

# Prvi dve leti delovanja kombinirane geodetske mreže 0. reda

Klemen Ritlop<sup>1</sup>, Niko Fabiani<sup>1</sup>, Katja Oven<sup>1</sup>, Mihaela Triglav Čekada<sup>1</sup>

## Povzetek

Z vzpostavitvijo kombinirane geodetske mreže 0. reda je Slovenija dobila najkakovostnejše ogrodje za realizacijo in nadzor prihodnjih državnih geodetskih referenčnih sistemov. V okviru kombinirane geodetske mreže 0. reda deluje tudi deset stalno delujočih postaj GNSS, ki sestavljajo omrežje GNSS 0. reda. Konec leta 2017 bo minilo dve leti od začetka delovanja omrežja GNSS 0. reda. Omrežje je operativno od 1. 1. 2016, popolno opremljeno pa je od konca novembra 2017. V članku na kratko opišemo vzpostavitev kombinirane geodetske mreže 0. reda, nato pa se osredotočimo na omrežje GNSS 0. reda, njegovo vzpostavitev in prvi dve leti njegovega delovanja.

**Ključne besede:** kombinirana geodetska mreža 0. reda, opazovanja GNSS, omrežje GNSS

**Keywords:** zero order combined geodetic network, GNSS observations, GNSS network

## Uvod

Kakovostne uradne evidence prostorskih podatkov so pomemben del državne prostorske podatkovne infrastrukture. Vsi prostorski podatki uradnih prostorskih evidenc morajo biti umeščeni v uradni državni geodetski referenčni sistem, v njem pa se izvaja tudi zajem prostorskih podatkov. Osnovni in najpomembnejši pogoj za obstoj kakovostnih evidenc prostorskih podatkov je obstoj kakovostnega geodetskega referenčnega sistema, ki zagotavlja skladnost koordinat točk in geodetskih opazovanj skozi daljše časovno obdobje, neodvisno od lokacije geodetskih točk (Sterle in Stopar, 2016). Raziskave zadnjih let (Sterle, 2015; Sterle in Stopar 2016) kažejo, da je kakovost trenutne realizacije horizontalne komponente državnega koordinatnega sistema D96 v najboljšem primeru na centimetrskem nivoju za posamezno koordinatno komponento, če koordinate točk določamo na podlagi omrežja SIGNAL. V primeru uporabe mreže pasivnih točk GNSS pa je kakovost koordinatnega sistema D96 le še na nivoju nekaj centimetrov. Jasno je, da je trenutni horizontalni geodetski datum D96 zastarel in da je nujna vzpostavitev novega.

Aktivnosti za vzpostavitev nove realizacije državnega horizontalnega koordinatnega sistema so v polnem teku (Medved, 2016), prav tako je v teku vzpostavitev nove višinske komponente državnega geodetskega referenčnega sistema (Stopar in sod., 2015). Veliko dela na tem področju je bilo opravljenega v okviru projekta Posodobitev prostorske podatkovne infrastrukture za zmanjšanje tveganj in posledic poplav, ki se je izvajal med leti 2013 in 2016 v okviru Finančnega mehanizma Evropskega gospodarskega prostora (EGP). Kot enega najpomembnejših rezultatov tega projekta velja izpostaviti izgradnjo kombinirane geodetske mreže 0. reda. Kombinirana geodetska mreža povezuje tri stebre geodezije: geodinamiko, težnostno polje in rotacijo Zemlje tako na konceptualni in globalni ravni, kot tudi na državni ravni (Stopar in sod., 2015). Kombinirana geodetska mreža 0. reda bo združila tradicionalno ločeni horizontalno in višinsko komponento državnega koordinatnega sistema v enoten in moderen državni geodetski referenčni sistem, ki bo predstavljal temelj državne prostorske infrastrukture.

Glavna naloga mreže 0. reda je izvajanje najkakovostnejših geodetskih opazovanj, ki jih potrebujemo za, kolikor je mogoče, neprekinjen nadzor nad kakovostjo realizacije

---

<sup>1</sup> Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

državnega koordinatnega sistema. Vsa opravljena opazovanja na točkah geodetske mreže 0. reda sestavljajo kakovosten in čim bolj popoln arhiv opazovanj (arhiv opazovanj GNSS, tj. arhiv datotek RINEX, arhiv nivelmanskih opazovanj, arhiv gravimetričnih opazovanj in arhiv terestričnih opazovanj za potrebe ugotavljanja stabilnosti mikrolokacij točk 0. reda). Lastnik kombinirane geodetske mreže 0. reda je Geodetska uprava RS, nadzorni center mreže pa je na Geodetskem inštitutu Slovenije.

V članku bomo opisali osnovne značilnosti kombinirane geodetske mreže 0. reda, nato pa se bomo osredotočili na omrežje postaj GNSS. Podrobneje bomo opisali omrežje postaj GNSS, časovnico pričetka delovanja posameznih stalno delujočih postaj GNSS in njihovo opremo ter rezultate prvih dveh let delovanja omrežja GNSS.

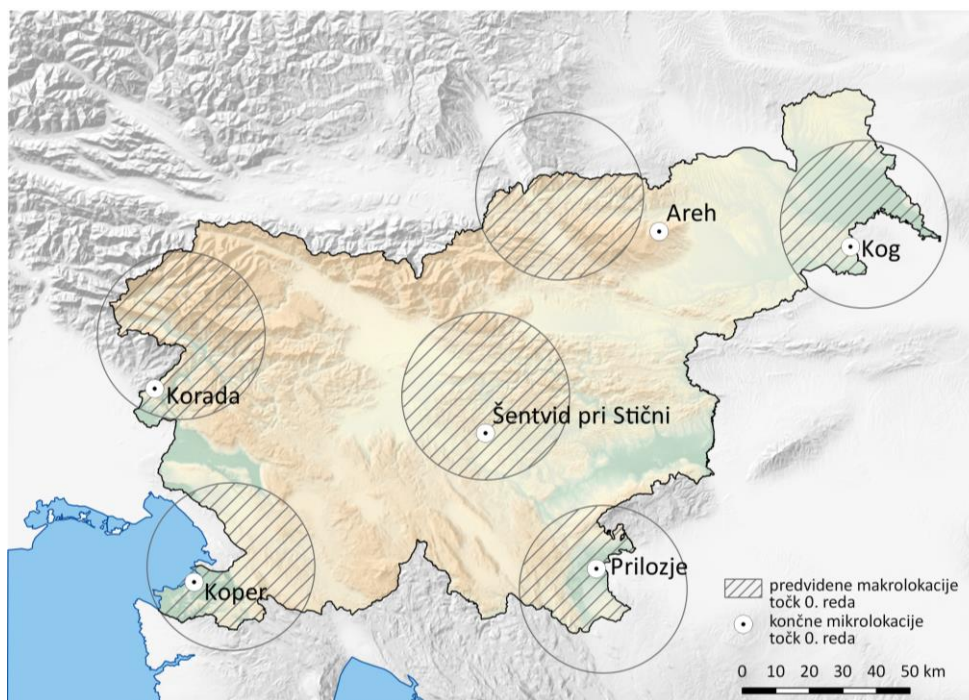
## Vzpostavitev kombinirane geodetske mreže 0. reda

Pred pričetkom izgradnje kombinirane geodetske mreže 0. reda je bila v okviru idejnega projekta njene vzpostavitve opravljena obsežna analiza, v kateri se je določilo optimalno število točk, njihova razporeditev in končna lokacija. Pri tem so bili upoštevani sledeči dejavniki (Berk in sod., 2012a; 2012b): oblika in velikost državnega ozemlja, reliefne danosti, vegetacija, geološke, hidrološke in geotektonske danosti ter drugi vplivni dejavniki. Osnovo za določitev makrolokacij točk so predstavljale osnovne geometrijske lastnosti državnega ozemlja. Postavljena sta bila dva geometrijska kriterija:

- točke mreže 0. reda naj bodo čim vsaksebi, oziroma na kar največji medsebojni oddaljenosti,
- točke mreže 0. reda naj čim bolj enakomerno pokrivajo celotno državno ozemlje.

Analizirane so bile konfiguracije mreže z različnim številom točk ( $n = 2, 3, \dots, 6$ ). Kot najprimernejša je bila izbrana konfiguracija mreže s šestimi točkami, katerih predvidene makrolokacije (območja znotraj krogov s polmerom 25 km in hkrati znotraj državnega ozemlja) in končne mikrolokacije so prikazane na sliki 1. Za posamezno točko je bilo znotraj pripadajoče makrolokacije izbranih več mikrolokacij, katerih primernost se je ocenjevala na podlagi sledečih dejavnikov (Stopar in sod., 2013; 2014a; 2014b):

- Reliefne danosti: Za vsako izbrano mikrolokacijo so se preverile reliefne oblike v njeni neposredni okolici, z namenom analize primernosti mikrolokacije za izvajanje opazovanj GNSS. Dodatno je bila analizirana tudi primernost dostopa do mikrolokacije za namen izgradnje točke in seveda za namen izvajanja geodetskih del.
- Vegetacija: Za posamezno mikrolokacijo se je naredila analiza vpliva okoliške vegetacije na vidnost neba in na vpliv večpotja. V kombinaciji z analizo reliefa so bile izdelane karte vidnosti neba.
- Geološke, hidrološke in geotektonske danosti: Za izbrane mikrolokacije so se izdelale podrobne geološke ocene in poročila o litostratigrafskih in hidroloških značilnostih lokacije.
- Drugi dejavniki: Prisotnost za GNSS in gravimetrična opazovanja motečih objektov in naprav, bližina moteče prometne infrastrukture, možnosti priključitve na električno in telekomunikacijsko infrastrukturo, prostorska ureditev (dovoljeni posegi v prostor na območju izbrane mikrolokacije, predvideni posegi v prostor v okolici mikrolokacije) in lastništvo parcele (državna ali občinska last).



Slika 1: Karta predvidenih makrolokacij šestih točk kombinirane geodetske mreže 0. reda, ob upoštevanju postavljenih geometrijskih kriterijev, in njihovih končnih mikrolokacij (Berk in sod., 2012b)

Poleg naštetih dejavnikov je morala mikrolokacija ustrezati tudi smernicam EUREF za vzpostavitev mrež stalno delujočih postaj GNSS, višinske mreže in gravimetrične mreže. Iskanje primernih mikrolokacij, ki bi izpolnjevale vse zahtevane pogoje je bil zahteven in dolgotrajen projekt. Opravljenih je bilo veliko usklajevanj z upravniki ali lastniki državnih ali občinskih parcel, na kateri naj bi stala posamezna točka, pogovorov in pogajanj z zasebnimi lastniki sosednjih parcel posamezne mikrolokacije glede samega dostopa do točk in izgradnje potrebne električne in telekomunikacijske infrastrukture. Izvedli smo tudi terenske preglede lokacij. Končni izbor mikrolokacij za posamezne točke kombinirane geodetske mreže 0. reda je podan v preglednici 1 in prikazan na sliki 1.

Preglednica 1: Končni izbor mikrolokacij posameznih točke kombinirane geodetske mreže 0. reda s pripadajočimi približnimi koordinatami v državnem horizontalnem koordinatnem sistemu D96/TM (e, n), oziroma slovenskem višinskem sistemu SVS2000 (H) (Stopar in sod., 2016)

Točka	Lokacija	e [m]	n [m]	H [m]
severozahodna točka	Korada	388660	103811	810
jugozahodna točka	Koper	400408	46146	7
osrednja točka	Šentvid pri Stični	487286	90562	342
osrednja severna točka	Areh	539055	150677	1243
jugovzhodna točka	Kog	596071	146151	245
severovzhodna točka	Prilozje	520338	50129	165

Pet izmed šestih državnih točk 0. reda je bilo vzpostavljeno na novo (Stopar in sod., 2013; 2014a; 2014b; Režek, 2015). Izjema je točka na lokaciji Koper za katero se je uporabila infrastruktura obstoječe mareografske postaje Koper. Točke mreže 0. reda so bile vzpostavljene po mednarodnih standardih, s čimer je omogočena vključitev kombinirane

geodetske mreže 0. reda v Evropsko kombinirano geodetsko mrežo (ECGN) (Stopar in sod., 2015). Posamezna točka 0. reda je sestavljena iz več točk:

- matične referenčne točke ob vznožju stebra,
- referenčne točke v osi stebra (v kolikor se na stebru nahaja več točk),
- ene ali dveh referenčnih točk GNSS na stebru,
- treh referenčnih reperjev za nivelmansko in gravimetrično izmero ob vznožju stebra,
- treh ali štirih točk zavarovalne terestrične in nivelmanske mreže,
- referenčne točke za mareografska opazovanja – le točka na lokaciji Koper.

Na sliki 2 so fotografije posameznih točk 0. reda. Primer konfiguracije točke 0. reda z dvema referenčnima točkama GNSS je prikazan na sliki 3 (točka na lokaciji Šentvid pri Stični).



Areh (16. 11. 2017)



Kog (16. 11. 2017)



Koper (11. 10. 2017)



Korada (3. 11. 2017)

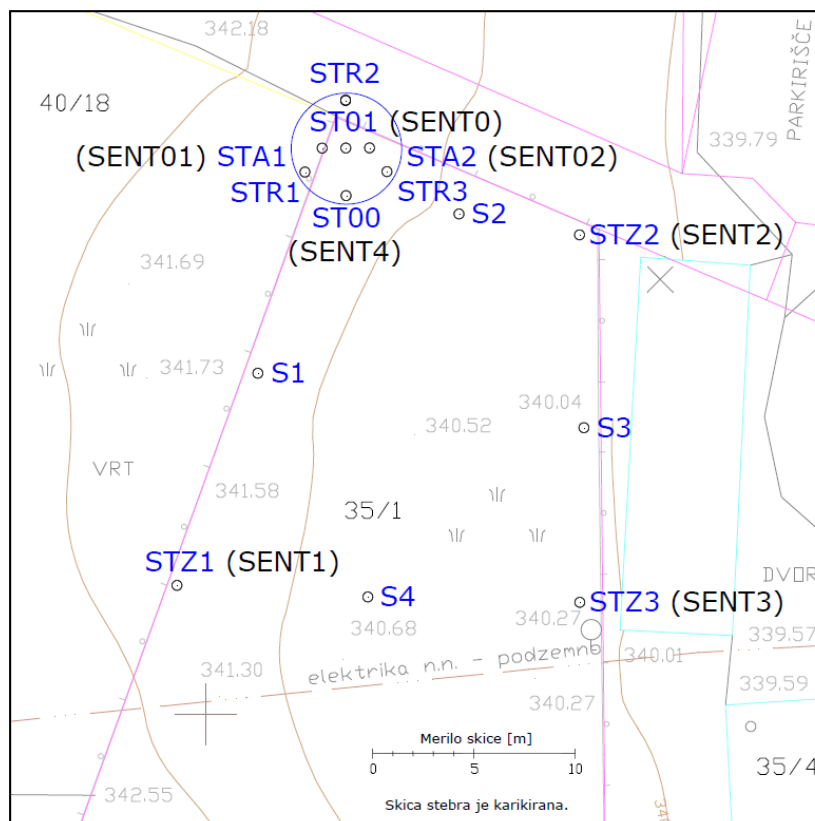


Prilozje (3. 11. 2017)



Šentvid pri Stični (29. 9. 2017)

Slika 2: Fotografije točk kombinirane geodetske mreže 0. reda (foto: Niko Fabiani)



Slika 3: Točka mreže 0. reda na lokaciji Šentvid pri Stični. ST00 – matična referenčna točka; ST01 – referenčna točka v osi stebra; STA1 in STA2 – referenčni točki GNSS; STR1, STR2 in STR3 – referenčni reperji; STZ1, STZ2 in STZ3 – točke zavarovalne mikromreže (Stopar in sod., 2016)

V okviru vzpostavitve mreže 0. reda so se poleg vseh pripravljanih in gradbenih del izvedle tudi številne geodetske meritve:

- izmera terestričnih mikromrež posameznih točk 0. reda,
- izmera mikromrež GNSS posameznih točk 0. reda,
- izmera nivelmanskih mikromrež posameznih točk 0. reda.

Z namenom analize stabilnosti točk 0. reda so bile vse naštetje izmere opravljene dvakrat. Poleg že naštetih izmer je bila na točkah 0. reda opravljena tudi nivelmanska izmera z namenom navezave točk 0. reda na državno nivelmansko mrežo in gravimetrična izmera z namenom navezave točk 0. reda na državno gravimetrično mrežo (Stopar in sod., 2014c). Leta 2016 pa so bile tiste referenčne točke GNSS, na katerih so že delovale postaje GNSS (ARA2, KDA2, KGA1, KOPE, PZA1, PZA2, STA1, STA2), vključene v GNSS-kampanjo *EUREF Slovenija 2016* (Medved, 2016).

### **Omrežje stalno delujočih postaj kombinirane geodetske mreže 0. reda**

Omrežje stalno delujočih postaj GNSS kombinirane geodetske mreže 0. reda (v nadaljevanju omrežje GNSS 0. reda) je sestavljeno iz desetih stalno delujočih postaj GNSS – na lokacijah Areh, Kog, Prilozje in Šentvid pri Stični so vzpostavljene t. i. dvojne GNSS-točke, kar pomeni, da sta na stebru posamezne točke 0. reda stabilizirani dve referenčni točki GNSS. Dvojne GNSS-točke naj bi zagotavljale podatke najvišje kakovosti skozi daljše časovno obdobje (Medved in sod., 2017). Vse na novo zgrajene točke 0. reda

(tj. vse točke, razen točka na lokaciji Koper) so opremljene s senzorjem nagiba, s katerim se kontinuirano spremlja nagib oziroma stabilnost betonske plošče, na kateri so stabilizirane posamezne referenčne točke mreže 0. reda. Štiri točke 0. reda (na lokacijah Areh, Korada, Prilozje in Šentvid pri Stični) so opremljene tudi z meteorološko postajo. Senzorji nagiba in meteorološke postaje so povezani z eno izmed stalno delujočih postaj GNSS na posamezni točki 0. reda in delujejo v sklopu omrežja GNSS 0. reda. Vse stalno delujoče postaje GNSS so opremljene z namenskimi antenami in sprejemniki, ki zagotavljajo opazovanja GNSS najvišje kakovosti. Oprema, nameščena na posamezni postaji GNSS, je podana v preglednici 2.

**Preglednica 2: Oprema stalno delujočih postaj GNSS na posameznih točkah mreže 0. reda**

Lokacija točke 0. reda	Ime referenčne točke GNSS	Sprejemnik GNSS	Antena GNSS	Senzor nagiba	Meteorološka postaja	Datum namestitve postaje GNSS
Areh	ARA1	Leica GR30	Leica AR20	/	/	22. 11. 2017
	ARA2	Leica GR25	Leica AR20	Leica Nivel 210	Vaisala WXT520	16. 11. 2015
Korada	KDA1	Leica GR30	Leica AR20	/	/	28. 11. 2017
	KDA2	Leica GR25	Leica AR20	Leica Nivel 210	Vaisala WXT520	2. 1. 2016
Kog	KGA1	Leica GR25	Leica AR20	Leica Nivel 210	/	30. 6. 2015
Koper	KOPE	Leica GR25	Leica AR20	/	/	12. 12. 2005 <sup>2</sup>
Prilozje	PZA1	Leica GR25	Leica AR20	Leica Nivel 210	Vaisala WXT520	5. 6. 2015
	PZA2	Leica GRX1200 PRO	Leica AR20	/	/	5. 6. 2015
Šentvid pri Stični	STA1	Leica GRX1200 PRO	Leica AR20	/	/	9. 11. 2015
	STA2	Leica GR25	Leica AR20	Leica Nivel 210	Vaisala WXT520	9. 11. 2015

Omrežje postaj GNSS je stalno delujoča komponenta kombinirane geodetske mreže 0. reda. Posamezne postaje GNSS delujejo neprestano od njihove vzpostavitve dalje. Omrežje je operativno od 1. 1. 2016 (Medved in sod., 2017), popolno opremljeno pa je od konca novembra 2017, ko sta bili opremljeni še zadnji dve postaji GNSS (ARA1 in KDA1). Podatki s stalno delujočih postaj GNSS se shranjujejo v arhivu omrežja GNSS 0. reda v formatu RINEX. Arhiv vsebuje sledeče podatke za posamezne postaje GNSS:

- dnevne datoteke z intervalom registracije 30 sekund z opazovanji GPS in GLONASS<sup>3</sup> v stisnjeni različici formata RINEX 2.11 (*Hatanaka-compressed*),
- dnevne datoteke z intervalom registracije 30 sekund z opazovanji GPS in GLONASS<sup>3</sup> v stisnjeni različici formata RINEX 3.02 (*Hatanaka-compressed*),
- dnevne datoteke z intervalom registracije 30 sekund z opazovanji meteorološke postaje<sup>4</sup> (zračni tlak, temperatura, relativna vlažnost, smer in moč vetra, količina padavin ter indikator toče) v formatu RINEX 2.11,
- dnevne datoteke z intervalom registracije 30 sekund z opazovanji senzorja nagiba<sup>5</sup> (velikost nagiba v smeri dveh med seboj pravokotnih osi, ene usmerjene približno proti severu, druge približno proti vzhodu, in temperatura senzorja nagiba) v formatu RINEX 2.20.

<sup>2</sup> Postaja KOPE je obstoječa postaja omrežja SIGNAL. V omrežje GNSS 0. reda je bila vključna 2. 1. 2016.

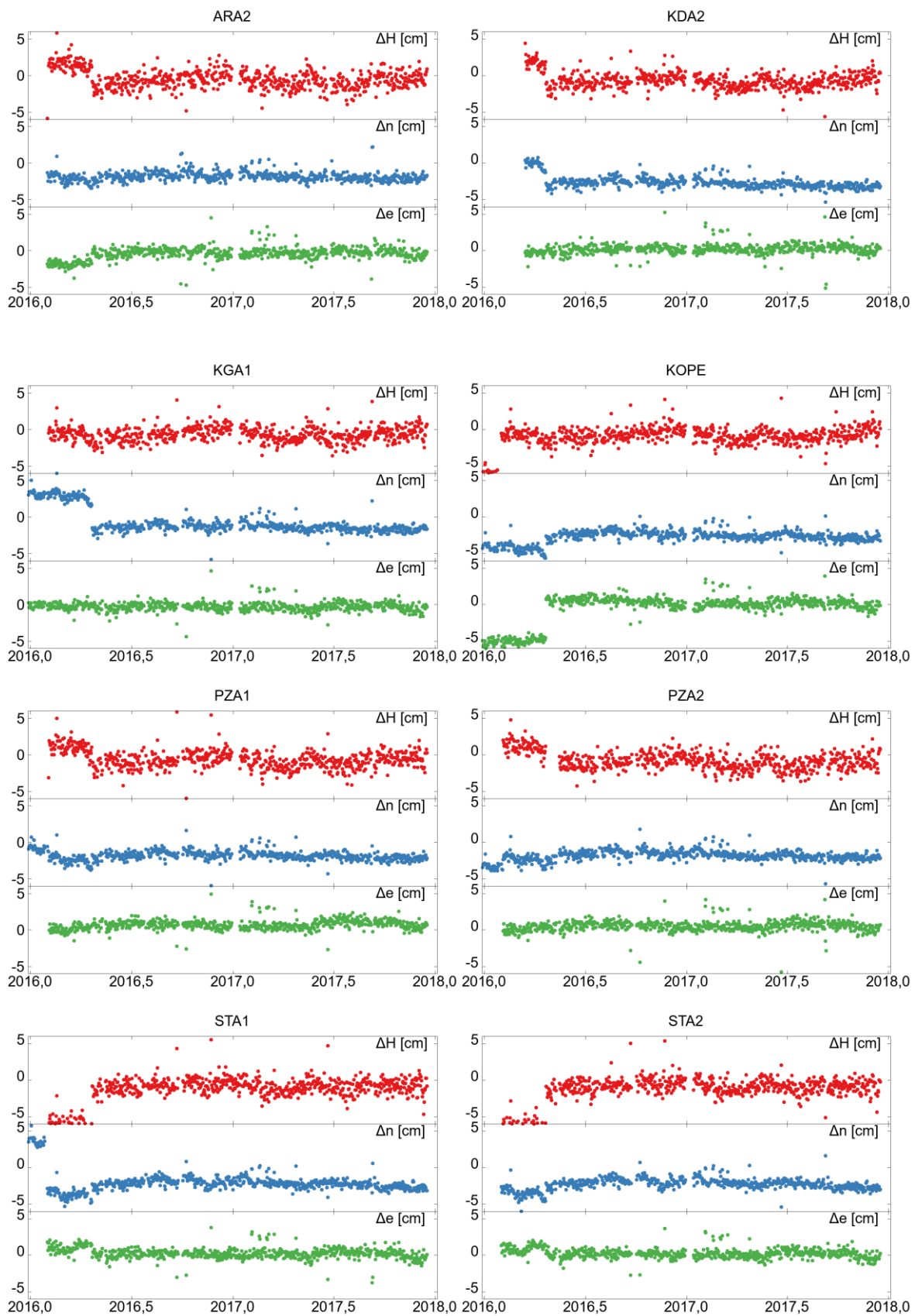
<sup>3</sup> Ne velja za postaji PZA2 in STA1, kjer je nameščen sprejemnik GRX1200 PRO, ki sprejema le signal GPS.

<sup>4</sup> Na voljo za tiste postaje, ki imajo nameščeno meteorološko postajo (glej preglednico 2).

<sup>5</sup> Na voljo za tiste postaje, ki imajo nameščen senzor nagiba (glej preglednico 2).

Za upravljanje omrežja GNSS 0. reda se uporablja programski paket *Alberding GNSS Status Software*, ki zagotavlja tudi številne osnovne indikatorje kakovosti delovanja omrežja: dosegljivost postaje, število vidnih satelitov, število izvedenih opazovanj v enem dnevu, razmerje med številom izvedenih in vseh možnih opazovanj v enem dnevu, vrednosti faktorjev HDOP, VDOP in PDOP, razmerje  $C/N_0$ , število izpadov signala, indikatorji večpotja in letence (zakasnitve) podatkov. Za vse našete indikatorje so nastavljene mejne vrednosti. V primeru, da je določena mejna vrednost presežena, se sproži alarm, ki skrbnika omrežja obvesti (preko SMS sporočila ali elektronske pošte) o težavi na omrežju. Kakovost opazovanj GNSS in stabilnost točk omrežja se preverja tudi s posebnim modulom programskega paketa *Alberding GNSS Status Software*, imenovana *PPP Monitoring*. Modul *PPP Monitoring* izvaja dnevne izračune koordinat vseh referenčnih točk GNSS po metodi PPP (*angl.* Precise Point Positioning) in jih primerja z referenčnimi koordinatami. V primeru prevelikega odstopanja se sproži alarm, ki obvesti skrbnika omrežja o težavi. Tako za vse našete indikatorje kakovosti delovanja omrežja, kot tudi za odstopanja dnevnih preračunov koordinat od referenčnih vrednosti je za vsako postajo na voljo celotna zgodovina od pričetka njenega delovanja. Najkakovostnejšo kontrolo kakovosti delovanja omrežja in stabilnosti točk pa izvaja analitični center mreže 0. reda, ki deluje na Katedri za matematično in fizikalno geodezijo ter navigacijo (KMFGN) UL FGG. V okviru te kontrole kakovosti se izračunavajo dnevne rešitve koordinat referenčnih točk GNSS s programskim paketom *Bernese GNSS Software, Version 5.2* in programskim paketom *gPPP*, ki ga je razvila KMFGN (Stopar in sod., 2016). Na podlagi dnevnih rešitev se nato analizira kakovost delovanja omrežja in stabilnost posameznih točk 0. reda.

Analiza odstopanj dnevnih preračunov koordinat, dobljenih z modulom *PPP Monitoring*, od referenčnih koordinat pokaže, da omrežje GNSS 0. reda deluje kakovostno in da so posamezne točke omrežja stabilne. Časovna vrsta odstopanj dnevnih preračunov koordinat od referenčnih vrednosti je za osem od desetih postaj prikazana na sliki 4. Odstopanja niso prikazana za postaji ARA1 in KDA1, saj sta ti dve postaji začeli delovati šele pred kratkim (preglednica 2). Zaradi spreminjanja referenčnih vrednosti koordinat v prvi polovici leta 2016 so v tem obdobju opazni večji skoki v časovnih vrstah odstopanj koordinat nekaterih postaj. Omrežje GNSS 0. reda deluje kakovostno, vendar ne povsem brez težav. Težave v delovanju omrežja povzročajo predvsem dejavniki, na katere nimamo neposrednega vpliva, npr. odpoved opreme zaradi udarov strele, izpadi električne energije zaradi neurij, težave, povezane s telekomunikacijsko infrastrukturo.



Slika 4: Odstopanja dnevnih preračunov koordinat posameznih postaj omrežja GNSS  
0. reda



## Zaključek

Izgradnja in vzpostavitev kombinirane geodetske mreže 0. reda je bila dolgotrajen, organizacijsko, predvsem pa strokovno zahteven in obsežen projekt. Rezultat projekta je šest geodetskih točk 0. reda, ki omogočajo izvajanje najkakovostnejših geodetskih opazovanj in sestavljajo najpomembnejšo državno geodetsko mrežo. Z vzpostavitvijo kombinirane geodetske mreže 0. reda je bil storjen prvi korak k vzpostavitvi novega, visokokakovostnega geodetskega referenčnega sistema. Kombinirana geodetska mreža 0. reda bo v prihodnosti predstavljala osnovo za realizacije referenčnih koordinatnih sistemov in spremljanje njihove kakovosti skozi daljše časovno obdobje. Prav tako bo kombinirana geodetska mreža 0. reda osnova za morebitno povezovanje z različnimi mednarodnimi mrežami.

Omrežje GNSS 0. reda je poleg mareografske postaje edini stalno delujoči del kombinirane geodetske mreže 0. reda. Stalno delujoče postaje GNSS zagotavljajo nepretrgan niz opazovanj GNSS na pripadajočih referenčnih točkah GNSS 0. reda. Kot prvi sta 5. 6. 2015 začeli delovati postaji GNSS na točki 0. reda v Prilozju (PZA1 in PZA2), od 2. 1. 2016 na vsaki točki 0. reda deluje vsaj ena postaja GNSS (tj. skupaj osem postaj GNSS). Od 28. 11. 2017, ko je bila opremljena še zadnja postaja GNSS (tj. KDA1) pa je na voljo popoln arhiv datotek RINEX za vseh deset postaj. Za konec velja omeniti, da podatki arhiva RINEX niso uporabni le na področju geodezije, temveč tudi na področju meteorologije, seizmologije, geodinamike in drugih znanstvenih področjih.

## Literatura

- Berk, S., Bajec, K., Fajdiga, D., Bitenc, M., Hari, J., Klanjšček, M., Triglav Čekada, M., Žagar, T., Radovan, D., Ambrožič, T., Koler, B., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Savšek, S., Sterle, O., Stopar, B. (2012a). Zasnova temeljne večnamenske državne geoinformacijske infrastrukture. Končno poročilo. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, 149 str.
- Berk, S., Bajec, K., Fajdiga, D., Radovan, D., Komadina, Ž., Medved, K., Ambrožič, T., Koler, B., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Savšek, S., Sterle, O., Stopar, B. (2012b). Idejni projekt za kombinirano geodetsko mrežo ničtega reda. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2011. Zbornik predavanj. Ljubljana, str. 37–44.
- Medved, K. (2016). GNSS-kampanja "EUREF Slovenija 2016". Geodetski vestnik, 60(4), 752–758.
- Medved, K., Berk, S., Fabiani, N., Koler, B., Komadina, Ž., Kuhar, M., Oven, K., Pavlovčič Prešeren, P., Režek, J., Sterle, O., Stopar, B. (2017). National Report of Slovenia to the EUREF 2017 Symposium in Wrocław. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for Europe (EUREF). Wrocław, 4 str.
- Režek, J. (2015). Odprtje prve državne geodetske točke 0. reda – Prilozje. Geodetski vestnik, 59(3), 634–636.
- Sterle, O. (2015). Časovno odvisne geodetske mreže in koordinatni sistemi. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 196 str.
- Sterle, O., Stopar, B. (2016). Stanje horizontalne komponente državnega koordinatnega sistema D96. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2015. Zbornik del. Ljubljana, str. 123–133.
- Stopar, B., Koler, B., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Štebe, G., Urbančič, T., Oven, K., Janežič, M., Bajec, K., Bric, V., Berk, S. (2013). Izdelava projektne dokumentacije za točke kombinirane mreže 0. reda. Projekt 2433-13-0003. Elaborat: 1. faza, 2. faza. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, 166 str.
- Stopar, B., Koler, B., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Štebe, G., Urbančič, T., Oven, K., Janežič, M., Bajec, K., Bric, V., Berk, S. (2014a). Izdelava projektne dokumentacije za točke kombinirane geodetske mreže 0. reda. Projekt 2433-13-0003. Elaborat: 3. faza: točke Areh, Koper in Korada. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, 43 str.

- Stopar, B., Koler, B., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Štebe, G., Urbančič, T., Oven, K., Janežič, M., Bajec, K., Bric, V., Berk, S. (2014b). Izdelava projektne dokumentacije za točke kombinirane mreže 0. reda. Projekt 2433-13-0003. Elaborat: 3. faza: točka Šentvid pri Stični. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, 46 str.
- Stopar, B., Koler, B., Kogoj, D., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Kregar, K., Štebe, G., Urbančič, T., Goršič, J., Mencin, A., Berk, S., Bajec, K., Mesner, N., Fabiani, N., Caserman, M., Bric, V., Triglav Čekada, M., Karničnik, I., Janežič, M., Oven, K. (2014c). Razvoj geodetskega referenčnega sistema 2014. Projekt št. 2433-13-0003. Zaključni elaborat. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, 295 str.
- Stopar, B., Koler, B., Kogoj, D., Ambrožič, T., Pavlovčič Prešeren, P., Kuhar, M., Sterle, O., Kregar, K., Štebe, G., Urbančič, T., Goršič, J., Mencin, A., Berk, S., Fabiani, N., Mesner, N., Caserman, M., Bric, V., Triglav Čekada, M., Karničnik, I., Janežič, M., Oven, K. (2016). Implementacija kombinirane geodetske mreže in višinske komponente ESRS v državni geodetski referenčni sistem. Projekt št. 2433-13-0003. Končno poročilo: sklop 1. Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, 216 str.
- Stopar, B., Režek, J., Komadina, Ž., Medved, K., Berk, S., Bajec, K., Oven, K., Koler, B., Urbančič, T., Kuhar, M., Pavlovčič Prešeren, P., Sterle, O. (2015). Aktivnosti pri vzpostavitvi sodobnega geodetskega referenčnega sistema v Sloveniji. Zbornik posveta 43. geodetskega dne. Sežana, str. 37–56.