VERIFIKACIJA VSEDRŽAVNEGA MODELA TRANSFORMACIJE MED D48/GK IN D96/TM

VERIFICATION OF LOCAL TO ETRS89 DATUM TRANSFORMATION MODEL FOR SLOVENIA

Sandi Berk, Niko Fabiani, Dominik Fajdiga, Katja Oven, Žarko Komadina, Marjan Čeh, Anka Lisec, Polona Pavlovčič Prešeren, Bojan Stopar

1 UVOD

V prispevku je obravnavana problematika transformacije prostorskih podatkovnih zbirk v novi državni koordinatni referenčni sistem v Sloveniji, ki je postala redna tema te rubrike. K takšni transformaciji velja pristopiti samo z dovolj premišljeno strategijo in transformacijskim modelom ustrezne kakovosti. Če se omejimo zgolj na transformacijo horizontalnih koordinat (D48/GK ↔ D96/TM), naj bi tak model transformacije ohranil položajno natančnost prostorskih podatkov, topološke odnose v zbirkah podatkov in med različnimi zbirkami, geometrijske lastnosti (na primer pravokotnost, vzporednost) in površine.

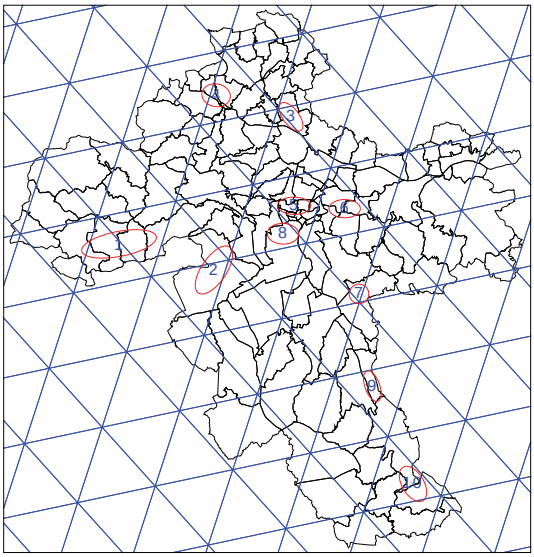
V protokolu prehoda v novi koordinatni sistem je bil v Sloveniji predviden vsedržavni model transformacije za prostorske podatkovne zbirke, ki bi ustrezal vsem merilom tudi za najkakovostnejše podatke. Ta enotni model bi nato zaradi ohranitve medsebojnih odnosov med različnimi podatkovnimi zbirkami (sloji) uporabili za transformacijo večine prostorskih podatkovnih zbirk v državi (Berk in Duhovnik, 2007). Novi državni koordinatni referenčni sistem je razgalil veliko hib starega sistema, ki pa jih lahko precej dobro odstranimo z modeliranjem distorzij (Stopar in Kuhar, 2003).

Obstoječa vsedržavna transformacija, ki tudi vključuje modeliranje distorzij starega koordinatnega referenčnega sistema, temelji na afini transformaciji po trikotnikih (v nadaljevanju: model trikotniške transformacije). Vhodni podatki za tvorbo modela so bile koordinate približno 2000 veznih točk (tako imenovanih »ETRS-točk«) – geodetskih točk, ki so bile v obeh koordinatnih referenčnih sistemih (D48/GK in D96/TM) določene s kakovostno geodetsko izmero (Berk in Komadina, 2010). Na podlagi odstopanj koordinat teh točk smo ocenili položajno natančnost modela trikotniške transformacije, ki je predstavljena z radialnim standardnim odklonom in znaša 4,2 centimetra. Težava modela trikotniške transformacije pa je, da ga je bilo mogoče vzpostaviti zgolj na podlagi koordinat točk temeljnih geodetskih mrež in nekaj navezovalnih mrež. Če želimo torej ta model uporabiti tudi za transformacijo podatkov, ki so pridobljeni z detajlno izmero, ga je nujno prej verificirati na točkah detajla (Berk in Komadina, 2013).

V nadaljevanju predstavljamo projekt, izveden v letu 2014 (Berk in sod., 2014), ki se sistematično loteva verifikacije modela trikotniške transformacije (v nadaljevanju: pilotni projekt). Izvajali so ga Geodetski inštitut Slovenije, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Geodetska uprava Republike Slovenije, slednja v vlogi izvajalca terenske izmere. Projekt se bo z razširitvijo na celotno državno ozemlje nadaljeval v letu 2015.

2 CILJI PILOTNEGA PROJEKTA

Osnovni cilj pilotnega projekta je bil preveriti kakovost modela trikotniške transformacije na širšem območju Ljubljane (Območna geodetska uprava Ljubljana, Izpostava Ljubljana – IOGU Ljubljana), in sicer na podatkih zemljiškega katastra. Izbranih je bilo deset testnih območij (slika 1). Osredotočili smo se predvsem na območja najkakovostnejšega katastra (koordinatni kataster, koordinatno vzdrževanje, območja novih izmer in komasacij), vendar so bila vključena tudi nekatera območja grafične izmere. Verifikacija modela trikotniške transformacije je temeljila na neodvisni terenski izmeri kontrolnih zemljiškokatastrskih točk (v nadaljevanju: ZK-točk) ter primerjavi koordinat teh točk s koordinatami, pridobljenimi z modelom trikotniške transformacije.



Slika 1: Meje katastrskih občin v IOGU Ljubljana, transformacijski trikotniki modela trikotniške transformacije in lokacije izbranih testnih območij: 1 – Horjul, 2 – Brezovica, 3 – Gameljne, 4 – Medvode, 5 – Ljubljana Center, 6 – Moste, 7 – Lanišče, 8 – Trnovsko predmestje, 9 – Gradišče in 10 – Velike Lašče.

Poleg neposrednih rezultatov projekta so za njegovo nadaljnje izvajanje zelo pomembni tudi rezultati in izkušnje, pridobljeni v okviru pilotnega projekta, in sicer:

- metodologija za izvedbo terenske izmere kontrolnih ZK-točk (metode izmere, merila za izbor točk),
- metodologija za obdelavo podatkov (uporabljeni postopki, izbira ustreznih statističnih cenilk, interpretacija rezultatov),
- merila za izvedbo postopka verifikacije (določitev še sprejemljivih odstopanj položaja, ravnanje ob morebitni zavrnitvi obravnavanega transformacijskega modela) ter
- načrt verifikacije modela trikotniške transformacije na celotnem državnem ozemlju (izbor testnih območij in opredelitev nabora primernih ZK-točk za terensko kontrolo).

S pripravljenima metodologijama in merili za verifikacijo naj bi zagotovili optimalno izvedbo načrtovanega vsedržavnega projekta.

3 METODOLOGIJA ZA TERENSKO IZMERO

Pripravljena metodologija obravnava izmero:

— kontrolnih ZK-točk in
— dodatnih veznih točk za oblikovanje izboljšanega modela trikotniške transformacije

ter merila za izbor teh točk, njihovo identifikacijo na terenu in dokumentiranje izmere. Sledi nekaj ključnih poudarkov. Za terensko izmero kontrolnih ZK-točk so na voljo tri metode:

— izmera RTK VRS z anteno na togem grezilu (vsaj dve neodvisni meritvi s časovnim zamikom vsaj 2 uri, sprejemljivo položajno odstopanje je 5 centimetrov, časovni razpon opazovanj je 20 sekund, interval registracije je 1 sekunda, med izmero naj bi bilo nad obzorjem vsaj pet satelitov),
— hitra statična GNSS-izmera z anteno na podprtem togem grezilu (časovni razpon opazovanj je 10 minut + dodatna minuta na kilometer oddaljenosti od najbližje stalne postaje omrežja SIGNAL, interval registracije je 1 sekunda, med izmero naj bi bilo nad obzorjem vsaj pet satelitov) in
— kombinirana izmera z GNSS-instrumentom in elektronskim tahimetrom (ena izmed obeh GNSS -metod za določitev koordinat stojišča in dveh orientacijskih točk, nato tahimetrična izmera; oddaljenost ZK-točk do 100 metrov, oddaljenost orientacijskih točk vsaj 200 metrov od stojišča).

Za kontrolo modela trikotniške transformacije izberemo le najkakovostnejše točke iz zbirke zemljiškega katastra, in sicer ZK-točke:

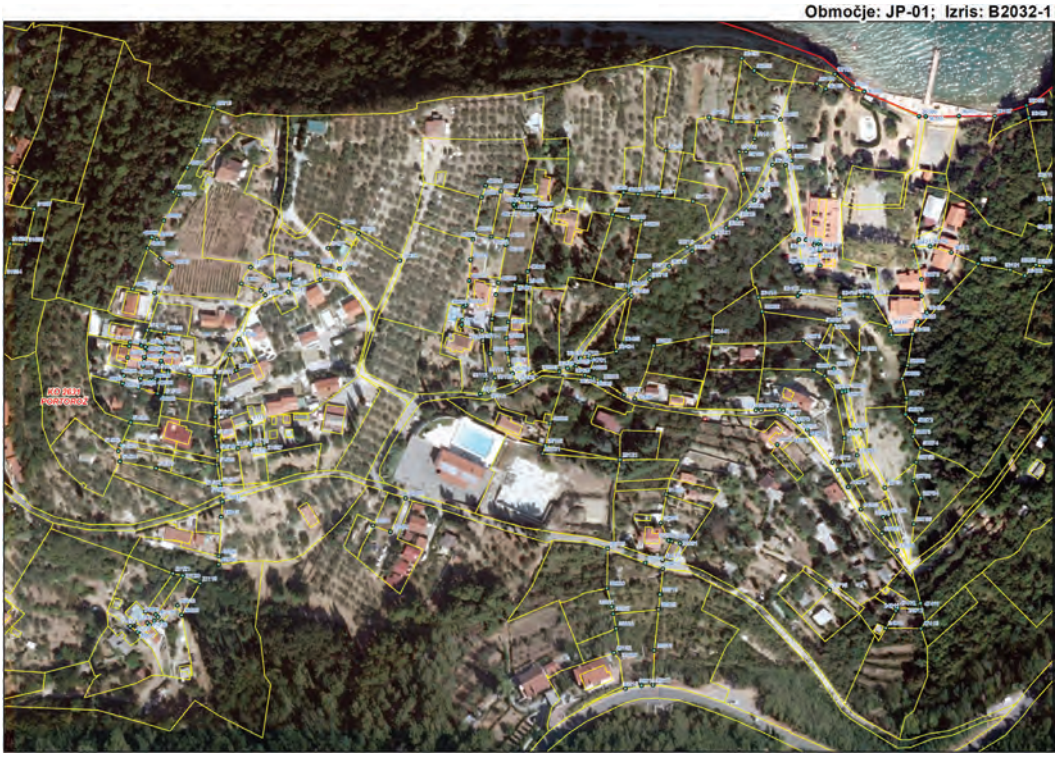
— z ocenjeno natančnostjo (po uradnem šifrantu), boljšo od 12 cm: *METYX iz {11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91}*,
— z nespornim upravnim statusom: *UPRAVNO iz {1 = MUP, 2 = sodna, 3 = urejena}*,
— ki dejansko obstajajo – so še vedno veljavne: *BUG iz {0,1}*, in
— ki so določene neposredno v D48/GK, tj. pred 1. 1. 2008: *DATUM pred »01.01.08«*.

Na posameznem testnem območju izmerimo med 20 in 30 materializiranih ZK-točk – 20 je dovolj, če so »neproblematične« in je njihova razporeditev enakomerna, število točk pa je odvisno tudi od velikosti testnega območja. Za terensko delo pripravimo terenske skice formata A3, ki pokrivajo območja velikosti 562,5 m × 375 m (1/32 lista TTN 5) in na katerih so na podlagi državnega ortofota izrisani še zemljiškokatastrski prikaz (v nadaljevanju: ZKP) oziroma zemljiškokatastrski načrt (v nadaljevanju: ZKN) in ZK-točke, primerne za kontrolo (slika 2). Na terenu poiščemo do največ tri mejnike s posamezne terenske skice, po možnosti na medsebojnih razdaljah med 200 in 300 metri.

Za vzpostavitev izboljšanega modela trikotniške transformacije z dodatnimi veznimi točkami (poskus izboljšave modela na obravnavanem območju) uporabimo isto metodo terenske izmere kot pri dosedanjih izmerah veznih točk:

— statično GNSS-izmera (časovni razpon opazovanj je vsaj 2 uri, interval registracije je 15 sekund, minimalni višinski kot sprejema signalov je 15°, med izmero naj bi bilo nad obzorjem vsaj pet satelitov).

Na širšem območju izboljšave (območje od treh do štirih transformacijskih trikotnikov) izberemo približno 10 dodatnih veznih točk – enakomerno razporejenih temeljnih geodetskih točk od I. do IV. reda ter morebiti obstoječih točk navezovalnih geodetskih mrež. Pri iskanju izbranih točk na terenu uporabimo vso razpoložljivo dokumentacijo o točkah in topografije iz centralne baze geodetskih točk.



Slika 2: Primer terenske skice za izmero kontrolnih ZK-točk na predvidenem testnem območju JP-01 – Piran.

4 METODOLOGIJA ZA OBDELAVO PODATKOV

Podlaga za analizo kakovosti modela trikotniške transformacije so odstopanja med koordinatami ZK-točk iz zbirke zemljiškega katastra, in sicer:

— uradnimi D48/GK-koordinatami, transformiranimi v D96/TM z modelom trikotniške transformacije, in
— kakovostnimi D96/TM-koordinatami, določenimi s terensko izmero (kontrolna izmera).

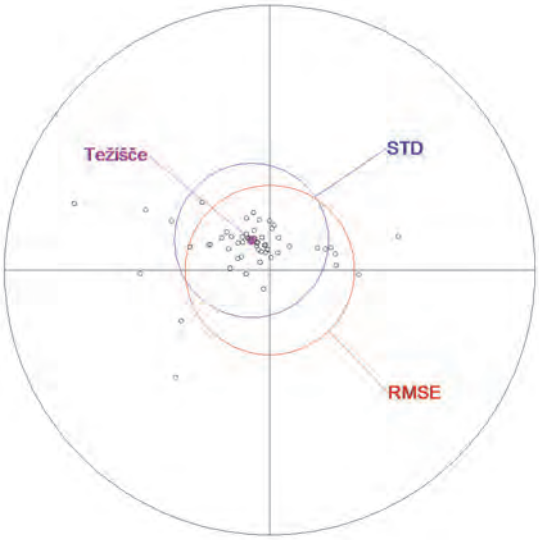
Zaradi raznolike kakovosti koordinat ZK-točk na posameznih testnih območjih je težko določiti mejne vrednosti odstopanj, ki naj bi bila opredeljena kot grobi pogreški. Na podlagi predhodnih izkušenj (Berk in sod., 2011) je bila zato obdelava podatkov zasnovana na dveh vzporednih pristopih, in sicer na:

— klasični statistiki (metoda momentov) ter
— robustni statistiki.

Robustna statistika je tu nekakšen kontrolni mehanizem, ki zagotavlja, da zaradi morebitnih neodkritih grobih pogreškov in posledično zavajajočih statističnih ocen, ki bi temeljile le na klasični statistiki, ne bi sprejeli napačnih odločitev. S primerjavo rezultatov obeh vzporednih pristopov obdelave se namreč precej zmanjšajo tovrstna tveganja. Obdelava podatkov za kontrolo modela trikotniške transformacije tako vključuje:

— oceno kakovosti transformacijskega modela (ocenjujemo centralno tendenco odstopanj koordinat ZK-točk na obravnavanem območju),
— oceno natančnosti koordinat ZK-točk v D48/GK (ocenjujemo razpršenost odstopanj ZK-točk glede na njihovo povprečje) in
— oceno točnosti koordinat ZK-točk po izvedeni transformaciji v D96/TM z modelom trikotniške transformacije (ocenjujemo razpršenost odstopanj ZK-točk glede na njihove referenčne koordinate, določene s kontrolno izmero).

Primer grafične ponazoritve vseh treh ocen s prikazom zadetkov v tarčo je na sliki 3.



Slika 3: Prikaz odstopanj položajev ZK-točk (testno območje 6 – Moste) v obliki zadetkov v tarčo in ključnih statističnih cenilk: radialne ekscentričnosti težišča (D = 3,94 cm), položajnega (radialnega) standardnega odklona (STD = 8,70 cm) in položajnega (radialnega) RMSE-ja (RMSE = 9,57 cm); polmer tarče je 30 centimetrov.

Za cenilke ustreznosti modela trikotniške transformacije (za podatke zemljiškega katastra) smo uporabili:

— težišče (2R-povprečje) odstopanj položajev ZK-točk in položajno (radialno) ekscentričnost težišča ter
— središče (2R-mediano) odstopanj položajev ZK-točk in položajno (radialno) ekscentričnost središča.

Za cenilke natančnosti koordinat ZK-točk v D48/GK smo uporabili:

— standardna odklona odstopanj koordinat ZK-točk in njihov položajni (radialni) standardni odklon ter
— Croux-Rousseeuwjeva robustna standardna odklona (Croux in Rousseeuw, 1992) odstopanj koordinat ZK-točk in njihov položajni (radialni) standardni odklon.

Za cenilke točnosti koordinat ZK-točk po transformaciji v D96/TM (z modelom trikotniške transformacije) smo uporabili:

— RMSE-ja (angl. root mean square error) odstopanj koordinat ZK-točk in njihov položajni (radialni) RMSE.

5 MERILA ZA VERIFIKACIJO IN RAVNANJE OB MOREBITNI ZAVRNITVI MODELA

Za največje še sprejemljivo položajno (radialno) ekscentričnost težišča odstopanj kontrolnih ZK-točk smo privzeli vrednost:

$$Tol_{[cm]} = 5$$

Tolerančno vrednost je sicer smiselno povečati na območjih, kjer je ugotovljena natančnost ZK-točk v D48/GK slabša od pričakovanih 12 centimetrov (merilo za izbor kontrolnih ZK-točk). Povečamo jo za polovico razlike med ocenjenim položajnim (radialnim) standardnim odklonom (*Std*) in vrednostjo 12 centimetrov:

$$Tol_{[cm]} = 5 + \frac{Std - 12}{2}$$

Če je verifikacija modela trikotniške transformacije neuspešna, glede na strokovno presojo o razlogih za težave izbiramo med dvema možnostma:

— poskus izboljšave modela trikotniške transformacije na zadevnem območju ali pa
— ugotovitev, da razlog za težave ni slabša kakovost modela, ampak slabša kakovost podatkov grafičnega podsistema zemljiškega katastra (grobe napake pri detajlni izmeri ali v izmeritveni mreži, pojav »stopnic« na stiku sosednjih izmeritvenih mrež ipd.).

V prvem primeru postopek nadaljujemo z:

— zgostitvijo veznih točk na širšem območju, kjer smo zaznali prevelika odstopanja,
— tvorbo nove različice modela trikotniške transformacije in
— ponovnim poskusom verifikacije, tokrat izboljšanega modela …

V drugem primeru, ko so razlogi za težave v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra, je na podlagi uspešno izvedenega testa na testnem območju 7 – Lanišče nastal predlog, da se težave odpravijo z naknadno homogenizacijo podatkov (po transformaciji z modelom trikotniške transformacije). Predlagana je tako imenovana membranska metoda (Čeh in sod., 2011). Postopek vključuje homogenizacijo podatkov grafičnega podsistema zemljiškega katastra (ZK-točk ali zveznega grafičnega sloja zemljiškega katastra – ZKP oziroma ZKN) s kakovostno določenimi koordinatami ZK-točk neposredno v D96/TM (tj. po 1. 1. 2008) in dodatnimi terenskimi meritvami (za kontrolo ZK-točk in zgostitev ter enakomernejšo razporeditev veznih točk, ki so pri homogenizaciji lomne točke mej zemljiških parcel). Cilj je odpraviti položajna odstopanja na izbranih veznih točkah in pridobiti bolj homogeno položajno natančnost ostalih lomnih točk mej zemljiških parcel v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra.

6 REZULTATI PILOTNEGA PROJEKTA

Na izbranih desetih testnih območjih smo določili koordinate 352 kontrolnim ZK-točkam, torej povprečno približno 35 točkam na testno območje. Opravljenih je bilo 873 neodvisnih meritev teh točk, torej v povprečju skoraj 2,5 meritve na posamezni lokaciji. Povprečno položajno odstopanje od težišč večkrat neodvisno določenih položajev ZK-točk znaša 0,8 centimetra, kar je več kot dovolj za potrebe te naloge.

Število kontrolnih ZK-točk se je (tudi zaradi iskanja optimalne rešitve) precej spreminjalo. Največ kontrolnih točk je bilo izmerjenih na testnem območju Brezovica, in sicer 106. Glede na končno pos-

tavljena merila glede števila kontrolnih ZK-točk (vsaj 20) je za nadaljnjo interpretacijo rezultatov povsem primernih šest testnih območij, ki jih predstavljamo v nadaljevanju. Ključni rezultati kontrole na teh testnih območjih so podani v preglednici 1.

Preglednica 1: Ključne statistike po testnih območjih: število kontrolnih ZK-točk – N, radialna ekscentričnost težišča odstopanj položajev – D, položajni (radialni) standardni odklon – STD in položajni (radialni) RMSE.

Testno območje	N	D [cm]	STD [cm]	RMSE [cm]
1 – Horjul	39	2,94	12,43	12,79
2 – Brezovica	102	1,16	12,28	12,34
4 – Medvode	62	2,62	12,93	13,20
6 – Moste	56	3,94	8,70	9,57
7 – Lanišče	34	5,91	7,77	9,82
9 – Gradišče	20	0,87	12,22	12,25

Model trikotniške transformacije je bil najbolje ocenjen na testnem območju Gradišče, kjer je zaznati sistematična položajna odstopanja (za ZK-točke), manjša od enega centimetra. Najslabše se model obnese na testnem območju Lanišče, kjer sistematična položajna odstopanja za skoraj en centimeter presegajo največjo še sprejemljivo vrednost, ki znaša 5 centimetrov. Po drugi strani je ocenjena natančnost položajev ZK-točk v D48/GK ravno za testno območje Lanišče najboljša (7,77 centimetra), večinoma pa se vendarle giblje okrog pričakovanih 12 centimetrov (glede na uradni šifrant). Zanimiva je še primerjava z ocenjeno točnostjo koordinat ZK-točk po transformaciji v D96/TM (po uporabi modela trikotniške transformacije). Poslabšanje je največje na testnem območju Lanišče, in sicer za 26,4 %, vendar je ocenjena položajna točnost po transformaciji v D96/TM še vedno boljša od 10 centimetrov.

Na testnem območju Lanišče smo zato preizkusili tudi možnost naknadne izboljšave položajne natančnosti grafičnega podsistema zemljiškega katastra (po transformaciji v D96/TM z modelom trikotniške transformacije). Homogenizacija položajne natančnosti podatkov s tako imenovano membransko metodo se je izkazala kot ustrezno orodje za reševanje težav, ko z modelom trikotniške transformacije za podatke zemljiškega katastra ne dosežemo želene kakovosti koordinat (v D96/TM). Prednosti, ki jih prinese takšna izboljšava podatkov, so poleg bolj homogene natančnosti koordinat ZK-točk in drugih lomnih točk mej zemljiških parcel tudi možnost odpravljanja grobih napak v grafičnem podsistemu zemljiškega katastra, uskladitev položajev točk ZKP (grafičnih koordinat) in ZK-točk (numeričnih koordinat) ter ocena natančnosti in zanesljivosti določitve koordinat lomnih točk grafičnega podsistema zemljiškega katastra.

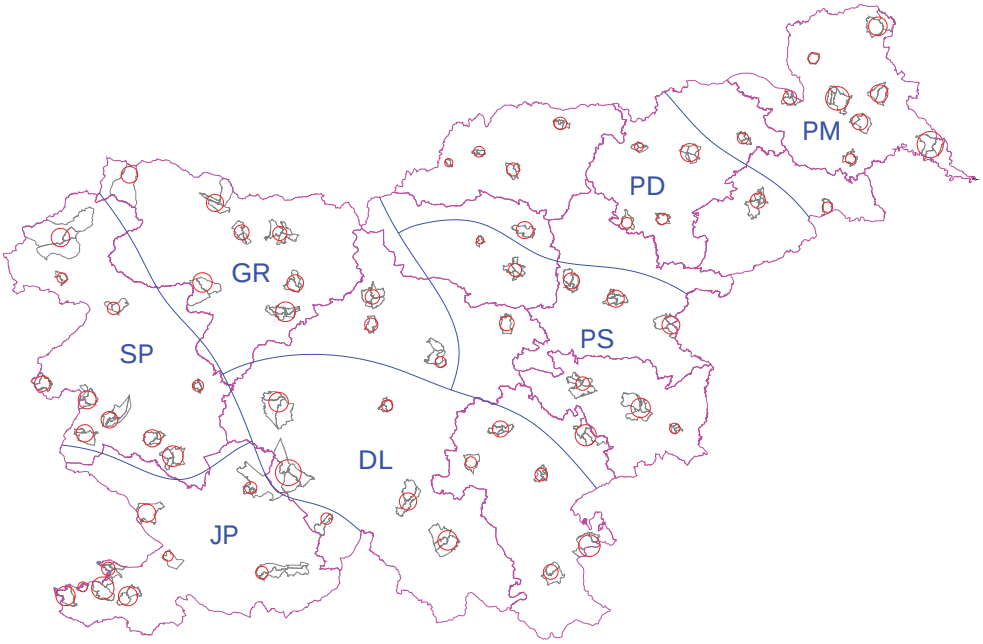
7 NAČRT IZVEDBE VSEDRŽAVNEGA PROJEKTA VERIFIKACIJE

V zadnjo fazo predstavljenega pilotnega projekta smo vključili tudi načrt verifikacije modela trikotniške transformacije za ozemlje celotne države. Načrt vključuje 70 testnih območij, ki so približno enakomerno razporejena po vsej državi, predvsem po večjih urbanih središčih oziroma tam, kjer je pričakovana kakovost podatkov zemljiškega katastra (glede na metapodatke) najboljša (slika 4).

Predvideno je, da bi pri projektu uporabili:

— predstavljeno metodologijo terenske izmere,
— predstavljeno metodologijo obdelave podatkov ter
— predlagana merila za verifikacijo transformacijskega modela,

ki so bili uporabljeni pri pilotnem projektu. Poleg ZK-točk naj bi na nekaj testnih območjih v kontrolo vključili tudi točke geodetskih izmeritvenih mrež.



Slika 4: 70 testnih območij za vsedržavni projekt verifikacije modela trikotniške transformacije; izbranih je po 10 testnih območij na vsakem izmed sedmih makroobmočij: JP – Južna Primorska in del Notranjske, SP – Severna Primorska, GR – Gorenjska in del Zasavja, DL – Dolenjska z Belo krajino in del Notranjske, PS – Posavje ter dela Zasavja in Savinjske regije, PD – Podravje in Koroška ter PM – Pomurje.

8 SKLEP

Z rezultati pilotnega projekta verifikacije modela trikotniške transformacije smo lahko zmerno zadovoljni. Vendar je na podlagi tega prostorsko zelo omejenega in precej specifičnega območja – pravzaprav je v našem sistemu zemljiškega katastra sleherno območje nekoliko specifično – nemogoče napovedati, kako se bo predlagani model trikotniške transformacije obnesel na preostalih delih države. Zato je nujno nadaljevati izvajanje vsedržavnega projekta, ki bo poleg preverjanja transformacijskega modela po potrebi vključeval tudi njegovo izboljšavo. Ne smemo si namreč dovoliti, da bi zaradi pomanjkanja časa in/ali sredstev sprejemali nepremišljene odločitve, posledica česar bi bila nepopravljiva škoda. Vložek v izboljšavo modela je namreč neprimerno nižji, kot bi bil strošek za sanacijo izvedene transformacije, s katero bi se (bistveno) poslabšala kakovost podatkov zemljiškega katastra.

Viri:

Berk, S., Duhovnik, M. (2007). Transformacija podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije v novi državni koordinatni sistem. Geodetski vestnik, 51(4), 803–826, http://www.geodetski-vestnik.com/51/4/gv51-4_803-826.pdf, pridobljeno 15. 2. 2015.

Berk, S., Fajdiga, D., Fabiani, N., Černič, B., Bajec, K., Mivšek, E., Oven, K., Čeh, M., Ferlan, M., Lisec, A., Mencin, A., Pavlovčič Prešeren, P., Sterle, O., Trobec, B., Stopar, B. (2014). Kontrola, izboljšava in verifikacija modela trikotniške transformacije za potrebe prehoda sloja ZK in drugih prostorskih podatkovnih zbirk iz D48/GK v D96/TM na pilotnem območju lOGU Ljubljana. Končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

Berk, S., Komadina, Ž. (2010). Trikotniško zasnovana transformacija med starim in novim državnim koordinatnim sistemom Slovenije. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010, Ljubljana, 28. september 2010. GIS v Sloveniji, 10, 803–826.

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

Berk, S., Komadina, Ž., Triglav, J. (2011). Analiza skladnosti D48/GK- in D96/TM-koordinat zemljiškokatastrskih točk v Pomurju. Geodetski vestnik, 55(2), 269–283. DOI: http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.02.269-283

Croux, C., Rousseeuw, P. J. (1992). Time-Efficient Algorithms for Two Highly Robust Estimators of Scale. Computational Statistics, 1, 411–428. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-26811-7_58

Čeh, M., Lisec, A., Ferlan, M., Šumrada, R. (2011). Geodetsko podprta prenova grafičnega dela zemljiškega katastra. Geodetski vestnik, 55(2), 257–268. DOI: http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2011.02.257-268

Stopar, B., Kuhar, M. (2003). A Study of Distorsions of the Primary Triangulation Network of Slovenia. Acta geodaetica et geophysica Hungarica, 38(1), 43–52. DOI: http://dx.doi.org/10.1556/AGeod.38.2003.1.7

Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.
Geodetski inštitut Slovenije,
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: sandi.berk@gis.si

Niko Fabiani, univ. dipl. inž. geod.
Geodetski inštitut Slovenije,
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: niko.fabiani@gis.si

Dominik Fajdiga, univ. dipl. inž. geod.
Geodetski inštitut Slovenije,
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: dominik.fajdiga@gis.si

Mag. Katja Oven, univ. dipl. inž. geod.
Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: katja.oven@gis.si

Žarko Komadina, univ. dipl. inž. geod.
Geodetska uprava Republike Slovenije
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: zarko.komadina@gov.si

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

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

Doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren, univ. dipl. inž. geod.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: polona.pavlovcic@fgg.uni-lj.si

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