

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za pomorstvo in promet

SEMINARSKA NALOGA

Navigacijski in komunikacijski sistemi

Evelin Krmac

Portorož, danes

KAZALO

1. GSM.....	1
2. INMARSAT	2
3. GLOBALSTAR.....	5
4. GPS	6
4.1. GPS segmenti	6
4.2. Osnove določanja pozicije	8
4.3. Signali	9
4.4. Vrste signalov.....	10
4.5. Merjenje s pomočjo kode	10
5. DIFERENCIALNI GPS.....	14
6. GALILEO	15
7. GPRS	17
8. LITERATURA IN VIRI.....	18
Seznam slik.....	18

1. GSM

Tehnologija GSM (angl. *Global System for Mobile Communication*) se je razvila iz rastoče potrebe po mobilnosti subjektov, ki so želeli ostati konstantno dosegljivi. GSM, ki je v osnovi mobilno telefonsko omrežje, vključuje danes še številne dodatne funkcije.

Prvi poizkusi segajo v 80. leta prejšnjega stoletja, ko so v ZDA pričeli razvijati sistem AMPS - Advanced Mobile Phone Services. Izpeljanke so se kmalu razvile po vsem svetu. V Evropi so leta 1982 združili razdrobljeno množico mobilnih sistemov in ustanovili Groupe Special Mobile ali takratni GSM. V dobrem desetletju, januarja 1992, je v Evropi začel delovati prvi operater mobilnih komunikacij. Leto prej so članice združenja CEPTA sprejele GSM kot standard in ga preimenovali v današnji Global System for Mobile Communications.

Zaradi možnosti, ki jih GSM ponuja, se krog uporabnikov bliskovito širi, vzporedni mobilni sistemi dobivajo nove in napredne funkcije, povečuje pa se tudi globalna pokritost ozemlja.

2. INMARSAT

Pogovori oziroma komunikacija, kamor sodi tudi prenos podatkov, so možni tudi preko satelitskih postaj ali satelitskih sistemov, kamor sodi tudi Inmarsat (sistem 9 satelitov) – pionir globalnih mobilnih satelitskih komunikacij. Komunikacija preko satelitov je mogoča le v pasu, ki ga satelitski sistem pokriva. Tako na primer sistem Inmarsat pokriva območje med 70° severne geografske širine do 70° južne geografske širine, kar je praktično celotno območje, kjer poteka plovba ladij in ostalih plovil. Kakovost pogovora preko satelita je zelo dobra, vendar pa zelo draga, kar je posledica drage opreme, potrebne za delovanje sistema. Prvotno se je komunikacijski sistem Inmarsat uporabljal zgolj v pomorstvu, kasneje pa tudi v letalskem in cestnem prometu. Inmarsat je sicer mednarodna pomorska organizacija, ki omogoča govorne, podatkovne, faks in teleks storitve, elektronsko pošto, videokonference ter prenos video slik preko satelita.

Tabela 1. Seznam Inmarsat satelitov.

Satellite	Coverage	Longitude	Vehicles	Launch date (GMT)	Services / notes
<u>Marisat</u> series					
<u>Marisat F1</u>			Delta 2914	19 February 1976	
<u>Marisat F2</u>			Delta 2914	14 October 1976	Transferred to Intelsat in 2004, decommissioned in 2008
<u>Marisat F3</u>			Delta 2914	10 June 1976	
<u>MARECS</u> series					
<u>MARECS-1</u>			Ariane 1	20 December 1981	
<u>MARECS-B</u>		-	Ariane 1	9 September 1982	Launch failure
<u>MARECS-2</u>			Ariane 3	10 November 1984	
Inmarsat-2 series					
<u>Inmarsat-2 F1</u>			Delta II 6925	30 October 1990	Decommissioned 19 April 2013 Previous record holder for mission lifespan ^[23]
<u>Inmarsat-2 F2</u>	POR	143° east	Delta II 6925	8 March 1991	Decommissioned Dec 2014 World record for mission lifespan ^[23]
<u>Inmarsat-2 F3</u>			Ariane 44L	16 December 1991	Decommissioned 2006
<u>Inmarsat-2 F4</u>			Ariane 44L	15 April 1992	Decommissioned 2012
Inmarsat-3 series					
<u>Inmarsat-3 F1</u>	IOR	64.5° east	Atlas IIA	3 April 1996	Existing and evolved services only
<u>Inmarsat-3 F2</u>	AOR-E	15.5° west	Proton-K/DM1	6 September 1996	Existing and evolved services only
<u>Inmarsat-3 F3</u>	POR	178° east	Atlas IIA	18 December 1996	Existing and evolved services only
<u>Inmarsat-3 F4</u>	AOR-W	54° west	Ariane 44L	3 June 1997	Existing and evolved services only

<u>Inmarsat-3 F5</u>	I-3 Europe, Middle-East, Africa	25° east	Ariane 44LP	4 February 1998	Various leases
Inmarsat-4 series					
<u>Inmarsat-4 F1</u> ^[24]	I-4 Asia-Pacific	143.5° east	Atlas V 431	11 March 2005	BGAN family, SPS and lease services
<u>Inmarsat-4 F2</u> ^[25]	I-4 Europe, Middle-East, Africa	25° east	Zenit-3SL	8 November 2005	BGAN family, SPS and lease services
<u>Inmarsat-4 F3</u> ^[26]	I-4 Americas	98° west	Proton-M/Briz-M	18 August 2008	BGAN family and lease services
<u>Inmarsat-4A F4</u> ^[27]	I-4 Europe, Middle-East, Africa	25° east	Ariane 5ECA	25 July 2013	BGAN family, SPS and lease services
Inmarsat-5 series					
<u>Inmarsat-5 F1</u> ^{[28][29]}	I-5 Europe, Middle East, Africa	62.6° east	Proton-M/Briz-M	8 December 2013	Ka-Band global data services
<u>Inmarsat-5 F2</u> ^[30]	I-5 Americas	55° west	Proton-M/Briz-M	2 February 2015	Ka-Band global data services
<u>Inmarsat-5 F3</u>			Proton-M/Briz-M	28 August 2015	Ka-Band global data services
<u>Inmarsat-5 F4</u> ^[31]			Falcon Heavy		Ka-Band global data services

Vir: (Wikipedija, 2015).

3. GLOBALSTAR

To je satelitski sistem mobilne komunikacije, ki ponuja govorne, podatkovne, faksimilne in klicne storitve ter določanje položaja oziroma lokacij. Sestavlja ga 48 satelitov.



Globalstar_Webinar_P
resentation.pdf

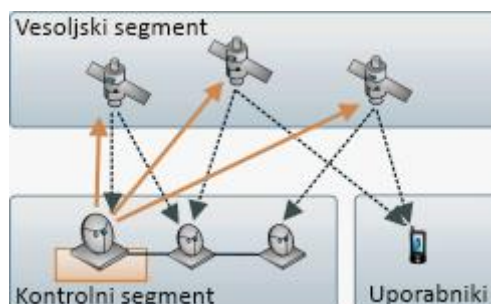
4. GPS

Še ne dolgo tega je navigacija slonela na zvezdah in orientacijskih značilnostih terena. Te tehnike so bile dokaj natančne, vendar so problemi z vremenom in zahtevne veščine botrovali k izgradnji boljšega sistema. Eden izmed bolj pomembnih zgodnjih dosežkov na področju navigacijskih sistemov je bil LORAN (angl. *LOng RAnge Navigation*). Slonel je na oddajnikih na Zemlji in je omogočal ladjam ter letalom, da so določili svoj položaj v dveh dimenzijah - zemljepisni dolžini in širini. Natančnost je bila 1,5 km, za potrebe merjenja torej popolnoma neprimerna. Poleg LORAN-a so bili razviti še drugi sistemi: Transit, Timation, Decca idr.

V začetku 70. let pa je bil v ZDA predlagan projekt GPS. 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 (angl. *Department of Defense*, DOD) je sprva zasnovalo mrežo satelitov za nadzor medcelinskih balističnih izstrelkov, vendar je kmalu postalo jasno, da lahko njihove dosežke uporabljajo tudi civilisti. Poleg tega pa ima GPS še eno dobro lastnost, točnost določanja pozicije je namreč lahko takšna, kot jo potrebujemo. Za popotnika ali vojaka "točno" pomeni 20 m, za ladje v ob obalnih vodah 5 m, za geodeta pa je to 1 cm. Ustrezno točnost dosežemo z izbiro sprejemnika in uporabljene merilne tehnike (avtonomno/diferencialno merjenje, eno-/dvofrekvenčni sprejemnik, različni merilni učinki, večkanalni sprejemnik za hkratno sledenje več satelitov ...).

4.1. GPS segmenti

Sistem GPS je sestavljen iz treh glavnih segmentov: vesoljski segment, kontrolni segment in uporabniški segment.

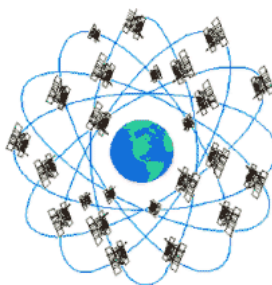


Vir: (www.geoservis.si)

Slika 1. Segmenti GPS sistema.

Vesoljski segment je bil načrtovan za uporabo 24 satelitov (v času pisanja obkroža Zemljo 26 operativnih satelitov), ki se nahajajo 20.200 km visoko, tako da Zemlja s svojo atmosfero ne vpliva na njihov položaj. Položaj satelitov je matematično enostavno določljiv (t.i. efemeride).

Sateliti so razvrščeni v 6-ih orbitalnih ravninah s 55° naklonom proti ekvatorju. Orbite so znane vnaprej in boljši sprejemniki GPS imajo v svoj spomin naložen kar ves almanah GPS, ki za vsak trenutek kadar koli napove položaje posameznih satelitov na nebu. Sateliti obkrožijo zemljo v 12 urah. Na vsaki točki na Zemlji so nad obzorjem (vsaj 15° nad njim) vedno vidni vsaj 4 sateliti, v praksi pa pogosto celo 6 ali 7.



Vir: (www.drustvo-viharnik.si/gps.htm)

Slika 2. Razvrstitev satelitov okrog Zemlje.

Osnovni način delovanja sistema GPS je v merjenju razdalj do sprejemnika. Ob poznavanju pozicije posameznih satelitov je nato možno določiti položaj sprejemnika. Potrebno je torej zelo natančno merjenje časa, ki ga signal (sateliti ves čas oddajajo 2 signala) potrebuje za potovanje od satelita do sprejemnika. V ta namen ima vsak satelit vgrajene 4 atomske ure, ki so sinhronizirane in kontrolirane na Zemlji.

Kontrolni segment, ki ga sestavljajo glavna kontrola v Colorado Springsu (ZDA) in štiri opazovalne kontrole, razporejene v bližini ekvatorja, ves čas spremlja delovanje satelitov, popravlja njihove orbite ter skrbi za sinhronizacijo njihovih ur. GPS omogoča dva nivoja uslug:

Standard Positioning Service (SPS) je dostopen vsem uporabnikom brezplačno, njegova točnost je 100 m horizontalno (navadno 30 do 50 m) in 156 m vertikalno, je pa občasno namenoma zmanjšana s strani DOD;

Precise Positioning Service (PPS) je dostopen le pooblaščenim uporabnikom (vojaška in zavezniki ZDA), dosega pa točnosti do 22 m horizontalno (navadno 5 do 15 m) in 28 m vertikalno.

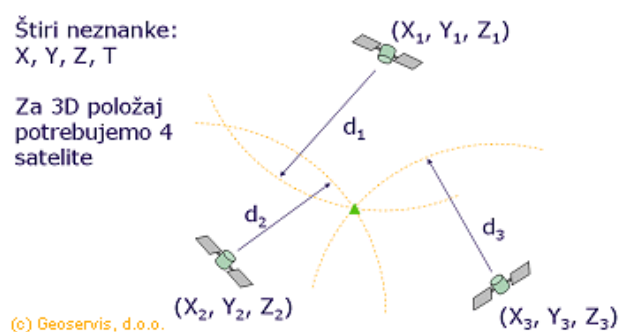
Ker so tudi za civilno rabo potrebne večje natančnosti, je bila razvita posebna metoda merjenja z GPS-om - diferencialni GPS, ki se izogne mnogim napakam v Standard Positioning Service (SPS). Osnova diferencialnega GPS-a je dokaj preprosta. Uporabljan je dodaten sprejemnik, ki primerja pozicijo, dobljeno iz razdalj do satelitov, s svojo natančno znano pozicijo. Izračunane korekcijske podatke nato pošlje drugemu sprejemniku. Tako je dosežena točnost celo pod centimeter.

4.2. Osnove določanja pozicije

Obstajajo različne metode določanja pozicije z GPS-om. Izbira metode je odvisna od želene natančnosti in od vrste uporabljenega sprejemnika. Ločimo dve glavni tehniki določanja položaja:

avtonomno določanje pozicije, pri katerem uporabljamo en sam sprejemnik, za točnosti pod 100 m (civilna raba) oziroma pod 20 m (vojaška raba), in *diferencialno merjenje* (z diferencialnim GPS), znano tudi kot DGPS, za točnosti od 0,5 do 5 m, primeren za GIS, pomorsko navigacijo, precizno kmetijstvo ipd.

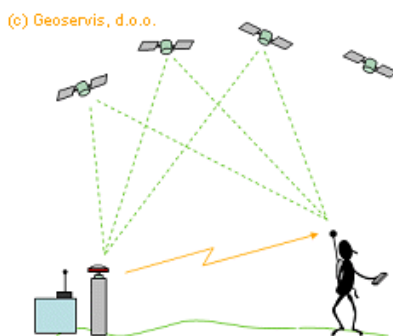
Avtonomno merjenje je najenostavnejša tehnika, s katero uporabnik določi pozicijo, višino in/ali točen čas. Določanje položaja temelji na merjenju razdalj do vsaj treh satelitov. Razdalje se enostavno izračunajo iz hitrosti (elektromagnetno valovanje se v vakuumu giblje s hitrostjo svetlobe, ki znaša približno 300.000 km/s) in časa potovanja signala od satelita do sprejemnika. Ker pa imamo v sprejemniku na razpolago le t.i. pseudo razdalje ter čas, ob katerem je signal prispel do sprejemnika, je potrebno določiti 4 neznanke (X, Y, Z in čas potovanja signala). Tukaj se pojavi zahteva po opazovanju še četrtega satelita. Za GPS navigacijo torej potrebujemo vsaj 4 satelite.



Vir: (www.navigators.geoservis.si)

Slika 3. Za določitev položaja je potrebno določiti 4 neznanke.

Diferencialno merjenje faze, s katerim lahko dosežemo najvišje točnosti od 0,5 do 20 m, primerno za geodetske meritve, nadzor strojev ipd.



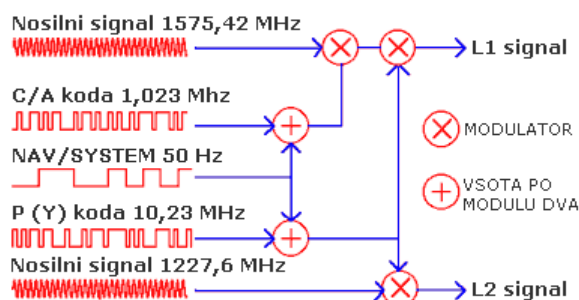
Vir: (www.geoservis.si)

Slika 4. Diferencialno merjenje.

Pozicija je tako določena iz izmerjenih pseudo razdalj, popravka ure in podatkov o položajih satelitov. Sprejemnik lahko kartezijske koordinate X, Y, Z s pomočjo ustreznih transformacij pretvori v WGS-84 (zemljepisna dolžina, zemljepisna širina in višina) ali lokalne koordinate.

4.3. Signali

Vsak satelit ima več (navadno 4) izjemno natančnih atomskih ur. Ure delujejo z osnovno frekvenco 10,23 MHz. Ta frekvenca je osnova za signale, ki jih sateliti ves čas oddajajo. Nosilni signal za L1 ima frekvenco $154 \times 10,23$ MHz, nosilni signal za L2 pa $120 \times 10,23$ MHz.

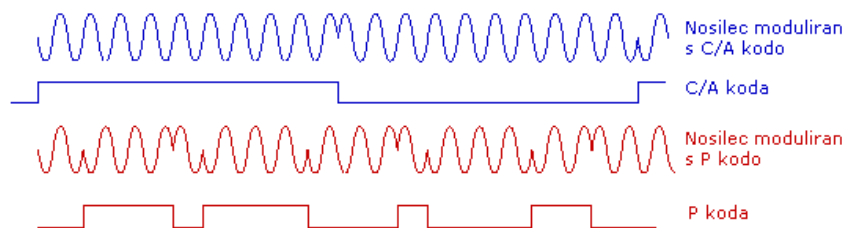


Vir: (www.drustvo-viharnik.si)

Slika 5. Delovanje atomske ure na satelitu.

4.4. Vrste signalov

Sateliti oddajajo dva signala (t.i. L1 in L2 signal). L1 signal modulirata C/A (Coarse/Acquisition) koda, ki se ponavlja vsakih 1023 bitov (1 ms) in je lastna vsakemu satelitu ter predstavlja osnovo za civilni GPS, ter P (Precision) koda, ki se ponovi na 267 dni (vsak enotedenski segment te kode je lasten satelitu, vsak teden se ponastavi) in predstavlja osnovo vojaškemu GPS-u. L2 signal modulira samo P koda. Oba signala nosita tudi navigacijska sporočila z informacijami o orbiti satelita, korekcijah ure in druga sistemska sporočila.



Vir: (www.drustvo-viharnik.si)

Slika 6. Signali, ki jih oddaja satelit.

Primeri formul za računanje časa potovanja signalov:

$$t = \frac{\frac{2\pi \cdot R_z}{c_0}}{n} \quad (1)$$

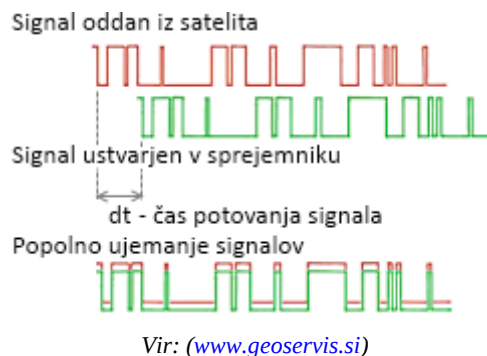
$$t = \frac{2 \cdot \sqrt{(h+R_z)^2 - R_z^2}}{c_0} \quad (2)$$

4.5. Merjenje s pomočjo kode

GPS sprejemnik generira enako pseudo naključno C/A in/ali P kodo kot satelit ob nominalno istem času. Sprejemnik to generirano kodo toliko časa premika po časovni osi, da pride do korelacije s kodo, ki jo je sprejel od satelita. Čas se v trenutku, ko je korelacija največja, imenujemo "čas prihoda" (angl. *Time of Arrival*, TOA). Sprejemnik torej ugotovi, kdaj je satelit oddal isti vzorec kot on sam.

Ta časovni zamik (delta t) je posledica potovanja signala od satelita do sprejemnika. Ker vemo, da je hitrost potovanja elektromagnetnega valovanja $c = 300.000 \text{ km/s}$ (svetlobna hitrost), na ta način dobimo razdaljo, ki jo je signal prepotoval od satelita do sprejemnika -

pseudo razdaljo. Pseudo razdalja se imenuje zato, ker je vgrajena ura v GPS sprejemniku (navadno cenena digitalna ura) mnogo manj natančna kot ura v satelitu.

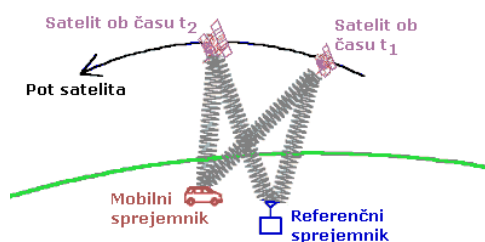


Slika 7. Časovni zamik signala.

Ob znanih podatkih pridemo do zaključka, da je meritev tem bolj natančna, čim več satelitov opazujemo, saj nam to ponuja več možnosti za korekcijo posameznih pseudo razdalj.

Razdalja se izračuna po preprostem obrazcu: $s = vt$ oziroma $\text{pot} = \text{hitrost} \times \text{čas} \Rightarrow \text{razdalja} = 300.000 \text{ km/s} \times \text{delta } t$.

V načinu merjenja faze nosilnega signala sta uporabljana nosilna signala L1 in/ali L2. Z merjenjem faze teh signalov lahko dosežemo milimetrsko natančnost. Merilni postopek je drugačen od prej opisanega, saj merjenje faznega zamika ne vsebuje nobenega podatka o času oddaje signala s satelita. Merilna metoda temelji na štetju period nosilnega signala preko časa. Vedno sta potrebna dva sprejemnika, ki hkrati sledita nosilnim signalom istih satelitov.



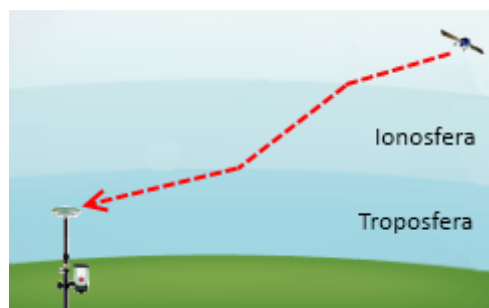
Vir: www.drustvo-viharnik.si

Slika 8. Merjenje faze nosilnega signala.

Spremembe v razlikah faz obeh sprejetih signalov se nato pretvorijo v razdaljo (vektor) med referenčnim in mobilnim sprejemnikom. Sprejemnika sta lahko oddaljena največ 30 km, tako da je vpliv ionosfere na oba signala še enak.

Med merjenjem lahko pride do napak. Vire napak lahko razdelimo v pet skupin:

Vpliv ionosfere in atmosfere: ob satelitovem prečkanju ionosfere, se signal iz satelita zakasni. Pojav je podoben lomu svetlobe na steklu. V ionosferi se torej razširjanje signala upočasni, saj ima svetloba konstantno hitrost le v vakuumu. Vpliv ionosfere na signal pa ni konstanten, zato ga je zelo zahtevno upoštevati v merilnem rezultatu. Vpliv ionosfere je mnogo večji za satelite z nizko elevacijo, saj je njihova pot v ionosferi daljša. Napako prispeva tudi vodna para v atmosferi.



Vir: (<http://www.gnss.si/kako-deluje/sprejemnik-gnss>)

Slika 9. Vpliv ionosfere na signal.

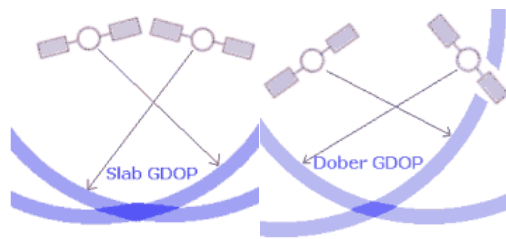
Te napake lahko ublažimo z dvofrekvenčnimi sprejemniki. Le-ti merijo tako signal L1 kot L2. Znano je, da je upočasnitev signala pri potovanju skozi ionosfero obratno sorazmerna frekvenci signala. Če torej primerjamo časa prihoda (TOA) obeh signalov, lahko zelo točno določimo zakasnitev.

Napake ure satelita: čeprav so ure v satelitih zelo natančne (3 ns), včasih pride do lezenja (angl. *drift*), kar privede do majhnih napak. Ameriško obrambno ministrstvo ves čas nadzoruje ure v satelitih in jim po potrebi pošilja popravke.

Odboji signalov: napake zaradi odbojev se pojavijo, ko se sprejemnik nahaja v bližini večjih objektov z odbojno površino (jezero, velike zgradbe ...). Signal iz satelita ne potuje direktno do antene sprejemnika, ampak se odbije od bližnjih objektov. Te napake lahko zmanjšamo z uporabo posebnih anten, s t.i. ground-plane antenami (ravna antena v obliki žice, uporabljena

v avtomobilih) ali z uporabo t.i. choke-ring anten (antena v obliki kroga, prstana), ki prestrežejo indirektne signale ter signale z nizko elevacijo.

Položaj satelitov: Merilo vpliva geometrije satelitov na nebu na natančnost določanja položaja je dano s faktorji DOP (angl. *Dilution of Precision*) - VDOP, HDOP, PDOP in GDOP. Če so sateliti blizu skupaj, je možno področje, kjer se nahaja sprejemnik, bistveno večje kot če so bolj razkropljeni po nebu. Rešitev je v opazovanju čim več satelitov (tistih, ki so vsaj 15° nad horizontom).



Vir: (www.drustvo-viharnik.si)

Slika 10. Vpliv položaja satelitov.

Najboljši rezultati so doseženi z nizkim GDOP (Geodetic DOP), navadno pod 8.

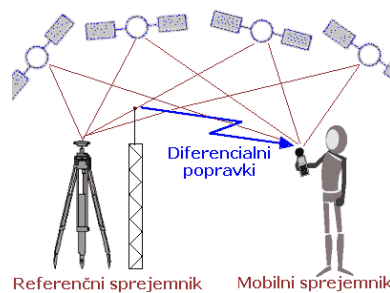
Namerne motnje: Ameriško obrambno ministrstvo tudi namerno zmanjšuje točnost GPS-a. Pri postopku S/A (angl. *Selective Availability*) gre za namerno spreminjanje ure satelita (angl. *dithering*), dodatno pa sateliti oddajajo še efemertide, ki so rahlo drugačni od dejanskih. A-S (angl. *Anti Spoofing*) pa je postopek, s katerim P kodo zakodirajo v Y kodo, ki jo lahko dekodirajo le vojaški sprejemniki (ZDA in zavezniki).

P kodo iz Y kode lahko rekonstruira večina geodetskih GPS-ov, v izogib motnjam S/A pa je bila razvita učinkovita tehnika diferencialnega GPS-a.

5. DIFERENCIALNI GPS

Diferencialni GPS je način merjenja, ki izloči velik del naravnih in umetnih napak. Nenatančnost izmerjenih razdalj izvira iz nenatančnih ur v sprejemnikih, nenatančnih orbit ter vplivov, ki delujejo na signal, ko potuje skozi ionosfero in atmosfero, od umetnih napak pa je najpomembnejše namerno degradiranje točnosti z vnašanjem šuma v signale satelita (S/A).

Te nenatančnosti so spremenljive in jih je potrebno vrednotiti tisti hip, ko jih potrebujemo. Rešitev je v uporabi dodatnega - referenčnega sprejemnika, ki stoji na natančno znani poziciji. Programska oprema v referenčnem sprejemniku iz pseudo razdalj in svojih koordinat določi korekcije za vsak satelit posebej. Sprejemnik zaradi svoje znane pozicije namreč natančno ve, kakšne so pravilne razdalje do satelitov. Razlike med pravilnimi in dejanskimi razdaljami so znane kot popravki. Le-te nato pošilja mobilnim sprejemnikom po radijski zvezi ali pa jih shrani za kasnejšo obdelavo (post procesiranje). Vrsto komunikacije med tema dvema sprejemnikoma določa standard RTCM SC-104.



Vir: (www.drustvo-viharnik.si)

Slika 11. Diferencialno merjenje.

Diferencialne popravke lahko mobilni sprejemniki uporabijo za določanje svoje pozicije. Pri merjenju s pomočjo C/A kode dosežejo točnosti od 0,5 do 5 m, najtočnejša metoda pa je diferencialno merjenje faze nosilnega signala (5 mm). Ta metoda je ustrezna tudi za številna geodetska merjenja.

6. GALILEO

Galileo je evropski satelitski navigacijski sistem za civilno uporabo, ki sta ga razvili Evropska komisija in Evropska vesoljska agencija. Glavni namen tega sistema je upravljanje evropske prometne infrastrukture - železnic, cestnih in morskih poti. Zagovorniki Galilea trdijo, da je te povezave mogoče učinkoviteje upravljati z uporabo satelitske tehnologije.

Program GALILEO temelji na vrhunski tehnologiji, ki uporabniku sprejemnika omogoča ujeti signale, ki jih oddaja več satelitov, in s tem v vsakem trenutku zelo natančno določiti njegov položaj v času in prostoru. Da bi lahko te službe in naprave delovale, bodo uporabljale sistem tridesetih satelitov, ki se bodo na treh različnih krožnih orbitah vrteli okoli Zemlje. Vsak satelit bo opremljen z atomskimi urami, ki bodo omogočale izjemno natančno branje časa. Tehnično upravljanje sistema bo zagotovljeno na zemeljskih postajah.

Prvi satelit je bil v orbito poslan 28. decembra 2005, drugi pa naj bi bil konec leta 2007. Ta dva satelita bosta namenjena preizkušanju odločilne tehnologije in zaščiti frekvenc, ki so bile dodeljene Galileu. Tej fazi potrditve veljavnosti bo sledila izdelava in izstrelitev drugih satelitov ter dokončanje zemeljskih postaj. Namen slednjih je nadzorovanje satelitov in kakovosti njihovih signalov. Galileo bo zgrajen in se bo uporabljal v sodelovanju z zasebnim koncesionarjem – konzorcijem, ki ga bo sestavljalo osem partnerjev, predstavnikov celotne evropske vesoljske industrije.

Sistem Galileo bo ponujal izjemno natančnost in zagotavljal kontinuiteto izvajanja storitve, zaradi česar je posebej ustvarjen za vedno številnejše potrebe civilnih uporabnikov. Satelitski navigacijski sistem se lahko uporablja v vsakdanjem življenju v različne namene, od usmerjanja vozil do prometne varnosti ter uporabe v različnih gospodarskih dejavnostih (bančništvo, geologija, javna dela, energetika itd.). Nekaj primerov uporabe: elektronsko cestninjenje oziroma satelitsko pobiranje cestnine, lažja orientacija v velikih stavbah, natančno kmetijsko gospodarjenje, nadzor nad prevozom živali, pristanek letala z odmikom največ dveh metrov od sredinske črte na pristajalni stezi, vodenje slepih z razlago poti v realnem času, vožnja s primerno hitrostjo glede na ovire na cesti in potek prometa.

Galileo bo po uvajalni fazi v letih 2009 in 2010 v primerjavi s sedanjim, ameriškim sistemom GPS, ponujal dve prednosti. V prvi vrsti bo to kontinuiran in zagotovljen signal. Omogočal pa bo tudi določitev lokacije na dva metra natančno, za razliko od desetih metrov pri GPS. Ta

stopnja natančnosti bo pomagala izboljšati obstoječe storitve in predvsem razviti nove aplikacije.

7. GPRS

GPRS (angl. *General Packet Radio Service* - paketno komutirana podatkovna zveza) je paketni brezžični protokol, ki omogoča stalno povezavo v omrežje in hiter prenos podatkov. Zasnovan je na osnovi GSM omrežja in omogoča stalno podatkovno povezavo v omrežje. Omogoča prenos podatkov s hitrostjo do 115 kbps. To hitrost omogoča prenos podatkov v več razredih – pasovih. V enem razredu je mogoč prenos od 14 – 64 kbps. Več razredov skupaj omogoča večjo hitrost. Maximalna hitrost prenosa podatkov je odvisna od terminala in oddaljenosti od bazne postaje.

Glavna prednost GPRS-a je v tem, da omogoča stalno povezavo med mobilnim terminalom in omrežjem, ki pa zaseda omrežje le takrat, ko se prenašajo podatki. Podobno kot v internet omrežju tudi v mobilnem omrežju vsak terminal dobi svojo IP številko. Za pogovor ali prenos podatkov ni več potrebno vzpostaviti zveze, ampak se iz terminala v omrežje prenese samo določeno število podatkovnih paketkov. Tako je omrežje dejansko zasedeno samo takrat, ko se prenašajo paketi. Dosedanji načini so omogočali prenos podatkov le ob stalni povezavi, kar je povzročalo zasedenost omrežja od vzpostavitve do prekinitve povezave.

Spremenjen je tudi način zaračunavanja mobilnih storitev. Pri dosedanjih načinih se je zaračunaval čas, ki se je porabil za prenos podatkov. V GPRS sistemu se zaračuna le količina prenesenih podatkov, ne glede na čas trajanje povezave. S tem so stroški komunikacije nižji.

8. LITERATURA IN VIRI

----- ta del za vajo uredite sami -----

Satelitske komunikacije na spletni strani
http://studentski.net/gradivo/ulj_fel_ae1_skn_sno_satelitske_komunikacije_predavanja_01?r=1

Informacijska podpora logističnih procesov na spletni strani UL FPP (Evelin Krnac)

Tabela – wikipedija, Inmarsat, dostopano oktober 2015

spletna stran [www.drustvo-viharnik .si](http://www.drustvo-viharnik.si), dostopano v letu 2010

spletna stran <http://www.gnss.si/kako-deluje>

Navodila za oblikovanje diplomskih, specialističnih, magistrskih in doktorskih del (UL FPP)

Seznam slik

Slika 1. Segmenti GPS sistema.	6
Slika 2. Razvrstitev satelitov okrog Zemlje.....	7
Slika 3. Za določitev položaja je potrebno določiti 4 neznanke.	8
Slika 4. Diferencialno merjenje.	9
Slika 5. Delovanje atomske ure na satelitu.....	9
Slika 6. Signali, ki jih oddaja satelit.	10
Slika 7. Časovni zamik signala.....	11
Slika 8. Merjenje faze nosilnega signala.	11
Slika 9. Vpliv ionosfere na signal.....	12
Slika 10. Vpliv položaja satelitov.....	13
Slika 11. Diferencialno merjenje.	14