

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Geodezija,
Smer za prostorsko informatiko

Kandidat:

Aljoša Košorok

Uporaba spletnega strežnika pri geodetski RTK GPS izmeri

Diplomska naloga št.: 216

Mentor:

izr. prof. dr. Bojan Stopar

Somentor:

asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

Ljubljana, 20. 10. 2006

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Aljoša Košorok izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»UPORABA SPLETNEGA STREŽNIKA PRI GEODETSKI RTK GPS IZMERI«.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 29.09.2006

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.738.5;528.28(043.2)
Avtor:	Aljoša Košorok
Mentor:	izr. prof. dr. Bojan Stopar
Somentor:	asist. mag. Klemen Kozmus
Naslov:	Uporaba spletnega strežnika pri geodetski RTK GPS izmeri
Obseg in oprema:	53 str., 20 sl.
Ključne besede:	GPS, SIGNAL, RTK, strežnik, prenos podatkov

Izveček:

Diplomska naloga obravnava praktične vidike uporabe tehnologije GPS v geodeziji, predvsem vlogo slovenskega omrežja permanentnih postaj SIGNAL pri GPS-RTK izmeri in opisu delovanja sistema. Predstavljena so omrežja permanentnih GPS postaj z opisom nalog, organiziranosti, tehnologije prenosa podatkov, obdelave ter posredovanje podatkov uporabnikom. Jedro naloge je aplikacija, za prenos podatkov-rezultatov RTK-GPS izmere med mobilnim sprejemnikom in spletnim-datotečnim strežnikom, med izmero.

V uvodu naloge je splošen opis delovanja sistema GPS, določanja položaja in metod GPS izmere ter splošno o globalnem koordinatnem sistemu ETRS89 kot del sistema ESRS, ki bo enotni koordinatni sistem za območje Evrope in državnem, uradno veljavnem koordinatnem sistemu D48 ter povezave med njima.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 004.738.5;528.28(043.2)
Author: Aljoša Košorok
Supervisor: assoc. prof. dr. Bojan Stopar
Co-supervisor: assist. M.Sc. Klemen Kozmus
Title: Web server application in RTK GPS survey
Notes: 53 p., 20 fig.
Key words: GPS, SIGNAL, RTK, server, transmisson data

Abstract:

This thesis treats practical points of view of using GPS technology in geodesy, especially the role of Slovene network of permanent SIGNAL stations at GPS-RTK measurements and to the description of activity of a system. I presented the permanent GPS network with description of their assignment, organization, processing, data transfer technology and intervention of data to the final users. The core of this task is the application for the transfer of the results of RTK-GPS measurements between mobile receiver and web file server in the time of measurement.

Initially task was the general description of activity of GPS system, choosing of the position and procedures of GPS measurements. After this I presented some general facts regarding the global coordinate system ETRS89, as being a part of system ESRS, that will be unified coordinate system for range of Europe and also about the official state coordinate system D48 and connections between those.

ZAHVALA

- *mentorju izr. prof. dr. Bojanu Stoparju in somentorju asist. mag. Klemenu Kozmusu za strokovno pomoč in pregled naloge,*
- *Juretu za strokovno pomoč,*
- *Ani za potrpežljivost in neprestano priganjanje k pisanju,*
- *staršem za vso podporo v času študija.*

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	SATELITSKA NAVIGACIJA	2
3	SPLOŠNO O GPS	4
3.1	Komponente GPS	4
3.1.1	Vesoljski segment	4
3.1.2	Kontrolni segment	5
3.1.3	Uporabniški segment	5
4	DOLOČANJE POLOŽAJA V GPS	6
4.1	Kodna opazovanja	6
4.2	Fazna opazovanja	7
5	DELITEV METOD GPS IZMERE	9
5.1	Absolutno določanje položaja	9
5.1.1	Metoda PPP – Precise Point Positioning	10
5.2	Relativno določanje položaja	11
5.3	Statična metoda izmere	11
5.4	Kinematična metoda izmere	12
5.5	Naknadna obdelava podatkov	12
5.6	Obdelava podatkov in pridobitev položaja med izmero	13
6	RTK (Real Time Kinematic) GPS METODA IZMERE	14
7	GLOBALNI IN DRŽAVNI KOORDINATNI SISTEM	17
7.1	Državni koordinatni sistem D48 in globalni koordinatni sistem ETRS89	17
7.1.1	Horizontalna komponenta koordinatnega sistema	18
7.1.2	Vertikalna komponenta koordinatnega sistema	18
7.2	Transformacija med globalnim ETRS89 in državnim koordinatnim sistemom D48	19
8	OMREŽJA PERMANENTNIH POSTAJ	22
8.1	Naloge omrežja GPS-postaj v geodeziji	23
8.2	Organiziranost omrežja	24
8.2.1	GPS - služba	24

8.2.2	GPS-služba omrežja SIGNAL.....	25
8.3	Državno omrežje GPS-postaj SIGNAL.....	26
8.3.1	Podpora za upravljanje samostojnih permanentnih postaj ali omrežja permanentnih postaj.....	26
8.4	Tehnologije prenosa podatkov.....	27
8.5	Načini obdelave podatkov v omrežju.....	29
8.5.1	Mrežna obravnava podatkov.....	29
8.5.1.1	Ploskovni korekcijski parametri – FKP.....	30
8.5.1.2	Navidezne referenčne postaje – VRS.....	31
8.5.1.3	Koncept glavne - pomožne postaje - MAC.....	33
9	PRENOS IN OBDELAVA PODATKOV OMREŽJA SIGNAL DO UPORABNIKA.....	34
9.1	Naknadna obdelava podatkov v omrežju SIGNAL.....	34
9.2	Podatki za izmero v realnem času.....	36
9.2.1	Podatkovni klic (CSD) na klicni center.....	36
9.2.2	Mobilni internet - uporaba protokola NTRIP.....	38
9.2.2.1	Tehnologija Ntrip.....	39
9.2.2.2	Opis sistema Ntrip.....	41
9.2.2.2.1	NtripCaster.....	42
9.2.2.2.2	NtripSource.....	42
9.2.2.2.3	NtripServer.....	43
9.2.2.2.4	NtripClient.....	43
9.2.3	Direktni klic na številko v službi za GPS.....	44
10	PRENOS PODATKOV RTK IZMERE MED KONTROLNO ENOTO IN SPLETNIM - DATOTEČNIM STREŽNIKOM.....	46
10.1	Prenos podatkov na zahtevo.....	47
10.2	Samodejni prenos podatkov.....	47
10.2.1	Ftpsync.....	47
11	ZAKLJUČEK.....	51
	VIRI IN LITERATURA.....	52

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Časovni zamik obeh signalov</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2: Opazovanje faze nosilnega signala</i>	<i>7</i>
<i>Slika 3: Povezava na lastno bazo.....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 4: Povezava na stalno delujočo postajo GPS</i>	<i>15</i>
<i>Slika 5: Povezava na omrežje stalno delujočih postaj</i>	<i>16</i>
<i>Slika 6: Elipsoidne in pravokotne koordinate na rotacijskem elipsoidu.....</i>	<i>21</i>
<i>Slika 7: Linearne FKP ploskve.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 8: Shema delovanja VRS.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 9: Shema delovanja MAC</i>	<i>33</i>
<i>Slika 10: Podatkovni klic na klicni center - lastna številka za vsako postajo in storitev VRS.....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 11: Mobilni internet, uporaba protokola Ntrip</i>	<i>39</i>
<i>Slika 12: Shema Ntrip komunikacije</i>	<i>40</i>
<i>Slika 13: Arhitektura Ntrip.....</i>	<i>41</i>
<i>Slika 14: Primer Ntrip odjemalca na kontrolni enoti premičnega sprejemnika</i>	<i>43</i>
<i>Slika 15: Klic na številko v službi za GPS.....</i>	<i>44</i>
<i>Slika 16: Komunikacija uporabnik-strežnik preko mobilnega interneta</i>	<i>46</i>
<i>Slika 17: Datoteka z navodili za izvajanje programa</i>	<i>48</i>
<i>Slika 18: Okno programa FTPSYNC na dlančniku</i>	<i>49</i>
<i>Slika 19: Primer datoteke z rezultati meritev</i>	<i>50</i>
<i>Slika 20: Datoteka po preoblikovanju</i>	<i>50</i>

1 UVOD

Internet kot globalni komunikacijski sistem, ki povezuje milijone ljudi in jim omogoča pošiljanje sporočil po elektronski pošti, komuniciranje »v živo«, dostop do oddaljenih računalnikov (telnet), prenašanje datotek (ftp), dostop do strežnikov za WWW (http) in še mnogo več, je nedvomno, tudi skupaj z mobilno tehnologijo, posegel v razvoj tehnologije GPS. Konkretno, v geodeziji, ko izvajamo GPS izmero (npr. RTK), lahko preko mobilnega interneta (GPRS, UMTS, EDGE ...) prejmemo korekcijske podatke (podatki opazovanj, npr. VRS ...) iz centra omrežja permanentnih postaj ali od privatnih ponudnikov, ki imajo lastne permanentne postaje. Podatki se prenašajo po določenih protokolih - internet temelji na družini komunikacijskih protokolov, znanih kot TCP/IP in uporablja paketno komutacijo za usmerjanje in prenašanje podatkov. TCP/IP uporablja omrežni komunikacijski model odjemalec/strežnik, v katerem uporabniški računalnik (odjemalec) izvaja zahteve in dobi storitve od drugega računalnika (strežnika) v omrežju. Strežnik ali strežniški program prejema od odjemalca (client) določene zahteve in na podlagi teh izvede zahtevano operacijo.

Slovensko omrežje permanentnih postaj SIGNAL, ki za upravljanje z omrežjem uporablja tehnologijo GPSNet podjetja Trimble, pošilja popravke v obliki standarda RTCM po protokolu Ntrip. To je sistem, ki vsebuje več komponent, ki so med seboj povezane preko interneta (TCP/IP, Telnet, mobilni internet ...), glavna komponenta, ki povezuje sistem, pa je strežnik (Trimble - iGate), ki se v Ntrip terminologiji imenuje NtripCaster.

Datotečni strežnik (FTP strežnik) nam omogoča prenos datotek preko interneta. Na teh strežnikih so shranjene datoteke, do katerih dostopamo preko drugih računalnikov (PC, dlančnik ...). Zagotovljen moramo imeti le dostop do interneta. Če uporabljamo dlančnik, je ena možnost za dostop do strežnika preko mobilnega interneta (npr. GPRS), to pa je, kot že omenjeno tudi eden izmed možnih načinov za dostop do podatkov pri GPS RTK izmeri. In če uporabljamo mobilni internet, lahko to izkoristimo tudi npr. za prenos podatkov izmere na spletni oz. datotečni strežnik.

2 SATELITSKA NAVIGACIJA

V preteklosti so bile zvezde na nočnem nebu najzanesljivejši vir navigacije za zgodnje raziskovalce in pomorščake, ki so iskali poti v neznane svetove. Danes pa nam nebo ponuja drugačne možnosti za navigacijo in to z natančnostjo, kakršne si nekdanji raziskovalci niti v sanjah ne bi predstavljali.

Začetki sistemov za globalno pozicioniranje, kot so Loran, Transit, Timatin in drugi, so s pomočjo zemeljskih oddajnikov lahko podajali položaj le dvodimenzionalno in še to z možno napako 1,5 kilometra. Leta 1973 je začel nastajati sistem GPS, sprva za potrebe ameriške vojske, da bi njihovim vojakom omogočil določanje točnega položaja kjerkoli na svetu. Do leta 1982 je bila t.i. začetna faza, razvila se je teorija, oprema za vesolje, oprema na Zemlji in algoritmi za določanje položaja. V razvojni fazi, tj. med letoma 1982 – 1991 so se razvile vse klasične geodetske tehnike in GPS metode. Potem, do leta 2002, sledi obdobje vzpostavitve infrastrukture in zaključek izgradnje sistema, sedaj pa smo v fazi izkoriščanja sistema. Več o GPS v poglavju »SPLOŠNO O GPS«.

Poleg GPS obstaja tudi ruski sistem GLONASS (angl. GLObal NAVigation Satellite System), ki je bil prav tako kot GPS prvotno razvit za vojaške potrebe. Evropska unija naj bi s projektom GALILEO zgradila podoben sistem, ki bi bil povsem civilen in bolj zanesljiv. Sestavljalo ga bo 30 satelitov, ki bodo krožili v treh orbitalnih ravninah na višini 23616 km. Začel naj bi delovati leta 2008, najverjetneje pa 2010. Bil naj bi tudi kompatibilen s predhodno omenjenima navigacijskima sistemoma, kar naj bi npr. v geodeziji pomenilo, da bodo geodetski sprejemniki sprejemali signal vseh treh navigacijskih sistemov, skupno obdelovali podatke itd.

Pojav GNSS (Global Navigation Satellite System) tehnologije, ki trenutno združuje uporabnosti sistemov GPS in GLONASS, naj bi zagotavljal večjo prostorsko pokritost s satelitskimi navigacijskimi signali in daljša obdobja neprekinjenega sprejemanja signalov. Sistemi v okviru GNSS bodo tudi medsebojno povezani z namenom

kontrole posameznih sistemov, odprave medsebojnih napak in s tem doseganje višje stopnje natančnosti določitve položaja. V prihodnosti GNSS je tudi povezava s sistemom GALILEO.

3 SPLOŠNO O GPS

Satelitski navigacijski sistem GPS je bil razvit za potrebe ameriške vojske. Njegov koncept je ustrezal vsem zahtevam ameriške vlade - da torej lahko v vsakem trenutku na katerem koli koncu Zemlje in v vsakem vremenu določiš svoj položaj. Ameriško Ministrstvo za obrambo (Department of Defense - DoD) je sprva osnovalo mrežo satelitov za nadzor medcelinskih balističnih izstrelkov, vendar je kmalu postalo jasno, da lahko njihove dosežke uporabljajo tudi civilisti. Decembra 1994 je vlada ZDA obvestila svetovno javnost, da lahko brezplačno uporablja sistem NAVSTAR GPS (polno ime **N**avigational **S**atellite **T**iming and **R**anging - **G**lobal **P**ositioning **S**ystem).

3.1 Komponente GPS

Sistem GPS je sestavljen iz treh glavnih komponent oz. segmentov.

3.1.1 Vesoljski segment

- ključna komponenta sistema
- lastnika sta Ministrstvo za obrambo in Ministrstvo za promet ZDA
- predstavljajo (delujoči) navigacijski sateliti, ki »krožijo« okrog Zemlje na višini približno 20200km in neprekinjeno oddajajo signal; trenutno je delujočih 24 satelitov
- zagotavlja točen čas
- oddaja informacije uporabnikom

3.1.2 Kontrolni segment

- upravlja in nadzira sistem
- sestavljajo ga kontrolne postaje enakomerno razporejene vzdolž ekvatorja; glavna kontrolna postaja je v Colorado Springsu in vodi vse aktivnosti v sistemu; ostale so še: Ascension, Diego Garcia, Kwajalein, Havaji
- ugotavlja stanje vesoljskega segmenta in posameznih satelitov GPS na osnovi sprejetih signalov GPS satelitov
- izvaja opazovanja
- izračunava efemeride (parametre tirnic satelitov)
- glavna kontrolna postaja ter še dve postaji na vzhodni obali ZDA lahko komunicirajo z vesoljskim segmentom in odstranjujejo eventuelne težave

3.1.3 Uporabniški segment

- ta segment predstavljajo uporabniki GPS sistema; opazujejo in shranjujejo sprejeti signal, na osnovi katerega določajo svoj položaj, hitrost in pridobivajo podatek o času
- sem spada tudi merska GPS oprema, ki jo lahko razdelimo v tri skupine:
 - hardware (oprema za spremljanje in izmero količin v okviru GPS signala) – GPS sprejemniki (civilni navigacijski sprejemniki, vojaški, enofrekvenčni fazni-GIS, dvofrekvenčni fazni-GEO)
 - software (algoritmi, uporabniški vmesniki): naknadna obdelava GPS opazovanj ali določitev položaja med izmero (v realnem času)
 - postopki izmere

4 DOLOČANJE POLOŽAJA V GPS

Določanje položaja v GPS temelji na merjenju razdalj med GPS sateliti in GPS sprejemnikom, kateremu položaj določamo. Osnova za določitev položaja je čas potovanja signala od satelita do sprejemnika. Razdalja temelji torej na časovni razliki, ki predstavlja časovni interval med trenutkom oddaje signala s satelita in trenutkom sprejema signala v GPS sprejemniku. Ta časovni zamik lahko pridobimo na dva načina, zato ločimo dva postopka (Kozmus, Stopar, 2003):

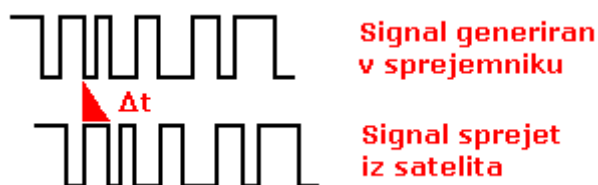
- kodni način: korelacija kode nosilnega valovanja z valovanjem, generiranim v sprejemniku,
- fazni način: primerjava faze sprejetega in v sprejemniku vzpostavljenega valovanja.

Sateliti GPS oddajajo signale na dveh frekvencah: L1 in L2. Na valovanje L1 je modulirana C/A (Coarse Acquisition - namenjena civilni uporabi) koda, P koda (Precise - namenjena vojaški uporabi), ter navigacijska koda, valovanje L2 pa je modulirano s P in navigacijsko kodo. GPS kode so binarne kode, sestavljene iz zaporedja ničel in enic. Kodo si lahko predstavljamo kot nosilca informacij (Stopar, Pavlovčič, 2001).

4.1 Kodna opazovanja

Pri kodnem načinu izmera časovnega zamika temelji na primerjavi s satelita oddane in s sprejemnikom sprejete kode ter kode, generirane v GPS sprejemniku. Imamo torej dve kodi, ki sta generirani v identičnem trenutku in sta popolnoma enaki, vendar nista časovno usklajeni. Zamaknjeni sta za čas potovanja od satelita do sprejemnika. Časovni zamik nastane zato, ker uri (oscilatorja) sprejemnika in satelita nista usklajeni. Koda, generirana v sprejemniku, je izvedena na osnovi sprejemnikov ure, s satelita oddana koda pa na osnovi satelitovega sistema ur. Posledica je napaka

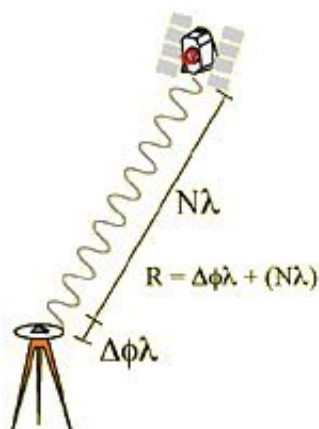
merjene razdalje med satelitom in sprejemnikom. Od tod tudi izraz za to razdaljo – psevdorazdalja.



Slika 1: Časovni zamik obeh signalov

4.2 Fazna opazovanja

Opazovana količina faznih opazovanj, je razlika faze valovanja oddanega s satelita in sprejetega s sprejemnikovo anteno, ter faze valovanja vzpostavljenega na osnovi sprejemnikovega oscilatorja. Spreminjanje faze valovanja je rezultat dejstva, da se razdalja med satelitom in sprejemnikom spreminja. Najpomembnejša neznanka faznih opazovanj je neznano število celih valov. To neznanko je potrebno predhodno določiti, da lahko izračunamo psevdorazdaljo med satelitom in sprejemnikom. Sprejemnik namreč v začetnem trenutku opazovanj vrednosti števila celih valov ne more zaznati.



Slika 2: Opazovanje faze nosilnega signala

Fazni način je precej bolj natančen od kodnega, zato kakovostna določitev položaja temelji na kodnem in faznem načinu. Opazovanja faze nosilnega valovanja pa so tudi osnovna valovanja pri uporabi GPS za potrebe geodezije.

Točnost določitve položaja na osnovi opazovanj GPS je odvisna od številnih vplivov. Ti imajo izvor v satelitih (pogrešek tirnic, pogrešek satelitovih ur), mediju širjenja signala (ionosferska, troposferska refrakcija) in v sprejemniku in njegovi okolici (pogrešek sprejemnikov ure, »multipath«-vpliv odboja signala, spreminjanje faznega centra, neznano začetno število celih valov - fazna opazovanja, vpliv prekinitve sprejema signala - »cycle slip«).

Na natančnost določitve položaja ima vpliv tudi upravljavec sistema GPS, in sicer z namernim izkrivljanjem s satelita oddanih podatkov - predstavlja namerno spreminjanje informacije o urinem teku satelitovih ur, kar neposredno vpliva na izmerjene psevdorazdalje. Ta metoda je t.i. metoda omejene dostopnosti (Selective Availability – S/A). Drug način omejevanja dostopa do celotne (točne) vsebine satelitskega signala pa je namerno spreminjanje podatkov o parametrih tirnice GPS satelita. Opisana načina vplivata v glavnem pri absolutnem načinu določitve položaja, pri določitvi relativnega položaja na osnovi izmerjenih psevdorazdalj, pa je vpliv S/A v veliki meri odstranjen. 1. maja leta 2000 so po ukazu takratnega ameriškega predsednika izključili namerno motenje GPS signala. S tem se je natančnost določitve položaja znatno izboljšala (Stopar, Pavlovčič, 2001).

5 DELITEV METOD GPS IZMERE

Metode GPS izmere, ki jih uporabljamo v geodeziji, omogočajo določitev relativnega položaja in temeljijo na faznih opazovanjih.

Lahko jih razdelimo v tri skupine, in sicer:

- glede na način določitve položaja:
 - absolutna
 - relativna

- glede na dinamiko izmere:
 - statična
 - kinematična

- glede na čas pridobitve rezultatov:
 - z naknadno obdelavo opazovanj
 - obdelava med izmero

5.1 Absolutno določanje položaja

Položaj je določen samo na osnovi danih položajev GPS satelitov v izbranem koordinatnem sistemu v času opazovanj in opazovanj razdalj med satelitom in sprejemnikom (Stopar, Pavlovčič, 2000). Razdalje se enostavno izračunajo iz hitrosti in časa potovanja signala od satelita do sprejemnika. Položaj je možno določiti s faznimi opazovanji, vendar je zaradi velikega vpliva nemodeliranih pogreškov izboljšava v natančnosti določitve položaja relativno majhna. Po ukinitvi namernega motenja signala (S/A) dosežemo natančnost horizontalnega položaja okoli 10m in približno dvakrat nižjo višinsko natančnost. To zadostuje zgolj potrebam navigacije

(npr. vozil, plovil, popotnikov ...), za geodetske potrebe pa je dosežena natančnost premajhna.

Natančnost absolutne določitve položaja, lahko izboljšamo s t.i. tehnologijo WAAS (angl. Wide Area Augmentation System). Koncept tega je razvila ameriška letalska zveza FAA (angl. Federal Aviation Administration) za izboljšanje natančnosti približevanja pristajalnim stezam civilnih letal. Sistem WAAS sestavljajo geostacionarni sateliti, nadzorne postaje so ločene od kontrolnih postaj GPS, služijo pa za zbiranje podatkov opazovanj večjega števila sprejemnikov, na podlagi katerih izračunavajo popravke opazovanj, jih pošljejo satelitom WAAS, ti pa oddajajo popravke uporabnikom. Nadzorne postaje se nahajajo le na ozemlju ZDA, sprejemnik mora dodatno podpirati sprejem signalov WAAS. Ti se namreč razlikujejo od signalov GPS (Kozmus, Stopar, 2003). Podobno vlogo, kot jo ima WAAS za Severno Ameriko, ima za Evropo sistem EGNOS (angl. European Geostationary Overlay Service), za območje Azije in zahodnega Pacifika pa japonski sistem MTSAT (angl. Multifunction Transport Satellite).

5.1.1 Metoda PPP – Precise Point Positioning

Metodo določitve absolutnega položaja lahko uporabimo tako pri kodnih kot pri faznih opazovanjih. V prvem primeru pridobimo položaj sprejemnika z nekaj desetmetrsko točnostjo, v drugem pa z nekaj centimetrsko - tehnika natančne določitve absolutnega položaja PPP (angl. Precise Point Positioning). V obeh primerih je način izvedbe enak: z enim GPS sprejemnikom izvajamo opazovanja vsaj štirih GPS satelitov, le opazovane količine so različnega tipa (za neznano določitev položaja v 3D prostoru bi morali imeti na voljo razdalje od najmanj treh satelitov, vendar šele četrta razdalja omogoča določitev razlike urinega stanja sprejemnikove ure - glede na nominalni čas). GPS sprejemnik je tekom izmere lahko v gibanju, natančnost določitve položaja pa je odvisna tudi od trajanja opazovanj na posameznem stojišču (Pavlovčič-Prešeren, Stopar, 2005).

Bistvo metode PPP je, da za razliko od relativnih metod ni potrebnih več sprejemnikov, zadostna so opazovanja enega sprejemnika. Glavna razlika je v obravnavi pogreškov sprejemnikovih in satelitovih ur. Metoda uporablja zelo točne ocene stanja satelitovih ur, ki so pridobljene na osnovi podatkov globalne mreže postaj GPS. Pomanjkljivost te metode pa je odložena obdelava, saj je treba na precizne podatke o satelitovih položajih in urah čakati okoli dva tedna (Kozmus, Stopar, 2003).

5.2 Relativno določanje položaja

Pri relativnem določanju položaja se položaj določi relativno glede na znani položaj ene ali več točk, ki so dane v privzetem koordinatnem sistemu; ob danih položajih satelitov in opazovanih razdaljah med satelitom in sprejemnikom.

Relativna določitev položaja na osnovi faznih opazovanj je edina prava metoda za potrebe geodezije. Določitev položaja temelji na sestavi faznih razlik, kjer se izločijo pogreški satelitovih (enojne fazne razlike) in sprejemnikovih ur (dvojne fazne razlike), kombinaciji opazovanj na frekvencah L1 in L2 za odstranitev vpliva ionosfere ter možnosti uporabe najbolj točnih podatkov o tirnicah satelitov (Stopar, Kozmus, 2003). Trojna fazna razlika je razlika dvojnih faznih razlik. Pri tem odpade neznan število celih valov v začetnem trenutku opazovanj. Določanje relativnega položaja je možno na osnovi kateregakoli tipa faznih razlik, vendar se različni tipi faznih razlik uporabljajo v različnih fazah v postopku določanja relativnega položaja (Stopar, Pavlovčič, 2000).

5.3 Statična metoda izmere

Statična metoda je klasična izvedba določitve relativnega položaja in je najnatančnejša metoda izmere z dosegljivo natančnostjo do 0,01m. Do vzpostavitve permanentnih postaj smo jo uporabljali za vzpostavitev koordinatne osnove delovišča

(geodetske mreže), sedaj pa tudi za bolj specifične naloge, to so naloge z zahtevo po natančnosti položaja višjo od 1 cm, ki jo potrebujemo npr. pri spremljanju premikov v inženirski geodeziji. Izvedba te metode zahteva dobro logistično pripravo, na območjih z manj vidnimi GPS sateliti pa tudi dobro planiranje. Večje število sprejemnikov (vsaj dva) istočasno na izbranih točkah izvaja opazovanja. Čas opazovanja na točki je odvisen od zahtevane natančnosti, geometrične razporeditve satelitov in trenutnih merskih pogojev.

5.4 Kinematična metoda izmere

Kinematična metoda izmere, je tako kot statična, relativna metoda izmere. Za izvedbo metode sta dovolj 2 instrumenta, med katerima je eden t.i. referenčni sprejemnik, ki ves čas miruje in ga postavimo na točko z znanimi koordinatami v GPS koordinatnem sistemu. Temu pravimo tudi bazno stojišče. To je osnoven princip, z vzpostavitvijo permanentnih postaj pa lahko bazno stojišče nadomešča tudi permanentna postaja ali omrežje permanentnih postaj, odvisno od metode izmere, ki jo uporabljamo. Drugi instrument je t.i. mobilni sprejemnik (rover), s katerim se operater giblje po terenu.

5.5 Naknadna obdelava podatkov

Pri naknadni obdelavi opazovanj (post procesiranje) so rezultati na razpolago šele po naknadni obdelavi podatkov pridobljenih opazovanj v pisarni. Naknadna obdelava nudi tudi možnost vključevanja bolj natančnih podatkov o tirnicah satelitov, t.i. natančne efemeride. Razdelimo jih lahko glede na hitrost pridobivanja in njihovo položajno natančnost: najhitreje so na razpolago t.i. zelo hitre natančne efemeride, IGR efemeride (angl. Ultra-Rapid Ephemeris) – pripravlja jih služba IGS (mednarodna služba za GNSS, angl. International GNSS Service), na voljo so od 12 ur do 3 dni po končani izmeri; sledijo jim hitre efemeride (angl. Rapid Ephemeris) - na voljo so 3 dni po končani izmeri; najkasneje so na razpolago najnatančnejše

efemeride (angl. Precise Ephemeris). Te sicer pripravlja več služb, vendar skoraj praviloma uporabljamo IGS natančne efemeride. Nov niz 7 datotek enega tedna pridobimo od 10 do 16 dni po končani izmeri.

5.6 Obdelava podatkov in pridobitev položaja med izmero

Obdelava podatkov med izmero pomeni pridobitev podatka o položaju že med izmero na terenu. Obdelava se vrši v realnem času na osnovi uporabe t.i. broadcast efemerid.

V praksi se pojavlja več inačic kinematične metode, ki jih uporabljamo predvsem za izvedbo detajlne izmere. Danes najbolj uporabna je RTK (Real Time Kinematic) GPS metoda izmere, ki pa je v nadaljevanju tudi bolj podrobno opisana.

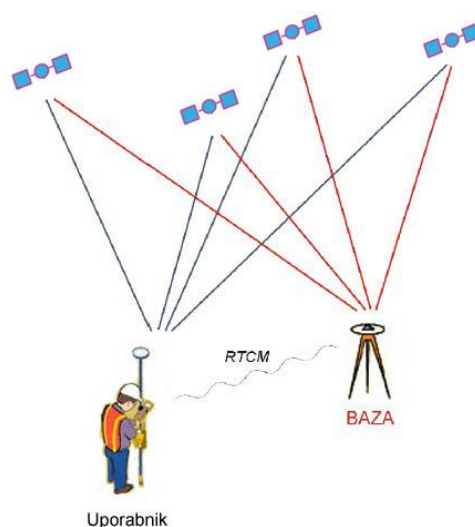
6 RTK (Real Time Kinematic) GPS METODA IZMERE

RTK je v osnovi kinematična metoda GPS izmere. Za izvedbo izmere s to metodo potrebujemo radijsko povezavo med referenčnim in premičnim GPS sprejemnikom ter ustrezno programsko opremo za obdelavo opazovanj referenčnega in premičnega GPS sprejemnika v času izmere (Stopar, Pavlovčič, 2000). Po ustrezni komunikacijski zvezi se pošiljajo podatki faznih opazovanj, pridobljeni na baznem stojišču, mobilnemu sprejemniku. To tudi pomeni, da moramo zagotoviti stalno radijsko povezavo med referenčnim in premičnim sprejemnikom. Problem nastane predvsem na večjih oddaljenostih od referenčnega sprejemnika (nad 5 km), npr. zaradi konfiguracije terena. Med izmero je potreben sprejem signala najmanj štirih satelitov, pri inicializaciji pa vsaj pet. Inicializacija pomeni določitev celega števila valov med sprejemnikom in satelitom, ki je skozi celotno meritev konstantno, če med potekom meritve ne pride do prekinitve signala.

Kot že omenjeno, pri kinematičnih metodah uporabljamo dva sprejemnika, od katerih je eden referenčni sprejemnik. Na voljo imamo tri možnosti:

1. povezava z lastnim referenčnim sprejemnikom

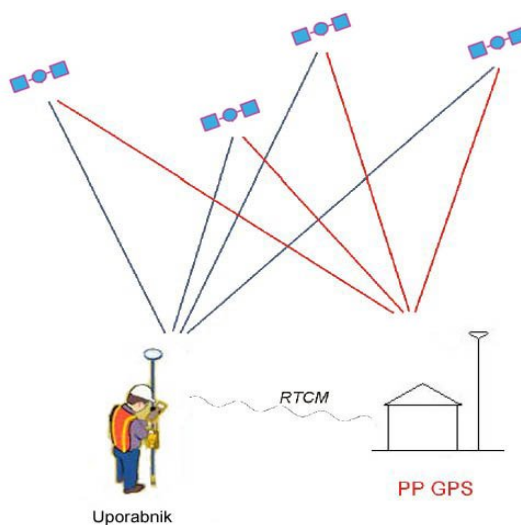
Potrebujemo dva instrumenta, enega postavimo na znano točko. Med njima, torej med premičnim in referenčnim sprejemnikom, zagotovimo in vzpostavimo komunikacijsko povezavo. Ta povezava je lahko zagotovljena z radijsko zvezo, s sistemom GSM ali s kakršnokoli drugo tehnologijo, ki omogoča prenos podatkov faznih opazovanj, pridobljenih na baznem stojišču do mobilnega sprejemnika.



Slika 3: Povezava na lastno bazo

2. povezava na stalno delujočo postajo GPS (referenčni sprejemnik je stalno delujoča GPS postaja)

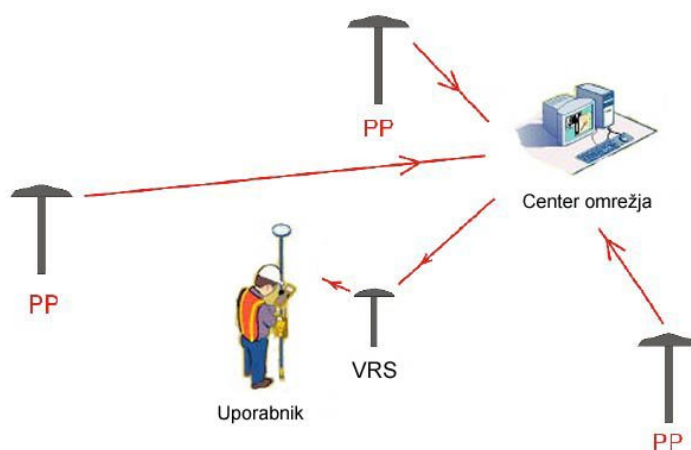
Tu permanentna GPS postaja nadomešča referenčni sprejemnik. Bazni sprejemnik je lahko nameščen na strehi stavbe, za dostop do podatkov imamo na voljo več možnosti. Uporabnik potrebuje le en instrument (rover), omejitev je le v dosegu bazne postaje. Ta način uporabimo, kjer je oddaljenost mobilnega instrumenta od permanentne postaje le nekaj km. Razdalja naj ne bi bila daljša od 20 km, saj se natančnost določitve položaja z oddaljenostjo slabša.



Slika 4: Povezava na stalno delujočo postajo GPS

3. povezava na omrežje stalno delujočih GPS postaj

Referenčni sprejemnik nadomešča več stalno delujočih postaj oz. omrežje stalno delujočih GPS postaj. V slovenskem omrežju permanentnih postaj SIGNAL imamo na voljo 15 postaj. Za dostop do podatkov omrežja imamo prav tako več možnosti kot pri povezavi na posamezno permanentno postajo. Kot sem že omenil, je pri povezavi na posamezno permanentno postajo problematična oddaljenost med uporabnikom in postajo, omrežje permanentnih postaj pa je v redkih primerih tako gosto, da na celotnem območju zagotavlja oddaljenost manj kot 20 km. Rešitev je v skupni obravnavi podatkov omrežja.



Slika 5: Povezava na omrežje stalno delujočih postaj

7 GLOBALNI IN DRŽAVNI KOORDINATNI SISTEM

Različne metode GPS izmere se nanašajo na različne koordinatne sisteme. »Na osnovi poznavanja metod izmere in referenčnih koordinatnih sistemov se lahko odločimo za pravilno izbiro koordinatnega sistema, v katerem bodo določeni položaji novih točk. To pomeni, da je prvi pogoj za pridobitev korektnih rezultatov izmere poznavanje lastnosti koordinatnih sistemov in njihovih povezav z različnimi GPS metodami izmere oziroma izvajanje transformacij med posameznimi koordinatnimi sistemi, ko je to potrebno.« (Stopar, Pavlovčič, 2001, str. 51)

Sistem GPS - vsi sateliti, nadzorni centri in vsi GPS sprejemniki primarno delujejo v WGS-84 koordinatnem sistemu. To je globalni koordinatni sistem z izhodiščem v težišču Zemlje in se vrti skupaj z njo. Položaj točke v tem sistemu je določen s kartezičnimi koordinatami (X, Y, Z) ali z geografskimi koordinatami (φ , λ , h; geografska širina, dolžina in elipsoidna višina). Višina v tem sistemu je določena kot pravokotna oddaljenost točke nad WGS-84 elipsoidom, ki aproksimira Zemljo kot telo.

7.1 Državni koordinatni sistem D48 in globalni koordinatni sistem ETRS89

Prej, ko sistem GPS še ni bil razvit oz. ga sploh še ni bilo, je vsaka država vzpostavila svoj koordinatni sistem, ki je predstavljal izhodišče za meritve. V Republiki Sloveniji je uradno veljaven koordinatni sistem z oznako D48, ki temelji na astrogeodetski mreži in nivelmanski mreži. Definiran je z Besselovim elipsoidom, ki najbolje aproksimira Zemljo na področju Slovenije (WGS-84 je globalni elipsoid in najbolje aproksimira celotno Zemljo). Obstoječa višinska komponenta slovenskega koordinatnega sistema temelji na ortometričnih višinah z vertikalnim datumom v Trstu in izhodiščem v fundamentalnem reperju v Rušah.

V okviru Mednarodnega združenja za geodezijo IAG-EUREF (Internation Association for Geodesy – European Reference Frame), katerega članica je tudi Slovenija, je bilo določeno, da bo enotni koordinatni sistem za območje Evrope ESRS (European Spatial Reference System – Evropski prostorski referenčni sistem). Ta sistem sestoji iz:

- ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) v horizontalnem smislu in
- EVRS2000 (European Vertical Reference System) v višinskem smislu.

7.1.1 Horizontalna komponenta koordinatnega sistema

Za potrebe vzpostavitve horizontalne komponente koordinatnega sistema po zahtevah, ki jih mora izpolniti sodoben koordinatni sistem, je bilo potrebno v Sloveniji vzpostaviti 15 permanentnih postaj GPS, tudi z vidika zagotovitve centimetske natančnosti meritev z GPS tehnologijo v realnem času. Omrežja permanentnih postaj v današnjem času predstavljajo vzpostavitev (materializacijo) koordinatnih sistemov in ne več klasične mreže geodetskih točk (npr. triangulacija). Tehnologija GPS in njej ustrezne metode meritev omogočajo tako zasnovano in postavitve koordinatnega sistema, ki ustreza sodobnim zahtevam, ki jih mora izpolniti koordinatni sistem. Omogoča tudi enostavnejše načine za natančno določitev koordinat točk v primerjavi s tehnikami klasičnih geodetskih meritev.

7.1.2 Vertikalna komponenta koordinatnega sistema

EVRS2000 temelji na težnosti, višine točk pa so definirane z geopotencialnimi kotami, ki se določajo z absolutnimi in relativnimi gravimetričnimi meritvami. Za potrebe prehoda na ta sistem je treba vzpostaviti osnovno gravimetrično mrežo. Obstoječe višinske podatke nivelmanskih mrež je treba pretvoriti v EVRS2000, kar potem omogoča povezavo elipsoidnih višin, določenih s tehnologijo GPS, v ortometrične, določene z nivelmanom.

7.2 Transformacija med globalnim ETRS89 in državnim koordinatnim sistemom D48

Povezave med različnimi vrstami koordinatnih sistemov so podane s transformacijskimi parametri, ki jih pridobimo s poznavanjem koordinat v obeh koordinatnih sistemih. Ti parametri v splošnem določajo medsebojni odnos dveh koordinatnih sistemov. Obstaja več načinov transformacije med koordinatnimi sistemi. Ti se med seboj razlikujejo v lastnostih transformacij in iz njih izhajajočega števila transformacijskih parametrov med koordinatnima sistemoma.

Do prehoda iz državnega D48 koordinatnega sistema v ETRS89 koordinatni sistem je transformacija v državni koordinatni sistem za zdaj še vedno obvezen korak projekta GPS izmere, tako zaradi kombinacije GPS meritev s klasičnimi tehnikami geodetske izmere, kot tudi zaradi vključevanja podatkov v obstoječe podatkovne baze, ki temeljijo na državnem koordinatnem sistemu.

Najpogosteje uporabljan model transformacije je podobnostna transformacija, definirana s sedmimi transformacijskimi parametri:

- 3 parametri premika izhodišča koordinatnega sistema,
- 3 parametri zasuka koordinatnih osi,
- 1 parameter spremembe merila.

Za določitev sedmih transformacijskih parametrov je najmanjše možno število koordinat, danih v obeh sistemih, sedem. Ta pogoj naj bi bil v splošnem izpolnjen z znanimi koordinatami dveh točk v obeh sistemih in tretjo točko, ki ima dano eno koordinato v obeh sistemih. To pomeni, da je minimalno število točk, za izračun transformacijskih parametrov 3, v praksi vsaj 4 do 5. Na ta način zagotovimo ustrezno določitev in oceno transformacijskih parametrov z izravnavo. Glede višin točk običajno upoštevamo nadmorske in elipsoidne višine danih točk. Možen je tudi izračun transformacijskih parametrov brez upoštevanja višin: redukcija na elipsoid ($h=0$) oz. geoid: ($H=0$).

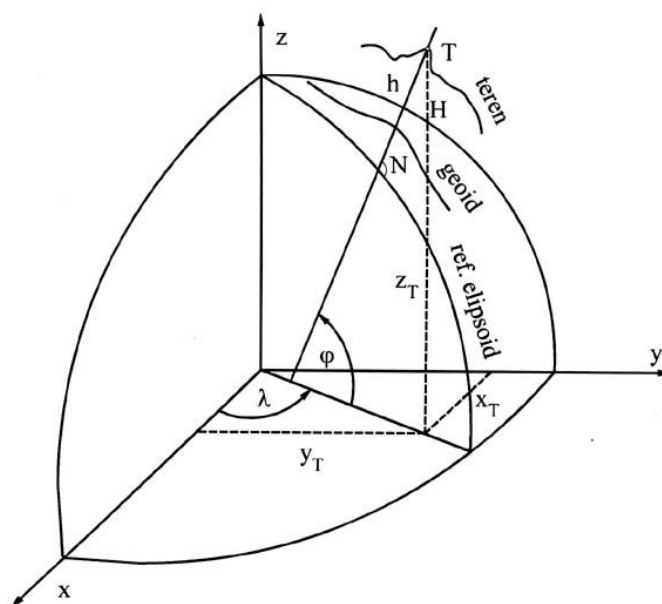
Praktično, npr. pred izvedbo zemljiško-katastrske meritve, v bližini delovišča poiščemo geodetske točke z danimi koordinatami v državnem koordinatnem sistemu. Pri tem je pomembna razporeditev teh točk, saj naj bi se nove točke nahajale znotraj danih. Na podlagi koordinat točk v obeh koordinatnih sistemih izračunamo torej transformacijske parametre za vklop novih točk v obstoječ topografski ali zemljiško-katastrski načrt. Če v bližini ni geodetskih točk, uporabimo transformacijske parametre širšega območja. Transformacija koordinat točk detajlne izmere se lahko izvede na terenu ali naknadno v pisarni. Na terenu se transformacija izvaja sproti v kontrolni enoti premičnega sprejemnika, v katero je nameščen ustrezen program za transformacijo. Naknadno transformacijo v pisarni lahko izvedemo s poljubnimi programi, kot so npr. Protra, Sitra (avtorja: B. Stopar, K. Kozmus, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo), Leica Ski Pro in drugi.

Programa Protra in Sitra izvajata Helmertovo podobnostno transformacijo v trirazsežnem prostoru, pri čemer je transformacija s programom Protra izvedena z:

- uporabo elipsoidnih višin h , kot razliko dane ortometrične višine H in interpolirane vrednosti geoidne višine N iz relativnega modela geoida za področje Slovenije in dela Hrvaške,
- uporabo elipsoidnih višin točk h v ETRS89 koordinatnem sistemu,
- izračunom ortometričnih višin H transformacijskih točk kot razlika transformirane elipsoidne višine h in interpolirane geoidne višine N iz lokalnega modela geoida po enačbi $H=h-N$.

Sitra pa za transformacijo uporablja:

- nadmorske (normalne ortometrične višine H) v državnem koordinatnem sistemu (ne več elipsoidnih višin h),
- elipsoidne višine točk h v ETRS89 sistemu,
- Izračun ortometričnih višin H transformacijskih točk kot razliko merjene elipsoidne višine h in geoidne višine N interpolirane iz absolutnega modela geoida po enačbi $H=h-N$.



Slika 6: Elipsoidne in pravokotne koordinate na rotacijskem elipsoidu

V prvem primeru je problem v poznavanju lokalnega geoida, na podlagi katerega si z interpolacijo izračunajo geoidne višine točk, pri drugem načinu pa ne uporabljamo transformiranih elipsoidnih višin točk za določitev ortometričnih višin, ampak neposredno izmerjene elipsoidne višine in absolutni model geoida za območje Slovenije.

8 OMREŽJA PERMANENTNIH POSTAJ

V zadnjih 10. letih je bilo vzpostavljenih večje število omrežij GPS postaj, različnih namenov, zasnove in nivoja storitev.

Omrežje IGS (International GPS Service) je najpomembnejše omrežje GPS postaj. Sestavlja ga več kot 200 referenčnih postaj, razporejenih po celotni zemeljski obli, ki izvajajo GPS opazovanja neprekinjeno in preko interneta zagotavlja informacije o opazovanjih vseh referenčnih postaj. Kontinentalna omrežja predstavljajo zgostitev omrežja IGS. Evropa je vzpostavila omrežje EPN (Euref Permanent Network). EPN omrežje obravnavamo kot zgostitev IGS omrežja na območju Evrope. EUREF uporablja podatke postaj za realizacijo referenčnega sistema ETRS (angl. European Terrestrial Reference System), ki predstavlja ogrodje za vse geografske in geodetske projekte na območju Evrope tako na državni kot na meddržavni ravni (Stopar, Kozmus, 2004). Državna omrežja permanentnih postaj GPS in ustrezne službe za zagotavljanje podpore pri satelitskem določanju položaja so že vzpostavile številne države, med njimi Slovenija-SIGNAL, Švedska-SWEPOS, Nemčija-SAPOS, Norveška-SATREF, Finska-FinnNet, Švica-AGNES-SWIPOS, Nizozemska-AGRS, Belgija-BEREF, Francija-RGP, Avstrija-APOS, številne države gradijo podobna omrežja. Evropska omrežja pošiljajo podatke opazovanj izbranih postaj v regionalne analizne centre službe EPN (EUREF Permanent Network).

8.1 Naloge omrežja GPS-postaj v geodeziji

Namen vzpostavitve omrežja GPS -postaj v geodeziji je predvsem naslednji:

- praktična realizacija ITRS, ETRS koordinatnega sistema,
- ugotavljanje globalnega in lokalnega geodinamičnega dogajanja, potrebnega za definiranje terestričnih koordinatnih sistemov,
- prispevek k vzpostavitvi višinskega koordinatnega sistema,
- enostavnejše vzdrževanje koordinatnega sistema,
- zmanjšanje potreb za vzpostavitev in vzdrževanje klasičnih geodetskih mrež,
- zagotavljanje potrebnih informacij uporabnikom koordinatnega sistema.

Seveda pa poleg geodezije podatke o prostoru pridobivajo, uporabljajo in vrednotijo tudi druge stroke in službe, zato naj bi omrežje GPS-postaj omogočalo tudi:

- študij globalnega in lokalnega geodinamičnega dogajanja na območju omrežja permanentnih postaj,
- napovedovanje vremenskih dogajanj na osnovi GPS-opazovanj v omrežju permanentnih GPS-postaj,
- spremljanje višine nivoja morja,
- v povezavi z omrežjem potresnih opazovalnic in ustreznih služb, za spremljanje in interpretacijo geodinamičnih dogodkov pred, med in po potresih,
- zagotavljanje servisa za službe, ki potrebujejo podatek o položaju v prostoru (reševanje in zaščita življenj in premoženja, vojska, policija, kopenski, zračni in vodni promet, gozdarstvo, geologija, hidrologija, meteorologija, geofizika, seizmologija, GIS in kartografija, lokacijsko zasnovane storitve ...)

8.2 Organiziranost omrežja

Omrežje permanentnih postaj je lahko organizirano individualno ali centralno. V prvem primeru vsaka postaja deluje neodvisno od ostalih, vendar pa kot taka zadosti zgolj uporabnikom v omejenem območju okoli postaje – 10 do 25 km zračne razdalje od postaje (Stopar, Kozmus, 2004). Če bi torej želeli pokriti celotno državno območje, bi bila gostota postaj zelo velika, velika bi bila investicija v izgradnjo takšnega omrežja postaj.

Druga možnost je centralna organiziranost omrežja PP, kjer so posamezne postaje stalno in stabilno povezane s centrom omrežja, kamor se podatki opazovanj stekajo sproti, v realnem času. Postaje so opremljene z napravami za opazovanje GPS signalov, usmernik pa te podatke usmerja na podatkovno povezavo postaje s centrom.

Glavni razlog za centralno organiziranost omrežja je t.i. mrežna obravnava vseh postaj v omrežju. Postaje niso več neodvisne, temveč združeni podatki z različnih postaj omogočajo računsko modeliranje vplivov na opazovanja v celotni mreži. Zaradi tega mrežna obravnava zahteva precej manjšo gostoto postaj kot v primeru samostojnih postaj. Razdalje med postajami v mreži so lahko daljše – tudi do 80 km. (Stopar, Kozmus 2004)

8.2.1 GPS - služba

GPS - služba ali služba za GPS je delovni naziv za službo, ki jo sestavlja poleg majhne strokovne skupine predvsem dejavnost, definirana skozi stalne naloge in projekte.

8.2.2 GPS-služba omrežja SIGNAL

Naloga službe v centru omrežja je v glavnem analiza in obdelava podatkov opazovanj posameznih permanentnih postaj, posredovanje obdelanih podatkov uporabnikom ter arhiviranje podatkov opazovanj in rezultatov obdelanih podatkov opazovanj, analiza teh podatkov, povezovanje s podobnimi službami sosednjih držav ter omrežjem EPN.

GPS - službo sestavljajo trije segmenti:

- operativni center: njegova naloga je zagotavljanje stalnega delovanja omrežja PGPS postaj v praksi,
- podatkovni center: pridobivanje, arhiviranje in distribucija podatkov GPS opazovanj (podatki za izmero v realnem času ali za naknadno obdelavo),
- analitični center: predstavlja nadgradnjo ostalih segmentov GPS-službe in njeno najožjo povezavo z OGS (osnovni geodetski sistem) z izvedbo del, ki povezujejo podatke GPS-postaj z državnim koordinatnim sistemom in službo za OGS.

Služba za GPS deluje v okviru državne geodetske službe na Geodetskem inštitutu Slovenije. Njena osnovna naloga je zagotoviti uporabnikom podatke omrežja GPS za meritve v realnem času ali za njihovo naknadno obdelavo. Služba za GPS tudi nadzira delovanje omrežja, vzdržuje spletno stran, opravlja geodetske analize in zagotavlja transformacijske parametre za preračunavanje koordinat med državnim in evropskim koordinatnim sistemom. Prav tako nudi pomoč in informacije uporabnikom, ki bi želeli uporabljati omrežje postaj GPS ali se spoznati z delovanjem sistema GPS.

8.3 Državno omrežje GPS-postaj SIGNAL

Omrežje permanentnih postaj GPS je del temeljne državne geoinformacijske infrastrukture, namenjene geodeziji in navigaciji. Omrežje je zgrajeno v celoti: 15 delujočih permanentnih postaj, in sicer v Ljubljani, Mariboru, Črnomlju, Bovcu, Novi Gorici (Bilje), Radovljici, Slovenj Gradcu, Ilirski Bistrici, Kopru, Celju, Trebnjem, Ptuju, Brežicah in Murski Soboti (Bodonci, Velika Polana), ki so komunikacijsko povezane s centrom Službe za GPS v Ljubljani.

Ljubljanska permanentna postaja je vključena tudi v evropsko omrežje permanentnih postaj EPN (European Permanent Network). Podatke s te postaje redno pošiljajo v podatkovni center EUREF (EUropean REference Frame), ki deluje v okviru Mednarodne zveze za geodezijo (International Association of Geodesy - IAG). Ena od nalog EUREF je tudi vzdrževanje novega evropskega koordinatnega sistema ETRS 89, ki ga bo na svojem ozemlju vzpostavila tudi Slovenija (vir: <http://www.gu-signal.si>).

Omrežje postaj GPS je za uporabnika pomembno zaradi možnosti določitve kakovostnega relativnega položaja lastnega sprejemnika v enotnem koordinatnem sistemu.

SIGNAL (SI-Geodezija-NAvigacija-Lokacija) so vzpostavile in ga upravljajo državne institucije (Geodetska uprava RS – finančno ter Geodetski inštitut Slovenije – izvedbeno, organizacijsko in operativno). SIGNAL sestavljata GPS služba in omrežje GPS postaj.

8.3.1 Podpora za upravljanje samostojnih permanentnih postaj ali omrežja permanentnih postaj

Za celovito upravljanje s postajami (samostojne GPS postaje, mreža permanentnih GPS postaj), konfiguriranje, nadzor, prenos podatkov, arhiviranje, distribuiranje in

alarmiranje in za mrežno analizo, skrbi programska oprema. Ta je preko ustrezne komunikacijske povezave (neposredna povezava-RS232, klicni dostop-analogni modem, ISDN, GSM, brezžični internet, LAN ...) povezana s poljubnim številom oddaljenih permanentnih postaj. Princip temelji na arhitekturi Server/Client, pri čemer Server(strežnik) opravlja funkcijo nadzora in upravljanja postaje ali mreže GPS postaj, ter upravljanja s podatki, Client pa omogoča operaterju lokalno ali daljinsko upravljanje strežnika. Trenutno so na voljo tri rešitve, in sicer Leica GPS Spider podjetja Leica Geosystems, GPSNet podjetja Trimble, ter GNSMART, podjetja Geo++. Pri slovenskem omrežju SIGNAL uporabljajo GPSNet.

8.4 Tehnologije prenosa podatkov

V primeru omrežja permanentnih postaj, poteka prenos podatkov:

- s postaj do centra službe
- od omrežja do uporabnika

Glede na hiter razvoj telekomunikacij v zadnjih letih, imamo na voljo kar nekaj variant tekočega prenosa podatkov:

- najeti vodi,
- brezžična povezava,
- ADSL/Internet,
- kabelsko omrežje.

V prvem primeru govorimo o najemu ozkopasovne linije. Ker dnevna količina surovih opazovanj znaša okoli 30-40 MB, ni potrebna širokopasovna povezava, zadosti je že dokaj nizka prepustnost voda. Ta rešitev je optimalna glede pretoka podatkov, s stališča zanesljivosti in varnosti povezave, slabost pa je zelo visoka cena vzpostavitve in najema linije, potrebno je tudi vzpostaviti vod do vsake postaje. Kljub temu pa je ta rešitev sprejeta v več državnih omrežjih PP (Stopar, Kozmus, 2004).

Na krajših povezavah je možen brezžični prenos podatkov preko radijske zveze. Na sprejemnik permanentne postaje je vezan radijski oddajnik, ki oddaja podatke, sprejema pa jih radijski sprejemnik v centru. Daljše razdalje lahko premostimo z uporabo repetitorjev ali obstoječih radijski mrež. V primeru uporabe te povezave, moramo pridobiti dovoljenje za uporabo točno določene radijske frekvence s strani države. Problem, ki tu nastopi, je lahko morebitna prenasičenost frekvenčnega spektra, pa tudi občutljivost na vremenske razmere. Stroški nastopijo pri vzpostavitvi lastne radijske mreže, tekoči stroški pa so minimalni.

Tehnologija ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) predstavlja tehnologijo za hiter prenos podatkov preko običajnih telefonskih linij. ADSL povezava je hitrejša od običajne povezave na klic. Uporaba linije se plačuje pavšalno, glede na želeno prepustnost. Problem lahko nastopi pri oddaljenosti telefonske centrale. Razdalja več kot 5 km je že lahko nepremostljiva in to zna biti problematično pri nekaterih določenih lokacijah permanentnih postaj, saj verjetno vse niso postavljene v urbana okolja. Ker smo stalno povezani v internet, je sistem vzpostavljen tudi raznim nevarnostim le-tega (virusi ...). Rešitev lahko najdemo v postavitvi požarnega zidu (ang. firewall) ali v drugih zaščitah.

Kabelska omrežja že nekaj časa omogočajo dostop do interneta. Delovanje je podobno kot pri ADSL, vendar se podatki ne prenašajo preko telefonskega kabla, ampak preko kabelskega sistema. Tudi tu je problematičen doseg sistema, saj je razpeljan le po večjih urbanih območjih.

Posebna kategorija pri povezavah so navidezna zasebna omrežja (ang. VPN – Virtual Private Network), kar skupaj s tehnologijo ADSL uporabljajo tudi pri omrežju SIGNAL. VPN je zasebno omrežje, ki uporablja javno omrežje (internet) za dostop do oddaljenih lokacij oziroma uporabnikov. Namesto zakupljenih vodov VPN uporablja navidezne povezave, ki so usmerjene (routed) preko interneta za povezovanje omrežja LAN, matičnega omrežja z oddaljenimi lokacijami. Gre za direktno povezavo dveh točk – vzpostavi se t.i. tunel – s stalnima naslovoma IP. Za dostop do VPN uporabljamo poleg tehnologije ADSL lahko še druge, kot so Ethernet(optika), ATM

(angl. Asynchronous Transfer Mode), klicni dostop. V primeru najetih vodov VPN ni potreben, ker ti že sami predstavljajo VPN, prav tako ni potreben v primeru brezžične povezave.

Če želi služba za GPS zagotavljati stalno povezanost s permanentnimi postajami, potem mora poskrbeti za sekundarno povezavo, ki je od osnovne neodvisna, ni pa potrebno, da je stalna. V primeru kabelskega omrežja ali brezžične povezave je najbolj logično drugo povezavo po potrebi vzpostaviti preko interneta z analognimi modemi. Tako bi sistem v centru v primeru izpada avtomatsko vzpostavil povezavo z modemom na permanentni postaji, ki bi ob znaku modema prevzel funkcijo pošiljanja podatkov GPS sprejemnika.

Pri povezavah preko interneta (ADSL, kabel), se lahko druga povezava vzpostavi preko GSM terminalov, kjer bi ob izpadu GSM modem v centru avtomatsko vzpostavil podatkovno povezavo z GSM modemom na permanentni postaji.

8.5 Načini obdelave podatkov v omrežju

8.5.1 Mrežna obravnava podatkov

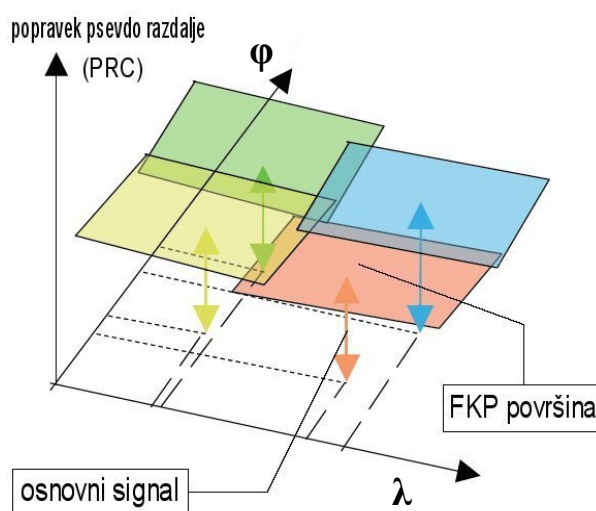
Kot sem že omenil, je eden izmed možnih načinov pri uporabi referenčnega sprejemnika (RTK metoda izmere) tudi uporaba omrežja stalno delujočih GPS-postaj. V primeru, ko so permanentne postaje med seboj neodvisne, natančnost določitve položaja pada z oddaljenostjo od postaje. Kadar pa so podatki opazovanj referenčnih postaj skupaj obdelani, pa govorimo o t.i. mrežnem konceptu. Postaje so stalno povezane s centrom, v katerega se podatki opazovanj stekajo sproti, v realnem času. Govorimo o mrežni obravnavi vseh postaj v omrežju. Združeni podatki z različnih postaj omogočajo računsko modeliranje vplivov na opazovanja v celotni mreži. Naloga mrežnih konceptov je tudi zmanjšati gostoto permanentnih postaj, to pa dosežemo s skupno obravnavo opazovanj vseh postaj v omrežju (Stopar, Kozmus, 2004).

Poznamo različne postopke, ki temeljijo na določitvi položaja z uporabo vseh podatkov iz omrežja neprekinjeno povezanih permanentnih postaj GPS:

- koncept MRS (ang. Multi Reference Station) s posredovanjem popravkov FKP (nem. Flächen Korrektur Parameter),
- navidezne referenčne postaje (VRS – ang. Virtual Reference Station),
- MAC (ang. Master Auxiliary Concept) – koncept glavne-pomožne postaje.

8.5.1.1 Ploskovni korekcijski parametri – FKP

FKP koncept temelji na primerjavi znanih koordinat referenčnih točk z rezultati obdelave GPS opazovanj, vključno z določitvijo neznank celih valov za vsak trenutek opazovanj. Izračunana odstopanja na posameznih postajah definirajo ploskev na obravnavanem območju. S pomočjo interpolacije na tej korekcijski ploskvi, lahko določimo odstopanja v poljubni točki, kjer uporabnik želi.



Slika 7: Linearne FKP ploskve

- Osnova: razlike položajev na referenčni postaji
- Ena ravnina za: vsako postajo, vsako valovanje, vsak satelit
- Opcije: ploskve višjih stopenj

Popravki za izbran položaj uporabnikovega sprejemnika (φ , λ) se določijo z enostavnim interpolacijskim algoritmom na osnovi naklonskih parametrov korekcijske ploskve (povzeto po Seeber, 2000). S pomočjo linearnih kombinacij različnih frekvenc je možno vplive v geometričnem modelu razstaviti na troposferske, orbitalne in ionosferske pogreške. Glede na dimenzije omrežij običajno zadošča linearno modeliranje FKP popravkov. Ustrezni linearni model FKP je umeščen v prostor s središčem v pravi referenčni postaji (Wübbena, 2001).

Celotno omrežje ima torej enotne korekcijske parametre oz. ploskev, interpolacija na izračunani ploskvi pa se izvaja na uporabnikovi strani. Dobra stran tega koncepta je neomejeno število uporabnikov, ki lahko istočasno izkoriščajo parametre FKP, zadostuje pa zgolj enosmerna komunikacija med centrom omrežja in uporabnikom (Stopar, Kozmus, 2004).

Parametri FKP se izračunajo na podlagi primerjave znanih koordinat referenčnih točk z rezultati opazovanj na teh točkah. Tu nas zanima samo razlika med dejanskim stanjem v troposferi in uporabljanim modelom troposfere. Razlike troposfere na referenčnih točkah imajo na FKP in VRS enak vpliv in so izračunane na enak način z istim modelom. Slabost koncepta FKP so zelo omejene možnosti modeliranja preostalih vplivov ionosfere. Model popravkov je zelo enostaven, ponavadi kar linearen, tako da ima rover na razpolago le podatke iz dveh referenčnih postaj za izračun modela atmosfere. Ta omejitev je zaradi količine prenosa podatkov z RTCM.

Parametri FPK se prenašajo preko RTCM sporočil na stavku 59 (format RTCM 3.0).

8.5.1.2 Navidezne referenčne postaje – VRS

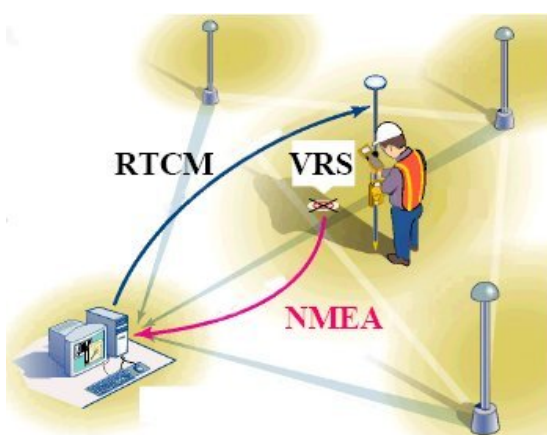
Koncept VRS temelji na principu računske določitve navideznih opazovanj, kot bi jih izvajala referenčna postaja v neposredni bližini uporabnika. Da se lahko določi (izračuna) VRS, uporabnik oz. GPS sprejemnik pošlje centru svoj približni položaj. Ta podatek lahko pošlje npr. preko GSM telefona, in sicer v obliki NMEA stavka. Ta

format je bil izbran zato, ker ga podpira večina sprejemnikov. NMEA (org. National Marine Electronics Association) pomeni standardni zapis za posredovanje obdelanih podatkov v realnem času.

Na podlag približnega položaja, program v kontrolnem centru za ta položaj izračuna virtualno (navidezno) referenčno postajo, na katero se nanašajo opazovanja in popravki, ki jih generira. Te podatke center pošlje v obliki RTCM standarda (Radio Technical Commission for Maritime Services – standardni zapis za prenos podatkov v realnem času), premični sprejemnik pa na podlagi teh podatkov izračuna svoj novi položaj, ki pa ga potem vrne v center.

Matematična obravnava omrežja permanentnih postaj je podobna kot pri FKP – na osnovi opazovanj vseh postaj v omrežju se izračuna ploskev nižjega ali višjih redov, podatki za VRS pa se nato izračunajo z ustrežno metodo interpolacije. Podatki se izračunajo ločeno za vsakega uporabnika, saj se vsak nahaja na svoji lokaciji. Število simultanih VRS je običajno omejeno na strani centra omrežja, kjer se izvajajo preračuni.

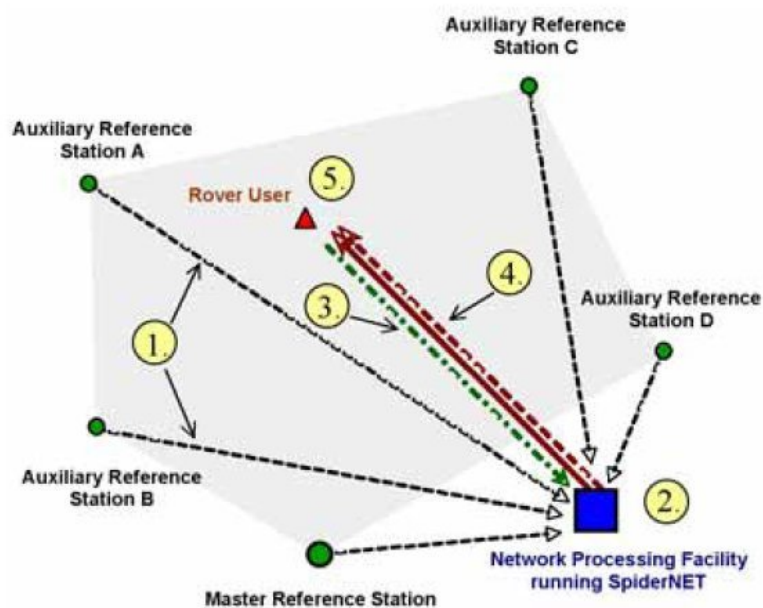
Na tehniki VRS deluje tudi slovensko omrežje SIGNAL.



Slika 8: Shema delovanja VRS

8.5.1.3 Koncept glavne - pomožne postaje - MAC

MAC (Master Auxiliary Concept) je novejši koncept, podprt s sodobnejšo programsko opremo. Princip tega koncepta prikazuje naslednja slika:



Slika 9: Shema delovanja MAC

1. prenos surovih (raw) podatkov permanentnih postaj za mrežno procesiranje
2. mrežno procesiranje – določitev neznanega števila celih valov
3. pošiljanje položaja uporabnika/roverja, NMEA sporočilo
4. generiranje in posredovanje popravkov na podlagi popravkov glavne postaje (Master Reference Station) in korekcijskih razlik pomožnih postaj (Auxiliary Reference Station)
5. ponovna določitev natančnega položaja roverja

9 PRENOS IN OBDELAVA PODATKOV OMREŽJA SIGNAL DO UPORABNIKA

Uporabnik, ki na terenu opravlja meritve z lastnim sprejemnikom GPS, želi podatke svojih opazovanj združiti s podatki opazovanj najbližje permanentne postaje ali podatki navidezne postaje. Tako bo izboljšal natančnost svojih opazovanj, saj bo namesto desetmetrske dobil centimetrovsko natančnost. Uporabnik lahko obdeluje opazovanja sproti, med opazovanjem na terenu ali naknadno na računalniku v pisarni. Naknadna obdelava je cenejša, omogoča dodatno uporabo boljših podatkov v obdelavo (precizne efemeride), slaba stran pa je ta, da ne omogoča takojšnje kontrole kvalitete opravljenih opazovanj (Kozmus, Stopar, 2003).

9.1 Naknadna obdelava podatkov v omrežju SIGNAL

Naknadna obdelava GPS opazovanj pomeni, da mobilni sprejemnik na terenu izvaja GPS opazovanja (kode in faze). Po zaključku merjenja, v pisarni prenesemo opazovanja iz mobilnega in referenčnega sprejemnika in jih z ustrezno programsko opremo obdelamo. Natančne koordinate opazovanj (točk) in oceno natančnosti dobimo po končani obdelavi.

Podatke za naknadno obdelavo potrebujemo, ko delamo hitro statično ali statično izmero. Na voljo pa je tudi že VRS storitev za naknadno obdelavo podatkov preko spletne strani omrežja SIGNAL (<http://www.gu-signal.si>).

Do podatkov opazovanj permanentnih postaj omrežja SIGNAL in virtualnih referenčnih postaj lahko dostopajo registrirani uporabniki, prav tako preko spletne strani omrežja SIGNAL. Za registracijo je potrebno centru Službe za GPS posredovati le določene podatke, nato se prejme uporabniško ime in geslo s katerim se lahko dostopa do podatkov omrežja SIGNAL. Uporabniki pridobijo datoteke z opazovanji na referenčnih postajah v od sprejemnika neodvisnem izmenjevalnem

formatu RINEX (Receiver INdependent Exchange – standardni zapis podatkov opazovanj za naknadno obdelavo).

V primeru pridobitve podatkov permanentnih postaj izberejo le, iz katerih postaj želijo podatke pridobiti. Mogoč je paketni izbor – pridobitev podatkov hkrati iz več permanentnih postaj za isto obdobje opazovanj.

V primeru pridobitve podatkov iz virtualne postaje pa je potrebno vpisati podatke o približnem položaju virtualne referenčne postaje v ETRS 89 koordinatnem sistemu. Položaj lahko podamo v geodetskih ali kartezičnih koordinatah. Za podani položaj se nato tvorijo opazovanja virtualne referenčne postaje, ki so izračunana na podlagi dejanskih opazovanj na permanentnih postajah omrežja SIGNAL.

Pri izbiri položaja se moramo držati naslednjih smernic:

- položaj izberemo poljubno, tako, da je čim bližje našemu delovišču,
- zadostuje, če ga podamo na nekaj deset metrov natančno, saj natančnejši izbor ne bo bistveno vplival na natančnost in točnost določitve položaja novih točk.

Nato izberemo čas pričetka in trajanje opazovanj, kjer moramo biti pozorni na časovni sistem, saj se morajo vsi podatki nanašati na GPS časovni sistem.

Pri prenosu datotek z opazovanji lahko izbiramo med navadnim formatom RINEX (*.yyo) in komprimiranim formatom RINEX oz. Hatanaka (*.yyd). Razlika je le v tem, da je velikost komprimiranih datotek nekoliko manjša (tudi do 65%) in jo je priporočljivo uporabiti, če ima uporabnik slabo povezavo s spletom. Ker programski paketi za obdelavo podatkov uporabljajo RINEX datoteke (*.yyo), je potrebno Hatanaka datoteke najprej dekomprimirati. Za to lahko uporabimo brezplačni programček (crx2rnx.exe), ki se lahko dobi na spletni strani omrežja SIGNAL ali drugih centrov (CSRC – California Spatial Reference Center, SOPAC – The Scripps Orbit and Permanent Array Center, itd.).

Podjetja, ki imajo samostojne permanentne postaje, nudijo podatke opazovanj preko svojih vstopnih točk na spletnih straneh ali pa enostavno preko elektronske pošte (npr. GEOSERVIS d.o.o. iz Ljubljane, GEO INŽENIRING d.o.o., Žalec, referenčna postaja Mestne občine Koper – vzdržuje jo podjetje HARPHA SEA d.o.o. iz Kopra, Komunala Novo mesto d.o.o. itn.). Velja pa omeniti, da je pri izbiri teh postaj potrebna previdnost, saj so njihove koordinate določene brez povezave z omrežjem SIGNAL.

9.2 Podatki za izmero v realnem času

Podatke za izmero v realnem času potrebujemo, kadar izvajamo npr. RTK-GPS izmero.

Podatki v realnem času so prav tako dostopni preko spletne strani, po predhodni registraciji uporabnika. Registriran uporabnik lahko dostopa do podatkov na tri načine:

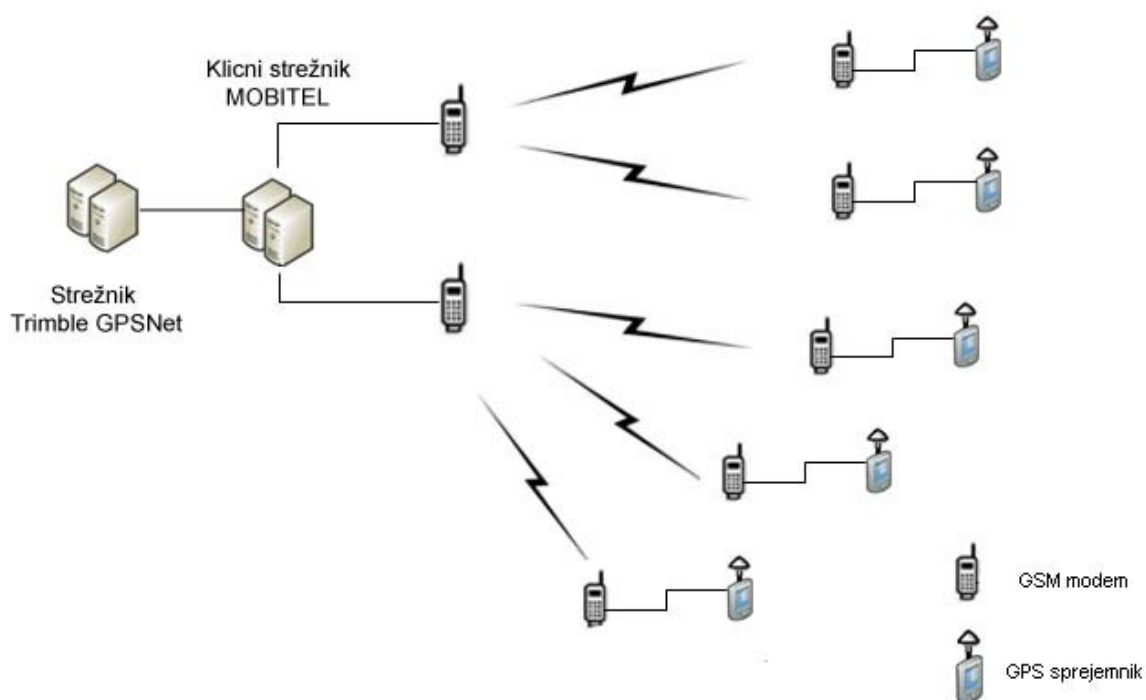
- neposredno s klicem na mobilno številko v klicnem centru,
- z uporabo NTRIP protokola preko mobilnega interneta,
- s klicem na mobilno telefonsko številko v Službi za GPS.

9.2.1 Podatkovni klic (CSD) na klicni center

Podatkovni klic CSD (angl. Circuit Switched Data) je storitev, ki v GSM omrežju omogoča prenos podatkov.

Klic na številko v klicni center omogoča uporabo ene telefonske številke za eno postajo več uporabnikom hkrati. Uporabnik se mora pred prvo uporabo registrirati. Ob registraciji mora posredovati telefonsko številko s katere bo klical v klicni center, kajti le tem številkam je omogočen klic.

Uporabnik potrebuje GSM modem, povezan z GPS sprejemnikom. Medij prenosa podatkov je telefonsko omrežje mobilnega operaterja. Za sprejemanje korekcij z ene izmed obstoječih permanentnih postaj mora imeti uporabnik možnost Dial-Up dostopa, za sprejemanje korekcij virtualne postaje (VRS), pa dvosmerno komunikacijo (zaradi oddajanja stavka NMEA).



Slika 10: Podatkovni klic na klicni center - lastna številka za vsako postajo in storitev VRS

Klicni center s strežnikom in programsko opremo se nahaja na Mobitelovem centru.

Pri zbiru mobilne številke moramo upoštevati:

- tip podatkovnega toka (stavki 18/19 ali 20/21) in format zapisa (RTCM 2.1 ali RTCM 2.3) – odvisno od vrste/tipa sprejemnika,
- način tvorbe popravkov: storitev VRS ali navezava na posamezno permanentno postajo.

Uporabnik izbere torej mobilno telefonsko številko za izbrano storitev, ki jo nastavi na sprejemniku, in po vzpostavitvi klica začne prejemati podatke. Telefonske številke klicnega centra za uporabo storitve VRS ali navezavo na posamezno postajo so na voljo na spletni strani omrežja SIGNAL.

9.2.2 Mobilni internet - uporaba protokola NTRIP

Ntrip (angl. Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) – je protokol za prenos GNSS (Global Navigation Satellite System) podatkov preko interneta.

Ta način zahteva na uporabnikovi strani dostop do interneta. Na voljo imamo dve možnosti:

a) klicni dostop (CSD) + NTRIP

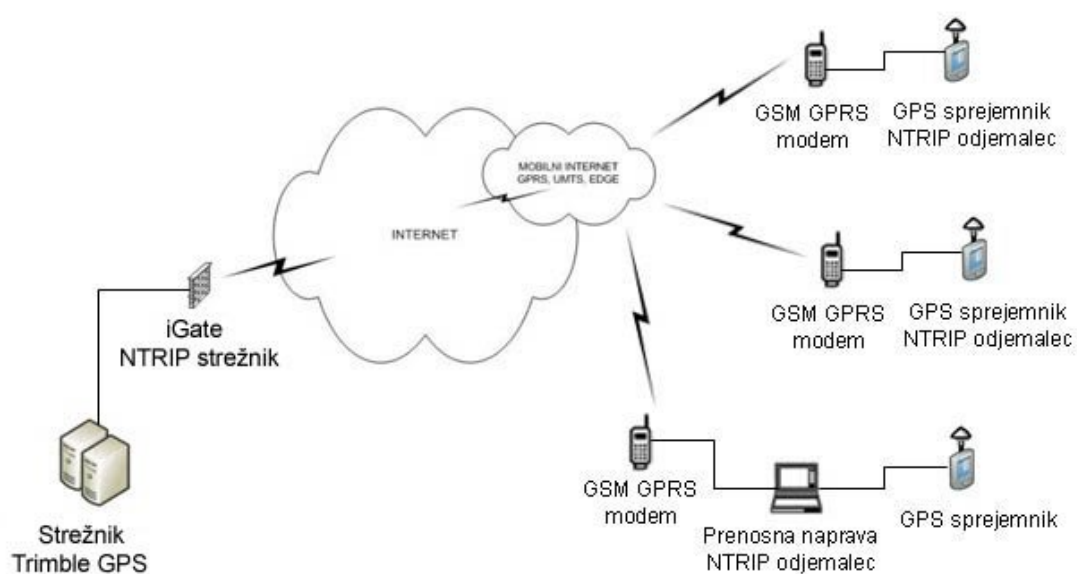
Pri Mobitelu in Simobilu je dostop do interneta za klasične GSM-aparate na voljo preko vstopnih točk – telefonskih števil, stroški se obračunavajo glede na čas trajanja povezave po posebni, za uporabnika ugodnejši tarifi .

b) paketni prenos (GPRS, UMTS, EDGE) + NTRIP

Sistemi, kot so GPRS (angl. General Packet Radio Service), UMTS (angl. Universal Mobile Telecommunications System), ter EDGE (angl. Enhanced Data rates for Global Evolution), nudijo različne storitve v mobilnem omrežju kot npr. dostop do raznih informacij, prenosi datotek in podatkov, pošiljanje sporočil, videotelefonijska, stalen in hiter dostop do zelenih aplikacij in vsebin na internetu in intranetu itd. Razlikujejo se torej v vsebini storitve ter hitrosti prenosa podatkov. GPRS je nadgradnja obstoječega sistema GSM, uvaja prenašanje podatkov v paketih, kar pomeni, da je omrežje obremenjeno samo med prenašanjem podatkov. Storitve se obračunavajo na podlagi dejanske količine prenesenih podatkov in ne na podlagi trajanja podatkovne zveze. Sistem UMTS predstavlja osnovo za brezžične multimedijske komunikacije, omogoča hitrejši in bolj kakovosten prenos podatkov.

EDGE tudi omogoča hiter prenos podatkov prek mobilnega omrežja, vendar na osnovi sistema GSM in je nadgradnja GPRS.

Za uporabo paketnega prenosa podatkov so potrebne določene nastavitve, ki so odvisne od znamke telefona, najdemo pa jih lahko na spletnih straneh mobilnih operaterjev – Mobitel, Simobil.

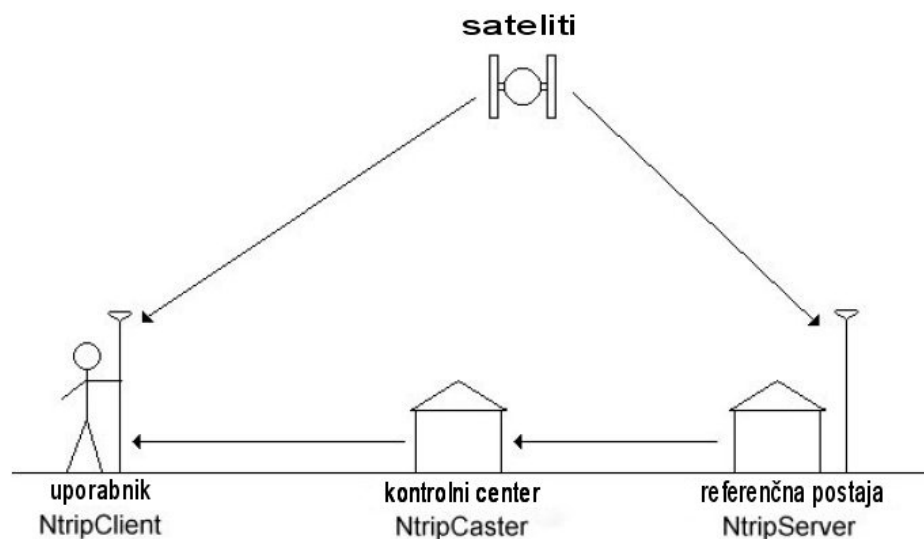


Slika 11: Mobilni internet, uporaba protokola Ntrip

Sprejemanje korekcij na uporabnikovi strani omogoča tehnologija Ntrip.

9.2.2.1 Tehnologija Ntrip

Protokol Ntrip je bil razvit kot projekt pod okriljem EUREF v Zveznem uradu za kartografijo in geodezijo - BKG (The Federal Agency for Cartography and Geodesy, Frankfurt). Program je brezplačen, dobimo ga lahko na spletnem naslovu <http://igs.ifag.de>. Protokol Ntrip je še vedno v razvoju oz. dopolnjevanju.



Slika 12: Shema Ntrip komunikacije

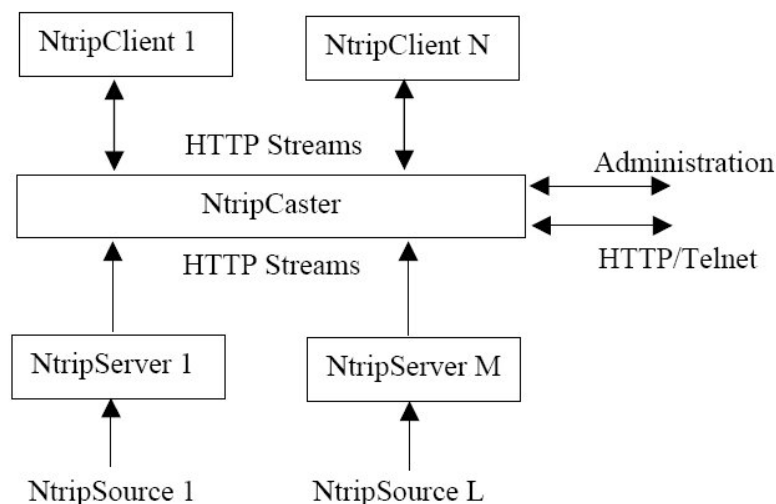
Uporabnik (NtripClient) sprejema korekcijske podatke kontrolnega centra (NtripCaster) preko interneta (npr. mobilno omrežje, GPRS). Podatki so poslani v Ntrip formatu, kar zagotavlja sprejemanje podatkov skoraj v realnem času iz referenčnih postaj. Komunikacija med kontrolnim centrom in referenčno postajo (NtripServer) prav tako uporablja protokol Ntrip. Vzporedno pa uporabnik ter referenčna postaja sprejemata podatke satelitov GPS.

S korekcijskimi podatki upravlja kontrolni center. Zbira jih iz vseh referenčnih postaj in skrbi za posredovanje teh uporabnikom.

Ntrip sporočila so poslana po protokolu HTTP (Hypertext Transfer Protocol), verzije 1.1. Vsak GPS sprejemnik ali sistem, ki ima možnost povezave z internetom, lahko nastavimo za sprejem npr. RTCM sporočil preko Ntrip.

9.2.2.2 Opis sistema Ntrip

Za vsa bodisi sprejeta ali poslana sporočila preko Ntrip, skrbi NtripCaster, t.i. center komunikacije v Ntrip sistemu (glej sliko...). NtripCaster pa te informacije prejema od strežnikov (NtripServers). Znotraj tega zasledimo tudi termin NtripSource – izvor, ki generira popravke - RTCM sporočila, strežniki pa skrbijo za prenos teh sporočil do kontrolnega centra. Uporabnik lahko sprejema RTCM sporočila (izvirni podatki, popravki) z zahtevo preko kontrolnega centra. Vsi uporabniki in strežniki uporabljajo isti IP naslov (Internet Protokol) kot komunikacijski protokol s kontrolnim centrom za razvrščanje in prenos podatkov.



Slika 13: Arhitektura Ntrip

- NtripSource – generator, izvor podatkov
- NtripServers – prenos podatkov do kontrolnega centra (NtripCaster)
- NtripCaster – glavna komponenta sistema
- NtripClients – uporabnik podatkov

9.2.2.2.1 NtripCaster

NtripCaster je center komunikacije sistema Ntrip. Zbira izvorne podatke in jih distribuira uporabnikom (NtripClients). Mnogo uporabnikov je lahko isti trenutek povezanih s centrom z uporabo skupnega protokola TCP/IP, preko skupne vstopne točke («Mountpoint»). Obravnava zahtevo po sprejemu podatkov, ter vrste teh podatkov in pripravi ustrezen seznam (VRS ...). Prav tako skrbi za prijavo oz. identifikacijo uporabnika – preverjanje pristnosti. Vsebuje celoten pregled izvornih podatkov v t.i. izvorni tabeli (angl. Source Table). Administrator sistema ima celoten nadzor, kar pomeni, da lahko polno razpolaga z uporabniki in izvornimi podatki. Lahko npr. vidi, kdo je v sistem prijavljen, kje se nahaja, katere podatke sprejema (VRS, posamezna postaja ...) itd.

Tehnično, v večini primerov, je NtripCaster HTTP strežnik. V standardni uporabnik/strežnik (angl. client/server) terminologiji, deluje NtripCaster kot strežnik, ker oba, uporabnik in strežnik, delujeta kot klienta. To pomeni, da je NtripCaster vedno pasivna komponenta v komunikaciji.

9.2.2.2.2 NtripSource

NtripSource je geografično stacionarna točka, ki neprekinjeno proizvaja (generira) RTCM podatke (ponekod v literaturi zasledimo tudi GNSS podatke ali RTK podatke). Ti podatki so zapisani v izvorni tabeli (npr. format podatkov: RTCM 2.0, RTCM 2.1, navigacijski sistem: GPS, GPS+GLONASS, ter druge informacije). To tabelo vsebuje NtripCaster, vsak podatek v tej tabeli, pa je določen s štiri-znakovnim identifikatorjem, preko katerega lahko uporabnik dostopa do podatkov.

9.2.2.2.3 NtripServer

Sprejema RTCM izvirne podatke in jih pošilja kontrolnemu centru. Server ali strežnik si lahko predstavljamo kot program, ki teče na računalniku (PC). Tudi tu ponekod v literaturi zasledimo NtripServer kot RTK referenčna postaja, kar pomeni, da se na podlagi podatkov referenčnih postaj, ki sprejemajo signale GPS satelitov, tvorijo korekcijski podatki (NtripSource), te pa strežnik pošilja v kontrolni center, od tu pa so dosegljivi uporabnikom.

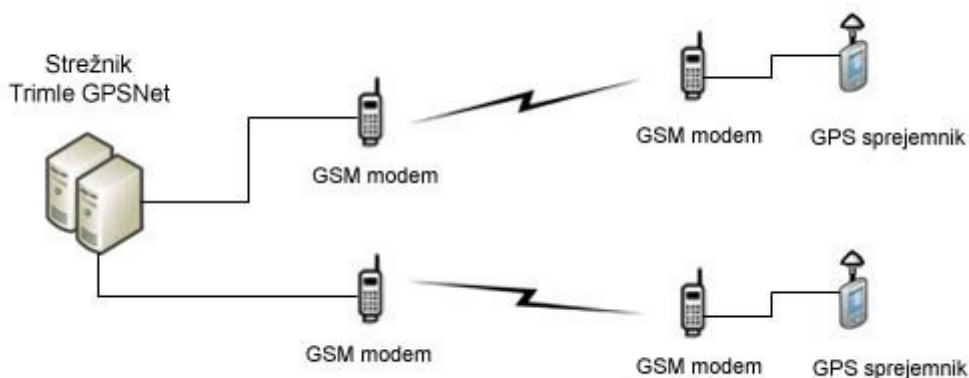
9.2.2.2.4 NtripClient

To je komponenta, ki sprejema podatke. Natančneje je to komponenta/program, ki je bodisi nameščena v GPS sprejemnik oz. kontrolno enoto ali ločena (v primeru starejših sprejemnikov). Za tehniko VRS mora NtripClient omogočati tudi pošiljanje položaja sprejemnika v kontrolni center. To Ntrip podpira s pošiljanjem stavka NMEA GGA. Uporabnik ima preko izvirne tabele podatke o tem, katera referenčna postaja je na voljo, oz. izbere, iz katere želi prejemati podatke (običajno najbližje, če uporablja povezavo na eno permanentno postajo), izbira VRS načina itn. Običajno so podatki dostopni le registriranim uporabnikom.



Slika 14: Primer Ntrip odjemalca na kontrolni enoti premičnega sprejemnika

9.2.3 Direktni klic na številko v službi za GPS



Slika 15: Klic na številko v službi za GPS

Ta način je podoben kot podatkovni klic na klicni center, le da gre tu za podatkovni klic na GSM modem v centru službe, kjer ima vsak modem svojo številko in eno linijo. Za vsakokratno sprejemanje korekcij mora uporabnik predhodno (po telefonu ali preko elektronske pošte) Službi za GPS sporočiti vrsto storitve, ki obsega:

- tip podatkovnega toka (stavek 18/19 ali 20/21) in format zapisa (RTCM 2.1 ali RTCM 2.3), kar je odvisno od vrste/tipa sprejemnika,
- način tvorbe popravkov: glede na izbor ene izmed obstoječih permanentnih postaj ali navidezno permanentno postajo ter
- predvideni časovni interval izvedbe meritev.

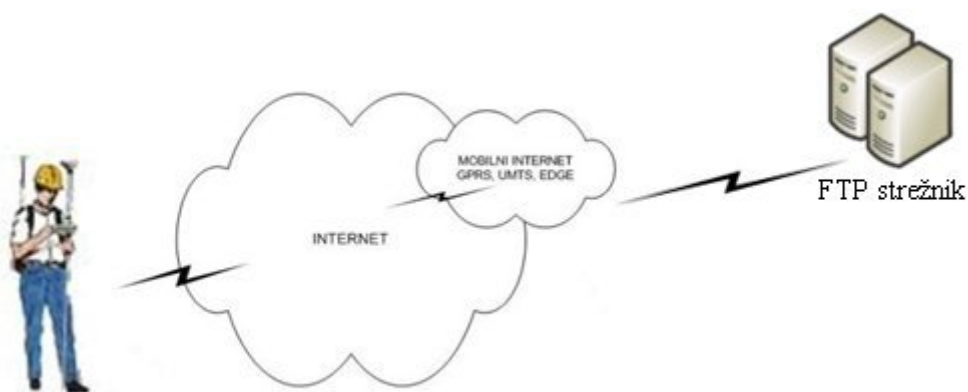
Glede na vrsto storitve operater dodeli uporabniku eno izmed prostih GSM povezav in izvede ustrezne nastavitve. Uporabnik nato pokliče na dodeljeno telefonsko številko in prične sprejemati podatke.

V centru službe imajo 4 modeme, kar pomeni največ štirje uporabniki naenkrat, se pa ta način počasi umika oz. bo uporaben npr. le v primeru izpada strežnika v klicnem centru.

10 PRENOS PODATKOV RTK IZMERE MED KONTROLNO ENOTO IN SPLETNIM - DATOTEČNIM STREŽNIKOM

Podatke izmere (običajno koordinate točk izmere), ki so shranjene v kontrolni enoti roverja, v pisarni prenesemo na računalnik in ustrezno obdelamo. Lahko pa te podatke prenašamo že med izmero, medtem ko izvajamo meritev. Ta način prenosa podatkov je možen, če kot mobilno enoto-rover, uporabljamo dlančnik, za tok podatkov pa mobilni internet (GPRS, UMTS ...).

Cilj prenosa podatkov je datotečni strežnik (FTP strežnik, angl. File Transfer Protokol ali protokol za prenos datotek). Na strežniku lahko tečejo poljubni programi, ki te podatke ustrezno obdelajo in se potem zapisujejo v podatkovne baze ali pa je to le prostor- mapa, kamor se ti podatki oz. datoteke shranjujejo.



Slika 16: Komunikacija uporabnik-strežnik preko mobilnega interneta

10.1 Prenos podatkov na zahtevo

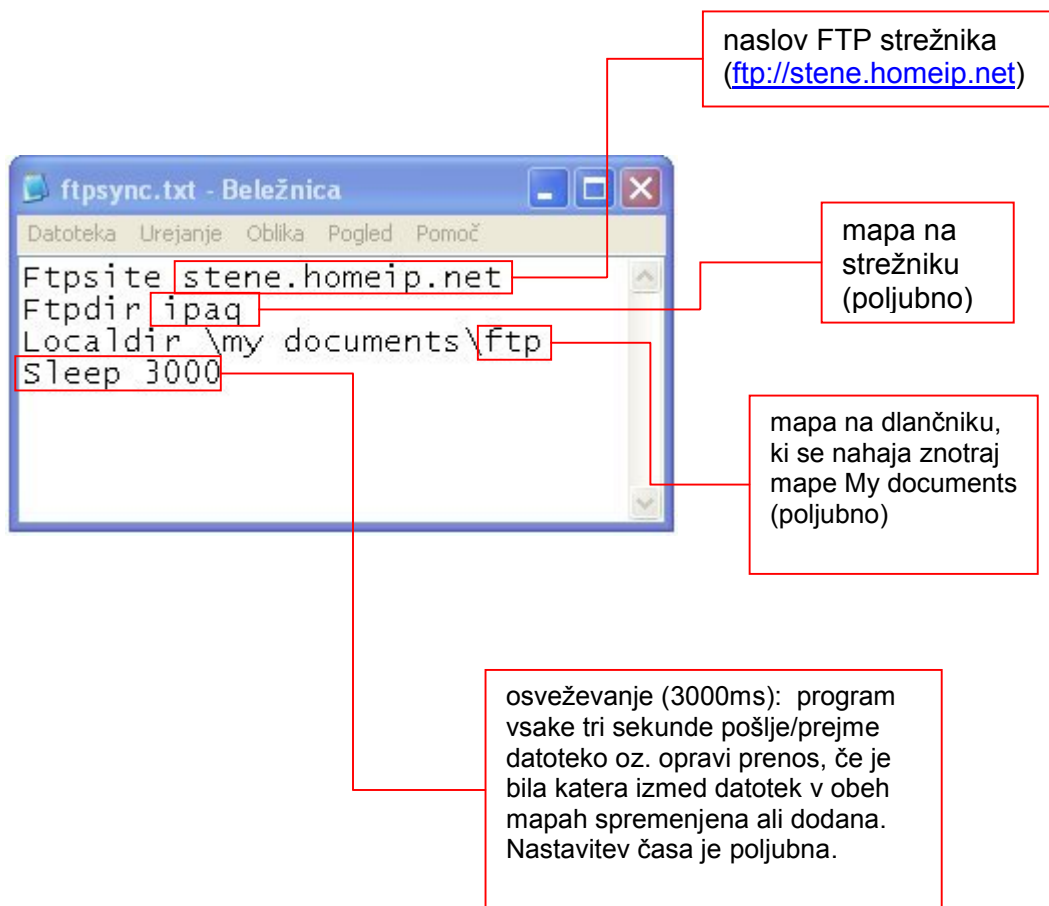
Za prenos datotek lahko uporabljamo posebne FTP programe (odjemalce), preko katerih se povežemo s spletnim strežnikom in prenašamo datoteke. Najbolj poznani so, recimo, CuteFTP, Bullet Proof FTP, WS-FTP in drugi. Poleg tega lahko z njimi tudi upravljamo z datotekami na spletnih straneh. Do spletnega strežnika lahko dostopamo tudi preko pregledovalnikov za WWW, npr. MS Internet Explorer v okolju Windows 98 in novejših, kar je najbolj izvedljivo pri uporabi dlančnika z operacijskim sistemom Windows (Microsoft Windows Mobile). Ta način prenosa podatkov pomeni prenos na zahtevo, torej takrat, ko podamo nek ukaz za izvršitev.

Druga možnost je uporaba programov, ki podatke prenašajo samodejno. To pomeni, da tečejo »v ozadju« in izvajajo določene operacije.

10.2 Samodejni prenos podatkov

10.2.1 Ftpsync

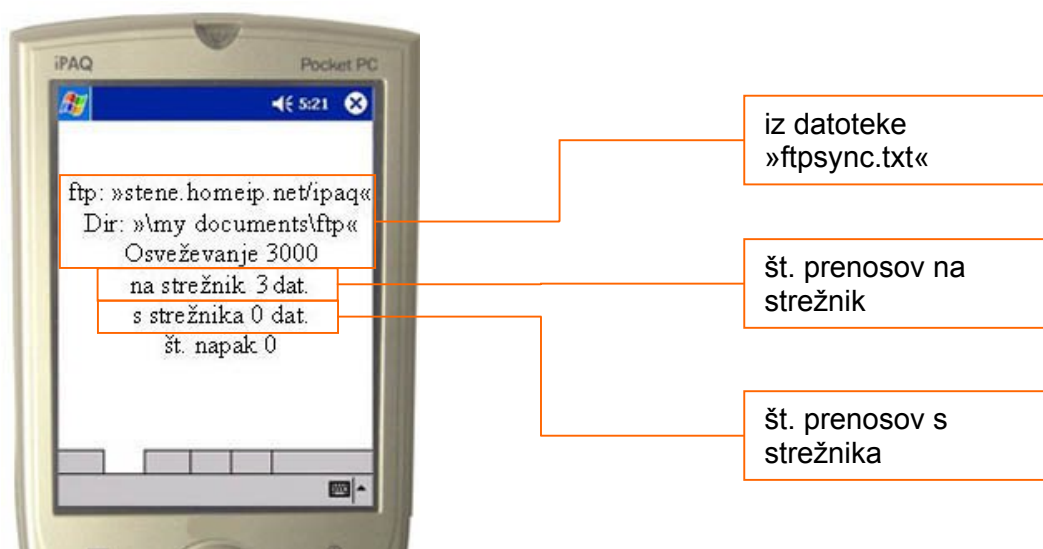
Ftpsync je program, namenjen samodejnemu prenosu podatkov. Sinhronizira dve mapi za prenos datotek med njima. Mapi kreiramo sami, eno na dlančniku, drugo na spletnem strežniku. Od tod tudi ime programa FTPSYNC (prenos podatkov – sinhronizacija). Mapi definiramo v tekstovni datoteki (npr. ftpsync.txt), kjer so zapisana še druga potrebna navodila za izvajanje programa. Ta datoteka se mora nahajati na mestu »\My documents«.



Slika 17: Datoteka z navodili za izvajanje programa

Ko zaženemo program, se vzpostavi »povezava« med dlančnikom in datotečnim strežnikom, natančneje, med dvema mapama, ki smo ju definirali v tekstovni datoteki oz. datoteki s parametri programa. Program se izvaja v ozadju, medtem ko izvajamo meritev.

Relacija prenosa podatkov dlančnik-strežnik ali strežnik-dlančnik je odvisna od spremenjene datoteke. To pomeni, da se prenaša datoteka, ki je bila spremenjena (kar je razumljivo, saj izvajamo meritev in se podatki dopisujejo).



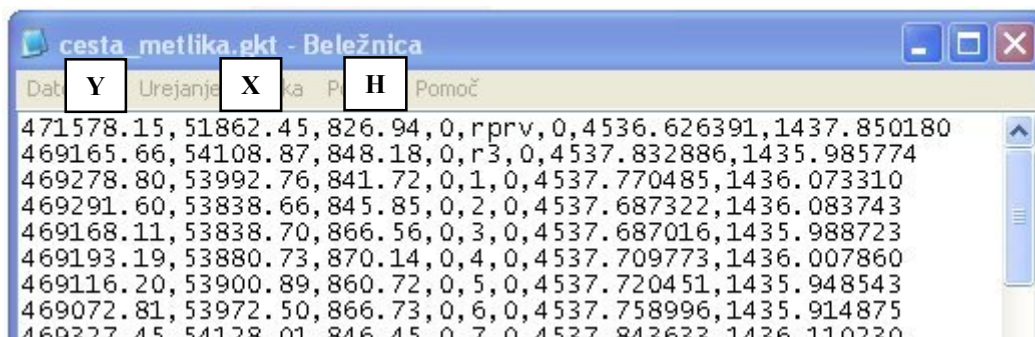
Slika 18: Okno programa FTPSYNC na dlančniku

Na zaslonu program izpiše naslov strežnika (npr: ftp:»stene.homeip.net«) ter mapo na strežniku »ipaq« in pa lokalno pot na dlančniku – mapa na dlančniku z imenom »ftp«. Prenos oz. ustrezno operacijo izvede program v tem primeru na vsake tri sekunde, nastavitev je poljubna. Prikazovanje števila datotek pa pomeni, koliko prenosov je opravil bodisi iste datoteke, ki je bila spremenjena, ali drugih, ki so bile dodane.

Program »FTPSYNC« je programiran z orodji Microsoft eMbedded Visual Tools, ki so namenjeni programiranju mobilnih aplikacij, programski jezik je C++.

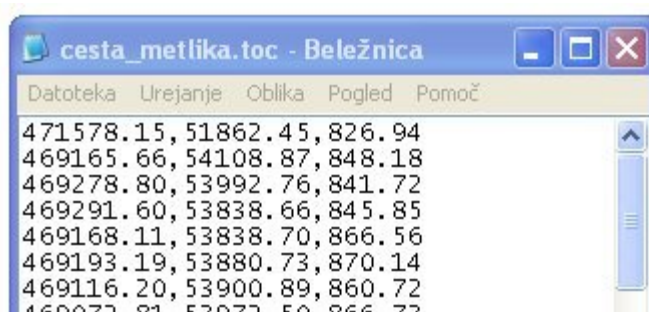
Ko smo torej prenesli datoteko s podatki na strežnik, običajno te podatke uporabimo za nadaljnjo uporabo . To je lahko še med izmero ali pa po izmeri.

V konkretnem primeru podajam datoteko z rezultati meritev na terenu:



Slika 19: Primer datoteke z rezultati meritev

Koordinate (Y, X, H) so podane v državnem koordinatnem sistemu, transformacija se opravi sproti, med izmero. Datoteka pa poleg koordinat vsebuje še ostale podatke in je kot taka sama po sebi neuporabna, razen če želimo koordinate prepisovati ročno, kar pa je pri večjem številu nesmiselno. Tudi za to obstajajo razni »interni« programi, ki znajo tak zapis v datoteki preoblikovati tako, da nam potem služi kot vhodna datoteka, ki jo lahko uvozimo v poljuben program. Po preoblikovanju je zapis sledeč:



Slika 20: Datoteka po preoblikovanju

Tak zapis pa ustreza vhodni datoteki, ki jo lahko uvozimo v program GEOS, ki je namenjen obdelavi podatkov zemljiško-katastrske izmere, risanju geodetskih načrtov in drugo.

11 ZAKLJUČEK

Čemu je sploh namenjen opisani način prenosa podatkov? V prvi vrsti gre tu za varnost izmerjenih podatkov. Med izmero se lahko zgodi, da se »sesuje« operacijski sistem dlančnika in se podatkov ne da pridobiti nazaj. Lahko se popolnoma izprazni baterija ali pa pride do fizičnega uničenja dlančnika, kar je sicer bolj malo verjetno in je odvisno od pazljivosti operaterja, vendar obstaja tudi ta možnost. Lahko izvajamo izmero, kjer smo več dni odsotni, pa podatke nekdo potrebuje sproti. Seveda je možno naknadno pošiljanje podatkov, to pomeni po zaključku izmere ali prekinitvi izmere. Tako pa so podatki vseskozi sproti varno shranjeni, imamo pa tudi možnost sprotne kontrole v pisarni. Na opisan način lahko tudi sprejemamo poljubne podatke oz. datoteke.

Smernice? Prenos in obdelavo podatkov lahko povsem avtomatiziramo, tudi preko aktivnih internetnih strani. Primer: želimo imeti GIS podatkovno bazo prometnih znakov. Na terenu določimo lokacijo prometnega znaka (koordinate), pripišemo še druge attribute (npr: pomen znaka, oblika ...) in pošljemo na spletni strežnik. Dinamične ali aktivne strani (ASP, PHP ...), ki nudijo podporo podatkovnim bazam (PHP→MySQL, ASP→MS Access), lahko te podatke poljubno preoblikujejo in zapišejo v podatkovno bazo. Sistem je lahko programiran tako, da se samodejno dopolnjuje, ko mi pošljemo nov ali obstoječ, popravljen podatek.

VIRI IN LITERATURA

Stopar, B., Pavlovčič, P. 2001. GPS v geodetski praksi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 115 str.

Stopar, B. 2006. GPS v geodetski praksi. Seminar GIZ-GI. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Kozmus, K. 2006. Uporaba GPS tehnologije v geodetski praksi. Seminar GIZ-GI. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Pavlovčič-Prešeren, P. 2006. Uporaba GPS tehnologije v geodetski praksi. Seminar GIZ-GI. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Stopar, B., Radovan, D., Berk, S., Bilc, A. 2002. Projekt izgradnje slovenskega omrežja permanentnih GPS-postaj in vzpostavitve GPS-službe.
http://www.fgg.uni-lj.si/sugg/referati/2002/Stopar_et_al2002.pdf (21.5.2006)

Kozmus, K., Stopar, B.: Infrastruktura omrežij permanentnih postaj GPS
http://www.fgg.uni-lj.si/sugg/referati/2004/SZGG_04_Kozmus_Stopar.pdf (21.5.2006)

Kozmus, K., Stopar, B. 2003. Načini določanja položaja s satelitskimi tehnikami.
http://www.geodetski-vestnik.com/47/4/gv47-4_404-413.pdf (23.5.2006)

Pavlovčič-Prešeren, P. 2005. Določanje absolutnega položaja GPS-sprejemnika iz kodnih opazovanj. Geod. vest. 49, 373-394

Pavlovčič-Prešeren, P., Stopar, B. 2004. Izračun položaja GPS-satelita iz podatkov oddanih efemerid. Geod. vest. 48, 151-166

Lavbič, D. 2005. Analiza kakovosti VRS metode v omrežju SIGNAL ter kakovosti transformacij med ETRS89 in državnim koordinatnim sistemom na območju Celja. Diplomaska naloga. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer:111f.

Dobravec, J. 2001. GPS - določanje položaja na Zemlji po 1. maju 2000. ŽIT. LII, 64-68

Bilban, G., 2004. Permanente GPS postaje. Predstavitev. Ljubljana, Geoservis

Triglav, J. 1999. Evropski korak v globalno navigacijo. ŽIT. L, 54-60

Triglav, J. 2002. Galileo-navigacija po evropsko. ŽIT. LIII, 21-30

Peterzon, M. 2004. Distribution of GPS-data via Internet.
http://www.lantmateriet.se/upload/filer/kartor/geodesi_gps_och_detaljmatning/Rapporter-Publikationer/LMV-rapporter/Lmv_Rapport_2004-01_exjobb_Peterzon.pdf
(23.5.2006)

Bagge, A., Wubbena, G., Schmitz, M. 2004. Introduction into Real-Time Network Adjustment with Geo++ GNSMART.
http://www.geopp.de/download/gnsmart_gia.pdf (22.5.2006)

Več avtorjev. 2004. Strategija osnovnega geodetskega sistema. Ljubljana, GURS, GIS, UL, FGG, Oddelek za geodezijo: 29 str.
http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/IJZ/strategija_ogs.pdf
(10.6.2006)

Landau, H., Vollath, U., Chen, X., 2002. Virtual Reference Station Systems.
<http://www.gmat.unsw.edu.au/wang/jgps/v1n2/v1n2pH.pdf> (22.5.2006)

<http://www.drustvo-viharnik.si/gps.htm>

<http://gps.prelog.org>

<http://www.leica-geosystems.com/>

<http://www.gu-signal.si/>

<http://igs.bkg.bund.de/>

<http://www.mobitel.si>

<http://www.simobil.si>

<http://bsajovic.homeip.net/>

http://www.telekom.si/poslovni_uporabniki/korporacijska_omrezja_vpn/

<http://www.earthscope.org/pbo/instrumentation/gps.php>