

NAČINI STABILIZACIJE TRIGONOMETRIČNIH TOČK SKOZI ČAS V SLOVENIJI

TYPES OF TRIGONOMETRIC POINTS IN SLOVENIA

Mihaela Triglav Čekada, Marjan Jenko[†]

UDK: UDK: 528.338(497.4)
 Klasifikacija prispevka po COBISS.SI: 1.04
 Prispelo: 28. 8. 2020
 Sprejeto: 17. 10. 2020

DOI: 10.15292/geodetski-vestnik.2020.04.469-488
 PROFESSIONAL ARTICLE
 Received: 28. 8. 2020
 Accepted: 17. 10. 2020

IZVLEČEK

V članku je opisan zgodovinski razvoj stabilizacije točk trigonometričnih mrež na Slovenskem od leta 1810 naprej. Prikazani so primeri različnih stabilizacij državne trigonometrične mreže glede na institucijo, ki je stabilizacijo izvajala. Vključena je tudi mestna trigonometrična mreža Ljubljane, ki je bila vzpostavljena v letih 1955–1956. Omenjene so še triangulacijske in komparatorске baze, ki so prav tako stabilizirane s posebnimi trajnimi stebri. Kot primera najstarejših še ohranjenih trigonometričnih točk sta omenjena: 303 Veliki Javornik (II. reda) z vklesano letnico 1823 in 329 Limberk (II. reda) z vklesano letnico 1903.

ABSTRACT

In this paper, the historical development context of the trigonometric network point types in Slovenia from 1810 onwards is presented. Examples of different trigonometric point types still seen in the field are shown, with regard to the institution that carried out the field marking of the specific state trigonometric network. The city trigonometric network of Ljubljana, which was established in 1955–1956, is also presented. Furthermore, triangulation and comparator bases are mentioned as well, which remain marked with permanent pillars. As examples of the oldest still-standing trigonometric points, the following are mentioned: 303 Veliki Javornik (2nd order) with the engraved year 1823 and 329 Limberk (2nd order) with the engraved year 1903.

KLJUČNE BESEDE

trigonometrična točka, oznaka trigonometrične točke, državne trigonometrične mreže, mestne trigonometrične mreže, baze, stabilizacija

KEY WORDS

trigonometric point, trigonometric pillar, national trigonometric network, city trigonometric network, bases, stabilisation

1 UVOD

Koordinatni sistemi opredeljujejo matematično osnovo za vse prostorske dejavnosti, od katastrske izmere, ki opredeljuje lastninska razmerja, kartografije, ki nam na pregleden način prikaže stanje v prostoru, do geografskih informacijskih sistemov, ki povezujejo različne prostorske podlage (fotogrametrija, lidar, sateliti, kartografski prikazi) z namenom, da se lažje odločamo o različnih spremenljivkah v prostoru. Koordinatni sistemi so v naravi materializirani s pomočjo različnih geodetskih mrež. Na primer današnja realizacija horizontalnega koordinatnega sistema D96-17 je materializirana z geodetskimi točkami, izmerjenimi v okviru EUREF-izmere 2016, točkami mreže SIGNAL in kombinirane geodetske mreže (t.i. mreža 0. reda) (Berk et al., 2020). Omrežji SIGNAL in kombinirana geodetska mreža sta bili na novo vzpostavljeni v zadnjih dveh desetletjih, prvotna realizacija D96 pa je temeljila samo na EUREF-točkah, izmerjenih v letih 1994–1996, med katerimi je bilo tudi vseh 34 trigonometričnih točk I. reda (Medved et al., 2018; Oven et al., 2019). Različne izmere (triangulacija, GNSS-izmera), opravljene na tako imenovanih EUREF-točkah, zato predstavljajo vez med starim D48/GK in novim koordinatnim sistemom D96/TM. Tudi v preteklosti so stabilizirane točke trigonometrične mreže I. reda iz preteklih obdobij omogočale navezavo starejših meritev na takrat veljavno realizacijo koordinatnega sistema. Enako je veljalo tudi za vse podrejene mreže, kot so trigonometrične mreže nižjih redov (II., III., IV.), mestne trigonometrične mreže ter poligonometrične mreže in navezovalne mreže.

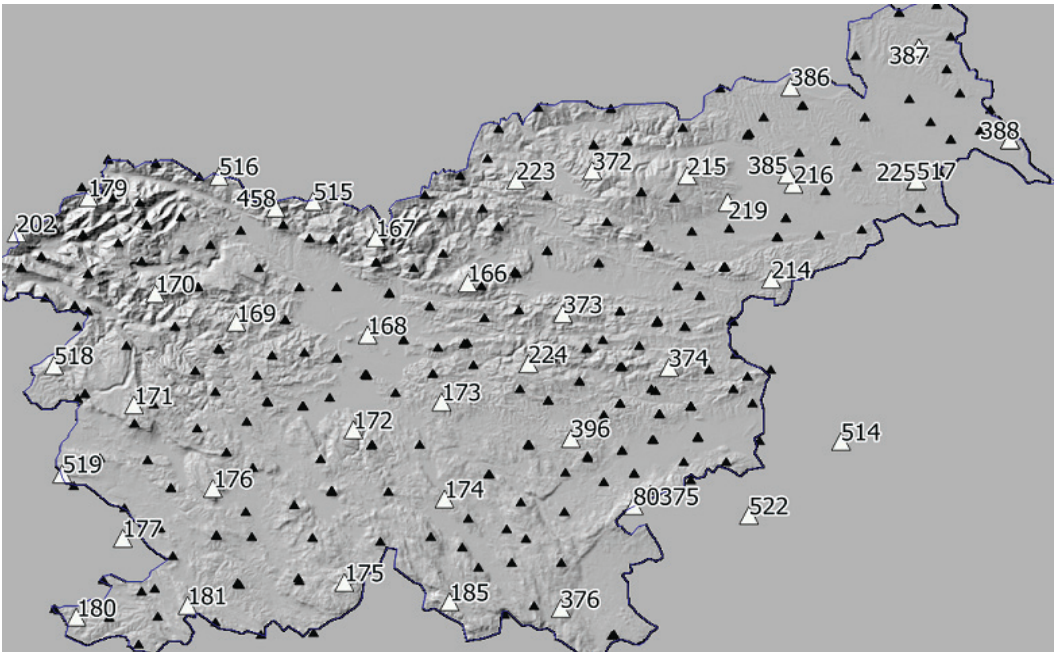
Zato imajo stare geodetske točke tudi v današnji geodeziji nezanemarljiv pomen, hkrati pa predstavljajo pomembno dediščino. Da pa bomo iz množice vseh stabiliziranih točk lahko izluščili, katere so tiste res najpomembnejše, ki jih lahko predlagamo za dediščino naše stroke, smo se obrnili na inž. Marjana Jenka. Pričujoči članek je nastal kot zmes dejstev, povzetih iz že objavljene literature ter pogovorov, med katerimi mi je inž. Marjan Jenko, ki se je z osnovnimi geodetskimi deli ukvarjal od leta 1950 do 1990, osvetlil podrobnosti in podal svoja mnenja.

2 DRŽAVNE TRIGONOMETRIČNE MREŽE

Prve triangulacijske meritve pri nas naj bi opravil jezuit Joseph Liesganig, ki je med leti 1762–1767 razvil mrežo trikotnikov od Brna do Varaždina, da je lahko izvedel stopinjsko merjenje ob dunajskem meridianu. V Sloveniji so v to mrežo sodili naslednji cerkveni zvoniki: sv. Urban nad Mariborom, sv. Magdalena na Kapelskem Vrhju, Jeruzalem in sv. Urban na Belskem Vrhju (Jenko, 1996). Kot bomo videli kasneje, so cerkev v Jeruzalemu tudi sredi 20. stoletja uporabljali kot trigonometrično točko I. reda.

2.1 Obdobje med 1810 in 1830

Trigonometrične mreže so na območju celotne Slovenije prvič vzpostavili v prvih treh desetletjih 19. stoletja: do leta 1811 je bila izmerjena osnovna mreža I. reda na zahodnem Koroškem, na Štajerskem in v severni Hrvaški (Jenko, 1996), v letih 1816 in 1817 je bila izmerjena osnovna mreža Kranjske in Primorja (Jenko, 2019). Sledila je katastrska triangulacija II. in III. reda, ki so jo pri nas dokončali do leta 1828 (Jenko, 2019). To triangulacijo so kasneje imenovali **prva triangulacija za kataster**. Trigonometrične točke mreže I. reda so bile stabilizirane, točke ostalih nižjih redov pa večinoma ne. V času izmere so nad oznakami centra točk gradili lesene merske piramide, ki so po nekaj letih fizično propadle (primera novejših merskih piramid sta na slikah 5a in 21a).



Slika 1: Razporeditev točk trigonometrične mreže I. reda (beli trikotniki) in II. reda (črni trikotniki) na območju Slovenije (vir podatkov: GURS).

2.2 Obdobje med 1860 in 1910

Naslednje obdobje triangulacijske izmere v avstro-ogrski državi je bilo med leti 1860 in 1910. Obnovili in dopolnili so mrežo I. reda ter razvili mrežo II. in III. reda (Jenko, 1996). Točke mreže I. reda, znane tudi kot **mreža MGI** (po originalnem poimenovanju Vojaškega geografskega inštituta iz Dunaja – Militärgeographisches Institut), so bile ponovno stabilizirane. Na območju topografske karte 1 : 200 000 Ljubljana so bile stabilizirane s stebrički višine do 80 cm ali s pravimi betonskimi opazovalnimi stebri. Iz tega obdobja so v Sloveniji ohranjene lokacije točk mreže I. reda s številkami od 163 do 185 ter od 214 do 219. Najbolj znani točki mreže MGI sta točki 172 na Krimu in 168 na Rašici.

Iz let 1902–1903 je stabilizacija mnogih točk mreže II. in III. reda. Točke nižjih redov (II.–IV.) so bile stabilizirane z vkopanimi betonskimi kamni, občasno so za stabilizacijo uporabili še naravne kamne. Praviloma so imeli kamni vrhno dimenzijo 20 cm × 20 cm, lahko pa so bili tudi manjši. Vse točke so imele še en podzemni center. Triangulacija vseh točk iz tega obdobja je znana kot **druga triangulacija**.

Jenko omenja, da iz obdobja druge triangulacije najdemo v okolici Ljubljane še ohranjene vsaj naslednje točke nižjih redov, katerih stanje smo preverili še na terenu:

- **Točka 590 trigonometričnega okraja Postojna na višinski koti 999 m, na Županovem vrhu nad Rakitno**, sodi v mrežo IV. reda (slika 2): tu se nahajajo trije kamni, na koti 999 m se nahaja vkopani granitni kamen iz povojne triangulacije velikosti 15 cm × 15 cm z vklesanim diagonalnim križem. Zraven njega leži apnenčasta klada iz lepega belega apnenca, na kateri sta še danes na zgornjem delu stranice vidni vklesani črki MT – Militärische Triangulation. Ta apnenčasta klada bi znala biti

še iz prve katastrske triangulacije iz let 1818–1819. Nekaj metrov stran se nahaja del izkopanega betonskega kamna iz let 1902–1903, na katerem se lepo vidijo sledovi betona, s katerim je bil slednji zabetoniran v tla. Jenko omenja, da je bil leta 2009 ta kamen še vkopan. Danes se vsi trije kamni nahajajo na pašniku, ograjenem z električnim pastirjem, malo nad anteno za radioamaterje.

- **Točka 255 Ljubljana ob Ižanski cesti** sodi v mrežo III. reda in je stabilizirana z betonskim kamnom 20 cm × 20 cm. Danes je še ohranjen samo spodnji vkopani del kamna, saj je kamen do ravnine terena odbit.
- **Točka 120 Ljubljana na Gradišču nad Podsmreko** sodi v mrežo III. reda in je še stabilizirana s kamnom iz obdobja 1902–1903. Točki 255 in 120 so v letih 1955–1956 uporabili kot dve izmed osnovnih točk ljubljanske mestne trigonometrične mreže (glej poglavje v nadaljevanju Mestne trigonometrične mreže) (slika 3a).
- **Točka 122 Ljubljana na Stražnem vrhu nad Podutikom** sodi v mrežo III. reda, kamen je domnevno iz let 1902–1903. Točka je bila vključena v ljubljansko mestno trigonometrično mrežo.
- **Točka II. reda 329 Limberk nad Radenskim poljem poleg Čušperka** (slika 3b) – betonski kamen je iz leta 1903, saj je na njegovi stranski stranici še dobro razvidna letnica. Na njenem vrhu je vklesan pravokoten križ. Točka je glede na zapis v prosto dostopnem registru kulturne dediščine zabetonirana v razvaline iz pozne rimske dobe.



Slika 2: Višinska kota 999 m na Županovem vrhu nad Rakitno: a) desno vkopan granitni kamen iz povojne izmere, spredaj izkopan apnenčasti kamen, najverjetneje iz obdobja 1818–1819, in levo zgornji del betonskega kamna iz let 1902–1903, b) ločeno apnenčasta klada s papirnatimi robčki za merilo, c) betonski kamen in d) granitni kamen z vklesanim križem na vrhu (foto: M. Triglav Čekada, 2020).



Slika 3: a) Točka II. reda 120z Gradišče nad Podsmreko: na sliki je na spodnji stranici še vidna oznaka MT – Militärische Triangulation (foto: S. Tršan, 2020) in b) točka II. reda 329 Limberk, ki je zabetonirana na ostanke stare pozidave (foto: M. Triglav Čekada, 2020).

Če pogledamo na širše območje, najdemo morda najstarejšo še ohranjeno stabilizacijo na točki II. reda 303 Veliki Javornik, saj ima vklesano letnico 1823 (slika 4).



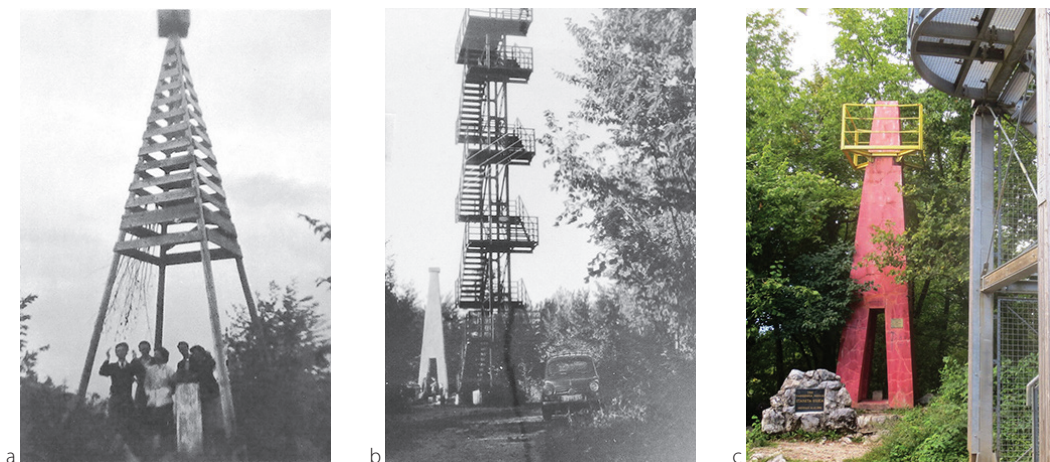
Slika 4: Točka II. reda 303 Veliki Javornik (foto: M. Jenko, 2009).

2.3 Obdobje med 1937 in 1940: Kraljevina Jugoslavija

Jugoslovanska trigonometrična mreža I. reda je bila razvita na osnovi trigonometrične mreže MGI. Po zaključku del v vzhodni polovici države so v letih 1937–1940 fizično obnovili in na novo izmerili tudi mrežo od Drine proti zahodu do Ljubljane. Z novimi točkami so zapolnili vse praznine v predhodni mreži MGI. Pri računanju so to veliko obnovljeno mrežo razdelili na pet skupin točk.

Vojnogeografski inštitut iz Beograda (VGI) je stabiliziral točke I. reda na lokacijah, kjer so stale točke I. reda že v času Avstro-Ogrske (mreža MGI), v glavnem z betonskimi stebri $0,40\text{ m} \times 0,40\text{ m} \times 1,2\text{ m}$ z vzdano kovinsko oznako za center. Ohranili so podzemne centre iz kamnite plošče, nad njimi pa so

postavili novo stabilizacijo (Černe, neznano leto). Primer stabilizacije točke I. reda je na sliki 5a, kjer je prikazana točka 168 Rašica.



Slika 5: Točka I. reda 168 Rašica: a) predovjna stabilizacija, fotografirana leta 1952, b) originalna stabilizacija astrogeodetske mreže (AGM), fotografirana 1967, in c) stabilizacija AGM po obnovi, fotografirana 2015 (foto: M. Jenko).

2.4 Obdobje med 1920 in 1943: Italija – območja za rapalsko mejo

Po letu 1920 je bil del trigonometrične mreže, ki se danes nahaja na območju Primorske, za rapalsko mejo v Italiji. Istituto Geografico Militare (IGM) je povsod vzpostavil svojo mrežo od II. do IV. reda. Točke višjih redov so bile večinoma stabilizirane z zidanim osemkotnim stebrom, v sredini katerega je bila kvadratna luknja, v katero so vsadili merilni signal (slika 7a – luknja je zapolnjena). Točke nižjih redov so bile stabilizirane s štirikotnimi betonskimi stebri, ki so imeli na vrhu podobno kvadratno luknjo kot točke višjih redov (slika 7b).

Jenko omenja naslednje zanimive točke iz obdobja italijanske stabilizacije:

- Betonska miza, verjetno zgrajena za potrebe pozicijsko-astronomskih opazovanj italijanskega IGM, ki se nahaja tik ob rapalski meji na **Grmadi nad Planino pri Rakeku** (slika 6).
- Osemkotni zidani steber na **Vrhovcu na višini 1079 m na Šebreljski planoti**, danes točka 19 Idrija III. reda (slika 7a).
- Štirikotni steber na hribu **Potok na višini 1064 m**, ki se nahaja približno štiri kilometre jugovzhodno od Vojskega, danes točka 10 Idrija III. reda (slika 7b). Na stranski stranici točke je viden še večji vdolben napis IGM. Leta 1985 so točke 19 Vrhovec, 307 Jelenk, 10 Potok in takrat na novo stabilizirano točko Ogalce uporabili za geodimanično mrežo za kontrolo idrijskega preloma.
- **Točka 365 na Toškem Čelu** sodi v mrežo II. reda (slika 8) in se dandanes nahaja na zasebnem ograjenem zemljišču. Steber, ki ima na vrhu dimenzijo 40 cm × 40 cm ter na litoželezni ploščici označen center in označbo izvajalca IGM, je bil zgrajen v času italijanske okupacije. V ljubljanski mestni trigonometrični mreži iz let 1955–1956 je bila ta točka ena od točk njene osnovne mreže.



Slika 6: Betonska miza italijanskega IGM na Grmadi nad Planino pri Rakeku (foto: M. Jenko, 2017).



a



b

Slika 7: a) Osemkotni steber na Vrhovcu na Šebreljski planoti (foto: PARS d.o.o. Idrija, 2020), b) štirikotni steber na Potoku (foto: M. Triglav Čekada, 2020).



Slika 8: Toško Čelo, točka mreže II. reda 365 Ljubljana: a) stanje stebra v letu 2014 (foto: M. Jenko), b) detajl iz 2020 (foto: S. Tršan).

2.5 Obdobje med 1946 in 1967: Jugoslovanska izmera

Po drugi svetovni vojni se je pričela dolgoletna triangulacijska dejavnost z namenom, da se z mrežo IV. reda pokrije celotno ozemlje. Predvojno mrežo I. reda je Geografski inštitut Jugoslovanske narodne armade iz Beograda (GIJNA) do leta 1948 razširili na slovensko Primorje, Istro ter še naprej na hrvaško jadransko obalo ter otoke tja do Zadra. V mreži II. reda so bila vsa dela dokončana do leta 1952, do leta 1967 pa še v vseh ostalih mrežah (Jenko, 1976; 1987a; Črnivec in Golorej, 1976).

Deli mrež II. in ostalih redov so bili v 1930.-ih letih vzpostavljeni na območju Ljubljane, po vojni pa so jih preračunali. Konec 1940.-ih let so bile vzpostavljene trigonometrične mreže v Pomurju in vzhodno od Ptuja. Leta 1946 začnejo z deli od Maribora proti zahodu in jugozahodu, do leta 1950 pokrijejo z mrežo II. in III. glavnega reda vso Štajersko in Koroško, vključno s severovzhodnim robom ljubljanske regije ter Dolenjsko (Jenko, 1987b). Skupno so v Sloveniji do leta 1952 izmerili 193 točk II. reda, do leta 1976 pa 604 točk III. glavnega reda in 1069 III. dopolnilnega reda (evidentirane po trigonometričnih okrajih) (Jenko, 1990). Skupaj s točkami IV. reda se je število vseh trigonometričnih točk v Sloveniji približalo številu deset tisoč.

Približno polovico so prispevale slovenske ustanove, ostalo pa GIJNA ter nekaj malega še neslovenske civilne ustanove (npr. iz Zagreba in iz Beograda). Izvajalca stabilizacije trigonometričnih točk nižjih redov iz tega obdobja lahko ločimo glede na granitni kamen, ki so ga uporabili, ter dolžino diagonalnega križa na njem. Slovenski geodeti in GIJNA so uporabljali kamne, izdelane iz različnih granitov. Tako je na primer Geodetski zavod Slovenije (GZS) uporabljal kamne iz pohorskega granita iz kamnoloma v Oplotnici. Diagonalni križ z vrha kamna GIJNA je nekoliko daljši od križa na kamnu, ki so ga postavili slovenski geodeti (slika 9a – GZS, slika 9b – GIJNA). Kamni GIJNA lahko imajo na stranici vklesano še kratico VT – vojna triangulacija (slika 9b).

Na sredini križa znamenj, postavljenih v tem obdobju se lahko nahaja še kovinski čep (npr. v okolici Bohinja še na Pršivcu točka 375 Jesenice II. reda ter na Možicu točka 376z Jesenice II. reda). Vendar so bili kovinski čepi na kamne dodani veliko kasneje.



Slika 9: a) primer stabilizacije GZS Lajnar IV. reda (foto: M. Triglav Čekada, 2020) ter b) primer stabilizacije GJUNA Jašč Vrh nad Koprivnikom v Bohinju točka III. reda 32 Jesenice z napisom VT – vojna triangulacija (foto: M. Triglav Čekada, 2020).

V tem obdobju so izvajali stabilizacijo, signalizacijo in meritve v trigonometričnih in poligonometričnih mrežah po pravilnikih Zvezne geodetske uprave iz Beograda (ZGU). Izpostavimo pomembne vsebine Pravilnika za triangulacijo o stabilizaciji trigonometričnih točk:

- Točke so bile označene s kamni, ki so bili dolgi vsaj 60 cm in so bili večinoma iz granita. Kamen so vkopali v zemljo tako, da je imel dva podzemna centra, ponavadi se je skopalo jamo globine okoli 90 cm, v katero se je najprej položilo podzemna centra, potem pa kamen, ki je iz zemlje gledal do 10 cm. Kamen je imel na vrhu diagonalno vklesan križ.
- V omenjenem pravilniku ni bilo navodila, da se je ob stabilizaciji oz. izmeri treba navezovati na stare, že obstoječe kamne iz prejšnjih triangulacij, zato občasno najdemo točke, ki so stabilizirane v bližini starih točk (nekaj metrov, več 100 m, sosednji hrib). Glej na primer točko 590 Postojna na Županovem vrhu nad Rakitno na sliki 2.

ZGU je izdala tudi brošuro z normativi, koliko časa naj geodet porabi za izvedbo različnih nalog. Podrobno je bilo npr. predpisano, koliko časa sme porabiti za izgradnjo signala v obliki lesene piramide nad trigonometrično točko glede na različen tip terena (primer piramide za točke I. reda je na sliki 5a, primer manjše piramide je na sliki 21a). V praksi so za izgradnjo piramide na lažjem terenu porabili pol dneva. Za izgradnjo lesene piramide na najtežjem terenu pa je bil normativ 16 ur. Lesena piramida se je obdržala od pet do deset let.

2.6 Obdobje po letu 1963: nova stabilizacija mreže I. reda oz. vzpostavitev astrogeodetske mreže

Z letom 1963 se v Sloveniji začne obnova stabilizacije ter ponovna izvedba kotnih opazovanj na trigonometrični mreži I. reda, ki se sedaj imenuje **astrogeodetska mreža (AGM)**. Dela na AGM so se pričela že nekaj let prej in so obsegala vso Jugoslavijo. V Sloveniji so v letih 1963–1964 skoraj vse obstoječe stebre in podzemne centre predhodne mreže I. reda nadomestili z novo tipsko stabilizacijo. Točke astrogeodetske mreže (AGM) se sicer nahajajo na istih lokacijah kot predhodne točke trigonometrične mreže I.

reda. Žal niso prenašali nadmorske višine s starih na nove centre. Izjema je točka 174 Sveta Ana, ki je niso popolnoma podrli, le gradbeno so jo popravili. V nekaj primerih so točko AGM zaradi različnih razlogov postavili na drugi lokaciji, kot je bila stara točka (516 Golica, 515 Košuta, 517 Jeruzalem ter na Hrvaškem 514 Sljeme in 522 Samoborska Plješivica).

V tem času so postavili tudi dve novi točki I. reda: 518 Korada (dotlej II. reda) in 519 Kremenjak (dotlej III. reda), ki sta nadomestili točke 177 Opčine, 178 Oglej in 221 Videm na italijanskem ozemlju.

Točke AGM so bile stabilizirane: a) s tipskimi betonski stebri običajne višine 1,3–1,4 m, ki so imeli glavo dimenzije 55 cm × 55 cm¹ (slike 12, 13, 14a), b) z visokimi stebri, ki so bili v Sloveniji visoki od 6 m do 22 m (slike 5, 10), ter c) s stebri na visokih zidanih podstavkih (na primer 396 Zglavnica ima podstavek velikosti 2,5 m × 2,5 m × 2,5 m, slika 11). Vse točke AGM imajo dva ali tri podzemne centre iz šamotne opeke dimenzij 0,20 m × 0,20 m × 0,05 m. Na vrhu stebra je kovinska oznaka centra; pomožni, prav tako kovinski, je na vzdanem kamnu v spoju stebra in betonskega temelja. Okoli vsakega stebra so še tri ali štiri bočna zavarovanja. To so praviloma betonski ali kamniti kamni vrhnje dimenzije 20 cm × 20 cm, vkopani v zemljo do predpisane globine, vsak ima še dva svoja podzemna centra (Peterca in Čolovič, 1987). Vrhnja oznaka centra bočnega zavarovanja je železen čep z luknjico.

Točke AGM so po celotni Jugoslaviji stabilizirali geodeti Zveznega zavoda za fotogrametrijo iz Beograda (ZZF), zato so jih ponekod imenovali tudi **točke ZZF**.

Visoki stebri točk AGM so bili zidani z opeko, ker so menili, da je opeka najmanj občutljiva na sončno obsevanje. Prvotno je bil okoli visokega stebra lesen oder (slika 10a), ki je opazovalcem omogočal izvedbo kotnih meritev in namestitev heliotropov².



Slika 10: Opečnat steber I. reda 173 Kucelj: a) stanje leta 1964 z originalnim lesenim merilnim odrom in b) leta 2010 s kovinsko lestvijo in železnim montažnim odrom (foto: M. Jenko).

¹ Da so na njih lahko postavili astrogeodetski instrument.

² Signal, ki omogoča odboj sončne svetlobe na veliko razdaljo.

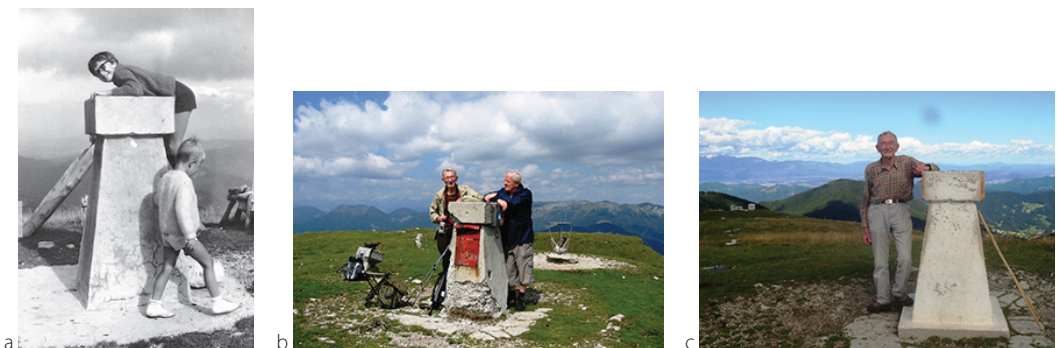


Slika 11: Steber na visokem zidanem podstavku točke I. reda 396 Zglavnica (foto: M. Jenko, 2010).

2.7 Obdobje po letu 1975: fizična obnova točk in računske sanacije mrež

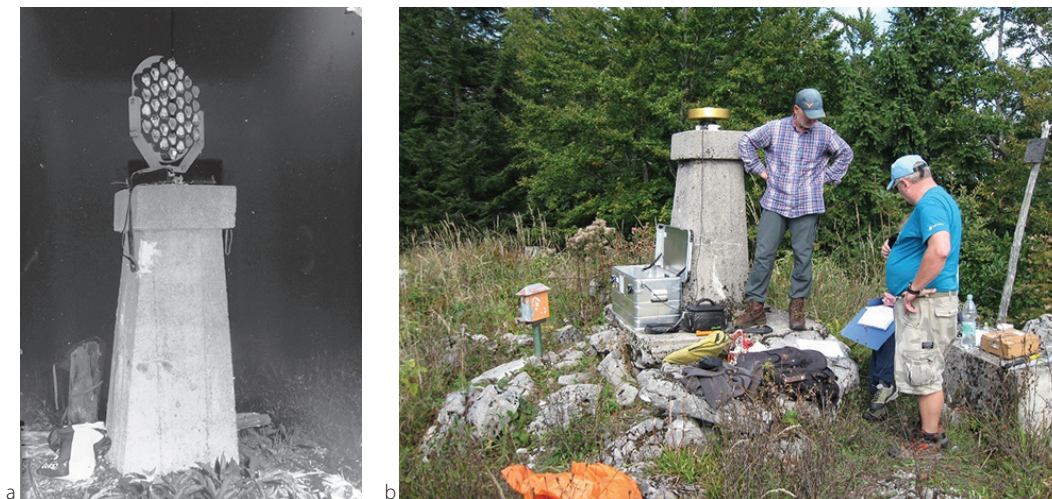
Od leta 1975 naprej Geodetska uprava Republike Slovenije stalno skrbi za obnovo stabilizacije opazovalnih stebrov astrogeodetske mreže. Kot vidimo na sliki 12, kjer je prikazana točka AGM 169 Blegoš, stebri počasi propadajo, vendar so redno vzdrževani.

Na osnovi posebnega gradbenega projekta za sanacijo visokih stebrov na točkah AGM so med leti 1976 in 1982 sanirali stebre na točkah: 375 Gorjanci (Trdinov vrh) z višino stebra 14 m, 215 Žigartov vrh (22 m), 387 Kamenek (13 m), 173 Kucelj (6 m) in 168 Rašica (6 m); stebre s podstavkom 396 Zglavnica in 174 Sveta Ana ter še navadne betonske stebre na točkah 175 Snežnik, 170 Rodica in 179 Mangart (Štupar, 1987). Visoke stebre so preplastili z 10 cm debelo armiranobetonsko oblogo. Opremil so jih z železno kovinsko lestvijo (skobami) in kovinskim montažnim odrom pod vrhom piramide (slika 5c, slika 10b).



Slika 12: Točka astrogeodetske mreže 169 Blegoš fotografirana v letih: a) 1968, b) 2007, c) 2017 (foto: M. Jenko). Na fotografiji iz 2017. zraven točke stoji Marjan Jenko.

Med leti 1975–1981 so v okviru dveh raziskovalnih nalog (Vodopivec in Jenko et al., 1977; Jenko, 1986) izmerili 49 stranic mreže AGM geodeti GZS in GIJNA. Slednji so leta 1975 izmerili 18 stranic v mreži I. reda z laserskim razdaljemerom AGA, model 8 (AGA-8), ki je zmožer izmeriti dolžine dolge do nekeje 60 km ali celo več. Ostale stranice so izmerili kolegi GZS, delno z laserskim razdaljemerom AGA-710, ki je zmožer izmeriti dolžine dolge do nekeje 26 km, delno pa z razdaljemerom GIJNA AGA-8. Pri tej izmeri so uporabljali tudi reflektorje s 37 odbojnimi prizdami domače izdelave GZS (razen uvoženih prizem)³. Na sliki 13a je tak reflektor postavljen na trigonometrično točko I. reda 185 Cerk.



Slika 13: Točka 185 mreže I. reda Cerk: a) leta 1977 z reflektorjem za merjenje razdalj z laserskim razdaljemerom (foto: K. Divjak) in b) leta 2016 med drugo EUREF-izmero (foto: D. Majcen).

Izravnava celotne jugoslovanske AGM vse do razpada Jugoslavije še ni bila dokončana. Slovenski del AGM, ki s sosednjimi točkami na hrvaškem ozemlju šteje 46 točk, je bil v raziskovalne namene izračunan v 1980.-ih letih kot samostojna in približno orientirana mreža (Jenko, 1987a). V to izravnavo je bilo vključenih 49 merjenih stranic in vsa kotna opazovanja ZZF iz 1960.-ih let. S tem je bila ustvarjena mreža z veliko notranjo natančnostjo, ki se je uporabljala pri kontrolah in sanacijah mrež II. in III. reda (Jenko, 1987b; 1990).

Jenko izpostavlja naslednje pojovne trigonometrične točke mreže I. reda oz. AGM z zanimivo zgodovino:

163-516 Golica: nad obstoječim nizkim stebrom točke 163 iz obdobja mreže MGI, ki je bil obenem državni mejnik, so leta 1947 zgradili običajni steber 40 cm × 40 cm, ki je bil do leta 1959 že prevrnjen. Kasneje je bil državni mejnik kot tak obnovljen. Tipski steber AGM (verjetno iz leta 1964) se je sčasoma začel nagibati proti jugu. Zato so leta 1988 zgradili montažni armiranobetonski steber 7,5 m stran od njega na bolj stabilnih tleh (slika 14).

167 Grintovec: Steber AGM so strele zelo poškodovale. V 1988 so 4,7 m ekscentrično postavili montažni steber⁴ 167s (podoben tistemu na Golici).

³ Podobne manjše reflektorje z 19 prizdami je bilo mogoče kupiti pri ponudnikih geodetske opreme.

⁴ Nedavni ogledi na kraju samem so pokazali, da je povsem uničen tudi prejšnji steber 167s, dobro pa je ohranjena le talna oznaka točke 167z.

164-515 Košuta: 164 je točka MGI in obenem državni mejnik. Prav tako kot na Golici so na Košuti tipsko točko astrogeodetske mreže 515 v celoti na naše ozemlje stabilizirali 3 m stran od stare točke VGI (slika 15a). Podatke o opazovalnem stebru iz povojnih let ima VGI.

225-517 Jeruzalem: 225 je točka VGI iz let 1938–39. Predstavlja jo vrh cerkvenega zvonika. Za potrebe opazovanj je bil zgrajen steber ekscentrično ob ostrešju nad zahodno lino, zato je bil odprt del ostrešja. Leta 1957 je točka dobila tudi talni center 225z. Kasneje so pri obnovi zvonika odstranili steber. V mreži AGM je ta lokacija opuščena, točka je predstavljena 335 m proti SSV na Plešivico, ime točke pa je ostalo. Leta 1977 sta F. Černe in M. Jenko geodetsko povezala točki 225 in 517 ter obenem ugotovila, da se vrh zvonika ni premaknil.

175 Snežnik: tipski steber AGM je popolnoma razpadel. Namesto njega je Planinsko društvo Ilirska Bistrica leta 1979 zgradilo dokaj visok steber, pri čemer je GZS poskrbel, da je oznaka na njem v vertikalni podzemnega centra. Na ta način je geodetska točka poleg strokovne dobila hkrati še turistično vlogo (slika 15b).

522 Samoborska Plješivica na Hrvaškem: približno 20 m stran od točke AGM 522, se nahaja star kamen, za katerega je Jenko ugotovil, da je to še stara točka iz mreže MGI.

514 Sljeme na Hrvaškem: ker je bila stara točka 212 slabo stabilizirana, so v času izmere AGM postavili okoli 50 m stran visok opečnat steber 514z. V 1980.-ih letih je bil ta steber že porušen, ostal pa je ekscenter predhodne VGI točke 212s, ki ga je Jenko povezal s talnim centrom porušenega stolpa.



Slika 14: Golica: a) leta 1988 spredaj točka 516s mreže I. reda, zgrajena iz armiranobetonskih elementov, in zadaj nagnjeni steber na točki 516 (foto: M. Jenko). Slednji je še nekaj časa ležal prevrnjen; b) leta 2016 EUREF-izmera na točki 516s zadaj in spredaj polovični steber, ki so ga postavili planinci približno na mestu, kjer je bila nekoč točka 516 (foto: M. Zupančič).

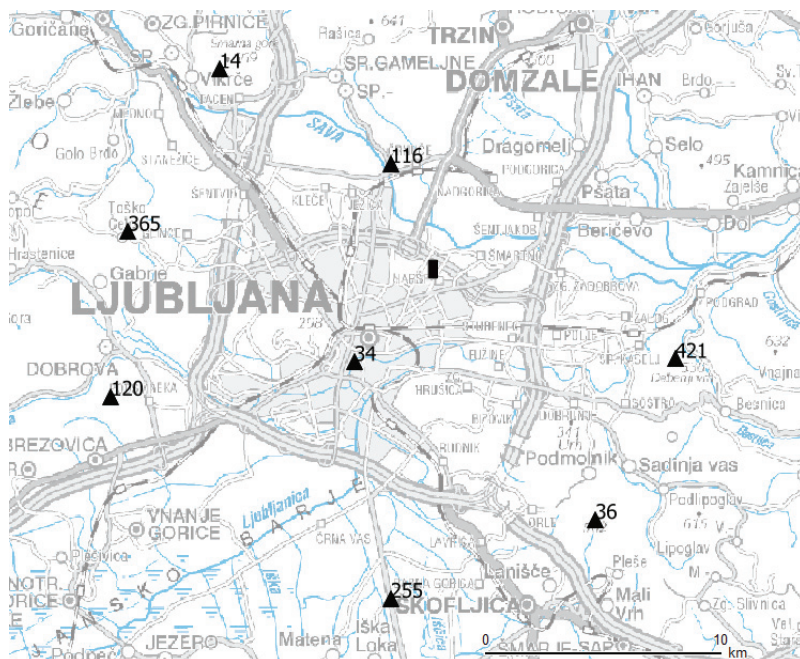


Slika 15: a) Košuta (vrh Kladivo na 2094 m) leta 2015, spredaj povojna točka I. reda 164 in zadaj tipski steber astrogeodetske točke 515 (foto: B. Vizjak), in b) stanje novega stebra na Snežniku v letu 2015 (foto: M. Jenko).

3 MESTNE TRIGONOMETRIČNE MREŽE

Za območje Ljubljane je mogoče zaslediti, da je tu že pred drugo svetovno vojno obstajala mestna trigonometrična mreža. Delila se je na starejši del v ožjem pozidanem območju in novejši del, ki je zajemal obrobje mesta. Starejši del je bil razvit v letih 1897, 1912 in 1927, novejši del pa v letih 1936–1938. Novejši del je razvijal Oddelek za kataster in državna posestva iz Beograda. Ob razvoju novejšega dela niso vključili še ohranjenih točk iz starejšega dela. Prav tako z razvojem novejšega dela niso zapolnili vseh praznin med ožjim in širšim gradbenim območjem. Mestna mreža iz 1936–1938 zato ni bila homogena in kasneje ni več ustrezala kriterijem po povečani pozicijski natančnosti, ki naj bi jo imela mestna mreža. Zato so med leti 1955–1956 v Ljubljani vzpostavili novo mestno trigonometrično mrežo (Rudl, 1958).

Mestna trigonometrična mreža Ljubljana je bila vzpostavljena znotraj osnovnega šestkotnega centralnega sistema, ki so ga predstavljale točke II. reda in III. glavnega reda (slika 16): 116 Črnuče (slika 17), 421 Debenji vrh na Kašelskem griču, 36 Molnik (II. red), 255 Ižanska cesta, 120 Gradišče nad Podsmreko (slika 3a) ter 365 Toško Čelo (II. red) (slika 8). V sredini osnovne mreže je bila točka 34 Ljubljanski grad (II. red); naknadno so vključili še točko 14 Grmada. Poleg teh točk je v mrežo sodilo še 37 točk mestne trigonometrične mreže ter več kot 300 točk precizne poligonometrične mreže (Rudl, 1958). Znotraj mestne trigonometrične mreže se nahaja tudi ljubljanska triangulacijska baza, o kateri bomo več povedali v naslednjem poglavju.



Slika 16: Geometrija osnovnih točk ljubljanske trigonometrične mreže: trigonometrične točke so označene s trikotniki, še obstoječi steber triangulacijske baze s pravokotnikom (podlaga: karta 1 : 250 000).

Točke ljubljanske mestne trigonometrične mreže so bile deloma stabilizirane z vkopanimi betonskimi kamni dimenzij 20 cm × 20 cm × 60 cm s posnetimi zgornjimi robovi, ki so imeli v sredini kovinski

čep z luknjico. Tak primer stabilizacije najdemo na griču **Tabor nad črnuškim mostom**, to je točka III. reda 116 Črnuče (slika 17). Na sliki 17 vidimo okoli kamna še belo betonsko ploščo dimenzij 64×64 cm, ki je kasneje dodani stalni signal za fotogrametrično izmero.



Slika 17: Točka ljubljanske mestne trigonometrične mreže 116 Črnuče (foto: Jenko, 2019).

Poleg Ljubljane je bila leta 1963 mestna trigonometrična mreža vzpostavljena še v Mariboru. Mreži v Ljubljani in Mariboru so izvedli po predpisih zvezne geodetske uprave za mestne triangulacijske in mestne poligonometrične mreže (Pravilnik za državni premer II-A deo, 1956). Vendar Jenko omenja, da se pravilnika v Ljubljani niso v celoti držali. Kasneje v Sloveniji niso vzpostavili nobene nove mestne trigonometrične mreže tega tipa.

4 TRIANGULACIJSKE IN KOMPARATORSKE BAZE IN MREŽE

Ob vzpostavitvah posameznih trigonometričnih mrež so hkrati stabilizirali triangulacijske baze, ki so služile za opredelitev merila mreže. Za preizkušanje različnih merskih inštrumentov, predvsem razdalje-merov, so postavljali še komparatorske baze in mreže.

4.1 Triangulacijske baze in mreže

Prva še ohranjena triangulacijska baza na območju Slovenije je **mariborska baza** na Dravskem polju, ki je bila vzpostavljena v okviru mreže I. reda MGI in merjena v letu 1860. Skupno je imela mreža MGI vzpostavljenih 16 triangulacijskih baz, od katerih se samo ena nahaja na območju današnje Slovenije (Delčev et al., 2014). Mariborska baza je dolga 5,7 km, severna bazna točka 218 se nahaja v Orehovi vasi poleg mariborskega letališča (slika 18a), južna bazna točka 217 pa ob cesti pred vasjo Starošince (slika 18b). Točno na polovici baze se nahaja točka 225, kjer manjka zgornji del stebra (slika 18c). Obe krajišnji točki baze sta imeli poleg glavnega stebra, ki je visok 3,5 m, še štiri bočna zavarovanja, ki so bila obeležena z vkopanimi kamni, na katerih so na stranici zapisane črke KK MT – Kaiserliche und

Königliche Militärische Triangulation. V Starošincah je izkopan kamen položen na podnožje glavnega stebra. Dobro vidna zavarovanja ima tudi sredinska točka 225. Mariborsko bazo so izmerili z merskimi latami⁵. Bazo je VGI leta 1939 nameraval še enkrat izmeriti, vendar jim je to onemogočila stavba na liniji baze.

Bazna mreža Maribor je poleg severne in južne bazne točke zajemala še točke 219 Bukovec, 216 Krčevina, 215 Žigartov vrh ter 214 Donačka gora (lep prikaz mariborske triangulacijske bazne mreže se nahaja v Delčev et al., 2014).



Slika 18: Mariborska baza leta 2020: a) severna bazna točka 218 Orehova vas (foto: N. Fabiani), b) južna bazna točka 217 Starošince (foto: N. Fabiani), c) sredinska točka 225 (III. dopolnilni red, foto: D. Vantur).

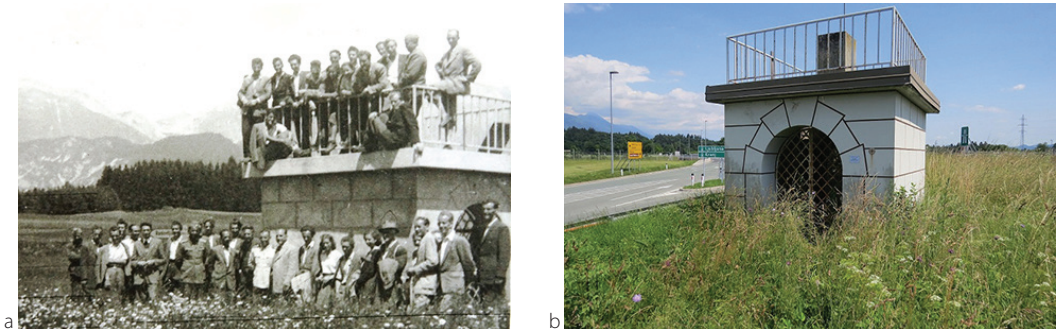


Slika 19: Severni bazni točki radovljiške baze v Vrbi, fotografirani leta 1990: a) originalna severna bazna točka 456 pred uničenjem zaradi gradnje avtoceste, b) nadomestna severna točka 456s istega leta (foto: M. Jenko).

Leta 1949 je GIJNA stabilizirala in leta 1950 izmerila **radovljiško bazo s pripadajočo mrežo** (Delčev et al., 2014). Radovljiška baza je bila dolga 5,92 km. Bazno omrežje jo je povezovalo s stranico I. reda 163 Golica–164 Košuta. Z vidika ohranjanja zanimivih geodetskih znamenj moramo poudariti, da še

⁵ Jenko domneva, da v času merjenja baze, na krajiščih morda ni bilo zgornjega dela piramidaste oblike, tako da je bilo omogočeno polaganje merske late neposredno na oznako centra na vrhu kockastega spodnjega dela stebra.

ohranjena južna bazna točka predstavlja svojevrsten tip stabilizacije (sliki 19a, 20), ki se kasneje ni več uporabljal pri drugih bazah, postavljenih v Jugoslaviji. Zaradi gradnje avtoceste so leta 1990 severno bazno točko 456 blizu Vrbe odstranili (slika 19a). Na liniji baze je bila predtem stabilizirana in precizno odmerjena nova točka 456s (slika 19b). Baza se je zato skrajšala za 216 m (za devetkratnik dolžine invarne merske žice). Tudi tako skrajšano bazo so kasneje večkrat uporabili kot komparatorsko bazo za kontrolo elektronskih razdaljemerov.



Slika 20: Južna bazna točka 457 radovljiške baze zraven Radovljice: a) leta 1950 (foto: arhiv M. Jenko) in b) leta 2020 (foto: M. Triglav Čekada).



Slika 21: Ljubljanska triangulacijska baza: a) zahodna bazna točka 551, fotografirana leta 1962, na njej je originalna lesena piramida iz leta 1955 (stebler je bil kasneje odstranjen, zemljišče pa zazidano) (foto: Jenko), ter vzhodna bazna točka 550, fotografirana septembra 2020, pred b) in po obnovi⁶ c) (K. Medved).

Znotraj ljubljanske mestne trigonometrične mreže se je nahajala 1,92 km dolga **ljubljska triangulacijska baza**, ki je bila, enako kot mreža, vzpostavljena v letu 1955. Dolžina baze je bila izmerjena z invarnimi žicami. Stabilizirana je bila s solidno temeljenima krajnima stebroma, ki sta nadzemno imela obliko priskane piramide višine 1 m in tremi navadnimi vmesnimi stebri (slika 21). Poleg zahodne bazne točke je bil pravokotno na bazo, na razdalji 48 m, postavljen še komparatorski stebler enake oblike. Danes je ohranjena samo še vzhodna bazna točka, na vrhu katere je še medeninasti čep z luknjico (slika 21b). Vzhodna bazna točka se nahaja na travniku severovzhodno od pokopališča Žale.

⁶ Jenko je bil zelo vesel, da so točko obnovili.

4.1 Komparatorske baze in mreže

Leta 1975 je bila vzpostavljena in prvič izmerjena tako imenovana **državna velika komparatorska mreža Logatec** s sedmimi stebri. Na njej je bilo možno meriti 20 stranic in diagonal z dolžinami od 0,4 km do 2,7 km. Ta trilateracijska mreža je bila namenjena kontroli razdaljemerov manjšega dosega (Jenko, 1985; Kogoj in Vodopivec, 2003). Stebre so obnovili leta 2001 (Kogoj in Vodopivec, 2003).

Istega leta so zgradili še 260-metrsko, t. i. **malo komparatorsko linijsko bazo pri Logatcu** (ob cesti Logatec–Rovte). Ta linijska baza je sestavljena iz petih stebrov in je bila namenjena določanju adicijskih konstant razdaljemerov (Jenko, 1985; Kogoj in Vodopivec, 2003). Tudi stebre male baze so obnovili leta 2001 (Kogoj in Vodopivec, 2003).

Za kontrolo delovanja razdaljemerov so uporabljali tudi obstoječe točke astrogeodetske mreže (Jenko, 1983; 1985). Tako so stranico 224 Orlek–373 Mrzlica (14,84 km) pogosto uporabljali za kontrolo stabilnosti merskih frekvenc razdaljemerov z večjim dosegom. Za ta namen so jo nazadnje uporabili leta 1995.

Stranica osnovne ljubljanske mestne trigonometrične mreže 365 Toško Čelo–116 Ljubljana Črnuče (8,02 km) je imela podobno vlogo. Dolgo vrsto let so jo merili z razdaljemerom AGA-710 v okviru terenskih vaj višjih letnikov geodetskega študija.

Z namenom, da bi vzpostavili bolj kompleksen komparatorski poligon za preskušanje razdaljemerov z večjim dosegom, je Jenko leta 1983 pripravil projekt **Testne mreže osrednje Slovenije** (Jenko, 1985). V tej trilateracijski mreži je 14 stranic in 3 diagonale AGM. Točke 168 Rašica, 166 Vivodnik, 373 Mrzlica, 396 Zglavnica, 174 Sv. Ana in 172 Krim tvorijo dokaj pravilen šesterokotnik, znotraj katerega se nahajata še točki 173 Kucelj in 224 Orlek (glej sliko 1). Del stranic te mreže je bil že izmerjen do leta 1981, dodatno je bilo treba izmeriti še sedem stranic in dve diagonali (396–373 in 224–174). Mreža je bila uspešno izravnana (Jenko, 1985), vendar kasneje te mreže niso uporabljali.

5 SKLEP

Oznake trigonometričnih točk so objekti, ki so predvsem na neobljudenih območjih dokaj trajni. Zlasti na vrhovih gora in hribov se nahaja veliko število ohranjenih oznak trigonometričnih točk vseh redov. Stabilizacija točk I. reda se je skozi čas spreminjala, zato na terenu ne moremo več najti točk z originalno stabilizacijo še iz let 1810–1830, ko je bila pri nas vzpostavljena prva triangulacija za kataster. Večino trenutno najstarejših točk mreže I. reda so stabilizirali v letih 1963–1964, torej v obdobju vzpostavitve astrogeodetske mreže, ko so bili še obstoječi stari stebri, vključno s podzemnimi centri, nadomeščeni z novo tipsko stabilizacijo. V mrežo I. reda sodita še mariborska in radovljiška baza, od katerih imata mariborski bazni točki najstarejšo še ohranjeno originalno stabilizacijo iz leta 1860, radovljiška južna bazna točka pa iz leta 1949.

Med točkami nižjih redov najdemo nekatere primere še starejših stabilizacij. Ob povojni novi vzpostavitvi mrež nižjih redov, ki je bila dokončana do leta 1967, v tehničnih pravilnikih ni bilo navodil o navezovanju na še obstoječe točke iz starih triangulacij. Zato tu in tam najdemo točke, ki so stabilizirane v bližini starih točk, a ne na istem mestu. Tako v članku omenjamo točko IV. reda 590 na Županovem vrhu nad Rakitno, kjer sta poleg novejših stabilizacij vidna še izkopana kamna, verjetno iz let 1818–1819 in 1902–1903. Ponekod pa so privzeli staro stabilizacijo. Tako najdemo v trigonometričnem okraju Ljubljana, verjetno

iz leta 1902, še točki III. reda 120 Gradišče nad Podsmreko ter 122 na Stražnem vrhu. Zagotovo je iz leta 1903 še točka II. reda 329 Limberk, saj ima to letnico vklesano. Morda pa je najstarejša še ohranjena stabilizacija pri nas na točki 303 Veliki Javornik (II. reda), ki ima vklesano letnico 1823.

Take še ohranjene točke so na vrhovih hribov, zato bi jih lahko izkoristili za promocijo geodezije med planinci, kot so predlagali že Mlakar (1993a; 1993b), Miklič (2013) in Triglav (2018) oz. kot so to že storili na primeru trigonometrične točke I. reda na Snežniku, ki so jo sanirali planinci že leta 1979 z namenom, da bi točka predstavljala ne samo geodetsko znamenje, ampak tudi turistično pomembno obeležje. Še posebej bi veljalo razmisliti o posebni zaščiti in promociji točk, ki so skozi svojo zgodovino imele različne funkcije (hkrati državna in mestna mreža, hkrati triangulacijska točka in točka komparatorske baze ...) oz. predstavljajo edinstvene primere stabilizacije.

Zahvala

Članek je nastal v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V2-1924: *Stalna geodetska znamenja kot temelj za kakovostno delovanje geodetske stroke*, ki ga sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Geodetska uprava Republike Slovenije iz državnega proračuna. Avtorja se zahvaljujeva Geodetski upravi Republike Slovenije za pomoč pri preverbi nekaterih zgodovinskih dejstev ter predvsem za dolgoletno skrb za sanacijo trigonometričnih točk I. reda in nižjih redov.

Literatura in viri:

- Accetto, M. (1979). Tehnično poročilo o obnovi nadzemne stabilizacije trg. točke I. reda št. Snežnik. Interno gradivo arhiva Geodetske uprave RS.
- Berk, S., Sterle, O., Medved, K., Stopar, B. (2020). ETRS89/D96-17 – rezultat GNSS-izmere EUREF Slovenija 2016. *Geodetski vestnik*, 64, 43–67.
DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.01.43-67>
- Černe, F. (neznano leto). Stanje triangulacijskih točk I. reda na terenu. Interno gradivo arhiva Geodetske uprave RS.
- Černe, F. (1988). Navezovalna mreža v SR Sloveniji kot osnova pri obnovi zemljiškega katastra. *Geodetski vestnik*, 32 (1-2), 615–617.
- Črnivec, M., Golorej, I. (1976). Temeljne geodetske mreže v SR Sloveniji – stanje in ukrepi za izboljšavo. Simpozijum o osnovnih geodetskih radovih v Jugoslaviji, zbornik radova, Hercegovni, Savez geodetskih inženjerov i geometara Jugoslavije, 31–41.
- Delčev, S., Timar, G., Kuhar, M. (2014). O nastanku koordinatnega sistema D48. *Geodetski vestnik*, 58 (4), 681–694.
- Jenko, M. (1976). Raziskava triangulacijske mreže I. reda v SR Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 20 (4), 235–238.
- Jenko, M. (1980). Problemi sanacije triangulacijskih mrež v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 24 (2), 131–133.
- Jenko, M. (1983). Ocena natančnosti stranic astrogeodetske mreže, izmerjenih v Sloveniji v letih 1975–1981. *Geodetski vestnik*, 27 (2-3), 85–102.
- Jenko, M. (1985). Nova testna mreža za elektronske razdaljemere. *Geodetski vestnik*, 29 (1), 38–42.
- Jenko, M. (1986). Dela na astronomsko-geodetski mreži v letih 1975–1982. Inštitut Geodetskega zavoda SRS.
- Jenko, M. (1987a). Razvojna pot in aktualni problemi naših temeljnih geodetskih mrež. *Geodetski vestnik*, 31 (4), 315–319.
- Jenko, M. (1987b). Raziskave in sanacije triangulacijske mreže II. reda v SR Sloveniji v letih 1975–1982. Ljubljana: Inštitut Geodetskega zavoda SRS.
- Jenko, M. (1990). Raziskave in sanacije triangulacijske mreže III. reda v Sloveniji v letih 1978–1989. Ljubljana: Inštitut Geodetskega zavoda SRS.
- Jenko, M. (1996). Razvoj triangulacije skozi stoletja – s posebnim poudarkom na Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 40 (1), 43–46.
- Jenko, M. (2008). Prva sistematska triangulacija na našem ozemlju. *Geodetski vestnik*, 52 (1), 82–94.
- Jenko, M. (2019). Zgodovinski pomen točke na Krimu. *Geodetski vestnik*, 63 (2), 279–281.
- Kogoj, D., Vodopivec, F. (2003). Kompariranje in kalibriranje elektronskih razdaljemero. *Geodetski vestnik*, 47 (1-2), 18–26.
- Medved, K., Berk, S., Sterle, O., Stopar, B. (2018). Izzivi in dejavnosti v zvezi z državnim horizontalnim koordinatnim sistemom Slovenije. *Geodetski vestnik*, 62 (2), 567–586.
- Miklič, J. (2013). Geodetska tehnična dediščina. <https://www.drustvogeodetov-svs.si/2013/04/geodetska-tehnicna-dediscina.html>
- Mlakar, G. (1993a). Geodezija in planinstvo – 1. *Planinski vestnik*, XCIII/1993 (10), 437–440.
- Mlakar, G. (1993b). Geodezija in planinstvo – 2. *Planinski vestnik*, XCIII/1993 (11), 486–489.
- Rudl, F. (1958). Nova triangulacija in precizna poligonometrija Ljubljane. Interno

gradivo arhiva Geodetske uprave RS. Ljubljana: Geodetski Zavod Ljubljane, sekcija za triangulacijo.

Oven, K., Rittlop, K., Triglav Čekada, M., Pavlovčič Prešeren, P., Sterle, O., Stopar, B. (2019). Vzpostavitev kombinirane geodetske mreže v Sloveniji in analiza njenega delovanja v obdobju 2016–2018. *Geodetski vestnik*, 64 (4), 491–531.

Peterca, M., Čolović, G. (1987). *Geodetska služba JNA*. Beograd: Vojnoizdavački i novinarski centar.

Pravilnik za državni premer II-A deo (1956). Osnovni radovi na gradskom premeru. Beograd: Savezna geodetska uprava, Reprodukija Zavoda za kartografiju NR

Srbije Geokarta.

Štupar, I. (1987). Delo na temeljnih položajnih in temeljnih višinskih geodetskih mrežah na osnovi raziskovalnega projekta iz leta 1974. *Savetovanje Osnovni geodetski radovi i oprema za njihovo izvođenje, zbornik radova, Savez geodetskih inženjera i geometara Jugoslavije*.

Triglav, J. (2018). 5. julij 1822 – Prva geodetska ekipa na vrhu Triglava. *Geodetski vestnik*, 62 (1), 120–126.

Vodopivec, F., Jenko, M., et al. (1977). *Temeljne triangulacijske mreže v SRS*. I. del: Raziskava mreže I. reda. Ljubljana: Inštitut Geodetskega zavoda SRS.



Triglav Čekada M., Jenko M. (2020). Načini stabilizacije trigonometričnih točk skozi čas v Sloveniji. *Geodetski vestnik*, 64 (4), 469–488.

DOI: <https://doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2020.04.469-488>

doc. dr. Mihaela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: mihaela.triglav@gis.si

Marjan Jenko[†], univ. dipl. inž. geod.

Posthumna objava članka