

STARI GEOPODATKI, OLD GEODATA, NOVA KAKOVOST NEW QUALITY

Joc Triglav

1 UVOD

V zadnjih letih geodetske službe v nekaterih razvitih državah, ki jih lahko štejemo med tako imenovane prostorsko usposobljene družbe (angl. *spatially enabled society*; Steudler in Rajabifard, 2012), raziskujejo možnosti in načine, kako v razumno dolgem času analogne numerične podatke starih geodetskih in katastrskih izmer dovolj kakovostno in v praksi izvedljivo preračunati v koordinate sodobnega državnega koordinatnega sistema tako, da bo zagotovljena njihova zahtevana položajna pravilnost, primerna za sodobni čas. Verjetno nam je vsem jasno, da pod pojmom razumno dolgega časa ni mišljeno obdobje leta ali dveh, temveč se ta čas prej raztegne v desetletje ali še dlje. Med sodobne težave geodetske službe, povezane s starimi geodetskimi meritvami v katastru, spada tudi ugotavljanje in upravljanje nehomogenosti mreže geodetskih točk v sodobnih katastrskih meritvah.

2 AVSTRIJA – UPRAVLJANJE NEHOMOGENOSTI V MREŽI GEODETSKIH TOČK PRI DOLOČANJU KATASTRSKIH MEJA

Ustavimo se najprej pri naših severnih geodetskih sosedih v Avstriji in pri njihovem iskanju optimalnih rešitev za strokovno in zakonsko utemeljen ter položajno kakovosten prenos podatkov geodetskih meritev katastrskih mej iz arhivskih elaboratov in načrtov v naravo, kjer je ključno upravljanje nehomogenosti v mreži geodetskih točk pri določanju katastrskih meja v Avstriji (Weber in sod., 2022). Optimalne metode za doseganje najboljših rezultatov pri določanju mejnih točk zemljiških parcel iz starih katastrskih izmer so že desetletja predmet proučevanja in so še vedno predmet strokovne razprave. Koordinate mejnih točk zemljiških parcel so praviloma izračunane iz najbližjih točk takratne geodetske mreže, s katerih so bile praviloma tudi izvorno posnete v skladu z geodetskimi predpisi in pravili, ki so se uporabljali v času izvorne geodetske izmere in so navedeni v arhivskem geodetskem elaboratu.

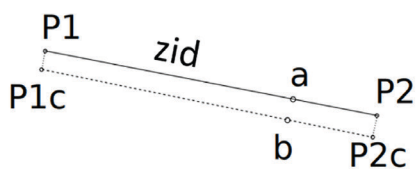
Avstrijski geodetski zakon iz leta 1968 je predpisal vzpostavitev in vzdrževanje goste mreže geodetskih točk kot uradno nalogo državne geodetske službe, navezava katastrskih meritev na mrežo geodetskih točk pa je postala zakonska obveznost. Do leta 2000 so tako v avstrijski geodetski službi določili 300.000 točk geodetske mreže in s tem dosegli maksimum, odtlej pa se to število zmanjšuje, saj je bila marsikatera točka uničena zaradi gradbenih aktivnosti in nevzdrževanja. Z razpoložljivostjo zelo natančnega določanja položaja s storitvami satelitske navigacije avstrijski Zvezni urad za meroslovje in geodezijo (nem.

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen – BEV) od leta 2011 za vse točke geodetske mreže določa tudi koordinate ETRS89.

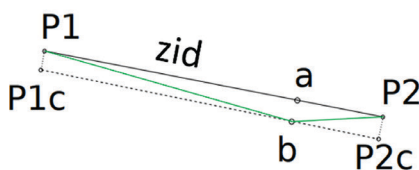
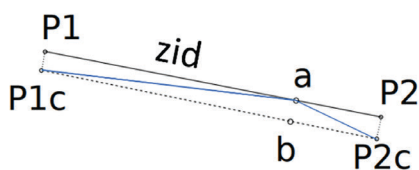
Z uporabo metod merjenja z globalnimi navigacijskimi satelitskimi sistemi za določanje koordinat obstoječa gostota mreže kontrolnih točk za nove meritve ni več potrebna. Vendar je za rekonstrukcijo povezave geodetskih točk iz prejšnjih meritev še vedno treba vključiti položaj uporabljenih kontrolnih točk, da bi lahko upoštevali točnost njihovega položaja in okolice. Nasprotje med nehomogeno mrežo geodetskih točk, ki zahteva intenzivno vzdrževanje, in razmeroma poceni homogenim sistemom ETRS89 postavlja BEV pred nalogo posodobitve mreže geodetskih točk. Oktobra 2021 je avstrijska mreža geodetskih točk obsegala 56.800 triangulacijskih točk in 153.000 geodetskih točk nižje ravni. Od tega so uradne koordinate ETRS89 na voljo za vse triangulacijske točke in za 119.000 (72,5 %) točk nižje ravni.

Arhivski elaborati vsebujejo numerične podatke točk (mejne točke, poligonske in druge točke geodetske mreže ali točke, kot so vogali stavb, ograj ipd.), ki lahko še danes obstajajo v naravi. Te točke se lahko uporabijo za transformacijo in poznejšo vzpostavitev mejnih točk, če so fizično identične. Brez teh veznih točk prenos točk v naravo na podlagi koordinat ni enostavna naloga. Enostaven prenos koordinat v naravo je mogoč le, če prvotno uporabljene točke geodetske mreže še vedno obstajajo na istem mestu in nimajo velikih transformacijskih odstopanj. Nehomogenosti v mreži geodetskih točk namreč lahko povzročijo znatna odstopanja med koordinatami, določenimi s terestričnimi meritvami in meritvami GNSS. Razlikovati je treba med postopkoma za vzpostavitev mej na območjih s homogeno mrežo geodetskih točk in na območjih z nehomogeno mrežo geodetskih točk.

Zgolj za spodbudo k branju zgoraj navedenega članka je na sliki 1 iz članka povzet prikaz pravno-geodetskega problema, kje v naravi in katastru pravilno postaviti novo točko na linijo predhodno koordinatno določene meje. Med nalogami pooblaščenih geodetov pri delu v katastru je namreč opredelitev pravno zavezujočih mej na terenu s koordinatami. Na sliki 1 je predstavljena situacija, za katero še ne obstaja pravno neoporečna rešitev. Polna črta (P1–P2) na sliki predstavlja rob zidu, ki je ob katastrski izmeri v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja označeval mejo. Takrat je zakon kot sprejemljivo dopuščal položajno odstopanje 20 centimetrov. Ko mora pooblaščen geodet danes določiti točko na tem zidu, na primer kot mejno točko, ki ločuje dve parceli na isti strani zidu, omejena točnost prvotne izmere lahko privede do situacije, prikazane na sliki 1. Polna črta (P1c–P2c) na sliki torej v naravi predstavlja rob zidu, ki bi moral sovpadati z mejno črto (P1c–P2c), določeno s koordinatami. Razdalja med točkama zidu (P1 in P2) v naravi in položajem, določenim s koordinatami (P1c in P2c), je skoraj 20 centimetrov. Obravnavamo jih kot enake, tj. po zakonu je stena enaka mejni črti. V različici a (slika 1a) je točka označena in izmerjena neposredno ob steni. Rezultat je lomljena mejna črta (P1c–a–P2c) v katastru. V različici b (slika 1b) je nova mejna točka izračunana matematično na linijo (P1c–b–P2c), vendar pri zamejničevanju položaj točke b ni na meji zidu (P1–P2) na terenu. Rezultat je lomljena mejna črta (P1–b–P2) v naravi. Gre torej za problem tipa »kavelj 22«, pri katerem ne obstaja rešitev, ki bi izpolnjevala vse teoretične in praktične zahteve. V takih primerih je za iskanje rešitve potrebna skrbna strokovna presoja in dodatni kanček »zdrave kmečke pameti« tako pri geodetu kot pri strankah v postopku.



Slika 1a



Slika 1b

Slika 1: Prikaz pravno-geodetskega problema tipa »kavelj 22«, kje v naravi in katastru pravilno postaviti novo točko na linijo predhodno koordinatno določene meje. Slika je prirejena po Webru in sod. (2022).

Za podrobnejšo seznanitev s problematiko na konkretnih avstrijskih katastrskih primerih iz prakse priporočam v branje navedeni članek (Weber in sod., 2022), vključno z viri, ki so navedeni na koncu. V članku je namreč nazorno prikazano, da se zaradi nehomogenosti avstrijskega koordinatnega sistema v katastru neizogibno pojavijo težave, ki jih ni mogoče rešiti s standardiziranimi pristopi. Zlasti pri priključitvi na mrežo uradnih geodetskih točk je treba upoštevati lokalna odstopanja, odločitve o konkretni izvedbi pa je treba sprejemati za vsak primer posebej. Simbolična nespremenljivost mejnih točk in določitev njihovih koordinat je zahteven geodetski izziv pri vsakodnevnih geodetskih meritvah. Sedanji geodetski predpisi zagotavljajo pravni okvir, v katerem je treba izvajati katastrske meritve, določanje mejnih točk v skladu z njihovimi katastrskimi koordinatami pa vedno zahteva analizo lokalnih odstopanj, za kar je poleg poznavanja zakonodaje potrebno geodetsko tehnično znanje. Te ugotovitve brez dvoma držijo tudi za geodetsko delo v slovenskem katastru.

3 NIZOZEMSKA – PREHOD V »NASLEDNJI KATASTRSKI NAČRT« S POMOČJO AI

Za zelo zanimiv, zahteven in dolgoročen pristop k temeljiti posodobitvi geodetskih in katastrskih podatkov se je odločila nizozemska geodetska služba – Kadaster. Leta 2020 so na Delovnem tednu FIG v Amsterdamu predstavili tako osnovna načela za prenovo vzpostavitve digitalnih katastrskih načrtov Nizozemske (Hagemans in sod., 2020) kot tudi geodetska načela (Heuvel in sod., 2020), leta 2021 pa še način izvedbe z uporabo umetne inteligence (Franken in sod., 2021).

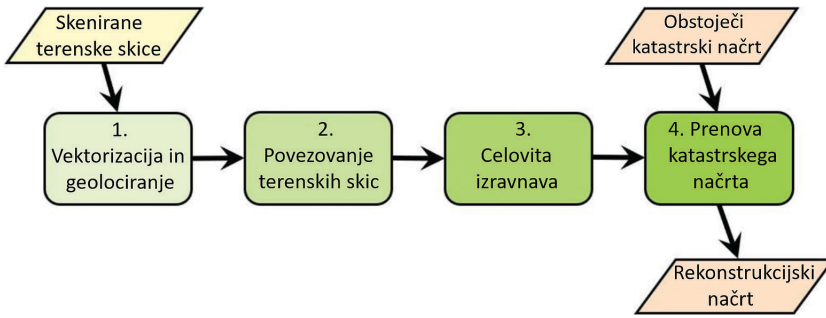
Kadaster zagotavlja pravno varnost za vsako zemljišče na Nizozemskem. Katastrske parcele so od leta 1832, ko je bil Kadaster ustanovljen, zabeležene v elaboratih geodetskih terenskih meritev ter obdelane

in prikazane v državnem katastru – v katastrskih načrtih v izvornem merilu 1 : 1000 oziroma 1 : 2000. Zaradi različnih delovnih metod skozi čas in obsega izdelave sedanji katastrski načrti zagotavljajo tako imenovano grafično kakovost (standardno odstopanje koordinat mejnikov je 20 centimetrov za mestna območja in 40 centimetrov za podeželska območja). Ravno zaradi tega v sedanji obliki niso primerni za neposredno določanje točnega položaja mejnikov na terenu. Z naraščajočo digitalizacijo in politiko odprtih podatkov vse več virov informacij, vključno s katastrskim načrtom, postaja vse bolj dostopnih širokemu krogu uporabnikov. Zaradi vsega tega se v interpretaciji katastrskih podatkov pojavljajo ozka grla, uporabniki pa se ne zavedajo dovolj stopnje njihove kakovosti. V sodobni družbi, ki temelji na informacijah, to vse pogosteje povzroča tudi nesporazume. Uporabnikom manjka vpogled v pomen in zgodovino sedanjih katastrskih načrtov, ki so izvorno namenjeni preglednemu enotnemu prikazu parcel za kataster, za kar je sedanja grafična kakovost katastrskih načrtov zadostna. Vendar se uporabniki tega ne zavedajo (več) ter pričakujejo večjo točnost in uporabnost prikazanih informacij. Poleg napačnega razumevanja poteka parcelnih mej postajajo vse večja težava tudi razlike med površinami parcel v katastrskih načrtih in uradnimi površinami parcel v katastrski evidenci.

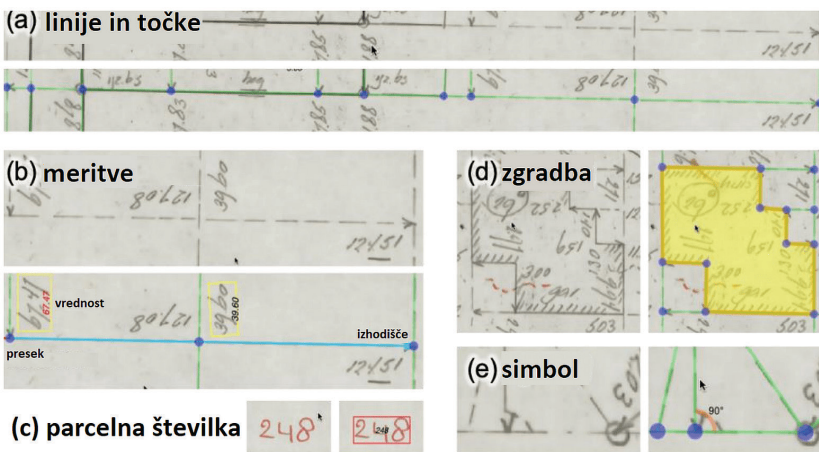
Kadaster si v okviru svojih odgovornosti in pristojnosti prizadeva za izboljšanje opisanih razmer in »sanja o idealu«: katastrskem načrtu, na katerem bi bil položaj mejnika tako točen, da bi se lahko uporabljal za veliko širši namen in zagotavljal boljše podporo uporabnikom v digitalni družbi ter s tem bistveno povečal vrednost katastrskih informacij. V želji po vzpostavitvi takega katastrskega načrta so pri Kadastru leta 2015 opravili prve korake v izvajanju raziskovalnega programa in ga potem leta 2017 predstavili svetovni javnosti na Delovnem tednu FIG v Helsinkih na Finskem. Osnovni razlog, da so si v Kadastru takšen cilj zadali ravno zdaj, je dejstvo, da se bo zaradi odhajanja starejše generacije geodetov v pokoj izgubilo znanje o predhodno uporabljenih metodah in tehnikah. V ta namen je namreč treba obdelati skoraj vse (zgodovinske) geodetske terenske skice, kar je velik izziv, ki zahteva obsežno avtomatizacijo, a tudi »zgodovinsko« geodetsko znanje.

V raziskavah so preverjali, ali je mogoče iz elaboratov geodetskih meritev samodejno pridobiti izvirne podatke ter združiti vse informacije za ponovno določitev položajev katastrskih mejnikov. S pomočjo več podjetij s področja umetne inteligence jim je uspelo vzpostaviti točen katastrski načrt z znano geometrijsko kakovostjo, poimenovali so ga rekonstrukcijski načrt (angl. *reconstruction map*; slika 2). Poleg tehničnega izziva so v raziskovalnem programu proučili tudi, ali točnejši katastrski načrt ustreza prihodnjim potrebam. S prenovljenim katastrskim načrtom se bo namreč spremenil način uporabe katastrskih podatkov. Predvideno je tudi, da se bo spremenil način komuniciranja z uporabniki. Ko bo izdelan (delni) rekonstrukcijski načrt in se bodo sodelujoče strani z njim strinjale, bo uveden in predstavljen kot novi oziroma »naslednji katastrski načrt« (angl. *cadastral map next*) in bo nadomestil sedanji katastrski načrt.

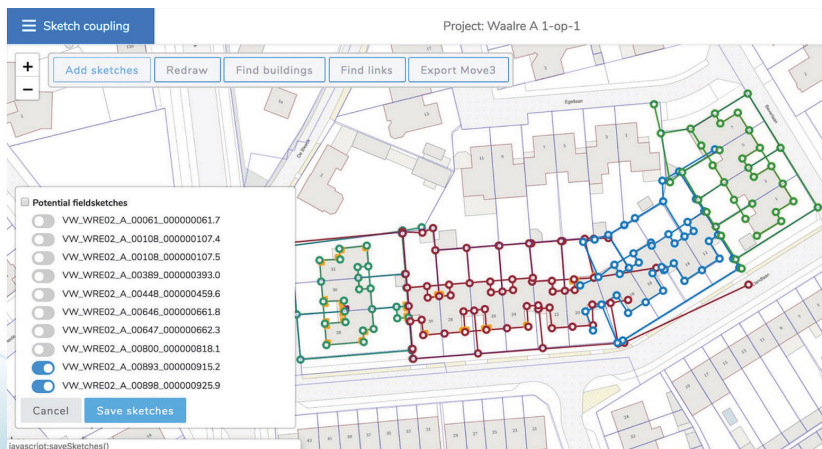
Opis celotnega postopka je vsebinsko in tehnološko zelo zanimiv, a seveda preobsežen za celovito predstavitev v tem članku. Zato je za osnovno informacijo na slikah od 2 do 7 le ponazorjen način pristopa k prenovi katastrskih načrtov in postopek prehoda na nove katastrske načrte. Vse podrobnosti o osnovnih načelih za prenovo digitalnih katastrskih načrtov Nizozemske, o geodetskih načelih in načinu izvedbe z uporabo umetne inteligence pa so opisane v člankih, navedenih na začetku tega poglavja.



Slika 2: Pregled štiristopenjskega pristopa k prenovi katastrskih načrtov nizozemskega Kadastra. Povzeto po Franknu in sod. (2021).



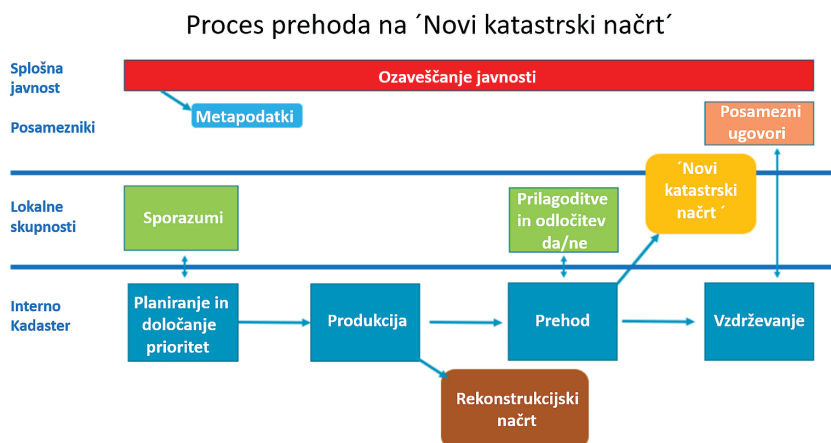
Slika 3: Enote podatkov in informacij, pridobljene pri vektorizaciji geodetskih terenskih skic s funkcijami umetne inteligence (AI). Povzeto po Franknu in sod. (2021).



Slika 4: Uporabniški vmesnik VeCToR – geolociranje in povezovanje vektoriziranih terenskih skic. Povzeto po Franknu in sod. (2021).

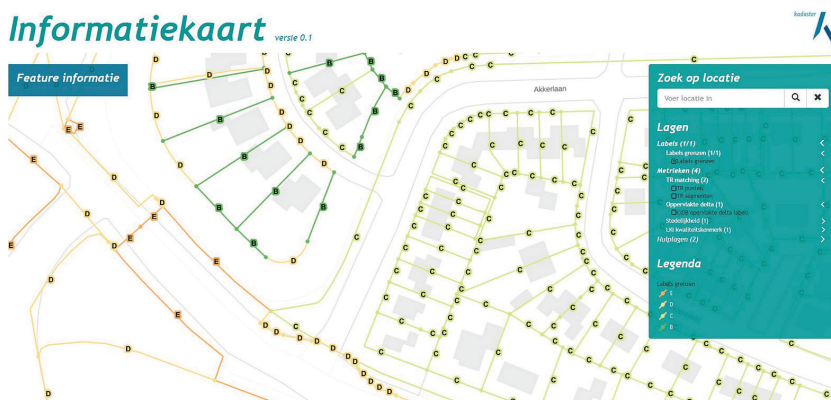


Slika 5: V gornjem delu slike je primer enajstih povezanih terenskih skic, ki tvorijo izravnano geodetsko mrežo. V spodnjem delu je prikaz izračunanih točk na ortofotu. Barva točk odraža razred njihove položajne točnosti. Povzeto po Franknu in sod. (2021).



Slika 6: Shematski prikaz prehoda na novi oziroma »naslednji katastrski načrt«. Povzeto po Franknu in sod. (2021).

Cilj prehoda na novi/naslednji katastrski načrt je tudi izboljšanje razredov položajne kakovosti za vsako mejo na načrtu in vizualna barvna predstavitev položajne kakovosti mejnikov v informacijskem sloju metapodatkov (slika 7). Preglednost položajne kakovosti mora biti tesno povezana z večjo prepoznavnostjo za uporabnike, tako da postane bolj razumljiva in bolj zanesljiva. Javnost mora biti seznanjena z dejansko (sedanjo) in izboljšano položajno kakovostjo katastrskih načrtov, zato je potrebna organizirana kampanja ozaveščanja po vsej državi. Posamezne uporabnike bo treba tudi usmerjati ob morebitnih vprašanjih ali pritožbah. Zaradi velikega obsega sprememb bo to pomembna naloga geodetske službe.



Slika 7: Prikaz informacijskega sloja položajne kakovosti na sedanjem katastrskem načrtu. Zgoraj sta prikazani privzeti vrednosti D (mesto, 20 cm) in E (podeželje, 40 cm). Če so na voljo podatki o meritvah, se lahko določi boljša kakovost B (5 cm), če pa so izpolnjeni nekateri drugi pogoji, izračunani z meritvami, se lahko privzeta kakovost D izboljša na C (10 cm). Povzeto po Franknu in sod. (2021).

V Kadastru se zavedajo, da je prava komunikacija ob pravem času ključnega pomena za geodetsko službo, ki ima pomembno družbeno vlogo. Komunikacija je pomembna za ohranjanje zaupanja v pravno varnost. Na prvi pogled je pravni učinek načrtovanih sprememb omejen: katastrski načrt je le grafični prikaz in geodetska služba je pristojna za spreminjanje prikaza položaja mej na načrtu v okviru meja zanesljivosti. Vendar pa bo

novi katastrski načrt zagotovil tudi točnejše površine parcel. Ko razlike v površini parcel presežejo določeno vrednost, je posledica sprememba njihove uradne površine. V takem primeru je nizozemski Kadaster dolžan uradno obvestiti lastnike o spremembi površin, kar ob morebitnem zmanjšanju površin lahko privede do težavnih situacij z lastniki. Zato pri Kadastru tudi pripisujejo tako zelo velik pomen komunikaciji.

4 SLOVENIJA – CELOVIT IZRAČUN KOORDINAT IZ IZVORNIH PODATKOV NOVIH IZMER

Za konec pogledimo še na domače geodetsko dvorišče. Pri nas smo se v zadnjih desetletjih posvečali predvsem pretvorbi analognih katastrskih načrtov v digitalno vektorsko obliko z grafično vektorizacijo in se pri tem osredotočali predvsem na območja katastrskih izmer v starih koordinatnih sistemih franciscejskega katastra. Z digitalnimi katastrskimi načrti smo zvezno in poenoteno oblikovno pokrili vso Slovenijo. Digitalne katastrske načrte smo kasneje sistematično obdelali še z obsežnimi postopki lokacijske izboljšave, s čimer smo dotedanje zemljiškokatastrske prikaze zamenjali z zemljiškokatastrskimi načrti. S prehodom iz starega državnega koordinatnega sistema D48/GK v nov državni koordinatni sistem D96/TM smo v državni geodetski službi leta 2019 naredili naslednji pomemben korak naprej. S tem pa naše delo na področju zvišanja kakovosti podatkov katastra še niti približno ni končano.

Osredotočimo se na območja novih katastrskih izmer iz obdobja po 2. svetovni vojni do leta 1974, za katera obstajajo kakovostni izvorni numerični merski podatki v elaboratih novih izmer. Ti elaborati namreč že desetletja »čakajo«, da upoštevamo kakovost njihovih izvornih numeričnih podatkov in jih začnemo sistematično preračunavati v koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM. Take izmere pokrivajo približno petino površine Slovenije in zajemajo na primer mestna območja, območja naselij, obalno območje, Kočevsko, Prekmurje itd. Skrajni čas je, da se te naloge res sistematično lotimo! S posamičnimi parcialnimi preračuni izvornih podatkov, ki jih geodetska podjetja izvajajo pri posameznih katastrskih postopkih po naročilu strank, pridobivamo iz zgodovine le drobne delce preračuna kakovostnih izvornih podatkov novih izmer. Geodeti in geodetinje na ta način ne bomo nikoli sestavili mozaika preračunanih izvornih podatkov v celoto, niti za nove izmere posameznih katastrskih občin, kaj šele za vse nove izmere v Sloveniji. Poleg tega za vsak tak posamičen preračun izvornih podatkov za izvedbo nekega geodetskega postopka v geodetski službi porabimo nesorazmerno veliko časa. Tak pristop ni racionalen, čas je predragocen, predvsem pa so predragoceni izvorni numerični podatki novih izmer, da bi geodeti in geodetinje samo posamično »praskali po površju« njihove kakovosti in bogastva!

Racionalni razmislek in tudi zdrava kmečka pamet nam kažeta v smer načrtnega in sistematičnega pristopa k preračunu izvornih podatkov novih izmer iz obdobja po 2. svetovni vojni do leta 1974, ko je bil sprejet Zakon o zemljiškem katastru (ZZKat, 1974), ki v prehodnih določbah v 40. členu določa, da »se mora najpozneje v osmih letih od uveljavitve tega zakona izdelati zemljiški kataster za območja, kjer ta še ne obstoji«. Nove izmere od sprejetja tega zakona naprej so se tako že izvajale na način tako imenovanega koordinatnega katastra, kjer so bile za mejne točke na vseh posestnih mejah v elaboratih novih izmer že izračunane koordinate v državnem koordinatnem sistemu D48/GK in leta 2019 transformirane v D96/TM. Sistematični preračuni izvornih numeričnih podatkov novih izmer v koordinate v državnem koordinatnem sistemu D96/TM so torej na srečo potrebni le za nove izmere, ki so bile izvedene do leta 1974.

Za sistematični preračun izvornih numeričnih podatkov novih izmer nam ni treba »izumljati tople vode«, saj imamo podatke skrbno zbrane in ohranjene v arhivu zemljiškega katastra, tako v analogni

kot v digitalni obliki. V geodetski službi znamo geodeti in geodetinje, tako na geodetski upravi kot v geodetskih podjetjih, te izvirne numerične podatke s standardno programsko opremo preračunati v koordinate v državnem koordinatnem sistemu in izvesti tudi ustrezne kontrolne postopke za preveritev pravilnosti naših izračunov. Predvsem v geodetskih podjetjih namreč posamične izračune koordinat iz izvornih geodetskih podatkov za potrebe vsakokratnih naročenih geodetskih postopkov izvajajo dnevno.

Zaradi obsežnosti preračunov – gre vendarle za več sto katastrskih občin novih izmer – je v organizacijskem smislu na Geodetski upravi RS in njenih območnih geodetskih upravah najprej treba izvesti pripravljalne postopke, predvsem:

- določiti nabor katastrskih občin z novimi izmerami, izvedenimi do leta 1974, in določiti prioritete;
- pregledati elaborate novih izmer v digitalnem in analognem arhivu zemljiškega katastra;
- opredeliti vrsto in obseg izvornih podatkov novih izmer – trinitna tahimetrija, avtoredukcijska tahimetrija, vključno s sestavo nabora uporabljenih tipov in modelov geodetskih instrumentov ter ortogonalna izmera;
- v posameznih katastrskih občinah izločiti večja območja kasnejših koordinatnih izmer delov katastrskih občin po letu 1974, na primer območja komasacij, izmer avtocest, novih izmer naselij ipd.;
- določiti obseg preračunov izvornih numeričnih podatkov z okvirnim številom ZK-točk za preračun.

Ko bodo okvirno znani gornji vhodni podatki, lahko v geodetski službi naredimo načrt za izvedbo projekta preračuna izvornih numeričnih podatkov novih izmer na vsedrjavni ravni, kar zajema predvsem:

- sprejetje kadrovskega, časovnega in finančnega načrta;
- določitev metodologije dela in logistike izvajanja;
- izvedbo pilotnih projektov;
- letni načrt obsega in vrstnega reda izvajanja preračunov,
- ozaveščanje in obveščanje javnosti, sistemskih uporabnikov ipd.

Mogoče je koga od bralcev že ob prebiranju gornjih vrstic zbolela glava. S tem ni nič narobe. Vedeti moramo in tudi razumno sprejeti dejstvo, da ogromne količine izvornih podatkov novih izmer v našem arhivu katastra ne bomo preračunali v enem ali dveh letih. S ciljno organiziranim pristopom v celotni geodetski službi pa bi nekje v desetih letih lahko prišli do konca, ali vsaj zelo blizu konca, te naloge in tako stopili na precej višjo stopničko kakovosti slovenskega katastra in s tem višjo stopnjo kakovosti geodetskih storitev za lastnike nepremičnin in vse druge uporabnike katastra nepremičnin.

5 PREKMURJE – DRAGOCENE PRAKTIČNE IZKUŠNJE ZA NASLEDNJE KORAKE

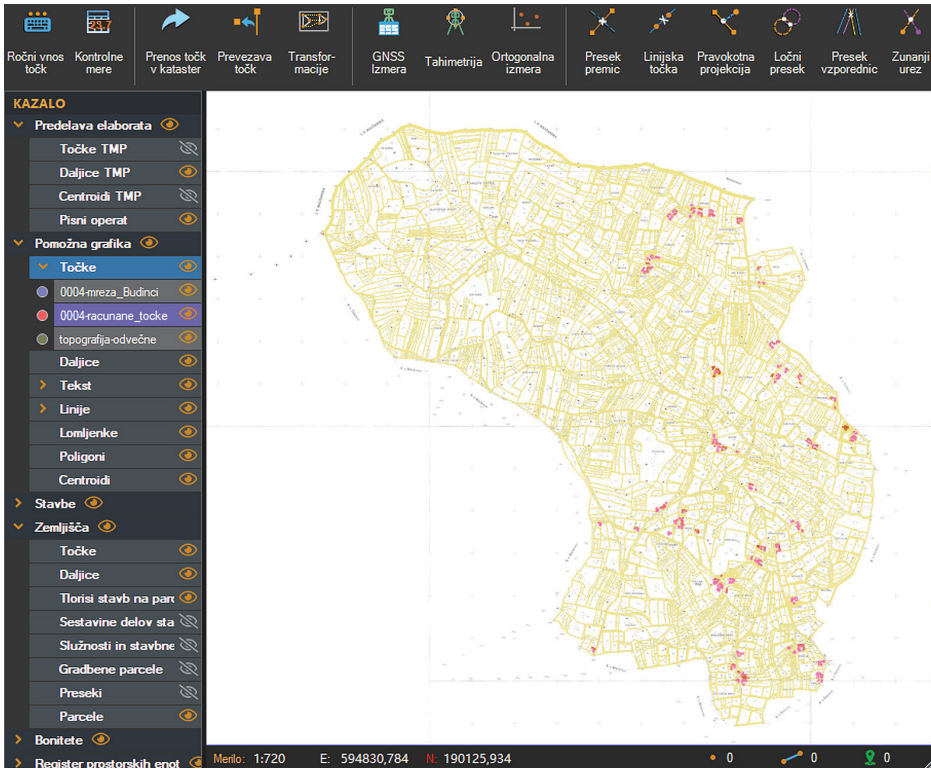
V Prekmurju smo v preteklosti že izvedli sistematične preračune izvornih numeričnih podatkov novih izmer v koordinate državnega koordinatnega sistema in nekatere tudi podrobneje opisali ali omenili v tej reviji (npr. Triglav, 2013). Poleg tega so v zadnjem desetletju v več člankih v tej reviji opisani izvorni numerični podatki novih izmer v Prekmurju, medsebojna povezanost posameznih vsebin in sestavin elaboratov novih izmer ter organizacija arhiva elaboratov novih izmer (npr. Triglav, 2016, 2017, 2019a, 2019b, 2022). Ti opisi so namenjeni predvsem geodetom in geodetinjam zunaj Prekmurja in mlajšim rodovom naše geodetske službe, da se okvirno seznanijo s podatki in vsebinami elaboratov novih izmer ter tako lažje hitro in kakovostno izvajajo geodetske storitve na območju Prekmurja.

V geodetski pisarni Murska Sobota poznavanje vsebin elaboratov novih izmer negujemo tudi tako, da vsakokratnim pripravnikom oziroma pripravnicam geodetske izobrazbe v pripravniški program vključimo nalogo preračuna izvornih numeričnih podatkov nove izmere za manjši del katastrske občine, izdelavo vektorskega katastrskega načrta, izvedbo ustreznih kontrolnih postopkov za preveritev pravilnosti izračunov ipd. Pri delu jim zagotovimo strokovno pomoč mentorjev in naših ostalih sodelavcev geodetske stroke. Pri izračunih se občasno pojavi kakšna težava, na primer izvorno napačno zapisan ali napačno vnesen izvorni podatek, izvorna napaka v zapisu koordinat poligonskih točk stojišč oziroma priklepnih točk ipd. Pri tem se pogosto za neprecenljiv pripomoček za ugotavljanje pravilnosti zapisa podatka izkaže tako imenovani devetiški ostanek, ob omembi oziroma razlagi katerega se večina pripravnikov samo iskreno začudi. Nekatere napake se izkažejo takoj po vnosu, na primer v obliki prevelikega odstopanja priklepnih kotov pri izračunu orientacije, druge se izkažejo ob primerjavi izračunanih koordinat z obstoječo vektorsko grafiko katastrskega načrta ali ob primerjavi z grafiko geolociranega razpačenega skenograma katastrskega načrta, ki je bil pred desetletji podlaga za izdelavo digitalnih katastrskih načrtov z vektorizacijo. Odkrivanje izvora napake in razloga zanjo je včasih sicer zamudno, a to nikakor ni izgubljen čas, saj se pri tem pripravnik največ nauči za kakovostno geodetsko delo. Dobra plat vseh teh izračunov pa je, da so tovrstne napake običajno zelo redke, zato so predvsem zanimiva in poučna popestritev pri delu.

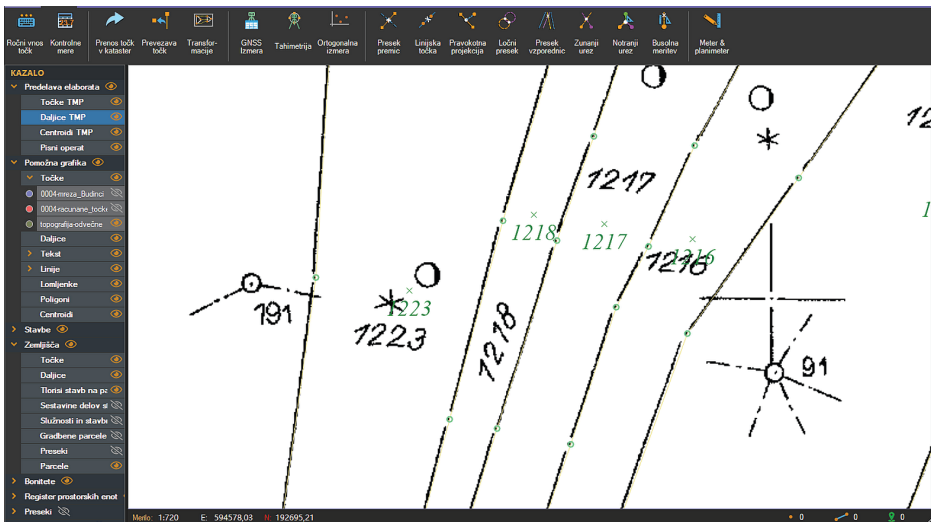
Trenutno gre h koncu izračun izvornih numeričnih podatkov tahimetrije in kontrole izračunanih podatkov za celotno območje KO 4 Budinci. Skupno je preračunanih približno 12.500 polarno izmerjenih točk iz izvornih tahimetričnih zapisnikov, poleg tega še približno 900 ortogonalno izmerjenih ali s preseki določenih točk iz izvornih skic nove izmere in dodatno še približno 400 točk iz meritev vzdrževanja zemljiškega katastra od nove izmere leta 1960 do leta 1974. Za meritve vzdrževanja zemljiškega katastra, ki so bile izvedene v postopkih po letu 1974, pa smo koordinate ZK-točk v državnem koordinatnem sistemu, tako kot za vse ostale katastrske občine na območju geodetske pisarne Murska Sobota, izračunali in vnesli v katastrsko vektorsko grafiko že sredi 90. let prejšnjega stoletja v okviru predpriprav na takratno izdelavo digitalnih katastrskih načrtov.

Iz izkušenj s predhodnimi tovrstnimi izračuni vemo, da je izračun koordinat točk v državnem koordinatnem sistemu šele prvi, a nujni korak na poti do katastrskega načrta, v katerem bodo vse ZK-točke, ki so bile v obstoječem zemljiškokatastrskem načrtu določene z grafično vektorizacijo geolociranih skeniranih analognih katastrskih načrtov v izvornem merilu 1 : 2500, zamenjale ZK-točke, izračunane iz izvornih numeričnih podatkov novih izmer. Po izvedenih kontrolah pravilnosti izračunov koordinat iz izvornih numeričnih podatkov nove izmere bo sledila »prevezava« obstoječih parcelnih mej z vektoriziranih koordinat ZK-točk na izračunane koordinate ZK-točk. Kakšne hude umetne inteligence tu ni, bo pa pri tem delu zelo dobrodošla pomoč avtomatiziranega prevezovanja mej z uporabo pripenjanja obstoječe vektorske grafike mej na izračunane ZK-točke (angl. *snap to point*) na način več iteracij s postopnim povečevanjem vektorjev toleranc med vektoriziranimi in izračunanimi koordinatami ZK-točk.

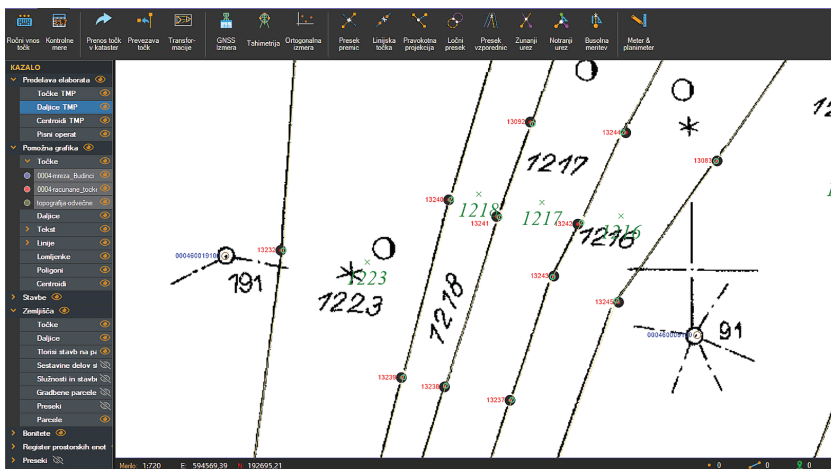
Podrobnejši opis tega dela je predmet za kakšen prihodnji samostojen članek, ko bo naloga opravljena. Za prvi občutek pa je na slikah od 8 do 11 ponazorjeno, za kakšno nalogo gre in zakaj je pomembna za geodetsko službo in uporabnike katastrskih podatkov.



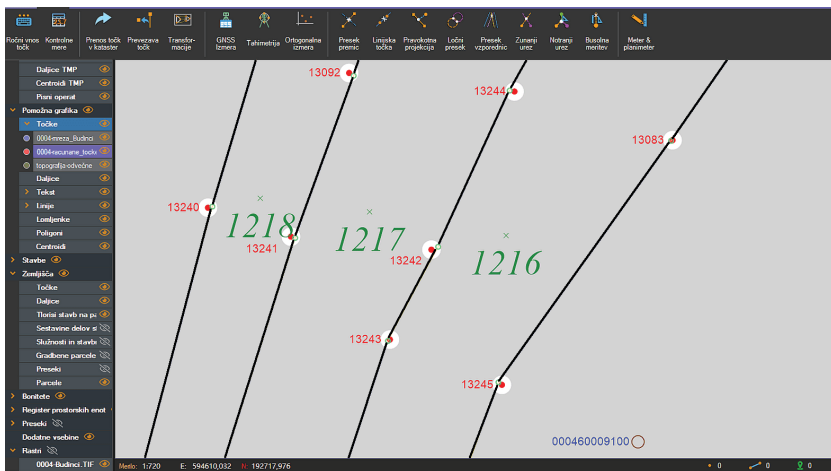
Slika 8: Obstoječi zemljiškokatastrski načrt KO 4 Budinci s podloženim razpačenim, geolociranim in združenim skenogramom izvirnega analognega katastrskega načrta, ki je bil pred desetletji vir za grafično vektorizacijo.



Slika 9: Pogled na vektorizirane ZK-točke pri veliki povečavi. Vektorizirane ZK-točke (zeleno) so bile določene z vektorizacijo rastrskih pik na lomih katastrskih mej na razpačenem, geolociranim in združenem skenogramu izvirnega analognega katastrskega načrta.



Slika 10: Skupni prikaz izračunanih ZK-točk tahimetrične nove izmere in vektoriziranih ZK-točk na izvornem skenogramu. Položajne razlike med izračunanimi in vektoriziranimi ZK-točkami so naključne po velikosti in smeri odstopanj ter v okviru pričakovanih za vektorizacijo s skenogramov katastrskih načrtov v izvornem merilu 1 : 2500.



Slika 11: Nazornejša ponazoritev položajnih odstopanj med izračunanimi (rdeče) in obstoječimi vektoriziranimi (zeleno) ZK-točkami na vektorski grafiki zemljiškokatastrskega načrta. Polmer rdečih krogcev točkovnih simbolov izračunanih ZK-točk je 0,30 metra, polmer belih krogcev je 0,90 metra, kar omogoča hitro vizualno kontrolo položajnih odstopanj. Zadnje tri številke v oznakah ZK-točk se ujemajo s trimestnimi številkami detajlnih točk v tahimetričnih obrazcih, kar ob morebitnih napakah omogoča hitro iskanje in preverjanje izvornih tahimetričnih podatkov.

6 SKLEP

Kdorkoli se pri svojem delu sreča z izvornimi numeričnimi podatki novih izmer, po začetni dvomljivosti, včasih celo negotovosti, začuti predvsem spoštovanje do dela preteklih generacij geodetov in geodetinj, še posebej ko se zave, v kakšnih delovnih razmerah in s kakšno merilno opremo so nove izmere izvedli ter s kakšno kartografsko in risarsko opremo so vse te merske skice in katastrske načrte izrisali ter izračunali vse podatke v elaboratih novih izmer. Nesporno dejstvo je, da je bila položajna točnost vrisovanja izmerjenega detajla v

katastrske načrte z analognimi kartografskimi pripomočki kljub vsej skrbnosti pri delu omejena z grafično natančnostjo, kar velja tudi za vse kasnejše prerise načrtov in na koncu tudi za samo vektorizacijo načrtov.

Kot je bilo že omenjeno na začetku članka, je zakon pred dobrega pol stoletja avstrijskim kolegom kot sprejemljivo dopuščal položajno odstopanje 20 centimetrov. Tudi naše nove izmere so iz tistega časa in glede na primerljive geodetske instrumente in postopke ter metode in pravila geodetskih meritev so položajna odstopanja podobna tudi pri nas. Z izračunom koordinat ZK-točk iz izvornih numeričnih geodetskih podatkov novih izmer bomo torej dosegli bistveno višjo položajno kakovost katastrskih načrtov. V primerjavi z nizozemskimi kolegi, ki bodo sistematično preračunali geodetske elaborate vse od daljnega leta 1832 naprej, je naša slovenska naloga kljub svoji obsežnosti vseeno bistveno manj obsežna in zaradi meritev v državnem koordinatnem sistemu tudi enostavnejša. Samo lotiti se je moramo, saj smo vendar geodeti!

In potem bomo čez desetletje s strokovnim zadovoljstvom pogledali na opravljeno delo, saj bomo vedeli, da smo s sistematičnim delom iz starih geodetskih podatkov dobili ustrezno novo položajno kakovost katastra za potrebe geodetske službe ter vseh naših uporabnikov in lastnikov nepremičnin, hkrati pa se bomo tako najbolje strokovno oddolžili generacijam geodetov in geodetinj, ki so po drugi svetovni vojni izvajali nove izmere na Slovenskem.

Literatura in viri:

- Franken, J., Florijn, W., Hoekstra, M., Hagemans, E. (2021). Rebuilding the Cadastral Map of the Netherlands: The Artificial Intelligence Solution. FIG e-Working Week 2021, Smart Surveyors for Land and Water Management – Challenges in a New Reality, Nizozemska, 21.–25. junij 2021. https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2021/papers/nl01/NL01_jeroen_florijn_et_al_11000.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Hagemans, E., Busink, R., Griff, J., Schouten, F. (2020). Rebuilding the Cadastral Map of the Netherlands: The Overall Concept. FIG Working Week 2020, Smart Surveyors for Land and Water Management, Amsterdam, Nizozemska, 10.–14. maj 2020. https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2020/papers/ts03h/TS03H_hagemans_busink_et_al_10521.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Heuvel, F., van den, Vestjens G., Verkuijl, G., Broek, M., van den (2020). Rebuilding the Cadastral Map of the Netherlands, the Geodetic Concept. FIG Working Week 2020, Smart Surveyors for Land and Water Management, Amsterdam, Nizozemska, 10.–14. maj 2020. https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2020/papers/ts08h/TS08H_van_den_heuvel_vestjens_et_al_10522.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Stuedler, D. (ur.), Rajabifard A. (ur.) (2012). Spatially Enabled Society. FIG Publication, 58. Kopenhagen: International Federation of Surveyors (FIG). <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub58/figpub58.pdf>, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Triglav, J. (2013). Projekt Tešanovci – obnova zemljiškokatastrskih načrtov. Geodetski vestnik, 57 (1), 147–161. https://www.geodetski-vestnik.com/arhiv/57/1/gv57-1_mnenja1.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Triglav, J. (2016). Povezave med parcelami ter detajlnimi listi izvornih načrtov in terenskih skic. Geodetski vestnik, 60 (2), 289–296. https://geodetski-vestnik.com/arhiv/60/2/gv60-2_triglav.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Triglav, J. (2017). AnaliTra.SI – a ne na litre . . . Geodetski vestnik, 61 (3), 461–468. https://geodetski-vestnik.com/arhiv/61/3/gv61-3_triglav.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Triglav, J. (2019a). Podatkovne zgodbe z 'brado' in 'vonjem' po D96/TM. Geodetski vestnik, 63 (3), 415–424. https://www.geodetski-vestnik.com/arhiv/63/3/gv63-3_triglav.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Triglav, J. (2019b). Katastrski digitalni arhiv 'na krožniku'. Geodetski vestnik, 63 (4), 568–578. https://geodetski-vestnik.com/arhiv/63/4/gv63-4_triglav.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Triglav, J. (2022). Pozor: ZK-točke z upravnim statusom 5. Geodetski vestnik, 66 (2), 280–288. https://www.geodetski-vestnik.com/arhiv/66/2/280-288_Triglav.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.
- Weber, V., Navratil, G., Blauensteiner, F. (2022). Managing Inhomogeneity in the Control Point Network during Staking Out Cadastral Boundaries in Austria. ISPRS International Journal of Geo-Information, 11 (5), 274. <https://doi.org/10.3390/ijgi11050274>.
- ZZKat (1974). Zakon o zemljiškem katastru. Uradni list SRŠ, št. 16/74. http://arhiv.izs.si/fileadmin/dokumenti/msgeo/predpisi/L1974-SI-ZZKat-ZAKON_o_zemljiškem_katastru.pdf, pridobljeno 19. 2. 2023.

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

Območna geodetska uprava Murska Sobota
Murska Sobota, Lendavska ulica 18, SI-9000 Murska Sobota
e-naslov: joc.triglav@gov.si