

MARIJAN ŠUPERINA*, FRANJO MAGUŠIĆ**, MARIO MATOVINA***

Primjena satelitske navigacije u policiji

UVOD

Još od prapovijesnih vremena ljudi su nastojali postići siguran način kako da odrede gdje se nalaze te kako da dođu do nekog određenog mjesta. Tako su u početku pomorci plovili uz obalu kako se ne bi izgubili. Kasnije, kada su otkrili da se mogu orijentirati pomoću *zvijezda*, počeli su ploviti na otvoreno more.¹

Veliki napredak u potrazi za savršenim načinom navigacije bio je izum *magnetnog kompasa* i *sekstanta*. No, mornari i dalje nisu bili u mogućnosti odrediti zemljopisnu širinu na kojoj se nalaze. To je bio tako ozbiljan problem da su Britanci u XVII. stoljeću osnovali specijalnu skupinu od tada najpoznatijih znanstvenika koji su ga trebali riješiti. Ponuđena je i nagrada od tadašnjih 20.000 funti (danas oko milijun američkih dolara) onome tko nađe rješenje za određivanje zemljopisne širine unutar 30 nautičkih milja. Nagrada je pripala Johnu Harrisonu koji je izumio *kronometar*, koji je kasnio ili brzo samo jednu sekundu na dan, što je za ono vrijeme bilo nevjerovatno precizno. Tako su u sljedeća dva stoljeća sekstant i kronometar bili korišteni za određivanje zemljopisne dužine i širine.

Početakom XX. stoljeća izumljeno je nekoliko novih sustava koji su se temeljili na *radionavigaciji*, a koristili su se tijekom Drugog svjetskog rata. Nedostatak radionavigacijskog sustava uočen je kod korištenja *radiovalova* koji su generirani na obali jer se moralo izabrati između sustava koji je jako precizan ali pokriva vrlo malo područje, i sustava koji pokriva veliko područje ali je neprecizan. *Visokofrekventni radiovalovi* mogu

* mr. sc. Marijan Šuperina, viši predavač na Visokoj policijskoj školi MUP-a RH, Zagreb.

** mr. sc. Franjo Magušić, predavač na Visokoj policijskoj školi MUP-a RH, Zagreb.

*** Mario Matovina, Ravnateljstvo policije, Uprava kriminalističke policije, PNUSKOK, Odjel za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta.

¹ Stari Feničani koristili su *zvijezdu* sjevernjaču prilikom putovanja iz Egipta i Krete. Po Homeru, božica Atena rekla je Odiseju tijekom njegovih putovanja s otoka Kalipso: "Neka ti Veliki Medvjed uvijek bude s lijeve strane.". Nažalost, *zvijezde* su vidljive samo noću – i to samo ako je nebo vedro.

odrediti točnu poziciju ali samo na malim područjima, dok *niskofrekventni radiovalovi* mogu pokriti veliko područje ali nisu precizni za određivanje točne pozicije.

Znanstvenici su stoga odlučili kako je jedini način da se pokrije cijela Zemlja taj da se postave visokofrekventni odašiljači u svemir – sateliti. Odašiljači visoko nad zemljom šalju visokofrekventne radiovalove sa specijalnim kodom koji mogu pokriti veliko područje, a ipak prevladati većinu "šumova" na putu do tla. Tako je stvorena ideja o uspostavi *satelitske navigacije*, a iznesena temeljna tehnička rješenja predstavljala su glavna obilježja *globalnog satelitskog položajnog sustava*. Napredak modernih rješenja tehnologije koja vjerno prate današnju civilizaciju, sa sobom donosi i razvoj masovne uporabe satelitske navigacije. Najpoznatiji način satelitske navigacije predstavlja sve popularnija GPS navigacija (*Global Positioning System*).

Slijedom, želimo čitatelje upoznati sa sustavima satelitske navigacije koji su se razvili u posljednjih 50-ak godina, no pritom nećemo ulaziti u složena tehnička objašnjenja ili softverska rješenja svakog pojedinog sustava već ćemo se zadržati uglavnom na njihovim korisničkim komponentama.

1. SUSTAVI SATELITSKE NAVIGACIJE

1.1. Globalni položajni sustav (*Global Positioning System – GPS*)

1.1.1. Povijesni razvoj *GPS* sustava

Krajem pedesetih godina XX. stoljeća SAD i SSSR su u orbitu poslali svoje prve satelite: EXPLORER i SPUTNJIK. Sateliti su neprestano emitirali signal na stabilnoj frekvenciji iz čijega se Dopplerova pomaka mogao odrediti trenutak kad je satelit najbliže pratećoj postaji na Zemlji (pomak u tom trenutku mijenja predznak). Iz ovog podatka se složenim postupkom, koji su razvili G. C. Weiffenbach i W. H. Guier, mogla odrediti orbita satelita. Već 1959. godine F. T. McClure uspijeva riješiti inverzni problem – iz poznate orbite satelita i mjerenja Dopplerova pomaka signala određuje položaj zemaljske postaje s pogreškom manjom od desetine nautičke milje (oko 180 m). Za McClureov rad odmah se zainteresirala mornarica SAD-a zbog potrebe za što točnijim određivanjem položaja balističkih nuklearnih podmornica.

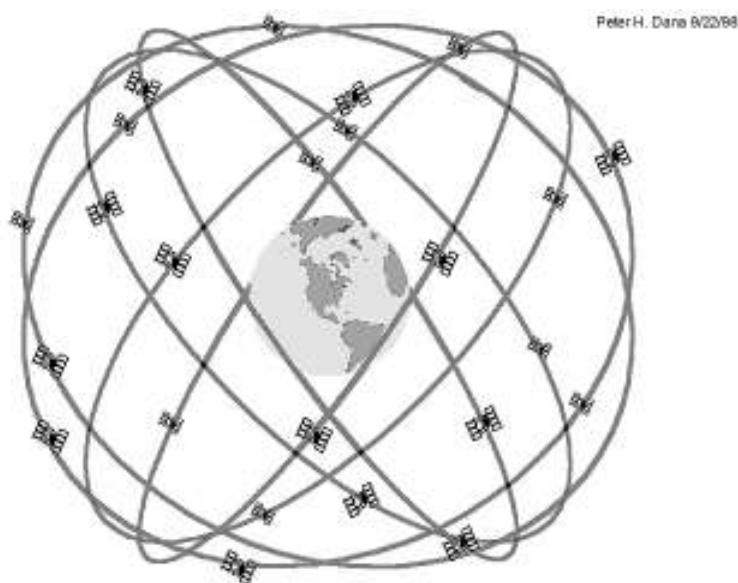
Admirali su rješenje vidjeli u novom navigacijskom sustavu, temeljenom na McClureovoj metodi. Već 1963. godine brodovi i podmornice dobivaju satelitski navigacijski uređaj AN/SRN-9 u sklopu sustava NNSS-a (*Navy Navigation Satellite System – mornarički satelitski navigacijski sustav*). Ovaj nezgrapnan naziv nije nikada zaživio među korisnicima koji su ga nazvali prema McClureovoj metodi: TRANSIT (od astronomskog naziva za prolaz nebeskog tijela). Sustav TRANSIT je ostao u uporabi sve do sredine osamdesetih godina kada ga je zamijenio aktualni sustav GPS-a². Već od 1967. godine sustav TRANSIT je otvoren i za civilnu uporabu, ali nikada nije pobudio veće zanimanje. Nedostaci TRANSIT-a bili su brojni. Odmah nakon uvođenja sustava TRANSIT, Sovjetski Savez uveo je u uporabu identičan satelitski navigacijski sustav pod nazivom CIKADA (rus. cvrčak).

² Smatra se kako je službeni početak razvoja GPS-a počeo 1973. godine, ali inicijalne radove možemo naći u stručnim radovima i dvanaest godina ranije.

1.1.2. Tehničke karakteristike GPS sustava

GPS se zasniva na floti od 24 satelita³ koji se nalaze u orbiti na 11 tisuća nautičkih milja (oko 20 tisuća kilometara). Sateliti⁴ su istovremeno praćeni iz pet zemaljskih stanica koje nadgledaju njihov rad, usklađuju satove i korigiraju sve parametre rada.⁵ Smještaj na tako visokoj, preciznoj orbiti, omogućava pokrivanje cijele Zemlje i vrlo veliku preciznost određivanja položaja GPS prijamnika.

Da bi GPS mogao dati informaciju o točnom položaju korisnika, prijamnik mora uspješno "uhvatiti" signal s tri satelita. GPS prijamnik mjeri udaljenost od svakog od tih satelita mjerenjem vremena koje je potrebno radiosignalima da prijeđu tu udaljenost. Radi se, dakle, o metodi *triangulacije*. Za korištenje GPS sustava morat ćete, dakle, uvijek biti u području vidljivosti triju satelita.



Slika 1: 24 satelita GPS-a u orbiti oko Zemlje⁶

³ Satelitsku komponentu čini mreža od 24 satelita NAVSTAR. (*NAVigation System using Time And Ranging* – navigacijski sustav koji koristi vrijeme i mjerenje udaljenosti; kratica je složena s namjerom da se dobije naziv 'navigacijska zvijezda'; *NAV(igation) STAR*.) Sateliti kruže na srednjim visinama od 20 200 km s periodom od 11 sati i 58 minuta u šest orbitalnih ravnina, po četiri satelita u jednoj ravnini. Na taj način osigurano je da na svakoj lokaciji u bilo kojem trenutku na nebu bude barem četiri satelita, što je minimum za određivanje položaja u geografskim koordinatama i visini.

⁴ Danas je mreža potpuna i ima 21 djelatni satelit i tri pričuvna u šest orbitalnih ravnina otklonjenih pod 55° u odnosu na ravninu ekvatora. Na Zemlji su u pripravnosti još četiri satelita koji se u najkraćem roku mogu poslati u orbitu umjesto pokvarenih ili uništenih satelita (u stratezijskim scenarijima globalnog rata s kraja osamdesetih godina XX. stoljeća pretpostavljeno je kako bi mreža satelitske navigacije bila među prioritetnim ciljevima).

⁵ Upravljački segment GPS mreže nalazi se u Colorado Springsu, a vezu sa satelitima ostvaruje preko četiri prateće postaje: Diego Garcia, Ascension Island na Atlantiku, te na otočjima Kwajalein i Havaji na Pacifiku.

⁶ Izvor: www.colorado.edu - 10. listopada 2010. godine.

U GPS-u se koristi sustav zasnovan na tzv. pseudorandom kodovima.⁷ Bez previše ulaženja u tehničke detalje, možemo reći da se radi o generiranju vrlo složenog digitalnog koda koji je toliko složen da praktički izgleda poput običnog signala šuma – i da je nemoguće da dva digitalna koda budu jednaka. Svaki satelit ima svoj vlastiti pseudorandom kod, pa je tako potpuno otklonjena mogućnost da će GPS prijamnik "pokupiti" signal s pogrešnog satelita. Sustav ovih kodova, osim toga, omogućava svim satelitima da rade na istoj frekvenciji. Uspoređivanjem pseudokodova (jer GPS prijamnik zna kako oni izgledaju za svaki pojedini satelit) i primljenog pseudokoda, GPS prijamnik može izračunati vrijeme koje je bilo potrebno signalu da stigne do Zemljine površine.

Sateliti koji čine GPS flotu razmješteni su tako da je s bilo kojeg dijela Zemlje uvijek vidljivo pet satelita, no valja imati na umu da ne mora signal svih pet satelita biti upotrebljiv. S obzirom na to da se zapravo radi o vrlo slabim signalima, to znači da GPS uređaj neće biti "pokriven" signalom dok se nalazi u zatvorenom prostoru jer je potrebna "line of sight" – veza sa satelitom.⁸ No, kada GPS uređaj "hvata" signal s tri satelita, pravi problemi tek počinju. Kako izmjeriti udaljenost od satelita do GPS uređaja?

Cijela priča doista "drži vodu" – ukoliko se ne prisjetite kako smo dosad pretpostavljali da uvijek znamo gdje se u svemiru nalazi pojedini satelit. Američko Ministarstvo obrane napravilo je "red letenja" po kojemu se uvijek zna gdje se nalazi koji od satelita, a, "za svaki slučaj", sateliti se konstantno prate. Mjere se njihove pozicije, brzina i visina. Naime, unatoč vrlo pomno isplaniranim orbitama, moguća su manja odstupanja zbog utjecaja gravitacije Zemlje ili Mjeseca ili pak drugih svemirskih pojava, poput radijacije.⁹ Kada je potrebna velika preciznost određivanja položaja, moraju se u obzir uzeti i ove korekcije. Sa Zemlje se podaci o odstupanjima od uobičajene orbite šalju natrag satelitima, kako bi oni ovu informaciju mogli prenijeti GPS prijamnicima.

1.1.3. Korisnička komponenta GSP sustava

Korisnički segment GPS-a ima dvije vrste prijamnika¹⁰: a) geodetske Carrier Phase prijamnike i b) Code Phase prijamnike – namijenjene za najširu uporabu u navigaciji i pozicioniranju.

⁷ GPS-ovi kao *receiveri* primaju satelitski *pseudorandom kod*. GPS generira isti kod i usklađuje ga s kodom satelita tako da odredi kašnjenje ili pomak radi dobivanja usklađenosti. Satni sustav GPS-a mjeri vrijeme s pogreškom zbog čega je potrebno ovu pogrešku "pseudoudaljenosti" ispraviti.

⁸ GPS jedinice uglavnom neće raditi u zatvorenom prostoru, pod vodom ili ispod zemlje.

⁹ Kod pozicioniranja GPS-a mogu se pojaviti sljedeće pogreške: pogreška sata prijamnika, ionosferna i troposferna kašnjenja, višestruka refleksija signala, utjecaj geometrije signala, orbitalne pogreške i broj vidljivih satelita. Geometrijski raspored satelita određuje točnost mjerenja pozicije u vodoravnoj ravni (dvodimenzionalna pozicija), okomitoj ravni (nadmorska ili apsolutna visina) i točnost korekcije sata u prijamniku GPS-a. U praksi susrećemo sljedeće faktore: PDOP (*Positional Dilution Of Precision*) faktor, HDOP (*Horizontal Dilution of Precision*) faktor, VDOP (*Vertical Dilution of Precision*) faktor i TDOP (*Time Dilution of Precision*) faktor.

¹⁰ Svaki GPS prijamnik sastoji se od tri sofisticirana elektronička uređaja: a) mikrovalnog prijamnika u L pojasu, b) preciznog sata i c) namjenskog računala za brzo izračunavanje položaja satelita iz almanaha, izračunavanje položaja iz mjerenja udaljenosti, preračunavanje koordinata u veći broj sustava, te navigacijske funkcije.

a) Carrier Phase prijamnici koriste se u geodeziji za vrlo precizno određivanje koordinata i u velikoj mjeri su zamijenili elektrooptičke teodolite¹¹, posebno na osnovicama dužim od 5 km. Za geodetska mjerenja razvijeno je nekoliko metoda. Prva, koja datira iz prve polovice osamdesetih godina XX. stoljeća, bila je *statičko pozicioniranje*. Kod ove metode dva ili više prijamnika prate iste satelite nekoliko sati. Za to vrijeme se vrlo točno određuje međusobni položaj prijamnika kako bi se mogla izračunati fazna razlika primljenih signala. Jedan od prijamnika mora biti na točno poznatoj lokaciji. U kasnim osamdesetim godinama XX. stoljeća razvijena je metoda *FastStatic* kod koje priprema traje samo nekoliko minuta. Statičke metode mjerenja rezultiraju velikom točnosti, ali i velikim brojem prekobrojnih mjerenja. Kod kinematičke metode prijamnik se kreće po terenu, što je često potrebno zbog unošenja podataka o linijskim (npr. ceste) i poligonskim objektima (npr. granice polja). Kod kinematičke metode točnost je nešto manja jer se položaj određuje na temelju samo jednog mjerenja. Najnovija metoda *On-the-Fly* dozvoljava čak i kraće prekide mjerenja tijekom gibanja prijamnika, zbog čega je odmah prihvaćena za pozicioniranje aviona tijekom aerofotogrametrijskih snimanja. Carrier Phase prijamnici su vrlo skupi, a rad s njima traži visokostručna znanja.

b) Za najširi krug korisnika čije potrebe zadovoljava metarska točnost, namijenjeni su **Code Phase prijamnici**. Njih dijelimo na dvije skupine prijamnika: b1) po P kodu i b2) po C/A kodu.

b1) P kod (od Precision ili Protected) koristi u radu obje frekvencije: L1 (*Link One*) i L2 (*Link Two*) kako bi mogli korigirati utjecaj refrakcije ionosfere. Točnost im je 2–15 metara, uz mogućnost korištenja do brzina od 900 m/s (2.8 mahova). Digitalni zapis sa satelita je zaštićen pseudoslučajnim šumnim kodom (PRN – *Pseudo Random Noise*) koji predstavlja beata sekvence s amplitudom ± 1 . Kod promjene predznaka pseudoslučajnog koda, noseći signal mijenja fazu za 1800. Pseudoslučajne sekvence se mijenjaju svaki tjedan u 00.00 sati GPS vremena, a svaki satelit ima vlastitu sekvencu. P kod prolazi kroz još jednu XOR transformaciju preko jedne periodične beat sekvence čime se na izlazu dobiva tzv. Y kod koji se sa satelita emitira vojnim korisnicima. Ovako složeni sustav zaštite koristi se iz dva razloga: pretpostavlja se da bi u budućim sukobima dijelovi GPS opreme mogli doći u posjed protivnika koji bi ga mogli koristiti samo do sljedeće periodične zamjene PRN-a, a zaštitom signala omogućuje se istovremeno i identifikacija satelita i onemogućuje ometanje lažnim signalima koje bi mogao odašiljati protivnik (AS – *Anti Spoofing*, protiv obmanjivanja).

b2) C/A navigacijski prijamnici su od druge polovice osamdesetih godina XX. stoljeća preplavili civilno tržište i afirmirali GPS kao najkorišteniji navigacijski sustav današnjice. Jedina 'tvrđava' klasične radionavigacije ostalo je navođenje aviona pri slijetanju po kategoriji Cat I.

C/A prijamnici koriste samo L1 frekvenciju¹², a točnost u određivanju položaja ovisi o stupnju degradacije sustava i obično iznosi 100–150 m (50% CEP) dok je maksimalna

¹¹ Teodolit je geodetski instrument za mjerenje vodoravnih i okomitih pravaca (kutova) te za optičko (danas elektronsko) mjerenje duljina.

¹² Sateliti emitiraju radiosignale s oznakama L1 i L2. Civilni GPS sustav koristi frekvenciju L1 – 1575,42 MHz. Važno je napomenuti kako signali mogu proći kroz oblake, staklo ili plastiku ali ne i kroz zgrade ili većinu čvrstih objekata.

brzina 300 m/s (potpuno zadovoljava civilno zrakoplovstvo) uz točnost od 5 cm/s (0.1 čvor). Već na prvim stranicama priručnika proizvođači upozoravaju korisnika kako je GPS sustav vlasništvo Sjedinjenih Američkih Država koje dozvoljavaju njegovo korištenje, ali zadržavaju sva prava oko odlučivanja o raspoloživosti sustava korisnicima. To znači da SAD ima pravo privremeno ili trajno onemogućiti korištenje sustava. Zadnjih desetak godina GPS se toliko proširio da je postao globalno javno dobro i zanemarivo je mala mogućnost da bi SAD naprasno ukinuo civilne emisije satelita. U razvoj sustava GPS-a uložena je 21 milijarda dolara, a godišnji troškovi održanja sustava penju se i na 600 milijuna dolara. S druge strane, razumljiva je zabrinutost Amerikanaca da se sustav nekontrolirano ne koristi u vojne svrhe.

1.1.3.1. Uporaba GPS-a u vojne svrhe

Mogućnosti vojne primjene GPS-a su velike. Više od 9 000 GPS prijarnika korišteno je u operaciji "Pustinjska oluja". Već zapovjednici desetina i vodova pri nailasku na otpornu točku protivnika mogu zaustaviti nastupanje, mogu brzo odrediti svoj položaj, a iz azimuta i udaljenosti do mjesta iz kojeg je na njih otvorena paljba – mogu izračunati i položaj protivnika¹³. Potom zapovjednik šalje svoj i protivnički položaj topništvu ili zrakoplovstvu za blisku potporu koji vatrenim udarom neutraliziraju protivničku otpornu točku. U prošlim ratovima vojnici su pilotima označavali smjer do cilja i svoj položaj raznobojnim platnima i dimnim bombama. Topnička priprema gađanja postala je krajnje jednostavna jer je otpala potreba za dugotrajnim određivanjem položaja pomoću teodolitskih mjerenja. GPS-om su puno dobile raketne postrojbe koje moraju mijenjati svoj položaj nakon svakog otvaranja paljbe zbog oblaka dima koji naprave pri lansiranju. GPS služi za navigaciju letjelica, plovila i kopnenih vozila. Njime se navode krstareći projektili, a u novije vrijeme čak i 'pametne' bombe (*smart bombs*).

1.1.3.2. Uporaba GPS-a u nautici i prometu

Nautičarima GPS postaje nezamjenljiv dio brodske opreme, a u kombinaciji s digitalnim nautičkim kartama obale i dubinomjerom te priključen na auto-pilot, omogućit će sigurnu plovidbu čak i početnicima. Digitalne nautičke karte napravljene su za gotovo sva mora na svijetu pa tako i za Jadransko more, a osim konfiguracije obale ucrtani su i svi svjetionici s režimom rada, podvodni kablovi, benzinske crpke smještene duž obale i sve marine, luke i lučice. Na ekranu svakog GPS prijarnika osim zemljopisne širine i duljine,¹⁴ možemo vidjeti našu trenutačnu brzinu i smjer. Kompas koji vidimo u GPS-u nije magnetski kompas, i za očitavanje smjera trebamo biti u pokretu. Najnovija generacija ručnih GPS-a ima ugrađene i elektronske kompase koji rade i dok stojimo na mjestu. Svaki GPS prijarnik može pohraniti od 500 do 3 000 točaka s imenom, simbolom te podatkom o zemljopisnoj dužini/širini. Točke se mogu markirati na sljedeće načine: može se fizički stati na točku koju markiramo, upisivanjem poznatih koordinata, upisom

¹³ Cijeli proračun se vrlo jednostavno izvodi na samom GPS uređaju.

¹⁴ Položaji stajališta i odredišta na GPS-u prikazuju se u UTM/UPS (*Universal Transverse Mercator/Universal Polar Stereographic*) koordinatnom sustavu i WGS 84 (*World Geodetic System 1984*) datumskoj karti.

smjera i udaljenosti od poznate točke i, samo kod plotera, kursorom s digitalne karte na ekranu. Sve pohranjene točke mogu služiti kao ciljne, odnosno, GPS nas može na njih navesti. Ova funkcija zove se *GO TO* i nakon njezine aktivacije iz liste pohranjenih točaka moramo odabrati naš cilj. Nakon toga GPS prikazuje smjer kojim se moramo kretati i udaljenost koju trebamo prevaliti. Nešto naprednija funkcija navigacije je ruta. Jedna ruta može sadržavati nekoliko točaka (kod nekih uređaja i preko pedeset). Rutu moramo sami kreirati dodjeljujući joj redom točke kroz koje trebamo proći.

U svakom GPS uređaju postoji nekoliko funkcija za alarme. Najkorisniji su: *Alarm kod sidrenja* – ukoliko se moramo sidriti u nepoznatoj uvali ili za vrijeme nevremena zadajemo radijus kružnice u kojoj se brod može slobodno okretati oko sidra. Ako sidro "zaore" i brod izađe iz zadane kružnice, pali se alarm (*Proximity Waypoints* – određene točke iz memorije uređaja oko kojih opisujemo zamišljenu kružnicu). Ukoliko na našem putu uđemo u tu kružnicu, pali se alarm (korisno je kad noću prolazimo područjem gdje postoje teško vidljive hridi). *Off Course Alarm* upozorava na skretanje sa zadanog kursa. Od funkcija povezanih s alarmom treba još spomenuti i mogućnost njegova aktiviranja pri dolasku na ciljnu točku (*Arrival Alarm*).

Točnost GPS-a u navigaciji danas iznosi između 5–10 metara. Nedavno je pušten u probni rad sustav WAAS/EGNOS koji popravlja točnost GPS-a na 2 do 3 metra u svim uređajima koji imaju mogućnost prijma takve korekcije. WAAS/EGNOS je potpuno besplatna korekcija za čije primanje nije potreban nikakav dodatni radiouređaj, već ga sam GPS automatski prepoznaje, prima i popravlja točnost.

Osim za uporabu na moru, GPS svoju najnoviju primjenu nalazi i u *automobilima* i *kamionima*.

Autokarte će polako zamijeniti LC zaslone s digitalnim kartama u CD-ROM-u ili internoj memoriji na kojima se vidi položaj automobila u odnosu na ceste i križanja. Velike transportne kompanije sve više uvode praćenje svojih kamiona putem GPS-a i mobitela. Tako se u jednom dispečerskom centru u svakom trenutku može vidjeti gdje se vozilo nalazi te smjer i brzinu kretanja, a da toga vozač uopće nije svjestan. Slično praćenje moguće je izvesti i za *charter* kompanije koje iznajmljuju skupocjena plovila nakon čega po sedam i više dana ne znaju gdje se brodovi nalaze.

Primjena u osobnim automobilima sastoji se u mogućnosti korištenja GPS-a umjesto autokarti, za planiranje puta, te za zaštitu od krađe.¹⁵

¹⁵ GPS sve više postaje uobičajeno pomagalo i u automobilu. Postoje različiti sustavi. Najjednostavniji omogućuju pozivanje pomoći u slučaju hitne potrebe na cesti šaljući trenutačni položaj u dispečerski centar (npr. kod taxi-službi i sl.). Sofisticiraniji sustavi mogu pokazivati položaj vozila na elektroničkoj karti dajući vozačima mogućnost da obilježe svoje položaje i potraže neku adresu, ulicu, restoran, hotel, muzej ili neko drugo odredište (npr. prisutno u vatrogasnim vozilima, vozilima hitne pomoći, policije i sl.). Neki sustavi mogu automatski kreirati trasu (rutu) i davati upute za svako skretanje do traženog položaja. Osim zemljopisnog položaja izračunavaju brzinu i smjer kretanja ali ne uzimaju u obzir prometne propise (npr. jednosmjernu cestu, ograničenje brzine). Također postoje satelitski navigacijski položajni sustavi preko kojih se može automatski blokirati rad motora i/ili zatvaranje vrata automobila. Postoji mogućnost praćenja vozila od strane proizvođača koji u slučaju kvara obavještava korisnika o najbližem servisu. Sustav je moguće proširiti u smislu slanja informacija proizvođaču o stanju motora, senzorima koji se nalaze u vozilu i sl., pa je stoga moguća i povratna informacija vozaču u slučaju potrebe prevencije mogućeg kvara.

1.2. Globalni navigacijski satelitski sustav – GLONASS

Globalni položajni sustav (GPS) je općeprihvaćen sustav za satelitsku navigaciju, no malo je poznato da postoji još jedan takav sustav, a to je Globalni navigacijski satelitski sustav GLONASS¹⁶ – *ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система*¹⁷. Ta dva sustava su slična, a pravljena su u isto vrijeme i s istom svrhom. GLONASS je u uporabi od osamdesetih godina XX. stoljeća, ali informacije o njemu bile su rijetke u zapadnim zemljama do zadnjih deset do dvanaest godina. Razlog vjerojatno leži u tome da je bivši Sovjetski Savez tajio sve informacije o vojnoj opremi, a GLONASS je bio razvijen za potrebe sovjetske vojske.¹⁸

Prvi satelit iz sustava GLONASS-a lansiran je četiri godine poslije GPS-a, 1982. godine. Jedna od njegovih glavnih prednosti bila je u tome što nije imao dodanu namjernu pogrešku na civilnom signalu. To se promijenilo 2000. godine kada su Sjedinjene Američke Države uklonile namjerno dodanu pogrešku sa GPS-a. No, satelitski sustav GLONASS ima i druge prednosti kada se radi o postupnom slabljenju performansi, uskraćivanju usluga i tome što je uporaba vojnog signala moguća na obje frekvencije. Kod GPS-a vojni signal je kodiran dok je kod GLONASS-a dostupan, iako ruska vlada ne preporučuje njegovu uporabu. Još jedna prednost je veća inklinacija orbite satelita GLONASS-a što omogućuje bolji prijam signala na većim zemljopisnim širinama.¹⁹

GLONASS je, kao i GPS namijenjen i za civilnu i za vojnu uporabu. Ali za vojne korisnike nije preporučljivo da odašilju bilo kakve signale jer na taj način može biti otkriven njihov položaj, te je stoga GLONASS konstruiran tako da korisnik može samo na temelju prijma signala sa tri, ili u boljem slučaju, četiri satelita odrediti svoj položaj.

1.3. GALILEO – Europski sustav satelitske navigacije

Korisnici satelitske navigacije u Europi danas nemaju drugu alternativu osim korištenja satelitske navigacije SAD-a (GPS) ili satelitske navigacije Ruske Federacije (GLONASS). Ali na navedene sustave ne može se u potpunosti osloniti jer su oba sustava pod vojnim nadzorom te zbog toga nije zajamčeno da će pružati neometano korištenje usluga u svim uvjetima.

Satelitska navigacija je postala standardni način navigacije na moru, a u bližoj budućnosti takav način navigacije će postati standardni i na kopnu. Ukoliko bi došlo do

¹⁶ Ruski sustav za globalno pozicioniranje.

¹⁷ GLObalnaja NAVigacionaja Sputnikovaja Sistema.

¹⁸ GLONASS sustav je skupina satelita koji stalno odašilju signale u dva frekvencijska opsega, koji mogu biti primljeni na bilo kojem dijelu planete i pomoću njih se može odrediti točan položaj i nadmorska visina. Ovaj sustav koristi skoro ista načela rada kao i američki GPS sustav navigacije, s tim da postoji jedna bitna razlika, GLONASS sustav nije doživio svoju transformaciju kao ni civilnu komercijalnu uporabu, što ga je u dobroj mjeri zadržalo u okvirima samo jedne države.

¹⁹ GLONASS je bolji za uporabu na većim zemljopisnim širinama zbog njegove veće orbitalne inklinacije. GPS ostavlja veću "rupu na nebu" negoli GLONASS. Druga prednost GLONASS-a je svojevrjeme bila njegova preciznost za civilne korisnike, koja je bila dvostruko veća, jer je civilni signal GPS-a imao ugrađenu namjernu pogrešku. Godine 2000. ukinuta je namjerna pogreška pa je došlo do izjednačavanja preciznosti.

gašenja sustava satelitske navigacije, mnogi bi brodovi bili prisiljeni vratiti se na metode navigacije pomoću almanaha i sekstanta. A za nekoliko godina kada se još i više proširi uporaba satelitske navigacije, posljedice gašenja sustava bile bi još i veće i ne bi ugrožavale samo učinkovitost transportnog sustava, već i sigurnost ljudi.

Po svojoj konstrukciji ali i zbog činjenice da se pojavljuje kao najmlađi sustav satelitske navigacije, GALILEO bi trebao biti najbolji i najučinkovitiji svjetski sustav satelitske navigacije. Za razliku od svojih prethodnika, GALILEO satelitska navigacija imat će milimetarsku preciznost u pozicioniranju objekata ili određivanju točnog mjesta točaka na Zemlji. Za razliku od GPS-a ili GLONASS-a, europski sustav navigacije posjeduje mogućnost dvosmjerne komunikacije kao i navigacije pomoću čega se može vrlo uspješno upravljati zrakoplovima ili brodovima bez posade. Planirano je da usluge GALILEO sustava navigacije do 2020. godine koristi preko četiri milijarde ljudi, što će stvoriti oko 100 000 radnih mjesta u elektroničkim poduzećima, a to nije zanemariva činjenica.

Europa zaista treba vlastiti sustav baziran na satelitima za određivanje globalnog položaja iz više razloga. Najprije, zbog vlastite kontrole svog "iznadeuropskog" prostora. Potom, jer će to biti mreža pod civilnom kontrolom, vojni interesi će biti manje značajni. Važna komponenta GALILEO navigacijskog sustava je da se ne može rabiti za terorističke prijetnje i terorizam. S druge strane, postoje i argumenti protiv ovog projekta – visoka cijena²⁰, dupliranje postojećeg sustava, te premalo beneficija krajnjim korisnicima – samo su neki od najznačajnijih protuargumenata.

1.3.1. Povijesni razvoj GALILEO navigacijskog sustava

Početak 1990. godine Europska unija je uvidjela potrebu Europe da ima vlastiti sustav satelitske navigacije. Odluka o izgradnji takvog sustava donesena je u istom duhu kao i odluka iz 1970. godine o slanju rakete "Ariane" i projekta "Airbus".

Europska unija i Europska svemirska agencija (ESA) udružile su snage u izgradnji europskog sustava satelitske navigacije nazvanog "GALILEO", a navedeni projekt će biti neovisan i kontroliran od civilnih vlasti, što će mu garantirati stalni rad. GALILEO je sad u stadiju prijelaza iz nacрта u razvojni projekt.

Sigurnosna i gospodarska neovisnost Europe bio je glavni razlog stvaranja vlastitog sustava satelitske navigacije, ali pored tog razloga postojali su i sljedeći:

- budući da bi bio kompatibilan sa GPS-om i GLONASS-om, GALILEO bi bio kamen temeljac Globalnog sustava satelitske navigacije (GNSS²¹). Ovaj sustav bi bio pod nadzorom civilnih vlasti i omogućio bi najpreciznije pozicioniranje za većinu mjesta na Zemlji, čak i u velikim gradovima s visokim zgradama koje ometaju signal satelita koji su "nisko na horizontu", a to bi bilo moguće zbog uporabe dvostruko više satelita;

²⁰ Cijena projekta GALILEO je oko 3,6 milijarde eura, a trećina će biti utrošena za razvoj.

²¹ *Global Navigation Satellite Systems (GNSS)*, internacionalni ICAO termin obuhvaća: GPS, GLONASS (Globalni navigacijski Sputnjikov sistem), GALILEO (Europski Global Position System), SBAS (*Satellite-Based Argumentation System*), GBAS (*Ground-Based Argumentation System*) GRAS (*Ground-Based Regional Argumentation System*) i druge.

- postavljanjem satelita u orbiti na višim inklinacijama u ekvatornom pojasu od satelita GPS-a, GALILEO će omogućiti bolju pokrivenost na većim nadmorskim visinama. To će ga učiniti prikladnim za korištenje iznad Sjeverne Europe, na područjima koja nisu dobro pokrivena sa GPS-om;
- s GALILEO-om će Europa moći iskoristiti mogućnosti koje pruža satelitska navigacija u punom opsegu, a od čega će imati koristi proizvođači opreme i aplikacija za satelitsku navigaciju kao i pružatelji usluge satelitske navigacije.

1.3.2. Karakteristike GALILEO navigacijskog sustava

GALILEO će garantirati pružanje usluga i pod najekstremnijim uvjetima, a trenutno će informirati korisnike o prestanku rada nekog od satelita. To će omogućiti uporabu satelitske navigacije i u sustavima u kojima je sigurnost vrlo bitna, kao što je upravljanje vlakovima, navođenje cestovnih vozila ili slijetanje zrakoplova.

Potpuno funkcionalni sustav GALILEO će se sastojati od 30 satelita²², pozicionirana u tri središnje orbite na visini od 23 641 km od tla, a orbite su međusobno pod kutom od 120° što omogućava dobru pokrivenost i preko 75° sjeverno, što odgovara području Sjevernog pola i dalje. Veliki broj satelita zajedno s mogućnošću optimalizacije konstelacije i prisutna tri rezervna satelita, osigurat će da kvar jednog satelita neće imati utjecaja na krajnjeg korisnika. Svaki od 30 satelita imat će dva atomska seta: "*Rubidium*" i "*Hydrogen maser*" atomski sat.

Dva GALILEO-va kontrolna centra (GCC) nalazit će se na području Europe, a omogućavat će kontrolu satelita. Podaci prikupljeni u globalnoj mreži dvadeset senzornih stanica GALILEO-a (GSS) bit će prosljeđeni u GALILEO-ov kontrolni centar kroz komunikacijsku mrežu. GALILEO-ov kontrolni centar će koristiti podatke prikupljene od strane senzornih stanica radi provođenja informacijskog integriteta i sinkroniziranja vremenskih signala svih satelita i zemaljskog sata. Izmjena podataka između kontrolnih centara i satelita će se provoditi kroz tzv. "*up-link*" stanice. Pet "*S-band up-link*" stanica i deset "*C-band up-link*" stanica će biti instalirano diljem zemlje kako bi mogli ispunjavati svoju svrhu.

2. PRIMJENA SATELITSKE NAVIGACIJE U POLICIJI

GPS je vrlo koristan alat u poslovima policije. Zbog svoje mnogostruke iskoristivosti nalazi se u gotovo svim segmentima policijskog djelovanja. On se može koristiti u pomorskoj, specijalnoj, interventnoj, graničnoj, prometnoj, temeljnoj i kriminalističkoj policiji. Međutim, njegova samostalna uporaba je ograničena na pomorsku i specijalnu policiju, gdje se koristi za orijentaciju i navigaciju. U svim ostalim slučajevima, da bi mogao biti iskoristiv, GPS se koristi zajedno sa GIS-om²³. Stoga, da bismo uopće mogli nešto reći o uporabi GPS-a u policiji, najprije moramo definirati GIS.

²² Cijeli GALILEO navigacijski sustav trebao bi biti operativan 2013. godine s mrežom od 30 satelita (27 operativnih i 3 aktivna pričuvna satelita) i nekoliko zemaljskih postaja.

²³ Geo-informacijskim sustavom.

2.1. Geografski informacijski sustav (GIS)

Geografski informacijski sustav (GIS) računalni je sustav sposoban za integriranje, spremanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geografskih informacija. GIS je oruđe *pametne karte* koja korisnicima dopušta stvaranje interaktivnih upitnika, analiziranje prostornih informacija i uređivanje podataka. Tehnologija geografskog informacijskog sustava može se koristiti za znanstvena istraživanja, upravljanje resursima, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja, kartografiju i planiranje puta (ruta).

GIS omogućuje analizu, prikaz, pretraživanje i rad s podacima u grafičkom obliku na osnovi prostorne (zemljopisne) komponente sadržane u podacima. Tipično, GIS je u obliku interaktivne karte povezan s relacijskom bazom podataka. Prostorna komponenta (adresa ili zemljopisni položaj) prisutna u podacima omogućuje analizu i prikaz podataka na nov način, pronalaženje podataka na osnovi prostornih uvjeta, otkrivanje novih pravilnosti i odnosa, i nadzor nad promjenama u podacima direktno u grafičkom obliku.

Uz pomoć GIS tehnologije moguće je lakše analizirati vrijednosti kao što su lokacija (položaj), količina, gustoća, prostorna promjena ili prostorni odnos (što je blizu ili što je unutar nečeg drugog). GIS omogućuje prikaz i analizu podataka i u vremenskoj domeni što omogućuje trenutačno uočavanje promjena i predviđanje budućih uvjeta, što nije lako postići analizom podataka u klasičnom tabličnom obliku.

Procjene pokazuju da 80% svih podataka sadrži prostornu komponentu. Uz pomoć GIS tehnologije moguće je iskoristiti ovu informaciju i postaviti pitanja kao što su "gdje", "zašto" i "kako" te otkriti pravilnosti, probleme i veze koje su dotad bile nevidljive. Sve ovo omogućuje uštedu vremena i donošenje boljih odluka.

Naravno, sve se ove mogućnosti mogu iskoristiti i u internetskim aplikacijama – učinkovitost i atraktivnost internetskih rješenja bit će znatno unaprijeđeni korištenjem GIS funkcionalnosti.

Tipična područja primjene GPS/GIS tehnologije uključuju:

- a) poslovne aplikacije (odabir lokacija, analiza distribucije potrošača, planiranje dostave)
- b) industriju (prijevoz, telekomunikacije, rudarstvo i naftna industrija)
- c) transportne sustave (prijenos plina, nafte, električne energije) i promet (kopneni, željeznički, plovni i zračni)
- d) zaštitu okoliša (nadzor, upravljanje, modeliranje)
- e) vojnu industriju
- f) policiju, ustanove za hitnu medicinsku pomoć, vatrogasce, gorsku službu spašavanja
- g) pravosudnu policiju (obilježavanje osoba tzv. narukvicom na ruci ili gležnju, kojima je izrečena mjera kućnog pritvora, mjera opreza /npr. radi činjenja nereda na sportskim utakmicama/, uvjetni otpust i sl.)
- h) javnu upravu (korištenje geodetskih i katastarskih podataka od strane porezne uprave)
- i) Državnu upravu za zaštitu i spašavanje (opremljena je vozilima za satelitsku navigaciju jer su njihove zadaće poglavito lociranje unesrećenih osoba, izgubljenih ili nestalih osoba u prirodi i dr.)

- j) zaštitu endemskih životinja čije se kretanje prati u zemljopisnom prostoru nakon čipiranja i obilježavanja
- k) obrazovanje (nastavni i istraživački alati).

2.2. Uporaba GPS/GIS-a u prometnoj policiji

U prometnoj policiji GPS/GIS se upotrebljava za označavanje prometnih nesreća na digitalnim kartama u nekom gradu ili na nekom drugom području. Prilikom očevida prometnih nesreća preko GPS uređaja šalju se podaci o mjestu nesreće, a oni se spremaju u baze podataka. Kasnije ih se može koristiti za prikaz učestalosti prometnih nesreća na pojedinim mjestima, pa se na temelju tih podataka mogu poduzimati radnje za njihovo buduće sprječavanje.

Drugi oblik primjene je u nadzoru brzine kretanja vozila. Najnovija generacija uređaja za nadzor brzine kretanja temelji se na GPS tehnologiji.

2.3. Uporaba GPS/GIS-a u poslovima kriminalističke policije

Pratiti osobu, vozilo ili drugi predmet koji je povezan s nekim kaznenim djelom, vrlo je složen posao i uvijek postoji opasnost da će policijski službenici koji ih prate biti otkriveni ili da će vozilo ili koji drugi predmet izmaknuti pratnji. Međutim, označavanje takvog vozila ili predmeta pomoću GPS uređaja i praćenje njegovog kretanja na digitalnoj karti bitno olakšava taj posao.

a) Pasivno praćenje objekta GPS-om

Bazira se na pamćenju određenih točaka (položajnih mjesta, adresa) kojima je vozilo prolazilo, a ne cjelokupnog puta. Sve informacije spremaju se u GPS uređaj te se kao takve mogu računalo obrađivati. Informacija dobivena ovom metodom je statističke prirode (npr. analizira se učestalost evidentiranja na određenoj točki – položajnom mjestu/adresi).

b) Aktivno praćenje objekta GPS-om

Metoda se koristi kada se ukazuje potreba za informacijama o položaju koja je funkcija vremena ("u određeno vrijeme na određenom mjestu"). Stoga imamo periodično osvježavanje informacije, npr. svake sekunde (dinamičnost informacije), te na taj način možemo detaljno pratiti položaj označenog objekta. Osim zemljopisnog položaja informacije se odnose i na brzinu kretanja, smjer kretanja i sl.

c) Koordinirano praćenje objekta GPS-om

Također spada u GPS praćenje objekata, osim što u ovom slučaju postoji mogućnost razmjene informacija među pratiteljima. Ova metoda uspješno se koristi slično kao *GSP fishfinder* koji pomaže ribarima u potrazi, praćenju i ulovu riba. Snimljene informacije mogu se razmjenjivati samo među krajnjim korisnicima i/ili prema središnjoj jedinici koja te podatke obrađuje i mapira dobivajući predodžbu aktualnog stanja i situacije na karti te je time omogućeno vođenje akcije iz jednog središta. Metoda se primjenjuje i u policiji i u vojsci gdje operativne jedinice mogu međusobno komunicirati razmjenjujući informacije o položaju označenog objekta iako se više ne nalazi u vidnom polju neposrednih pratitelja.

d) GPS praćenje plovila

Praćenje plovila (samog plovila, osobe ili predmeta na plovilu, provođenje mjere tajnog praćenja osobe ili predmeta te nadziranje prijevoza i isporuke predmeta kaznenog djela) danas je mnogo sofisticiraniji postupak. Za razliku od praćenja objekta na kopnu gdje se informacije razmjenjuju najčešće putem mobilnih stanica ili telefona, na moru (vodenim površinama, jezerima) je razmjena informacija moguća samo putem satelitskih komunikacija.

Druga primjena ovog sustava je u sprječavanju krađe i otkrivanju ukradenih vozila koja su opremljena alarmnim sustavom koji se zasniva na GPS tehnologiji. Također se može upotrebljavati za označavanje zona događaja pojedinih kaznenih djela te na taj način omogućiti bolji uvid u stanje i vrstu kriminaliteta na pojedinom području.

2.4. Uporaba GPS/GIS-a u temeljnoj policiji

S gledišta sigurnosti i rukovodstva, policijski rukovoditelji su oduvijek željeli znati gdje se nalazi pojedina ophodnja u svakom trenutku. Sada ophodnje mogu koristiti GPS prijammnik koji koristi tri do sedam satelita koji omogućavaju precizno pozicioniranje (tri satelita u krugu od nekoliko desetaka metara, a sedam u krugu nekoliko metara). Ti prijammnici također imaju u sebi ugrađene kompjutorske čipove tako da mogu izračunati položaj i poslati podatke o zemljopisnom položaju (zemljopisne širine, dužine, visine²⁴), brzini kretanja i posredovanju vremena s unaprijed određenom točnošću koja je precizna do 1 sekunde svakih 300 000 godina. Podaci se mogu odmah preko računala ili radiomodemata poslati u postaju. Naravno, svaka ophodnja bi odašiljala podatke o položaju svake minute ili slično.

Ti podaci stižu u postaju, najčešće u prostore šefa smjena, gdje se primaju i koriste da bi se prikazao položaj ophodnje na velikoj digitalnoj karti (najčešće na velikim monitorima ili pomoću projektor). Karta mora biti dovoljno velika da se na njoj prikaže cijelo područje s dovoljnom količinom detalja. Ako je karta precizna, relativno je jednostavno odrediti položaj ophodnje.

GPS se može upotrebljavati u gusto naseljenim gradovima i iz razloga sigurnosti za policijske službenike. U gradovima, ophodnja je najčešće ili na putu do mjesta intervencije ili na mjestu intervencije, a podaci s prijammnika stižu periodično (npr. svake minute ili sl.), te stoga nisu naročito značajni za raspoređivanje ophodnji na pojedine intervencije jer su "zastarjeli". Ali mogu biti od presudne važnosti ukoliko je policijski službenik ranjen ili onespособljen na drugi način, jer se do njega mogu usmjeriti druge ophodnje.

GPS je najkorisniji u slabije naseljenim područjima i autocestama, gdje su ophodnje češće na jednom mjestu nego u pokretu i gdje pomoć može biti udaljena desecima kilometara. Isto tako, ako šef smjene točno zna poziciju ophodnji, može na mjesto događaja poslati onu ophodnju koja može stići najbrže.

²⁴Tri satelita su zapravo dovoljna za određivanje 2D komponente (zemljopisne širine i dužine). Za određivanje treće dimenzije – nadmorske visine – potrebni su signali s najmanje četiri satelita.

2.5. Humanitarno razminiranje

Poslovi humanitarnog razminiranja su poslovi od interesa za sigurnost Republike Hrvatske te zaštitu okoliša i zdravlja ljudi. Pod poslovima humanitarnog razminiranja podrazumijevaju se poslovi općeg i tehničkog izvida, izrade projektne dokumentacije, pretraživanja, razminiranja i nadzora te poslovi po naravi povezani s njima. Također, pod poslovima humanitarnog razminiranja smatraju se i hitne intervencije stručno osposobljenih i opremljenih službenika za protueksplozijsku zaštitu Ministarstva unutarnjih poslova, koje se poduzimaju na miniranim i minski sumnjivim područjima i/ili građevinama. GPS tehnologija, globalnog položajnog satelitskog sustava, koristi se u okviru kriminalističkog dokumentiranja pronalaska ostavljenih, pronađenih i detektiranih neeksplozivnih ubojitih sredstava i eksplozivnih ubojitih sredstava, kao i za evidentiranje i nadzor nerazminiranih minskih polja, te praćenje neovlaštenog ulaska u nerazminirano minsko područje. Također, moguće je praćenje nezakonitog snabdijevanja eksplozivom ili eksplozivnim komponentama radi izrade terorističkih sredstava ili provođenja terorističkih aktivnosti.

2.6. Bitni čimbenici kod izbora vrste sustava

U istraživanju čimbenika važnih za uporabu GPS-a u policiji došlo se do zaključka da je preciznost najvažnija. Za policijske potrebe potrebni su precizni uređaji koji mogu i odašiljati svoj položaj i čija se preciznost kreće u krugu od jednog metra. Isto tako, vrlo je bitno da detaljnost i preciznost digitalne karte odgovaraju preciznosti GPS uređaja. Iako se svaki dan povećava preciznost GPS prijarnika i digitalnih karata, mora se obratiti pozornost na to da digitalna karta pokazuje točnu poziciju GPS uređaja.²⁵ Karte se moraju redovito ažurirati kako bi točno prikazivale okolinu.

3. ZAKLJUČAK

Razvoj globalnog satelitskog sustava za određivanje položaja, GPS-a, prihvaćen je ne samo u navigaciji već i u raznim geo-znanostima. Mogućnost izračunavanja koordinata 24 sata dnevno bez obzira na meteorološke prilike i nepotrebno dogledanje među točkama, vrlo brzo su GPS prijarnike učinile korisnim i općeprihvaćenim terenskim instrumentom. Uporaba GPS prijarnika sve je češća, a iznenađuje raznolikost zadataka za koje ovaj sustav daje pouzdane rezultate. Danas GPS prijarnike osim za vojne potrebe (što je bio izvorni povod izrade sustava) koriste geodeti, šumari, geolozi, geofizičari, geografi, hidrografi, agronomi – ukratko sve struke kojima je neophodan terenski rad kao i kod rekreativnih aktivnosti.²⁶

Osim stručne i profesionalne uporabe u raznim znanostima GPS je našao široku primjenu i u svakidašnjem civilnom životu – razni oblici transporta (cestovni, željeznič-

²⁵ Uvažavajući međunarodne standarde (ISO/TC204, CEN/TC278) imamo osnovu za GDF (*Geografic Data File*) normu, a korisnički elementi, atributi i relacije su integrirani na GIS-ovu (geo-informacijski sustav) platformu.

²⁶ Načina uporabe GPS-a u rekreativne svrhe postoji toliko koliko i samih rekreativnih sportova. GPS postaje sve popularniji kod planinara, alpinista, lovaca, biciklista, skijaša, ali i među sportašima tzv. ekstremnih sportova (padobranstvo, paraglajding i dr.).

ki, plovni ili zračni), sport (nautika, padobranstvo, planinarenje), pa sve do ugrađivanja GPS-a, kao sustava za navigaciju ili praćenje, u osobne automobile i mobilne uređaje.

Sve brže širenje uporabe GPS-a prati i stalni razvoj *prijamnika*. Oni postaju sve manji, brži, pouzdaniji i jeftiniji, potencirajući time svoje korištenje. Današnji ručni GPS prijamnici veličine mobilnog telefona posjeduju mogućnost simultanog praćenja do 12 satelita omogućavajući time rad i u područjima slabijeg prijma signala, primjerice u šumi, uskim kanjonima ili ulicama. Takvi uređaji prvu poziciju izračunavaju za svega 1–2 minute, a zatim svake sekunde daju novoizračunate koordinate. Osim pozicije, GPS prijamnik računa i brzinu (maksimalna, trenutna i srednja brzina), i smjer kretanja. Skoro svi ručni uređaji omogućuju pohranu od 500 i više točaka sa zemljopisnim koordinatama, vremenom pohrane podatka i komentarom (kuća, most, potok, i dr.) te 20-ak ruta od 30 točaka. Pohranjene točke mogu se presnimiti u računalo za kasniju obradu. Naravno, pritom treba uvijek imati na umu u koju svrhu trebamo te podatke.

Noviji ručni GPS uređaji imaju ugrađen i zemljovid određenog područja (eMAP, GPS III Plus, Street Pilot, itd.). Ovi prikazi mogu varirati od jednostavne predodžbe okoline, koja služi kao pripomoć u orijentaciji, do vrlo detaljnog predočavanja ulica u gradovima ili obale sa simbolima svjetionika, kablova, marina, sidrišta i sl. Sve češće se u takvim prijamnicima nalaze i baze podataka gradova, mjesta, ulica, muzeja, bolnica, restorana, itd., sortirane po određenoj tematici.

Služiti se takvim uređajem jednostavno je i gotovo automatizirano. Nakon uključivanja i prijma signala s četiri neophodna satelita, uređaj računa prvi položaj (FIX) nakon čega se možemo kretati po zamišljenoj ili planiranoj ruti. Uporaba GPS-a ne završava samo određivanjem nekog stajališta. Ovisno o uređaju, tražena točka može se odrediti i pronaći sutra ili za deset godina s pouzdanošću od 10 m. Potrebno je samo upisati tražene koordinate i pokrenuti funkciju navođenja. Tog trenutka GPS prijamnik počinje nas strelicom usmjeravati prema traženoj točki istovremeno računajući preostalu udaljenost.

Budućnost GPS-a je zbilja zadivljujuća i perspektivna. Ipak, razvoj događaja u sljedećih deset godina teško je predvidjeti. Međutim, sigurno je da GPS prijamnici ulaze u naš svakidašnji život poput telefona, radioprijamnika ili televizora.

Kako se sada čini, u idućem razdoblju od 5 do 10 godina, u globalnom satelitskom navigacijskom sustavu – ili bolje rečeno tržištu – bit će zastupljena tri sustava.

Američki GPS će nastaviti s modernizacijom i poboljšanjem svojih usluga nove inačice satelita Block II/IIR.

Ruski GLONASS je jedini čija je budućnost upitna. Trenutačno od potrebna 24 satelita funkcioniraju samo njih 10–12, što zavisi od dana do dana, iako je Ruska Federacija naglasila da želi zadržati svoj sustav operativnim i poboljšati njegove mogućnosti.

Glavna zvijezda satelitske navigacije u sljedećem razdoblju trebao bi biti novi europski sustav GALILEO. On je zanimljiv iz razloga što će biti u potpunosti pod civilnim nadzorom, djelomice financiran od civilnog tržišta (postotak od prodanih elektroničkih komponenti u EU) te namijenjen civilnom tržištu kojem će ustupati veću preciznost besplatno svojom osnovnom razinom usluge – OAS (*Open Acces Service*) za razliku od one koju pružaju ponajprije vojni sustavi GPS i GLONASS. Korisnici koji će se uz naplatu služiti kvalitetnijom razinom – CAS (*Controlled Acces Service*) moći će računati

sa centimetarskom preciznošću. To je značajno kada govorimo o korištenju GALILEO sustava u zračnom prometu u primjerice *en route navigaciji* i kao sredstvu preciznog prilaza zrakoplova čak u kategoriji CAT III.

Bez obzira na sve dobre i loše strane ubrzanog razvoja suvremenih tehnologija, satelitska navigacija polako ali sigurno ulazi u mnoge segmente suvremenog društva. Svojom kvalitetom usluge nameće nam se kao jedan novi trend i sa sigurnošću možemo tvrditi da će vrlo brzo mnogim ljudima postati i potreba.

Satelitska navigacija se može korisno upotrijebiti u svim područjima djelovanja policije, od pomorske, preko specijalne, granične te na kraju temeljne, prometne i kriminalističke policije. Dok se u nekim područjima sustav satelitske navigacije može koristiti samostalno, u drugim slučajevima nužno ga je kombinirati s pojedinim računalnim aplikacijama i platformama (npr. GIS sustavom).

U hrvatskoj policiji sustav satelitske navigacije za sada ponajviše se koristi u pomorskoj policiji za orijentaciju na moru, u specijalnoj policiji za orijentaciju na kopnu te u prometnoj policiji za pozicioniranje mjesta nastanka prometnih nesreća te njihovo unošenje u računalne aplikacije za daljnju obradu.

Korištenje takvih sustava uvelike doprinosi podizanju kvalitete i brzine reagiranja policijskih službenika na terenu, a samim time i povećanju stupnja sigurnosti građana.

LITERATURA

1. Andračić, D. (2007). *Posebnosti satelitske navigacije u vozilima*. Diplomski rad. Policijska akademija, Visoka policijska škola.
2. Blagonić, B. (2000). *GPS principi mjerenja i obrada podataka (od satelita do koordinatora)*. Istarski geodet, 3(1), 34.-38.
3. Börjesson, J. (2000). *GLONASS Contributions to Space Geodesy*. Göteborg: Chalmers University of Technology.
4. Börjesson, J., Darin, F., Jarlemark, P., Johansson, J. (2000). *Incorporating GLONASS in Nation – Wide RTK positioning service*. Onsala: Chamers University of Technology.
5. Börjesson, J., Gradinarsky, L., Johansson, J. (2000). *Evaluation of data analysis for a regional GPS/GLONASS network*. Onsala: Chamers University of Technology.
6. Čolić, N. (1998). *GPS i njegova primjena u geografiji*. Geografski horizont, 44(2), 71.-73.
7. Filjar, R., Kos, T., Čičin, V. (2008). *GPS positioning performance in the wake of the halloween 2003 geometric storm*. Proceedings Elmar, 50(2), 385.-388.
8. Getting, I. A. (1993). *The Global Positioning System*. IEEE Spectrum, 30(12), 120.-125.
9. Ivušić, I., Batoš, V., Miličević, M. (2008). *GPS analiza mjernih pogrešaka i primjene*. Naše more, 55(5-6), 177.-181.
10. Kasum, J., Bilić, M., Živan, D. (1998). *Radioslužba*. Split: Državni hidrografski institut.
11. Kuhar, M., Stopar, B. (1993). *GPS mreža Novo Mesto*. Geodetski list, 47(3), 245.-251.
12. Matovina, M. (2008). *Uređaji i oprema satelitske navigacije i primjena u policiji*. Diplomski rad. Policijska akademija, Visoka policijska škola.
13. Stenbip, J. P. (2001). *Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard*. Washington: Secretary of defense. USA.

14. Trpković, D. (2010). *Satelitska navigacija kao sredstvo intervencije policije*. Diplomski rad. Policijska akademija, Visoka policijska škola.
15. www.colorado.edu/ - 10. 10. 2010.
16. www.cosmic.ucar.edu/ - 10. 10. 2010.
17. www.egnos-portal.eu/ - 10. 10. 2010.
18. www.esa.int/ - 10. 10. 2010.
19. www.eumetsat.int/ - 10. 10. 2010.
20. www.garmin.com/ - 10. 10. 2010.
21. www.maplandia.com/ - 10. 10. 2010.
22. www.maptools.com/ - 10. 10. 2010.
23. www.sit-com.ru (*ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система*) - 10. 10. 2010.
24. www.trimble.com/ - 10. 10. 2010.