

GS-REF1 - PERMANENTNO DELUJOČA GPS POSTAJA

Andrej Bilc *
Gregor Bilban **

1. NAMEN IN CILJI

V situaciji, ko Slovenija nima državne mreže referenčnih GPS postaj, je predstavljala postavitve stalno delujoče GPS postaje za obe podjetji, ki sta pri tem združili moči - Geoservis in 2B - strokovni izziv in poslovno tveganje. Geoservis je že dlje časa vlagal v GPS opremo, ki jo je posojal zainteresiranim uporabnikom, med drugim tudi s ciljem, da preseže pomisleke o uporabnosti GPS meritev v slovenskem prostoru. V teh prizadevanjih predstavlja permanentno delujoča referenčna GPS postaja naslednji korak k uporabnosti teh meritev. GPS meritve so ena od ključnih dejavnosti podjetja 2B GEOINFORMATIKA, ZASTOPANJE IN STORITVE, ki ga je ustanovil Andrej Bilc po odhodu z Geodetskega zavoda Slovenije. Povezava z dr. Stoparjem s FGG in vsaj minimalna vključenost v raziskave na tem področju omogočata delo na novih področjih, kjer je cilj obvladovanje operativnih nalog z uporabo GPS. S prvo permanentno GPS postajo smo pridobili mnogo potrebnega znanja, preizkusili nekatere rešitve, ki se ponujajo na trgu in predvsem odprli uporabne možnosti drugačnega dela, ki jih vsakdo lahko preizkusi.

Permanentno delujoča GPS postaja nadomešča lastno referenčno postajo pri geodetskih GPS meritvah, uporabna pa je tudi kot referenčna postaja pri manj natančnih GPS meritvah za potrebe GIS in kartografije. V tem je njena velika ekonomska vrednost, saj tudi za najnatančnejše meritve zmanjšuje obseg potrebnih vlaganj v opremo in obenem zmanjšuje obseg nujnih terenskih del, predvsem pri povezavi ETS'89 in državnega koordinatnega sistema. Geodeti jo lahko uporabijo za cenejše izvajanje GPS meritev na terenu, pa tudi za delo v takoimenovanem »real time« načinu, ki daje položaj z natančnostjo, ki ustreza klasičnim geodetskim meritvam in je uporaben predvsem pri nalogah, ki zahtevajo rešitev med meritvijo na terenu - pri zakoličevanju, prenosu posestnih meja na teren, osnovah za odločanje ... Podatki permanentne GPS postaje so uporabni tudi za georeferenciranje letalskih posnetkov, seveda če je GPS sestavni del navigacijske opreme in je način dela primeren za naknadno obdelavo podatkov.

Želeli bi, da je GS-REF1 prva v mreži referenčnih postaj, ki bi omogočile sodobno delo geodetov širom po Sloveniji.

* 2B d.o.o., Ljubljana
** Geoservis d.o.o., Ljubljana

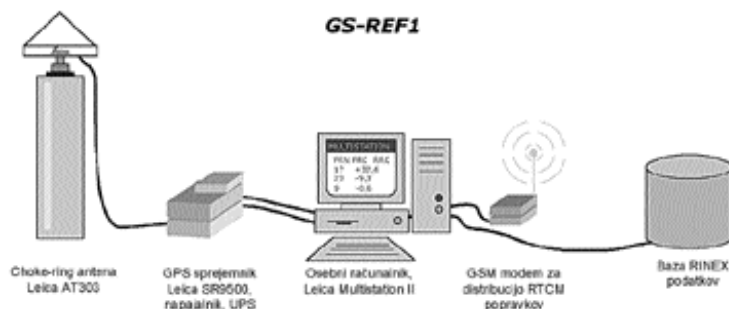
Slika1: Nosilec z GPS anteno na strehi stavbe na Litijski 45 v Ljubljani



2. POSTAVITEV IN LASTNOSTI

GS-REF1 je postavljena na strehi poslovne stavbe na Litijski cesti 45 v Ljubljani, kjer ima poslovne prostore tudi podjetje Geoservis. Menimo, da smo v gradbenem pogledu izbrali ustrezno lokacijo. Montaža antene je profesionalno izvedena in zagotavlja dovolj dobro stabilnost in varnost delovanja.

Slika2: Shematski prikaz glavnih komponent permanentne postaje



Permanentno delujočo referenčno postajo sestavljajo: Leica AT303 antena¹ (choke-ring + radome), Leica SR9500 (12 L1 + 12 L2 kanalni sprejemnik) in Leica Multistation II 3.11 (PC programska oprema).

Referenčna postaja GS-REF1 je opremljena z Leicino choke-ring anteno AT303. Anteno odlikuje odličen sprejem signala, koncentrični obroči okrog antenskega elementa pa zmanjšujejo vpliv odbojev, ki so največji vir napak pri merjenju z GPS.

Slika 3: Antena AT303
- detajl

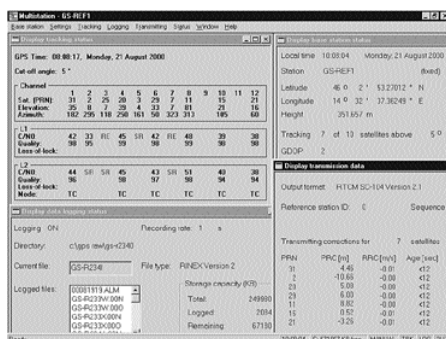


¹ *Podatke o faznih centrih antene dobite na naslovu US DC, National Geodetic Survey: Antenna Calibration, lahko pa uporabite Bernese kalibracijsko datoteko, ki jo uvozite v vaš programski paket za obdelavo.

Sprejemnik je 12-kanalni dvofrekvenčni Leica SR9500. Z anteno je povezan s kablom, ki omogoča paralelno priključitev drugega sprejemnika, kar predstavlja del priprave za kasnejšo nadgradnjo, pri kateri se z vključitvijo paralelnega sprejemnika močno poveča zanesljivost dela, kar je eden osnovnih pogojev za permanentne GPS postaje. Napajanje je izvedeno preko adapterja za omrežno napetost 220V in UPS naprave, kar daje postaji ustrezno avtonomijo in zagotavlja neodvisnost od morebitnih krajših motenj v javnem omrežju za oskrbo z električno energijo. Sistem je podprt z Leicino programsko opremo Multistation II 3.11, ki deluje na operacijskem sistemu Windows NT4. Programska oprema omogoča popoln nadzor in upravljanje s sprejemnikom, prikazuje stanje sprejemnika, stanje GPS satelitov, omogoča shranjevanje neobdelanih GPS podatkov za kasnejšo obdelavo v RINEX2 ali System-200 zapisu ter oddajanje RTK ali RTCM popravkov za merjenje z GPS v realnem času. Za distribucijo RTCM podatkov za DGPS uporabljamo GSM modem Siemens M1.

Pri statičnih meritvah lahko pričakujemo, da bodo vektorji do dolžine 20 km izmerjeni z natančnostjo $\pm (5\text{mm} + 1\text{ppm})$. Natančnost dela v RT načinu je odvisna od oddaljenosti uporabnikovega sprejemnika od referenčne postaje in od načina dela uporabnikovega sprejemnika. Seveda je natančnost odvisna tudi od trenutne postavitve GPS satelitov. Ob ugodnih pogojih za delo z GPS lahko pričakujemo naslednje natančnosti:

- Pri delu z geodetskimi sprejemniki s kodnimi in faznimi meritvami bo dosegljiva natančnost boljša od $\pm 0,05$ m na razdaljah do 10 km.
- Pri delu s sprejemniki, ki uporabljajo le kodo, bo položaj določen z natančnostjo ± 1 m do ± 3 m pri oddaljenostih do 70 km.



Slika 3: Leica Multistation II (ekranska slika med delom)

Z GPS meritvami iz mreže državnih geodetskih točk, katerih ETRS'89 koordinate so bile določene v GPS kampanjah 1994 in 1995, smo dobili ETRS'89 koordinate z elipsoidno višino. Ortometrična višina je določena z meritvijo od štirih bližnjih višinskih točk mestne nivelmanske mreže. Obdelava podatkov še ni zaključena, spodaj so predstavljeni trenutni rezultati teh meritev. Pričakujemo, da bo dokončni rezultat izboljšal natančnost tu predstavljenih koordinat, katerih natančnost (2s) je ocenjena na ± 7 mm za ETRS'89 in ± 10 cm za D48 koordinatni sistem.

Izravnava je narejena s programom MOVE3 Version 2.2L, ki je sestavni del programskega paketa Leica SKI Pro. Rezultati izravnave GPS meritev (v skrajšani obliki):

3D constrained network on WGS'84 ellipsoid	
STATIONS	
Number of (partly) known stations	4
Number of unknown stations	6
Total	10
OBSERVATIONS	
GPS coordinate differences	81 (27 baselines)
Known coordinates	12
GPS transformation parameters	0
Total	93
UNKNOWNNS	
Coordinates	30
Total	30
Degrees of freedom	63
ADJUSTMENT	
Number of iterations	1
Max coord correction in last iteration	0.0000 m

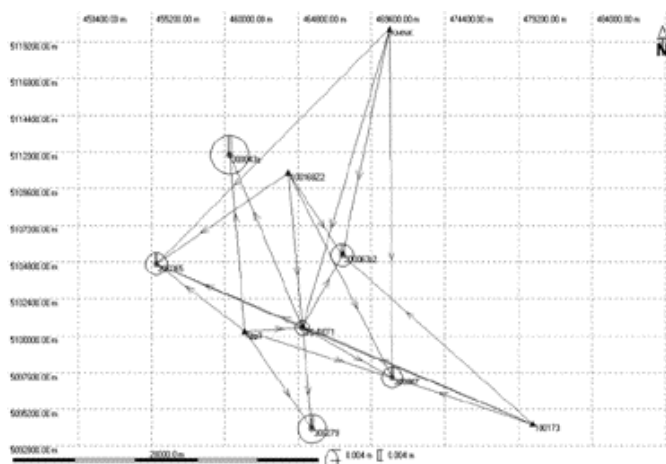
COORDINATES (CONSTRAINED NETWORK)

Station	Coordinate	Corr	Sd
100168Z2	Latitude	46 08 20.46491 N*	0.0000 fixed m
	Longitude	14 31 52.71596 E*	0.0000 fixed m
	Height	545.7623*	0.0000 fixed m
100173	Latitude	45 59 31.03634 N*	0.0000 fixed m
	Longitude	14 44 19.89637 E*	0.0000 fixed m
	Height	800.3140*	0.0000 fixed m
200365	Latitude	46 05 05.48156 N	-0.0007 0.0043 m
	Longitude	14 25 13.18926 E	-0.0015 0.0043 m
	Height	635.1055	-0.0004 0.0043 m
300043z	Latitude	46 08 57.97926 N	0.0002 0.0074 m
	Longitude	14 28 54.08772 E	-0.0002 0.0074 m
	Height	377.8362	-0.0003 0.0074 m
300063z2	Latitude	46 05 26.32192 N	-0.0023 0.0043 m
	Longitude	14 34 39.30500 E	0.0015 0.0043 m
	Height	331.5922	0.0032 0.0043 m
300279	Latitude	45 59 19.37237 N	0.0002 0.0055 m
	Longitude	14 33 09.34667 E	-0.0001 0.0055 m
	Height	373.9464	-0.0005 0.0055 m
300907	Latitude	46 01 08.73513 N	0.0013 0.0040 m
	Longitude	14 37 11.41495 E	0.0000 0.0040 m
	Height	347.5512	0.0004 0.0040 m

GS-REF1	Latitude	46 02 53.27004 N	0.0003	0.0027 m
	Longitude	14 32 37.36262 E	-0.0002	0.0027 m
	Height	351.6585	-0.001	0.0027 m
KMNK	Latitude	46 13 26.54772 N*	0.0000	fixed m
	Longitude	14 36 58.28854 E*	0.0000	fixed m
	Height	623.7302*	0.0000	fixed m
fgg3	Latitude	46 02 44.90692 N*	0.0000	fixed m
	Longitude	14 29 43.41021 E*	0.0000	fixed m
	Height	367.5237*	0.0000	fixed m

ETRS '89 koordinate referenčne točke:

Lat = 46° 02' 53.27004" N, Lon = 14° 32' 37.36262" E, h = 351.6585 m



Slika 4: Skica mreže GPS meritev za določitev ETRS'89 koordinat in navezavo na državni koordinatni sistem.

223

3. POVEZAVA Z DRŽAVNIM KOORDINATNIM SISTEMOM

Vse meritve z GPS izračunavamo v ETRS'89 koordinatnem sistemu, ki je v Sloveniji materializiran s 34 točkami, katerih koordinate so bile določene v GPS kampanjah v letih 1994 in 1995. Z GPS meritvami s teh točk so določene ETRS'89 koordinate novih in novih točk, ki predstavljajo povezavo med starim državnim koordinatnim sistemom (D48) in ETRS'89. Ker pričakujemo, da bodo GPS meritve, vezane na GS-REF1, potekale predvsem na širšem območju mesta Ljubljane, smo v meritev vključili 6 točk prvega, drugega in tretjega reda, ki so razporejene okrog Ljubljane ter točko FGG3, ki je v centru. Rezultati in analiza transformacije so podani spodaj v drobnem tisku.

Classical 3D Transformation Report

System A CORS GS-1 (8 v20) System B CORS-GS1
Ellipsoid: WGS 1984 Ellipsoid: Bessel 1841
System: WGS84 System: -
Height mode: Orthometric

Transformation parameters
Number of common points: 5
Transformation model: Bursa Wolf
Rotation origin:

X0 0.0000 m
Y0 0.0000 m
Z0 0.0000 m

No.	Parameter:	Value	r.m.s.	Unit
1	Shift dX	-455.0333	32.5633	m
2	Shift dY	-69.1540	26.5523	m
3	Shift dZ	-474.8066	29.5200	m
4	Rotation about X	2.94283	0.74691	"
5	Rotation about Y	4.10600	1.23684	"
6	Rotation about Z	-10.85005	0.82443	"
7	Scale	-14.5332	3.2456	ppm

Sigma a priori: 1.0000
Sigma a posteriori: 0.0499

Residuals m

Grid:

System A	System B	dE	dN	dH
200365	200365	0.0458	-0.0017	0.0200
300063z2	300063z2	-0.0377	0.0972	-0.0071
300279	300279	0.0134	-0.0242	0.0000
300907	300907	-0.0353	-0.0509	0.0183
fgg3	fgg3	0.0138	-0.0203	-0.0312

Natančnost transformacije se giblje v pričakovanem okviru. Menim, da je uporabna za vse praktične meritve, pri katerih smo se doslej navezovali na trigonometrične točke nižjih redov. Tudi drugod po Sloveniji daje transformacija v D48 za tako velika področja podobne rezultate. Večjo natančnost lahko dobimo večinoma le z oženjem območja in deloma s selekcijo točk za vklop v D48.

Na tem področju planiramo še dve nalogi:

- razširitev območja, ki ga določajo točke za navezavo na D48, saj je za doseganje geodetske natančnosti interesantno območje v polmeru 20 km okrog postaje in
- vključitev nekaj trigonometričnih točk četrtega reda in navezovalnih točk, s katerimi bi preverili uporabnost te transformacije na lokalnem nivoju.



Slika 5: Pregledna karta z vrisanim krogom približno 20 km in 70 km okrog GS-RS1

4. PERSPEKTIVE

Idej, kako izboljšati in nadgraditi doseženo, nam ne manjka. Predvsem si želimo pridobiti državno podporo pri razvoju mreže permanentnih postaj, ob tem pa razmišljamo tudi o povezovanju s sosedi. Nekaj korakov v tej smeri smo že naredili, več pa bom napisal, ko se bodo načrti tudi uresničevali.

Med nalogami, ki jim dajemo najvišjo prioriteto, je povezava z eno od radiodifuznih organizacij in distribucija RTCM podatkov preko mreže radijskih oddajnikov, kar bi razširilo možnost uporabe GPS v »real time« načinu in povečalo uporabnost GPS pri pridobivanju podatkov v geografskih informacijskih sistemih.

Tretja in ne nepomembna naloga pa je razvoj trženja teh podatkov, kar bo osnova za uspešno delo in stalen razvoj sistema. Na tem področju računamo tako na interes uporabnikov kot na podporo zainteresiranih ministrstev.

Cilj vseh teh prizadevanj je postavitve takšnih osnov za uporabo GPS, kot jih imajo sosede, s tem pa zagotovitev dobrih izhodišč za uspešno delo marsikaterega projekta državnega pomena. Da bi se čim hitreje približali temu cilju, ste k sodelovanju vabljeni vsi, ki želite tvorno prispevati k napredku in uspehu. Vabimo vas na naše spletne strani www.geoservis.si ali www.2b-doo.si, enako zaželeno pa so tudi vse druge oblike stikov.