

transkripcija zemljepisnih imen iz latinice v nelatinske sisteme pisave, pisava imen iz jezikov, ki so brez pismenstva, toponimsko šolanje in praksa, mednarodno skupno delo.

Cilj mednarodne standardizacije zemljepisnih imen lahko kot dejavnost tudi omejimo. Cilj je določiti en sam način pisave imena vsakega zemljepisnega objekta na zemlji kot tudi imena vsakega topografskega objekta na drugih vesoljskih telesih, in sicer na podlagi nacionalne standardizacije ali na podlagi mednarodnih pogodb vključno z dosego enotnega načina transkripcije imen v različnih sistemih pisave.

Standardizacija zemljepisnih imen je koristen prispevek k razvoju družbe. Enotna uporaba standardiziranih oblik zemljepisnih imen ustvarja prihranke, preprečuje morebitne napake in nesporazume pri uporabnikih, zviša vzgojno, kulturno in družabno raven prebivalcev, izboljša informativno komunikacijo, prispeva k povečanju nacionalne predstavitve in poveča mednarodni prestiž.

Vir:

*Fifth United Nations Conference on the Standardization of Geographical Names, 1987, Montreal. Report of the Conference, 1988, New York, United Nations, 96 S.*

*Imrich Horňanský  
Slovenský úrad geodézie a kartografie, Bratislava  
(prevod: Lidija Vodopivec)*

*Prispelo za objavo: 13.3.1992*

# Nekaj vidikov uporabe GPS opazovanj

## 1. UVOD

GPS tehnika je na številnih področjih iz dneva v dan bolj prisotna in krog uporabnikov GPS tehnologije je čedalje večji. Vendar je še daleč dan, ko bomo tudi naloge v geodeziji reševali s pomočjo GPS-ja. Za uspešno uporabo GPS-ja pa je treba vzpostaviti razmere, ki jih GPS zahteva. Upamo, da se z osamosvojitvijo Slovenije odpirajo slovenskim geodetom večje možnosti za mednarodno sodelovanje. V smislu vzpostavitve pogojev za optimalno izrabo GPS-ja je posebej pomembno mednarodno sodelovanje na področju temeljnih geodetskih mrež, kjer je GPS tehnika že prevzela vodilno vlogo.

Na Katedri za geodezijo pri FAGG smo lani začeli s sodelovanjem v mednarodnih geodinamičnih GPS projektih z namenom določitve čim večjega števila GPS točk na območju Republike Slovenije. Letos s sodelovanjem nadaljujemo in upamo, da bomo imeli do konca leta v Sloveniji približno 15 GPS točk, katerih položaj bo natančno znan v WGS-84 koordinatnem sistemu. Čim večje število GPS točk, enakomerno razporejenih po ozemlju republike, je potrebno predvsem za:

- ☐ dokončno sanacijo mreže I. reda, njeno pravilno orientacijo in povezavo s sosednjimi državami
- ☐ izboljšanje določitve ploskve geoida v Sloveniji (Čolić 1992)
- ☐ navezavo bodočih lokalnih GPS mrež.

Znižanje cen GPS sprejemnikov bo verjetno prispevalo k večjemu številu uporabnikov tudi v Sloveniji. Čeprav je o GPS tehniki že precej napisanega in povedanega, ne bo odveč, če ponovimo nekatera dejstva in podamo značilnosti planiranja in izvedbe GPS opazovanj.

## 2. GPS IN KLASIČNA GEODEZIJA

V klasični geodeziji se je pri razvijanju mrež uporabljal princip „od večjega k manjšemu“. To pomeni, da so se najprej razvile mreže višjih redov, nanje so se navezovala mreže nižjih redov. S tem so se tudi razdalje med točkami v različnih redih mreže zmanjševale. Za določitev točk v mreži s pomočjo GPS-ja to ni več potrebno, saj lahko istočasno vzpostavljamo mrežo točk z razdaljami med točkami od nekaj km do nekaj sto km s skoraj enako natančnostjo. Rezultati so pokazali, da je v mrežah z razdaljami do 10 km natančnost reda 1 cm povsem običajna, in to brez upoštevanja meteoroloških razmer. To pomeni, da lahko lokalno izmero brez težav navežemo na najbližjo GPS točko, ki je lahko poljubno oddaljena.

Za merjenja v klasični geodeziji je nujna medsebojna vidnost sosednjih točk. V precejšnji meri smo odvisni tudi od vremenskih pogojev. Pri GPS tehniki medsebojna vidnost točk ni potrebna, delamo lahko v vsakem vremenu. Za izmero enakega števila točk z GPS v težko dostopnih krajih potrebujemo nekajkrat manj časa kot s klasičnimi načini. Za GPS opazovanja je predvsem pomembno, da v bližini točk ni ovir, ki bi onemogočale satelitskemu signalu dostop do antene.

*Preglednica 1: Primerjava med klasičnim geodetskim instrumentom Total station in GPS tehniko.*

| KRITERIJ                    | TOTAL STATION | GPS                  |
|-----------------------------|---------------|----------------------|
| absolutne koordinate        | ne            | da (realni čas)      |
| relativne koordinate        | da            | da                   |
| relativna natančnost        | $2.10^6$      | do $1.10^8$          |
| doseg                       | 20 km         | do 10 000 km         |
| trajanje opazovanj          | 10 s – 1 h    | 0,5 - 4 h statično   |
| za relativno določanje      |               | 1 - 10 s kinematično |
| osebje                      | 1             | 1                    |
| delo v slabem vremenu       | ne            | da                   |
| vpliv troposfere            | velik         | poprečen             |
| vpliv ionosfere             | ---           | majhen do velik      |
| medsebojna vidnost          | nujna         | ne                   |
| geometrija mreže            | pomembna      | ne                   |
| obdelava podatkov (10 točk) | 0,5 ur        | 8 ur                 |

GPS izmero je v splošnem lažje planirati in izvesti kot klasično izmero, saj GPS izmera vsebuje manj dejstev, ki jih je treba upoštevati, kar tudi pomeni, da lahko natančneje predvidimo potrebne stroške.

### 3. OPREMA ZA IZVEDBO GPS IZMERE

Za učinkovito izvedbo izmere je nujna pravilna presoja o tipu in vrsti sprejemnikov, ki jih nameravamo uporabiti. V splošnem obstajata dve skupini in dva cenovna razreda sprejemnikov: geodetsko-navigacijski in geodetski. Cena prvih se giblje od 3 000 USD naprej, drugih pa od 25 000 USD naprej. Geodetsko-navigacijski sprejemniki so uporabni za izmero, pri kateri je zahtevana natančnost položaja točke  $\pm 1$  m (dopolnitve GIS-a, planinske, gozdne poti in podobno). Smiselna je kombinacija enega geodetskega in več geodetsko-navigacijskih sprejemnikov. Nova generacija geodetsko-navigacijskih sprejemnikov ima možnost pretvorbe podatkov v neodvisni format RINEX, kar omogoča skupno obdelavo podatkov, izmerjenih z različnimi tipi sprejemnikov.

Za uporabo v geodeziji je primeren samo relativni način določanja točk, kar pomeni, da sta za določitev ene dolžine (baznega vektorja) nujno potrebna vsaj dva sprejemnika. Vlaganja v opremo se z vsakim novim sprejemnikom povečujejo, povečuje pa se tudi produktivnost pri terenskem delu (z n-sprejemniki določimo v eni seriji opazovanj n-1 med seboj neodvisnih vektorjev, ostale lahko izračunamo kot linearno kombinacijo neodvisnih vektorjev). Delo s sodobnimi sprejemniki je avtomatizirano do te mere, da za delo zadoščajo sprejemniku priložena navodila za uporabo. Posebna vlaganja v računalniško opremo niso potrebna, saj obdelavo podatkov GPS opazovanj lahko opravimo na vsakem PC računalniku. Zmogljivejši in hitrejši računalnik opravi delo samo sorazmerno hitreje. V primeru velike količine merskih podatkov je dobro imeti trde diske večje zmogljivosti. Vsak sprejemnik spremljajo tudi ustrezni programi za obdelavo merskih podatkov. Z uporabo sprejemnikom priloženih priročnikov obdelava podatkov ne bi smela predstavljati večjega problema. Analiza ter ocena kvalitete izmerjenih vrednosti je v veliki meri stvar izkušenj. Večina programov omogoča določitev izmerjenih baznih vektorjev in izravnavo izmerjenih baznih vektorjev v mreži. Rezultat so tridimenzionalne koordinate točk mreže v WGS-84 koordinatnem sistemu. Transformacija v državni G-K koordinatni sistem se lahko opravi s pomočjo Helmertove transformacije.

### 4. PLANIRANJE GPS IZMERE

Za uspešno pripravo in izvedbo GPS izmere je treba določiti nekatere parametre, ki v največji meri določajo obseg in ceno dela:

- ☐ predvideno število točk
- ☐ razgibanost terena in dostopnost točk
- ☐ število razpoložljivih sprejemnikov, ljudi in vozil
- ☐ število meritev, kar zagotavlja kvaliteto izmere (nadštevilnost) in predvideno natančnost mreže
- ☐ število opazovanj, ki jih lahko opravimo v planiranih terminih
- ☐ izbor ustrezne metode merjenja (statična, kinematična ali psevdokinematična), kar neposredno vpliva na natančnost in dolžino trajanja meritev.

Zaradi zahtev o natančnosti pride v poštev samo uporaba relativne metode merjenja – določanje relativnega položaja dveh točk, pri čemer je zaželeno, da je položaj ene točke znan, položaj druge točke pa bo določen relativno na dano točko. Našteta dejstva so osnova in izhodišča vsake GPS izmere. Nalogo želimo opraviti v čim krajšem času s čim manjšimi stroški. Zato imata skrbno planiranje termina opazovanj

ter transport na delovišče in po samem delovišču (logistika) za kvalitetno in hitro izvedbo meritev zelo velik pomen. Pri velikih mrežah z mnogo točkami je optimalen časovni in prostorski razpored opazovanj bistven element izmere. Dodatno težavo predstavlja tudi nepopolno število satelitov, ki zmanjšuje razpoložljivi čas opazovanj. Poleg povedanega pa tudi ni vedno lahko najti mesta za točko, ki bi ustrezala zahtevam za detajlno izmero in zahtevam GPS-ja. Zato se lahko že tako majhno število satelitov in razpoložljivi čas opazovanj še skrajša. V končni fazi, ko bo sistem popoln, bo možno postavljati točke tudi v bolj zaraščena in pozidana območja. Vsaj polovica neba pa bo morala biti vedno odprta.

Z ustreznim programom za planiranje časa opazovanj (izdelovalec sprejemnikov običajno ta program priloži sprejemniku) se lahko določi primeren čas opazovanj na posameznih točkah. Programi omogočajo ustrezno nastavitve višinskega kota in vnos ovir na točkah. Položaji ovir so podani z azimutom in višinskim kotom ovire, tako da lahko te podatke izmerimo z busolnim teodolitom, ali z busolo.

Izkušnje številnih uporabnikov v svetu kažejo na to, da je predvsem pravilna uporaba GPS tehnike lahko zelo praktična in učinkovita. Podobno kot s pojavom prvih namiznih računalnikov so tudi tukaj vlaganja v opremo in pridobitev potrebnih izkušenj pač neizogibna. In kot je uporaba računalnikov je tudi GPS tehnika v geodeziji lahko zelo koristna in učinkovita, če še ni nujna. Stiki z ljudmi kažejo veliko zanimanje geodetov za GPS tehnologijo. V primeru resničnega interesa geodetskih organizacij v Sloveniji ter Republiške geodetske uprave je smiselno razmišljati o uvedbi seminarjev o uporabi GPS-ja v praksi, če ne sedaj, pa ob nakupih GPS sprejemnikov. V Preglednicah 2 in 3 je podan pregled obeh vrst sprejemnikov, ki so na trgu in so primerni za uporabo v geodeziji.

*Preglednica 2: Geodetski sprejemniki.*

| MODEL                          | KANALOV | MAX.ŠT. ZA SLEDIOVANIH SATELITOV | SPREJEM                       | VELIKOST<br>3xvxg (cm)               | TEŽA<br>(kg) | CENA<br>(USD)    |
|--------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------|------------------|
| Ashtech M-XII                  | 12/24   | 12                               | L1-C/A<br>L2 - faza           | 10 x 21,6 x 20                       | 3,7          | 25.000           |
| Ashtech P-12                   | 36      | 12                               | L1-C/A, P1<br>L2-P2           | 10 x 21,6 x 20                       | 3,7          | 43.000           |
| Leica WILD<br>2000             | 9       | 9                                | L1-C/A<br>L2-P (brez kode)    | 20,3 x 20,3 x 11,4                   | 2,2          | 29.900           |
| Rogue SNR 8C<br>Mini           | 8       | 8                                | L1-C/A, P<br>L2-P (brez kode) | 48,3 x 17,8 x 43,2                   | 11,35        | ?                |
| Rogue SNR-8000<br>Turbo        | 8       | 8                                | L1-C/A, P<br>L2-P             | 22,9 x 5,8 x 29,2                    | 3,6          | ?                |
| Sercet<br>NR101                | 10      | 10                               | L1-C/A                        | 27,5 x 12,3 x 27,5                   | 6,3          | 12.810           |
| Sokkia<br>GSS 1                | 8       | 8                                | L1-C/A                        | 33 x 15,5 x 41                       | 7,0          | ?                |
| Trimble Geodetic<br>Surveyor I | 8/12    | vsi vidni                        | L1-C/A                        | 30,5 x 13,2 x 35,3                   | 7,3          | 25.300           |
| Trimble<br>Geodesist P         | 8       | vsi vidni                        | L1-C/A<br>L2-P (brez kode)    | 30,5 x 13,2 x 35,3                   | 7,3          | 39.300<br>49.950 |
| TerraSurv<br>2000              | 6       | 6                                | L1-C/A                        | 16 x 6 x 23<br>antena na sprejemniku | 2,1          | 18.330<br>(DEM)  |

Preglednica 3: Geodetsko-navigacijski sprejemniki.

| MODEL                               | KANA-<br>LOV | SPREJEM | VELIKOST<br>š x v x g<br>(cm) | TEŽA<br>(kg) | POST.<br>PROC.<br>SOFTWARE | POSEBNOSTI                                                  | CENA<br>(USD)  |
|-------------------------------------|--------------|---------|-------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|
| Ashtech XII<br>Ranger               | 12           | L1-C/A  | 10 x 21,6 x 20                | 3,7          | DA                         | možnost real-time<br>differential, izhod<br>DXF, Arc format | 15.000         |
| Standard El. Lorenz<br>GLOBOS M2000 | 6            | L1-C/A  | 24,4 x 10,2 x 6,1             | 1,4          | NE                         | —                                                           | 6.500<br>DEM   |
| GESSA GPSpac                        | 5            | L1-C/A  | 12 x 4 x 9                    | 0,3          | NE                         | dela s HP 95 LX<br>izhod Lotus format                       | 1.550          |
| Konsberg Navigation<br>DS 9254      | 5            | L1-C/A  | 20 x 12 x 7                   | 2            | DA                         | —                                                           | 5.000          |
| MAGELLAN 5000<br>PRO                | 5            | L1-C/A  | 21,5 x 9 x 5                  | 0,85         | DA                         | izhod ASCII format                                          | 4.000<br>6.000 |
| Magnavox<br>MX 1000                 | 6            | L1-C/A  | 30 x 15 x 6,6                 | 1,2          | NE                         | —                                                           | 2.995          |
| Navstar<br>XR4-G                    | 2            | L1-C/A  | 28 x 15 x 8,9                 | 2,3          | NE                         | možnost real-time<br>differential                           | 2.995          |
| Rauff & Sorrensen<br>GPS-7          | 5            | L1-C/A  | 17 x 11,4 x 7,4               | 1,3          | NE                         | —                                                           | 1.499          |
| TerraNav 2000                       | 6            | L1-C/A  | 16 x 6 x 23                   | 1,1          | DA                         | možnost real-time<br>differential                           | 18.000<br>DEM  |
| TRIMBLE<br>Pathfinder               | 3            | L1-C/A  | 20,7 x 12,7 x 5,1             | 1,27         | DA                         | izhod 10 GIS<br>formatov                                    | 4.000          |

#### Viri:

Blair, B., 1989, Practical applications of GPS, Journal of surveying engineering, Vol. 115, No. 2, 218-222.

Grissim, T., 1992, GPS surveying the Golden Gate, Geodetical Info Magazine, No. 3, 65-70.

Seeber, G., 1989, Anwendungsmöglichkeiten von GPS in Geodäsie und Nachbargebieten. Erfahrungen mit dem TI4100 Navigator, VPhuKT, No. 8, 479-489.

mag. Miran Kuhar  
mag. Bojan Stopar

Prispelo za objavo: 16.6.1992

## GPS izmera navezovalne mreže ROVTE

### 1. UVOD

V oktobru leta 1991 smo na Katedri za geodezijo skupaj z Geodetskim zavodom R Slovenije (GZ RS) izmerili navezovalno mrežo Rovte z meritvami GPS. Rekognosciranje, stabilizacijo in terestrično izmero elementov za navezavo ekscentričnih stojišč na centre je izvedel GZ RS. Mreža je bila razvita za potrebe terestrične izmere, zato so bili položaji točk temu ustrezno izbrani. Kriteriji za izbiro položajev za GPS točke so nekoliko drugačni od kriterijev za terestrično mrežo, zato smo v nekaj primerih postavili ekscentrična stojišča sprejemnikov. Na Katedri za