

---

# UPORABA GPS-TEHNIKE V GEODETSKI IZMERI

mag. Damjan Kvas

Območna geodetska uprava Celje, Celje

Prispelo za objavo: 1998-08-25

Pripravljeno za objavo: 1998-10-12

## Izvleček

*V prispevku je obravnavano stanje in možnosti uporabe GPS-ja v geodetski izmeri. Navedene so merske tehnike, njihove osnovne značilnosti ter nekatere prednosti in slabosti uporabe GPS-ja.*

**Ključne besede:** GPS, metoda izmere, predstavitev, Slovenija

## Abstract

*This paper presents the current situation and future possibilities of using GPS techniques in geodetic surveys. The surveying techniques and basic characteristics are listed, as well as certain advantages and shortcomings of the use of GPS.*

**Keywords:** GPS, presentation, Slovenia, survey method

## 1 UVOD

V geodetski operativi je stalna težnja po cenejši, hitrejši in natančnejši geodetski izmeri, obdelavi podatkov in prikazu rezultatov. Preizkušanje in uvajanje novih merskih tehnik je zato stalni spremljevalec geodetske dejavnosti. V zadnjih 40 letih se je v geodeziji uveljavil niz tehnologij, ki so na drugih tehničnih področjih mnogo počasneje in težje prodirale. Uvedba elektrooptičnih razdaljemerov, elektronskih tahimetrov, računalniška obdelava meritev, računalniško vodenje opisnih podatkovnih baz, zajemanje in vodenje grafičnih podatkovnih baz ter uspešna povezava naštetih tehnologij v geodetski službi je nedvomno pravšnje in dovolj preizkušeno okolje za uvedbo tehnike NAVSTAR Global Positioning System (GPS) v mersko prakso.

Tehnologija GPS-ja se je v Sloveniji začela uveljavljati konec 80. let. Najprej na raziskovalnih projektih FGG – Oddelek za geodezijo (Kilar et al., 1990), nato v najzahtevnejših operativnih nalogah na področju osnovnega geodetskega sistema v Geodetski upravi Republike Slovenije. Danes je tehnologija GPS-ja nepogrešljiva pri meritvah kontinentalnih geodetskih mrež (Ehrnsperger, 1991, Overgrauw et al., 1994), geodetskih mrež višjega reda v Republiki Sloveniji, okvirnih in navezovalnih mrež (Stopar, 1992, Mierlo, 1993), vse bolj pa se uveljavlja tudi pri meritvah zgoščenih mrež, izmeri in inženirski geodeziji (Kvas, 1995, Augarth, 1994, Stopar et al., 1997). Tak prodiranje tehnologije GPS-ja je seveda omogočil izjemno intenziven razvoj GPS-sprejemnikov in spremljajoče opreme. Ves čas pa se do uporabnikov ustrezno odziva upravljavec vesoljskega in kontrolnega segmenta GPS-ja, U.S.

Department of Defence – Ministrstvo za obrambo ZDA. Tehnologija GPS-ja nudi v uporabniškem segmentu široke možnosti uporabe. V geodeziji so se zaradi potrebe po visoki natančnosti uveljavile relativne metode GPS-meritev in obdelave podatkov. Relativne metode GPS-ja zagotavljajo natančno določitev vektorskih komponent med dvema ali več sprejemniki v World Geodetic System, 1984 (v nadaljevanju WGS-84). WGS-84 deluje v natančno določenem tridimenzionalnem kartezičnem koordinatnem sistemu. Položaj sprejemnika glede na drug delujoč sprejemnik v sistemu WGS se izrazi s tremi komponentami prostorskega vektorja.

## 2 DOLOČANJE KOORDINAT GEODETSKIH TOČK

Določanje koordinat geodetskih točk in prenos točk iz projekta v naravo se izvajata v državnem koordinatnem sistemu, ki je v Republiki Sloveniji Gauss-Kruegerjev ravninski koordinatni sistem in se nanaša na elemente Besselovega elipsoida ter Gauss-Kruegerjeve projekcije. V splošnem gre za lokalni koordinatni sistem. NAVSTAR GPS deluje v globalnem referenčnem sistemu WGS-84, kjer je absolutni t.i. navigacijski položaj sprejemnika v najslabšem primeru določen z natančnostjo 300 m. Pri obdelavi meritev z GPS-jem, kjer niso vključena opazovanja na danih točkah z natančnimi koordinatami WGS-84, dobimo absolutne kartezične koordinate točk v trenutnem (t.i. kvazi) WGS-84, ki ga določajo trenutni podatki o položajih satelitov, s katerih smo prejeli signal. V nadaljevanju je treba izvesti pretvorbo koordinat iz WGS-84 v državni koordinatni sistem. Pretvorbo izvedemo z izračunom pretvorbenih parametrov na točkah, ki imajo podane natančne koordinate v obeh sistemih. Iz tega izhaja stalna potreba povezave GPS-meritev na točke, ki imajo natančno določene koordinate v državnem koordinatnem sistemu in v WGS-84. Taka povezava omogoča časovno povezljivost različnih GPS-meritev ter natančnejšo pretvorbo koordinat med obema sistemoma.

Iz opisanega izhaja potreba po vzpostavitvi mreže točk z določenimi koordinatami v WGS-84 in državnem koordinatnem sistemu, ki bi se uporabljale za pretvorbo koordinat med obema sistemoma (Savšek, 1992), obenem pa bi lahko nanje postavljali referenčne GPS-sprejemnike. Trenutno imajo na ta način določene koordinate le trigonometrične točke I. reda, na katerih so bile centrično postavljene GPS-antene v EUREF '95 in točke, na katerih so bile izvedene GPS-meritve z navezavo na trigonometrične točke I. reda. Te koordinate še niso dostopne širšemu krogu uporabnikov. Zaradi nehomogenosti in neizotropnosti državnega koordinatnega sistema v Republiki Sloveniji je treba za geodetske potrebe za vsako delovišče posebej izračunati lokalne pretvorbene parametre na podlagi vsaj minimalnega števila točk z določenimi koordinatami v obeh sistemih. Za navigacijske potrebe se t.i. datumski parametri lahko izračunajo za celo državo in predstavljajo osnovo za uporabo tehnike GPS-ja v povezavi s kartografskimi materiali v Republiki Sloveniji.

## 3 METODE GPS-MERITEV

Ločimo dva načina GPS-merenj. V geodeziji je starejši, bolj znan in doslej največ uporabljen, statični način. Omogočajo ga vsi sprejemniki, ki so namenjeni za geodetske meritve. V zadnjih nekaj letih pa spremljamo močan razvoj dinamičnega načina. Dinamični način je bil omogočen z razvojem zmogljivejše elektronike v

sprejemnikih in antenah, sodobno zasnovano opremo (lahke in priročne antene, stativi, ročni računalniki za upravljanje sprejemnikov – kontrolerji, pripomočki za prenos in transport opreme ...), programsko opremo v sprejemniku, ki vodi opazovalca skozi različne metode dinamičnega načina, sodobno opremo za obdelavo meritev v pisarni itd. Pojavljajo se nove in izpopolnjujejo obstoječe metode dinamičnih merenj, kar povzroča uporabnikom precejšnje stroške in neprestano strokovno izpopolnjevanje. GPS-merske metode je možno kombinirati med seboj, kar še dodatno povečuje uporabnost, natančnost in gospodarnost GPS-meritev.

PROCEDURA	MIN. ŠTEVILO SATELITOV	ČAS OPAZOVANJ	TIPIČNA NATANČNOST	OSTALE ZNAČILNOSTI
Static	4	1 ura	enofrekvenčni: 20 mm + 2 ppm Dvofrekvenčni: 5 mm + 1 ppm	najboljša natančnost na vektorjih ≤15km z enofrekvenčnimi in brez omejitev z dvofrekvenčnimi sprejemniki
Fast Static	4	5-20 min	1 cm + 1 ppm	
Kinematic	4	2 epohi minimalno 2 min priporočeno	2 cm + 2 ppm	Vektorji so omejeni na približno 15 km. Premični sprejemnik mora biti re-inicializiran, če pride kadarkoli do izgube signala.
RTK (Real-Time Kinematic)	4	2 epohi za določitev položaja	2 cm + 2 ppm	Vektorji so omejeni na približno 10 km. Zahteva radijsko povezavo in je običajna uporaba računalnika za upravljanje postaje. Premični sprejemnik mora biti re-inicializiran, če pride kadarkoli do izgube signala.

*Preglednica: Pregled GPS-merskih tehnik*

Vir: Trimble Series 4000 Application Guide, 1995

### 3.1.1 Statična metoda

Statična metoda določanja GPS-vektorjev med stojišči se je prva uveljavila v Geodeziji. Pri tej metodi uporabimo dva ali več GPS-sprejemnikov, ki jih postavljamo na dane in nove točke v mreži. Sprejemniki določen čas sprejemajo signal z najmanj štirih GPS-satelitov. Ker je treba običajno opazovati več točk, kot je na voljo sprejemnikov, se meritve izvedejo v več t.i. sesijah. Pri velikih mrežah je planiranje merskih sesij izjemno pomembna in zahtevna delovna faza. Čas trajanja merske sesije Static je odvisen od zelene natančnosti, dolžine vektorjev ter vidnosti in razporeditve satelitov v času merenj (Trimble, 1991). Največji problem predstavljajo ovire, ki preprečujejo sprejem ali povzročajo popačenje GPS-signala. Če v sesiji deluje n sprejemnikov, lahko slab sprejem signala na enem sprejemniku povzroči n-1 neizmerjenih vektorjev v sesiji.

### 3.1.2 Fast Static™ metoda

Fast Static je novejša dinamična metoda GPS-meritev, ki jo je možno opraviti samo s sprejemniki, ki podpirajo metodo opazovanj Fast Static (Trimble, 1992).

V fazi terenskih opazovanj je nekoliko podobna statičnemu načinu, le da je čas zasedbe točk mnogo krajši. Meritve Fast Static opravimo najmanj z dvema sprejemnikoma, pri čemer je eden bazni in drugi premični (lahko je tudi več baznih in več premičnih sprejemnikov). Bazni sprejemnik postavimo na točko, kjer ostane ves čas meritev, zagotovljena mora biti dobra vidnost satelitov. S premičnim sprejemnikom zasedamo točke, ki jim bomo določali koordinate. Oba sprejemnika morata podpirati metodo merjenja Fast Static. Anteno baznega sprejemnika postavimo na stabilen trinožni stativ. Antena premičnega sprejemnika pa naj bo čim lažja, postavljamo jo na lahek teleskopski nosilec s pomožnima opornima nogama. Istočasno lahko merimo z več baznimi in več premičnimi sprejemniki. Na ta način izmerimo vsakokrat vektor med baznim in premičnim sprejemnikom in dobimo šop vektorjev, od katerih imajo vsi po eno krajišče v centru antene baznega sprejemnika. V času meritev deluje vsak sprejemnik neodvisno, zato je treba še posebej paziti, da ne pride do izgube signala na baznem sprejemniku, ki ga običajno puščamo brez operaterja. Izguba signala na premičnem sprejemniku ni problematična, ker jo zaznamo, sistem pa temu primerno podaljša čas merjenja. Za premični sprejemnik je pomembno, da ga lahko čim hitreje prestavimo s točke na točko. Čas opazovanja na točki je odvisen od zelene natančnosti, dolžine vektorja in še posebej od trenutne vidnosti in razporeditve vidnih satelitov. Razporeditev vidnih satelitov je izražena s faktorjem PDOP (Position Dilution of Precision). Pri nastavitvi opazovalnih parametrov določimo, kako se bo spreminjal čas opazovanja zaradi spreminjanja PDOP-ja.

### 3.1.3 Kinematična metoda

Tudi pri kinematični metodi GPS-merjenj nastopata bazni in premični sprejemnik – po eden ali več. Vsi sprejemniki morajo ves čas merjenj neprekinjeno sprejemati signal z najmanj štirih satelitov – tudi premični sprejemnik med premikanjem iz ene v drugo točko. Za postavitve baznega sprejemnika veljajo enaki pogoji kot v Fast Static metodi. Za premični sprejemnik pa je treba skrbno načrtovati pot od točke do točke, da na poti ne pride do sprejemanja signala z manj kot štirih satelitov. Kinematična metoda zahteva t.i. inicializacijo meritev. Inicializacija meritev je merjenje vektorja znane dolžine, da se omogoči hitra, natančna in zanesljiva določitev celoštevilčne neznanke  $N$ , ki pomeni število celih valov EM na poti od satelita do sprejemnika, kar je pogoj za natančen izračun položaja kinematično posnetih točk. V kolikor pride do prekinitve signala na baznem ali premičnem sprejemniku, je treba postopek inicializacije ponoviti (reinizializirati sistem). Na ta način je omogočen natančen izračun vektorjev med baznim in premičnim sprejemnikom ter posledično natančen izračun koordinat.

Novejši sprejemniki podpirajo t.i. On the Fly inicializacijo (OTF), ki je zelo hitra in enostavna in je povečala uporabnost GPS-tehnike v geodetski izmeri. Pri tem načinu se inicializacija izvede na podlagi približno 2-minutnih opazovanj na novi točki. Obstaja več načinov izvajanja kinematične metode, ki jih lahko kombiniramo med seboj (Trimble, 1992). Kinematična metoda je primerna za detajlno izmero, saj je čas zasedbe točke za določitev vektorja z GPS-jem zelo kratek. V nadaljevanju so predstavljeni osnovni načini.

### 3.1.3.1 Stop and go

Stop and go je osnovni način, pri katerem običajno uporabimo en bazni in en premični sprejemnik. Bazni sprejemnik ostane ves čas meritev na istem mestu, medtem ko s premičnim zasedamo izmeritvene točke. Bolje je istočasno uporabiti več baznih sprejemnikov, da si zagotovimo nadštevila opazovanja oziroma redundanco. Ta in naslednji, način Leapfrog, omogočata hitro in natančno določanje točk in sta primerna za snemanje detajla.

### 3.1.3.2 Leapfrog

Leapfrog je način, pri katerem se menjujeta vlogi baznega in premičnega sprejemnika. Najenostavneje je z dvema sprejemnikoma: eden je bazni, drugi premični. Po določenem času (odvisno od potrebe) pustimo premični sprejemnik na primerni točki in prevzame vlogo baznega sprejemnika, bazni sprejemnik pa prevzame vlogo premičnega in z njim zasedamo ustrezne detajlne točke. Takih menjav lahko naredimo neomejeno. Pogoj pri tem je, da nista nikoli oba sprejemnika v premikanju.

### 3.1.3.3 Continous

Za način Continous postavimo bazni sprejemnik enako kot pri prejšnjih načinih. Premični sprejemnik montiramo na vozilo in ga premikamo po zeleni poti. Z nastavitvijo časovnega intervala registriranja meritev določimo gostoto točk na prostorski krivulji, po kateri se pomika sprejemnik.

### 3.1.4 Real time Kinematic metoda

Real-Time Kinematic – RTK je najnovejša kinematična metoda (Stopar et al., 1997), ki zaradi določanja koordinat detajlnih točk v realnem času in v lokalnem koordinatnem sistemu omogoča poleg snemanja tudi zakoličevanje detajla. Za operativno uporabo te metode so potrebni dvofrekvenčni GPS-sprejemniki, ki delujejo na faznem in kodnem načelu, močna računalniška podpora za real-time izračun opazovanj, ter priročne in zmogljive radijske povezave med premičnimi in baznimi postajami. RTK-sistem sestavljata referenčna ter premična postaja. Bazni sprejemnik postavimo na referenčno točko z določenimi koordinatami v sistemu WGS-84. Opremljen mora biti z radijskim oddajno/sprejemnim modemom in računalnikom. Premični GPS-sprejemnik, s katerim se pomikamo po novih točkah, je prav tako opremljen z radijskim sprejemno/oddajnim modemom in računalnikom. Referenčna postaja sprejema signal z vseh vidnih satelitov in računa korekcijske elemente kot razliko med danimi koordinatami WGS-84 in izračunanimi koordinatami WGS-84, ki jih izračuna iz opazovanj satelitov. Korekcije se računajo sproti (real-time) in skupaj s podatkom o času, v katerem so nastali, tvorijo t.i. RTK korekcijo in jo pošiljajo prek radijskega modema v eter. Premična postaja prav tako računa svoj položaj na podlagi opazovanj z vseh vidnih satelitov, k temu položaju pa prišteje parametre korekcije RTK, ki jih dobi od referenčnega sprejemnika prek radijskega modema. Ta preračun se izvaja sproti, tako da dobimo natančen položaj obeh sprejemnikov v sistemu WGS-84.

Za preračun v lokalni koordinatni sistem je treba izvesti ustrezno pretvorbo koordinat. Z računalnikom, ki nadzira delovanje RTK-sistema, lahko izvajamo te pretvorbe na podlagi točk z danimi koordinatami v obeh sistemih v realnem času.

Tako dobimo položaj novih točk neposredno v lokalnem koordinatnem sistemu. Postopek določitve parametrov za pretvorbo koordinat iz WGS-84 v lokalne koordinate se pri RTK-sistemu imenuje kalibracija. Pri novejših sistemih jo je možno izvesti tudi tako, da referenčna postaja stoji prosto (kjerkoli), pogoj je le, da s premično postajo obiščemo točke, ki imajo določene koordinate v lokalnem koordinatnem sistemu. Tudi RTK GPS-sistem mora biti med meritvami inicializiran. Inicializacija OTF je povečala uporabnost kinematic tehnike do te mere, da je postala konkurenčna tahimetriji. Ima pa tudi svoje slabosti, kot npr: omejeno območje delovanja radijskih zvez (do okoli 10 km), več občutljivih tehnologij deluje istočasno in lahko karkoli onemogoči merjenje (motnje ali izguba radijskega signala, motnje ali izguba signala GPS-ja, ovire GPS-ja ...), napetosti na osnovnem geodetskem sistemu vplivajo na natančnost transformacije iz WGS-84 v državni koordinatni sistem itd.

### 3.1.4 Kombiniranje GPS-merskih tehnik

Pri terenskem delu lahko dosežemo optimalno učinkovitost s kombiniranjem različnih GPS (Trimble, 1992) in terestričnih merskih tehnik. Katere tehnike bomo kombinirali, je odvisno od mnogih dejavnikov, npr. potrebna natančnost rezultatov, tip in število sprejemnikov, število in izurjenost opazovalcev, terenske razmere (zaraščen teren, pozidano ...), strojna in programska oprema, ki je na voljo za obdelavo GPS-opazovanj ... Najpogostejši primeri, ko je treba v geodeziji kombinirati različne tehnike z GPS-jem, so:

- 1) Meritve na zgostitveni mreži: pri zgoščanju geodetske položajne mreže lahko uspešno kombiniramo static tehniko za povezavo mreže s točkami, ki imajo določene WGS-84 in lokalne koordinate in tehniko Fast-Static za določitev koordinat zgostitvenih točk (npr. navezovalnih točk, poligonskih točk).
- 2) Meritve v katastrski in topografski izmeri: na območju delovišča si razvijemo izmeritveno mrežo z uporabo tehnike Static in Fast Static. Točke rekognosciramo tako, da je možna nadaljnja GPS-izmera ali pa klasična tahimetrija (izmeritvene točke morajo biti v tem primeru med seboj vidne, da je omogočena orientacija tahimetra). V nadaljevanju s Stop and Go ali Leapfrog posnamemo čimveč detajlov in obenem postavimo še dodatna stojišča tahimetra za snemanje tistih točk, ki jih zaradi GPS-ovir ni možno posneti z GPS-jem.
- 3) Določanje reinicializacijskih točk: pri kinematičnih tehnikah GPS-meritev z opremo, ki ne omogoča OTF-inicializacije, je treba med delom večkrat reinicializirati sistem. Da ne izvajamo inicializacije z zamudnim vračanjem na prejšnjo izmerjeno točko ali celo postopek menjave anten, lahko po prekinitvi signala sistem inicializiramo z meritvijo Fast-Static naslednje točke in nadaljujemo meritve kinematic.
- 4) Vzdrževanje zemljiškega katastra: pri vzdrževanju zemljiškega katastra je najpogostejši problem navezava na državni koordinatni sistem. Z GPS-tehniko je mogoče na delovišču določiti stojišče tahimetra tako, da se prenesejo koordinate z oddaljenih točk.
- 5) GPS-tehnike lahko uspešno povezujemo tudi z drugimi meritvami, npr. v fotogrametriji, v zračni, pomorski in kopenski navigaciji (DGPS), v detajlni izmeri in zakoličbi z najnovejšo tehniko Real Time Kinematic itd.

#### 4 PREDNOSTI IN SLABOSTI GPS-TEHNIKE

GPS-tehnika ima poleg številnih prednosti tudi mnoge slabosti. Med poglavitne prednosti lahko štejemo: visoko natančnost meritev, možnost merjenja ob vsakem vremenu, medsebojna vidljivost GPS-sprejemnikov ni potrebna, možnost določanja dolgih vektorjev, prirejeno strojno in programsko opremo itd. Med slabosti pa uvrščamo: visoko ceno opreme, popolnoma nova logika merjenja zahteva veliko učenja (ni primerljiva s klasičnimi tehnikami), občutljivost na GPS-ovire, nekaterih ovir ni možno z gotovostjo predvideti, uporabniki uporabljajo NAVSTAR GPS na lastno odgovornost, pri izmeri detajla ni možno snemati objektov (GPS-ovira), zaraščen teren ni primeren za uporabo GPS-ja, v času meritev ni zanesljivih kazalcev, da so meritve dobro opravljene in da bo izračun vektorjev možen, GPS ne more v celoti nadomestiti terestričnih tehnik, zato je potrebna dvojna oprema in dvojno znanje, kar je problematično za manjše uporabnike, ni na voljo dovolj točk z določenimi natančnimi koordinatami WGS-84 itd. Nekatere izmed navedenih slabosti se pojavljajo tudi pri terestričnih merskih tehnikah. Z dobro organizacijo dela in ustreznim znanjem je mogoče vpliv nekaterih slabosti zelo zmanjšati.

#### 5 ZAKLJUČEK

Uvajanje GPS-tehnike v razna geodetska dela je bilo v Sloveniji dokaj dobro preizkušeno. Na osnovnih geodetskih delih je uporaba GPS-ja že nepogrešljiva, v geodetski izmeri ozroma nižji geodeziji pa se hitre dinamične GPS-metode pojavljajo v kombinaciji s terestričnimi meritvami. Pojavljajo se elaborati novih izmer, kjer je del opazovanj opravljen z GPS-jem in del opazovanj s tahimetrijo. V nekaterih okoljih izvajalci že izvajajo navezavo meritev na državni koordinatni sistem z GPS-metodami. Geodetska uprava Republike Slovenije si prizadeva kakovostno in strokovno uvesti novo tehnologijo v svoje delovne procese. Čim prej bo treba zagotoviti mrežo točk z določenimi natančnimi koordinatami v WGS-84 in v državnem koordinatnem sistemu. Koncept razvoja mrež je pogojen s potrebami uporabnikov. Le-te se z uporabo novih tehnologij spreminjajo, zato je treba željam uporabnikov slediti tudi s spremembo koncepta mrež. Geodetska uprava Republike Slovenije se na podlagi lastnih izkušenj in izkušenj v svetu pripravlja na spremembe tehničnih predpisov v smer uporabe GPS-tehnike.

#### Literatura:

- Augath, W., Stand und Entwicklungstendenzen des GPS-Einsatzes in der Landesvermessung. Zeitschrift fuer Vermessungswesen. Stuttgart, 1994, št. 5*
- Ehrnsperger, W., Das Europaeische Datum 1987 (ED87). Zeitschrift fuer Vermessungswesen. Stuttgart, 1991, št. 2*
- Heckmann, B., Anwendung der GPS-Technik in Kataster. Satelite Positioning Nachrichten, 1994, št. 3*
- Kilar, B. et al., Referati s predstavitve GPS sistema 'ASHTECH' Univerza v Ljubljani. FAGG OGG, Ljubljana, 1990*
- Kvas, D., Možnosti uporabe GPS tehnike v geodetski izmeri. Magistrska naloga. FAGG OGG, Ljubljana, 1995*
- Overgaauw, B. et al., Analysis of the EUREF-89 GPS data from SLR/VLBI sites. Bulletin Géodésique, 1994*
- Savšek, Safič S., Diplomaska naloga. FAGG OGG, Ljubljana, 1992*
- Stopar, B., GPS izmera navezovalne mreže Rovte. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1992*

- Stopar, B. et al., RTK metoda GPS-izmere. Geodetski vestnik, Ljubljana, 1997*
- Trimble Navigation Limited, Surveyor's Field Guide. A Field Guidebook for Static Surveying, Sunnyval, 1991*
- Trimble Navigation Limited, Surveyor's Field Guide. A Field Guidebook for Dynamic Surveying, Sunnyval, 1992*
- Van, Mierlo J., Integration von GPS in bestehende Netze. Zeitschrift fuer Vermessungswesen. Stuttgart, 1993, št. 3, 4*

*Recenzija: mag. Simona Savšek-Safić  
Ivan Seljak*