



Naziv studijskog programa: Mašinsko inženjerstvo

Nivo studija: Osnovne akademske studije

Modul: Drumski saobraćaj

Predmet: Održavanje motornih vozila i motora 1

Broj indeksa: 110/2009

Ivana Z. Ilić

**Telematika-OBD, sistemi za pozicioniranje
vozila, navigacioni sistemi, softveri za off-line
planiranje prevoznog puta, softveri za off-line
upravljanje voznim parkom
završni rad**

Komisija za pregled i odbranu:

1. Dr Božidar Krstić, red. prof. - mentor

2. _____

Datum odbrane: _____

3. _____

Ocena: _____

U okviru ovog završnog rada kandidat treba da:

- Opiše pojam telematike i telematskih sistema,
- Opiše rad sistema za pozicioniranje vozila,
- Objasni značaj i primenu navigacionih uređaja u praćenju vozila,
- Prikaže rešenja za praćenje vozila zasnovana na GPS sistemima,
- Prikaže neke od softvera za upravljanje voznim parkom.

Preporučena literatura:

[1] Demić, M., Diligenski, Đ. : Satelitsko praćenje vozila, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2006.

Kragujevac, 2012.

mentor:

Dr Božidar Krstić, red. prof.

Rezime

U ovom završom radu objašnjen je princip rada telematskih sistema, kao i rad sistema za pozicioniranje vozila, tj. navigacionih sistema.

Telematika je nauka o slanju, primanju i čuvanju informacija uz pomoć telekomunikacionih uređaja. Komponente telematskih sistema su: hardver, prenos podataka, zahtevi za softver i senzori.

Globalni pozicioni sistem (GPS), sa punim nazivom Navstar (*Navigation System using Timing and Ranging*), predstavlja satelitski radio sistem, sa zadatkom da korisnike snabdeva tačnim trodimenzionalnim položajem i navigacionim i vremenskim informacijama. GPS sistem se sastoji iz tri odvojena segmenta i to: kosmičkog, kontrolnog i korisničkog segmenta.

Ključne reči: *TELEMATIKA, NAVIGACIONI SISTEMI, GPS*

Summary

This paper explains the working principle of telematic systems, as well as work of vehicle positioning systems, also known as navigational systems.

Telematics is a science about transmission, receiving and storage of information with the help of telecommunications devices. Components of telematic systems are: hardware, data transmission, softver request and sensors.

Global positioning system (GPS) with the full name Navstar (*Navigation System using Timing and Ranging*) represents a satellite radio system, with a task to supply users with correcct three-dimensional position and navigational and time information. GPS system consists of three separated segments which are: cosmic, control and user segment..

Keywords: *TELEMATICS, NAVIGATION SYSTEMS, GPS*

Sadržaj

	str.
Uvod	6
Telematika	7
Telematski sistemi	7
Struktura telematskih sistema	10
Hardver	11
Prenos podataka	13
Upravljački softver	14
Senzori	15
Telematski sistemi u funkciji energetske efikasnosti	16
On-board dijagnostika vozila	17
Istorija OBD	17
OBD II	18
Primena telematskih sistema – USA	19
Primena telematskih sistema – Srbija	22
Navigacioni sistem	23
Globalna satelitska navigacija – GPS	25
Razvoj GPS-a	26
Struktura GPS sistema	27
Svemirski segment	27
Kontrolni segment	30
Korisnički segment	32
GPS servisi	35
Određivanje pozicije	36
Princip rada GPS sistema	38
Izvori grešaka u GPS merenjima	40
Tačnosti GPS pozicioniranja	44
Diferencijalni GPS (DGPS)	46

Primena GPS-a u praćenju vozila	48
Off-line sistemi	49
Protrak scout	49
Rad voznog parka	60
Elementi rada voznog parka	60
Praćenje vozila i upravljanje voznim parkovima	61
Digitalne mape	64
Sistem za upravljanje voznim parkom – Eagle Eye GPS sistem	66
Upotreba i namena sistema	66
Osnovni delovi sistema	67
Osobine Eagle Eye aplikacije	68
Baza vozača i vozila	68
Istorija	70
Izveštaj o vožnjama	72
Rutiranje	73
Alarmi	74
Izbor mape	76
Zaključak	77
Literatura	78

Uvod

Osnovni zadatak svakog transportnog preduzeća je pružanje transportnih usluga. Transportnu uslugu potrebno je obaviti sa što nižom cenom koštanja transporta, koja nastaje kada je obezbeđena maksimalna proizvodnost transportnih sredstava. Nivo proizvodnosti rada transportnih sredstava zavisi u velikoj meri od organizacije transportnog procesa, stepena zaposlenosti voznog parka kao i od nivoa tehničke ispravnosti vozila, odnosno sposobnosti voznog parka za rad. Dobra organizacija transporta podrazumeva precizno planiranje i dobru organizaciju eksploatacije transportnih sredstava. Precizno planiranje zahteva, temeljno izučavanje prevoznih zahteva i uslova pri kojima treba organizovati transport u narednom vremenskom periodu uz analizu ostvarenih rezultata rada vozila u prethodnom periodu. Za analizu ostvarenih rezultata rada voznog parka koristi se sistem izmeritelja i pokazatelja rada transportnih sredstava koji definišu sve elemente u procesu rada voznog parka. Za dobijanje tih pokazatelja koriste se podaci o radu transportnih sredstava čijom se obradom dobijaju informacije koje predstavljaju jedan od bitnih elemenata u procesu upravljanja. Informacije su strateški resurs u savremenom preduzeću. Kvalitet donetih odluka zavisi od kvaliteta raspoloživih informacija.

Pre pojave računara i savremenih tehnoloških rešenja podaci vezani za rad vozila sakupljani su i obrađivani ručno što je zahtevalo dosta vremena. Pri tome postojala je mogućnost pojave grešaka tokom unosa i obrade dobijenih podataka što je dovodilo do toga da analize rezultata rada budu nižeg kvaliteta. Samim tim smanjena je mogućnost preciznog planiranja i dobre organizacije eksploatacije transportnih sredstava. Kvalitet dobijenih informacija u tom slučaju je bio nizak.

Primenom računara svi podaci koji su neophodni za dobijanje informacija, na osnovu kojih se donose upravljačke odluke, se daleko lakše i preciznije obrađuju. Mogućnost pojave greške postoji samo u procesu unošenja tih podataka u računar. Pored toga u računaru se formira elektronska baza podataka koja omogućava znatno lakše i brže pronalaženje željenog podatka, a takođe se vrši i ažuriranje postojećih podataka. Optimizacija izbora prevoznog puta u slučaju distribucije malokoličinskih pošiljki moguća je samo putem računara. Sve službe u okviru transportnog preduzeća povezane su preko računarske mreže čime se stvara mogućnost dobijanja svih informacija neophodnih za uspešan rad.

Sa razvojem savremene računarske tehnike pojavila se mogućnost ugradnje mini računara u sama vozila koji služe za sakupljanje podataka vezanih za rad vozila i vozača (ovi računari su danas deo standardne opreme kod većine vozila). Za obradu podataka koriste se odgovarajući softveri. Time je eliminisana potreba za ručnim sakupljanjem i obradom podataka vezanih za rad vozila a samim tim i mogućnost nastanka greške svedena je na minimum.

Ovaj rad bavi se, upravo, analizom telemtskih sistema, navigacionih sistema i određenih softvera za off-line planiranje prevoznog puta i softvera za off-line upravljanja voznim parkom. Cilj rada je da detaljan prikaz ovih sistema, analizira njihove dobre i loše osobine i opiše načine na koje se ovi sistemi mogu koristiti za organizaciju transportnih procesa. Cilj ovoga rada je, takođe, i proširenje ukupnih znanja o ovim sistemima kao i razmatranje potencijala za korišćenje ovih sistema kod nas.

Telematika

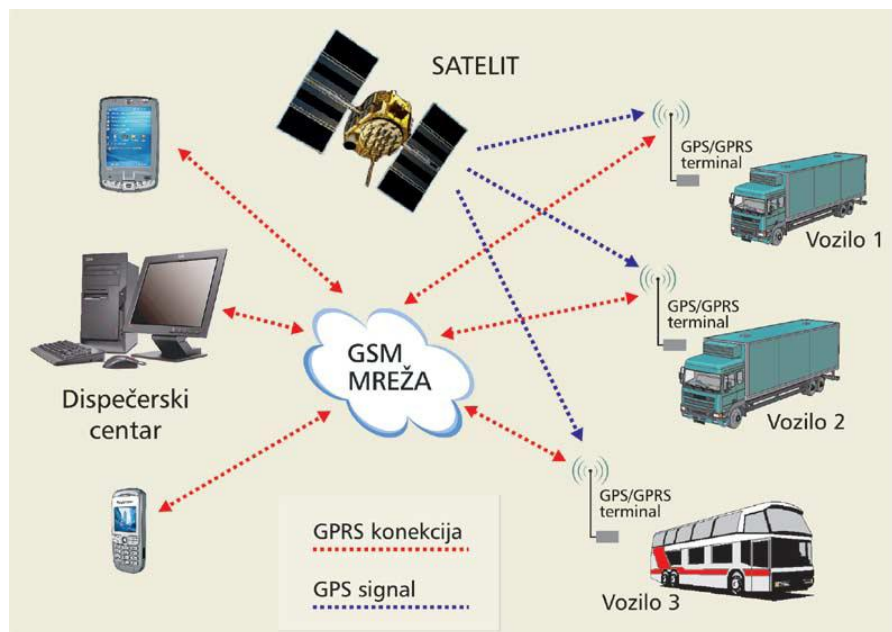
Telematika je nauka o slanju, primanju i čuvanju informacija uz pomoć telekomunikacionih uređaja i predstavlja vezu između modernih informacionih tehnologija i najnovijih dostignuća u oblasti telekomunikacija. Pojam telematike moguće je povezati sa konvergentnim područjem koje je nastalo združivanjem automobilizma, računarstva, informatike, kao i bežičnih telekomunikacija i satelitskih sistema za globalno pozicioniranje. Postoji veliki broj različitih telematskih sistema. Svaki od tih sistema predstavlja različite kombinacije tri osnovne komponente: hardverske komponente, komponente za prenos podataka i upravljački softver. Podela telematskih sistema se može izvršiti prema nezavisnosti od drugih sistema na nezavisne sisteme i na zavisne i uslovno zavisne od pomoćnih sistema, kao, npr.: globalnog sistema pozicioniranja (GPS), mreže mobilne telefonije (GPRS), navigacionog softvera, digitalnih mapa, softvera za rutiranje (optimizaciju putanja kretanja).

Telematski sistemi

Inteligentni Transportni Sistemi – ITS, čiji je osnovni podsistem telematika (*TELE* - komunikacije + infor – *MATIKA*), zasnivaju se na primeni savremenih tehnologija u cilju unapređenja transportnih sistema i predstavljaju sastavni deo informacionih sistema u transportnim preduzećima. Njima se obezbeđuju potrebni alati i mehanizmi kojima se ostvaruje bolje upravljanje u saobraćajnoj mreži, postiže se veća bezbednost vozila, pomaže se vozačima pre i za vreme trajanja prevoza i čini se da putovanje bude mnogo prijatnije. Ugrađeni telematski sistemi objedinjuju moderne informacione i telekomunikacione tehnologije u cilju ostvarivanja velikih zahteva koji se postavljaju u saobraćajnom sektoru savremenog društva. Najrazvijeniji telematski sistemi doprinose razvoju transportnih procesa pružajući mogućnost njihovim efikasnijim upravljanjem. Pravilna upotreba ovih sistema može dovesti do značajnih poboljšanja u proizvodnosti i efikasnosti rada voznih parkova, smanjenja transportnih troškova, troškova rada vozila i potrošnje goriva. Time se takođe smanjuje uticaj vozila na okolinu i povećava njihova bezbednost [2].

Pored sistema za prikupljanje informacija o vozilu, kao najmoćniji telematski sistemi, razvijeni su sistemi za praćenje vozila. U početku su ovi proizvodi, poznati kao AVL (*Automatic Vehicle Location*) korišćeni za praćenje transporta visoko obezbeđenih tereta, zbog njihove vrednosti. Stalnim razvojem koji je doveo do smanjenja cene opreme i troškova komunikacije, kao i usled povećanja konkurencije, ova tehnologija se sve više koristi u cilju upravljanja voznim parkovima od strane velikog broja prevoznih preduzeća. U poslednje vreme ovaj sistem se naročito razvija sa ciljem njegove primene u daljem povećanju bezbednosti i energetske efikasnosti. Primenjena tehnologija GPS (*Global*

Positioning System) omogućava da se vozilo veoma precizno lokalizuje. Ovaj sistem se zasniva na GPS satelitima koji emituju mikrotalasnu sekvencu radio signala koju registruju GPS prijemnici. Na taj način omogućeno je dvadesetčetvoročasovno trodimenzionalno praćenje položaja vozila preciznim određivanjem njegove geografske širine i dužine, kao i nadmorske visine u funkciji vremena. Obezbeđeni podaci se bežičnim putem prenose sa odgovarajućih prijemnika u vozilu primenom GPRS (*General Pack Radio Service*) terminala za bežični prenos podataka kroz GSM (*Global System for Mobile Communications*) mrežu mobilne telefonije, na dalju obradu u dispečerskim centrima (slika 1).



Slika 1 - Arhitektura jednog sistema zasnovanog na tehnologiji GPS

Za razliku od sistema za prikupljanje podataka o vozilu koji koriste senzore za on-board dijagnostiku kod kojih svaka od merenih veličina zahteva poseban davač, sistemi za praćenje vozila sem jedinog podatka o trenutnom položaju koji se dobija od GPS prijemnika ostale informacije ne prikupljaju direktno sa vozila, već se one naknadno softverski sračunavaju u dispečerskim centrima. GPS prijemnik koji sa vozila jedino koristi energetska napajanje smešta se neposredno na otkriveni deo vozila i obično predstavlja pasivni uređaj čija funkcija može da se poistoveti sa radio prijemnikom.

Telematski sistemi pružaju sve potrebne informacije sa velikom pouzdanošću na osnovu čije analize se mogu doneti odgovarajuće upravljačke odluke u cilju povećanja efikasnosti voznog parka, a samim tim i minimiziranja cene koštanja transporta što je i osnovni cilj pri obavljanju transportnih usluga. Prilikom obavljanja transporta često dolazi do nepredviđenih situacija koje imaju za posledicu pojavu odstupanja od plana rada. Prevoz tereta se vrlo često obavlja kroz gradske sredine čime se utiče na povećanje zagušenosti u saobraćaju, povećanje broja nezgoda i oštećenje putne mreže. Upotrebom telematike mnoge

od navedenih situacija mogu biti nadvladane, tako da je njeno uvođenje dobija sve širi zamah.

Sistemi, čiji je podsistem telematika, imaju za cilj da potpomognu upravljanje distribucionim i prevoznim procesima. Ovi sistemi potrebne alate i mehanizme kojima se ostvaruje bolje upravljanje na transportnoj mreži, veća bezbednost vozila, pomaže vozačima pre i za vreme trajanja prevoza i čini putovanje mnogo prijatnijim. Primena transportnih telematskih sistema ima veoma važnu ulogu u obezbeđivanju opšte mobilnosti i tako omogućava savremenom poslovanju da zadovolji zahteve konkurentnog tržišta. Temeljno upravljanje prevoznim procesima, bilo uz pomoć telematskih sistema ili na neki drugi način, je ključ za dobru produktivnost i proizvodnost. Značajne finansijske koristi i koristi koje imaju korisnici usluga se mogu ostvariti pravilnim korištenjem ovih telematskih sistema.

Primena telematskih sistema neće dovesti do rešavanja svih problema koji se pojavljuju tokom obavljanja transporta, ali će ukazati na one probleme kojima se mora posvetiti posebna pažnja u cilju njihovog otklanjanja.

Telematski sistemi se mogu podeliti u dve grupe i to :

- telematski sistemi na vozilu,
- telematski sistemi na infrastrukturi.

Pod telematskim sistemima na vozilu podrazumevaju se merni uređaji koji se postavljaju u samo vozilo ili na njega, a koji služe za merenje raznih parametara: potrošnja goriva, dužina vožnje, podaci o teretu, tip vozila, satovi rada vozača, satovi rada motora itd. Pored sistema za prikupljanje informacija o vozilu, kao najmoćniji telematski sistemi razvijeni su sistemi za praćenje vozila (AVL, GPS, GPRS), koji će biti detaljno razmotreni u daljem tekstu.

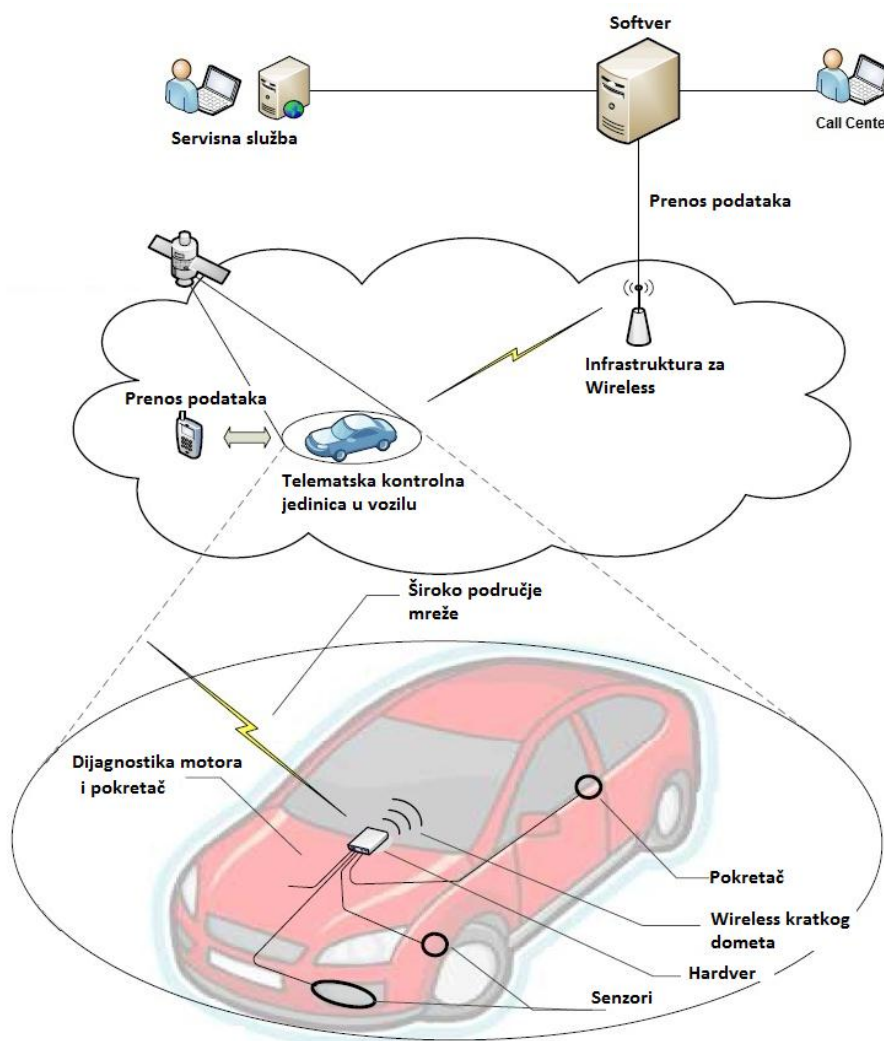
Pod telematskim sistemima na infrastrukturi podrazumeva se pre svega računarski centar nadzora i upravljanja koji omogućava detekciju i dobijanje određenih podataka sa saobraćajnice, sa mernih uređaja u vozilu ili nekih drugih senzora. Neki od tih podataka su:

- daljinska automatska regulacija u svrhu koordinacije semaforne signalizacije,
- ekonomičnije korištenje saobraćajnih resursa,
- povećanje pokretljivosti i produktivnosti,
- smanjenje neželjenih utecaja na okolinu, itd...

Struktura telematskih sistema

Iako postoji veliki broj različitih telematskih sistema svaki od tih sistema predstavlja različite kombinacije četiri osnovne komponente, što je detaljno prikazano na slici 2, a te komponente su:

1. **Hardver** - uređaji koji su fizički postavljeni na vozilu i u službi prikupljanja podataka (on-board kompjuteri, GPS prijemnik, navigacioni uređaj...),
2. **Prenos podataka** - način na koji se svaki podatak koji je prikupljen prenosi sa vozila do službe za prikupljanje podataka,
3. **Zahtevi na softver** - način na koji se ovi prikupljeni podaci pretvaraju u niz korisnih informacija neophodnih za uspešno poslovanje samog preduzeća,
4. **Senzori** - predstavljaju vrhunska dostignuća tehnike koja se koristi za detekciju uslova saobraćajnih tokova [3].



Slika 2 - Struktura telematskih sistema [1]

1. Hardver

Pojam hardver se odnosi na različite vrste tehničkih sredstava koja se mogu postaviti na vozilo (on-board hardver) i u službu za prikupljanje podataka. U daljem tekstu će biti prikazani pojedini tipovi on-board hardverskih uređaja: on-board kompjuter, merač protoka goriva, GPS prijemnik, komunikacioni modul, terminal za vozača, navigacioni uređaj i uređaj za praćenje priključnih vozila. Pored navedenih, postoje i drugi uređaji kao što su uređaji za izdavanje priznanica o isporuci i izdavanje računa, čitači bar kodova, kao i terminali koji se koriste za elektronsko beleženje potpisa kupca kao dokaz o obavljenoj isporuci robe. Pri tome nisu svi ovi hardverski uređaji sastavni deo svakog telematskog sistema, mada postoji tendencija u budućnosti da se sve više hardverskih uređaja integriše u cilju povećanja funkcionalnosti i smanjenja troškova.

On-board kompjuter

OBD kompjuter predstavlja najbitniji dio telematskog sistema u vozilu. OBD objedinjuje više logičkih sklopova, koji služe za određivanje lokacije, komunikaciji podataka i govornoj komunikaciji i nadzora delovanja vozila. OBD u osnovi predstavlja elektronsku jedinicu koja sadrži u sebi softver za čitanje i memorisanje podataka sa vozila i/ili čitanje podataka sa GPS prijemnika, a takođe vrši kontrolu prenošenja podataka. Neke od OBD obezbeđuju funkciju praćenja toka putovanja preko računara uz istovremeno praćenje rada vozača na različite načine, dok druge OBD predstavljaju jednostavne elektronske kontrolne jedinice postavljene ispod instrument table na vozilu. Skidanje podataka se obavlja potpuno automatski po povratku vozila u bazu, mada postoji i mogućnost skidanja podataka preko GSM (engl. *Global System for Mobile Communications*) mreže za ona vozila koja obavljaju transport bez povratka u bazu. OBD takođe pruža mogućnost ugradnje i GPS prijemnika u cilju dobijanja podatka o lokaciji vozila u željenom vremenskom trenutku ili za eventualnu kasniju analizu transportnog puta. Podatak o lokaciji u saobraćaju je jedan od najznačajnijih parametara. Na njega su vezani sistemi obezbeđivanja spoljne pomoći, navigacije i lokacijsko zasnovane informacijske usluge. U jedinici OBD-a primarnu ulogu u određivanju lokacije preuzimaju sistemi globalne satelitske navigacije GNSS (engl. *Global Navigation Satellite System*) [4].

Primer jednog on-board kompjutera, VDO Dayton's MS 5700, je prikazan na slici 3. Ovaj on-board kompjuter se može ugraditi u bilo koje vozilo bez obzira na tip. Postavlja se u već postojeći otvor koji je predviđen za postavljanje radio-kasetofona ili u izdvojeno kućište. Nudi vrhunski prikaz 3D mapa, računar sa visokim performansama i TMC prijemnik koji je postavljen direktno u jedinicu. Sadrži celokupnu mrežu puteva u Evropi.



Slika 3 - VDO Dayton MS 5700 on-board kompjuter [8]

Terminal za vozača/ tastatura

Terminali za vozače (slika 4) su obično sastavljeni od ekrana i tastature, ili manje table sa brojevima i drugim specifičnim simbolima. Oni daju sledeće mogućnosti:

- ispisivanje tekstualnih poruka na dva načina,
- elektronski prikaz podataka na ekranu, prilagođavanje potrebama, prikazivanje grešaka, nedostataka, mehaničkih neispravnosti i stvarnog vremena isporuke,
- saveti koji prevoznici put da se koristi (u slučaju da ne postoje navigacioni uređaji u vozilu),
- pregled bar kodova,
- ulazni podaci o radu vozača - početak rada, vreme utovara, kašnjenja, vreme čekanja, vreme istovara itd.,
- elektronsko beleženje podataka o vremenu rada.



Slika 4 - Terminal za vozača

Navigacioni uređaj

Navigacioni uređaj (slika 5) se odnosi na ekran unutar kabine vozača ili na elektronski modul koji daje instrukcije vozačima u vezi sa odredištem bilo grafički, verbalno ili korišćenjem oba načina. Ova usluga može biti obezbeđena i preko mobilnih telefona koji poseduju GPS.



Slika 5 - Navigacioni uređaj

2. Prenos podataka

Pod prenosom podataka podrazumeva se način na koji se vrši prenos podataka do i od vozila. Najčešće primenjivani način prenosa podataka je preko mreže mobilnih telefona (GSM) prenosom govora i kratkih tekstualnih poruka (SMS) dužine do 160 alfanumeričkih znakova. SMS je široko rasprostranjen u komercijalnim telematskim sistemima u vozilima za slanje i prijem podataka o položaju vozila i tekstualnih poruka. U ovim sistemima prenos veće količine korisničkih podataka nije izvorno planiran, o čemu svedoče sledeće činjenice: osnovni GSM standard podržava jako niske bitske brzine u okviru pojedinačnog pretplatničkog kanala, ne predviđa metode za detekciju i korekciju grešaka koje se inače koriste u računarskim mrežama i, najзад, tarifiranje se uvijek vrši na osnovu trajanja konekcije (razgovora), bez obzira na stvarno prenetu količinu podataka.

Da bi se osim prenosa govora omogućio i prenos dovoljno velike količine proizvoljnih korisničkih podataka, bilo je pre svega neophodno povećati propusnu moć prenosnih kanala dostupnik pojedinačnim korisnicima i istovremeno povećati pouzdanost prenosa podataka kroz mrežu. Sistem koji to omogućuje nazvan je GPRS (*General Paket Radio Service – Opšti paket-radio servis*), odnosno popularno mreža „druge i po“ generacije (2.5G). GPRS krajnjim korisnicima dozvoljava teoretski maksimalne brzine prenosa podataka do 171 kbps uz nisku

verovatnoću bitske greške. Osim toga, korisnicima koji rade u režimu prenosa podataka se više ne naplaćuje vreme trajanja konekcije kao kod osnovnog GSM standarda, već isključivo ostvareni bitski protok. GPRS koristi postojeću mrežnu infrastrukturu GSM mreža, s tim da je neophodno da se izvrši minimalna softversko-hardverska nadgradnja pojedinih sistemskih komponenata. Prenos govora se vrši na identičan način kao u klasičnim GSM mrežama, tako da je sva starija korisnička oprema i dalje funkcionalna, a novija pruža i dodatne usluge bazirane na prenosu veće količine podataka, poput ostvarivanja bržih bežičnih konekcija ka Internetu, razmene multimedijalnih MMS poruka (*Multimedia Messaging Service*) koje osim teksta mogu da nose digitalizovane slike, zvučne zapise itd.

3. Upravljački softver

Upravljački softver je komponenta telematskih sistema koja vrši pretvaranje prikupljenih podataka u niz informacija pomoću kojih se operativno upravlja prevoznim procesom ili radom vozila i vozača na jedan efikasniji način. Softver može biti jednostavan paket koji daje izveštaje o radu, oprema za grafičko i tekstualno prikazivanje, ili može biti sistem za praćenje porudžbina. Može se upravljati uz pomoć jednog PC računara preko računarske mreže ili preko web sajta. Ovakav softver treba da bude jednostavan za korištenje, pouzdan i ne previše zahtevan u tehničkom smislu. Jedan od ovih upravljačkih softvera je Fleet Manager Professional 8 koji je napravljen s ciljem da se što je moguće bolje iskoriste savremene OBD koje su ugrađene u vozila u cilju kvalitetnijeg upravljanja transportnim procesom. Ovaj softver predstavlja tzv. klijent – server koji se može koristiti pomoću jednog PC računara, preko odgovarajuće lokalne mreže (LAN) ili preko interneta. Primena ovog softvera pruža mogućnost praćenja i upravljanja karakteristikama rada vozila i vozača, kontrolu komunikacionih troškova, pružanja izveštaja o troškovima rada voznog parka, aktivno (real- time) i pasivno (povremeno u definisanim vremenskim intervalima) praćenje vozila i vozača, davanja izveštaja o komuniciranju i slanju poruka, planiranje prevoznih puteva, davanja izveštaja o održavanju vozila, ukazivanje na potrebe obavljanja određenog servisa na vozilu i dr.

4. Senzori

Saobraćajni senzori predstavljaju vrhunska dostignuća tehnike. Oni mogu biti postavljeni na samoj saobraćajnici posebnim načinima montiranja pri izgradnji saobraćajnice, naknadno ili u neposrednoj blizini. Tu spadaju:

- Detektori redova/saobraćajnih tokova koji snimaju i beleže njegove promene i prenose informacije ka relevantnim centrima,
- Detektori ulaska vozila u zonu radova koji jakim alarmom upozoravaju radnike da se "zalutalo" vozilo približava i pruža im 5-7 sekundi da napuste mesto rada i izbegnu moguće povrede,
- Detektori prekoračenja brzine kretanja koji u kombinaciji sa sistemom kamera daju mogućnost registrovanja prekršioca, uz automatsko izdavanje kazne ili obavještavaju najbliže policijske patrole o njegovim podacima i ozbiljnosti prekršaja,
- Sofisticirani detektori vozila registruju magnetno polje svakog vozila i mogu brojati automobile, registrovati njihovu brzinu, dužinu, težinu kao i međusobno rastojanje između vozila. Mogu biti postavljeni u jednoj ili više traka i funkcionisati pri svim brzinama vozila.

Telematski sistemi u funkciji energetske efikasnosti

Pomenuti telematski sistemi se u vozilima mogu iskoristiti u različite svrhe. Najčešće se vrši prikupljanje podataka o vožnjama, upravljanje prevoznim procesima, praćenje lokacije vozila, pronalaženje ukradenih vozila, pružanje usluge davanja informacija vozačima o putanjama kretanja vozila i sl. Ovi sistemi imaju sposobnost određivanja najbolje varijante prevoznog puta na osnovu trenutnih uslova u saobraćaju. Na osnovu podataka dobijenih sa tahografa, čitača broja obrtaja, merača potrošnje goriva i različitih senzora koji se postavljaju na vozilo, mogu se, kroz njihovu obradu i analizu, ostvariti značajne koristi u procesu organizacije, usmerene pre svega na smanjenje ukupnih troškova pri obavljanju transportnih usluga kroz uštedu u gorivu, smanjenju troškova održavanja i osiguranja.

Primenom ovih sistema kod nadgledanja rada vozača i vozila moguće je praćenje faktora povećane potrošnje goriva koji se odnose na način vožnje vozača, kao što su: neprilagođena brzina kretanja vozila, nagla ubrzanja i kočenja, rad motora u praznom hodu i sl., odnosno na tehničku ispravnost vozila, kao što su: nepodešenost regulacionih parametara u sistemima za paljenje, sistemu za hlađenje, transmisiji, točkovima (nepravilno podešeni uglovi, neadekvatan pritisak u pneumaticima) i sl., a sve u cilju smanjenja potrošnje goriva, tj. povećanja energetske efikasnosti. Analiza dobijenih rezultata može pomoći u otkrivanju vozača ili vozila koji imaju povećanu potrošnju goriva.

Prilikom obavljanja transporta često dolazi do nepredviđenih situacija koje imaju za posledicu pojavu odstupanja od utvrđenog plana saobraćanja. Prevoz koji se obavlja kroz gradske sredine utiče na stvaranje zakrčenja u saobraćaju, pojave saobraćajnih nezgoda i oštećenje putne mreže. Odstupanja koja nastaju kao posledica svega toga dovode do poremećaja u režimu rada i stvaraju probleme vezane za vreme rada vozača što često ima za posledicu angažovanje dodatnih vozila i vozača. Time se pored nezadovoljstva putnika, većih operativnih troškova i opadanja proizvodnosti uvećavaju troškovi transporta.

Sve ovo ukazuje na to da pored važnosti za izračunavanje izmeritelja rada u prostoru i vremenu na osnovu kojih se ocenjuju rezultati rada grupe vozila, vozača i ukupnog voznog parka u cilju donošenja odgovarajućih odluka koje će dovesti do povećanja kvaliteta transportnih usluga, svoju značajnu ulogu telematski sistemi imaju u funkciji energetske efikasnosti. [2]

On-board dijagnostika vozila

On-Board Diagnostics (OBD) je termin koji podrazumeva sposobnost samodijagnoze vozila, komuniciranje vozila sa spoljašnjim svetom kao i praćenje rada motora i kontrola emisije izduvnih gasova... Nastanak ovog standarda vezuje se za 1980. godinu. Tadašnja vozila imala su mogućnost provere pojedinih podešavanja na vozilu i postojala je mogućnost obaveštavanja vozača u slučaju nastanka kvara. Vozač se obaveštavao paljenjem MIL lampice u kolima koja je treptala, dok je kod pojedinih vozila ona bila konstantno upaljena.

Moderni OBD standard omogućavaju vlasniku i serviseru vozila kompletni uvid u stanje vozila i omogućeno je trenutno praćenje pojedinih parametara u vozilu. Prilikom detektovanja greške u radu motora ili nekog uređaja na vozilu kompjuter memoriše grešku. Ta greška se može isčitati korišćenjem specijalnog uređaja koji se zove skener. Nakon iščitavanja memorije grešaka sledi otklanjanje kvara na vozilu.

Istorija ODB-a

1980. god. na tržištu se pojavljuju prvi automobili sa ugrađenim kompjuterom koji je u realnom vremenu pratio i podešavao ubrizgavanje goriva u glave motora. Tada se po prvi put pojavio OBD koji još uvek nije bio standardizovan tako da su se različiti proizvođači pridržavali sopstvenih standarda prilikom memorisanja grešaka.

1982. god. nastaje Assembly Line Communications Link (ALCL) preteča OBD-a, koju je na tržište "izbacio" General Motors, koji je kasnije isti standard preimenuovao u *Assembly Line Diagnostics Link* (ALDL). ALCL protokol je ostvarivao brzinu od 160 baud-a.

1986. god. ALDL standard se unapređuje i postiže se transfer podataka do 8192 baud-a. 1987. god. država Kalifornija zahteva da se svi proizvođači automobile pridržavaju nekih osnovnih standarda koji bi olakšali komunikaciju vozila sa spoljašnjim svetom. Taj standard je nazvan OBD I iako tada nije postojao dogovor u auto industriji da se svi pridržavaju istog protokola već je svako koristio svoj, a i konektori koji su služili za povezivanje kola sa računarom nisu bili standardizovani.

1988. god. Society of Automotive Engineers (SAE) je predložilo jedan standardni konektor i jedan protokol. 1994. god. nastaje OBD-II standard. Sva vozila prodana u Kaliforniji morala su da ispune ovaj standard. Kalifornija je pomoću OBD-II standarda uspela da ograniči izduvavanje štetnih gasova u atmosferu.

1996. god. sva vozila prodana u SAD-u morala su da ispune OBD-II standard.

2001. godine Evropska Unija stvara EOBD standard (modifikaciju OBD-II standarda). Sva vozila prodana u Evropi morala su da ispune EOBD standard.

Do 2008. god. sva vozila prodana u SAD-u moraju da ispune ISO 15765-4 (CAN bus protokol).

ODB II

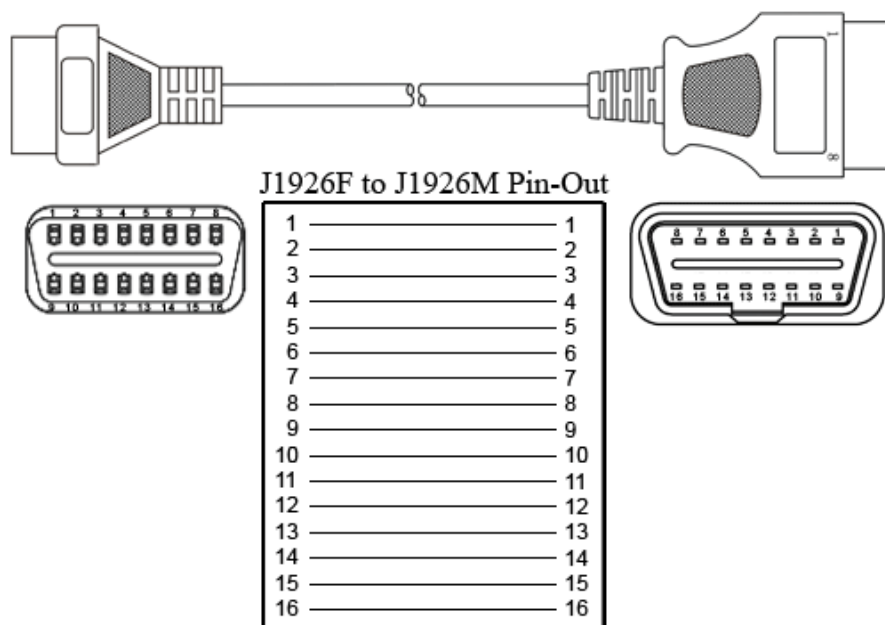
OBD II je skraćenica za On Board Diagnose II (sistem za dijagnostiku kvara na vozilu pomoću računara), druga generacija samodijagnostičkog sistema na vozilu na američkim, evropskim i azijskim vozilima. Svaka komponenta se poverava posebno definisanim postupkom, da bi se utvrdilo njeno ispravno funkcionisanje. Ako se pojavi neispravnost u radu, OBD II sistem će uključiti kontrolnu lampicu na instrument tabli vozača i upozoriti vozača da postoji neka neispravnost. Na kontrolnoj lampici je obično napisano CHECK ENGINE (proveri motor). Sistem će u svoju memoriju zapamtiti sve informacije o kvarovima, kako bi serviser mogao efikasno otkloniti problem.

OBD I sistem nije bio posebno efikasan jer je pratio samo nekoliko parametara vezanih za emisiju štetnih gasova. OBD II je konstruisan sa namerom da se otklone ti nedostaci i da se napravi sistem koji će serviserima pružiti mnogo više korisnih podataka. Primena OBD II sistema je počela sve od 1994. i 1995. na manjem broju benzinskih vozila. Od 1996. godine, sva putnička vozila i kamioni sa benzinskim motorima moraju imati OBD II sistem. Na dizel motorima primena ovog sistema je počela 1997. godine.

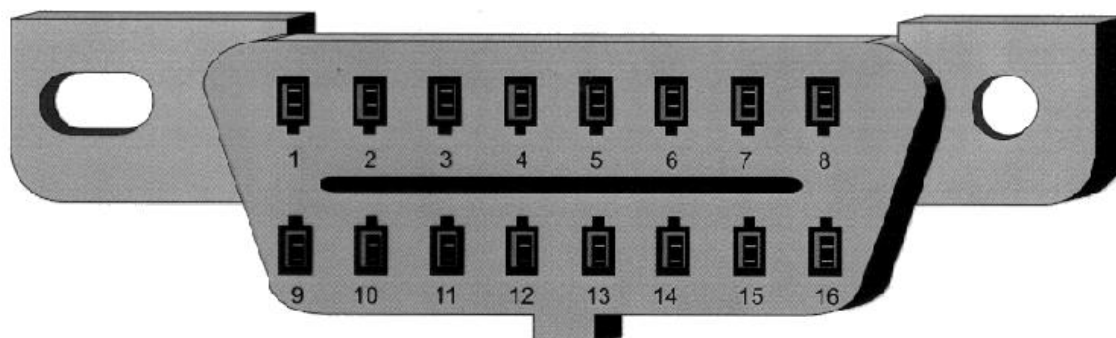
OBD-II port omogućava 3 vrste monitoringa različitih parametara u automobilu:

- dijagnosticiranje kodova grešaka (DTC=Diagnostic Trouble Code),
- analiza podataka u stvarnom vremenu (real-time data),
- analiza podataka off-line (freeze frame data).

Konektor koji je propisan OBD II regulativom i mesto na koje se ugrađuje prikazani su na slikama 6 i 7.



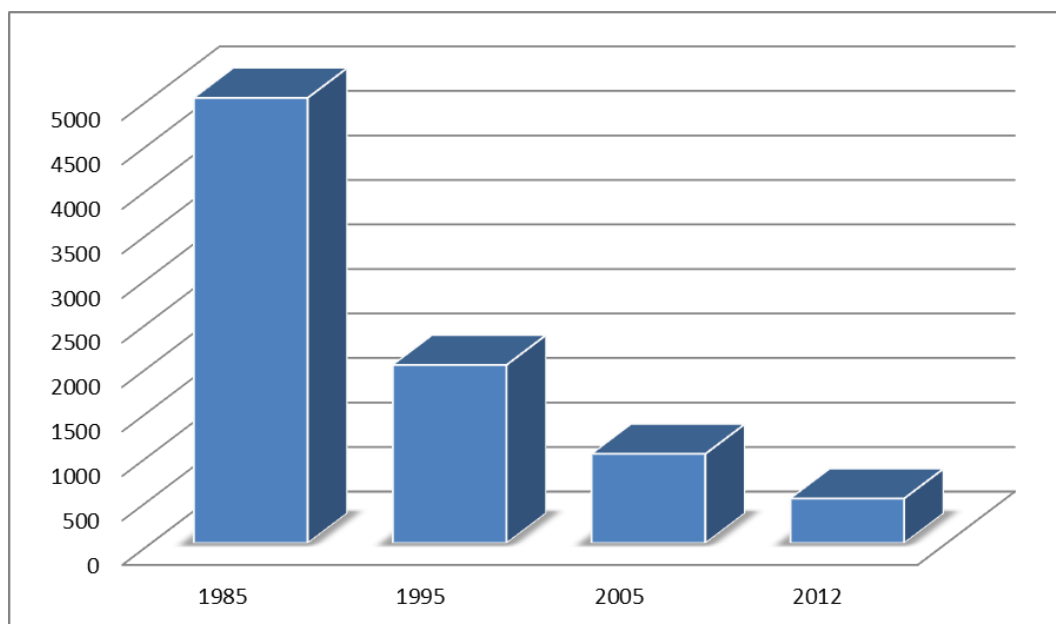
Slika 6 – OBD II konektor



Slika 7 – Port za komunikaciju

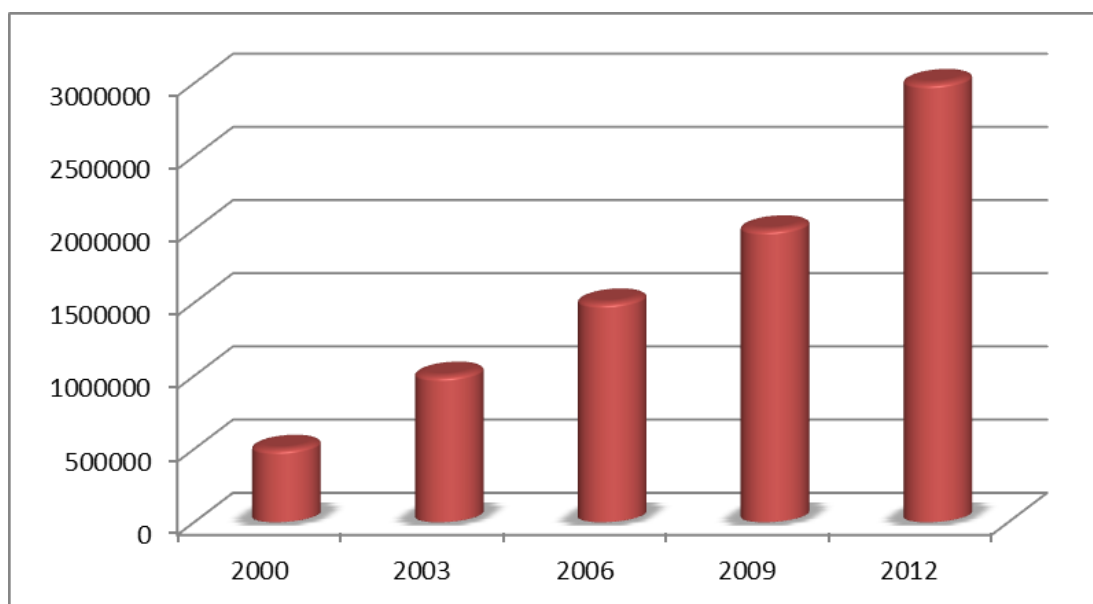
- Pin 4 – masa
- Pin 7 – K linija
- Pin 15 – L linija
- Pin 16 – Napajanje za akumulator (+12 V)

Primena telematskih sistema - USA [4]

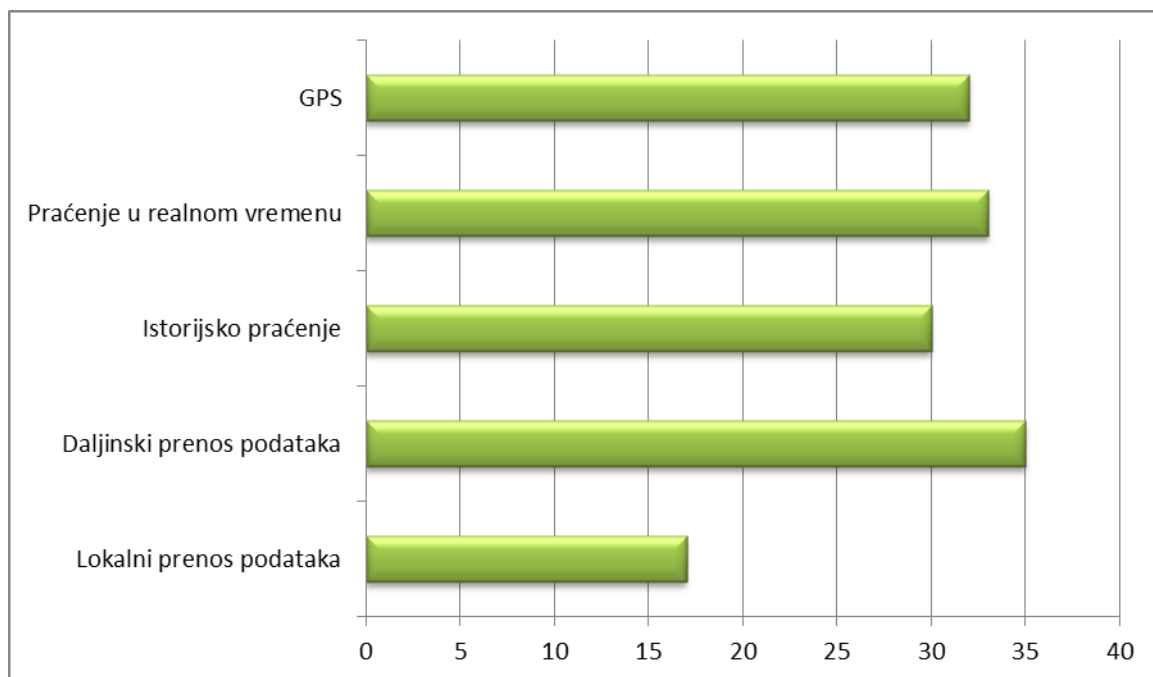


Grafik 1 - Procena cene hardvera

Na grafiku 1 može se primetiti da cena hardvera u SAD- u počev od 1985. pa do 2012. godine opada. To je posledica velike primenjenosti i rasprostranjenosti telematskih sistema, koji se danas mogu naći u gotovo svakom novo proizvedenom vozilu. Taj nagli rast telematskih sistema grafički je prikazan na grafiku 2.



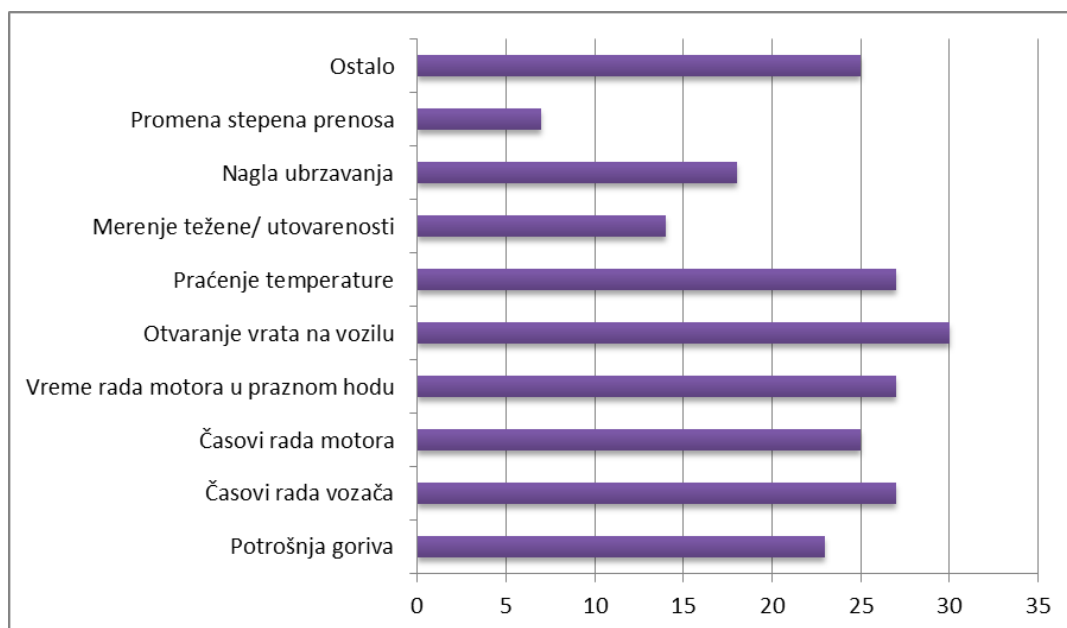
Grafik 2 - Korišćenje telematskih sistema u komercijalnim vozilima



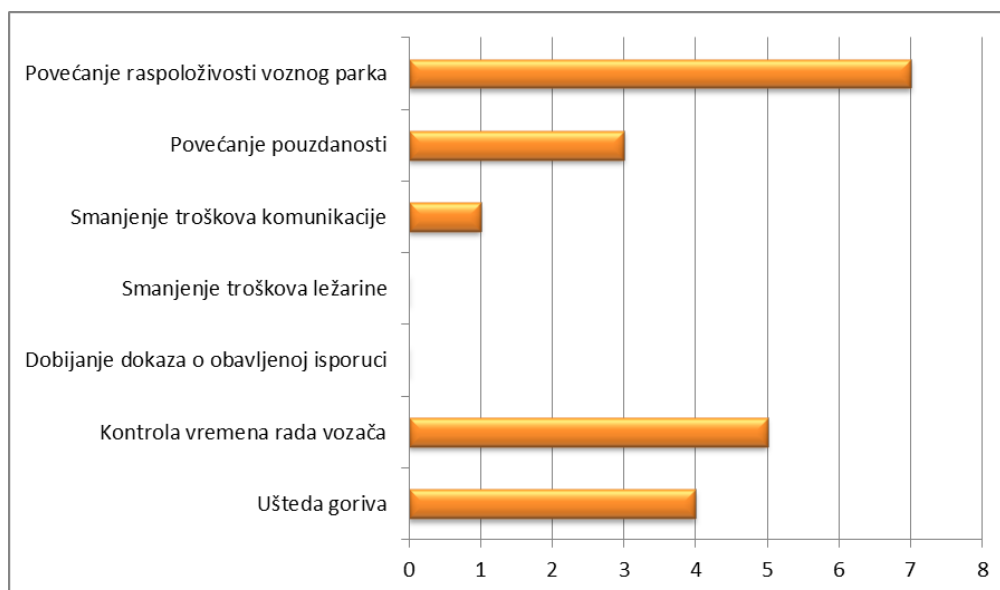
Grafik 3 - Osnovne usluge koje nudi telematika

Osnovna usluga koju nudi telematika jeste daljinski prenos podataka. Za njim sledi praćenje u realnom vremenu, a potom GPS. Najmanje zastupljene usluge jesu istorijско praćenje i lokalni prenos podataka (grafik 3).

Grafički prikaz podataka koji se dobijaju sa telematskih sistema na vozilu dat je na grafiku 4.



Grafik 4 - Podaci koji se dobijaju sa telematskih sistema na vozilu

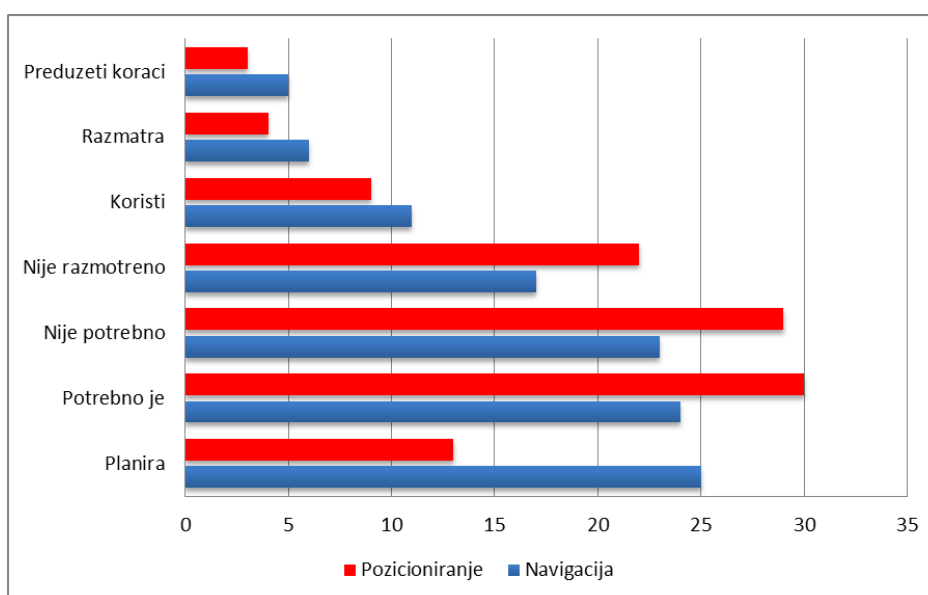


Grafik 5 - Razlozi primene telematskih sistema

Na grafiku 5 može se uočiti da je jedan on najosnovnijih razloga primene telematskih sistema povećanje raspoloživosti voznog parka. Drugi razlog po redu jeste kontrola vremena rada vozača, a zatim slede ušteda griva, povećanje pouzdanosti, kao i smanjenje troškova komunikacije.

Primena telematskih sistema - Srbija

Prema anketi koja je sprovedena u našoj zemlji u periodu od marta do maja 2007. godine, može se videti da se većina anketiranih izjasnila da su i navigacija i pozicioniranje veoma potrebni (grafik 6).



Grafik 6 - Primena telematskih sistema u Srbiji

Navigacioni sistemi

Sa tehničke tačke gledišta, svetska navigacija je pre hiljadu godina korišćena isključivo da definiše način upravljanja brodom do željene lokacije. Iako je to imalo značaja i za ljude na zemlji, sva istraživanja u navigacionom domenu su bila orijentisana na pomorske aplikacije. Nakon pronalaska prve letilice, u svetu se navigacija koristi za aeronautiku i otvara vrata razvoju novih sistema.

U poslednjem veku, vrsta dostupnih navigacionih senzora je zadržala doseg navigacije na skupim aplikacijama. Istraživanje i razvoj su bili posvećeni vojnim aplikacijama pre nego što su delimično predstavljeni u civilnim aplikacijama. Poslednjih 30 godina se primetio značajan napredak u senzornim tehnologijama i performansama procesora sa progresom u domenu poluprovodnika vodeći ka pojavi mikroprocesora. Ova dostignuća, kombinovana sa smanjenjem troškova, su otvorila vrata novim aplikacijama, posebno na zemljinom polju. Potencijalni broj novih korisnika je veliki i istraživanja su danas takođe usmerena u razvitak sistema za nevojnu aplikaciju.

Navigacija vozila je prva komercijalna meta za nisko troškovne navigacione sisteme. Danas, postojanje senzora takođe dopušta ponudu ovakvih navigacionih sistema pojedincima: da pruži informaciju o poziciji i mogućnost upravljanja. Navigacija se generalno definiše kao upravljanje objektom ili osobom od trenutne lokacije do željene tačke. Objekat je obično mašina (brod, avion, auto...).

Sa funkcionalne tačke gledišta, navigacija se sastoji iz dva odvojena zadatka:

- lokalizacija
- upravljanje

Lokalizacija je postupak određivanja pozicije objekta u unapred definisanom referentnom sistemu. Ovo se može izvesti na različite načine.

Upravljanje je deo navigacije koji uzajamno deluje sa pokretačkim delom (drajverom) mašine (broda, automobila, aviona...) ili sa pešacima. Ovo uključuje različite aspekte:

- proračun putanje kojom se kreće od trenutne tačke do željene tačke. Algoritmi iz ovog domena su sada jednostavni i poznati. Oni omogućavaju korisniku da izabere između različitih opcija: najkraći ili najbrži put, tačke od značaja. Ovaj zadatak iziskuje dostupnost geografskih informacija kao što su put, zgrada, značajne tačke, adrese, benzinska stanica...
- komunikacija sa drajverom: ako je drajver čovek onda se koriste različiti vektori komunikacije. U ovim navigacionim sistemima koristi se sledeće: glas, mape simboličkih reprezentacija. Kada se upravljanje objektom vrši automatskim putem (procesor ili motori) tada se upravljačka informacija šalje odmah motoru.

Da bi se preciznije objasnila lokalizaciju i upravljanje sledeći pojmovi mogu se dodati kako bi se upotpunila definicija navigacije:

- Realno vreme. Aspekti realnog vremena se dobijaju odmah iz upravljanja. Za interakciju sa drajverom je očigledno da informacija pozicije mora biti izračunata u realnom vremenu kako bi omogućila efikasno upravljanje.
- GIS (*Geographic information system*) je takođe važan element koji je strogo povezan sa upravljanjem. Ova komponenta se ne koristi samo za pokazivanje informacija na mapi. Georeferencijalna informacija puteva i ciljeva je neophodna za upravljanje. GIS omogućava uključivanje mnogih drugih tipova informacije kao što su tačke od značaja. GIS se takođe vrlo često koristi kao pokazivač reference.

Navigacioni uređaj se odnosi na ekran unutar kabine vozača ili na elektronski modul koji daje instrukcije vozačima u vezi sa odredištem bilo grafički, verbalno ili korišćenjem oba načina. Ova usluga može biti obezbeđena i preko mobilnih telefona koji posjeduju GPS. Taj primer prikazan je na slici 8.



Slika 8 – GPS aplikacija na iphone-u

Globalna satelitska navigacija - GPS

U ovom delu date su osnovne teoriske postavke o Globalnom sistemu pozicioniranja - GPS, razvoju, načinu njegovog funkcionisanja i primeni. Globalni pozicioni sistem (GPS), sa punim nazivom *Navstar (Navigation System using Timing and Ranging)*, predstavlja satelitski radio sistem, razvijen od strane Ministarstva odbrane SAD, sa zadatkom da korisnike snabdeva tačnim trodimenzionalnim položajem i navigacionim i vremenskim informacijama. Sistem je projektovan tako da omogući navigaciju u realnom vremenu na svakom mestu Zemljine kugle i pod svim vremenskim uslovima.

Već u završnoj fazi razvoja, GPS je imao brojne prednosti u odnosu na TRANSIT sistem, koji je bio preteča GPS-a. U tabeli 1 date su neke od karakteristika pomenuta dva sistema.

Tabela 1 - Karakteristike GPS-a i TRANSIT-a [7]

Karakteristike	GPS	TRANSIT
Visine leta [km]	20200	1000
Period obilaska [h]	12	12
Frekvencija [MHz]	1575 1228	150 400
Dostupnost	kontinuirana	15-20 min
Broj satelita	24	4-6

Razvoj GPS-a

Razvoj GPS- a odvijao se u tri faze.

U prvoj fazi, početkom 70- tih godina, izrađeno je nekoliko satelita, eksperimentalna zemaljska kontrolna stanica i prijemnici korisnika. U decembru 1978. godine u prostoru oko Zemlje bila su četiri satelita, što je omogućilo merenje triju koordinata i brzine kretanja korisnika.

U 1979. godini počela je druga faza razvoja i ispitivanja operativnih satelita, zemaljskih kontrolnih stanica i prijemnika korisnika.

Treća faza od 1985. godine, obuhvatila je potpuni razvoj i proizvodnju ovih sistema, tako da je lansiranjem prvih satelita 1989. godine počelo razvijanje eksploatacionog sistema, a 1994. godine je bilo obezbeđeno globalno određivanje planarnih koordinata korisnika.

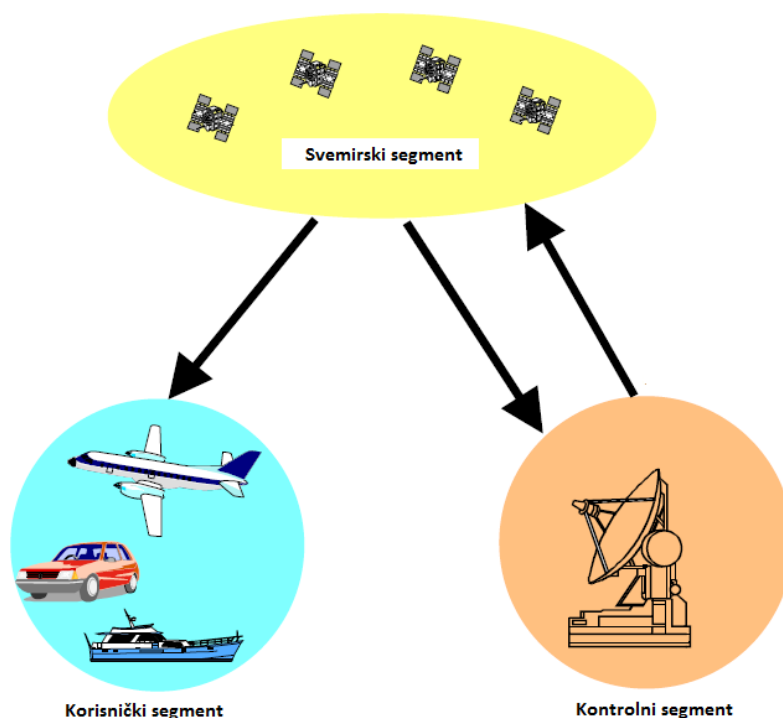
U Zalivskom ratu 1991. godine, oružane snage SAD koristile su navigacijske podatke. Artiljerija je koristila tačne GPS podatke koji su omogućavali brzo i tačno određivanje koordinata sopstvenih vatrenih položaja. Vazduhoplovstvo je koristilo podatke sa GPS prijemnika za navođenje raketa na ciljeve u dubini protivnikove teritorije.

Za nanošenje udara po važnim objektima su korišćene krilate rakete kod kojih je sistem navođenja bio korigovan GPS- om na početnom i srednjem delu leta. Koordinate objekata uvodile su se u navigacioni sistem rakete pred lansiranje, a u toku leta su se korigovale po podacima dodatnog izviđanja. Rakete su dovođene u zadatu tačku s kružnom verovatnom greškom od 15 metara. GPS se ne koristi samo u vojne svrhe već i u međunarodnom vazduhoplovnom, pomorskom i drumskom saobraćaju, policiji i mnogim drugim privrednim i neprivrednim oblastima. Poslednje dve godine standardnu opremu većine putničkih vozila čine i GPS prijemnici. U poslednje vreme razmatra se primena GPS za automatsko vođenje vazduhoplova na sletanje bez vizuelnog kontakta pilota sa pistom. Prijemom i obradom podataka sa satelita obezbeđuju se sledeći parametri leta: trenutna pozicija u geocentričnim pravouglim koordinatama (x,y,z) ili geografska širina i dužina, brzina leta, kurs, pravac i brzina vetra, kao i ugao zanošenja. U GPS prijemnicima mogu se memorisati informacije o aerodromima, određenim tačkama na vazdušnom putu, poletno-sletnim stazama...

Struktura GPS sistema

Na slici 9 je predstavljen GPS sistem koji se sastoji od tri odvojena segmenta a to su:

1. **svemirski segment (sateliti),**
2. **kontrolni segment (zemaljske stanice),**
3. **korisnički segment (GPS prijemnici).** [7]



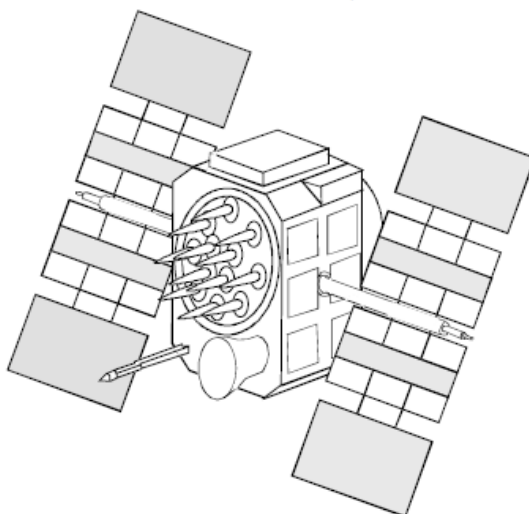
Slika 9 - Segmenti GPS sistema

1. Svemirski segment (sateliti)

Sa 12 satelita sistema Navstar 1986. godine bila je omogućena dvodimenzionalna navigacija (određivanje geografske širine i dužine korisnika), a sa 18 satelita 1988. godine- trodimenzionalna navigacija (širina, dužina i visina). Pri tome su korisnici mogli da određuju svoju poziciju sa tačnošću od 5 do 15 m i brzinu sa tačnošću od 0,05 do 0,15 m/s, kao i da vrše sinhronizaciju svog vremenskog etalona do 5- 15 ns, što za više od reda veličine prelazi tačnost radio-navigacijskih sistema Tranzit, Loran-C i Omega.

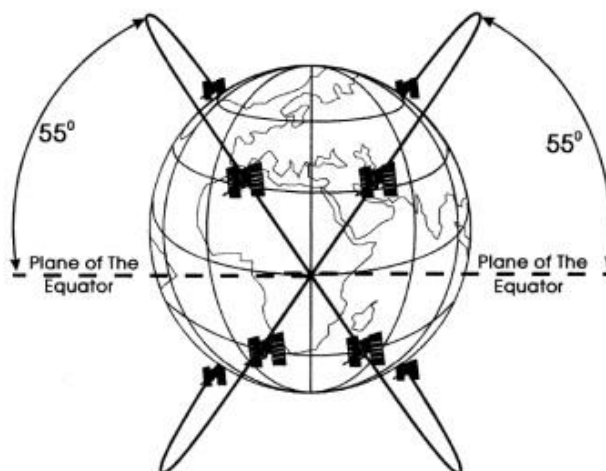
Glavni delovi jednog GPS satelita su: postolje (mesto na kome su integrisani različiti sentori i ostali delovi satelita), izvor napajanja (dva sunčana kolektorska panela), četiri visoko stabilna atomska oscilatora, mikroprocesor, niz senzorskih uređaja i prijemno-otpremna antena. Projektovani vek trajanja neometanog rada satelita je 10 godina. Svaki satelit ima svoju oznaku i to Navstar

broj, koji označava redosled lansiranja satelita . Ilustrovani primer izgleda jednog satelita dat je na slici 10.



Slika 10 - Izgled GPS satelita [10]

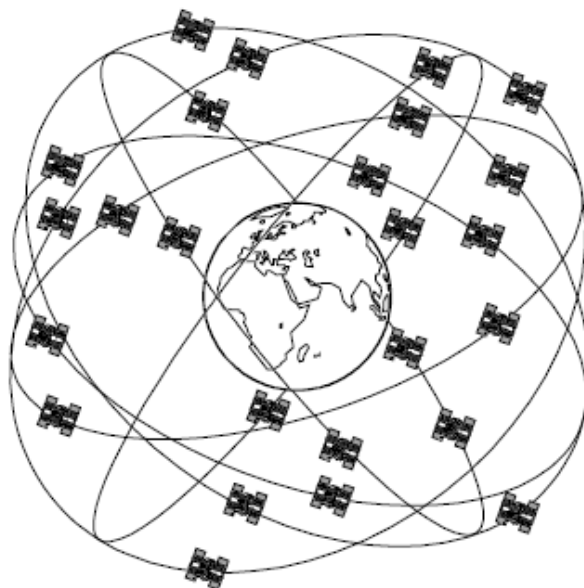
Da bi se obezbedila neprekidna 24 časovna trodimenzionalna navigacija, koristeći samo merenja pseudodaljina po otvorenom kanalu (za civilne svrhe), 1994. godine povećan je broj satelita sistema Navstar na 24, a danas broj satelita iznosi 28. Ova satelitska mreža obezbeđuje istovremensku vidljivost od 6 do 11 satelita pod uglom koji nije manji od 55° iznad horizonta za sve korisnike locirane bilo gde na zemlji i u bilo kom trenutku, kao što je pokazano na slici 11.



Slika 11 - Pozicioniranje satelita oko Zemlje

Sistem Navstar danas sadrži 28 radna satelita i 3 rezervna satelita koji su raspoređeni u šest skoro kružnih orbita (po četiri satelita u svakoj) sa nagibom putanje $i=55^\circ$ prema ekvatoru i međusobnim razmakom orbita od 600 po geografskoj dužini. Sateliti se nalaze na visini od 20183 km, a obleću Zemlju sa periodom približno jednakim 12 h (11 minuta i 58 sekundi). Takav raspored satelita

omogućava korisnicima sistema da u svakoj tački na Zemlji u svakom trenutku primaju signale sa četiri od 11 satelita. Na slici 12 je dat raspored satelita.



Slika 12 - Prikaz 24 satelita oko planete

Radio- navigacijski prijemnik korisnika automatski bira četiri optimalno raspoređena satelita i meri četiri pseudoradijalne brzine, na osnovu kojih određuje svoju poziciju i vektor brzine, a takođe tačno određuje razliku etalona vremena i frekvencije u satelitu u odnosu na sistemsko vreme i referentnu frekvenciju etalona u zemaljskim stanicama.

Sateliti sistema Navstar odvajaju se od Zemlje pomoću raketa nosača, a zatim izvođe na potrebnu orbitu pomoću motora sa čvrstim gorivom. Opremu svakog satelita čini nekoliko podsistema: orijentacije u procesu izvođenja i na samoj orbiti, telemetrije (za prijem komandi i retranslaciju signala zemaljskog upravljačkog kompleksa), formiranje i translaciju navigacijskih informacija, termoregulacije i elektronapajanja.

Pri izvođenju na orbitu i prevođenju u rezervu, stabilizacija satelita se izvodi njegovim rotiranjem oko uzdužne ose. Na orbiti se vrši aktivna stabilizacija satelita pomoću reaktivnih motora sa tečnim gorivom (hidrazin). Orijehtacija satelita u prostoru radi održavanja antena usmerenih prema Zemlji izvodi se pomoću IC davača u sastavu uređaja satelita. Telemetrijski podsistem je, ustvari, radio- kanal prenosa podataka o stanju uređaja u satelitu u zemaljsko komandno merni kompleks, kao i radio kanal za prenos podataka sa upravljačkog sistema o parametrima njihovih orbita (eferemidima), njihovoj prognozi za bliže periode a takođe i realnim vrednostima i prognozi odstupanja sata satelita. Za tačno određivanje pozicije satelita koristi se sistem retranslacije upitnih signala sa komandno- mernog kompleksa. Pomoću njih se meri rastojanje Zemlje od satelita, a sa nekoliko takvih merenja određuju se i parametri orbite. U radio-kanalu podataka primenjuju se konusne i spiralno-konusne antene.

2. Kontrolni segment

Zemaljski kompleks zajedno sa satelitskim centrom upravljanja Vojnih vazduhoplovnih snaga SAD i Centrom naoružanja vojnih pomorskih snaga obezbeđuje:

- telemetrijsku kontrolu rada uređaja u navigacijskim satelitima i upravljanje njihovim radom,
- formiranje sistemskog vremena i njegovu sinhronizaciju sa univerzalnim koordinatnim vremenom,
- izvođenje trajektorijalnih merenja satelita radi određivanja parametara njihovih orbita i merenja satelitskog vremena i frekvencija radi određivanja odstupanja sata vremena i etalona frekvencije na satelitima od sistemskog vremena i referentne frekvencije,
- prognoziranje kretanja satelita i odstupanje vremena i frekvencije, proračun njihovih tekućih efemerida, za svaki satelit posebno,
- formiranje masiva službenih informacija i prenos navigacijskih podataka u računar satelita radi modulisanja radio-navigacijskih signala sa njima.

Zemaljski komandno merni kompleks obuhvata:

- glavnu (vodeću) stanicu za upravljanje i prenos podataka lociranu u vazduhoplovnoj bazi Falcon u Kolorado Springsu,
- pet kontrolnih stanica raspoređenih širom sveta (u Kolorado Springsu, u Kvajalinu, Dijego Garsiji, Ascension Islandu i na Havajskim ostrvima- Vahiva), kako bi se istovremeno pratila cela satelitska mreža Navstar i omogućio prenos orbitanih informacija glavnoj kontrolnoj stanici,
- stranicu upravljanja i prenosa podataka u Vanderberg u Kaliforniji,
- rezervne kontrolne stanice u državi Men, na Sejšelskim ostrvima i u zoni Panamskog kanala.

Na slici 13 su predstavljene pomenute kontrolne stanice.

Kontrolne stanice su automatski centri praćenja radio-navigacijskih signala sa satelita. U njima se sakupljaju informacije potrebne za određivanje efemerida i odstupanja vremena na satelitima od sistemskog vremena, a takođe i za izračunavanje prognoziranih i drugih podataka koji se uskladištavaju u računar svakog satelita. Svaka kontrolna stanica sadrži tipski četvorokanalni navigacijski korisnički prijemnik, visokostabilan etalon frekvencije sa uređajem za formiranje vremenske skale, davač meteoroloških podataka i računar sa interfejsom. Kao rezultat prijema radio-navigacijskih signala svakih 6 sekundi meri se pseudodaljina.



Slika 13 - Prikaz kontrolnih stanica

Kontrolnim stanicama upravlja glavna stanica, na koju oni prenose sve sakupljene memorisane informacije. Meteorološke informacije se u glavnoj stanici koriste za korekciju troposferskih grešaka navigacijskih parametara, izmerenih na kontrolnim stanicama. Računar kontrolne stanice sakuplja sve podatke u njoj, memoriše ih 15 minuta i zatim na upit preko interfejsa predaje ih kanalom veze glavnoj stanici na obradu. Sat jedne od kontrolnih stanica sinhronizuje se sistemom sistemskog vremena sa tačnošću $\pm 100 \mu s$ i smatra se vodećom kontrolnom stanicom sistema, a njen sat- referentnim za ceo sistem. Satovi ostalih kontrolnih stanica podešavaju se prema navigacijskim signalima sa satelita.

Glavna stanica predstavlja centar prikupljanja i obrade podataka, koji dolaze sa kontrolnih stanica. U njoj i u centru naoružanja vojnih pomorskih snaga izračunavaju se prognozirani efemiridi i parametri modela satelitskih satova, a takođe i drugi navigacijski podaci, memorisani u računaru navigacijskih satelita.

Navigacijski podaci za svaki satelit, dobijeni u glavnoj stanici, dospevaju preko kanala veze u stranicu upravljanja i prenosa podataka. Oдавde se oni preko komandnog radio kanala predaju odgovarajućim satelitima, gde se uskladištavaju u memoriju računara.

Osnovna stanica memorisanja podataka ulazi u sastav glavne stanice, a kao rezerva koristi se odgovarajuća stanica satelitskog centra upravljanja vojnim vazduhoplovnim snagama. Za vreme predaje podataka satelitima, prekida se prikupljanje informacija od strane kontrolnih stanica. One se tada koriste za kontrolu pravilnosti podataka, uskladišteni u memoriju računara satelita,

dekodiranjem telemetrijskih informacija iz kadra primarnih navigacijskih signala. Proces prenosa podataka na satelite kontroliše glavna upravljačka stanica, koja analizira telemetrijske podatke i proverava predaju navigacijskih poruka sa satelita ka korisnicima.

3. Korisnički segment

Korisnički segment čini GPS prijemnik koji prima signale sa više satelita i na osnovu njihove različite propagacije na mestu prijema, uz poznavanje tačne lokacije satelita i tačnog vremena, je u stanju da proračuna svoju poziciju u tri dimenzije kao i brzinu prijemnika. Većina GPS prijemnika ove operacije obavlja automatski, u realnom vremenu i često ih predstavlja vizuelno na ekranu ili u vidu govorne poruke. Prijemnik omogućuje i vojnu i civilnu upotrebu, sa skoro neograničenim brojem aplikacija koje se mogu koristiti na kopnu, moru, vazduhu. Čip GPS prijemnika i tipični GPS prijemnik prikazani su na slici 14.

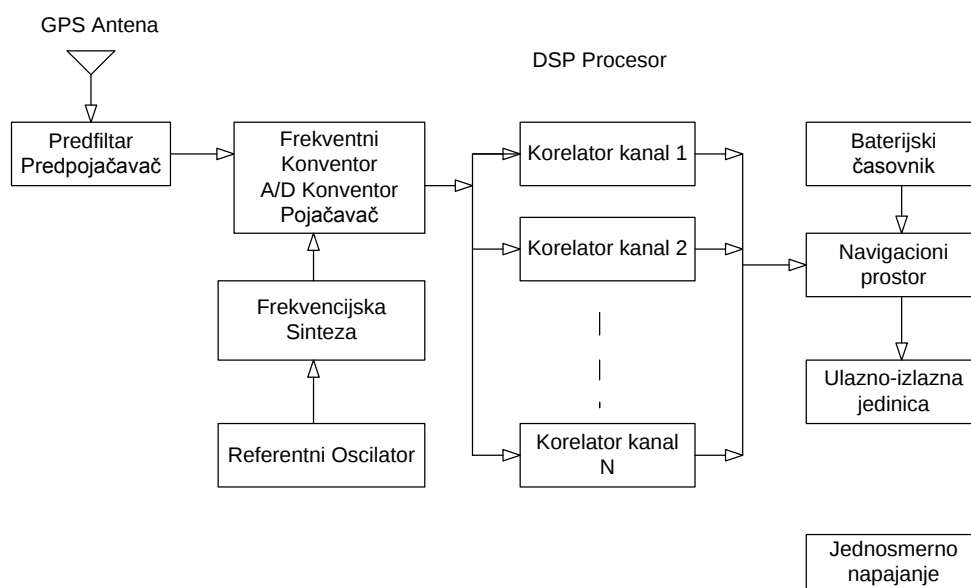


Slika 14 - GPS prijemnici

GPS prijemnik je prost merni uređaj koji sluša emisiju od svih dvanaest satelita koji mogu biti u hemisferi u kojoj se prijemnik nalazi, i uzima najjači signal sa pozicije na kojoj se nalazi. Na osnovu primljenog signala i njegove različite propagacije na mestu prijema, uz poznavanje tačne lokacije satelita i tačnog vremena, prijemnik je u stanju da proračuna svoju poziciju u 3 dimenzije (X, Y, Z). Princip rada je sledeći: GPS prijemnik proračunava udaljenost između prijemne antene i satelita na taj način što vrši precizno merenje vremena koje je potrebno kodnom signalu da sa satelita stigne do prijemne antene. Da bi prijemnik precizno odredio ovo vreme potrebno je da postoji sinhronizacija atomskog časovnika na satelitu i prijemniku. Oni se sinhronizuju tako da u isto vreme generišu iste kodove. Tada prijemnik po prijemu signala treba samo da proveriti kada je i sam generisao

isti kod. Vreme između je vreme potrebno GPS signalu da pređe udaljenost između satelita i prijemne antene. Na osnovu njega on određuje svoju poziciju na zemlji u 3 dimenzije. O GPS uređajima koji su namenjeni navigaciji u vozilu biće reči u daljem tekstu.

Svaki GPS prijemnik se sastoji od dve osnovne grupe elemenata: dela za prijem signala i dela za obradu signala. Te celine čine sledeći glavni delovi: antena sa predpojačivačem, A/D konvertor sa digitalnim procesorom, ulazno-izlazni interfejs (ekran i tastatura), radiofrekventivni deo i izvor napajanja. Na slici 15 prikazana je blok šema GPS prijemnika.



Slika 15 - Blok šema GPS prijemnika

Antena GPS prijemnika prima signale sa satelita po dve frekvencije iz L-opsega frekvencija (L1-1575.42MHz i L2-1227.6MHz). Što je vidni ugao antene manji to je slabljenje signala veće dok na uglu od 0 stepeni antena nema prijem. Prilikom udaljavanja antene od prijemnika dolazi do pojave slabljenja antenskog kabla a to se kompenzuje ugrađivanjem pojačavača. U slučaju da se radi o L1-C/A kodu propusni opseg je 2.046 MHz.

Radio prijemnik prima signale sa svih satelita simultano. Tokom prenosa se na signal superponira signal šuma pa se primljeni signali prvo propuštaju kroz pasivni filter propusnik opsega, male selektivnosti, da se signal malo pročisti od šuma. Nakon filtra dolazi pojačavač koji pojačava koristan signal. Radiofrekventni signal se potom translira na međufrekventnu vrednost gde međufrekventni pojačavač obavlja pojačanje signala i njegovu filtraciju do potrebnog nivoa za rad A/D konvertora.

Digitalna obrada signala

GPS prijemnici vrše A/D konverziju na nivou međufrekventnog signala a onda se tako dobijeni digitalni signal obrađuje. Osetljivost prijemnika na kvantizacioni šum se smanjuje postupkom semplovanja iznad Niquist-ovog kriterijuma, a to smanjuje potreban broj bita pri A/D konverziji. Digitalna obrada signala se sastoji od više paralelno vezanih kanalskih korelatora, koji prate istovremeno i signal i kod, do maksimalnog broja kanala. Noviji prijemnici sadrže od 8 do 12 korelatora. Korelator čine jedna fazna i jedna kvadraturna komponenta korelacije. Svaki kanal ima petlju (PLL) koja istovremeno prati kod i nosioc signala, pruža mogućnost faznih i kodnih merenja i izdvaja navigacionu poruku iz primljenog signala. Svaki kanal ima mogućnost da obavi merenje tri komponente: pseudorastojanje, promenu pseudorastojanja i integrisano merenje Doplerovog pomeraja po svakom kanalu. Sva merenja i demodulisani podaci se prosleđuju navigacionom porukom.

Navigacioni procesor

Prijemnik u toku svog rada mora da vrši komplikovane matematičke operacije da bi izračunao svoju poziciju i brzinu pa mu je zato neophodan procesor koji upravlja radom celog prijemnika. Procesor upravlja radom i sinhronizacijom kanalskih korelatora i prati signal obavljajući korekciju podataka. Neki prijemnici u sebi sadrže i integrisane funkcije kanalske obrade i izračunavanja pozicije. Veliki broj procesora vrši izračunavanje pozicije na osnovu frekvencije od 1Hz, a kod nekih je ova frekvencija veća od 5Hz. Pošto sva ova merenja opterećuju procesor, a to se ogleda u većoj potrošnji, prijemnici malih dimenzija vrše proračun svoje pozicije na svakih 2-15 sekundi. Svi podaci do kojih je došao procesor se prosleđuju izlaznoj jedinici.

Ulazno- izlazna jedinica

Ovaj deo praktično predstavlja interfejs koji objedinjuje opciju upravljanja navigacionim funkcijama prijemnika i funkciju prikazivanja dobijenih podataka korisniku. Čine ga ekran i tastatura kao i eksterni ulazi i izlazi.

GPS servisi

GPS sistem obezbeđuje dva tipa servisa a to su: SPS (*Standard Positioning Service*) i PPS (*Precise Positioning Service*). SPS je namenjen civilnim primenama, a PPS koristi vojska. Osnovna razlika između ova dva servisa je u preciznosti podataka koje obezbeđuju.

SPS (*Standard Positioning Service*)

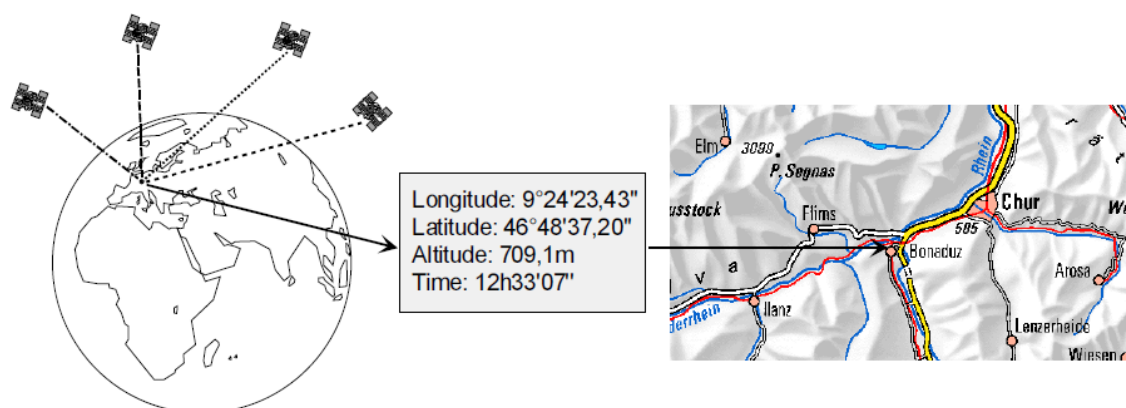
SPS je servis za pozicioniranje koga je ministarstvo odbrane autorizovalo za potrebe civilnih struktura društva. Ovaj servis se sastoji od C/A- koda i navigacione poruke koja se prenosi signalom frekvencije L1-1575.42 MHz. SPS ne koristi signal L2 kao ni P(Y)-kod po signalu L1. Servis SPS daje preciznost pozicioniranja od 100 m u horizontalnoj, 156 m u vertikalnoj ravni i vremensku preciznost od 340 ns u odnosu na UTC. Ministarstvo odbrane ima mogućnost povećanja stepena tačnosti SPS u slučaju narušavanja nacionalne bezbednosti ili u slučaju ratnog stanja. Ovo povećanje stepena tačnosti SPS sistema se naziva "Selective Availability" i označava se sa S/A.

PPS (*Precise Positioning Service*)

PPS je daleko precizniji servis za satelitsko pozicioniranje od SPS sistema i njega mogu da koristi samo autorizovani korisnici. Razvijen je isključivo za vojne potrebe. Autorizaciju za ovaj sistem dodeljuje isključivo ministarstvo odbrane. On obezbeđuje preciznost pozicioniranja od 22 m u horizontalnoj ravni i 27.7 m u vertikalnoj ravni dok je vreme dato sa preciznošću od 200 ns u odnosu na UTC. Ovaj sistem ima dve zaštite a to su: S/A-Selective Availability i Anti-Spoofing(A-S) odnosno kriptovanje. S/A se koristi za zaštitu GPS pozicije, brzine i tačnosti vremena od neautorizovanih korisnika, po principu ometanja satelitskih signala ubacivanjem signala greške u njih. Anti-Spoofing(S-A) je kriptovanje P koda u Y kod da bi se predupredio eventualni prijem signala koje emituje neprijateljska strana i koji mogu ličiti na GPS signale. A-S se koristi da se odbiju neautorizovani korisnici koji žele da pristupe vojnom P kodu. Autorizovani korisnici imaju specijalni ključ pomoću koga pristupaju ovom sistemu. PPS prijemnici mogu koristiti P(Y)-kod ili C/A-kod, a mogu i oba. SPS prijemnici nisu zaštićeni od spoofinga jer koriste C/A kod u odnosu na PPS prijemnike koji su zaštićeni od spoofinga.

Određivanje pozicije

Koordinate se računaju prema Svetskom geodetskom sistemu koordinata WGS84. Da bi se sračunala pozicija, GPS prijemnik treba da zna precizno vreme, kako je prikazano na slici 16. Sateliti su opremljeni izuzetno preciznim atomskim satovima. Prijemnici imaju ugrađene satove bazirane na kristalnim oscilatorima koji se neprestano ažuriraju koristeći signale sa satelita.



Slika 16 – Određivanje koordinata i vremena pozicije vozila

Prijemnik identifikuje signal sa svakog satelita uz pomoć koda, onda meri vremensko kašnjenje signala za svaki satelit. Da bi ovo uspeo, prijemnik proizvodi identičnu sekvencu koristeći isti koreni broj kao i satelit. Koreni broj je broj pomoću kojeg je satelit generisao pseudo- nasumični kod. Upoređivanjem dve sekvence, prijemnik meri kašnjenje i računa udaljenost satelita. Ovaj rezultat se zove pseudo- udaljenost. Pseudo je zbog toga što je u ovom računanju pretpostavljeno da je interni časovnik prijemnika tačan, ali on sadrži izvesnu nepreciznost.

Osnovni signal koji svaki GPS satelit emituje se dobija modulacijom signala nosioca L1 i kombinacije dva digitalna signala. Digitalni signal niže frekvencije sadrži navigacionu poruku koja se iznova emituje na svakih 12,5 minuta. Navigaciona poruka je složene strukture i sastoji se od „almanaha“ koji sadrži neobrađene podatke o vremenu atomskog časovnika, zajedno sa informacijom o statusu satelita. Drugi tip podataka u sastavu navigacione poruke je „efemeris“ koji sadrži podatke o orbiti satelita koje omogućavaju prijemniku da izračuna poziciju satelita. Digitalni signal više frekvencije sadrži pseudoslučajni kod i zove se C/A kod. To je sekvenca dugačka 1023 bita koja se ponavlja svake milisekunde. Svaki satelit ima svoju jedinstvenu sekvencu, javno objavljenu, po kojoj se može identifikovati na jednom kanalu prijemnika. GPS sateliti takođe emituju i P-kod ili precizni kod koji je takođe pseudoslučajni kod, ali su njegova frekvencija i digitalna sekvenca koja se ponavlja drugačije nego kod C/A koda. Njegova sekvenca ponavljanja traje jednu nedeljno. Ovaj signal se modulira sa signalom nosiocem

L2, koristi se za vojne svrhe, ne objavljuje se javno i procesira se dodatno, tj šifrira se i dešifrira.

Frekvencije signala nosioca su:

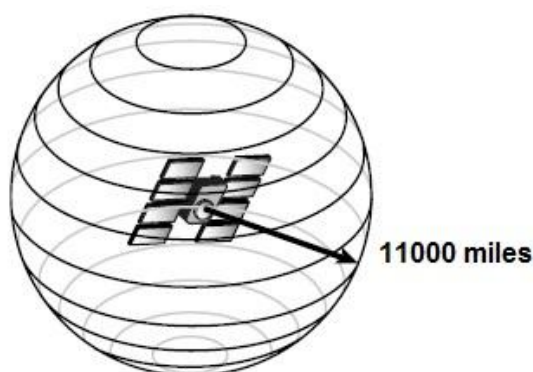
- L1 (1575.42 MHz): nosioc za kombinaciju navigacione poruke, C/A koda i P-koda
- L2 (1227.60 MHz): nosioc za P-kod, plus novi L2C kod Blok IIR-M generacije i novijih satelita
- L3 (1381.05 MHz): nosioc korišćen za vojni program detekcije lansiranja projektila i nuklearnih detonacija
- L4 (1379.913 MHz): nosioc koji se razmatra za dodatne jonosferske ispravke
- L5 (1176.45 MHz): nosioc predložen za dodatne primene, prva primena se prognozira na satelitima koji će bii lansirani 2008. godine

Princip rada GPS sistema

Za određivanje pozicije na zemlji, kao što je već rečeno, potreban je signal od najmanje tri satelita. Vreme koje je potrebno emitovanom signalu da pređe put između jednog satelita i tačke na zemlji (GPS prijemnika) služi za izračunavanje njihovog rastojanja.

$$\text{Rastojanje } (D) = \text{Brzina svetlosti } (c) * \text{Vreme } (t)$$

Ukoliko znamo rastojanje od samo jednog satelita, a zatim sa njega opišemo sferu čiji je poluprečnik rastojanje do satelita, tražena tačka će se nalaziti negde na površini sfere. To je prikazano na slici 17.



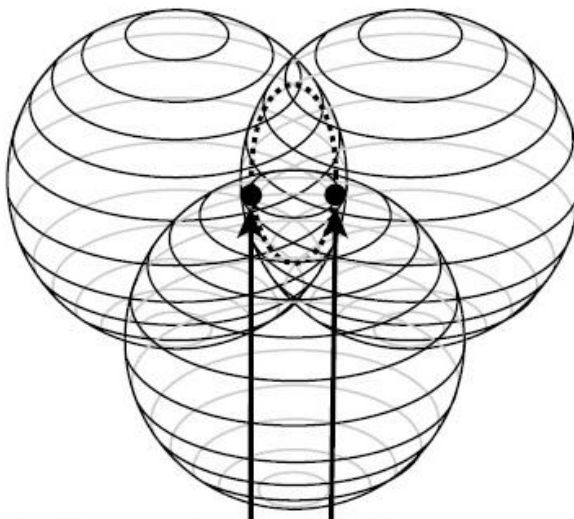
Slika 17 - Prikaz mogućeg mesta prijemnika na osnovu merenja sa jednog satelita

Ako se zatim opiše sfera oko drugog satelita, položaj GPS prijemnika biće sužen na kružnicu koja je nastala kao presek dve sfere. Prikaz mogućeg mesta prijemnika na osnovu merenja sa dva satelita dat je na slici 18.



Slika 18 - Prikaz mogućeg mesta prijemnika na osnovu merenja sa dva satelita

Presekom i sfere opisane oko trećeg satelita, moguć položaj svodi se na samo dve tačke. Jedna od njih je obično negde u svemiru, čime je isključena kao tačan položaj. Ovim je traženi položaj precizno određen na osnovu preseka sfera opisanih oko tri satelita, što je prikazano na slici 19.



**Presekom tri sfere traženi položaj se
svodi na mesto dve tačke**

Slika 19 - Prikaz mogućeg mesta prijemnika na osnovu merenja sa tri satelita

Savremeni GPS prijemnici pored precizno pozicioniranog položaja na zemlji imaju mogućnost preciznog merenja nadmorske visine, a za ostvarivanje te mogućnosti potreban je signal sa četvrtog signala.

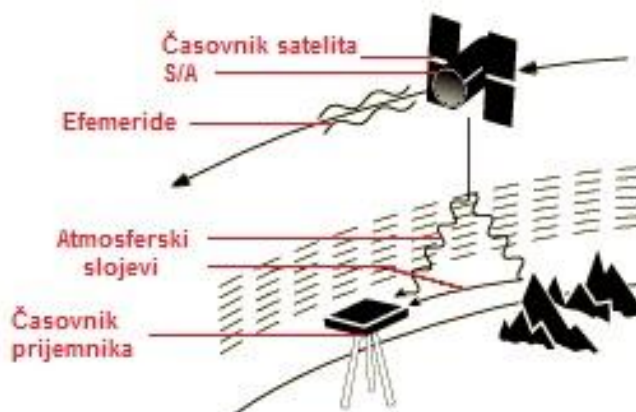
Izvori grešaka u GPS merenjima

Postoji nekoliko tipičnih izvora grešaka u GPS pozicioniranju:

- SA (*Selective Availability*) - selektivna dostupnost(*ukinuto 01.05.2000. god.*)
- greške efemerida (orbite)
- greške časovnika
- uticaj jonosfere i troposfere
- višestruka refleksija signala
- uticaj geometrije satelita
- uticaj broja vidljivih satelita

Selective Availability - SA (slika 20) je namerno kvarenje GPS signala. Kao rezultat uticaja SA, sa jednim autonomnim prijemnikom ne može se postići veća tačnost pozicioniranja od 100 metara. SA je program američkog ministarstva odbrane (DoD) koji je uveden kako bi se otežalo korišćenje ove tehnologije u armijama potencijalnih protivnika SAD. Uticaj SA se uspešno može otkloniti tehnikom diferenciranja, odnosno istovremenim korišćenjem dva GPS prijemnika (diferencijalni GPS). Vojni prijemnici imaju mogućnost dekodiranja signala i automatskog uklanjanja uticaja ove greške. Ta vrsta prijemnika u upotrebi je u NATO snagama.

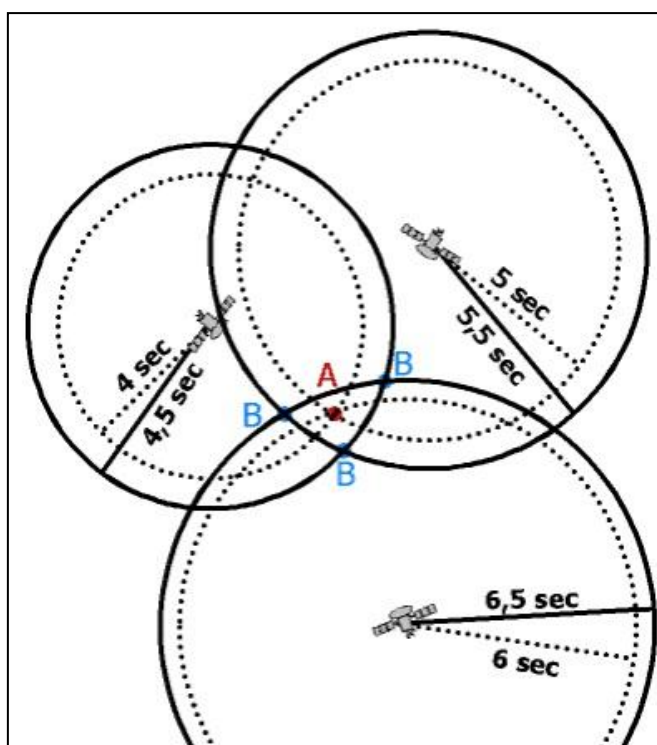
Ovaj tip greške više nije prisutan, jer je američka vlada dekretom ukinula SA degradaciju 01.05.2000. godine. Greška pozicije bez uticaja SA nije veća od 20m, a u većini slučajeva iznosi oko 10m.



Slika 20 - Izvor simuliranih grešaka

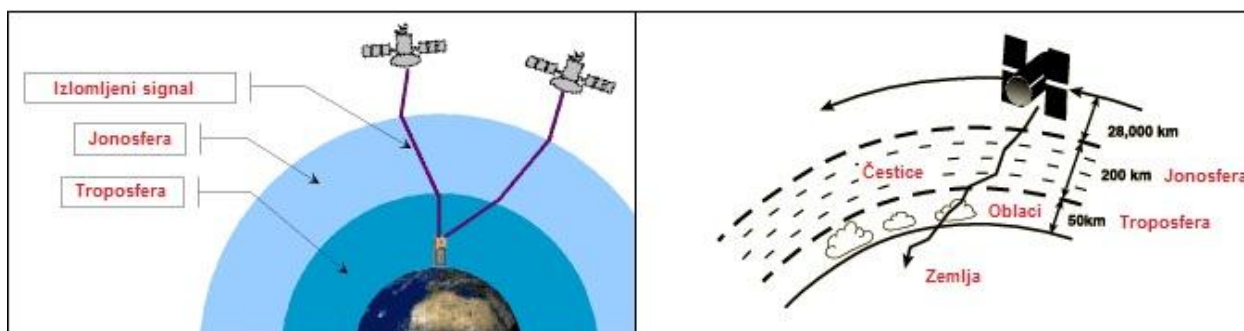
Greške orbite predstavljaju odstupanje između stalne i signalizirane lokacije satelita u svemiru. Ova greška se redukuje korekcijama orbite iz kontrolnih stanica, što dovodi do zaključka da se ova greška može namerno izazvati.

Greška časovnika (slika 21) utiče na tačnost merenja rastojanja do satelita. Pošto se rastojanje meri na osnovu brzine kretanja svetlosti i vremena potrebnog da stigne do prijemnika, svaka greška u merenju vremena utiče i na tačnost konačne pozicije. Nastaju usled stalnih pomeraja vremena atomskih satova satelita u odnosu na sistemsko vreme u zemaljskim stanicama. Ova odstupanja, iako veoma stabilnih atomskih satova satelita, mogu dostići i 976 ms u toku od 24 h. Zato se jednom dnevno sa Zemlje šalje signal korekcije sata satelita, na osnovu kojeg se formira model sa koeficijentima korekcije sata. Ovi koeficijenti se emituju u navigacijskoj poruci i koriste u prijemniku korisnika. Nekorigovane greške, koje se odnose samo na devijaciju sata, veoma su male i dovode do greške u merenju rastojanja do satelita reda 30 cm. Pored ovih sporopromenljivih grešaka osnovnog oscilatora, postoje i relativni pomeraji sata [6].



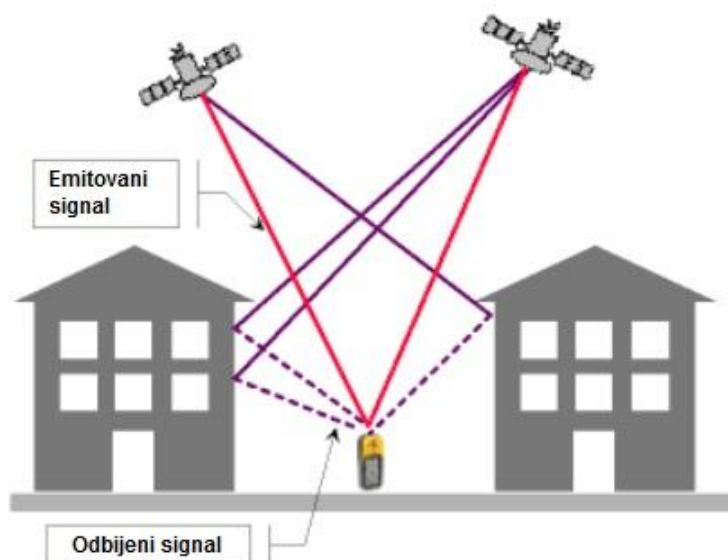
Slika 21 - Greška u određivanju preseka zbog kašnjenja časovnika

Kašnjenje signala zbog **uticaja jonosfere i troposfere** (slika 22). Satelitski signali se usporavaju tokom prolaska kroz atmosferu, tako da bi bez uzimanja u obzir ove pojave za prijemnik izgledalo da su sateliti dalje nego što stvarno jesu. U GPS sistem su ugrađeni algoritmi koji proračunavaju prosečno kašnjenje signala i koriguju (koliko je moguće) grešku nastalu iz ovog razloga.



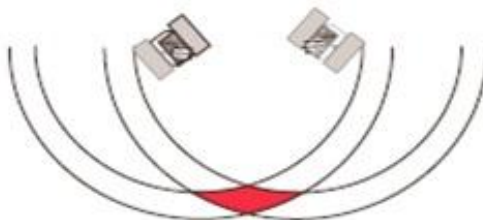
Slika 22 - Put GPS signala kroz jonosferu i troposferu [5]

Višestruka refleksija signala (slika 23) je greška koja je određena uslovima rada na terenu. Osim signala sa satelita, do GPS prijemnika dolaze i signali koji se reflektuju od obližnjih objekata. Napredni dvofrekventni prijemnici mogu uspešno da umanje uticaje refleksije. Greške su relativno male i reda su od 0,1 do 2,7 m. Treba napomenuti da GPS signal ne može prolaziti kroz planine i druge prirodne prepreke, kroz veštačke građevine (zgrade, kuće...), kroz vodu, gusto drveće... Problem refleksije signala se rešava primenom specijalnih antena prečnika 0,5 m ili za najveću preciznost takozvane "choke ring" antenama koje se sastoje od niza koncentričnih prstenova koji služe kao zamka za signale koji su posledica refleksije [5].



Slika 23 - Refleksija signala od raznih objekata

Uticaj geometrije satelita (slika 24) ogleda se u loše određenoj presečnoj tački. Korišćenje suviše bliskih satelita rezultira sa lošijim rezultatima merenja. Ovaj uticaj se naziva geometrijsko rasipanje preciznosti ili skraćeno GDOP (*Geometric Dilution of Precision*).



**Malu ugao između satelita
rezultuje povećanje greške**

Slika 24 - Uticaj loše geometrije na tačnost presečne tačke

Uticaj broja vidljivih satelita - što više satelita GPS prijemnik može da "vidi", tačnost je veća. Zgrade, elektroenergetski objekti, ili nešto drugo može blokirati prijem signala, dovodeći do greške u pozicioniranju ili nemogućnosti da se očitata trenutna pozicija. GPS uređaji najčešće neće raditi u objektima, pod vodom i ispod zemlje.

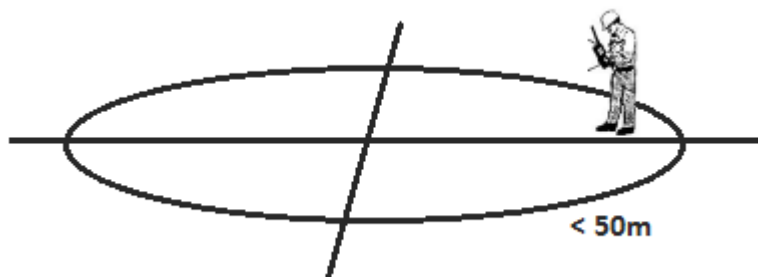
Tačnost GPS pozicioniranja

Tačnost GPS prijemnika određena je kvalitetom uređaja, kao i primenjenim tehnikama merenja.

Pozicioniranje samostalnim prijemnikom

Koristeći samo jedan prijemnik, bez obzira na njegov kvalitet i deklarisanu tehničku karakteristiku, nije moguće postići bolje položajnu tačnost od 50 metara u 66 % slučajeva ili 100 metara u 99 % slučajeva (slika 25).

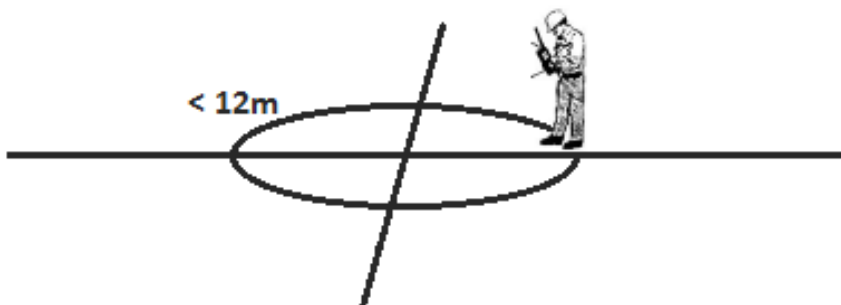
Tipičan primer prijemnika koji se koristi samostalno je **ScoutMaster**. Ova klasa je namenjena orijentaciji u prostoru, navigaciji po nepoznatom terenu i registraciji položaja sa malom tačnošću.



Slika 25 - Pozicioniranje samostalnim prijemnikom

Prijemnici sa P(Y) kodom

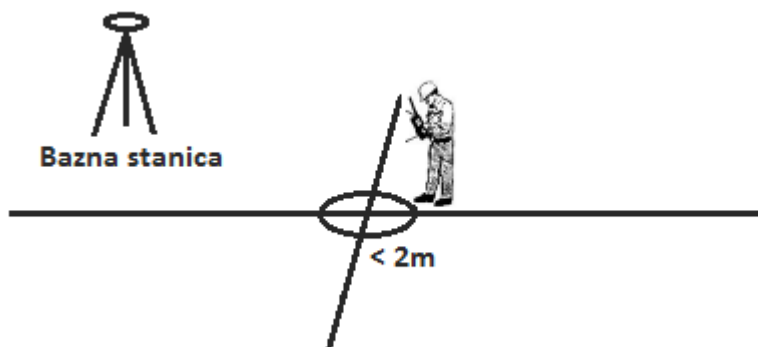
Prijemnici koji se koriste u armijama SAD i NATO u autonomnom radu postužu položajnu tačnost i do 10 metara. Ovi prijemnici se ne mogu kupiti bez odobrenja američkog ministarstva odbrane. (slika 26)



Slika 26 - Tačnost pozicioniranja sa P(Y) kodom

Prijemnici niže tačnosti (5m - 1m)

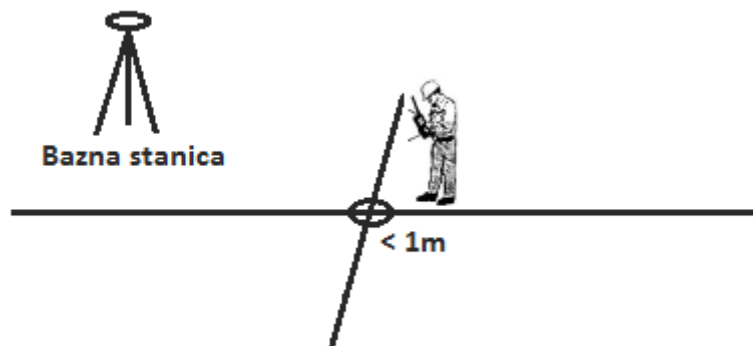
Oni se koriste u strukama koje može da zadovolji tačnost od nekoliko metara, kao što su šumarstvo, geologija, biologija, itd. Tipičan primer ove klase prijemnika je GeoExplorer III. (slika 27)



Slika 27 - GIS prijemnici niže tačnosti

GIS prijemnici više tačnosti

Oni određuju položaj sa tačnošću od 75 cm do 1 dm. Koriste se za registraciju podataka koji zahtevaju višu položajnu tačnost. Primer primene su registracije pratećih objekata i atributa kod raznih instalacija (elektro/vodovod/gasovod). Tipičan primer ove klase je Pathfinder ProXR sa ASPEN ili Asset Surveyor softverom. (slika 28)

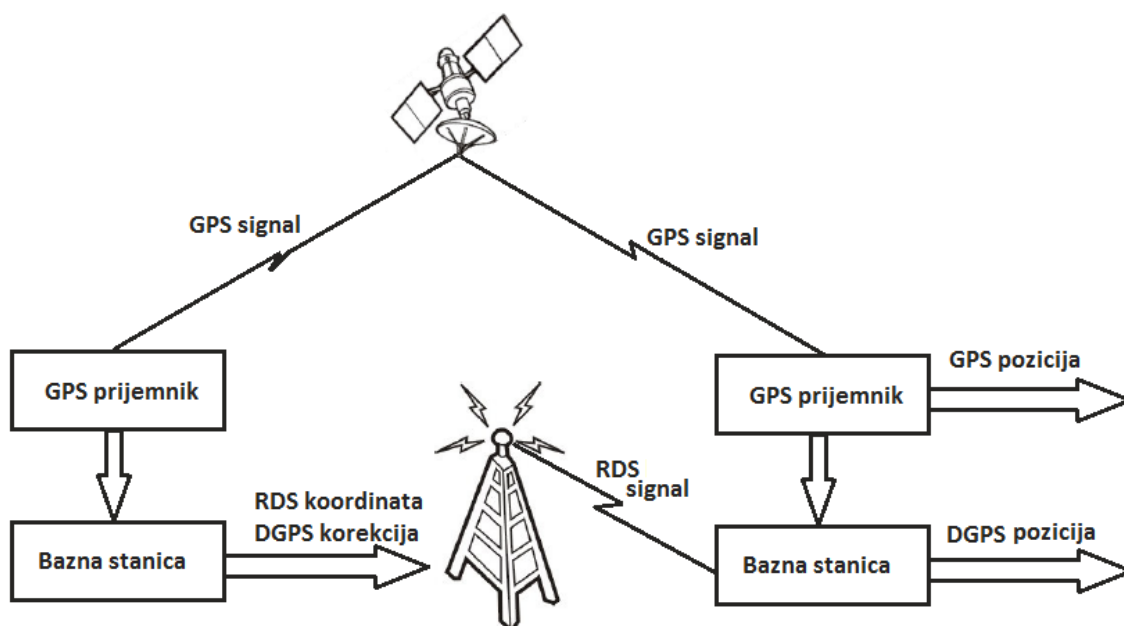


Slika 28 - GIS prijemnici više tačnosti - DGPS

Diferencijalni GPS (DGPS)

Primena tehnike diferencijalnog GPS-a eliminiše gotove sve prethodno navedene izvore grešaka (čak i one koje su namerno izazvane), osim grešaka usled refleksije signala. Samim tim povećava se tačnost pozicioniranja željenog položaja, a greške se svode na sasvim prihvatljivih 3 do 5 metara, pa čak i manje kod nekih posebnih aplikacija.

Na slici 29 prikazana je šema DGPS pozicioniranja.

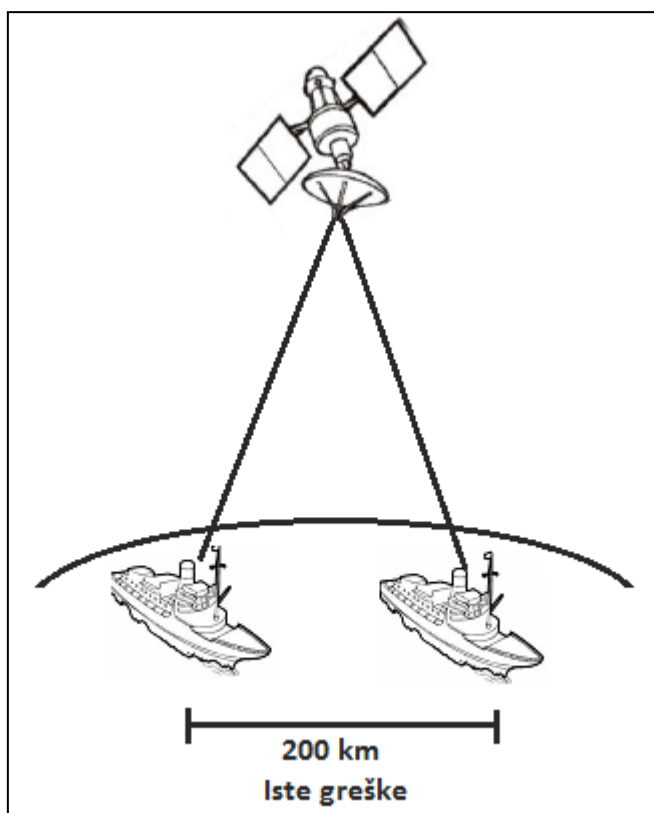


Slika 29 - Šema DGPS pozicioniranja

Princip funkcionisanja ovog sistema je sledeći. Jedan prijemnik se nalazi na tački čije su koordinate poznate (baza ili referentna stanica) i poseduje GPS prijemnik i toranj sa antenom za RDS (*RF- radio frekvency*) transmisije. Drugi GPS, u koji je implementiran RDS prijemnik sa antenom, nalazi se na položaju čije koordinate želimo da izmerimo.

Veličina greške se zatim, sistemom radio prenosnika (RDS), šalje do tačke na kojoj se nalazi drugi prijemnik i on nakon prijema tog signala usvaja veličinu greške sa bazne stanice kao referentnu i na osnovu nje vrši korekciju izmerenih vrednosti položaja čije smo koordinate želeli da znamo. Ovako izračunata pozicija u oko 95% ima tačnost 3 do 5 metara, a ovakvo merenje se najčešće naziva diferencijalnim merenjem u realnom vremenu.

Pošto su sateliti veoma udaljeni od zemlje, može se pretpostaviti da oba prijemika, čije je međusobna udaljenost zanemarljiva u odnosu na udaljenost od satelita, trpe isti uticaj greške (slika 30).



Slika 30 - Iste greške na velikom rastojanju

U velikom broju slučajeva nisu nam potrebna popravljena merenja na terenu (u realnom vremenu). U tom slučaju nije nam potreban radio prenos već oba prijenika rade autonomno. Bazni prijemnik je stacioniran i kontinualno registruje podatke, dok se pokretni prijemnik kreće od tačke do tačke i vrši merenja. Kasnije se podaci iz oba prijenika kombinuju i naknadno se određuje popravka izmerenih vrednosti.

Primena GPS-a u praćenju vozila

Kada se govori o GPS prijemnicima (slika 31) za navigaciju automobila pre svega se misli na autonomne prijemnike sa velikom LCD displejima koji imaju izrazitu podršku kartografiji. Svi uređaji ovog tipa pri kupovini sadrže osnovnu mapu sveta (Base map) i najčešće detaljnu mapu zemlje u kojoj se prodaje. Pored toga dobija se određeni softverski paket koji služi za povezivanje sa računarom i omogućava dobar pregled i obradu podataka snimljenih na terenu, prikaz pređenih putanja.



Slika 31 - NAVMAN GPS prijemnik

Prednosti ovih uređaja su veoma velike i pored mogućnosti primene kod uređaja za rekreaciju, osnovna uloga ovih uređaja je da vozačima obezbedi maksimalan komfor pri vožnji nepoznatim putevima ili gradovima, a sastoji se u tome da vozač samo izabere lokaciju do koje treba da stigne i uređaj će sam odrediti optimalan put do tražene lokacije i na vreme obavestavati vozača o manevrima koje usput treba da obavi. Kod savremenih uređaja kao što je npr. Navman MY60T uputstva vozaču su glasovna, kao npr: "Na sledećoj raskrsnici skrenuti levo" kako vozač koji se već nalazi u nepoznatoj sredini ne bi morao da skreće pogled na displej uređaja, dok se u isto vreme na samom displeju uređaja prikazuje raskrsnica i manevr koji je na njoj potrebno izvršiti.

Osim navigacije, može se odrediti optimalni put između bilo koje dve tačke na karti, izračunati njihova udaljenost, prikazati na karti optimalni put itd. Čak i ako navigacija nije potrebna, ovo je najbrži način da u nepoznatom gradu dođemo do ulice koja nam je potrebna.

Kada se govori o rešenjima za praćenje vozila zasnovanih na GPS tehnologiji na tržištu je moguće naći veliki broj rešenja. Osnovna podela ovih sistema moguća je na osnovu toga da li se podaci o poziciji vozila dobijeni od

strane GPS uređaja čuvaju u memoriji samog uređaja za praćenje (*Off-line*), a zatim naknadno u kontrolnom centru očitavaju i obrađuju, ili se veza kontrolnog centra i uređaja u vozilu održava stalno (*On-line*).

Off-line sistemi

Off-line sistemi su vrlo dobri sistemi za primenu u preduzećima koja se bave transportom, s obzirom da ne iziskuju velike troškove korišćenja i vrlo su jednostavni za ugradnju i dalju eksploataciju.

Protrak scout [9]

Protrak scout je jedan od najtraženijih off- line sistema praćenja i analize kretanja vozila na celom tržištu SAD- a. Sam uređaj je vrlo jednostavan, a njegovi elementi su jedinica sa GPS prijemnikom, internom memorijom i GPS antena (slika 32).



Slika 32 - Protrak scout jedinica sa GPS antenom

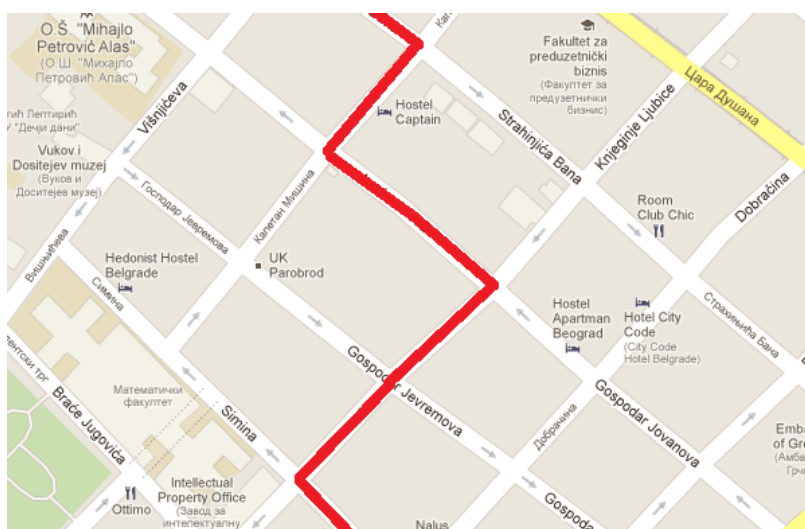
Za aktiviranje uređaja potrebno je skinuti plastični poklopac i pažljivo postaviti 4 AA baterije u svoja ležišta (slika 33).



Slika 33 - Prikaz glavnog prekidača i postavljanja baterija

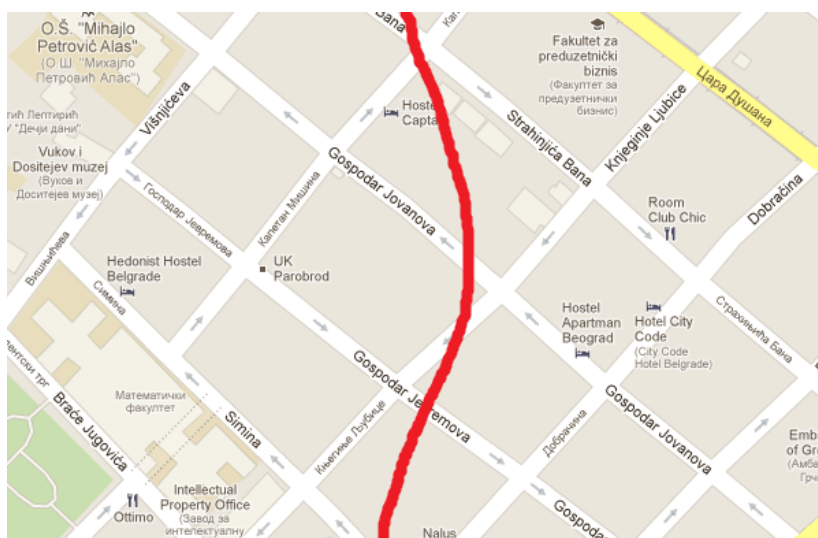
U koliko su baterije pravilno instalirane LED dioda će se naizmenično upaliti i ugasi pet puta. Pre aktivacije samog uređaja potrebno je uključiti GPS antenu. Takođe nakon svakog prebacivanja podataka iz samog uređaja u računar potrebno je izbrisati sve podatke iz memorije. Postupak brisanja memorije je sledeći: prekidače za premotavanje unazad i napred potrebni je pritisnuti u donji položaj i nakon toga će LED dioda emitovati neprekidnu crvenu svetlost. Trenutak gašenja LED diode će nam označiti da smopostupak brisanja uspešno izvršili.

Sam uređaj ima mogućnost snimanja lokacije svakih 10, 20, 30 ili 60 sekundi kada je vozilo u pokretu. U koliko izaberemo snimanje lokacije na svakih 10 ili 20 sekundi testiranje rute kojim se vozilo kretalo biće veoma dobro (slika 34).



Slika 34 - Trasiranje lokacije sa intervalom pozicioniranja od 10 sekundi

Međutim ako izaberemo interval snimanja od 60 sekundi značajno ćemo produžiti vek baterije, ali će samo testiranje, ako se radi o gradskoj vožnji, biti vrlo neprecizno, tj. linija koja na karti označava kretanje vozila često će se nalaziti van samih ulica ili će ih preseći (slika 35).



Slika 35 - Trasiranje lokacije sa intervalom pozicioniranja od 60 sekundi

Da bi se postigli što optimniji rezultati praćenja vozila u saobraćaju proizvođač uređaja je dao preporuke podešavanja u zavisnosti od namene vozila u koje je uređaj ugrađen:

- isporuka robe u urbanoj sredini sa kratkim zaustavljanjima: interval snimanja pozicija podesiti na 10 ili 20 sekundi,
- razni servisi koji uključuju duža zaustavljanja: interval snimanja pozicije podesiti na 30 sekundi,
- vožnja na otvorenim putevima van gradskih sredina: interval snimanja pozicija podesiti na 60 sekundi.

Samo podešavanje intervala snimanja pozicije vozila je vrlo jednostavno i izvodi se pomoću prekidača za podešavanje, označenih brojevima 1 i 2 na sledeći način:

<u>Pozicija prekidača:</u>	<u>Interval pozicioniranja:</u>
1- off, 2- off	10 sekundi
1- on, 2- off	20 sekundi
1- off, 2- on	30 sekundi
1- on, 2- on	60 sekundi

Samo trajanje baterije je takođe ograničeno intervalom snimanja pozicije, ali je i u direktnoj zavisnosti od dnevne upotrebe vozila:

<u>Interval pozicioniranja:</u>	<u>Trajanje baterije ako je vozilo 3 sata u radu:</u>	<u>Trajanje baterije ako je vozilo 24 sata u radu:</u>
10 sekundi	3 dana	9,5 sati
20 sekundi	5,5 dana	19 sati
30 sekundi	10 dana	3 dana
60 sekundi	18 dana	6 dana

Nakon podešavanja intervala pozicioniranja potrebno je aktivirati opciju praćenja vozila stavljanjem prekidača sa znakom 4 u položaj uključeno (on). Protrak scout će nakon izvesnog vremena snimiti koordinate prve (početne) pozicije i obavestiti vozača o tome tako što će se LED dioda tri puta naizmenično upaliti i ugasi. Tada treba postaviti plastični poklopac i uređaj je spreman za postavljanje u vozilo. Ne treba zaboraviti da će se LED dioda naizmenično paliti i gasiti prema izabranom intervalu pozicioniranja i snimanja.

Postavljanje prijemnika u vozilo se izvodi tako da se sama jedinica pričvrsti za metalni deo karoserije u kabini, jer je dobra veza sa karoserijom osnovni uslov za ispravan rad kompletnog prijemnika, jer on u sebi pored GPS prijemnika i memorijskog modula ima ugrađene davače vibracija koji aktiviraju uređaj kako bi on započeo primanje GPS signala i snimanje pozicija u svojoj memoriji. Sami davači se aktiviraju otvaranjem vrata vozila, a kasnije ih vibracije motora i kretanje vozila pobuđuju kako bi aktivnost uređaja bila neprekidna. Međutim, nakon svakih 5 minuta u kojima nije bilo vibracija i pokreta, uređaj prelazi i tzv. stand by, tj. aktivnost mu se smanjuje na minimum jer tada vozilo sigurno stoji u mestu pa nema potrebe za ponovnim uzastopnim snimanjem jedne te iste lokacije. Nakon ponovnog pokretanja vozila uređaj će se sam aktivirati i nastaviti memorisanje novo pozicioniranih lokacija, po već utvrđenom intervalu pozicioniranja.

Međutim, ako postoji potreba da se Protrak Scout postavi u kabinu vozila tako da vozač ne bude svestan prisutnosti samog uređaja, što je i najčešće slučaj kada se primenjuju ovakvi off- line uređaji, uređaj treba postaviti na nosač ispod sedišta, u okviru same strukture vozila ili iza metalnih ploča i pregrada u kabini. U slučaju postavljanje izvan kabine treba se odlučiti za postavljanje unutar branika, iza rezervoara, ispod rezervnog točka ili na drugim prikladnim mestima koja obezbeđuju prenošenje vibracija do samog uređaja. Prilikom postavljanja prijemnika van vozila naročito treba obratiti pažnju da pokretni mehanički delovi vozila ne dolaze u dodir sa kablom antene. Takođe treba izbegavati mesta u blizini motora, hladnjaka motora ili odvoda izduvnih gasova, jer uređaj ispravno funkcioniše samo na temperaturama od -20°C do $+50^{\circ}\text{C}$.

Posebnu pažnju treba posvetiti postavljanju GPS antene (slika 36), jer samo dobro postavljena antena prima GPS signale sa satelita na osnovu kojih prijemnik precizno pozicira vozilo. U koliko nije potrebno da antena bude skrivena, najbolje ju je postaviti na zadnje vetrobransko staklo. Ako se radi o skrivenoj aplikaciji treba je postaviti ispod zadnje police, ali dalje od zvučnika ili metalnih površina. GPS antenu ne treba postavljati ispod metalnih površina, jer kao što nam je poznato, GPS signali veoma teško prolaze kroz metalne objekte.

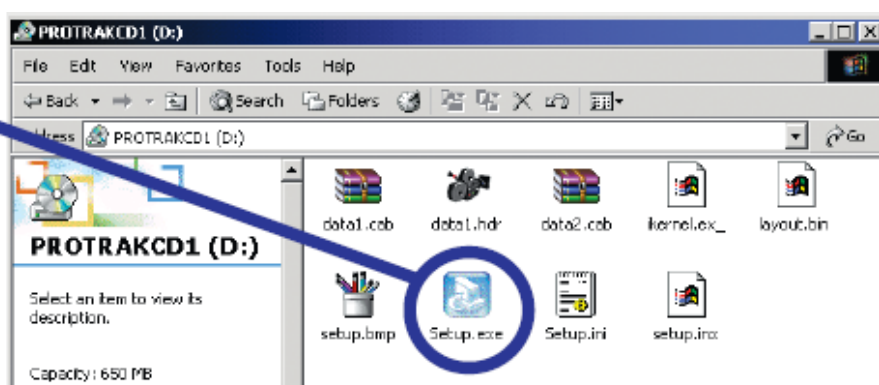


Slika 36 - GPS antena

Posle uspešnog postavljanja samog prijemnika u vozilo i postavljanja antene, potrebno je u računar, koji se nalazi u kontrolnom centru, instalirati pripadajući softver, koji se koristi za obradu podataka snimljenih na terenu u toku eksploatacije vozila.

Samo instaliranje (slika 37) je veoma jednostavno (ubacivanjem diska u optičku jedinicu računara i pokretanjem opcije Setup) i zahteva 600 Mb slobodnog prostora na hard disku, dok se konfigurisanje programa (slika 38) ogleda u sledećem: definisanje željene vremenske zone kako bi GPS podaci odgovarali lokalnoj vremenskoj zoni, učitavanje mape željenih lokacija i definisanje njihovih adresa na hard- disku kako bi ih program sam mogao povlačiti u slučaju potrebe. Takođe, moguće je definisati brzinu ispod čije vrednosti se može smatrati da se vozilo zaustavilo, kao i vreme provedenu u takvom stanju da bi se zaustavljanje registrovalo.

**Instalacija
programa**

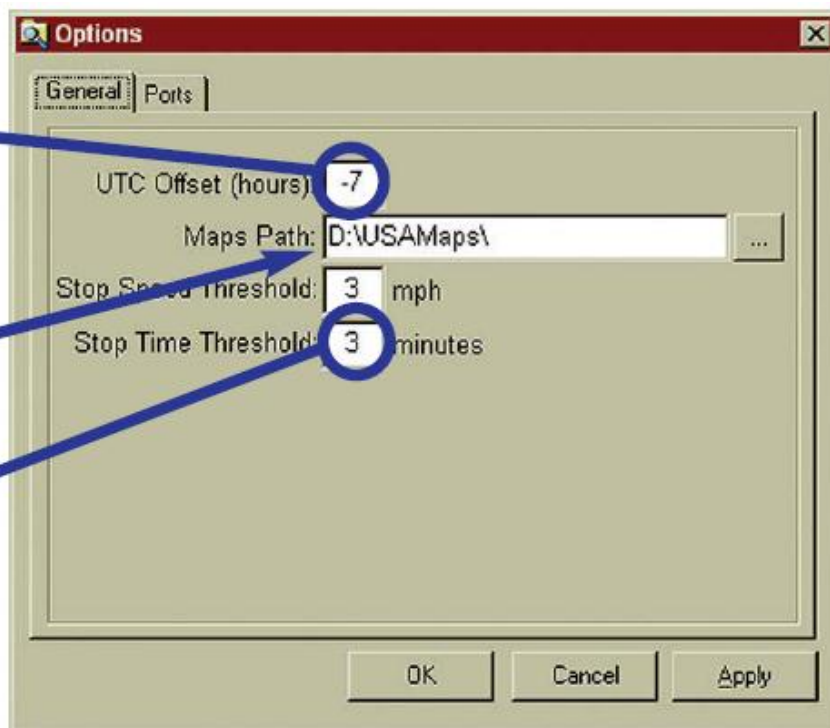


Slika 37 - Pokretanje instalacije programa

**Podešavanje
vremenske zone**

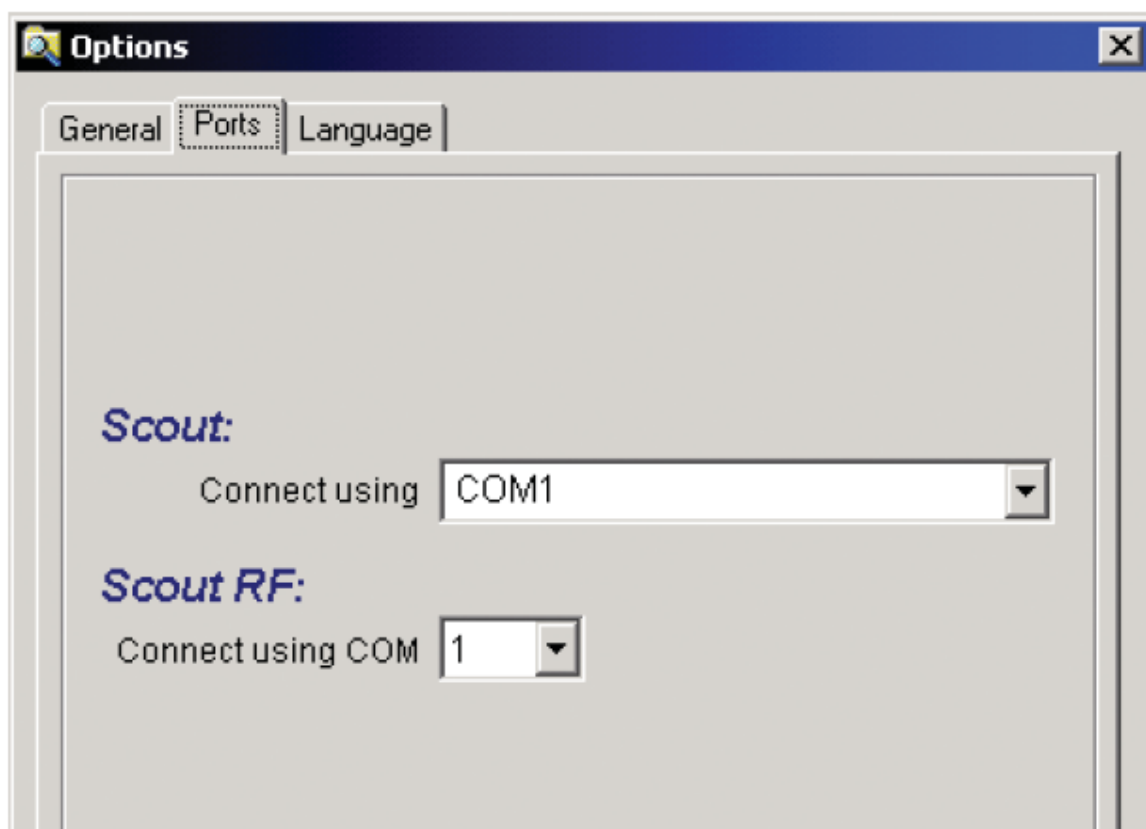
**Lokacija za
upisivanje mapa**

**Granica vremena
zaustavljanja**

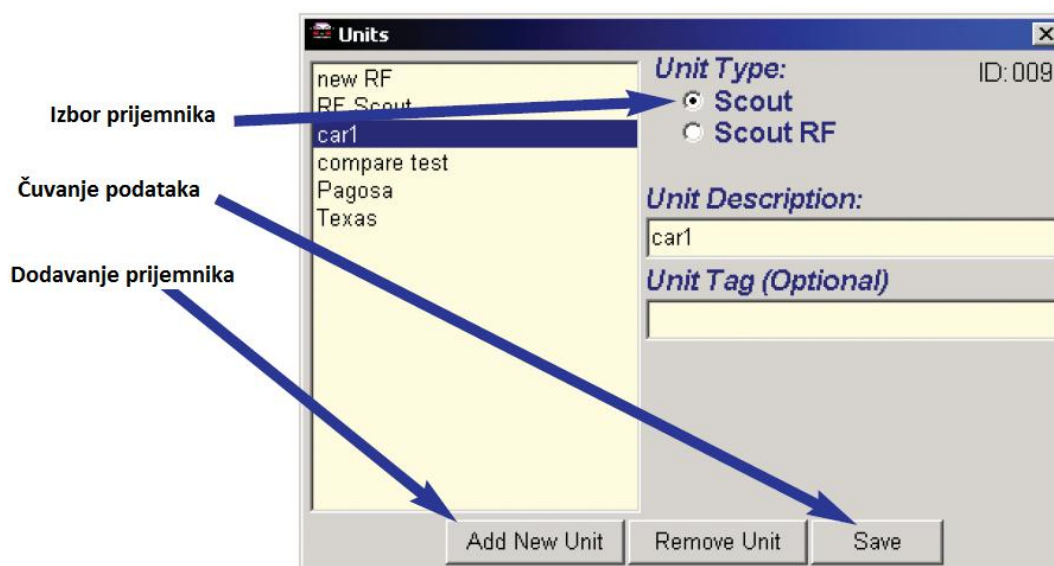


Slika 38 - Konfigurisanje programa

Moguće je podesiti i osnovnu mapu koja će nam se uvek samim pokretanjem programa otvoriti na ekranu. Takođe je moguće podesiti željenu vrednost uveličanja na samoj mapi (slika 39), kao i definisanje portova (slika 40) za komunikaciju sa uređajem iz vozila prilikom preuzimanja podataka.

**Slika 39 - Definisanje mape****Slika 40 - Definisanje portova za komunikaciju**

Nakon uspešnog snimanja pozicija u vremenu koje je vozilo provelo u eksploataciji potrebno je snimljene pozicije prebaciti u računar radi dalje obrade podataka. Ovaj postupak je jednostavan i podrazumeva da se uređaj prvo izvadi iz vozila i donese u kontrolni centar. Nakon toga se na računaru pokreće program Protrak GPS (pripadajući softver koji je prethodno instaliran) i u padajućem meniju VIEW potrebno je selektovati UNITS, nakon čega će se otvoriti prozor prikazan na slici 41.



Slika 41 - Otvoren prozor UNITS

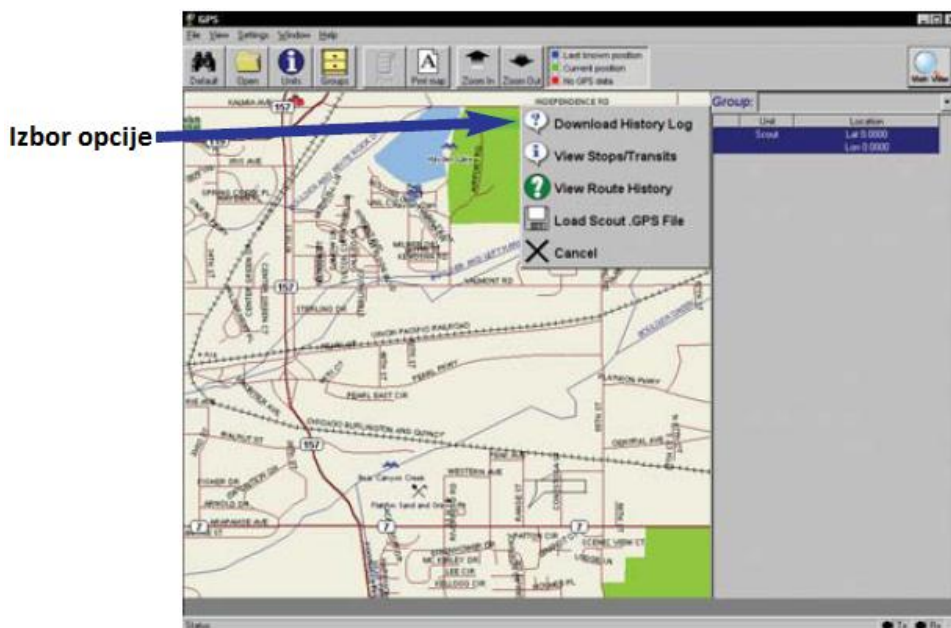
Nakon što se otvori prozor UNITS potrebno je izabrati opciju dodavanja novog uređaja, a nakon toga, ispod mesta sa natpisom koje označava tip uređaja, potrebno je označiti opciju "Scout". U rubriku za opis prijemnika potrebno je uneti ime vozača ili oznake vozila u kom se uređaj nalazio i nakon toga izabrati opciju "Save" za čuvanje podataka.

Nakon izvršetka ovog dela potredno je sa samog prijemnika skinuti zaštitni poklopac i prijemnik spremi za povezivanje sa računarom preko serijskog (com 1) porta na samom prijemniku primenom pripadajućeg serijskog kabla sa 9 pinova. Zatim je potrebno prekidač 4 na prijemniku staviti u položaj off kako bi uređaj prestao sa snimanjem i memorisanjem, a prekidač 3 u položaj on, čime je sam prijemnik spreman za prebacivanje podataka u računar (slika 42).



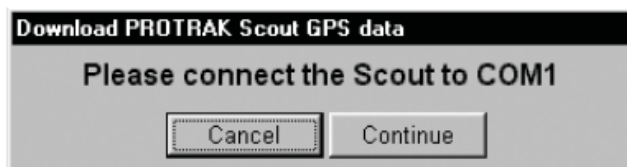
Slika 42 - Podešavanje prijemnika

Kada se uređaj na prethodno opisan način spremi za prebacivanje podataka u računar, na samom računaru, u pokrenutom programu Protrak GPS, biramo opciju „Download History Log” kako je prikazano na slici 43.



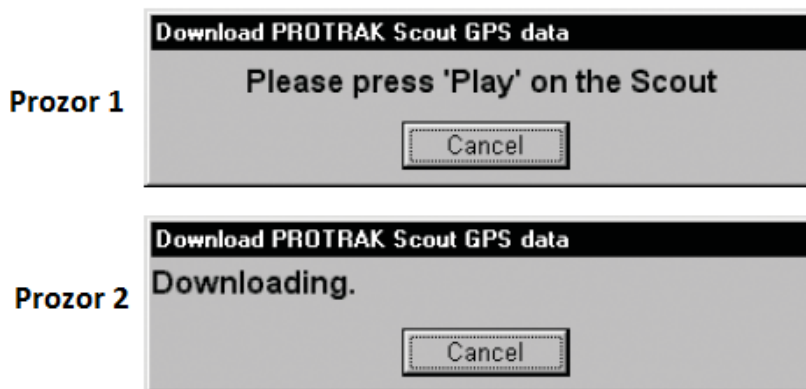
Slika 43 - Izbor opcije Download History Log

Kada se priključi drugi kraj serijskog kabla u serijski (com 1) port računara treba izabrati opciju „Continue” kao što je prikazano na slici 44.



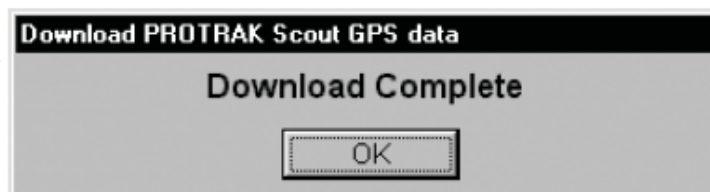
Slika 44 - Izbor opcije Continue

Nakon toga potrebno je na samom uređaju uključiti prekidač za reprodukciju („Play”) preko prozora 1 i prebacivanje podataka iz memorije uređaja u računar će teći sve dok nam program prikazuje prozor 2 (slika 45).



Slika 45 - Prekidač za reprodukciju i obaveštenje da je prenos podataka u toku

Po završetku prenosa podataka u računar dobija se informacija da je prenos završen (slika 46).

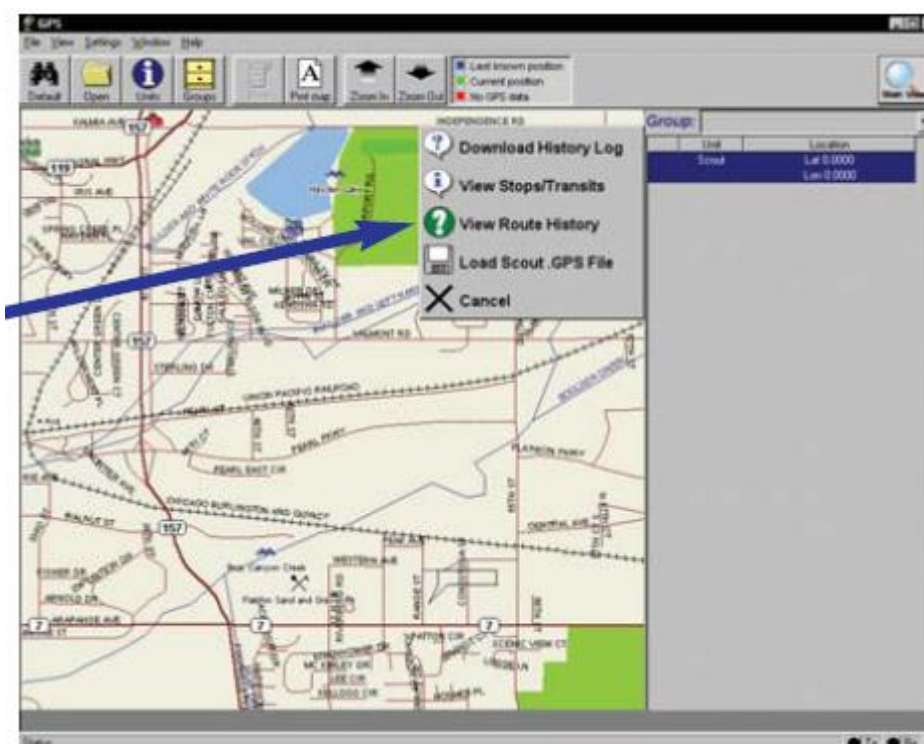


Slika 46 - Prenos podataka je završen

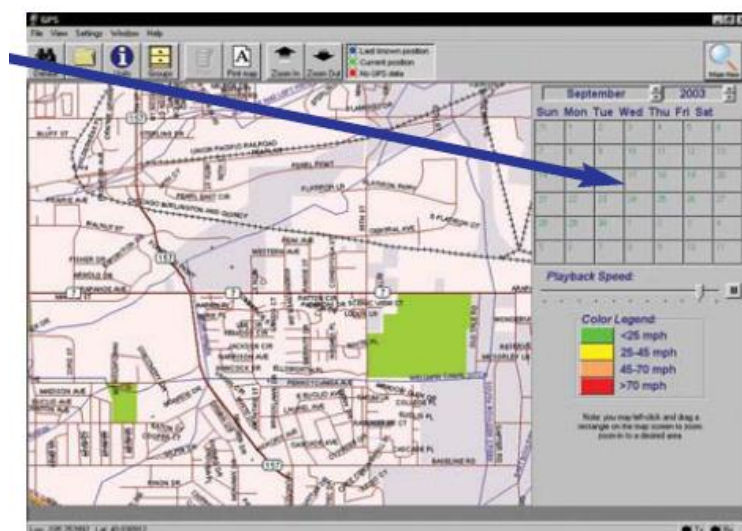
Konačno, kada je prenos podataka završen, imamo mogućnost da u samom programskom paketu Protrak GPS pregledamo putanju kretanja vozila i tako dobijemo kompletno trasiranu rutu kojom se vozilo kretalo sa svim zaustavljanjima i prikazom brzine kretanja na svakom delu puta.

Sam prikaz brzine kretanja je izuzetno zanimljivo rešen tako da su različite brzine kretanja vozila predstavljene različitom bojom prilikom trasiranja rute na samoj karti.

Da bi se ova opcija pokrenula, potrebno je da se u meniju „Download history log” izabere opcija „View route history” (slika 47) i datum za koji se želi posmatrati aktivnost vozila (slika 48).



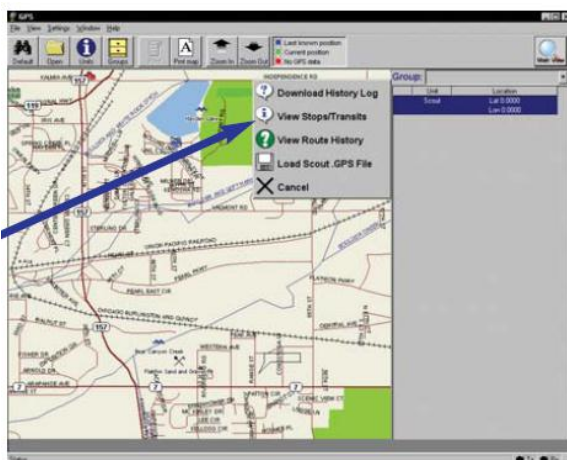
Slika 47 - Izbor opcije View route history



Slika 48 - Izbor željenog datuma

Nakon ovoga, program će sam početi na karti da iscrtava trasu kojom se vozilo kretalo, pri čemu crtanje zelenom linijom označava brzine kretanja do 60 km/h, žutom linijom brzine od 60 km/h do 80 km/h, narandžastom linijom brzine od 80 km/h do 100 km/h i crvenom linijom brzine preko 100 km/h, uključujući i prikaz tačnog vremena kretanja vozila. Prekid iscrtavanja trase može se aktivirati biranjem opcije za pauzu, a može se i menjati brzina samog toka iscrtavanja opcijom „playback speed”. U koliko nema potrebe za prikazom brzine kretanja vozila, potrebno je deaktivirati opciju „Show Speed” i tada će linija trasiranja biti prikazana samo crvenom bojom.

Program ima mogućnost pregleda svih zaustavljanja vozila uz prikaz mesta zaustavljanja na karti i prikaz vremena trajanja svakog zaustavljanja pojedinačno. Za korišćenje ove mogućnosti potrebno je u meniju „Download history log” izabrati opcije „View stops/transits” (slika 49) i otvoriće se lista svih zaustavljanja vozila (slika 50). Selektovanjem nekog od njih na karti će se pojaviti lokacija zaustavljanja, vreme zaustavljanja vozila i vremenski period proveden u stanju mirovanja.

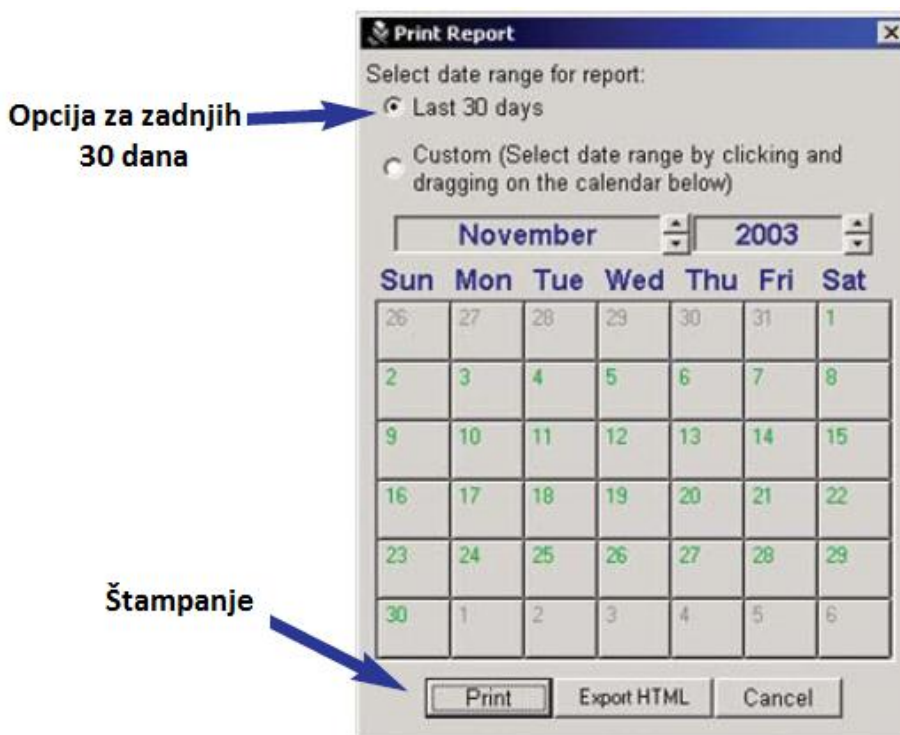


Slika 49 - Izbor opcije ViewStops/Transits



Slika 50 - Lista zaustavljanja

Svi relevantni podaci vezani za status vozila se mogu odštampati i to za trideset dana unazad ili samo za izabrane dane (slika 51), a postoji i mogućnost eksportovanja u HTML dokument, kako bi se mogao prikazati u vidu internet stranice.



Slika 51 - Opcija za štampanje podataka

Na kraju predstavljanja ovog sistema za praćenje vozila, proizvođač je ukazao na neke probleme koji se mogu javiti i načine za njihovo otklanjanje:

Problem:

1. Prilikom prebacivanja podataka u računar LED dioda ne svetli i nema prenosa podataka.
2. Prilikom prebacivanja podataka u računar LED dioda svetli, međutim program ponavlja da je spreman za prenos .
3. Prilikom pregleda zaustavljanja vozila vremena su netačna.
4. Prilikom pregleda zaustavljanja vozila pojavljuje se oblik „Stopped (L/S)”.

Rešenja:

1. Baterija je prazna ili nema podataka u memoriji. Zameniti baterije, a ko nema podataka uključiti uređaj u mod za praćenje i proveriti GPS antenu.
2. U meniju programa „Settings” izabrati port COM1.
3. U meniju „Configuring the program” podesiti vremensku zonu.
4. Ovakva ondikacija ukazuje na to da nema prijema GPS signala u nekom vremenu iako je uređaj aktiviran, što znači da je vozilo u pokretu, ali je najverovatnije u tunelu, na zatvorenom parkingu ili slično.

Rad voznog parka

Transportni proces predstavlja proces premeštanja – prevoženja putnika i robe i uključuje sve pripremne i završne operacije: pripremu robe, prijem, utovar, prevoz, istovar i predaju robe, odnosno ukrcavanje, prevoz i iskrcavanje putnika. Transportni proces obuhvata i upućivanje vozila na mesto utovara robe – ukrcavanje putnika.

Prosta vožnja

Prosta vožnja obuhvata potpun ciklus transportnog procesa i sastoji se iz utovara robe (ukrcavanja putnika), prevoza robe (putnika), istovara robe (iskrcavanja putnika) i dolaska vozila na sledeće mesto utovara robe (ukrcavanja putnika).

Složena vožnja

Složena vožnja je transportni proces sastavljen od potpunih i nepotpunih ciklusa transportnog procesa pri čemu se transportno sredstvo – vozilo u toku izvršenja transporta kreće od početne tačke vožnje ka krajnjoj sa usputnim stajanjima radi utovara – istovara tereta, odnosno ukrcavanja – iskrcavanja putnika.

Prevozni put

Pojam prevoznog puta definiše odabrani i vozaču propisani pravac kretanja vozila pri izvršenju prevoza između dva mesta. Definisanje pravca kretanja vozila neophodno je kada su te dve tačke spojene sa dva ili više putna pravca i tada prevozni put obavezno propisuje dispečerska služba i unosi u putni nalog vozila. Odabrani prevozni put po pravilu mora biti najbolji i najkraći. Za pojam prevozni put u praksi se koristi i termini ITINERER I MARŠUTA.

Elementi rada voznog parka

Dobra organizacija drumskog transporta podrazumeva precizno planiranje i optimalnu organizaciju eksploatacije transportnih sredstava pri procesu transporta robe i putnika. Precizno planiranje zahteva temeljno izučavanje prevoznih zahteva i uslova pri kojim treba organizovati transport u narednom vremenskom periodu uz analizu ostvarenih rezultata rada vozila u prethodnom periodu.

Pri određivanju transportnog rada voznog parka potrebno je izmeriti elemente koji se odnose na:

- a) vremenski bilans vozila u danima
- b) vremenski bilans vozila u časovima
- c) uslove pri izvršenju transportnih procesa (brzina vožnje, rastojanje prevoza)
- d) pređeni put vozila i stepen iskorišćenja pređenog puta
- e) stepen iskorišćenja kapaciteta vozila.

Praćenje vozila i upravljanje voznim parkovima

Efikasna realizacija transportnih zadataka obuhvata:

- Praćenje i analizu pokazatelja rada voznih parkova,
- Praćenje i kontrolu troškova,
- Izradu kratkoročnih i dugoročnih planova rada,
- Nabavku/ otpis vozila,
- Kontrolu ispunjenja zakonskih uslova,
- Upravljanje tehničkim stanjem vozila,
- Obezbeđenje bezbednosti i zaštite životne sredine...

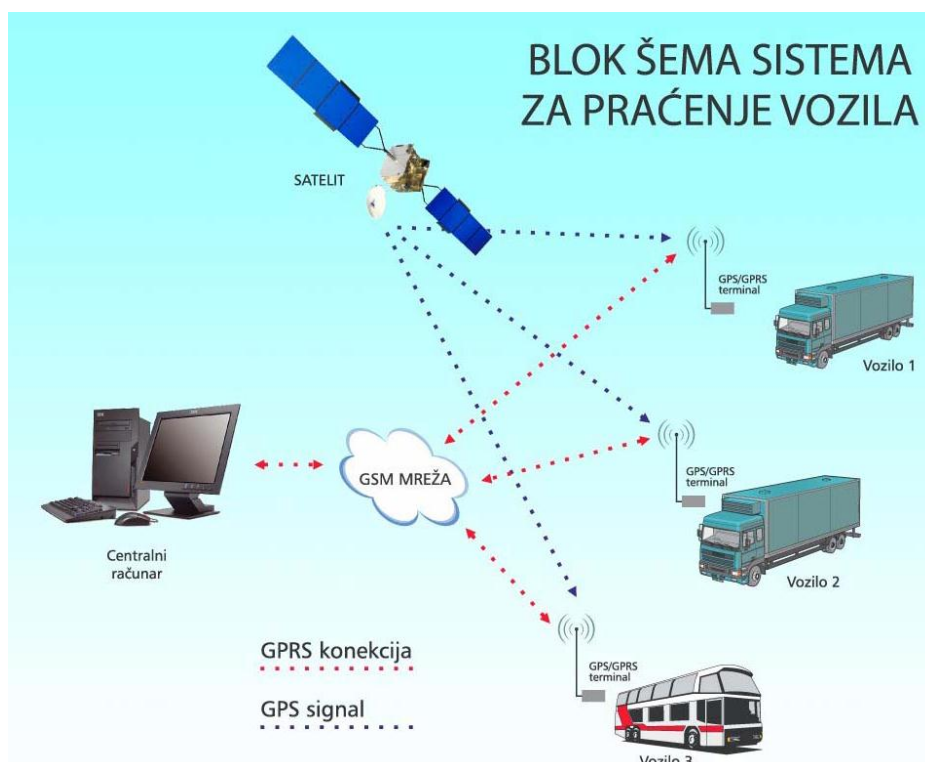
Telematika, u procesu upravljanja voznim parkovima, predstavlja sistem koji obezbeđuje informacije i olakšava upravljanje voznim parkovima pomoću:

- AVL-a (automatskog pozicioniranja vozila),
- Praćenje stanja vozila (dijagnostika),
- Praćenje pokazatelja rada vozača,
- Podataka o obimu saobraćaja, stanju puteva,
- Sistema za navigaciju vozila.

Praćenje vozila može se odvijati preko dva karakteristična slučaja kretanja vozila:

- *po slobodnim putanjama,*
- *po unapred definisanim trasama ili između datih tačaka.*

Sistem sa *slobodnim putanjama* (slika 52) primenjuje se u slučaju međunarodnog transporta robe i putnika. Sastoji se iz on board računara, vozačkog terminala, komunikacionog modula – GPRS terminala, modul za GPS pozicioniranje.



Slika 52 – Sistem sa slobodnim putanjama

Sistem sa zadatim putanjama (slika 53) koristi se u slučaju javnog gradskog i međugradskog transporta, gde su kontrolne stanice ili vozila povezana sa bazom.



Slika 53 – Zadana trasa vozila

Koristi od pozicioniranja vozila (AVL) kod upravljanja vozilom:

- stalno praćenje pozicije vozila,
- izbor prevoznim puteva,
- integracija sa softverom za upravljanje voznim parkom.

Koristi od pozicioniranja vozila (AVL) kod upravljanja vozačima:

- provera vremena, mesta isporuke,
- kontrola poslovne i lične upotrebe vozila,
- kontrola ponašanja vozača prema vozilu.

Koristi od on line dijagnostike kod upravljanja vozilom:

- prijem i obrada signala vezanih za rad agregata i uređaja,
- alarm za obavljanje preventivnih intervencija,
- provera sastava izduvnih gasova.

Koristi od on line dijagnostike kod upravljanja vozačima:

- kontrola vremena i načina vožnje,
- kontrola brzine,
- kontrola potrošnje goriva.

Navigacioni modul (slika 54) vozaču pruža informaciju koja se odnosi na izbor putanje do odredišta transportnih puta. Ova informacija se može prezentovati:

- vizuelno (grafički+tekstualno),
- verbalno ili
- korišćenjem kombinacije oba načina.



Slika 54 - Navigacioni modul

Koristi od primene sistema za praćenje vozila:

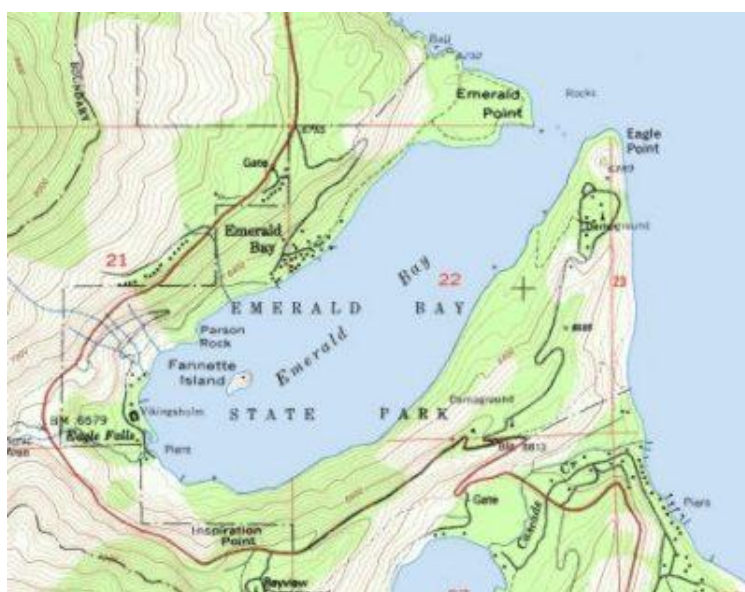
- smanjenje troškova goriva i drugih troškova vozila,
- podaci o vremenu rada vozača se mnogo preciznije kompletiraju,
- obaveštavanje klijenata o vremenu isporuke -smanjuje se vreme čekanja,
- poboljšanje kvaliteta usluge,
- obezbeđivanje podataka za određivanje nivoa kvaliteta usluge,
- obezbeđivanje podataka za poređenje trenutnog plana rada sa predviđenim -potrebna je integracija sa softverom za dispečiranje rutiranja,
- povećanje sigurnosti tereta i vozača preko alarmnih uređaja,
- smanjenje vremena stajanja i povećanje broja isporuka,
- smanjenje troškova telefonskih razgovora za potrebe lociranja vozača.

Digitalne mape

Digitalne mape mogu biti:

1. Raster mape
2. Vektorske mape ili kombinacija (slika 57)

1. Raster mape (slika 55) sastoje se iz puteva ili terenskih uslova predstavljenih u koloru, jednostavne su za korišćenje i čitanje, relativno su jeftine, ali pri skeniranju ili kalibrisanju može doći do pojave greške.



Slika 55 – Raster mape

2. Vektorske mape (slika 56) susastavljene iz baze podataka uključujući imena ulica, nazive (oznake) puteva i koordinate raskrnica sa geografskom širinom i dužinom. Raspoloživi podaci su: lokacija autobuskih stajališta, prepreka, depoa, niskih nadvožnjaka... Ove mape su najbolje rešenje ako je potrebna visoka preciznost lociranja vozila.



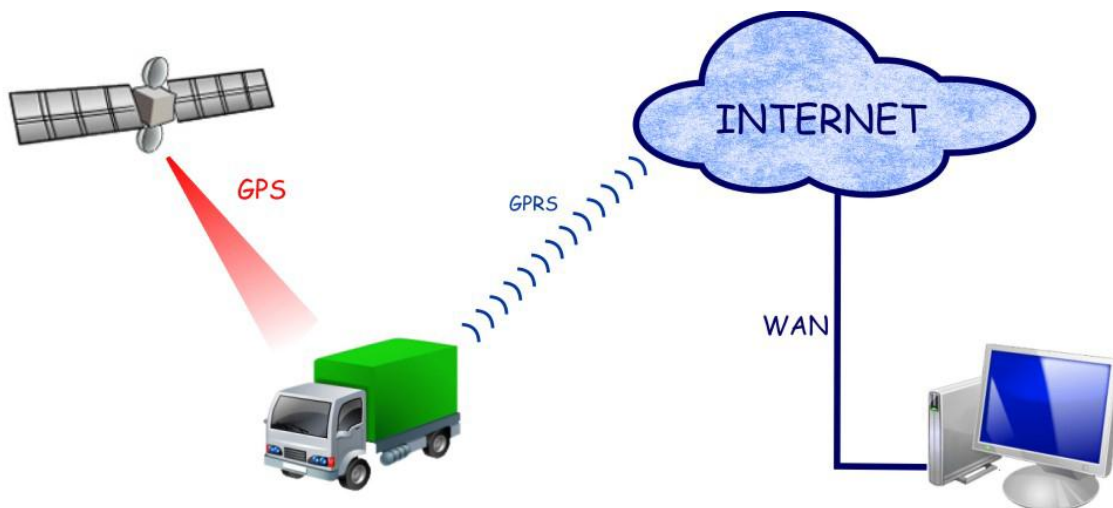
Slika 56 – Vektorska mapa



Slika 57 – Kombinacione mape

Sistem za upravljanje voznim parkom - EagleEye GPS Sistem

EagleEye GPS sistem [11] (slika 58) namenjen je za praćenje kretanja i stanja vozila, kao i upravljanje vlastitim voznim parkom. Sistem koristi GPS (Global Positioning System) za određivanje pozicije i brzine kretanja vozila, dok za prenos podataka sa vozila na namenski server koristi GSM/GPRS servis kojeg pružaju mobilni operateri.



Slika 58 - Pojednostavljena šema EagleEye GPS sistema

GPS ili sistem globalnog pozicioniranja funkcioniše na bazi primanja i obrade signala sa 24 satelita koji kruže zemljinom orbitom. Na osnovu prikupljenih podataka GPS proračunava trenutnu poziciju, brzinu i orijentaciju uređaja.

MX101 GPS/GSM modul koji se postavlja u vozilo prikuplja podatke koje dobija putem GPS-a i ostale podatke sa vozila (senzorska očitavanja) i šalje ih na namenski server putem GSM/GPRS mreže. Korisnička aplikacija (EagleEye ili EagleEyeWeb) pristupa serveru i korisniku na jasan način prezentuje prikupljene podatke, omogućava detaljan pregled stanja i pozicije vozila. EagleEye aplikacija pruža mogućnost korištenja naprednih alata za rutiranje, alarmiranje, pregled istorije kretanja vozila, predikciju održavanja vozila, izdavanje radnih naloga vozačima, statistiku itd.

Upotreba i namena sistema

Korištenjem EagleEye GPS sistema korisnik može kvalitetno upravljati svojim voznim parkom. Iskustva pokazuju da se korištenjem GPS sistema za nadzor kretanja vozila ostvaruju uštede u gorivu i ljudskim kapacitetima od 15 do 25%. Sve ovo ujedno osigurava bolje opšte stanje vozila i smanjuje troškove održavanja voznog parka. Takođe se na jednostavan način sprečavaju zloupotrebe službenih vozila u smislu vožnje u privatne svrhe, krađe goriva i sl. Konačan rezultat korištenja GPS sistema za praćenje vozila je povećanje profitabilnosti i produktivnosti vaše kompanije. Pored osnovnog zadatka, tj. upravljanja vlastitim voznim parkom EagleEye sistem može biti koristan u slučaju otuđenja vozila, tako što svoje vozilo možete locirati u svakom trenutku. Takođe je

u zavisnosti od ugrađenih dodatnih opcija vozilo moguće daljinski ugasiti, primiti dojavu o provali u vozilo, nestanku napajanja u vozilu i sl.

Osnovni delovi sistema

EagleEye GPS sistem sastoji se iz 2 osnovna dela – hardverskog i softverskog.

Hardverski deo čini GPS/GSM modul MX-101 (slika 59) sa pripadajućom antenom. Modul se montira na pogodno mesto u vozilu i zadužen je za prikupljanje GPS podataka, te podataka sa senzora u vozilu (temperatura, nivo goriva, alarm, i sl.).

MX-101 modul prikupljene podatke kodira, te putem GPRS protokola šalje na namenski server.



Slika 59 - Modul MX-101

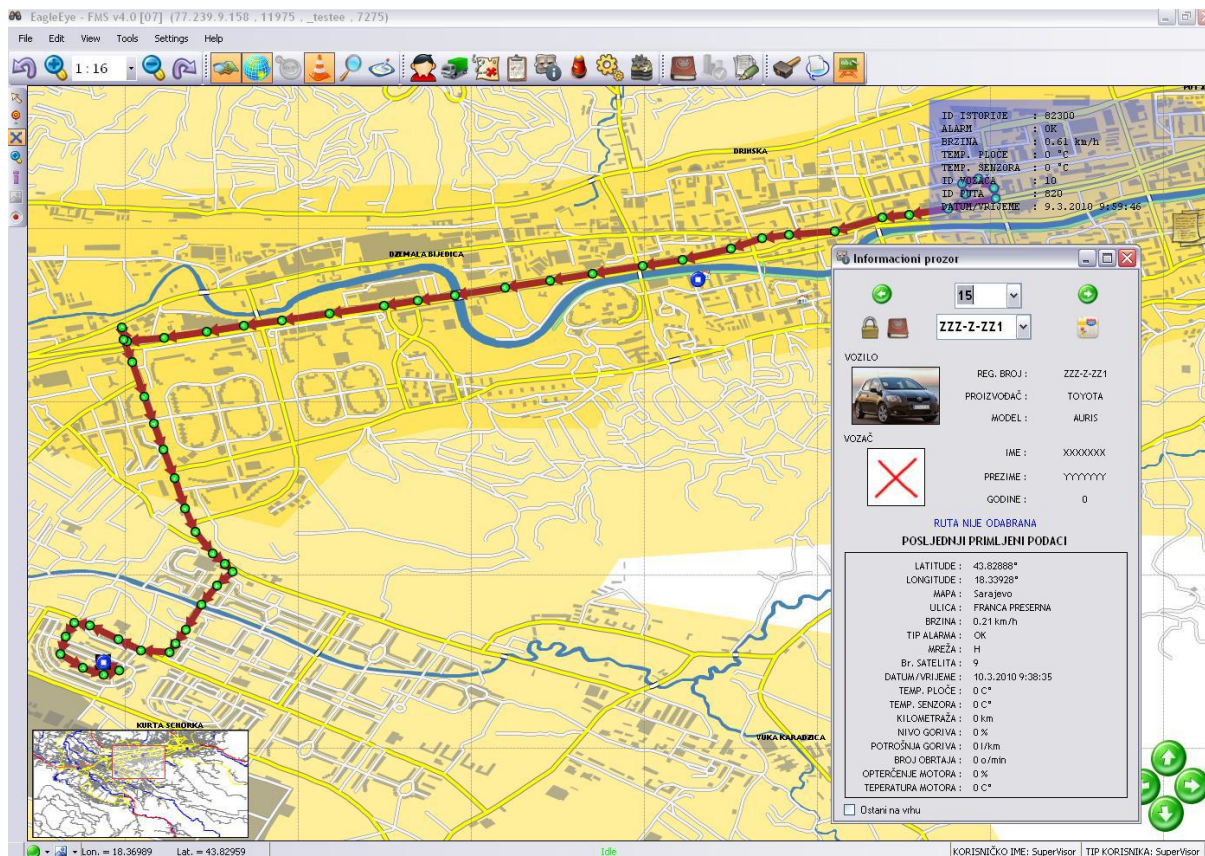
Drugu celinu sistema predstavlja softverski paket koji se sastoji od 3 dela:

1. SQL baza podataka,
 2. EagleEye Spy servis,
 3. EagleEye ili EagleEyeWeb aplikacija.
1. SQL baza podataka služi sa čuvanje podataka prikupljenih sa vozila i ostalih podataka o vozilima i vozačima koje unosi korisnik sistema. Podacima prikupljenim sa vozila moguće je pristupiti u bilo kojem trenutku, tako da je omogućeno naknadno pregledanje i analiziranje istorije kretanja i stanja vozila.
 2. EagleEye Spy servis je Windows servis koji prima podatke sa svih MX-101 modula.
 3. EagleEye aplikacija predstavlja interface između korisnika i sistema. Iako je sistem u celini relativno složen EagleEye aplikacija korisniku omogućuje da na jednostavan i jasan način upravlja celim sistemom. Aplikacija se konektuje na bazu podataka (lokalno ili putem internet veze) i podatke prikupljene sa vozila prezentuje na korisniku jasan i pregledan način. Osim trenutnog prikaza stanja vozila (pozicija, brzina, senzori sa vozila itd.) EagleEye aplikacija omogućuje i napredne funkcionalnosti kao što su rutiranje, alarmiranje, izdavanje radnih naloga vozačima, pregled istorije kretanja vozila, dodelu dozvoljene rute kretanja vozilu, pređenu kilometražu, prosečnu brzinu, izveštaje o vožnjama i sl.

Osobine EagleEye aplikacije

U svakom momentu korisnik sistema ima na raspolaganju trenutni prikaz pozicije vozila na mapama. U donjem levom delu prozora prikazana je trenutno selektovana mapa sa indikacijom vozila koja se u tom trenutku nalaze u datom području.

Duplim klikom na ikonu nekog od vozila dobija se pregled raspoloživih informacija o odabranom vozilu u poslednjem očitavanju stanja – informacijski prozor.



Slika 60 - EagleEye aplikacija

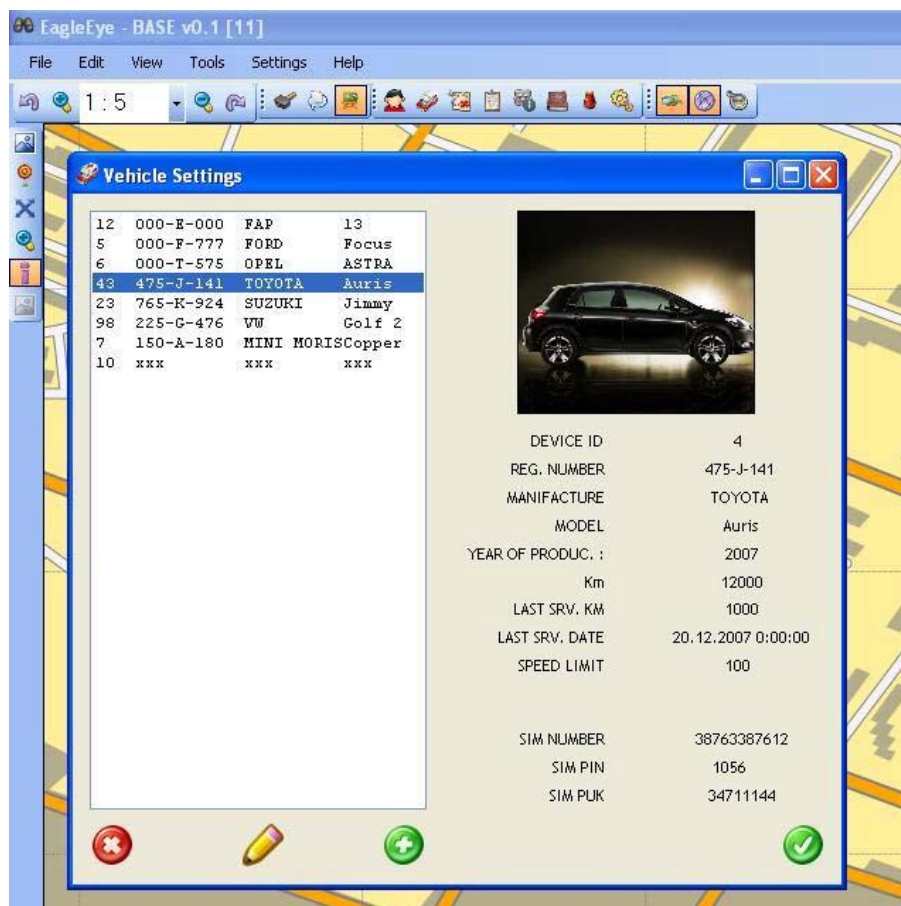
Iz informacionog prozora moguće je klikom na ikonu istorije (levo od registracije vozila) prikazati istoriju kretanja vozila za prethodni dan. Korišćenje alata za pregled istorije kretanja vozila biće objašnjeno detaljno u daljem tekstu (slika 60).

Baza vozača i vozila

Korisnik kreira svoju bazu vozača i vozila (slika 61, 62). Za svakog vozača moguće je uneti osnovne podatke, kao i odgovarajuću sliku vozača. Za vozila je takođe moguće uneti podatke o vozilima kao što su registracioni broj, broj pređenih kilometara, godina proizvodnje, servisni interval, sliku vozila i drugo što može biti vrlo pogodno za vođenje evidencije o vozilima i servisima.



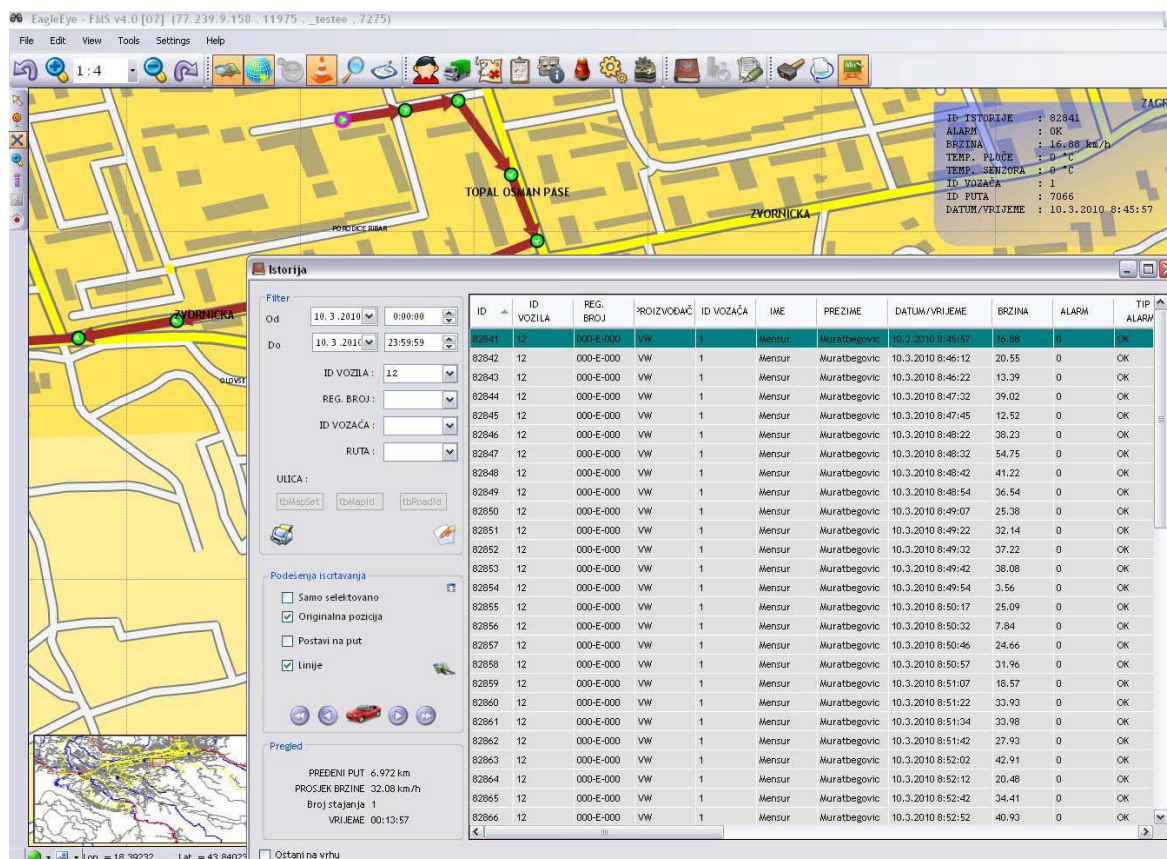
Slika 61 - Baza vozača



Slika 62 - Baza vozila

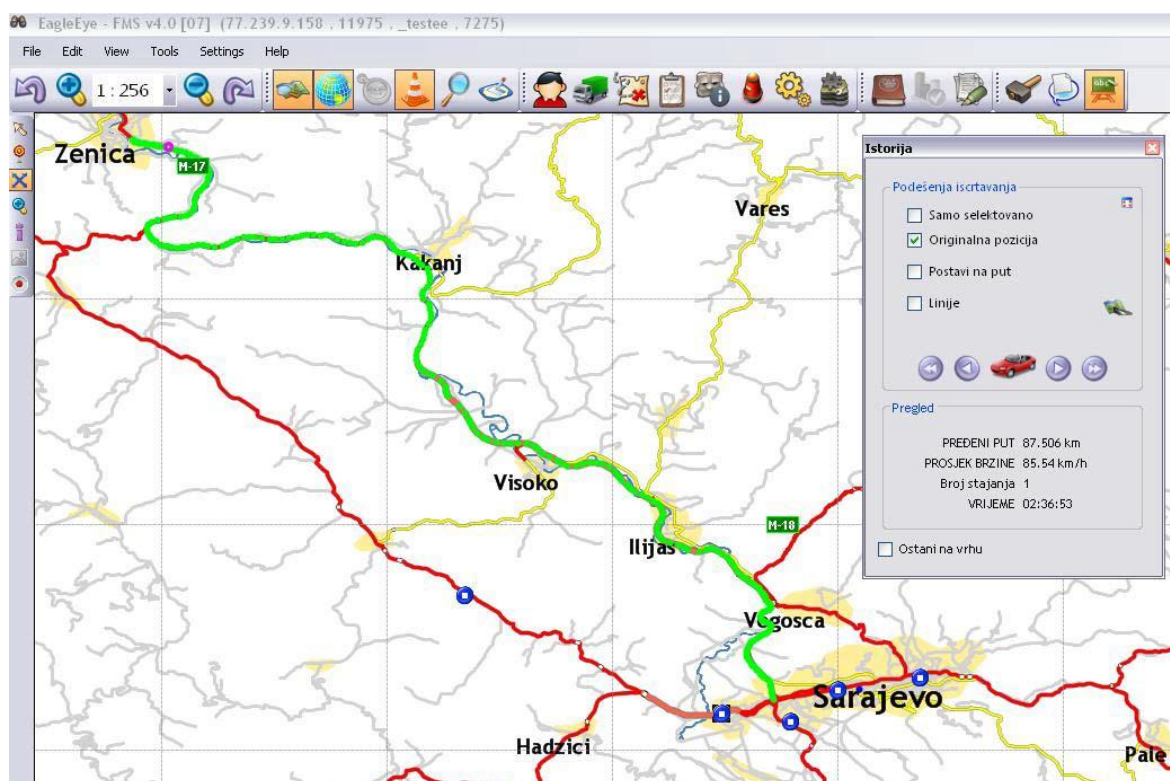
Istorija

Da bi korisnik naknadno mogao analizirati kretanje vozila i stanja parametara vozila na raspolaganju ima prikaz istorije kretanja vozila i svih prethodno primljenih podataka (slika 63). Otvaranjem prozora istorija, kao i izborom određenog vremenskog intervala i željenih vozila korisnik dobija tabelarni zapis svih prikupljenih podataka. Tabela prikaz koristi se za pregled svih podataka prikupljenih sa vozila (podaci o vozilu i vozaču, temperatura, brzina, stanje alarma i sl.)



Slika 63 - Istorija kretanja vozila

Korisnik može analizirati podatke u tabelarnom prikazu ili pomoću alata za iscrtaivanje istorije prikazati željene podatke na mapi (u skladu sa izborom opcija za iscrtaivanje istorije). U glavnom prozoru se iscrtavaju sve pozicije vozila u selektovanom vremenskom periodu i u skladu sa selektovanim opcijama. Prozor istorije moguće je smanjiti na kompaktni prikaz, kako bi se olakšala analiza grafičkog prikaza istorije kretanja. Na slici 64 prikazana je istorija kretanja vozila u glavnom prozoru EagleEye aplikacije sa kompaktnim prozorom istorije.



Slika 64 - Istorija kretanja vozila (kompaktni prikaz)

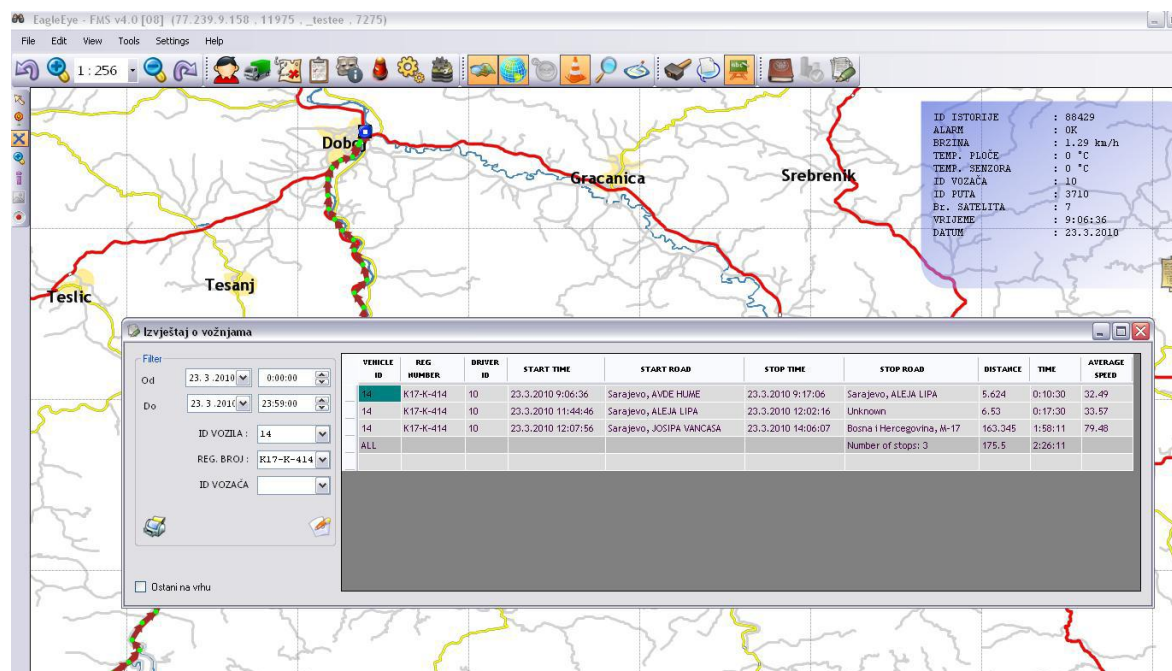
Kompaktni prozor istorije prikazuje osnovne podatke o vožnjama u izabranom periodu (ukupan pređeni put, broj zaustavljanja, prosečnu brzinu kretanja i vreme provedeno u vožnji). Korisnik ima na izbor nekoliko alata za različit način grafičkog prikaza istorije kretanja vozila, pa tako može selektovati odgovarajuće polje kako bi iscrtao samo selektovana polja u tabelarnom pregledu istorije kretanja (npr. samo pozicije gdje je vozilo prekoračilo brzinu od 100 km/h) ili iscrtavanje istorije tako da su tačke povezane linijama sa smerom kretanja (izabrati opciju linije).

Za potrebe vizualizacije kretanja vozila, korisnicima je na raspolaganju i opcija praćenja kretanja vozila od jedne do druge pozicije. Pri iscrtavanju istorije kretanja vozila prva pozicija je označena ružičastom bojom, a podaci za selektovanu poziciju prikazani su u gornjem desnom uglu glavnog prozora EagleEye aplikacije. Selektovanje sledeće ili prethodne pozicije izvršava se jednostavnim izborom strelica napred ili nazad. Klikom na ikonu automobila na minimiziranom prozoru istorije, centrirati će se mapa na trenutno selektovanoj poziciji.

Baza podataka može čuvati podatke prikupljene sa vozila nekoliko godina u zavisnosti od broja vozila i memorije računara (servera) na kojem je instalirana baza podataka. Stari podaci se mogu periodično arhivirati, te se na taj način istorija kretanja vozila može čuvati neograničen vremenski period.

Izveštaj o vožnjama

Vrlo koristan alat je alat za kreiranje izveštaja o vožnjama za pojedino vozilo ili grupu vozila (slika 65). Nakon otvaranja prozora za izveštaje korisnik treba da odabere period i vozila za koja želi izveštaj i klikne na ikonu za čitanje podataka iz baze. Nakon ovoga u desnom delu prozora vidljive su sve vožnje za izabrani period s tačnim datumom, vremenom i lokacijom polaska i zaustavljanja. Takođe je za svaku vožnju pojedinačno, kao i sumarno za sve vožnje dat podatak o pređenom putu, vremenu provedenim u vožnji, prosečnoj brzini i sl.



Slika 65 - Izveštaj o vožnjama

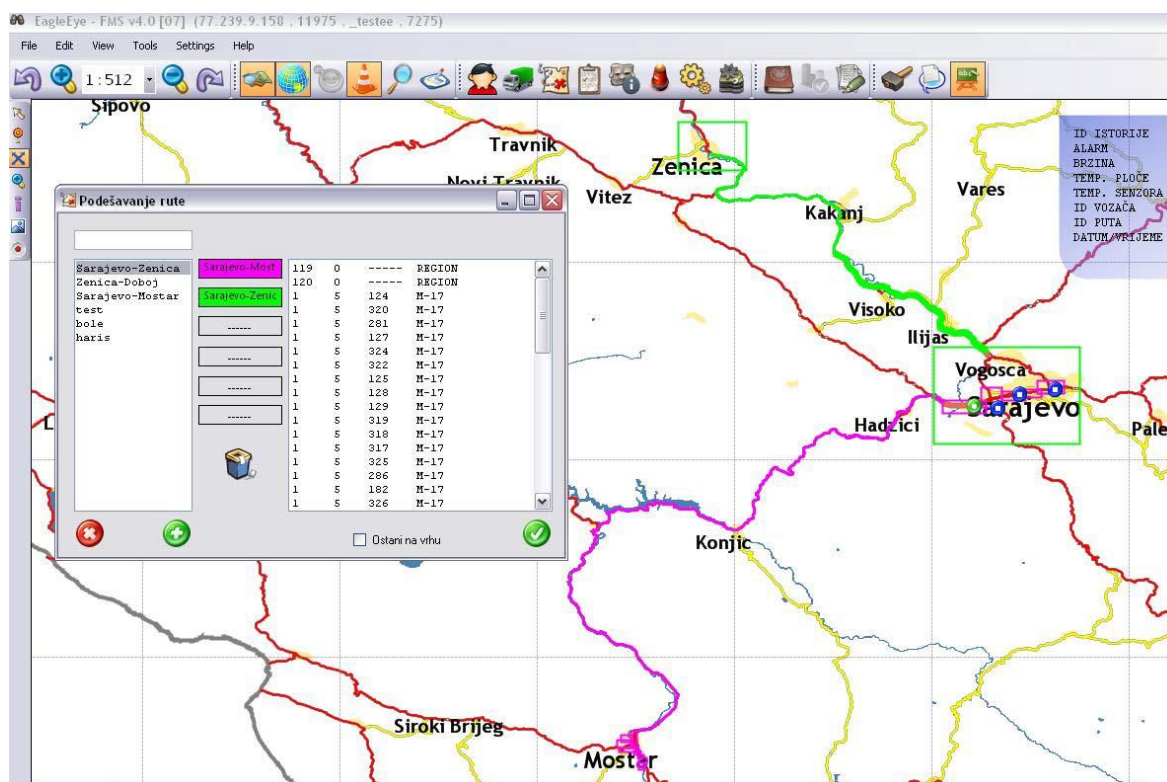
Koristan alat je i iscrtavanje pojedinih vožnji na mapi radi lakše kontrole. Duplim klikom pored reda u tabeli vožnji automatski će se aktivirati iscrtavanje selektovane vožnje na mapi.

Rutiranje

Korisnik EagleEye sistema može na jednostavan način kreirati rute koje će poslije biti dodeljene nekom od vozila kao dopuštena zona kretanja.

Rutu kretanja moguće je kreirati izborom ulica direktno sa mape ili izborom naziva ulica iz baze podataka ulica.

Svakoj kreiranoj ruti moguće je dodeliti različitu boju radi lakšeg snalaženja korisnika sistema, kao što je prikazano na slici 66.



Slika 66 - Kreiranje i prikaz puta

Alarmi

Da bi korisnik sistema na što jednostavniji način kontrolisao kretanje vozila na raspolaganju mu je alat za generisanje alarma.

Alarmi se dodeljuju posebno za svako vozilo, a svakom vozilu moguće je dodeliti sledeće alarme:

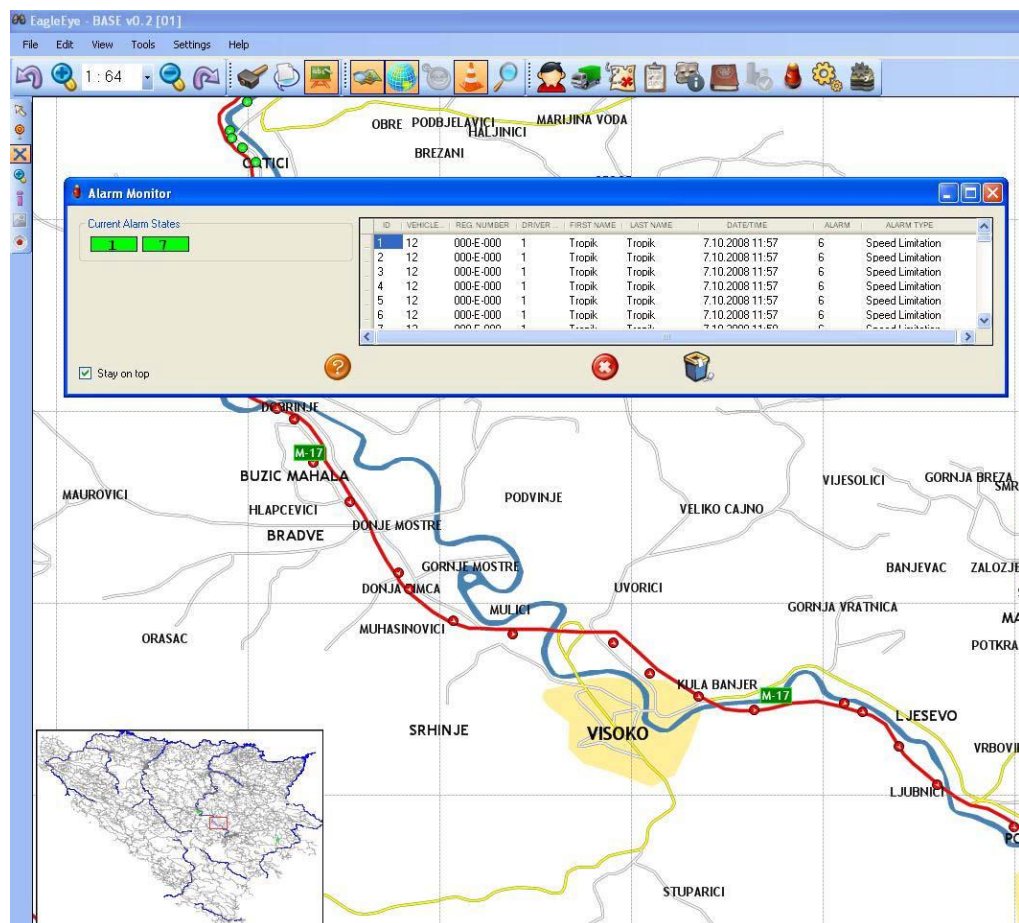
- Dozvoljena ruta kretanja – vozilu se dodeljuje određena ruta kretanja i alarm se javlja u slučaju izlaska sa zadate rute. Ruta se može sastojati od definisanih puteva ili regiona.
- Maksimalna brzina kretanja – vozilu se dodeljuje maksimalna dozvoljena brzina, te se odgovarajući alarm javlja u slučaju prekoračenja te brzine.
- Nema prenosa podataka sa vozila – u slučaju da se podaci sa vozila ne prime u definisanom vremenskom intervalu generisat će se odgovarajući alarm.
- Vozilo ukradeno – ovaj alarm javlja se ukoliko se vozilo kreće, a nije dat kontakt vozila (npr. ukoliko se vozilo premešta paukom ili šlep službom).
- Neovlašćeno korišćenje vozila – ukoliko je u vozilo ugrađena identifikacija vozača ovaj alarm znači da se vozač nije identifikovao ili da vozilo vozi neovlašćena osoba.

U slučaju pojave bilo kojeg alarma vozilo se na trenutnom prikazu stanja prikazuje u crvenoj boji. Na istorijskom prikazu kretanja vozila sve pozicije vozila koje su imale alarmno stanje takođe su prikazane u crvenoj boji (slika 67, 68).

Korisnik sistema na jednostavan način može retroaktivno pregledati zašto je neko vozilo bilo u stanju alarma.



Slika 67 - Prikaz trenutnog alarma

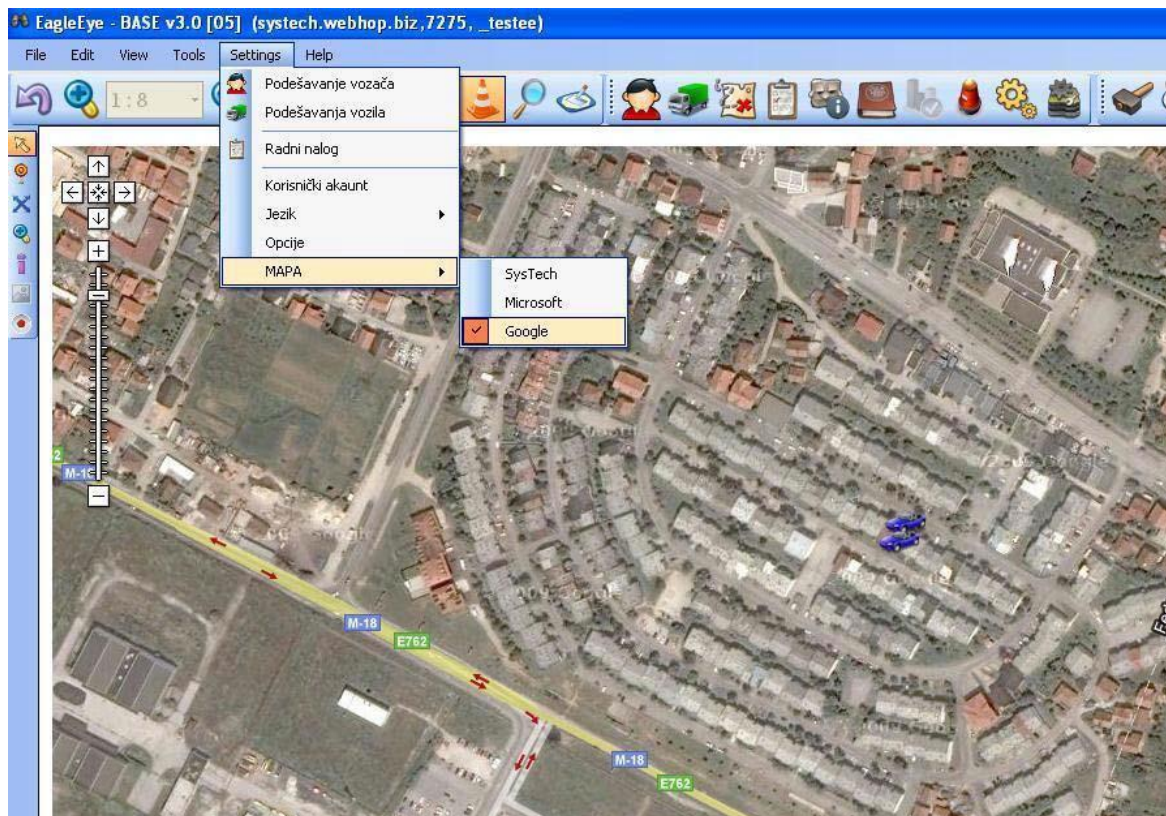


Slika 68 - Prikaz istorije alarma

Izbor mape

Pored vektorskih karata koje su pogodne za rutiranje i druge napredne funkcionalnosti EagleEye sistema, korisnicima su na raspolaganju i satelitske karte sa servisa Google Maps i Microsoft Maps. Korisnik izborom na meniju Settings > MAPA može izabrati željenu mapu (slika 69).

Unutar glavnog prozora EagleEye aplikacije prikazana je selektovana mapa sa standardnim alatima koje daje Google ili Microsoft Maps servis.



Slika 69 - Izbor mape

Zaključak

Danas Zemlju obleće ogroman broj satelita, koji se prema nameni mogu podeliti u sledeće grupe: navigacijski, meteorološki, komunikacijski, geodetski, astronomski, istraživački i vojni. Poslednjih godina GPS prijemnici se ugrađuju u oružja velike preciznosti i velikog dometa, sredstva za vođenje i upravljanje tim oružjem, u sredstva za izviđanje i pokazivanje ciljeva. GPS prijemnicima opremaju se krstareće rakete i rakete taktičke namene, bespilotne letelice i svi pilotirani vazduhoplovi. Obezbeđuje se sigurno praćenje navigacijskih signala satelita i u uslovima intenzivnog ometanja. Zavisno od različitih potreba i zahteva razvijeni su i određeni metodi rada korisničkih prijemnika i obrade dobijenih GPS podataka, kao što su metod apsolutnog i metod relativnog pozicioniranja. Metodom apsolutnog pozicioniranja obezbeđuju se podaci o poziciji, brzini i vremenu u svakom trenutku u realnom vremenu.

Razvoj tehnike i tehnologije u okviru sistema satelitskog pozicioniranja doneo je čovečanstvu ogromne mogućnosti za njegovu primenu u različitim oblastima života. Iako je prvobitna primena globalnog pozicioniranja bila isključivo u vojne svrhe došlo je do izlaženja iz tih okvira, tako da je u savremenom svetu njegova upotreba postala gotovo svakodnevna, posebno u automobilske industriji. U tu svrhu, GPS prijemnik je olakšao kretanje vozila kroz bilo naseljeno ili nenaseljeno mesto. Danas ne postoji iole bolji automobil koji u svojoj osnovnoj opremi ne sadrži ovakav uređaj, a prednosti koje on donosi vlasniku su vrlo velike i izuzetno praktične. Primenom ovih uređaja nema više lutanja nepoznatim putevima, promašenih skretanja, loše isplaniranih ruta putovanja, pogrešno izračunatih deonica puta zbog kojih se neplanirano može ostati bez goriva...

Međutim, ovo je samo osnova primene ove tehnologije u vozilima danas. Ona je pronašla mesto i u velikim transportnim kompanijama, koje su svoje vozne parkove opremile sistemima baziranim na globalnom pozicioniranju, a u cilju praćenja svih vozila radi ukupnog smanjenja troškova poslovanja. Ostvarivanje ovakvih pozitivnih efekata moguće je jer je praćenje vozila dovelo do toga da vozačima više ništa nije prepušteno, osim upravljanja vozilom, jer im određeni operateri iz kontrolnih centara detaljno planiraju rute kojima treba da se vode, kako bi pređeni put, sa stanovišta potrošnje goriva, bio što optimalniji. Takođe moguće je definisati ograničenje brzine kojih se vozači moraju pridržavati na određenim delovima puta, kako bi se izbeglo sankcionisanje ovakvih prekršaja.

Ovo su samo neki od primera gde je primena GPS tehnologije pronašla svoje mesto. Već danas, kada govorimo o budućnosti u oblasti transporta i vozila, postoje projekti bazirani na ovoj i drugim visokim tehnologijama koji bi čak trebali da nam obezbede sisteme inteligentnih autoputeva, na kojima bi se kretala vozila bez vozača.

Literatura

- [1] www.telematicsinfo.jp/whitepaper/779.pdf, pristupljeno 15. 04. 2012.
- [2] Zbornik radova, Milošević, A., Stamenković, D. : Telematski sistemi u funkciji energetske efikasnosti javnog prevoza, Mašinski fakultet, Niš, 2006.
- [3] Zbornik radova, Kostadinović, M., Vasiljević, M. : Telematika i transportni sistemi, Saobraćajni fakultet, Doboj, 2008.
- [4] http://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=daljinski%20prenos%20korisnih%20podataka%20pdf&source=web&cd=1&ved=0CEgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sf.bg.ac.rs%2Fdownloads%2Fkatedre%2Fdgt%2Fodtr%2Ftelematika20062007.pdf&ei=aivNT9XiF46k4ASQ5DeDA&usq=AFQjCNFozRe5bl8rfVr_Nai2LeRp_w6RA&cad=rja, pristupljeno 22. 05. 2012.
- [5] <http://www.kowoma.de/en/gps/errors.htm>, pristupljeno 23. 05. 2012.
- [6] <http://www.kowoma.de/en/gps/positioning.htm>, pristupljeno 23. 05. 2012.
- [7] Demić, M., Diligenski, Đ. : Satelitsko praćenje vozila, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2006.
- [8] http://www.vdo.com/generator/www.com/en/vdo/main/productssolutions/%20index_products_solutions_en.html, pristupljeno 22. 05. 2012.
- [9] http://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=protrak%20scout%20pdf&source=web&cd=%201&ved=0CEQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.usaspyshop.com%2Fimages%2Fproducts%2FProtrak_Scout_Flyer.pdf&ei=OzPNT9DYG9KM4gTnybQQ&usq=AFQjCNGDbkXHi2PWYQetWi-0gcRIjHqA&cad=rja, pristupljeno 22. 05. 2012.
- [10] http://sr.wikipedia.org/sr/Globalni_pozicioni_sistem, pristupljeno 20. 04. 2012.
- [11] <http://www.systech.ba/Files/EagleEye%20GPS%20System%20Rev1.4.pdf>, pristupljeno 04. 07. 2012.