah koordinatne geometrije in topologije, nadštevilčnih opazovanjih, zakonu o prenosu pogreškov in izravnalnem računu. Z metodologijo, ki jo pripravljajo, bodo dobili odgovore in opredelili postopke ter algoritme izboljšave, poiskali način za implementacijo sedanjih elaboratov geodetske izmere in kontrolo (nadzor) ter določili merila za spremljanje kakovosti in zanesljivosti postopka. V okviru projekta bo celoten grafični del zemljiškega katastra transformiran v nov geodetski referenčni sistem.

Treba je omeniti tudi vabljen predavanja, ki so bila zelo aktualna. Dr. Gerhard Navratil z oddelka za geodezijo in geoinformatiko Univerze za tehnologijo na Dunaju je predaval na temo: Zemljiški kataster in zemljiška knjiga – ena ali dve instituciji? Primerjal je Avstrijo in Švedsko iz perspektive uporabnika. Predavanje profesorja dr. Miljenka Lapaine z Geodetske fakultete v Zagrebu je bilo na temo: Kartografske projekcije in njihove deformacije, dr. Anka Lisec s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani pa je pripravila predavanje z naslovom Zemljiški kataster – izzivi v tradicionalnih katastrskih državah. Predstavila je izbrane pristope za izboljšavo kakovosti podatkov zemljiškega katastra, ki so jih preučili v raziskovalni skupini.

Organizirana je bila tudi okrogla miza o temah iz vsakodnevne geodetske problematike. Razprave so se udeležili ugledni predstavniki hrvaške državne geodetske uprave, Geodetske fakultete v Zagrebu, Hrvaškega geodetskega društva, Hrvaške zbornice odgovornih geodetov in Hrvaškega kartografskega društva.

mag. Nikolaj Šarlah, univ. dipl. inž. geod.

Ministrstvo za infrastrukturo in prostor Republike Slovenije

Langusova ulica 4, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: niko.sarlah@gov.si

MIPRO 2014

37. MEDNARODNO SREČANJE O INFORMACIJSKI IN KOMUNIKACIJSKI TEHNOLOGIJI, ELEKTRONIKI IN MIKROELEKTRONIKI

Nikolaj Šarlah, Katja Mobar Bastar

Med 26. in 30. majem je v Opatiji potekalo že 37. mednarodno srečanje o informacijski in komunikacijski tehnologiji, elektroniki in mikroelektroniki (MIPRO 2014). Prišlo je več kot tisoč udeležencev iz štiridesetih držav ter mnogo strokovnjakov, ki so predstavili več kot 350 znanstvenih prispevkov. Letošnje srečanje je odprl hrvaški minister za znanost, izobraževanje in šport gospod Željko Jovanović. Pokrovitelji so bili ministrstvo za znanost, izobraževanje in šport, ministrstvo za pomorstvo, promet in infrastrukturo, ministrstvo za gospodarstvo republike Hrvaške in drugi. MIPRO 2014 je potekal v organizaciji Hrvaškega združenja za informacijsko in komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mikroelektroniko (MIPRO), Univerze v Zagrebu, Univerze na Reki, Inštituta Ruđerja Boškoviča iz Zagreba in drugih.

MIPRO je osrednje nekomercialno znanstveno in strokovno srečanje, ne samo na Hrvaškem, ampak v širšem delu Evrope, namenjeno novim tehnologijam in rešitvam. Vedno je bilo stičišče idej, inovacij in tehnologij, gospodarstva, izobraževanja, znanosti in javne uprave na vseh ravneh. MIPRO 2014 je ponudil bogate in raznovrstne vsebine z velikim razponom tem, od ozko strokovnih do tehnoloških in družbenih.

Dr. Zoran Stančić, namestnik evropskega komisarja za telekomunikacije, je dejal, da je na konferenci mogoče poiskati odgovore na vprašanja, kako lahko vsaka posamezna država prispeva k razvoju in uresničevanju evropske digitalne agende. Pametna uporaba elektronskih komunikacij bi lahko prinesla petodstotno povečanje bruto domačega proizvoda Evropske unije do leta 2020.



Slika 1: Slovesno odprtje srečanja MIPRO 2014.



Slika 2: Udeleženci okrogle mize.

V okviru srečanja je 27. maja v kongresni dvorani Grand hotela Adriatic v Opatiji potekala okrogla miza z naslovom *Potreba po spremembi pravne ureditve in razvoj ugodnih pogojev za gradnjo in razvoj infrastrukture elektronskih komunikacij*. Udeležencem so stališča glede teme predstavljali ga. Jasminka Trzun, podpredsednica Hrvaške gospodarske zbornice za pravne zadeve, ga. Sarita Bukovčan, direktorica Združenja operaterjev mobilne komunikacije (UPKH), dr. Justina Bajt, Hrvaški Telekom, Franjo Ambroš, član hrvaške zbornice odgovornih geodetov, Bruno Pacadi, vodja katastra gospodarske infrastrukture mesta Zagreb, in Nikolaj Šarlah z Geodetske uprave Republike Slovenije. Okrogli mizi se je v nadaljevanju pridružila mag. Katja Mohar Bastar, vodja področja telekomunikacij pri slovenski Agenciji za komunikacijska omrežja in storitve RS.

Na okrogli mizi je bil govor o strateški usmerjenosti Hrvaške k razvoju infrastrukture elektronskih komunikacij, možnosti njihovega izvajanja v okviru sedanjega pravnega okvira ter ključnih ovirah za nadaljnji razvoj in gradnjo elektronskih komunikacij, pa o novih modelih prostorskega načrtovanja, gradnje, uporabe in evidentiranja elektronskih komunikacij in drugih infrastrukturnih objektov v koridorjih, o vzpostavitvi zbirnega katastra gospodarske infrastrukture kot edinstvene podatkovne baze gospodarske infrastrukture na Hrvaškem, posredovanju podatkov v enotno bazo in vplivu na vzpostavitev novega modela ureditve.

Sedanji položaj ne dovoljuje stvarnopravnega urejanja gospodarske infrastrukture in njenega ustreznega pravnega varstva. Z novim modelom naj bi odpravili pomanjkljivosti ter omogočili sistematične in načrtovane naložbe v razvoj obstoječe in nove infrastrukture. Na okrogli mizi so bile podane še nekatere druge ugotovitve, slovenski primer reševanja evidentiranja gospodarske infrastrukture v zbirnem katastru gospodarske javne infrastrukture (ZK GJI) pa je bil prepoznan kot ena od rešitev, kako je mogoče ta zapletena vprašanja z nekaterimi spremembami rešiti v zadovoljstvo vseh.

mag. Nikolaj Šarlah, univ. dipl. inž. geod.

Ministrstvo za infrastrukturo in prostor Republike Slovenije
Langusova ulica 4, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: niko.sarlah@gov.si

mag. Katja Mohar Bastar

Agencija za komunikacijska omrežja in storitve Republike Slovenije
Stegne 7, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: Katja.Mohar-Bastar@akos-rs.si

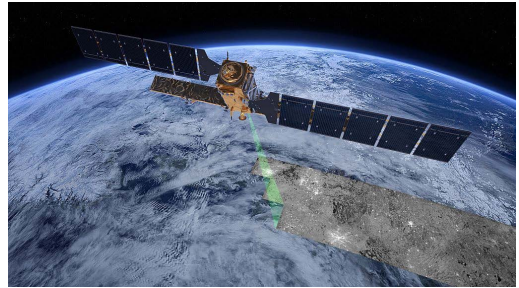
GEO & IT NOVICE

Aleš Lazar, Klemen Kregar

Copernicus

Copernicus je program Evropske unije za spremljanje stanja in opazovanje Zemlje, njenega površja, ozračja in oceanov. V njem sodelujejo Evropska vesoljska agencija, Evropska organizacija za uporabo meteoroloških satelitov, Evropska agencija za okolje in druge. Program so snovali zadnjih deset let, proračunska sredstva v vrednosti slabe štiri milijarde evrov pa so zagotovljena za prihodnjih sedem let.

Program je zasnovan predvsem na vesoljskih tehnologijah in temelji na konstelaciji desetih satelitov Sentinel. V njegovem okviru je Evropska unija 3. aprila 2014 utirila prvi satelit Sentinel-1, ki kroži približno 693 kilometrov nad Zemljo, ima 12-metrsko radarsko anteno in dve po deset metrov dolgi krili sočnih celic. Na krovu je sedaj najnaprednejši radar z imenom C-SAR, ki omogoča izjemno zanesljivo, natančno in hkrati veliko površinsko opazovanje Zemlje – tako ponoči kot podnevi, tudi skozi oblake in dež. Podatke zajema v ločljivosti od 5 do 100 metrov ter v pasu od 80 do 400 kilometrov.



Rezultati satelitskih opazovanj Zemlje v okviru programa Copernicus bodo podatki, ki bodo uporabljeni za številne aplikacije. Povečala se bo varnost prebivalstva, v izrednih razmerah bo omogočeno učinkovitejše ukrepanje, spremljale se bodo podnebne spremembe. Na podlagi opazovanja stanja in napovedi širjenja onesnaženosti zraka, analiz in napovedi suše ter drugih pojavov se bo lahko bolj učinkovito načrtovala ustrezna kmetijska politika. Poleg navedenih koristi so zanimive aplikacije spremljanje vegetacije, opazovanja širjenja in stanja gozdov ter ocenjevanja ponorov ogljikovega dioksida. Podatki o stanju našega planeta bodo neprekinjeno in neodvisno brezplačno dostopni vsem na spletnem portalu.

Vir: RTV Slovenija, maj 2014 – <http://www.rtvsl.si/znanost-in-tehnologija/>

DŠGS FlyEye

Štirje študentje magistrskega študija geodezije in geoinformatike na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Nejc Dougan, Aleksander Šašo, Urh Tržan in Blaž Vidmar, so izdelali brezpilotni letalnik za zajemanje prostorskih podatkov. Svoj kvadrokopter, brezpilotni letalnik s štirim rotorji, so sestavili v okviru projekta Društva študentov geodezije Slovenije, "DŠGS FlyEye". Prednost letalnika pred profesionalnimi sistemi na trgu, ki stanejo od 10 do 50 tisoč evrov, je nizka cena. Izdelava študentskega letalnika je stala samo kakih tisoč evrov, ima pa enako uporabnost. Na kvadrokopter



po prednastavljeni poti. S telemetrijo je vzpostavljena povezava z računalnikom, ki prikazuje položaj in stanje letalnika, ter daljinskim upravljalnikom, ki mu pošilja ukaze. Avtopilot takoj popravi vsak napačen premik. Popravlja ga tudi petdesetkrat na sekundo. Baterije za let zdržijo približno 15 minut. Kvadrokopter bo po koncu projekta ostal na ljubljanski Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, kjer bo na voljo za študijske in raziskovalne namene.

Vir: Delo, maj 2014 – <http://www.delo.si/arhiv/ucinkovito-zajemanje-prostoskih-podatkov.html>

Leica Zenos CS25 plus in Zenos CS25 GNSS plus

Podjetje Leica Geosystems je na trg dalo robusten terenski računalnik Leica Zeno CS25 plus in njegovo različico z vgrajenim GNSS-sprejemnikom. Instrumenta sta namenjena zajemanju podatkov za geografske informacijske sisteme GIS.

Oba odlikuje varčni procesor Intel Cedar Trail. Podatki se shranjujejo na vgrajeni SSD-disk s 128 GB prostora, pomnilniški prostor pa lahko dodatno razširimo z SD- ali MMC-kartico. Diagonala zaslona meri 17,8 centimetra, zaslon je občutljiv na dotik, ponaša pa se z dobro vidljivostjo kljub močnemu soncu. Instrument je izredno robusten, saj se lahko pohvali s kodo IP65, ki pomeni odpornost proti vodi in prahu, prenese pa tudi padec z višine dobrega metra. Na instrumentu je naložen operacijski sistem Windows 7, ki poleg profesionalnih programov podpira standardne aplikacije, kot so pregledovalnik pošte, urejevalnik besedil ali spletni brskalnik. V instrumenta so vgrajeni vsi sodobni komunikacijski vmesniki 3G, GSM/UMTS, Bluetooth in WiFi. Na obeh napravah sta nameščena programa Zeno Field in Leica MobileMatrix. Prvi omogoča celovito mobilno kartiranje in tudi integracijo s pisarniško GIS-opremo, drugi pa je namenjen neposredni povezavi z ArcGIS-okoljem ter omogoča integracijo različnih senzorjev (GNSS, TPS, razdaljemer Disto itd.). Leica Zeno SDK programske knjižnice razvijalcem programske opreme omogočajo popolno integracijo Zena v lastne sisteme.

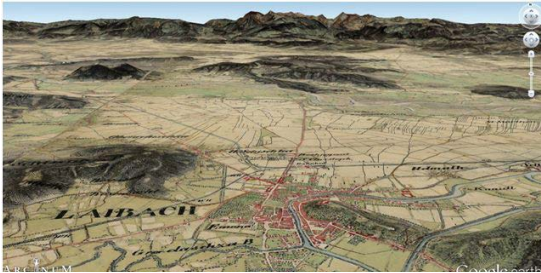


Zeno CS25 GNSS plus ima poleg naštetih lastnosti vgrajeno kompaktno GNSS Helix (palčno) anteno z nazivno natančnostjo 10 centimetrov ter omogoča razširitev z zunanjo anteno Leica AS10, ki lahko zagotovi centimetrsko natančnost. V instrument vgrajeni GNSS-sprejemnik s 120 kanali je enak kot v drugih Leicinih instrumentih, omogoča pa sprejem tako GPS- kot GLONASS-signalov.

Vir: Geoservis, maj 2014 – <http://www.geoservis.si/>

Digitalizirani in georeferencirani zemljevidi druge vojaške topografske izmere

Druga vojaška topografska izmera avstro-ogrskega cesarstva je potekala med letoma 1806 in 1869. Med napoleonskimi vojnami je namreč vojaško poveljstvo habsburškega imperija ugotovilo, da zemljevidi oziroma karte prve vojaške izmere cesarstva, imenovane Jožefinska izmera, niso več primerni za takratno vojaško taktiko. Cesar Franc I. je tako leta 1806 izdal odredbo o novi kartografski izmeri cesarstva, ki je takrat obsegalo celotno območje današnje Avstrije in Madžarske, pa še dobršen del severne Italije do Milana, Lihtenštajn, celotno Češko in Slovaško, del današnje Poljske in Ukrajine, Transilvanijo, severni del Srbije do Beograda, celotno Hrvaško in Slovenijo.



Karte druge vojaške izmere so izjemen dosežek takratne geodezije, tako zaradi zagotovitve matematične osnove za izmero, kakovostne terenske izmere kot zaradi skoraj umetniškega grafičnega prikaza zajetih podatkov. Avstrijski državni arhivi kot lastnik vsebin so v povezavi s podjetjem Arcanum, budimpeškim mestnim arhivom, muzejem vojaške zgodovine in uni-

verzno Loránda Eötvösa vse karte druge vojaške izmere digitalizirali in georeferencirali. Sedaj so prosto dostopne na spletni strani <http://mapire.eu/en/secondsurvey/>, ogledamo pa si jih lahko tudi v aplikaciji Google Earth, kjer so napete na digitalni model reliefa. Delo je pospremljeno z brošuro v treh jezikih, v kateri si lahko preberemo več podrobnosti o izmeri in poteku georeferenciranja.

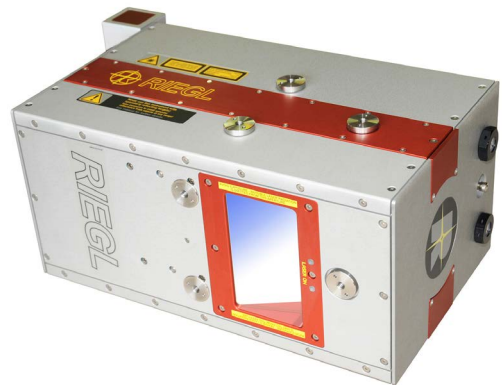
Zaradi različnih vplivov ocenjujejo, da je kakovost georeferenciranja med 150 in 200 metri, na nekaterih območjih pa seveda tudi veliko boljša. Georeferencirane karte Franciscejske izmere ponujajo mnogo možnosti za primerjalne analize s sistemi GIS in so povezljive z različnimi sodobnimi podatki, kot so vektorski podatki, satelitski posnetki, modeli višin ...

Vir: Mapire, maj 2014 – <http://mapire.eu/en/secondsurvey/>

Riegl LMS-Q780 prejel nagrado za najinovativnejši izdelek

Riegl aerolaserski skener LMS-Q780 je prejel prestižno priznanje za najinovativnejši izdelek v kategoriji tehnologije LIDAR. Nagrada je bila podeljena na konferenci Geospatial World Forum 2014 v Ženevi v Švici. V podjetju Riegl so na priznanje zelo ponosni, še posebej zato, ker so lani prejeli nagrado za aerolaserski skener VQ-820-G, ki omogoča skeniranje podvodnih površin iz zraka.

Visokozmogljivi aerolaserski skener Riegl LMS-Q780 je vsestranska naprava, ki se uporablja za različne namene: od zajema podatkov koridorjev do skeniranje obsežnih območij za izdelavo državnih kart velikih meril. Skener uspešno deluje do višine leta tri kilometre nad tlemi, saj je pri tem zmožen



oddajati in sprejemati do deset impulzov hkrati. To mu omogoča skeniranje do deset con MTA (angl. multiple time around), hkrati laser omogoča izbor različnih frekvenc delovanja in moči, pri kateri deluje, z nastavitvijo do 60° območja zajema. V eni sekundi zajame do 266.000 talnih točk s polnovalovnim zapisom (angl. full-waveform) in natančnostjo 20 milimetrov.

Vir: GIM International, maj 2014 – <http://www.gim-international.com/>

Trimbllov kompaktni sprejemnik OEM GNSS UHF visoke natančnosti

Podjetje Trimble je predstavilo sprejemnik GNSS za meritve visoke natančnosti Trimble BD930-UHF. Novi izdelek, ki zagotavlja centimetrске natančnosti za RTK-izmero, ima integriran sprejemnik UHF za natančno mobilno pozicioniranje. Povezljivost naprave zagotavlja sestavljalcem sistemov enostavno vključitev modula za pozicioniranje visoke natančnosti v njihove specializirane ali po naročilu izdelane proizvode.

Glavni vodja oddelka za integrirane tehnologije Dale Hermann je povedal: »Podjetja, ki se ukvarjajo s sestavljanjem sistemov oziroma OEM (angl. original equipment manufacturer), si želijo v svoje izdelke vgrajevati zanesljive komponente visokih zmogljivosti ter uživati tehnično podporo proizvajalcev takšnih modulov. Trimble BD930-UHF je prav takšen sistem, saj poleg najnovejših GNSS- in komunikacijske tehnologije zagotavlja odlično povezljivost s sistemi, ki se lahko na primer uporabljajo za robotsko vodena vozila. Z nakupom modula BD930-UHF kupec ne pridobi samo sprejemnika GNSS, ampak celostno rešitev.« Trifrekvenčni modul omogoča sprejem signalov GPS, GLONASS, BeiDou in Galileo.

Ethernet povezljivost in vgrajeni spletni strežnik pa zagotavljata hiter prenos podatkov in konfiguracijo sistema prek standardnih brskalnikov. Modul podpira tudi portal USB in RS232.

Vir: GPS World, maj 2014 – <http://gpsworld.com/>



Mineva 190 let od rojstva Petra Kozlerja, avtorja *Zemljevida slovenske dežele in pokrajin*

Peter Kozler (1824–1879) se je v zgodovino zapisal kot avtor prvega zemljevida slovenskih dežel. V Pokrajinskem muzeju Kočevje so odprli razstavo Peter Kozler: *Zemljevid slovenske dežele in pokrajin*, na kateri predstavljajo raznovrstnost dela in življenja geografa in kartografa, politika, publicista, domoljuba in narodnega buditelja. Letos namreč mineva 190 let, odkar se je 16. februarja rodil v Kočah pri Kočevski Reki.

Peter Kozler je do sedmega leta govoril samo nemško oziroma kočevarsko. Potem ga je mati poslala k duhovniku Jakobu Jerinu na Sv. Gregorja pri Velikih Laščah, kjer se je naučil prvih slovenskih besed. Šolanje je nadaljeval v Ljubljani, kjer je bival pri profesorju Janezu Kersniku, dedu pisatelja Janka Kersnika. Tam se je »dodobra izuril v slovenščini« in se navdušil nad slovenstvom. Aprila 1848, ko je opravil sodniški izpit in se zaposlil kot pripravnik, se je z Matijo Vertovcem in Matijo Dolencem dogovoril, da bo vsak pripravil

»kako slovstveno delo« za slovenski narod. Kozler, ki je imel takrat 24 let, ni bil ne geograf ne kartograf, vendar se je z obema vedama seznanil med študijem v Italiji. Pri izdelavi zemljevida je imel največ težav z imeni krajev, saj so bile tedaj vse karte izdelane v nemškem jeziku. Konec leta 1852 je bil končno pripravljen bakrorez za tiskanje zemljevida.

Decembra 1852 so avstrijske vojaške oblasti pri tiskarju zaplenile in zapečatile vseh 422 že natisnjenih zemljevidov, ker naj bi prikazovali neobstoječo politično tvorbo in rušili zakonito zvezo avstrijskih kronovin. Petra Kozlerja so zaradi veleizdaje in »hudodelstva kaljenja javnega pokoja« postavili pred vojaško sodišče, a je bil maja 1853 oproščen vseh obtožb. Spet je zaprosil za dovoljenje za prodajo zemljevida in predlagal celo spremembo naslova, vendar mu niso ugodili, češ da bi bil izdelek propaganda za slovensko narodno gibanje. Ohranilo se je le 318 izvodov zemljevida, nepopolne pa so bile tudi priloge. Zato ga je Kozler marca 1861 dal dotisniti, toda ljubljanska policija je prodajo znova prepovedala. Prvi zemljevid slovenske dežele je bil dokončan šele po 13 letih.

Vir: Delo, maj 2014 – <http://www.delos.si/>



Leica Pegasus:Two

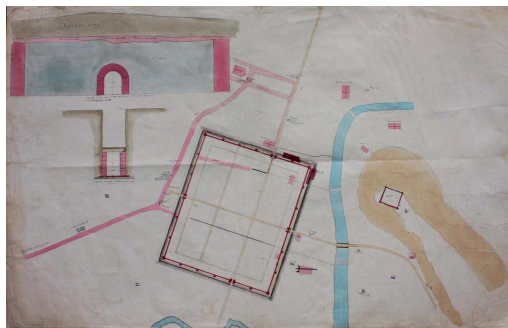
Podjetje Leica je 2. junija 2014 izdalo drugo serijo sistema za mobilno kartiranje Leica Pegasus:Two. V mobilnem kartirnem sistemu sta integrirana lasersko skeniranje in fotogrametrični zajem okolice. Za določevanje trajektorije premikanja in orientacije mobilnega sistema skrbi GNSS-sprejemnik, giroskop, pospeškometer in odometer. Na sistemu Pegasus:Two je nameščen laserski skener P20, ki je nadomestil skener HDS7000 iz predhodne različice (Leica Pegasus:One). 3D-laserski skener P20 je v novi različici mogoče zamenjati z linijskim (2D) laserskim skenerjem Z+F PROFILER 9012. Pri

slikovnem zajemu okolice je šest kamer z resolucijo 1628 x 1236 mrežnih celic iz sistema Pegasus:One nadgrajenih z osmimi kamerami z resolucijo 2000 x 2000 mrežnih celic. Različica s skenerjem P20 omogoča 13 ur operativnega delovanja, baterije pri Z+F PROFILER 9012 pa zdržijo devet ur delovanja. Oba sistema zajemata 1.000.000 točk na sekundo. Običajna hitrost vozila je 40 km/h. Pri tej hitrosti v eni uri nastane 43 GB podatkov (1,1 GB/km).

Vir: Leica Geosystems, junij 2014 – <http://www.leica-geosystems.com/>

Načrt rimske Emone

Emona je bila rimska naselbina v središču današnje Ljubljane. Zgrajena je bila pred dvesto leti (sredi leta 14 n. št.) po vzorcu tipičnih rimskih mest. Mesto je imelo obliko pravokotnika s stranicama 435,50 x 523,60 metra in štiri metre debelo obzidje, dodatno utrjeno s 24 stolpi ter varovano s po dvema obrambnima jarkoma (širokima 17 metrov in globokima 3 metre). Glavna mestna ulica v smeri sever–jug je potekala po trasi nekdanje jantarne ceste. Začela se je pri glavnih severnih mestnih vratih pri sedanji Bukvarni na Slovenski cesti in se končala pri južnih vratih pri križišču Mirja in Barjanske ceste. Glavna mestna ulica v smeri vzhod–zahod se je začela pri glavnih zahodnih mestnih vratih, ki so stala na podaljšku sedanje Snežniške ulice med Gregorčičevo ulico in Rimsko cesto, in končala pri glavnih vzhodnih vratih, ki so stala na severozahodnem vogalu Križank na Trgu francoske revolucije. Obe mestni ulici sta bili široki po 21 metrov.



Emona je imela znotraj obzidja mrežo med seboj pravokotnih ulic, ki so prostor delile na stanovanjske enote. V smeri sever–jug je bila razdeljena na tri približno enake dele. V severni in južni tretjini so bile stanovanjske zgradbe, v srednji tretjini med današnjo Gregorčičevo in Rimsko cesto pa je bil forum, ki je bil središče trgovskega in kulturnega življenja mesta. Na njem so stali svetišče Jupitra, Minerve in Junone, mestna posvetovalnica in sodna dvorana.

Ob jubilejni obletnici dvatisočletnice rimske Emone so v konservatorsko-restavratorski delavnici Arhiva RS ustrezno restavrirali načrt rimskega mesta, ki ga je dal izrisati arheolog in muzejski kustos Alfons Müllner konec 19. stoletja. Na načrtu iz obdobja 1889–1890 je narisano in pobarvano tloris rimskega mesta z obzidjem, cestami, stavbami in akvaduktom. Načrt velikosti 90 x 140 centimetrov je bil v Arhivu RS izbran za arhivalijo meseca maja.

Ob jubilejni obletnici dvatisočletnice rimske Emone so v konservatorsko-restavratorski delavnici Arhiva RS ustrezno restavrirali načrt rimskega mesta, ki ga je dal izrisati arheolog in muzejski kustos Alfons Müllner konec 19. stoletja. Na načrtu iz obdobja 1889–1890 je narisano in pobarvano tloris rimskega mesta z obzidjem, cestami, stavbami in akvaduktom. Načrt velikosti 90 x 140 centimetrov je bil v Arhivu RS izbran za arhivalijo meseca maja.

Vir: Arhiv RS, maj 2014 – <http://www.arhiv.gov.si/>

Morda niste vedeli:

- Kitajsko podjetje Yingchuang New Materials, ki ga vodi podjetnik Ma Yihe, je v zgolj 24 urah uspešno »3D-natisnilo« kar deset hiš iz cenovno ugodnega gradbenega materiala, mešanice ostankov drugih gradbenih procesov in cementa. Poleg izjemne hitrosti je gradnja okolju prijazna, saj se pri njej uporabljajo odpadni materiali, sama pa odpadkov skorajda ne ustvarja in je tudi z vidika zdravja delavcev neoporečna. V prihodnosti naj bi se proces tiskanja objektov še izpopolnil, »3D-tiskati« naj bi bilo mogoče vse vrste objektov, celo nebotičnike, kar bo po predvidevanjih popolnoma spremenilo gradbeno industrijo. (Vir: DNE Tehno, maj 2014)
- Na lestvici svetovne konkurenčnosti za leto 2014, ki jo objavlja švicarski inštitut za razvoj menedžmenta IMD, so med 60 državami, ki sodelujejo v raziskavi, prvo mesto zasedle ZDA, in sicer predvsem zaradi izrazite podjetniške usmerjenosti, odpornosti proti gospodarskim šokom, večje zaposlenosti, izjemne tehnološke inovativnosti in izvrstne infrastrukture. Sledijo jim Švica, Singapur in Hongkong na podlagi izrazite izvozne usmerjenosti, poslovne učinkovitosti in inovacij.

Švedska je na petem mestu, sledijo ji Nemčija, Kanada, Združeni arabski emirati, Danska in Norveška. Raziskava IMD temelji na trdih, statističnih podatkih, ki zajemajo dve tretjini skupne ocene konkurenčnosti in se nanašajo predvsem na preteklo leto, k tretjini ocene pa prispevajo podatki, zbrani z anketo med menedžerji iz mikro, malih, srednjih in velikih podjetij. Merijo štiri sklope konkurenčnosti: gospodarsko uspešnost, vladno učinkovitost, poslovno učinkovitost in infrastrukturo. Slovenija je v raziskavi letos zasedla 55. mesto. Kljub splošnemu rahlemu padcu na lestvici smo se po drugi strani močno povzpeli pri kazalcu rast izvoza blaga, kjer smo zasedli visoko 11. mesto, kar je 43. mest bolje kot lani, in mednarodna trgovina, kjer smo se povzpeli za dvajset mest na 17. mesto. (Vir: SPIRIT Slovenija, maj 2014)

Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.

3D ATA, d. o. o.

Ulica Mirka Vadnova 1, SI-4000 Kranj

e-naslov: lazarales@gmail.com

Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

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



SLAVNOSTNA AKADEMIJA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE

Erna Flogie Dolinar

Aprila je Zveza geodetov Slovenije pod pokroviteljstvom ministra za infrastrukturo in prostor in v sodelovanju z Ljubljanskim geodetskim društvom ter celotno geodetsko stroko ob 3. evropskem dnevu geodetov organizirala slavnostno akademijo z naslovom **Preurejanje zemljišč kot izziv**. Evropski dan geodetov je bil tokrat posvečen nemško-ruskemu geodetu Friedrichu Georgu Wilhelmu von Struveju, ki je zaznamoval razvoj stroke v širšem evropskem prostoru.



Slika 1: (z leve) Janez Škrabec, Simona Čeh, Miran Gajšek, Erna Flogie Dolinar, Blaž Mozetič, Anton Kupic, Bojan Babič.

Vsebinski poudarek letošnje prireditve je bil na preurejanju zemljišč kot možnosti za razvoj in izzivu za geodetsko stroko. Izpostavljena sta bila pomen in vpetost geodetske stroke v preurejanje zemljišč, ki tudi prispeva k družbenemu blagostanju in smotrnemu prostorskemu razvoju. Letošnja slavnostna akademija je tako pred nas postavljala izzive na področju preurejanja zemljišč. Izzive, ki bistveno vplivajo na razvoj družbe kot celote. Izzive, ki so tesno povezani z gospodarskim in socialnim razvojem ter močno posegajo na področje prostora in varovanja okolja. Izzive na področju preurejanja zemljišč, ki pomeni spreminjanje parcel po legi, obliki in velikosti, da se uredi lastnina na zemljiščih in se zemljiške parcele prilagodijo »novi rabi«. Mnogokrat preurejanje zemljišč enačimo z agrarnimi operacijami, kar je sicer dopustno, vendar danes pomeni mnogo več, saj vključuje tudi razvoj zemljišč in zemljiški menedžment. Na podeželskih območjih je tako geodetska stroka pomemben partner pri načrtovanju in izvedbi predvidenih posegov v prostor. Za urbana območja je preurejanje zemljišč ključno za tako imenovano organsko širitev in načrten notranji razvoj naselij. Tema je vsekakor zelo zanimiva na nacionalni in tudi lokalni ravni ter predmet številnih strokovnih razprav v Evropi in širšem mednarodnem prostoru.

Večer smo preživeli v dobri družbi geodetov, povabljenih gostov, glasbene skupine Teater Quartet in pesnika Toneta Pavčka. Čeprav ga ni več med nami, nas s svojimi hudomušnimi pesmimi nagovarja in spodbuja, da pogumno stopamo izzivom naproti.



Sliki 2 in 3: Udeleženci slavnostne akademije.

V uvodnem delu so navzoče pozdravili državni sekretar na ministrstvu za infrastrukturo in prostor mag. Bojan Babič, ki nam je spregovoril o izzivih na področju preurejanja zemljišč na državni ravni; predstavnik občine gostiteljice mag. Miran Gajšek, ki nas je nagovoril v imenu gostujočega mesta in je izzive preurejanja zemljišč razširil na lokalno raven. Kot zadnji je prisotnim zaželel dobrodošlico ter skušal odgovoriti na izzive preurejanja zemljišč našega časa osrednji gostitelj prireditve, predsednik Zveze geodetov Slovenije mag. Blaž Mozetič.

Eden temeljnih namenov prostorske politike je, da z njo določamo pogoje v prostoru, ki zagotavljajo usklajen gospodarski, družbeni in okoljski razvoj. Preurejanje zemljišč je ključni ukrep, ki omogoča tako izboljšanje obstoječih parcelnih struktur v prostoru kot ustrezno umeščanje dejavnosti in objektov vanj. Je eden izmed najučinkovitejših ukrepov zemljiške politike države in lokalnih skupnosti. S temi postopki želimo izboljšati rabo zemljišč, ki zaradi lastniških ali lokacijskih razlogov ni optimalna, da lahko izkoristimo njihov potencial v skladu s prostorskimi načrti. Torej gre za tesno prepletanje s prostorsko razvojno politiko in prostorskim načrtovanjem. O tem nam je spregovoril strokovnjak s področja dr. Joachim



Slika 4: Mag. Bojan Babič, državni sekretar na ministrstvu za infrastrukturo in prostor.



Slika 5: Mag. Milan Gajšek, predstavnik mestne občine Ljubljana.



Slika 6: Mag. Blaž Mozetič, predsednik Zveze geodetov Slovenije.



Slika 7: Dr. Joachim Thomas, nekdanji predstavnik nemškega zveznega združenja za upravljanje zemljišč.

Thomas, ki je predstavil procese preurejanja zemljišč v Nemčiji in njihov pomen za družbo. Nemčija je namreč ena vodilnih držav v Evropski uniji na področju preurejanja zemljišč.

V nadaljevanju je gospod Janez Škrabec, kot predstavnik gospodarstva in predvsem investitor, ki s svojimi naložbami posega v prostor, predstavil stališča gospodarstvenikov, kaj bi bilo treba storiti, da bi bili pri izvajanju investicijskih projektov bolj učinkoviti, in kako se lotiti teh nalog na različnih ravneh, od državne do lokalnih. Predstavil je nekaj projektov, ki jih izvaja v Sloveniji, državah vzhodne Evrope in Angliji. Ker je velik ljubitelj umetnin oziroma lepega, je skušal poiskati povezavo med umetnostjo,



Slika 8: Janez Škrabec, direktor podjetja Riko, d. o. o.

geodezijo in naložbami v prostor. Poudaril je, da živimo v času hitrega razvoja in vedno večjih potreb po prostoru, ki pa ga zaznamujejo tudi spremembe v odnosu do prostora in lastnine. Nov čas zahteva več, zahteva hitreje, kompleksnejše, bolj kakovostno, odlično.

Slavnostna akademija je bila tudi priložnost, da Zveza geodetov Slovenije podeli priznanja svojim članom za uspešno iskanje odgovorov na izzive. Tone Pavček nas je pospremil z mislijo, da je vsak na svetu za kaj.

ZA KAJ JE KDO (Tone Pavček)

»Vsak je na svetu za kaj. Za pravljice dedki, papa, da gre v gaj, papiga, da je v kletki. Stopo so za proso, za seno lope, stopice v pesmih teko, v Afriki antilope. Potlej so lovci za lov, krovci za krov, a pikolovci, da dajejo sol zajcem na rep pod kozolci. Vsak je na svetu za kaj. Vojaki za boj in za marše, raj, da se rima na maj, otroci, da starajo starše. Lica so za poljub, za knjige police, policaj pa za hrup, ko je kje veselica. Ptički, da milo pojo, pisun, da smo nanj jezni, a pesnik za to, da pesni.«

In geodeti smo na svetu tudi zato, da pomagamo preurejati prostor, v katerem živimo. Priznanja Zveze geodetov pa zato, da se posameznikom izrazi spoštovanje in zahvala za trud pri razvoju in ugledu stroke ter uspešnemu delovanju Zveze geodetov Slovenije. Priznanji za naziv zaslužnega člana Zveze geodetov Slovenije sta prejela mag. Jurij Režek in Matjaž Grilc. Plaketo za življenjsko delo Zveze geodetov Slovenije pa je prejel osrednji slavljenec večera dr. Anton Prosen. V imenu zveze se zahvaljujem vsem dobitnikom priznanj in jih naprošam, da ostanejo še naprej aktivni člani stanovskega združenja ter svoje bogate izkušnje, strokovne in organizacijske, prenašajo na mlajšo generacijo.



Slika: Prejemniki priznanj Zveze geodetov Slovenije: Matjaž Grilc, dr. Anton Prosen in mag. Jurij Režek.

Na koncu prireditve je bila izrečena zahvala govorcem, dobitnikom priznanj, častnim gostom in drugim prisotnim. Posebna zahvala gre tudi letos organizacijskemu odboru za vsebinsko in kulturno bogato prireditev ter za to, da smo lahko skupaj potovali po poti izzivov preurejanja zemljišč, po poti dosežkov in poti 3. evropskega dneva geodetov. Sledil je še prijeten klepet in druženje ob dobri kapljici.

mag. Erna Flogie Dolinar
generalna sekretarka Zveze geodetov Slovenije
e-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

Fotografija: Boštjan Pucelj
za Zvezo geodetov Slovenije
e-naslov: bosstjan.pucelj@gov.si



PLAKETA ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE ZA ŽIVLJENJSKO DELO DR. ANTONU PROSENU

Erna Flogie Dolinar

Slavnostna akademija Zveze geodetov Slovenije, ki je potekala ob 3. evropskem dnevu geodetov, je pred nas postavljala izzive in nam ponudila priložnost, da podelimo priznanja svojim članom za opravljeno delo in poslanstvo. Letošnji osrednji dobitnik plakete za življenjsko delo Zveze geodetov Slovenije je bil dr. Anton Prosen. Zveza mu je s tem želela izraziti spoštovanje in zahvalo za trud pri razvoju in ugledu stroke ter uspešnem delovanju Zveze geodetov Slovenije.

Dr. Anton Prosen je že na začetku svoje strokovne poti pritegnil pozornost marsikaterega strokovnjaka in strokovnega združenja s področja geodezije in prostorskega načrtovanja. Interdisciplinarni pristop in pomen geodezije pri načrtovanju in upravljanju prostora je zastavil že z diplomsko nalogo *Namenska raba površin v občini Ilirska Bistrica, s posebnim ozirom na urbanizacijo*, ki jo je zagovarjal na študiju geodezije na ljubljanski univerzi. Naloga je takrat močno presešla okvir klasične geodetske vsebine in sovpadala s širjenjem geodetske stroke na področje urejanja prostora. Po diplomi je nabiral bogate izkušnje v praksi – najprej kot načelnik občinske geodetske uprave v Ilirski Bistrici. Po treh letih je postal vodja komiteja za urbanizem, gradbene in komunalne zadeve na občini Nova Gorica. Strokovna širina ga je kmalu ponesla na višjo raven. Na občinskem zavodu za družbeno planiranje v Novi Gorici je prevzel funkcijo namestnika direktorja.

Matična stroka mu je hitro priznala inovativen pogled in zelo kmalu je dobil povabilo k vrnitvi vanjo s prevzemom vodenja geodetskega upravnega organa občine Koper ter k sodelovanju pri njenem razvoju. Kljub ponujenim priložnostim, da nadaljuje pot v upravni geodeziji, se je odločil za strokovno izpopolnjevanje in nadaljevanje kariere v akademski sferi. Po diplomski (1976) in magistrski temi (1986) je leta 1993 svoje strokovne in življenjske nazore prikazal v doktorski disertaciji *Urejanje podeželskega prostora s poudarkom na ekološkem vrednotenju*. Strokovno se je v okviru doktorskega raziskovanja izpopolnjeval najprej v Avstriji in na Bavarskem, kjer je na Tehniški univerzi v Münchnu začel pripravljati doktorsko disertacijo. V istem letu je izdal strokovni priročnik *Sonaravno urejanje podeželskega prostora*. Vredno je znova prebrati klice iz uvoda, danes stare že več kot dvajset let, da mora »zdajšnje« kmetijstvo pridelati

dovolj zdrave hrane ter ob tem skrbeti za oblikovanje in vzdrževanje kulturne krajine in ohranjanje naravnih prvin: TAL, VODE in ZRAKA. Nove funkcije podeželskega prostora pa zahtevajo nove pristope k urejanju prostora in izpeljave na podlagi krajinskega in ekološkega planiranja. Gre za neposredno vlogo geodezije na začetku tretjega tisočletja.

Dr. Anton Prosen je že pred desetletji prevzel pomembno vlogo pri razvoju geodetske stroke v Sloveniji in na mednarodni ravni. Kot zavzet in predan predavatelj na Univerzi v Ljubljani, predvsem v okviru študijskih programov geodezije, pa tudi drugih, je z dodiplomskimi in podiplomskimi študenti, mladimi raziskovalci in strokovnjaki utiral pot sodobni geodeziji, s poudarkom na njeni vlogi pri upravljanju prostora. Na področjih ruralnega planiranja, ekologije, upravljanja zemljišč in razvoja podeželja se je uveljavil kot izredno priznan strokovnjak tudi v tujini. Rezultate svojega strokovnega in raziskovalnega dela je predstavil v številnih člankih, poročilih in strokovnih mnenjih.



Slika 1: Podelitev plakete Zveze geodetov Slovenije za življenjsko delo dr. Antonu Prosenu.

Posebna zasluga kolegu dr. Prosenu pa gre za nesebično in predano delo v vlogi glavnega in odgovornega urednika osrednje slovenske geodetske strokovne revije Geodetski vestnik, ki ga izdaja Zveza geodetov Slovenije. Ko je pred enajstimi leti prevzel njeno urednikovanje, si ni nihče predstavljal, kaj lahko nastane iz strokovnega časopisa, ki se mu je takrat obetala klavrna usoda. Kot nadomestilo za revijo naj bi pričel izhajati le občasni bilten v tiskani in elektronski obliki. Kolega Prosen in njegovi somišljeniki se s tem niso mogli strinjati in so poskušali narediti vse, da revija s tako dolgo tradicijo živi naprej in dejansko postane temelj za predstavitev najnovejših raziskav, strokovne razprave in forum za izmenjavo novic v slovenski geodetski stroki. Geodetski vestnik se je bogatil iz letnika v letnik in postal »naša« skupna strokovna revija. Še več, Geodetski vestnik ni le ohranil osrednje vloge v slovenski geodetski stroki, dr. Prosen je s sodelavci in avtorji revijo dvignil na raven ugledne mednarodne strokovne publikacije.

Decembra je uredništvo predal novi ekipi. Veličino njegovega razmišljanja in dejanj so opazili tudi v tujini, tako mu je pred kratkim strokovni kolega iz sosednje države napisal: *»Lahko vam iskreno rečem, da med sodelavci pri nas uživate ugled, vidim pa tudi, da ste nesebični do mlajših kolegov in cenite njihovo delo, kar je pohvalno.«* Njegovo izredno predanost stroki prepoznamo tudi v pismu prve številke Geodetskega



Slika 2: Govor dr. Antona Prosen.

vestnika novega uredništva, v katerem je dr. Prosen zapisal: *»Obljubim, da bom še kaj pomagal in sodeloval pri razvoju stroke, vendar le, če me boste potrebovali in bom k temu povabljen. Sicer res zaupam mlajšim kolegom v stroki in sedaj je pravi trenutek, da se lotimo projektov, ki bi se jih morali postopno lotiti pred desetletji, pa smo jih morda zastavili napačno ali jih sploh nismo speljali. Ker pa ni nikoli prepozno, upam na razvoj stroke v prihodnje, podprt z znanstvenimi izsledki. Za to pa je še kako pomembno, da ima stroka svojo znanstveno revijo.«*

mag. Erna Flogie Dolinar
 generalna sekretarka Zveze geodetov Slovenije
 e-naslov: zveza.geodetov.slovenije@gmail.com

Fotografija: Boštjan Pucelj
 za Zvezo geodetov Slovenije
 e-naslov: bosstjan.pucelj@gov.si

ZAHVALA

Anton Prosen

Zveza geodetov Slovenije mi je na letošnji slavnostni akademiji ob 3. evropskem dnevu geodetov in 42. Geodetskem dnevu podelila **plaketo Zveze geodetov Slovenije za življenjsko delo na področju geodezije in urejanja prostora.**

Ob dogodku sem bil zelo počaščen, izkazali ste mi veliko spoštovanje in hvaležnost za minulo delo.

Vodstvu Zveze geodetov Slovenije in vsem, ki ste soodločali o podelitvi priznanja, se iskreno zahvaljujem!

Anton Prosen

e-naslov: prosenanton@gmail.com



POROČILO Z 42. GEODETSKEGA DNE: PREUREJANJE ZEMLJIŠČ KOT IZZIV ZA RAZVOJ GEODETSKEGA INŽENIRSTVA

Simona Čeh

Ljubljansko geodetsko društvo in Zveza geodetov Slovenije sta ob evropskem dnevu geodetov in geoinformatikov organizirala 42. Geodetski dan z naslovom **PREUREJANJE ZEMLJIŠČ KOT IZZIV ZA RAZVOJ GEODETSKEGA INŽENIRSTVA**, in sicer v četrtek in petek, 3. in 4. aprila 2014, v kongresnem centru Hotela Mons v Ljubljani. V četrtek, 3. aprila 2014, je potekala slavnostna akademija v počastitev evropskega dneva geodetov in geoinformatikov, v petek, 4. aprila 2014, pa strokovni posvet na temo Preurejanje zemljišč kot izziv za razvoj geodetskega inženirstva.

Letošnji naslov Preurejanje zemljišč kot izziv za razvoj geodetskega inženirstva je bil izziv tudi za naše Ljubljansko geodetsko društvo kot organizatorja, saj sedanje gospodarske razmere niso najbolj radodarne in naklonjene takim dogodkom. Vendar smo izziv sprejeli in uspelo nam je ne glede na vse, saj smo imeli jasno zastavljen cilj, predano ekipo in neomajno voljo, da kljub nezavidljivim časom ustvarimo dogodek za vas in nas ter pripeljemo v sivino svež in idej poln dan – Geodetski dan. In splačalo se je, saj ste nas razveselili z udeležbo ter do zadnjega kotička napolnili kongresni center v Monsu.

Na strokovnem posvetu v okviru 42. Geodetskega dneva je bila predstavljena tuja in domača dobra praksa na področju preurejanja zemljišč, posvečen je bil tudi razpravi o vlogi geodetskih strokovnjakov na tem področju.

Spodbuden uvod v srečanje je imela moderatorka mag. Erna Flogie Dolinar, sledili so pozdravni govori, in sicer ministra za kmetijstvo in okolje mag. Dejana Židana, direktorja Geodetske uprave Republike Slovenije Antona Kupica, predsednice Ljubljanskega geodetskega društva Simone Čeh in predsednika Zveze geodetov Slovenije mag. Blaža Mozetiča.

Vsi so preurejanje zemljišč oziroma zemljiških parcel v obliki individualnih ali množičnih (pre)ureditvenih ukrepov – od enostavne delitve ali združevanja zemljiških parcel do komasacij in kompleksnih ureditev – prepoznali kot enega izmed zemljiških ukrepov, ki ima ključno vlogo pri zagotavljanju temeljev za smotrno gospodarjenje z urbanimi zemljišči, kmetijsko pridelavo in prehransko samooskrbo, smotrno

gospodarjenje z drugimi naravnimi viri, energetska oskrba ipd. Neizpodbitno je preurejanje zemljišč povezano s človekovimi posegi v prostor, pa tudi z drugimi, naravnimi spremembami v njem. S preurejanjem zemljišč posodablamo sedanje stanje lastninske strukture, prilagajamo zemljišča novim potrebam, porojenim iz družbenih in tehnoloških sprememb, ter tako ustvarjamo razvojne, napredne razmere.

Uvodnim nagovorom so sledili trije sklopi predavanj. Predstavljene so bile mednarodne smernice na področju in stanje ter perspektive v Sloveniji. Prvi sklop predavanj z naslovom Izkušnje na področju preurejanja zemljišč v Nemčiji in Avstriji je vodila moderatorka dr. Anka Lisec. Gostje iz Avstrije in Nemčije so nas seznanili z nekaterimi rešitvami in dobrimi praksami na področju preurejanja zemljišč v njihovih državah. Preurejanje zemljišč na urbanih in ruralnih območjih v Nemčiji v povezavi s pravnimi in institucionalnimi okviri ter sedanjimi izzivi je predstavil dr. Joachim Thomas. Izpostavljena je bila vloga geodetske stroke. Primeri projektov zemljiškega preurejanja so bili namenjeni prikazu sedanjih izzivov in rešitev v povezavi s smotrno rabo zemljišč in varovanjem stvarnih pravic na nepremičnini ob navzkrižju javnega in zasebnega interesa. Avstrijske izkušnje na področju katastrskega preurejanja zemljišč in vloge nadzorovanih geodetskih postopkov pri smotrnem upravljanju zemljišč nam je predstavil dr. Reinfried Mansberger z dunajske univerze BOKU. Izpostavil je vlogo prostorskih podatkov, ki jih pri postopkih komasacije oziroma zložbe zemljišč zagotavljajo uradi za zemljiško administracijo. Predstavljeni so bili izzivi zemljiške administracije v Avstriji (homogenizacija geodetske mreže, digitalizacija katastrskega arhiva, objektno orientiran zajem podatkov rabe in uveljavitev sistema množičnega vrednotenja nepremičnin). Iz iste institucije prihaja dr. Walter Seher, ki nam je predstavil izzive in dobro prakso v Avstriji pri preurejanju zemljišč, predvsem komasacij, na območjih z okoljskimi in drugimi prostorskimi omejitvami. Predstavljen je bil večfunkcionalni vidik komasacije, s poudarkom na njeni vlogi pri upravljanju krajine in varstvu pred poplavami. Iz Koroškega deželnega urada za razvoj podeželja prihaja Walter F. Merlin, ki se vsakodnevno srečuje s postopki (pre)urejanja zemljišč na podeželju in nam je predstavil organizacijo ter pristojnosti uradov za kmetijstvo v Avstriji. Ti skrbijo za izboljšanje neugodne agrarne strukture in tako prispevajo k učinkovitosti kmetijstva, izboljšavi lastniške, posestne strukture in boljšemu gospodarjenju oziroma obdelavi zemljišč, namenjenih bivanju in gospodarskim dejavnostim, na podeželju.

Drugi in tretji sklop predavanj z naslovom Stanje in priložnosti na področju preurejanja zemljišč v Sloveniji – prvi del je vodil moderator Tomaž Petek, drugega pa moderator dr. Anton Prosen – je bil namenjen predstavitvi stanja in dobrih praks na področju preurejanja zemljišč v naši državi. Mag. Matija Kralj z direktorata za prostor na ministrstvu za infrastrukturo in prostor je predstavil ukrepe države na področju urejanja zemljišč v okviru novega koncepta prostorske zakonodaje. Tomaž Primožič z direktorata za kmetijstvo na ministrstvu za kmetijstvo in okolje je v svoji predstavitvi dal poudarek komasacijam in drugim postopkom urejanja kmetijskih zemljišč ter stanju in možnostim realizacije in sofinanciranja komasacij ter drugih postopkov urejanja kmetijskih zemljišč v okviru Programa razvoja podeželja 2014–2020, ki gradi na dosedanjih izkušnjah pri izvajanju zemljiških operacij. Izkušnje in izzive na področju urbane zemljiške politike sta predstavila dr. Liljana Jankovič Grobelšek in mag. Miran Gajšek z oddelka za urejanje prostora pri mestni občini Ljubljana. V predstavitvi so bile izpostavljene tudi ključne težave, vezane na terminološko in procesno neusklajenost prostorske, gradbene in davčne zakonodaje, pomanjkljive evidence in neusklajene prostorske podatkovne zbirke, vključno z grafičnimi prikazi. V zadnjem, tretjem sklopu so bile predstavljene dobre prakse, ki so se v preteklih letih razvile

v Sloveniji. Predavatelji, ki prihajajo iz geodetskih podjetij, z Geodetske uprave RS ter iz nekaterih drugih ustanov, so predstavili izkušnje pri pridobivanju in urejanju zemljišč pri večjih posegih v prostor ter dobre prakse in pomen komasacij za urejanje prostora in lastninskega stanja kmetijskih zemljišč in zemljišč na urbanih območjih. Preurejanje kmetijskih zemljišč pri večjih posegih v prostor je na podlagi izkušenj v občini Krško predstavil Boris Umbrecht iz Geodetske družbe, d. o. o. Podani so bili tudi primeri dobre in slabe prakse investorjev pri gradnji infrastrukturnih objektov v zvezi s komasacijo kmetijskih zemljišč, s poudarkom na komasacijah ob infrastrukturnih objektih v občini Krško. Dr. Joc Triglav z Geodetske uprave RS je predstavil komasacije kot prostorsko in lastninskopravno »metlo«. Izpostavil je komasacije gozdov in komasacije s preselitvami, ki pomenijo velik potencial za gospodarski in družbeni razvoj podeželja in omogočajo zmanjšanje izpostavljenosti naravnim nesrečam. Izkušnje s preurejanjem zemljišč na urbanih območjih je predstavil Marko Fatur z Ljubljanskega urbanističnega zavoda, d. d., ki je obravnaval vlogo komasacije stavbnih zemljišč kot enega učinkovitejših ukrepov aktivne zemljiške politike za razvojno aktiviranje zemljišč, ki so zaradi parcelne strukture ali lastništva slabše izkoriščena oziroma neizkoriščena. Petra Novak z Geodetskega zavoda Celje, d. o. o., je predstavila izkušnje in izzive pri komasacijah na ruralnih in urbanih območjih, podane so bile nekatere usmeritve za posamezne faze izvedbe na podlagi dolgoletnih izkušenj ter poudarjena znanja in lastnosti, ki jih mora imeti geodet in lahko ključno pripomorejo k uspešni izvedbi ter zadovoljivim rezultatom komasacije.

Po koncu strokovnega dela je sledil nagovor predsednika Primorskega geodetskega društva Mateja Plešnarja, ki je zbrane povabil na naslednji, 43. Geodetski dan in degustacijo primorskih vin.

To je bil hkrati družabni del dogodka, na katerem smo si zbrani v sproščujočem ozračju izmenjali vtise, se okrepčali, si zastavili nove izzive in nadaljevali razvijanje idej.

FOTOREPORTAŽA



Slika 1: Priprave so v polnem teku.



Slika 2: Razstavljalci na svojih mestih.



Slika 3: Pozdravni govorniki čakajo, da spregovorijo udeležencem posveta.



Slika 4: Plečnikova dvorana je polna do zadnjega kotička.



Slika 5: Med nami so strokovnjaki s področja preurejanja zemljišč iz Avstrije in Nemčije.



Slika 6: Program je pritegnil zanimanje udeležencev.



Slika 7: Vprašanja udeležencev posveta predavateljem se kar vrstijo.



Slika 8: Tem za pogovor ne zmanjka niti med odmori, ki so vedno prekratki.



Slika 9: Primorci najavijo naslednji Geodetski dan tako, kot se za njih spodobi.



Slika 10: V Vurnikovi dvorani se je v sproščujočem ozračju nadaljevalo z razvojem ...



Slika 11: ... in novimi izzivi.

Za nami je torej še en uspešen strokovni dogodek. Zahvala gre vsem vam, ki ste se posveta udeležili, prav posebna zahvala pa našim zvestim sponzorjem in razstavljavcem, ki so omogočili njegovo izvedbo. Iskrena hvala tudi programskemu in organizacijskemu odboru za trud in prizadevanje pri organizaciji. Hvala predavateljem, tako gostujočim, ki so si vzeli čas in nas obiskali v Ljubljani, kot domačim, ki so bili pripravljeni deliti z nami svoje znanje in izkušnje.

Simona Čeh
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: simona.ceh@luz.si

Fotografije: Miha Muck
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: miha.muck@igea.si

SKUPŠČINA GOSPODARSKEGA INTERESNEGA ZDRUŽENJA GEODETSKIH IZVAJALCEV 2014

Alenka Mlinar, Andrej Mesner



11. skupščina Gospodarskega interesnega združenja geodetskih izvajalcev (GIZ GI) je bila 17. aprila 2014 tradicionalno organizirana na Šmarjetni gori nad Kranjem. Predstavili smo delo združenja v preteklem letu in načrte za naprej. Obravnavali smo tudi ekonomsko analizo stanja na področju geodezije, v kateri smo orisali stanje v Sloveniji in Evropi. Počaščeni smo bili, da se je skupščine udeležil tudi direktor Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS) Anton Kupic. Predstavil nam je usmeritve njenega delovanja in odgovoril na številna vprašanja udeležencev.



Slika 1: Uprava združenja: Andrej Mesner in Matej Hašaj in direktor GU RS Anton Kupic.

GIZ geodetskih izvajalcev je dejavno na številnih področjih v geodeziji in širše. Med prednostne naloge se uvrščajo aktivnosti, s katerimi poskušamo predvsem članom združenja zagotoviti boljše razmere za poslovanje in vzpostaviti zdrav trg na področju geodetske dejavnosti ter prispevati h kakovosti izdelkov v geodeziji. Leta 2011 smo tako začeli izvajati projekt *Zagotavljanje normalnega poslovnega okolja*, s katerim želimo oblikovati sistem zaščite naročnikov geodetskih storitev pred poslovnimi goljufijami, nestrokovnimi in slabimi izdelki, dvigniti raven strokovnosti in kakovosti geodetske dejavnosti ter zagotoviti primerne ravni plačila.

Letos želimo zastavljene aktivnosti nadaljevati in jih nadgraditi z nalogo *Vzpostavitev zdravega poslovnega okolja*, pri kateri bomo dejavni predvsem pri ozaveščanju podjetij, saj je pomembno, da v svojem poslovnem okolju upoštevajo vse dejavnike zdravega podjetništva (amortizacija, zdrava rast in predvsem razvoj panoge).

Na dveh problemskih konferencah, ki sta na začetku leta 2013 potekali v Poljčah, smo odprli problematiko sedanjih gospodarskih razmer v geodeziji. Pripravili smo izhodišča za delo na štirih področjih (*strategija, zagotavljanje kakovosti, cene storitev geodetske dejavnosti in certifikat kakovosti*), na katerih aktivno delamo in so ključna za nadaljnji razvoj geodetske dejavnosti. Ker so tovrstni dogodki zelo dobrodošli in dobro sprejeti med geodetskimi izvajalci, bomo letos organizirali še kakšnega, morda na regionalni ravni.

Poleg problemskih projektov smo v teh letih članom ponudili aplikacijo ZKP 24ur, ki ponuja možnost spletne priprave podatkov javnih evidenc, potrebnih za izvajanje storitev geodetske dejavnosti. Letos nameravamo uvesti v sistem skenirano arhivsko gradivo in se tako približati cilju, da sistem postane osrednja točka, prek katere bi geodet lahko enostavno pridobil vse podatke različnih institucij (Geodetske uprave, zemljiške knjige, ministrstva za kmetijstvo, režimodajalcev ...).

Dejavni smo tudi na področju promocije, širjenja prepoznavnosti združenja v geodetski stroki in širše. Objavljamo članke v publikacijah (Geodetskem vestniku, Financah, časopisu Skupnosti občin, dnevnem časopisu ...), ki dosežejo predvsem naše potencialne naročnike, ter organiziramo tiskovne konference ob posebnih dogodkih. V okviru promocije bomo sodelovali na dogodkih in prireditvah, ki jih bodo organizirali drugi akterji.

Že tretje leto zapored smo bili soorganizator evropskega dneva geodetov in geoinformatikov, tokrat z naslovom Preurejanje zemljišč kot izziv, ki je potekal 3. aprila 2014, na predvečer Geodetskega dneva, v hotelu Mons.

Letos predvidevamo tudi dejavnosti na mednarodnem področju, ki so povezane predvsem z dvostranskimi stiki s predstavniki tujih držav. Sicer smo premajhni, da bi odpirali vrata našim podjetjem v tujini, zagotovo pa je združenje platforma, ki jo lahko vsa včlanjena podjetja uporabijo pri navezavi mednarodnih stikov. Kot predstavniki združenja se udeležujemo dogodkov, ki potekajo v bližini Slovenije (Hrvaška, Avstrija ...), in mednarodnih dogodkov v Sloveniji.

Za člane združenja vsako leto organiziramo predvidoma dve izobraževanji na teme, ki so in bodo aktualne. Cilj je pokriti zanimiva področja, ki jih ne pokrije IZS z obveznimi in prostovoljnimi izobraževanji, namenjenimi članom. Vezana so predvsem na poslovni in praktični vidik dela. V januarju 2014 smo tako organizirali izobraževanje na temo davka na nepremičnine. Sledil je preizkus znanja in podeljeni so bili certifikati tistim, ki so ga uspešno opravili. Zaradi zelo pozitivnega odziva udeležencev geodetskih izvajalcev si bomo še naprej prizadevali za organizacijo podobnih izobraževanj. Aktualno bo zagotovo tudi področje legalizacije črnih gradenj in izboljšava lokacijskih podatkov zemljiškega katastra.

Na vseh opisanih področjih sodelujemo z IZS MSGeo v okviru že več let delujoče skupne skupine za zakonodajo. Letos nameravamo pripraviti izhodišča za spremembo ZEN-a, jih predstaviti GURS-u in delovati na področju priprave zakonodaje za legalizacijo črnih gradenj. Prav tako nameravamo še naprej sodelovati z drugimi akterji na področju geodezije ter institucijami, ki so povezane z geodezijo (IZS,

Geodetsko upravo, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo, Geodetskim inštitutom, skupino Odgovorno do prostora, kmetijstvom ...). Skupaj z IZS MSGeo smo zasnovali portal GEOblog, ki vsem geodetom omogoča dostop do pregledne baze znanja, oblikovane na podlagi zastavljenih vprašanj in odgovorov, ki jih pripravlja ekipa GEObloga.

Leto 2014 bo zelo pomembno za geodetska podjetja in geodezijo nasploh. Ker gospodarske razmere v državi v zadnjem obdobju močno vplivajo tudi na poslovanje geodetskih podjetij, moramo biti v tem in prihodnjih letih predvsem dejavni na področju zagotavljanja poslovnega okolja s priložnostmi, ki bodo zagotovile preživetje kakovostnih in inovativnih podjetij na področju geodezije.



Slika 2: Člani združenja, prisotni na 11. skupščini.

Alenka Mlinar,

za Gospodarsko interesno združenje geodetskih izvajalcev
e-naslov: alenka.mlinar@gmail.com

Andrej Mesner,

za Gospodarsko interesno združenje geodetskih izvajalcev
e-naslov: andrej.mesner@igea.si

PO USTALJENIH TIRIH NAPREJ!

OBČNI ZBOR LJUBLJANSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA 2014

Peter Golob

*Le zakaj si palček junak
palce grize?*

*E, rad bi naredil korak
od stola do mize.*

(Tone Pavček: Korak)

*A to je več kakor zna
in kot ima volje.*

*To je skoraj kakor korak
človeka v veselje.*

*Naposled le dvoje nog
zmaga težavo!*

*In z nami sam ljubi bog
zaploska mu: Bravo!*

Ljubljansko geodetsko društvo je imelo 13. februarja letni občni zbor. Na njem je bilo pregledano delo v letu 2013 in načrtan program dela za leto 2014. Predstavljeno je bilo poročilo o poslovanju v letu 2013, finančno poročilo, poročilo nadzornega odbora in poročilo častnega razsodišča. Članstvu je bil predstavljen še predlog programa aktivnosti za leto 2014 in predlog višine članarine, ki ostaja nespremenjena.

Program aktivnosti za leto 2014 je oblikovan na podlagi izkušenj pri izvedbi dogodkov v preteklih letih in ankete o dejavnosti društva, opravljene med člani v letu 2013. Glede na udeležbo na posameznih dogodkih je razvidno, da člani še vedno najbolj pritegnejo športni in strokovni dogodki, ki so enodnevni in ne zahtevajo previsokega finančnega prispevka posameznika, kar je glede na sedanje razmere tudi razumljivo. Letos je Ljubljansko geodetsko društvo tudi organiziralo enega največjih dogodkov na našem strokovnem področju – Geodetski dan. Vse to je vplivalo na oblikovanje programa za leto 2014, ki smo ga želeli ohraniti zanimivega za najširši krog članov in simpatizerjev.

Predlog programa aktivnosti za leto 2014 vključuje organizacijo naslednjih dogodkov:

- občnega zbora – 13. februar 2014;
- društvenega smučarskega dneva – glede na vremenske razmere predvidoma v februarju oziroma marcu 2014;
- drugega (vseslovenskega) turnirja v bowlingu, ki bo namenjeno tudi srečanju s Celjskim geodetskim društvom – 11. marec 2014;
- 42. Geodetskega dneva z naslovom Preurejanje zemljišč kot izziv za razvoj geodetskega inženirstva – 3. in 4. april 2014, hotel Mons;
- tradicionalnega nogometnega in odbojarskega turnirja geodetskih društev in geodetskih podjetij v Bevkah – 25. maj 2014;
- izleta v južno Srbijo v soorganizaciji s sindikatom OGU Ljubljana – 28. maj 2014;
- tradicionalnega srečanja geodetov na Krimu – 7. junij 2014;
- tradicionalnega planinskega izleta po jadranskih otokih (predvideno je potepanje po desetih novih otokih, najprej bomo obiskali Dugi otok) – predvidoma od 26. do 28. septembra 2014;

— srečanja upokojencev (nadaljevalo se bo obiskovanje zamejskih Slovencev, tokrat bomo spoznali rojake v Italiji) – predvidoma 14. ali 16. oktobra 2014.

Društvo se zaveda, da je pomembno pravočasno in dovolj odmevno promovirati posamezne dogodke in se medsebojno spodbujati k udeležbi, ker bo njegovo delovanje le tako imelo in upravičilo svoj smisel. Ljubljansko geodetsko društvo prisega na osebni pristop in je odprto za nove ideje, izzive, člane.

Sledi fotoreportaža občnega zbora Ljubljanskega geodetskega društva 2014.

FOTOREPORTAŽA URADNEGA DELA



Slika 1: Predsednica ga. Simona Čeh je zbranim predstavila poročilo o poslovanju društva v letu 2013 in predlog programa aktivnosti za leto 2014.



Slika 2: Predsednik nadzornega odbora g. Miloš Šušteršič je zbranim predstavil poročilo nadzornega odbora za leto 2013.



Slika 3: Predsednik častnega razsodišča g. Janez Urh je zbranim predstavil poročilo častnega razsodišča za leto 2013.



Slika 4: Člani so s hvaležnostjo prejeli društven koledar za leto 2014, na katerem bodo enako kot državne praznike označevali tudi dneve aktivnosti Ljubljanskega geodetskega društva v letu 2014.

FOTOUTRINKI DRUŽABNEGA DELA



Slika 5: Zadovoljstvo nad društvenimi poročili je preraslo v vsesplošno navdušenje, polno obložena miza s kulinaričnimi dobrotami je bila le še pika na i.



Slika 6: Recitalu ljudskih napitnic je sledila gala pogostitev, kakršne se ne bi branili niti na skupščini!



Slika 7: Na občnem zboru se je spontano oblikovala komisija za državotvorna vprašanja, ki je izbrala najboljšega ministra za finance ta hip v državi ...



Slika 8: Sestala se je tudi sekcija za lepotna vprašanja in po skrajšanem ugotovljenem postopku po metodi »augenmas« določila kandidata za novega mandatarja ...



Slika 9: Fotoportret najboljšega ministra za finance in kandidata za novega mandatarja. Na desni je logotip volilne kampanje.

EPILOG

Občni zbor je uspel! Hvala vsakemu članu, ki si je vzel čas in se ga udeležil ter s tem društvu izkazal podporo. Hvala vsakemu, ki je pomagal pri organizaciji. Hvala delovnemu predsedstvu in organom občnega zbora za izvedbo. Hvala predsednici društva ge. Simoni Čeh, predsedniku nadzornega odbora g. Milošu Šušteršiču, predsedniku častnega razsodišča g. Janezu Urhu in računovodkinji ge. Urši Cvetko za pripravo in predstavitev poročil na občnem zboru. Hvala vsem članom organov društva za vztrajno in predano delo v preteklem letu.

Hvala predsednici ge. Simoni Čeh za uspešno predsedovanje, vodenje in razvijanje društvenih potencialov.

Na občnem zboru Ljubljanskega geodetskega društva se vidimo prihodnje leto. Srečno!

Peter Golob
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: peter.golob@luz.si

Foto: Igor Cergolj
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: igor.cergolj@gov.si

STROKOVNA ESKURZIJA IN ZBOR ČLANOV DOLENJSKEGA GEODETSKEGA DRUŠTVA

Gregor Klemenčič

V Dolenjskem geodetskem društvu se trudimo, da za vsakoletni zbor članov izberemo drugo lokacijo na območju, ki ga pokriva naše društvo. V želji, da bi strokovno ekskurzijo in zbor članov tudi letos združili z ogledom lokalne znamenitosti, smo se odločili za občino Šentrupert, ki je kljub majhnosti vse bolj prepoznavna, predvsem po Deželi kozolcev.

Začeli smo s strokovno ekskurzijo v Deželi kozolcev. Na začetku nam je mag. Dušan Štepec, konservatorski svetovalec z Zavoda za varstvo kulturne dediščine, s strokovne plati predstavil deželo kozolcev in obdobje njenega nastajanja. Sledilo je nekaj informacij o občini Šentrupert – inovativni in energetske učinkoviti občini. Odlično zasnovano predstavitev je podal dr. Iztok Kovačič, višji svetovalec za okolje in prostor.

Sledil je ogled Dežele kozolcev, ki ga je vodila Alenka Lamovšek. Uživali smo v sprehodu med kozolci, predvsem pa smo bili navdušeni nad vsebino. V muzeju na prostem je zastopanih šest razvojno dokazanih tipov kozolcev na Slovenskem: trije enojni (enojni, enojni s plaščem, enojni vzporedni) in trije dvojni (nizki, kozolec na kozla in toplar). Muzej se razprostira na 2,5 hektara urejenih površin in ima en kilometer dolgo mrežo sprehajalnih poti. Razstavljajo tudi najstarejši »Lukatov toplar« z letnico 1795, kar ga uvršča med najstarejše ohranjene dvojne kozolce pri nas in na svetu.

Več o Deželi kozolcev si lahko preberete na povezavah: <http://www.kozolci.si> in <http://www.dezelakozolcev.si>.



Slika 1: Dr. Iztok Kovačič je predstavil prostorsko in vsebinsko strategijo, dosežke in razvoj občine Šentrupert. (fotografija: Boštjan Pucelj)

Po strokovnem delu smo se preselili v bližnjo gostilno Frelih, kjer smo izpeljali redni letni zbor članov društva. Soglasno smo sprejeli vsa poročila o delu za leto 2013, finančno poročilo in poročilo nadzornega odbora. Ključni poudarek je bil na programu dela za leto 2014 in izpeljavi večdnevne strokovne ekskurzije

društva v Črno goro. V letu 2014 nameravamo izvesti dva pohoda na trigonometrični točki I. reda in očistiti ter urediti okolico, jeseni organizirati strokovno predavanje na aktualno temo in se odzvati na čim več akcij, ki jih bodo organizirala druga geodetska društva. Uradnemu delu občnega zbora sta sledila kosilo in klepet v sproščenem ozračju.



Slika 2: Ogled muzeja na prostem. (fotografija: Boštjan Pucelj)



Slika 3: Skupinska fotografija udeležencev strokovne ekskurzije. (fotografija: Alenka Lamovšek)

Gregor Klemenčič

za Dolenjsko geodetsko društvo (<http://www.dgd.si>)

e-naslov: gregor.klemencic@komunala-nm.si

TAKSE PROSTO

Boštjan Pucelj

Na Območni geodetski upravi Novo mesto smo 18. novembra 2013 prejeli zahtevo za evidentiranje sprememb v zemljiškem katastru v povezavi z določitvijo meje ceste. Podrobni podatki o zahtevi so navedeni spodaj.

- Vložnik zahteve: Direkcija Republike Slovenije za ceste
- Katastrska občina: 1478 Gabrje
- IDPOS: 6289 (veza 6418 v katastrski občini 1477 Vrhpolje)
- Datum vložitve: 18. 11. 2013
- Število zahtevkov: 7-krat ureditev meje, 61-krat parcelacija
- Taksa: takse prosta po prvi točki 23. člena in prvi točki 28. člena ZUT

- Številka odločbe: 02112-2368/2013-51
- Datum izdaje: 17. 4. 2014
- Število prejemnikov odločbe: 144
- Število strani odločbe: 47 (31 strani prilog)
- Teža pošiljke: 59,46 kg
- Poština: 522,05 EUR

- Postopek vodil: Viktor Hočevar, dipl. inž. geod., svetovalec
- Odločila: Mojca Ožbolt, univ. dipl. inž. geod., vodja oddelka za zemljiški kataster



Slika 1: Viktor Hočevar pred trofejo. (fotografija: Boštjan Pucelj)

Boštjan Pucelj

za Dolenjsko geodetsko društvo (<http://www.dgd.si>)

e-naslov: bossstjan.pucelj@gov.si

OKROGLA MIZA DŠGS: BREZPILOTNI LETALNIKI

Grega Šoič



V sredo, 28. 5. 2014, je v organizaciji Društva študentov geodezije Slovenije v svečani dvorani Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani tudi letos potekala tako rekoč že tradicionalna okrogla miza. Letošnja tema so bili brezpilotni letalniki, ki jih z mednarodno uveljavljenima kraticama imenujemo UAV (angl. unmanned aerial vehicle) oziroma redkeje tudi UAS (angl. unmanned aerial system). Ti sistemi obstajajo v najrazličnejših oblikah, od mnogoterih izvedb multikopterjev, prek manjših letal pa vse do tako imenovanih letečih kril. Brezpilotni letalniki postajajo vedno bolj priljubljeni in uporabni za zajem fotografij in video posnetkov iz zraka. V geodeziji se uporabljajo predvsem za množičen zajem velike količine prostorskih podatkov na podlagi fotografij, ki jih letalniki iz zraka zajamejo po fotogrametričnih načelih.

Zanimanje javnosti za brezpilotne letalnike je vedno večje, kar je potrdila tudi udeležba na okrogli mizi, saj so obiskovalci skoraj napolnili dvorano. Okroglo mizo sta sestavljala dva dela, po koncu vsakega je bil čas za kratko razpravo. V prvem so študentje drugostopenjskega študija geodezije in geoinformatike predstavili projekt izdelave lastnega kvadrokopterja. Jernej Nejc Dougan, Aleksander Šašo, Urh Tržan in Blaž Vidmar, nadobudni študenti geodezije, so se lani decembra odločili, da bodo poskusili izgraditi lasten brezpilotni letalnik za zajem podatkov. Projekt, ki so ga poimenovali DŠGS FlyEye, so izvedli prek Društva študentov geodezije Slovenije (DŠGS), katerega člani so tudi sami. Donatorji so jim zagotovili finančna sredstva za nakup vseh delov letalnika. Najprej so poiskali in dodobra preučili ustrezno literaturo, nato pa so se lotili teoretične zasnove kvadrokopterja ter iskanja odprtokodnih programov za upravljanje letalnika in poznejšo obdelavo podatkov. Ta del projekta je bil zelo obsežen in ključnega pomena, saj je primernih komponent na trgu ogromno, izbrati pa je bilo treba tiste, ki so se na koncu skupaj sestavile v delujočo celoto skladno z zastavljenimi cilji. Fantje so vse opravili in sestavili nakupovalni seznam. Ker je bila med teoretičnim delom projekta kampanja zbiranja finančnih sredstev uspešna, so lahko takoj pričeli naročati dele in sestavljati letalnik. Aprila je kvadrokopter začel dobivati končno obliko, izvedeni pa so bili tudi prvi testni poleti. V maju so Nejc, Aleksander, Urh in Blaž letalniku naredi končno podobo in z njim izvedli prvo pravo geodetsko nalogo. S kvadrokopterjem so preleteli in slikali testno območje pod Rožnikom, iz slik so nato izdelali ortofoto in oblak točk posnetega območja. Fantje so projekt izdelave kvadrokopterja uspešno pripeljali do konca in letalnik predali Društvu študentov geodezije Slovenije ter Oddelku za geodezijo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo pri Univerzi v Ljubljani, da ga bodo

prihodnje generacije študentov lahko uporabile pri vajah ali za izdelavo različnih nalog v okviru študija geodezije. Nejc, Aleksander, Urh in Blaž so povedali, da so se z izdelavo kvadrokopterja zares veliko naučili, namignili pa so tudi, da na tem področju še niso rekli zadnje besede, saj jih brezpilotni letalniki in njihova uporaba zelo zanimajo.

Sledil je drugi del, v katerem je je Rok Valič iz podjetja Geavis, d. o. o., predstavil komercialni brezpilotni letalnik eBee. DŠGS FlyEye je kvadrokopter, eBee pa je po zasnovi leteče krilo. Ker je to profesionalni sistem, kupci z letalnikom dobijo tudi programsko opremo za njegovo upravljanje in obdelavo zajetih podatkov. Gospod Valič je z video posnetki prikazal ter opisal postopek vzleta in pristanka letečega krila. Kvadrokopter FlyEye vzleta in pristaja vertikalno, eBee pa oboje opravlja podobno kot letala – s poševnim približevanjem tlom, zato tudi potrebuje več odprtega prostora. Na kratko je prikazal izvedbo projekta snemanja in obdelave zajetih podatkov za eno izmed naročil, ki so jih imeli v podjetju. Zanimiva je bila shema preleta območja, na kateri se je videlo, da program za načrtovanje preleta na podlagi digitalnega modela reliefa samodejno prilagodi višino leta nad tlemi in tako zagotovi ustrezno prostorsko ločljivost posameznih posnetkov. Med predstavitvijo se je gospod Valič dotaknil tudi zakonodaje oziroma, bolj rečeno, pomanjkanja zakonodaje na področju brezpilotnih letalnikov. Sedanje stanje brez posebnih zakonov oziroma določil na tem področju večinoma kar ustreza ponudnikom storitev, saj to pomeni, da z njimi lahko posnamejo tako rekoč vse, kar je vidno iz zraka. Kljub odsotnosti zakonske ureditve se proizvajalci brezpilotnih letalnikov zavedajo, da morajo biti ti izdelani tako, da ob morebitni odpovedi sistemov in strmoglavljenju letalnika povzročijo čim manj škode na objektih, ki jih zadenejo. Očitno industrija z lastnimi standardi spet prehiteva zakonodajalce, ki šele začenjajo pripravljati področne zakone.

Po predstavitvah so obiskovalci okrogle mize govornike nagradili z bučnim aplavzom in podporo štirim študentom, ki so dokazali, da geodeti nismo samo uporabniki instrumentov drugih proizvajalcev, ampak jih lahko sestavimo tudi sami. Eden od obiskovalcev je celo postavil morebitni izziv za prihodnje generacije študentov, naj poskusijo izdelati brezpilotni letalnik, ki bi imel dovolj nosilnosti, da bi nanj lahko namestili manjši zračni laserski skener. Govorniki in obiskovalci okrogle mize smo se strinjali, da je prihodnost zajema prostorskih podatkov tudi v brezpilotnih letalnikih, ki v primerjavi s klasično terensko geodetsko izmero omogočajo ažuren in relativno poceni zajem večjih količin kakovostnih prostorskih podatkov v razmeroma kratkem času. Okrogli mizi je sledila zakuska, na kateri so se udeleženci lahko bolj sproščeno pogovorili o slišnem in si izmenjali zamisli za prihodnost.

Grega Šoič

za Društvo študentov geodezije Slovenije
e-naslov: grega.soic@gmail.com

11. VSESLOVENSKI TURNIR V MALEM NOGOMETU IN ODBOJKI NA MIVKI

Lija Šušteršič, Simona Čeh

Že enajsto leto zapored je potekal turnir v malem nogometu in odbojki na mivki, na katerem sodelujejo geodetska društva in podjetja. Čeprav nam je letos ponagajal termin tekmovanja, so se v športnem parku Bevke v nedeljo, 25. maja 2014, zbrale štiri ekipe, ki so se med seboj pomerile v malem nogometu, in tri ekipe, ki so se pomerile v odbojki na mivki. Zaradi lanskih poškodb na travnatem igrišču smo se letos odločili tekme v nogometu izpeljati na dveh igriščih na asfaltu. Drugo smo začrtali kar na košarkaškem igrišču, si sposodili gole za rokomet in določili propozicije. Na tem igrišču se je igralo v postavi 3 + 1, na pravem za mali nogometa pa v postavi 5 + 1.

Ekipe so igrale vsaka z vsako na obeh igriščih. Vse so pokazale predanost in neizmerno voljo, rezultati so pa razvidni iz spodnje preglednice.

REZULTATI TEKMOVANJA V MALEM NOGOMETU – BEVKE 2014

Zap. št.	Mesto	Mesto podjetja	Tekmovalne ekipe	LGD	CGD	DGG	LUZ	Gol razlike	Zmage	Neodločeno	Porazi	Točke
1.	1		LGD		2 : 0	9 : 2	2 : 0	13 : 2	3	0	0	9
2.	3		CGD	0 : 2		4 : 5	0 : 3	4 : 10	0	0	3	0
3.	2		DGG	2 : 9	5 : 4		2 : 6	9 : 19	1	0	2	3
4.		1	LUZ	0 : 2	3 : 0	6 : 2		9 : 4	2	0	1	6



Slika 1: Vsi najboljši med geodetskimi društvi.



Slika 2: Absolutni zmagovalci, ekipa LUZ, d. d.

Med društvi je bila najboljša ekipa Ljubljanskega geodetskega društva, med podjetji pa Ljubljanskega urbanističnega zavoda, a je bila letos žal edina med podjetji, ki se je udeležila tekmovanja. Za prvo mesto oziroma skupno uvrstitev sta se pomerili ekipi LGD in LUZ. Rezultat je bil 3 : 3 in pozneje s prostimi strelji 4 : 5. Za tretje in četrto mesto sta se pomerili ekipi DGG in CGD, rezultat je bil 4 : 2. Torej je bila absolutna zmagovalka ekipa Ljubljanskega urbanističnega zavoda.

Hkrati je na igrišču za odbojko na mivki potekalo tekmovanje med tremi mešanimi ekipami v odbojki. Tudi tu ni bilo nič manj razburljivo kot na nogometnih površinah, tekmovalci so bili požrtvovalni, končni rezultat pa je razviden iz spodnje preglednice.

TEKMOVANJE V ODBOJKI NA MIVKI – BEVKE 2014

Zap. št.	Mesto	Tekmovalne ekipe	CGD	LGD 1	LGD 2	Razlika v nizih	Zmage	Porazi	Točke
1.	1.	CGD		2 : 0	2 : 0	4 : 0	2	0	4
2.	2.	LGD 1	0 : 2		2 : 1	2 : 3	1	1	2
3.	3.	LGD 2	0 : 2	1 : 2		1 : 4	0	2	0

Najbolje se je odrezala mešana ekipa Celjskega geodetskega društva in osvojila prvo mesto. Drugo mesto si je priigrala prva ekipa Ljubljanskega geodetskega društva in tretje mesto druga ekipa Ljubljanskega geodetskega društva.



Slika 3: Vsi najboljši v odbojki na mivki.

Po tekmovanju so se tekmovalci skupaj z navijači okrepčali pod kozolcem in tako pričeli družabni del dogodka, ki se je končal s težko pričakovano razglasitvijo rezultatov in podelitvijo ličnih pokalov za vse ekipe. Željo, da bi se naslednje leto srečali v še številčnejši zasedbi, smo se počasi razšli.

Za uspešno izvedbo turnirja se vsem zaslužnim organizatorjem, predvsem Milošu in Feridu, najlepše zahvaljujemo.

Lija Šušteršič, Simona Čeh
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: lija.milos@gmail.com, simona.ceh@luz.si

Foto: Lija Šušteršič
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: lija.milos@gmail.com

2. GEODETSKI TURNIR V BOWLINGU 2014!

Peter Golob

V ponedeljek, 11. marca 2014, je Ljubljansko geodetsko društvo organiziralo večer bowlinga v Areni BTC v Ljubljani. Modernega športno-rekreativnega družabnega dogodka se je udeležilo 60 tekmovalcev, ki so sestavljali 12 po spolu mešanih ekip. Zmaga je odšla s člani Društva geodetov severovzhodne Slovenije. Tudi pokal za drugo mesto se je odpeljal čez Trojane, in sicer z ekipo Celjskega geodetskega društva 1. Ljubljanskemu okrožju je rešila čast ekipa sodelavcev iz podjetja GEOGRAD, d. o. o. (PE Vič). Seznam vseh nastopajočih ekip in njihova razvrstitev sta prikazana v razpredelnici.

Razvrstitev	Ekipa	Najvišje število točk, doseženih v enem krogu
1	Društvo geodetov SV Slovenije	751
2	Celjsko geodetsko društvo 1	734
3	GEOGRAD d.o.o. (PE Vič)	716
4	Vrženica	660
5	Društvo geodetov Gorenjske	633
6	Celjsko geodetsko društvo 2	597
7	DRI upravljanje investicij d. o. o.	589
8	GEOGRAD d. o. o. (PE Ljubljana)	580
9	GVO d. o. o.	569
10	Geo2 d. o. o.	551
11	Plinovodi d. o. o.	527
12	Ljubljansko geodetsko društvo	513

EPILOG

Geodetski turnir v bowlingu je uspel!

Hvala vsem udeležencem, še posebej tistim, ki so se pripeljali od daleč.

Hvala g. Feridu Daci za uspešno organizacijo.

Na naslednjem, 3. geodetskem turnirju v bowlingu se vidimo prihodnje leto. Srečno!



Slika 1: Fotoportret zmagovalne ekipe. Foto: Daca.



Slika 2: Fotoportret nagrajencev nagradne tombole z glavnim dobitkom na desni. Foto: Daca.

Peter Golob
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: peter.golob@luz.si

Foto: Ferid Daca
za Ljubljansko geodetsko društvo
e-naslov: ferid.daca@geograd.si

PRIHODNOST GEODEZIJE ALI KAKO BREZPLAČNO NA KONGRES FIG

Irena Rojko

FIG Young Surveyors – FIG YS (organizacija mladih geodetov v okviru mednarodne zveze geodetov FIG) je lani jeseni razpisala osem mest za udeležbo na svetovnem kongresu FIG junija 2014 v Maleziji. Med njimi je bilo eno namenjeno Evropi. Zveza FIG za izbrane kandidate krije stroške nastanitve in potne stroške ter omogoči brezplačno udeležbo na kongresu. Ko sem izvedela za priložnost, mi je bilo jasno, da imam zelo majhne možnosti za uspeh, a sem se vseeno odločila, da se potrudim in prijavim. Če ne drugega, bom pridobila izkušnje s prijavo na mednarodni natečaj.

Ob prijavi je bilo poleg priporočil (moji sta prišli z UL FGG in Geodetskega inštituta Slovenije) treba oddati izdelek, ki predstavlja prihodnost geodetske stroke v očeh mladega geodeta. Izdelala sem plakat. Od študentov se po navadi pričakuje nekoliko revolucionaren pristop, zato sem kar krepko zavrtela čas naprej.

Po vsebini mojega plakata sodeč, lahko o prihodnosti geodezije govorimo šele, ko napovemo prihodnost sveta, saj geodetsko znanje služi potrebam naše družbe. Naštela sem nekaj napovedi o življenju na našem planetu v prihodnosti. Na tej podlagi sem določala oziroma ugotavljala prihodnost geodezije in predvidela, katera gospodarska, okoljska in na sploh družbena vprašanja lahko rešujemo z geodezijo ter kje se kažejo priložnosti za našo stroko.

FIG YS je do razpisanega roka prejel 106 prijav iz 47 držav. Bila sem presrečna, ko sem zvedela, da sem evropsko mesto na kongresu zasedla prav jaz. V Maleziji bom tako predstavila svoj plakat, se udeležila številnih dejavnosti v okviru kongresa in spoznala geodete z vsega sveta.

Vse slovenske mlade geodete, še predvsem študente, spodbujam k prijavi na takšne in podobne natečaje in dogodke. Škoda se mi zdi, da se kljub možnostim, ki jih ni malo, tako redko opogumimo. Je pa seveda v vsako tako stvar treba vložiti nekaj časa in truda.

Irena Rojko

študentka magistrskega študija geodezija in geoinformatika na UL FGG
e-naslov: irena.rbs@gmail.com

MOJE PRVO SREČANJE Z GEODETSKIM INSTRUMENTOM

PO DOMAČE

Anja Slapničar

Tam so stali, mirno in spokojno, vsak v svojem vogalu nizke kletne učilnice. Zunaj je sijalo sonce in svetloba je skozi žaluzije v progah nežno padala na te precizne instrumente. Čeprav nas je bilo trideset, oni pa samo štirje, smo se jim le stežka in s strahospoštovanjem približali. Kljub vrvežu okoli njih so ostali mirni in na mestu, mi pa smo jih kot nezemljane počasi in radovedno spoznavali. Naši pogledi so švigali sem ter tja po zeleno sivem ohišju, po tipkah, za katere nismo vedeli, kakšna je njihova funkcija, po dveh mrkih zaslonih in, glavno, po velikem očesu, ki nas je opazovalo. Nekdo si je drznil stegniti prst proti njemu. Nam že poznane oblike daljnogleda so nam dale pogum, da je nekdo pokukal skozi objektiv. »Nekaj vidi, a kaj zdaj? Tilen? Aja, gumb za vklop, super, tudi to obstaja.« Neki pogumnež si ga je upal pridržati za nekaj sekund in pred nami se je zgodil čudež življenja. »Dela!«

Kaj pa zdaj? Pogledam na zaslon, ki mi, zaradi moje nevednosti, ne pove nič pametnega. Pogledam skozi daljnogled in poleg blede svetlobe ne opazim nič drugega kot nitni križ. Še sreča za lekcije o uporabi analognega fotoaparata in nekaj mikroskopiranja pri biologiji – išči vijake, išči ostrino. »A pa to lahko kar z roko ali je kak gumb?« Vijak tik pri mojem očesu je pravi. »Oh, vidim! Ampak kaj? Stena? Zakon! Poglejte še ostali! Steno sem našla, juhej!« Ne verjamem, da so bili vsi tako iskreno navdušeni nad mojim odkritjem stene. Seveda smo vsi hoteli več. Našli smo še vijaka za horizontalno in vertikalno premikanje daljnogleda, čeprav smo ga lahko z malo bolj grobimi potezami tudi brez vijakov prisilili v premikanje. »Malo bolj dol in malo bolj desno, o, poglej uho mojega sošolca, malo višje in grad! Ljubljanski grad! Škoda, ker je samo slika.« Nam se je zdelo to čisto dovolj, ampak ne, tako imenovani elektronski tahimeter zmore še več. S pritiskom na pravi gumb je sprožil svoj žarek smrtonosno rdeče barve, na zaslonu pa so se izpisale številke. Ugotovili smo, koliko je od nas oddaljena slika Ljubljanskega gradu. Izmerili smo vendar razdaljo. Ker sem po naravi skeptik, sem še sama odkorakala od teodolita do stene, na kateri je grad. Parni korak mi ne gre, je pa približno – vsa čast elektronskemu tahimetru. Nato smo izmerili še nekaj razdalj. Ne vem več, kaj vse se je takrat izpisalo na zaslonu, a naše veličanstvo zmore še marsikaj. Prvi teodoliti so merili le kote, horizontalne ter vertikalne, z dodanim elektronskim razdaljemerom pa smo dobili elektronski tahimeter. To pa še ni vse! Seveda je v koraku s časom in ima vgrajen tudi bluetooth in po možnosti tudi anteno za GPS.

Horizontalni koti so v geodeziji vedno merjeni od leve proti desni, in sicer je 0° poljubna orientacijska smer, kot pa je razlika smeri proti dvema objektoma. Pri vertikalnih pa smer merjenja kotov ni obvezna – lahko se meri od zenita navzdol (zenitna razdalja) ali pa od horizontalne ravnine navzgor (vertikalni kot). Razdalje po navadi merimo z merskimi trakovi, tahimeter pa ima elektronski razdaljemer. Tisti žarek smr-

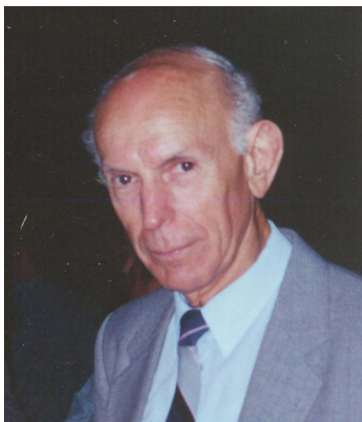
tno rdeče barve je v bistvu laser, ki ga imajo novejši elektronski tahimetri, starejši pa obvezno potrebujejo reflektor, ki ga drži tvoj sotrpin. Sprejemnik na našem žlahtnem instrumentu sprejme odbito valovanje svetlobnega žarka (od reflektorja ali površine objekta), nato izmeri čas potovanja in s tem izračuna razdaljo.

Čeprav lahko veliko dejavnikov vpliva na natančnost našega merjenja (vreme, nepopolno pripravljen instrument, naše napake ...), je elektronski tahimeter izredno natančen instrument, ki ga lahko v naravnem okolju opazujemo na delovnem mestu na gradbiščih ali v prostem času v parkih, ko se z njim igrajo nadobudni študenti. Na daleč ga lahko prepoznamo tako, da je postavljen na tri dolge, vitke in rumene nožice. Ta vrsta instrumentov je bila prvič opažena v 16. stoletju in ji zaenkrat ne grozi izumrtje, nasprotno, evolucija ga izboljšuje iz leta v leto, s tem pa se povečuje njegova vrednost, zapisana z najmanj štirimi števki. V čast mi je bilo, da sem se lahko srečala s tako izjemnim instrumentom in spoznala njegovo bit.

Doživljajski spis z dovoljenjem asistenta Tilna Urbančiča zapisala Anja Slapničar

*Anja Slapničar, študentka urbanizma
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
e-naslov: anja.slapnicar@gmail.com*

PROFESOR BRANKO MAKAROVIČ – IN MEMORIAM



(1927–2014)

Slovenska geodetska stroka je na pragu letošnje pomladi izgubila izjemnega znanstvenika svetovnega slovesa, prof. dr. Branka Makaroviča. Deloval je predvsem na področju fotogrametrije, po svoji bogati raziskovalni, znanstveni in pedagoški poti pa je stopal na Nizozemskem. Slovenski geodetski javnosti zaradi tega morda ni bil širše poznan, v svetovni fotogrametrični skupnosti pa je v dejavnem obdobju veljal za vrhunskega znanstvenika, izumitelja, pedagoga in avtoriteto, ki je odločilno vplivala na razvoj fotogrametrične znanosti in stroke.

Profesor Branko Makarovič se je rodil leta 1927 v Mariboru, kjer je končal osnovno šolo in gimnazijo. Leta 1952 je končal študij geodezije na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Zaposlil se je na Geodetskem zavodu Slovenije ter nato na Inštitutu za geodezijo in fotogrametrijo. Od samega začetka strokovne poti ga je zanimalo raziskovalno in znanstveno delo, zato je nadaljeval doktorski študij na FAGG in v začetku leta 1962 pridobil doktorski naziv. Takratne razmere za znanstveno in raziskovalno delo doma niso bile ugodne, zato je po doktoratu sprejel povabilo rektorja svetovnega izobraževalnega in raziskovalnega centra za fotogrametrijo s sedežem na Nizozemskem, poznanege po kratici ITC (International Training Center), ter se tam zaposlil kot docent in znanstveni sodelavec. Zaposlitev na ITC, ki je bila na začetku mišljena kot začasna, je nato trajala do njegove upokojitve, pridobil je tudi naziv rednega profesorja. Profesor Makarovič je imel tam predvsem v začetnem obdobju ugodne razmere za znanstveno in pedagoško delo, pozneje, ko je bil že v zrelih letih, pa je bil, kot mi je povedal v osebnem razgovoru, večkrat tudi razočaran nad usmeritvami ITC-ja (dajanje prednosti managementu pred znanstvenimi vsebinami), vendar mu je ostajal zvest, čeprav brezkompromisno usmerjen v znanost.

Njegovo znanstveno-raziskovalno delo je bilo osredotočeno na področje numerične (analitične) in digitalne fotogrametrije, kjer je razvijal avtomatizirane procese, integrirane fotogrametrične sisteme in konstruiral fotogrametrične instrumente. V zvezi s slednjim je patentiral avtomatični fotogrametrični aparat za parcialno poliedrično redresiranje. V številnih izvirnih znanstvenih objavah in publikacijah je obravnaval in razvijal takrat popolnoma nove tehnologije in postopke, kot so izdelava digitalnega ortofota,

fotogrametrično digitalno monokartiranje, slikovno ujemanje, poleg tega je vpeljeval inovativne koncepte za preizkušanje fotogrametričnih instrumentov in sistemov. Zavedal se je, da fotogrametrija kot znanost služi za pridobivanje kakovostnih prostorskih podatkov, ki so potrebni na številnih drugih področjih, zato se je ukvarjal tudi z interdisciplinarnimi pristopi, kot so integracija in optimiziranje fotogrametričnih procesov v sistemih GIS, razvoj splošnih modelov in postopkov za vrednotenje kompleksnih sistemov idr. Poleg tega je pisal učbenike in uvajal predmete, ki jih je zahteval razvoj novih tehnologij. Bil odličen pedagog in mentor številnim doktorskim študentom, ki so njegovo znanje prenesli na vse konce sveta. Z izjemno aktivno vlogo je veliko prispeval tudi k delu in razvoju mednarodne organizacije za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje (ISPRS – International Society for Photogrammetry and Remote Sensing). Bil je član in predsednik številnih znanstveno-tehničnih delovnih skupin v ISPRS-u, imel je številna predavanja na znanstvenih kongresih in simpozijih organizacije. Če povzamem: bil je soustvarjalec in glasnik novih tehnologij ter postopkov v fotogrametriji, ki so še danes strokovno temeljni in si brez njih ne moremo zamisliti sodobne stroke.

Osebno sem profesorja Branka Makaroviča spoznala, ko je bil že v pokoju in je v Slovenijo prihajal na obiske. Od takrat sva si redno dopisovala. Odstopil nam je tudi celotno svojo strokovno knjižnico s pomembnimi publikacijami, ki pričajo o razvoju fotogrametrije v nekem obdobju. Dogajanje v Sloveniji je prek medijev in osebnih stikov skrbno spremljal ter do konca življenjske poti sledil novostim v stroki. V spominu mi bo ostal kot izjemno tankočuten in pozoren človek visokih etičnih načel.

Mojca Kosmatin Fras

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani

SPOMINI NA BRANKA MAKAROVIČA

Z Brankom naju je družilo dolgoletno prijateljstvo. Spoznala sva se jeseni 1947 na Prulah v Ljubljani, in sicer v Domu Ivana Lole Ribarja, nekdanj Domu kneginje Zorke za mladenke iz uglednih družin. V štirih sobah s po šestimi ležišči se nas je takrat znašlo dvanajst študentov in dvanajst študentk. Sami lepi spomini: igranje odbojke na dvorišču doma čez napeto vrv namesto mreže, hrana na živilske nakaznice za kruh, sladkor in meso, pozimi vsak drugi dan kislo zelje ali kisla repa s krompirjem ali žganci, ob sobotah pa tudi kos mesa.

Vsako jutro sva z Brankom pešačila na geodetski oddelek Tehnične fakultete na Aškerčevi. Vsi študentje smo bili vključeni v mladinsko organizacijo z obvezno udeležbo na sestankih, kjer smo se seznanjali z uporom maršala Tita Stalinu leta 1948, z vlogo mladinske organizacije pri izgradnji socializma in še čim.

Moji stiki z Brankom so se še poglobili med pohodi v gore. Najbolj dostopne so nam bile Kamniško-Savinjske Alpe. Z vlakom smo se iz Ljubljane odpeljali do Kamnika, nato šli peš v Kamniško Bistrico, od tam smo se največkrat povzpeli na Grintovec, pa tudi na sosednje gore. Vsak tura je trajala od zore do mraka. Branko je svojo natančnost, predanost in že v študijskih letih nagnjenost k raziskovanju izkazoval tudi na planinskih pohodih. Med hojo nas je seznanjal z zgodovino konkretnega območja in njegovimi geografskimi značilnostmi ter nam »predaval« o razgledih z vrhov.

Najina povezanost se je nadaljevala tudi po študiju z družinskimi obiski in še vedno skupnimi pohodi v gore. Najbolj se mi je vtisnila v spomin planinska tura tik pred njegovim odhodom na Nizozemsko. Z Brankom, mojo hčerko Bredo in njeno prijateljico smo se vračali s Triglava v dolino Zadnjice. Mladenki sta razposajeno prepevali vesele pesmice, katerih besedila pa so Branka kar malce razočarala. Zato je tu in tam malce zaostal ter tiho užival v razgledih, ki so pokrivali Julijske Alpe in segali do Jadranskega morja. Stike sva ohranjala do zadnjega leta, preden nas je zapustil. Spominjal se ga bom kot vzornika, tovariša in prijatelja.

SPOMINI NA BRANKA MAKAROVIČA

Branko Makarovič je bil po rodu Primorec. Njegovi starši so bili doma na Kanalskem; znano mi je, da je bila mama iz Ajbe. Domnevam, da so starši zelo kmalu po 1. svetovni vojni emigrirali v Jugoslavijo. Oče je bil po poklicu gradbenik – polir. Branko je imel kakih pet let starejšega brata Dimitrija. Družina je prebivala na Koroški cesti v Mariboru, v enonadstropni hišici s številko blizu 100. Med zavezniškim bombardiranjem jo je zadela bomba in mu takrat ubila tudi mamo.

Branko je (verjetno leta 1944) odšel v partizane ter hodil po mozirskih planinah in koroških gorah.

Leta 1947 je maturiral na mariborski realni gimnaziji. Bil je aktiven član nogometnega društva Železniciar. Vpisal se je na geodetski oddelek takratne Tehnične fakultete, dobil štipendijo in dve leti prebival na Prulah v študentskem domu Ivana Lole Ribarja, nato pa do diplome v zasebni sobi pri prijazni stari gospe med Poljansko cesto in Poljanskim nasipom (tiste stare hiše so pozneje porušili).

Z Brankom sva prva tri leta študirala dosledno vzporedno, nato me je začel prehitevati in diplomiral prve dni oktobra 1952 (jaz pa 22. decembra). Oba sva diplomirala iz pozicijske astronomije pri prof. Černivcu. Njegova naloga je bil preizkus neke metode, ki se je opirala na fotografitiranje Sonca takoj po vzhodu.

Po diplomi je bil do odhoda k vojakom 15. 9. 1953 zaposlen na Geodetskem zavodu LRS. Do julija 1953 je bil na triangulaciji 4. reda v Slovenski Istri, preostali čas pa v Tolminu, kjer mi je pomagal dokončati opazovanje mreže 3. dopolnilnega in 4. reda.

Oba sva vojaški rok odslužila v zadrski šoli za artilerijske rezervne oficirje. Komandant ga je pritegnil v razvijanje mehničnega pripomočka za računanje hitre priprave artilerijskega ognja – in pobral zasluge.

Septembra 1954 je prof. Čuček povabil Branka na fakulteto kot asistenta za fotogrametrijo. Poslal ga je na trimesečno izpopolnjevanje na IGN v Parizu. V naslednjih letih je Branko opravil več zahtevnih geodetskih nalog tudi za IGF. Spomnim se kontrol pomikov gradbenih objektov, saj je o tem napisal članek za Geodetski list.

Začel se je pripravljati na doktorat. Obdelal je teorijo instrumentov 3. reda za fotogrametrično restitucijo (to so manjši in preprostejši, teoretično pa zahtevni instrumenti). Disertacijsko delo je oddal jeseni 1961. Prijavil se je na razpis za mesto docenta in bil imenovan menda še isto leto, doktorat pa je dosegel v začetku leta 1962. Enkrat takrat se je tudi poročil in kmalu odšel v Delft na ITC, kamor ga je že leto pred tem povabil profesor Schermerhorn.

JANEZ KOBILICA (1937–2014) – V SPOMIN



*Utihnil je tvoj mogočni glas,
obstalo je tvoje srce,
odšel si sam na pot neznano ...*

Poslavljam se od kolega Janeza Kobilice, ki je bil priznan geodet s širokim znanjem. Odmevni so bili njegovi referati na republiških, zveznih in drugih strokovnih srečanjih – tudi v tujini.

Strokovno pot je začel na zemljiškem katastru v Mariboru, ki ga je precej časa tudi vodil. Sodeloval je v projektu modernizacije zemljiškega katastra. Mariborska geodetska uprava je bila takrat eden od šestih poskusnih centrov. Nadaljeval je na različnih odgovornih položajih na mestni občini Maribor. Kot član njenega izvršnega sveta se je ukvarjal predvsem z urejanjem prostora, komunalno in stanovanjsko gradnjo ter bil soavtor urbanističnega načrta Maribora (na primer Maribor jug). Leta 1972 je napisal strokovni referat z naslovom Realne možnosti izgradnje komunalnega informacijskega sistema na nivoju občine ter tudi ta projekt uspešno izvedel. Občinsko kariero je sklenil kot načelnik gradbenega oddelka. Bil je tudi direktor republiškega Geodetskega instituta v Ljubljani. Bil je v državni komisiji za modernizacijo zemljiškega katastra ter sodeloval v meddržavnem projektu topoloških osnov informacijskega sistema in z avstrijsko geodetsko službo. Vrnil se je v Maribor, kjer je živela njegova družina, in z Geodetske uprave odšel v zaslužen pokoj. Njegov življenjski opus obseg več kot trideset objavljenih prispevkov v strokovni literaturi. Aktivno se je udeleževal strokovnih posvetov. Posebej bi poudaril njegov prispevek k zborniku, ki ga je izdalo Društvo geodetov severovzhodne Slovenije ob praznovanju 50-letnice obstoja.

Mnoga leta smo preživeli skupaj (že od leta 1965) ter v različnih okoliščinah usmerjali mariborsko in slovensko geodezijo. Spominjali se ga bomo kot človeka, ki je s svojimi idejami in pobudami večkrat pomagal reševati aktualna vprašanja. Deloval je tudi v geodetskem društvu, ki je imelo nekoč zelo močno povezovalno in izobraževalno funkcijo. Bil je večkratni predsednik društva in odličen predavatelj, zato smo ga včasih imenovali tudi profesor!

Deloval je tudi pri Društvu inženirjev in tehnikov Maribor, kjer je bil v nadzornem odboru. Posebej bi poudaril, da je za svoje zasluge prejel številna priznanja na društveni, republiški in celo zvezni ravni. Bil je zaslužni član društva geodetov in častni član Zveze geodetov Slovenije.

Radi smo bili z njim, saj je bil iskrič, zanimiv in široko razgledan sogovornik. Znal je biti optimist s prepričanjem, da je vedno mogoče kaj storiti, niti najmanj pa se predati porazu!

Žal nas pred smrtjo ne obvaruje nič ... Je neizbežna in nerazumljiva sopotnica vsakega življenja!

Ostal nam boš v srcu kot osebnost, ki smo jo cenili, imeli radi, in takšen boš tudi ostal v naših spominih. Hvala ti!

Dušan Mrzlekar

KOLENDAR STROKOVNIH SIMPOZIJEV

V OBDOBJU JULIJ–SEPTEMBER 2014

Aleš Lazar

V SLOVENIJI

- 7.–11. julij 2014 **Kampus šola HPC 2014**
Ljubljana, Slovenija
Spletna stran: <http://hpc.fs.uni-lj.si/cs14>
-
30. september 2014 **12. bienalni simpozij GIS v Sloveniji 2014**
Ljubljana, Slovenija
Spletna stran: <http://giam2.zrc-sazu.si/sl/dogodki/12-bienalni-simpozij-gis-v-sloveniji-2014#v>

V TUJINI

- 1.–4. julij 2014 **GI_Forum 2014: Geospatial Innovation for Society**
Salzburg, Avstrija
Spletna stran: <http://www.gi-forum.org/>
-
- 6.–10. julij 2014 **FIG-Charting and Mapping the Pacific Paradise of the Pitcairners conference**
Norfolk Island, Avstralija
Spletna stran: <http://www.fig.net>
-
- 14.–18. julij 2014 **Esri International User Conference**
San Diego, ZDA
Spletna stran: <http://www.esri.com/events/user-conference>
-
- 15.–17. julij 2014 **FOSS4G Europe**
Bremen, Nemčija
Spletna stran: <http://www.foss4g-e.org/>
-
- 2.–10. avgust 2014 **40th Scientific Assembly of the Committee on Space Research (COSPAR)**
Moskva, Rusija
Spletna stran: <https://www.cospar-assembly.org/>

-
- 17.–21. avgust 2014** **SPIE Optics + Photonics 2014**
 San Diego, ZDA
 Spletna stran: http://spie.org/optics-photonics.xml?WT.mc_id=RCaI-OPW
-
- 28. avgust–3. september 2014** **ICSU General Assembly**
 Auckland, Nova Zelandija
 Spletna stran: <http://www.icsu.org/>
-
- 31. avgust–2. september 2014** **Society of Cartographers 50th Annual Summer School Conference**
 Glasgow, Škotska, VB
 Spletna stran: <http://www.soc.org.uk/soc2014/index.html>
-
- 1.–4. september 2014** **General Assembly at The Nordic Geodetic Commission (NKG)**
 Göteborg, Švedska
 Spletna stran: <http://www.lantmateriet.se/nkg2014>
-
- 2.–5. september 2014** **Remote Sensing and Photogrammetry Society Conference 2014**
 Ceredigion, VB
 Spletna stran: <http://rspsoc.aber.ac.uk/en/>
-
- 3.–5. september 2014** **GeoCart'2014 / 42nd ANZMapS conference / 3rd ICA Regional Symposium on Cartography for Australasia and Oceania**
 Auckland, Nova Zelandija
 Spletna stran: <http://web.env.auckland.ac.nz/public/geocart2014/>
-
- 5.–7. september 2014** **Photogrammetric Computer Vision – PCV 2014**
 Zürich, Švica
 Spletna stran: <http://www.igp.ethz.ch/photogrammetry/pcv2014/index.html>
-
- 5.–9. september 2014** **7th GeoSciEd Conference**
 Hyderabad, Indija
 Spletna stran: <http://geosci2014.webs.com>
-
- 8.–11. september 2014** **1st International Geomatics Applications "GEOMAPPLICA" Conference**
 Otok Skiathos, Grčija
 Spletna stran: <http://geomappla.prd.uth.gr/>
-
- 8.–17. september 2014** **ITaRS Summer School 2014**
 Jülich, Nemčija
 Spletna stran: <http://itars.uni-koeln.de/index.php/network-events/summer-school-2014>

9.–11. september 2014 OGE 42th Congress – »Risk and planning system«

Montpellier, Francija

Spletna stran: <http://www.geometre-montpellier2014.eu/>

11.–12. september 2014 Summit on Earth Observation Business

Pariz, Francija

Spletna stran: <http://www.satellite-business.com/program/sympo-eo/seob>

13.–16. september 2014 International Symposium on Crop Growth Monitoring (ISCGM 2014)

Nanjing, Kitajska

Spletna stran: <http://iscgm2014.netcia.org.cn>

22.–25. september 2014 SPIE Remote Sensing 2014

Amsterdam, Nizozemska

Spletna stran: http://spie.org/remote-sensing-europe.xml?WT.mc_id=RCal-ERSW

23.–26. september 2014 GIScience 2014

Dunaj, Avstrija

Spletna stran: <http://www.giscience.org/>

29. september–2. oktober 2014 ISPRS Symposium: Thematic Processing, Modeling and Analysis of Remotely Sensed Data

Istanbul, Turčija

Spletna stran: <http://isprstc7-2014.org>

3.–5. oktober 2014 1st International Interdisciplinary Scientific Conference

Zagreb, Hrvaška

Spletna stran: <http://www.dionici.geof.unizg.hr>

Sporočila s podatki o nacionalnih in mednarodnih kongresih, simpozijih in srečanjih s področja geodezije, upravljanja zemljišč in na splošno geoinformatike v Sloveniji ali v tujini pošiljajte na e-naslov: **lazarales@gmail.com**.

Aleš Lazar, univ. dipl. inž. geod.

3D ATA, d. o. o.

Ulica Mirka Vadnova 1, SI-4000 Kranj

e-naslov: lazarales@gmail.com



ZAHVALA

Dolgoletna tradicija, vztrajnost in pogum geodetov so prave sestavine recepta, da smo 42. GEODETSKI DAN z naslovom PREUREJANJE ZEMLJIŠČ KOT IZZIV ZA RAZVOJ GEODETSKEGA INŽENIRSTVA lahko okusili v polnosti. Sladkorčki avtorjev prispevkov in sponzorjev so razvajali naše brbončice, posebne začimbe številnih deležnikov so dodale pridih strokovnosti in svečanosti. Aroma priložnosti polne prihodnosti nas je izzivala.

Iskrena hvala vsem, ki ste pomagali mešati sestavine, in tudi vsem, ki ste z užitkom okusili Geodetski dan 2014.

Hvala in srečno!

*V imenu programskega odbora:
predsednica programskega odbora
dr. Anka Lisec, I.r.*

*Predsednik Zveze geodetov Slovenije
mag. Blaž Mozetič, I.r.*

*V imenu Ljubljanskega geodetskega društva:
predsednica Ljubljanskega geodetskega društva
Simona Čeh, I.r.*





GENERALNI SPONZORJI



GEODETSKA DRUŽBA



Geodetski
zavod
Celje d.o.o.

GEODETSKI an14

ZLATI SPONZORJI



BRONASTI SPONZORJI



GEKOM
geodetske storitve



SPONZORJI



MIJAKS
skupina



GEODETSKI an14

RAZSTAVLJALCI



GEOIZMERA



GEO CENTAR

TOPCON SOKKIA



■ Authorized **Leica Geosystems** Distributor

Geoservis, d.o.o. | 01 586 38 30 | www.geoservis.si



GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE



modri planet



GEAVIS



REGIONALNI CENTER ZA OKOLJE
Slovenija



SPONZORJI ZVEZE GEODETOV SLOVENIJE

 hidroinženiring d.o.o.

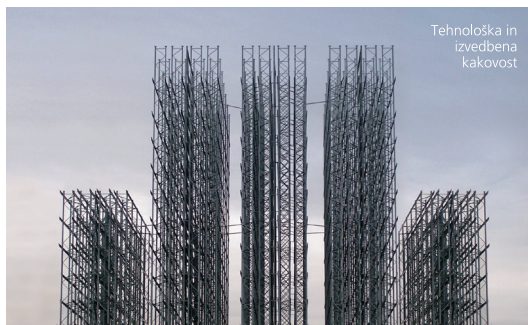
Projektiranje in inženiring hidrotehničnih objektov,
čistilnih naprav in drugih nizkih gradenj
Slovenčeva 95, 1000 Ljubljana, Slovenija



VODOVODI in KANALIZACIJA Nova Gorica d.d.

*Kromberk, Cesta 25. junija 1b, 5000 Nova Gorica
telefon: (05) 339 11 00, faks: (05) 339 11 28
www.vik-ng.si
e-mail: info@vik-ng.si*





Tehnološka in izvedbena kakovost



Visoka strokovnost in usposobljenost

RIKO



Potenciali z rešitvami



Globalno delovanje z lokalnim prihodom



Odgovornost do okolja



Mednarodne izkušnje

Globalni inženiring za čisto okolje

Riko v svojem globalnem poslanstvu orkestrira velike sisteme za bolj harmonično vsakdanje življenje. Ustvarjalen inženiringu je potreben, da uspešno in učinkovito zagotavljamo kristalno čisto in pitno vodo. Temeljito znanje in izkušnje v načrtovanju ter natančnost v izvedbi nadgrajujejo začetno zamisel do zadovoljnega uporabnika. Čistilne naprave in vodovodi, ki jih gradimo na Koroškem, Štajerskem, Notranjskem, Dolenjskem, Zasavju, Beli Krajini in na Goriškem, izboljšujejo kakovost pitne vode, pa tudi zdravje ljudi in prispevajo k bolj čistemu okolju.

PS: In življenje nekje na našem planetu je lažje in boljše – tudi zato, ker podpiramo umetnost, kulturo in druge vrednote, ki plemenitijo življenje v Rikovih poslovnih okoljih.

hidroinženiring d.o.o.

Projektiranje in inženiring hidrotehničnih objektov,
čistilnih naprav in drugih nizkih gradenj
Slovenčeva 95, 1000 Ljubljana, Slovenija














VODOVODI in KANALIZACIJA Nova Gorica d.d.

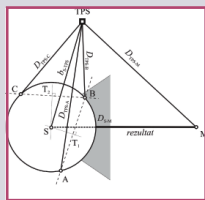
*Kromberk, Cesta 25. junija 1b, 5000 Nova Gorica
telefon: (05) 339 11 00, faks: (05) 339 11 28
www.vik-ng.si
e-mail: info@vik-ng.si*

GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

 **60 let**

-  **Geografski informacijski sistemi (GIS),**
-  **Prostorski podatki, statistike in analize,**
-  **Nepremičninski podatki in upravljanje z nepremičninami,**
-  **Fotogrametrija in daljinsko zaznavanje,**
-  **Hidrografija,**
-  **Kartografija in večrazsežna vizualizacija (3R, 4R),**
-  **Osnovni geodetski sistem, GPS,**
-  **Lokacijske storitve in navigacija,**
-  **Izobraževanje,**
-  **Izdelava prostorskih maket,**
-  **Grafične storitve.**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana
tel.: 01 200 29 00, faks: 01 425 06 77, e-pošta: info@gis.si
medmrežje: www.gis.si



GEODETSKI VESTNIK

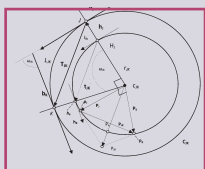
Glasilo Zveze geodetov Slovenije
Journal of the Association of Surveyors of Slovenia

ISSN 0351-0271 | letn./Vol. 58 | št./No. 2 | str./pp. 219-440 |



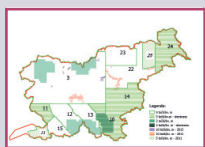
RECENZIRANI ČLANKI | PEER-REVIEWED ARTICLES

Klemen Kregar, Mitja Lakner, Dušan Kogoj
ROTACIJA Z ENOTSKIM KVATERNIONOM
ROTATION WITH UNIT QUATERNION



Aleš Marjetič, Klemen Kregar, Dušan Kogoj
GEODETSKO MERJENJE DOLŽIN V ATLETIKI
GEODETIC MEASUREMENT OF DISTANCES IN ATHLETICS

Bernarda Bevc Šekoranja, Andrej Pogačnik
ANALIZA ZAVAROVANIH OBMOČIJ NARAVE NA SVETOVNI RAVNI TER PRIMERJAVA
Z EVROPO IN SLOVENIJO
ANALYSIS OF PROTECTED AREAS OF NATURE ON THE GLOBAL LEVEL AND
A COMPARISON TO EUROPE AND SLOVENIA



Mihaela Triglav Čekada, Matija Zorn, Renato R. Colucci
POVRŠINA KANINSKIH IN TRIGLAVSKEGA LEDENIKA OD LETA 1893, DOLOČENA NA PODLAGI
ARHIVSKIH POSNETKOV TER AEROLASERSKIH PODATKOV
CHANGES IN THE AREA OF THE CANIN (ITALY) AND TRIGLAV GLACIERS (SLOVENIA) SINCE 1893
BASED ON ARCHIVE IMAGES AND AERIAL LASER SCANNING



Miroslav Kuburić, Miloš Kopic, Bojan Matić
SODOBNE METODE PROSTORSKEGA PRIDOBIVANJA PODATKOV – POT KVZPOSTAVITVI E-UPRAVE
CONTEMPORARY METHODS OF SPATIAL DATA ACQUISITION – THE ROAD TO “E-GOVERNMENT”

Željko Vukelić, Milivoj Vulić
OCENA IN NATANČNOST OCENE 3D-POLOŽAJA TOČK V VRTINI
EVALUATION OF 3D POSITIONS AND THE POSITIONAL ACCURACY OF POINTS WITHIN A BOREHOLE



Dostopno na | available at: <http://www.geodetski-vestnik.com>