

RTK METODA GPS-IZMERE

doc.dr. Bojan Stopar, dr. Miran Kuhar

FGG-Oddelek za geodezijo, Ljubljana

Boštjan Kavčič

Tegrad d.d., Ljubljana

Prispelo za objavo: 1997-10-14

Pripravljeno za objavo: 1997-11-18

Izvleček

RTK (Real-Time Kinematic) je metoda GPS-izmere, ki postaja pri različnih geodetskih nalogah določanja položaja vse pomembnejša. To je metoda, ki uspešno zamenjuje tahimetrično snemanje v topografski in katastrski izmeri, uporabna je tudi pri tehničnih delih v okviru inženirske geodezije. Prednost metode je predvsem pridobitev podatka o položaju in natančnosti položaja že med samo izmero, kar je glede na druge metode izmere GPS-ja izjema. Kot vse metode GPS-izmere pa ima tudi RTK pomanjkljivosti, ki jih lahko odpravimo samo s primernim kombiniranjem RTK metode izmere s terestrično izmero. V prispevku je predstavljena dejansko opravljena topografsko-katastrska izmera z RTK metodo ter primerjava njene učinkovitosti s terestrično topografsko izmero.

Ključne besede: GPS (Global Positioning System), katastrska izmera, RTK (Real Time Kinematic) metoda izmere, topografska izmera

Abstract

The RTK method of GPS measurements has become a very useful tool for different geodetic tasks in which positioning is required. This method successfully replaces tachimetric measurements in topographic and cadastral surveys; it has also proved to be useful in numerous technical works within the scope of geodetic engineering. The advantage of the RTK method is mainly in acquiring data on position and data on positional accuracy in the field, which is an advantage in comparison with other methods of GPS measurement. Like other methods of GPS measurement, the RTK method suffers from a weakness which can be avoided only by combining it with terrestrial topographic measurement. Real topographic-cadastral surveys performed with the use of the RTK method are presented and their efficiency is compared with the terrestrial topographic surveys.

Keywords: cadastral survey, GPS (Global Positioning System), RTK (Real Time Kinematic) measurements, topographic survey

1 UVOD

Uporaba NAVSTAR Global Positioning Systema (GPS) se je v geodeziji začela v začetku 80. let in se nenehno širi. Metod izmere z GPS-jem je več in omogočajo doseganje različnih natančnosti od nekaj 100 m do višjih od 1 mm. Metode, pri katerih želimo doseči centimetrsko natančnost ali višjo, zahtevajo določanje relativnega položaja na osnovi opazovanj faze nosilnega valovanja. Sprejemnik lahko meri vrednosti faze valovanja samo v območju enega vala ter beleži spremembe v razdalji med satelitom in sprejemnikom za vrednosti ene valovne dolžine, ne more pa določiti števila celih valov na razdalji med satelitom in sprejemnikom. Zato je pri obdelavi opazovanj potrebno za začetni trenutek opazovanj določiti to neznano število celih valov med vsakim od satelitov in sprejemnikom. Algoritmi za določanje teh neznank se izpopolnjujejo in od kakovosti teh algoritmov je v prvi vrsti odvisen potreben čas opazovanj oziroma potrebno število (nadštevilnih) opazovanj. Sedaj so ti algoritmi že tako uspešni, da zadostuje za t.i. inicializacijo že približno ena minuta opazovanj. Tako kratek čas opazovanj pa bistveno povečuje uporabnost in produktivnost izmere GPS-ja, kar je razlog, da postajajo metode izmere GPS-ja uporabne na številnih novih področjih.

2 METODE GPS-IZMERE

Med metodami GPS-izmere je v začetku prevladovala statična metoda izmere in je bila namenjena predvsem vzpostavljanju visokonatančnih geodetskih mrež, od globalnih, kontinentalnih do lokalnih in geodetskih mrež za potrebe inženirske geodezije. Proti koncu 80. let so se pojavile nove metode izmere, ki so omogočale doseganje centimetrske natančnosti, ob bistveno večji produktivnosti od statične metode izmere. Te metode so psevdostatična ali psevdokinematična metoda, ki je modifikacija statične metode in kinematične metode, kot sta stop-and-go metoda ter prava kinematična metoda izmere. Osnovna zahteva kinematičnih metod je neprekinjeno sprejemanje signala, oddanega z vseh satelitov ves čas izmere. Na ta način bo ostalo za začetni trenutek opazovanj določeno neznano število celih valov nespremenjeno ves čas izmere.

Ob začetkih uporabe so te metode zahtevale, za določitev neznanega začetnega števila celih valov, opazovanja na točkah z znanima položajema, kar imenujemo inicializacija na znanem vektorju. Če smo med izmero izgubili sprejem signala, je bilo treba inicializacijo na znanem vektorju ponoviti. Tak način dela je nepraktičen in glede porabe časa zelo potraten. S pojavom tehnik za hitro določitev neznanega števila celih valov, kot je npr.: metoda on-the-fly, je postala inicializacija možna brez opazovanja na znanem vektorju. V tem primeru začnemo ali po izgubi signala nadaljujemo izmero s ponovno inicializacijo, ki zahteva približno 2 minuti neprekinjenih opazovanj. Po inicializaciji nadaljujemo postopek meritev do morebitne ponovne izgube signala. Sam postopek izmere z inicializacijo on-the-fly je enak kot v primeru drugačne inicializacije. To pomeni, da je treba opazovati na vsaki točki do 10 sekund, oziroma če želimo določiti trajektorijo gibanja opazovalca, se lahko sprejemnik med samo izmero giblje. Daljši čas opazovanja in večje število opazovanih satelitov povečuje natančnost opazovanega položaja.

Kinematične metode izmere z naknadno obdelavo opazovanj zahtevajo stalno spremljanje kakovosti sprejema satelitskega signala, kajti le tako bodo pridobljeni podatki sploh zagotovili možnost izračuna položajev opazovanih točk in zagotovili njihovo ustrežno natančnost. Metoda, ki odpravlja večino težav, ki jih lahko zaznamo šele pri obdelavi opazovanj, je kinematična metoda določanja položaja v realnem času; omogoča pridobivanje podatkov o položaju in o natančnosti položaja opazovane točke že med izvajanjem opazovanj. To pa v veliki meri odpravlja možnost napak oziroma zagotavlja, da bo izmera zares opravljena, česar pa metode izmere z naknadno obdelavo podatkov ne morejo jamčiti.

3 RTK (REAL-TIME KINEMATIC) GPS-METODA IZMERE

RTK GPS-metoda izmere (RTK metoda) je zadnja v vrsti metod izmere z GPS-jem in je od vseh metod izmere najbolj prefinjena in enostavna za vsakdanjo geodetsko prakso. Za poenostavitev merskega postopka pa morajo biti podatki faznih opazovanj z referenčnega sprejemnika dostopni sprejemniku, ki izvaja izmero. To pomeni, da morata biti referenčni sprejemnik (postavljen na znano točko) in premični sprejemnik v medsebojni radijski zvezi. Tako torej potrebujemo za izvedbo opazovanj v načinu RTK na referenčni točki GPS sprejemnik, radijski sprejemnik/oddajnik, pri mobilnem sprejemniku pa GPS sprejemnik radijski oddajnik/sprejemnik in prenosni računalnik za upravljanje GPS sprejemnikov in obdelavo po radijski zvezi sprejetih opazovanj referenčnega GPS sprejemnika. Na ta način je mogoče določiti relativni položaj premičnega GPS sprejemnika glede na referenčni sprejemnik v realnem času, ker pa je za prenos podatkov in obdelavo teh potreben določen čas, pridobimo položaje novih točk v skoraj realnem času.

Pri vseh relativnih metodah izmere GPS-ja pridobivamo relativne položaje točk. Pri tem pa potrebujemo položaj referenčne točke v koordinatnem sistemu WGS-84. Večja napaka v položaju referenčnega sprejemnika lahko popolnoma onemogoči inicializacijo, manjše napake pa vodijo do napačnih relativnih položajev. V splošnem naj bi bil položaj referenčne točke določen z natančnostjo $\sigma_P = 5$ cm ali višjo. Ker potrebujemo za inicializacijo položaj referenčne točke, dan v koordinatnem sistemu WGS-84, bomo tudi relativne položaje novih točk pridobivali v tem sistemu. Za uporabo v državnem koordinatnem sistemu je torej treba izvesti ustrezno transformacijo v državni koordinatni sistem. Z računalnikom, ki nadzira delovanje RTK sistema, lahko izvajamo te transformacije v realnem času, tako da pridobivamo položaje novih točk neposredno v državnem koordinatnem sistemu.

Velika prednost RTK metode je dejstvo, da lahko pridobimo položaje posnetih točk neposredno po opravljeni inicializaciji in tudi spremljamo trenutno natančnost njihovega položaja. Da bodo položaji novih točk ustrezne kakovosti, morajo biti opazovanja opravljena v določenih pogojih, in sicer naj bi točko statično opazovali vsaj 5 sekund, pri faktorju GDOP, manjšem od 7, opazovati pa bi morali najmanj signal 5 satelitov. Na ta način naj bi pridobili položaje točk z natančnostjo $\sigma_P > 2$ cm, na oddaljenosti do 5 km od referenčne točke.

Dejstvo, da pridobimo položaje točk že med opazovanji, omogoča uporabo RTK metode tudi v inženirski geodeziji. Tako lahko z RTK metodo izvajamo praktično vsa dela v geodeziji v inženirstvu, ki jih običajno izvajamo z elektronskim

tahimetrom. Prenosni računalnik pa omogoča preračunavanje med različnimi zakoličbenimi elementi v koordinate točk. Prav tako lahko z RTK metodo nadzorujemo svoje gibanje v prostoru, si izračunavamo potrebne smeri gibanja do želenih točk... Pri tem pa je pomembno, da za celotno delo ne potrebujemo pomočnikov, delo z enim mobilnim sprejemnikom lahko opravi en sam usposobljen operater. Pri tem pa je pomembno, da lahko ena referenčna postaja pošilja popravke velikemu številu mobilnih sprejemnikov. Če pri tem upoštevamo še popolno zanesljivost metode, ob seveda izpolnjenih potrebnih pogojih inializacije in izvedbe opazovanj, je RTK metoda primerna za številna dela v geodeziji.

V preglednici 1 je predstavljena medsebojna primerljivost metod izmere z GPS-jem. Preglednica je nekoliko prirejena (Schaefers, 1996).

<i>metoda</i>	<i>inicializacija</i>	<i>izmera 1 točke</i>	<i>uporabnost</i>	<i>natančnost</i>	<i>zanesljivost</i>
fast-static	-	15 minut	nezahtevna	1-2 cm	95%
kinematična	5 minut	20 sekund	zahtevna	2 cm	80-90%
RTK	2 minuti	5 sekund	nezahtevna	2 cm	100%

Preglednica 1

V gornji preglednici predstavlja „uporabnost“ težavnost metode za terensko delo v smislu izogibanja predelov, neprimernih za GPS-opazovanja, potrebne postopke za ponovno inicializacijo in potrebno spreminjanje vnaprej predvidenega poteka izmere. Zanesljivost pa predstavlja odstotek uspešnosti izmere po opravljenem terenskem delu.

Tudi v primerjavi z elektronskim tahimetrom je RTK-metoda bistveno bolj učinkovita. Pri praktično vseh delih je, v za GPS primernih pogojih, vsaj 2,5-krat učinkovitejša od elektronskega tahimetra. Problematična je lahko le radijska zveza med sprejemnikoma, ki je izvedena v UKV območju, kar omejuje uporabo metode na območju do nekaj kilometrov. Doseg radijskega signala v UKV območju na večjih razdaljah pa je pogojen z medsebojno vidnostjo oddajnika in sprejemnika, kar pomeni, da med oddajnikom in sprejemnikom ne sme biti fizičnih ovir.

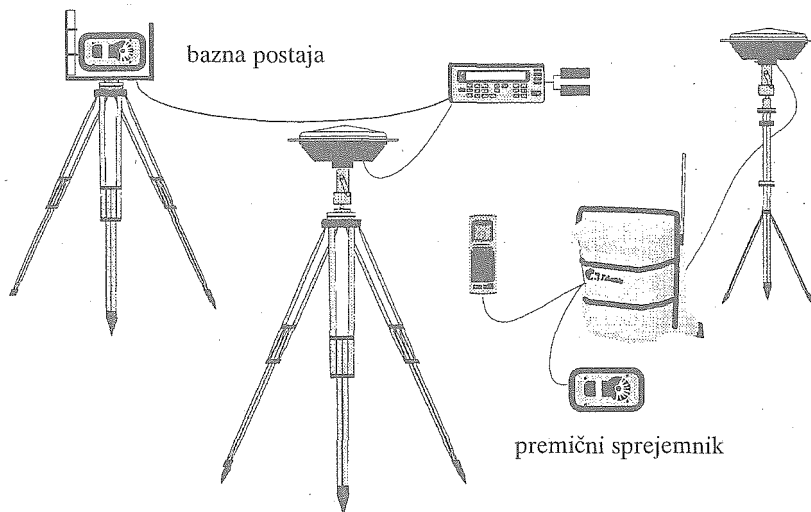
4 PRIMER PRAKTIČNE IZMERE Z RTK GPS-METODO

Pred samo izmero smo testirali natančnost RTK metode s poskusnimi izmerami, ki so bile namenjene tudi spoznavanju opreme in dela z njo. V začetku se zdi praktično delo z metodo RTK nerodno in dokaj zahtevno, z nekaj vaje pa postane lažje. Manjše število testnih opazovanj smo izvedli v idealnih pogojih in na kratkih razdaljah med referenčnim in mobilnim sprejemnikom. Rezultati so bili v mejah od proizvajalca napovedane natančnosti.

Primernost uporabe RTK metode GPS-izmere smo želeli preizkusiti v realnih pogojih, zato smo po omenjenem krajšem uvajanju v delo s to metodo izvedli praktično izmero v, za to tehnologijo, dokaj neprimernih pogojih. Za potrebe izdelave komunalnega katastra in interno dokumentacijo Telekom Slovenije smo z RTK metodo izmerili potek približno 11 km dolge trase optičnega kabla na odseku Kisovec-Trojane. Trasa je za GPS-meritve zelo zahtevna, ker je dolina ozka in precej globoka, na dnu doline je precej gozda oz. posameznih dreves, dolina je tudi precej

pozidana. Predvideli smo, da celotne trase ne bomo mogli posneti z RTK metodo izmere in neposnete dele trase posneli z elektronsko tahimetrijjo.

Opazovanja smo izvedli z dvema GPS sprejemnikoma 4000SSi, radijskim (telemetričnim) sistemom Trimtalk™ in s prenosnim računalnikom (kontrolerjem) TDC1™. Proizvajalec vse opreme je Trimble Navigation Ltd. Skica opreme je na sliki 1.



Slika 1

Ker v bližini delovišča nismo imeli enostavno dostopnih točk, določenih v koordinatnem sistemu WGS-84, smo v bližini trase določili položaj 4 poligonskim in navezovalnim točkam z navezavo teh točk na točko GPS na strehi stavbe FGG v Ljubljani. Točke so tako poleg koordinat v državnem koordinatnem sistemu pridobile tudi koordinate v koordinatnem sistemu WGS-84. Ta opazovanja so bila statična, ker nam le statična opazovanja na razdalji približno 35 km omogočajo določitev položaja s centimetrsko natančnostjo. Vektor do vsake točke smo opazovali okoli 1,5 ure.

Sama izmera detajla z metodo RTK zahteva postavitve referenčnega GPS sprejemnika na točko z določenimi koordinatami WGS-84. V bližini referenčne točke nato izvedemo inicializacijo. Izvedemo jo v realnem času, za kar potrebujemo radijsko zvezo med sprejemnikoma. Prva možnost inicializacije je postavitve tudi mobilnega sprejemnika na točko z znanimi koordinatami WGS-84; v tem primeru potrebujemo sprejem signala, oddanega s 4 satelitov in približno 20 sekund opazovanj (inicializacija na znani točki). Lahko pa postavimo mobilni sprejemnik na primerno poljubno izbrano mesto, za kar potrebujemo sprejem satelitskega signala s 5 satelitov in približno 2 minuti opazovanj (inicializacija na novi točki). Ko je inicializacija izvedena, začnemo z opazovanji detajlnih točk.

Na posamezni detajlni točki opazujemo, dokler ne dosežemo vnaprej določene natančnosti položaja novodoločene točke. Potrebno natančnost položaja smo izbrali kot $\sigma_P > 2$ cm, kar pomeni, da novodoločenega položaja ne moremo shraniti, dokler ta natančnost ni dosežena. Običajno zadostuje do 10 sekund opazovanj. Izmero nadaljujemo, dokler ne izgubimo satelitskega signala. Če izgubimo signal, je treba sistem ponovno inicializirati. Izgubo sprejema signala pa povzroči vsaka fizična ovira, ki se pojavi med anteno GPS sprejemnika in satelitom med meritvami ali med premikanjem proti novi točki. Če ugotovimo, da izmere ne bomo mogli nadaljevati, ne da bi izgubili GPS signal, si lahko pomagamo z vzpostavitvijo t.i. merskih točk GPS, ki jih izmerimo na enak način kot detajlne, le da na njih opazujemo daljši čas oziroma jih določimo z višjo natančnostjo kot detajlne točke. Zadošča že približno 30 sekund, poleg tega pa doseženo horizontalno in višinsko natančnost spremljamo na zaslonu računalnika ter položaj, ko smo z njim zadovoljni, shranimo. Pri izgubi signala lahko tako točko uporabimo za inicializacijo sistema na znani točki, kar je lažje izvesti kot inicializacijo na novi točki.

V primeru izgube radijske zveze med referenčnim in mobilnim sprejemnikom se opazovanja začnejo samodejno shranjevati, tako da jih moramo za pridobitev položajev detajlnih točk naknadno obdelati s programom za obdelavo opazovanj GPS-ja. Sicer pa poteka delo v tem primeru na enak način, le da sedaj nimamo položajev in njihove natančnosti, temveč moramo spremljati, ali so opazovanja izvedena v primernih pogojih, to je pri ustreznih vrednostih faktorja GDOP in pri sprejemu signala z ustreznega števila satelitov.

5 REZULTATI IN NATANČNOST IZMERE Z RTK METODO

Ker smo opravljali izmero za pridobitev podatkov o situaciji komunalnega voda, ki poteka po dokaj zahtevni trasi in ker smo imeli opravka z nalogo, kjer zahteve po natančnosti niso izredno visoke, smo oceno natančnosti opravljene izmere izvedli v manjšem obsegu, kot bi jo morebiti lahko izvedli v ugodnejših pogojih. Tako je bilo ocenjevanje natančnosti izvedeno s primerjavo s terestričnimi opazovanji in glede na točke GPS-ja, določene na osnovi statičnih opazovanj GPS-ja. Pri točkah GPS-ja, določenih na osnovi statičnih opazovanj, smo primerjali trenutne položaje s predhodno s statično metodo določenimi položaji. Za primerjavo smo uporabljali tudi t.i. merske točke GPS-ja, določene na osnovi RTK metode, katerih medsebojne oddaljenosti in višinske razlike smo primerjali z izmerjenimi ali izračunani razdaljami in izračunanimi višinskimi razlikami, ki smo jih pridobili z opazovanji z elektronskim tahimetrom. Poleg omenjih primerjav smo izvajali primerjave tudi na detajlnih točkah trase.

Vsa odstopanja z RTK metodo pridobljenih koordinat s statično določenimi so se gibala v mejah do 10 cm v horizontalni smeri in do 15 cm v višini. Iz primerjav razdalj, pridobljenih z metodo RTK in izračunanimi ali neposredno izmerjenimi, pa smo pridobili relativna odstopanja razdalj, ki so znašala do največ 278 ppm. Odstopanja v višini na t.i. merskih in detajlnih točkah so znašala tudi do 20 cm. Menimo, da takšna odstopanja niso problematična glede na nalogo, ki smo jo izvajali. Dosežene natančnosti pa precej odstopajo od natančnosti, ki naj bi jo metoda zagotavljala. Verjetno je razlog za tolikšna odstopanja slabo izvedena inicializacija.

Razlog za to pa je lahko poleg neprimernege terena za RTK metodo izmere tudi neizkušenos operaterjev.

Metoda zahteva poleg primernosti terena za sama GPS opazovanja tudi teren, primeren za sprejem radijskega signala, oddanega z referenčne postaje (radijski oddajnik deluje na območju UKV frekvenc). Kot smo omenili, je posneta trasa za tovrstna opazovanja zelo zahtevna, ker je dolina ozka, precej globoka in poraščena. V nasprotju s pričakovanji pa se je izkazalo, da radijska zveza povzroča zelo malo težav. To pa pomeni povečanje delovnega območja pri postavljenem referenčnem sprejemniku. Tako smo lahko izvajali meritve tudi na oddaljenosti do 4 km od referenčne postaje.

Sprejemnik je večinoma lahko sprejemal le signal štirih satelitov, čeprav jih je bilo na obzorju skoraj vedno 6 ali več (ozka dolina). Kljub temu smo z meritvami GPS-ja pokrili okoli 60-70 odstotkov trase. Zahteva pa delo v takšnih pogojih večjo izurjenost operaterja, veliko je odvisno od njegove iznajdljivosti in izkušenj. Hitrost snemanja z RTK metodo smo ocenili na okoli 3-krat večjo od hitrosti dela z elektronskim tahimetrom. To velja za primer snemanja linijskega objekta, kjer tudi snemanje z elektronskim tahimetrom ni zelo hitro. Pri snemanju ploskovnih objektov se poveča hitrost snemanja z obema metodama, vendar se hitrost snemanja z RTK metodo poveča bolj kot z elektronskim tahimetrom.

Najpomembnejša dejavnika, ki vplivata na produktivnost izmere z metodo RTK, sta primernost terena za tovrstno izmero in število satelitov nad obzorjem. Grobo ocenjene vrednosti učinkovitosti RTK metode detajlne izmere glede na omenjena dejavnika lahko predstavimo z vrednostmi faktorjev produktivnosti, kjer je enota produktivnost izmere z elektronsko tahimetrijo. Te vrednosti so zbrane v preglednici 2. V teh ocenah je vključeno samo snemanje detajla po že opravljeni inicializaciji, ki lahko zahteva kar nekaj časa. Prav tako ni upoštevana vzpostavitev mreže in določitev položajev točk mreže v državnem in koordinatnem sistemu WGS-84.

število satelitov	kategorija terena			
	neprimeren poraščen, pozidan, v dolini	delno primeren srednje poraščen, srednje pozidan	dober malo poraščen, malo pozidan	zelo primeren raven, neporaščen, nepozidan
4	0	1-2	2-3	3-4
4-6	0-1	1,5-2,5	2,5-4	>4
≥6	0-2	2-3	3-4	>4

Preglednica 2

Slabosti metode so predvsem njena neuporabnost v gozdu in v strnjem naselju. Gibanje po terenu je zaradi nerodne in težke opreme, kjer je težka predvsem GPS-jeva antena, ki jo moramo nositi z bolj ali manj iztegnjenimi rokami (ostalo opremo nosimo v nahrbtniku), oteženo in (fizično in psihično) dokaj naporno. Problematičen je predvsem prehod mimo ovir, ker moramo anteno ves čas držati navpično in nad ovirami, drugače izgubimo sprejem satelitskega signala. Zato

moramo prejestano načrtovati, kako bomo prišli do naslednje točke, ne da bi izgubili signal, hkrati pa opravili čim krajšo pot.

Naslednja slabost pa ni slabost metode, ampak neprimernost državne geodetske mreže za opazovanja GPS-ja. Velike večine točk državne mreže za opazovanja GPS-ja ne moremo uporabiti, ker so stabilizirane na neprimernih mestih za opazovanja GPS-ja. Od 28 točk vzdolž trase smo lahko uporabili le 4 točke. Za to se lahko zgodi, da si moramo pred izmero GPS-ja s terestričnimi opazovanji določiti nove točke, primerne za opazovanja GPS-ja, hkrati pa moramo tem točkam določiti koordinate tudi v koordinatnem sistemu WGS-84.

6 ZAKLJUČEK

RTK metoda je bila uporabljena na delovišču, kjer razmere za uporabo GPS-opazovanj niso idealne. Kljub težavnemu okolju in začetnim težavam zaradi neizkušenosti lahko ocenimo, da prednosti metode vsekakor prevladajo nad slabostmi. Če bi opremo uporabljali dalj časa in bi bolje spoznali način dela z njo, bi bila ocena še boljša. Kljub temu pa se je izkazalo, da je treba biti pri delu s to opremo pazljiv, predvsem zato, ker metoda ne pušča za seboj nobenih podatkov, na podlagi katerih bi lahko izvajali morebitna preverjanja opravljenega dela. Precej pozornosti je treba posvetiti inicializaciji in vzpostavitvi t.i. merskih točk GPS-ja. Kot smo omenili, je treba poznati položaj točke, ki jo uporabimo za inicializacijo z natančnostjo $\sigma_p = 5$ cm ali višjo. Ker tako t.i. GPS-mersko točko uporabimo takoj na terenu in naknadno nimamo možnosti kontrole njenega položaja, točka pa je določena samo z navezavo na referenčno točko (radialna izmera), moramo poskrbeti za ustrezno kakovost položaja te točke. Določitev položaja take točke ne sme biti opravljena na hitro, ampak previdno in na osnovi opazovanj signalov vsaj 5 satelitov. Sama inicializacija na taki točki naj bi bila tudi opravljena pri sprejemu signala vsaj 5 satelitov.

Morebiti so tudi neizkušenost, ne popolnoma korektno opravljeni vsi postopki pri vzpostavitvi merskih točk GPS-ja in pri inicializaciji ter predvsem nepoznavanje posledic, ki jih imajo določene poenostavitve pri delu z RTK metodo na natančnost rezultatov razlog za nekoliko nižjo natančnost položajev nekaterih točk. Zato bo potrebovala RTK metoda izmere, preden jo bomo lahko uporabljali popolnoma rutinsko, določeno število opravljenih nalog, oceno kakovosti teh nalog in predvsem opravljene nekoliko širše analize vplivnih faktorjev na kakovost izmere.

Literatura:

- Schaefers, N.A., *RTK GPS put to Practice-Challenging the Total Station, Geodetical Info Magazine*, 1996, 65-68
- Trimble, *TDCI Survey Controler. Operation manual. Nex York*, 1995
- Wylde, G., Featherstone, W., *An evaluation of Some Stop-and-Go kinematic GPS Survey Options. The Australian Surveyor*, 1995, 205-212

Recenzija: Dušan Mišković (v delu)
Joc Triglav