

# Razvoj GPS tragača uporabom Arduino razvojne platforme

---

**Arifović, Dario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:186:998326>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI  
**Odsjek za politehniku**

**Dario Arifović**

**Razvoj GPS tragača uporabom Arduino razvojne  
platforme**  
(završni rad)

**Rijeka, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI**

Studijski program: sveučilišni preddiplomski studij politehnike

**Dario Arifović**  
mat. broj: 0009064835

**Razvoj GPS tragača uporabom Arduino razvojne platforme  
-završni rad-**

**Mentor : Dr. sc. Damir Purković**

**Rijeka, 2018.**

U Rijeci, 10. svibnja 2018. godine

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

**Pristupnik:** Dario Arifović

**Naziv zadatka:** Razvoj GPS tragača uporabom *Arduino* razvojne platforme

**Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:**

Pristupnik pri realizaciji zadatka treba obraditi teorijske osnove uporabe GPS i GPRS tehnologije za sustave traganja ili praćenja objekata ili ljudi. Treba opisati moguće i korištene platforme i tehnologije na kojima se takvi sustavi zasnivaju. Potom treba opisati polazišta, ciljeve i svrhovitost projektnog zadatka – razvoja GPS tragača na *Arduino* platformi. Nadalje, treba elaborirati tijekom razvoja projekta, karakteristike *Arduino* platforme, korištenog sklopovlja i tehnologije te izraditi funkcionalni model (prototip) GPS tragača. Pri razradi projekta se treba osvrnuti na tehničke, ali i ekonomske prednosti modela te na eventualne mogućnosti komercijalizacije. Rad treba napisati primjenom standardnog hrvatskog jezika i korištenjem hrvatskog stručnog nazivlja.

U završnom se radu obavezno treba pridržavati **Uputa o izradi završnog i diplomskog rada.**

Zadatak uručen pristupniku: 10. svibnja 2018.

Rok predaje diplomskog rada: 3 mjeseca

Datum predaje diplomskog rada: 10. kolovoza 2018.

**Koordinator povjerenstva:**  
Doc. dr. sc. Damir Purković



**Mentor:**  
Doc. dr. sc. Damir Purković



---

---

## **IZJAVA**

Izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, isključivo znanjem stečenim na Odsjeku za politehniku Filozofskoga fakulteta u Rijeci, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora Dr. sc. Damira Purkovića.

U Rijeci, 10. rujna. 2018.

## Sažetak

U ovom je radu napravljen sustav s ciljem praćenja kretanja bilo kojeg vozila s bilo kojeg mjesta u bilo kojem trenutku. Sustav koristi popularnu tehnologiju koja kombinira smartphone aplikaciju s mikrokontrolerom. Jednostavan je za izradu i jeftiniji je od drugih. Uređaj radi koristeći GPS (*Global Positioning System*), GSM (*Global system for mobile communication*) i GPRS (*General Packet Radio Service*) tehnologiju koja je jedan od najčešćih načina praćenja vozila. Uređaj je ugrađen u vozilo kojem treba odrediti lokaciju i pratiti ga u stvarnom vremenu. Za upravljanje GPS i GSM/GPRS modula se koristi mikrokontroler koji služi za prijenos i ažuriranje podataka o lokaciji vozila, a GPS modul za dobivanje zemljopisnih koordinata. Aplikacijom API Google maps se koristi za prikaz vozila na karti u aplikaciji. Korisnici će moći kontinuirano pratiti vozilo u pokretu na zahtjev, koristeći Smartphone aplikaciju i odrediti procijenjenu udaljenost i vrijeme za vozilo da dođe do određenog odredišta. Da bi se prikazala izvedivost i učinkovitost sustava, ovaj rad prikazuje rezultate sustava praćenja vozila.

**Ključne riječi:** Smartphone aplikacija; API Google maps; mikrokontroler; GPS; GSM; GPRS

# GPS tracking system using Arduino platform

## Abstract

The proposed vehicle tracking system is designed for tracking the movement of any vehicle from any location at any time. The system is using a popular technology that combines a Smartphone application with a microcontroller. It is easy to make and cheap compared to others. Device works using GPS (*Global Positioning System*), GSM (*Global system for mobile communication*) and GPRS (*General Packet Radio Service*) technology that is one of the most common ways for vehicle tracking. The device is embedded inside a vehicle whose position is to be determined and tracked in real-time. A microcontroller is used to control the GPS and GSM/GPRS modules. The vehicle tracking system uses the GPS module to get geographic coordinates and GSM/GPRS module is used to transmit and update the vehicle location to a database. Google maps API is used to display the vehicle on the map in the smartphone application. Users will be able to monitor a moving vehicle, using the *Smartphone* application and determine the estimated distance and time for the vehicle to arrive at a given destination. In order to show the effectiveness of the system, this paper presents results of the vehicle tracking system.

**Key words:** Smartphone application; Google maps API; Microcontroller; GPS; GSM; GPRS.

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. GPS</b> .....	2
2.1. Segmenti GPS-a .....	3
2.2. Satelitska konstelacija i signali.....	6
<b>3. GPRS</b> .....	9
3.1. Prednosti i karakteristike GPRS-a .....	11
3.2. Upravljanje mobilnošću GPRS-a .....	13
<b>4. Sustavi za praćenje</b> .....	14
4.1. Sustavi za praćenje vozila vozila.....	14
4.2. Pasivno i aktivno praćenje vozila .....	166
<b>5. Projekt – Razvoj GPS tragača uporabom Arduino razvojne platforme</b> .....	17
5.1. Plan razvoja sustava .....	187
5.2. Komponente osmišljenog sustava .....	18
5.2.1. Hardverske komponente .....	18
5.2.1.1. Arduino platforma .....	18
5.2.1.2. Modul SIM908 .....	20
5.2.1.3. GPS i GSM antena.....	221
5.2.1.4. Baterija .....	22
5.2.2. Komponente softvera.....	23
<b>6. Algoritmi za realizaciju sustava</b> .....	244
6.1. Algoritmi sustava.....	24
6.2. Izvršenje sustava.....	28
<b>7. Prednosti i nedostaci sustava</b> .....	249
7.1. Prednosti sustava .....	29
7.2. Nedostatci sustava .....	29
7.3. Budućnost tehnologije sustava za praćenje .....	30
<b>8. Zaključak</b> .....	32
<b>9. Literatura</b> .....	33



## 1.Uvod

Raznolika je primjena GPS uređaja koje koristimo u svakodnevnom životu, od onih uređaja za usko specijaliziranu namjenu. GPS prijamnik neophodan je u prometu kopnom, morem i zrakom. Ugradnjom GPS-a u osobne i transportne automobile omogućeno je vozačima određivanje pozicije u bilo kojem trenutku, ali i optimalno putovanje kroz velike gradove preusmjeravanjem prometa da bi se izbjegle prometne gužve, prometne nesreće i drugo. U zrakoplovstvu omogućuje slijetanje i uzlijetanje aviona tijekom loših vremenskih prilika. U navigaciji brodovima, jahtama i jedrilicama GPS je standardna oprema i omogućuje određivanje preciznog položaja na moru i oceanu, smjer i rutu kretanja, ali i olakšava uplovljavanje u luke i marine. GPS sateliti emitiraju signal koji GPS prijemnik prima i čita. Svaki GPS prijemnik pruža trodimenzionalnu lokaciju (zemljopisnu dužinu, širinu, i visinu). Odašiljač neprekidno šalje signale stanici za nadzor, a GPS poslužitelj koji vodi brigu o prijemu podataka, pohranjuje ih na sigurno i dostavlja na upit. Ako vlasnik pošalje SMS (*Short Message Service*), automatski dobijemo podatak na kojoj je lokaciji naše vozilo. Sustav je integriran s GPS-om i GSM-om kako bi osigurao: informacije o lokaciji, praćenje u realnom vremenu pomoću SMS-a, praćenje aktivnosti vozača. Sustav sadrži hardver koji je jednostavan za pronalaženje na tržištu, a sastoji se od tri komponente: GPS uređaja za praćenje, servera i baze podataka [1]. GPS uređaj za praćenje je sustav koji prenosi informacije o lokaciji na poslužitelja putem GPRS mreže. Poslužitelj je na osobnom računalu, koji prima informacije i stavlja ih u bazu podataka, a baza podataka oblikuje podatke koje može pretraživati i prikazivati pomoću aplikacije *Google maps*. PRS (*Premium Rate Services*) je tehnologija komunikacije koja omogućuje prijenos podataka putem mobilnih mreža. Koristi se za mobilni internetski, MMS (*Multimedia Messaging Service*) i druge podatkovne komunikacije. Učinkovit je za prenošenje velikih i malih količina podataka (e-mail, web-surfanje) i omogućuje veliku brzinu prijenosa podataka (osobito je korisno za internetsku vezu). Brzine prijenosa podataka variraju zbog ovisnosti o čimbenicima kao što su zagušenja mreže, terminal (mobilni telefon), udaljenost do bazne stanice ili brzina korisnika (ako se korisnik kreće). U sklopu ovog projekta osmišljen je i projektiran uređaj za praćenje vozila koji će biti skriven u vozilu i preko kojeg će se pratiti vozilo u stvarnom vremenu. Projekt opisuje praktični sustav za usmjeravanje i praćenje vozilima na otvorenom, koji se temelji na sustavu globalnog pozicioniranja (GPS) i Globalnom sustavu za mobilnu komunikaciju (GSM). Za razvoj sustava za praćenje vozila korištena je *Arduino* platforma, GPS modul, GSM/GPRS modul, HTTP web-server i baza podataka, te *Google maps* aplikacija.

## 2. GPS

GPS (*Global Positioning System*) je satelitski navigacijski sustav utemeljen od strane američkog ministarstva obrane te je stvoren za potrebe američke vojske. Korištenjem ograničenog broja satelita, testiranje sustava započelo je 1978. godine, a sustav bio proglašen potpuno operativnim 1995. Godine te je od 1980. godine postao dostupan za civilnu uporabu. Svi GPS prijammnici mogu koristiti signal iz drugih GNSS-a (*Global Navigation Satellite System*), kao što je ruski *GLONASS* ili europski *Galileo* [2]. GPS sustav se sastoji od tri osnovna elementa:

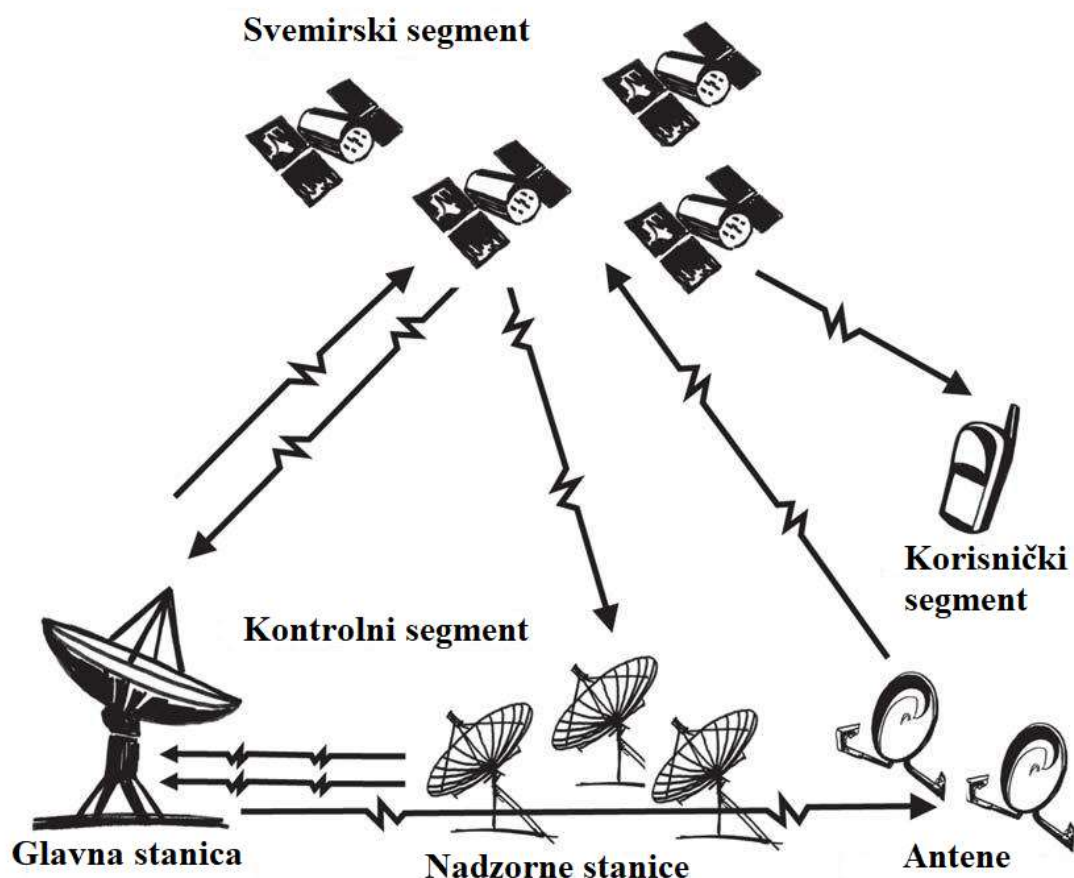
1. Sateliti koji kruže oko zemlje,
2. Stanice za nadzor i kontrolu na zemlji,
3. GPS prijammnici u vlasništvu korisnika.

Sateliti emitiraju signale iz prostora koji se pokreću i identificiraju pomoću GPS prijemnika. Svaki GPS prijemnik pruža trodimenzionalnu lokaciju (zemljopisnu širinu, dužinu, i nadmorsku visinu) i vrijeme. Svaki pojedinac može nabaviti GPS prijammnik koji je dostupan na tržištu. GPS prijemnikom korisnici mogu točno locirati gdje su i jednostavno se kretati, svejedno da li hodaju, voze, lete, ili plove. GPS danas ima važnu ulogu u prometnim sustavima. GPS sustav nastao je iz skupine satelita Ministarstva obrane SAD-a, a razvijen radi poboljšanja vojnih operacija. Sustav je izrastao iz "svemirske utrke" sa Sovjetskim Savezom pedesetih godina dvadesetog stoljeća. Od šezdesetih godina, vojno zrakoplovstvo razvilo je sustav u kojem nekoliko satelita s preciznim satovima može pomoći pri određivanju položaja vozila na kopnu ili u zraku. Američka ratna mornarica i vojno zrakoplovstvo osnovali su navigacijsko-tehnološki program, koji je na kraju postao NAVSTAR (*Navigation System with Time and Ranging*). Rusi su razvili GPS sustav koji je nazvan GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) dok je, također, Europska unija odobrila financiranje GPS sustava „Galileo“. Razvoj i ispitivanje sustava započeo je nakon prvog lansiranja GPS satelita 1974. godine. Ove satelite gradila je tvrtka „Rockwell Collins“, a lansirani su od strane Američkog ratnog zrakoplovstva. GPS program naišao je na veliku prepreku u razvoju kada je lansiranje letova suspendirano nakon nesreće *Challenger-a* 1986. godine. Nekoliko godina nakon toga napravili su promjene na Delta II vozilu za lansiranje, kojem su omogućili da nosi GPS satelite. GPS sustav postao je potpuno operativan 8. prosinca 1993. kada je mreža od 24 satelita (21 operativna i tri rezervna) postala dostupna. Trošak Američkog ratnog zrakoplovstva (1973. - 2002.) za razvoj GPS satelita (ne uključujući vojnu opremu i troškove

lansiranja) iznosi oko 6,3 milijarde dolara. Iznos troškova je oko 750 milijuna dolara godišnje za održavanje mreže satelita, uključujući istraživanje i razvoj, kao i nabavu i zamjenu satelita [3].

## 2.1 Segmenti GPS-a

Sustav globalnog pozicioniranja sastoji se od tri segmenta: svemirski, kontrolni i korisnički segment (slika 2.1). Mreža satelita uključuje satelite u orbiti koji pružaju raspon signala i podatkovne poruke do korisničke opreme. Operativni kontrolni segment prati i održava satelite u prostoru, te nadzire stanje satelita i integritet signala i održava orbitalnu konfiguraciju satelita. Operativni kontrolni segment ažurira satelitski sat koji nam pokazuje parametre bitne za određivanje položaja korisnika, brzine i vremena. Na kraju, oprema korisničkog prijemnika obavlja navigaciju [2].



Slika 2.1. Segmenti GPS sustava

Svemirski segment sastoji se od mreže satelita i signala koji omogućuju određivanje položaja, brzine i vremena. Osnovne funkcije sustava satelita su:

- primanje i pohranjivanje podataka koje prenose stanice kontrolnog segmenta,
- održava točno vrijeme pomoću atomskih satova,
- prijenos podataka i signala korisnicima.

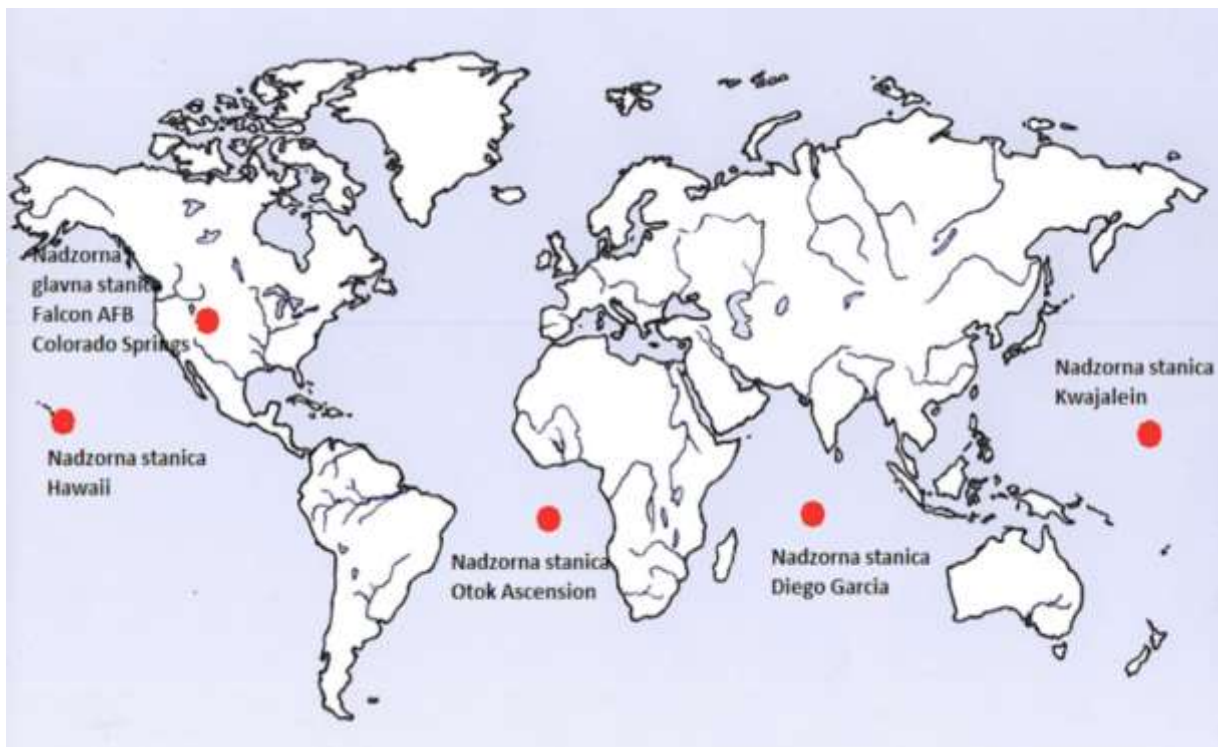
Eksperimentalni sateliti, tzv. Block I sateliti, izgrađeni su od strane Rockwell korporacije. Prvi je lansiran u veljači 1978., a posljednji od jedanaest satelita (jedan je eksplodirao na lansirnoj ploči) lansiran je 1985. godine. Niz operativnih GPS satelita, "Block II" i "Block IIA" su, također, sagrađeni od strane Rockwell korporacije. Serija satelita "Block IIR" prvi je put lansirana 1997, koju je izgradila tvrtka General Electric Corporation. Serija "Block IIF" još je uvijek u fazi projektiranja i može koristiti dodatnu civilnu prijenosnu frekvenciju. Operativni satelitski sustavi I.D razdijeljeni su u tri serije brojeva za svemirski promet: SVN 13 do 21 za Block II, SVN 22 do 40 za Block IIA i SVN 41 i iznad za Blok IIR satelita. Svemirski segment se sastoji od 24 aktivnih i pet rezervnih GPS satelita koji kruže zemljom. Svaki je satelit orijentiran pod kutom od 55 stupnjeva prema ekvatoru. Nalaze se u orbiti na visini od 20.200 km. Svaki satelit prođe cijelu zemaljsku orbitu svakih dvanaest sati (dvije orbite svakih 24 sata) pri brzini od oko 4 km u sekundi. Satelit ima životni vijek oko 10 godina, težak je oko 845 kg, i širok otprilike 5 metara s produženim solarnim panelima. Stariji sateliti (označeni Block II / IIA) još uvijek funkcioniraju opremljeni s dva atomska sata na bazi cezija i dva atomska sata na bazi rubidija. Noviji sateliti (Block IIR) imaju atomski sat na bazi rubidija. Svi sateliti također sadrže 3 nikal-kadmijeve baterije za *backup* napajanja kada je satelit u pomrčini Zemlje (izvan pogleda na sunce). Svaki GPS satelit prenosi jedinstveni navigacijski signal usredotočen na dva L-pojasa frekvencije elektromagnetnog spektra, omogućujući ionosferični učinak na signale koje treba ukloniti. Na tim frekvencijama signali su vrlo usmjereni i tako se reflektiraju ili blokiraju kruti objekti [3].

Kontrolni segment odgovoran je za održavanje satelita i pravilno funkcioniranje. Uključuje održavanje satelita u njihovim pravilnim orbitalnim pozicijama i praćenje satelitskog stanja. Kontrolni segment prati satelitsku solarnu energiju polja te razinu snage baterije. Postoje pet kontrolnih postaja (Slika 2.2): Hawaii, Colorado Springs, Ascension Island, Diego Garcia i Kwajalein. Svih 5 postaja na Zemlji su u vlasništvu Ministarstva obrane SAD-a, a obavljaju sljedeće funkcije:

1. Svih pet postaja su nadzorne postaje, opremljene GPS prijemnicima za praćenje satelita. Podaci o praćenju šalju se u glavnu kontrolnu postaju;

2. U Colorado Springsu je glavna kontrolna stanica, gdje se podaci o praćenju obrađuju kako bi se izračunali satelitske efemeride<sup>1</sup> i korekcije satelitskih satova. To je i stanica koja pokreće sve operacije svemirskog segmenta, kao što je manevriranje svemirske letjelice, šifriranje signala, satelitsko upravljanje satom itd.;
3. Tri postaje (Ascension Island, Diego Garcia i Kwajalein) su postaje koje omogućuju prijenos podataka satelitima. Podaci uključuju orbitu i informacije o ispravljanju sata, koje se prenose unutar navigacijske poruke. Segmenti svemira i nadzora su odgovornost institucija *Air Force Space Command-a*, *Second Space Wing-a* i *Satellite Control Squadron-a*.

GPS sateliti putuju velikom brzinom (4 km/s). Nakon što se satelit odvoji od lansirne rakete, počinje kružiti oko Zemlje. Njegova orbita je određena početnim položajem i brzinom [3].



Slika 2.2. Glavna postaja i nadzorne postaje satelita na Zemlji

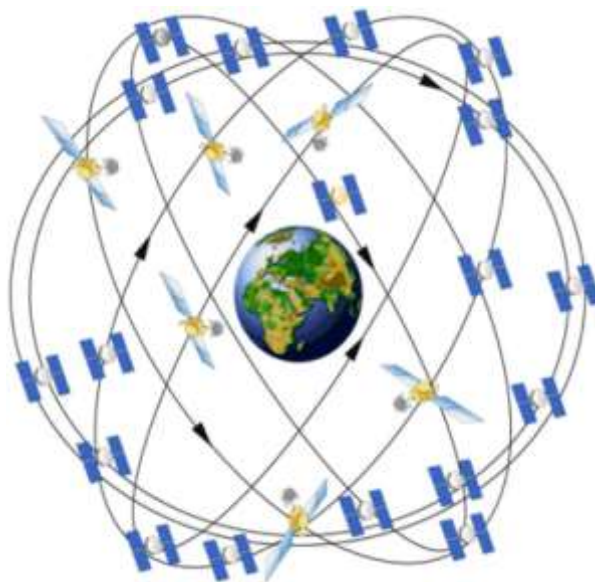
---

<sup>1</sup>Efemeride su proračuni geocentričnih mjesta nekog nebeskog tijela u određenim vremenskim intervalima na temelju poznavanja njegove putanje.

U segment korisnika spada oprema za korisnička oprema za prijem signala. GPS prijemnik procesira signale L-pojasa koje se prenose sa satelita, kako bi odredili položaj i vrijeme. To je značajna evolucija u tehnologiji GPS-a od kada je proizvedena sredinom 70-ih godina. U početku korištenja ove tehnologije analogni uređaji su bili veliki i teški, a prvenstveno su predviđeni za vojne svrhe. Današnjom tehnologijom, GPS prijemnik je znatno lakši i manjeg volumena. Prijemnici se mogu ugraditi na brodove, zrakoplove i automobile te pružaju točne informacije o položaju, bez obzira na vremenske uvjete. Najmanji GPS prijemnik sadašnjice je veličine ručnog sata, a najveći je na vojnim brodovima (mase oko 32 kg). Osnovna struktura prijemnika je antena, procesor, zaslon i regulirani izvor istosmjernog napajanja [3].

## 2.2 Satelitska konstelacija i signali

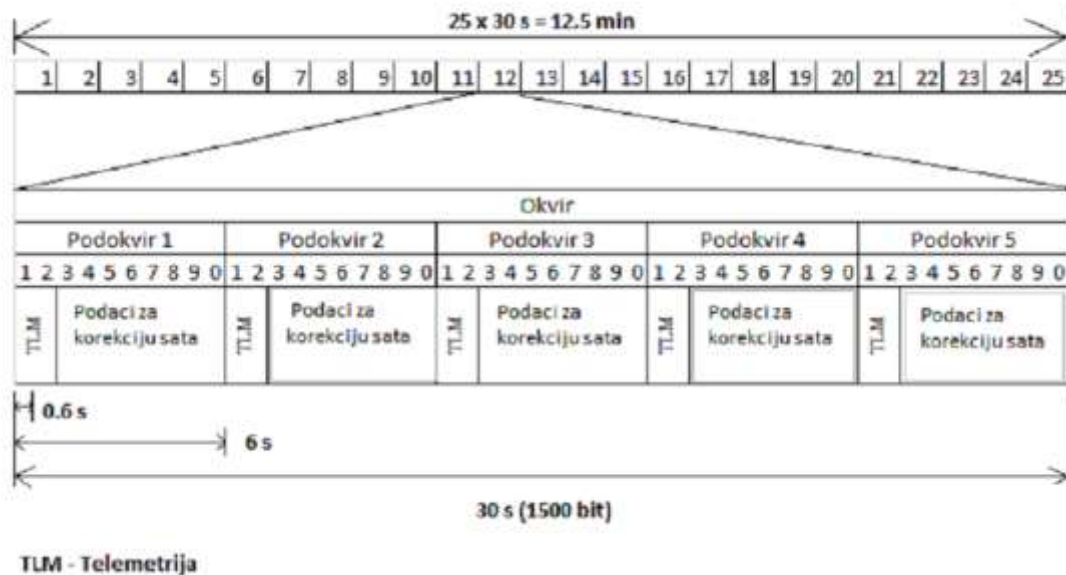
Operativni satelitski sustav (Block II / IIA) trebao je biti u potpunosti operativan do kraja 1980. godine, no dogodila se katastrofa raketoplana „Challenger“ (28. siječnja 1986.), što je značilo to da je GPS sustav postao operativan 1990-ih većini korisnika. Puna operativna sposobnost proglašena je 17. srpnja. 1995. godine. Na nadmorskoj visini od približno 20.200 km, konstelacija 24 funkcionalnih GPS satelita (Slika 2.3) je dovoljna za osiguranje stalne vidljivosti najmanje četiri satelita na svim neometanim mjestima na planeti. Uobičajeno je da je 6 do 10 satelita vidljivo većim dijelom dana [3].



Slika 2.3. Konstelacija GPS satelita

Temelj GPS signala su dva L-pojasna nosača signala. Oni se generiraju množenjem osnovne frekvencije  $f_0$  (10.23 MHz) sa 154 i 120, što daje dva mikrovala L1 i L2. Frekvencije dvaju valova su:  $f_{L1} = f_0 * 154 = 1575,42$  MHz, i  $f_{L2} = f_0 * 120 = 1227,6$  MHz. Ovo su radio frekvencijski valovi sposobni za prijenos signala kroz atmosferu na velike udaljenosti, ali ne mogu prodrijeti kroz krute objekte [3].

Navigacijske poruke sadrže podatke poput satelitskih orbita, korekcija sata i drugih parametara sustava. Te podatke stalno prenosi svaki satelit. Iz tih podataka prijemnik dobiva svoj datum, približno vrijeme i položaj satelita. Kompletan signal podataka sastoji se od 37500 bita i brzine prijenosa podataka od 50 bit/s. Potrebno je ukupno 12,5 minuta da biste dobili potpuni signal. Signal podataka (Slika 2.4.) podijeljen je na 25 frekvencijskih okvira, od kojih svaki ima duljinu od 1500 bit-a [3].



Slika 2.4. GPS signal

Dvadeset pet okvira signala je podijeljeno na podokvire (300 bit, 6 s), koji su ponovno podijeljeni na 10 riječi svaki (30 bita, 0,6 s). Prvi izraz svakog podokvira je TLM (telemetrijska tehnologija). Telemetrijska tehnologija sadrži sinkronizacijski uzorak, koji koristi prijemnik kako bi se sinkronizirao s navigacijskom porukom i na taj način može ispravno dekodirati sadržaj podataka. Sljedeći je izraz HOW (*hand over word*), koji sadrži broj zbrojenih z-epoha. Ovo je vrijeme prema satu satelita kada se prenese kraj podokvira. Ostatak prvog podokvira sadrži podatke o statusu i točnosti odašiljanog satelita kao i podatke o ispravljanju sata. Drugi i treći podokvir sadrži parametre efemerida. Podokvir 4 i 5 sadrže tzv. *Almanah* podatke koji uključuju informacije o orbiti, parametri svih satelita, njihov

tehnički status i stvarnu konfiguraciju, identifikaciju broja itd. Podokvir 4 sadrži podatke za satelite od broja 25 do 32, a podokvir 5 sadrži podatke za satelite od broja 1 do 24. Prva tri podokvira su identična za svih 25 okvira. Svakih 30 sekundi prenose se najvažniji podaci za određivanje položaja sa prva tri podokvira. Prijemnik ograničava pretraživanje od prethodnih satelita i time ubrzava određivanje položaja [3].

Niti jedan svemirski projekt, program ili sustav nije dao toliko koristi ljudima kao što je GPS. GPS je postao sveprisutan i koristan sustav, a potreban je korisnicima da bude dostupan širom svijeta, bez ikakvih troškova, pružajući točno vrijeme, položaj i navigaciju. Milijuni ljudi svakodnevno koriste GPS, bez obzira koriste li moderne komunikacije, lete zrakoplovom, plove brodom, lociranje osobnih vozila, praćenje prometa, pružanje podrške nakon neke katastrofe itd.



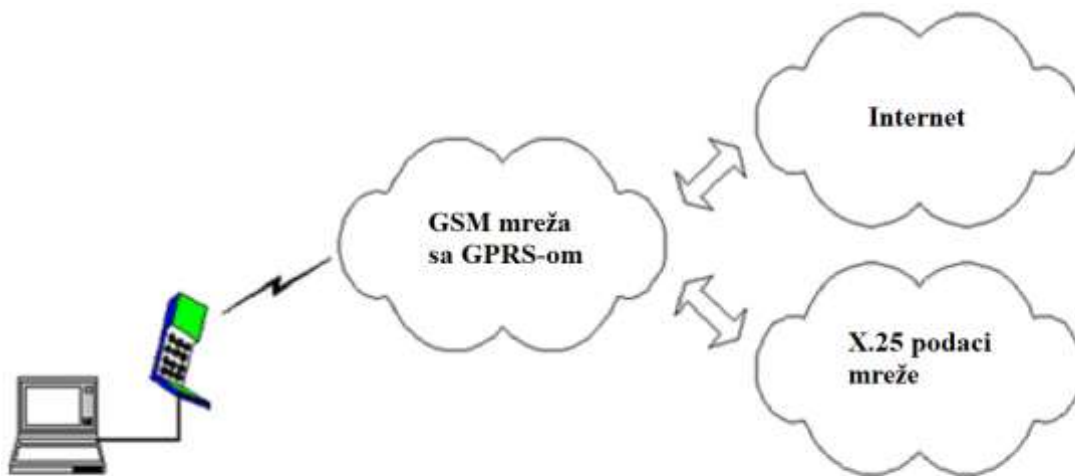
### 3. GPRS

Izumitelji GPRS sustava su Bernhard Walke i Peter Decker, a to je prvi sustav u svijetu koji omogućuje mobilni pristup Internetu, a osmišljen je na temelju 2G mreže. GPRS je standardiziran u Europskom institutu za telekomunikacijske standarde - ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) 1998. godine. GPRS bio je jedan od prvih rasprostranjenih sustava za prijenos podataka na mobilnim mrežama koji se često naziva 2.5G. Prije GPRS-a postojala su dva sustava koja su se koristila za prijenos podataka: CSD (*Circuit Switched Data*) i HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) koji su se naplaćivali po vremenu korištenja usluga. Poslovne mobilne mreže počele su podržavati GPRS 2000. godine. GPRS sustav uvijek omogućuje pristup Internetu, multimedijским porukama i drugim naprednim značajkama telefona. Za razliku od CSD-a i HSCSD-a naplaćuje se po potrošenoj količini podataka.

GPRS daje trenutačnu postavku veze i kontinuiranu vezu s Internetom (Slika 3.1). Osim pružanja novih usluga današnjim mobilnim korisnicima, GPRS je važan kao korak migracije prema trećoj generaciji (3G) mreže. GPRS omogućuje mrežnim operatorima da implementiraju jezgru koja se temelji na IP (*Internet Protocol*) adresi za podatkovne aplikacije, koja će i dalje biti korištena i proširena za 3G usluge integriranih govornih i podatkovnih aplikacija. GPRS brzina prijenosa se kreće od 14,4 kbit/s do 115 kb/s i nudi kontinuiranu vezu s Internetom za mobilni telefon i korisnike računala. Brzina GPRS podataka iznosi prosječno oko 56 kbit/s, u početku 28 i 40 kbit/s. Veće brzine prijenosa podataka omogućavaju korisnicima sudjelovanje na videokonferencijama i interakciju s multimedijским web-stranicama i sličnim aplikacijama uz pomoć mobilnih ručnih uređaja, kao što je prijenosno računalo. GPRS standarde određuje europski institut ETSI (*European Telecommunications Standard Institute*) te partner ANSI (*American National Standard Institute*) [5].

Ključni razlozi operatora za korištenje GPRS mreže:

- povećavanje prihoda ulaskom u mobilno tržište podataka,
- zadržavanje trenutne pretplatnike nudeći nove usluge,
- smanjivanje troškova zbog učinkovite uporabe mrežnih resursa,
- jednostavnost prilagodbe aplikacija za mobilne korisnike.



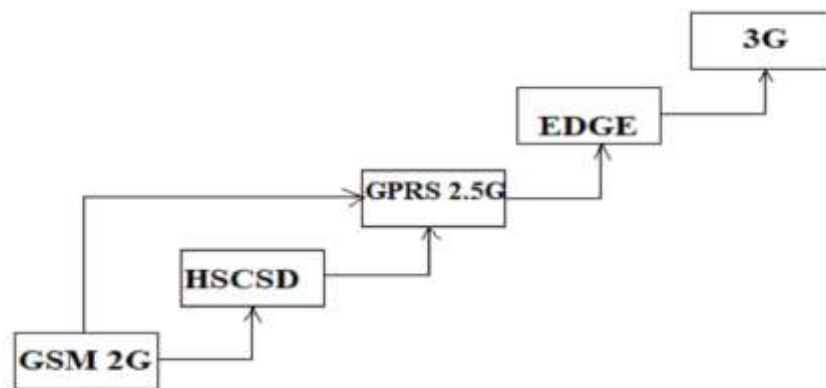
Slika 3.1. GPRS se temelji na GSM-u

GPRS se razlikuje od GSM prema sljedećim obilježjima:

- veće širine pojasa i zbog čega ima i veću brzinu prijenosa podataka;
- neposredne i kontinuirane veze s Internetom - "uvijek on-line";
- mogućnost razmjene ili korištenih tekstualnih i vizualnih podataka, te sadržajne usluge (zbog brzine prijenosa podataka i Interneta), kao što su e-mail, *chat*, fotografije, informacijske usluge (cijene dionica, vremenska izvješća), video konferencije, transakcije e-trgovine (kupnja karata za let, kino).
- prebacivanja podatkovnih paketa bez prekidanja sklopa, što znači da postoji veća učinkovitost spektra korištenih radio-valova jer se mrežni resursi i širina pojasa koriste samo kada se podaci prenose, iako je uvijek povezan

GSM je poznat kao 2G (druga generacija) digitalna mreža (Slika 3.2.). GSM ima maksimalnu brzinu prijenosa podataka od 9,6 kbit/s. HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) - prvi korak prema većim brzinama prijenosa podataka na GSM mreže. HSCSD se koncentrira na četiri GSM vremenske oznake i omogućuje prijenos podatka brzinom do 64 kbit/s. Operateri trebaju odlučiti hoće li ponuditi ovu uslugu ili GPRS ili oboje. Najaveće brzine GPRS-a variraju od 115 kbit/s do 117 kbit/s, ali je vjerojatno će prosječno iznositi 56 kbit/s, s početnom brzinom od 28 do 40 kbit / s. EDGE (*Enhanced Data for GSM Evolution*) - drugi korak prema 3G za GSM / GPRS mreže. EDGE je povećao brzinu prijenosa podataka

za GSM na 384 kbit/s, s povezivanjem do osam kanala ili 48 kbit/s po kanalu. 3G (treća generacija) se također često naziva IMT-2000, WCDMA i UMTS. UMTS je komercijalno stigao u 2002/3. godine, te je ponudio brzine prijenosa do 2 Mbit/s za bežični Internet. Ove brzine padaju do 384 kbit / s za pješake i 144 kbit / s za vozila koja se kreću [5]. 4G (četvrta generacija) je stigla 2009. godine te je ponudila brzine prijenosa između 100 Mbit/s i 1 Gbit/s [6]. Prelazak na petu generaciju mobilnih mreža (5G) donijet će mnoge dobrobiti korisnicima, ali također i mnogobrojnim granama industrije. Riječ je suvremenoj tehnologiji koja radi u mikrovalnom području čija se šira uporaba u Europi očekuje tek iza 2020. godine, u drugom valu 5G implementacije, koja će prema prognozama stručnjaka, iz temelja promijeniti mnoge industrijske procese, komunikacijske mogućnosti krajnjih korisnika i društvo u cjelini [7].



Slika 3.2. Evolucija od GSM-a do 3G mreže

### 3.1 Prednosti i karakteristike GPRS-a

GPRS tehnologija donosi niz prednosti korisnicima i mrežnim operatorima putem GSM sustava. GSM i GPRS elementi sustava funkcioniraju zasebno. GSM tehnologija prenosi glasovne pozive, a GPRS tehnologija se koristi za primanje i slanje podataka. Zbog toga se pozivi i podaci mogu istodobno slati i primiti.

Prednosti za operatere:

- nude nove i poboljšane podatkovne usluge za stambena i poslovna tržišta,
- povećanje prihoda od podatkovnih usluga,
- mogućnost povećanja pretplatničkih brojeva,
- GPRS pruža put nadogradnje,

- kontrola velikih sadržaja portala.

Prednosti za korisnike:

- nove podatkovne usluge,
- veće brzine za transakcije podataka,
- naplaćuje se samo kada se prenose podaci, a ne tijekom trajanja veze,
- konstantna povezanost,
- korisnik može primiti dolazne pozive ili napraviti odlazni poziv usred podatkovne sesije.

GPRS omogućuje razne nove i jedinstvene usluge mobilnim bežičnim pretplatnicima. Ove mobilne usluge imaju jedinstvene karakteristike koje pružaju kupcima poboljšane vrijednosti:

- Mobilnost - sposobnost održavanja stalne komunikacije glasovnih i podatkovnih podataka dok ste u pokretu;
- Neposrednost - omogućuje pretplatnicima da dobiju povezivost prema potrebi, bez obzira na lokaciju i bez dugotrajne prijave;
- Lokalizacija - omogućuje pretplatnicima dobivanje informacija za njihovu trenutnu lokaciju.

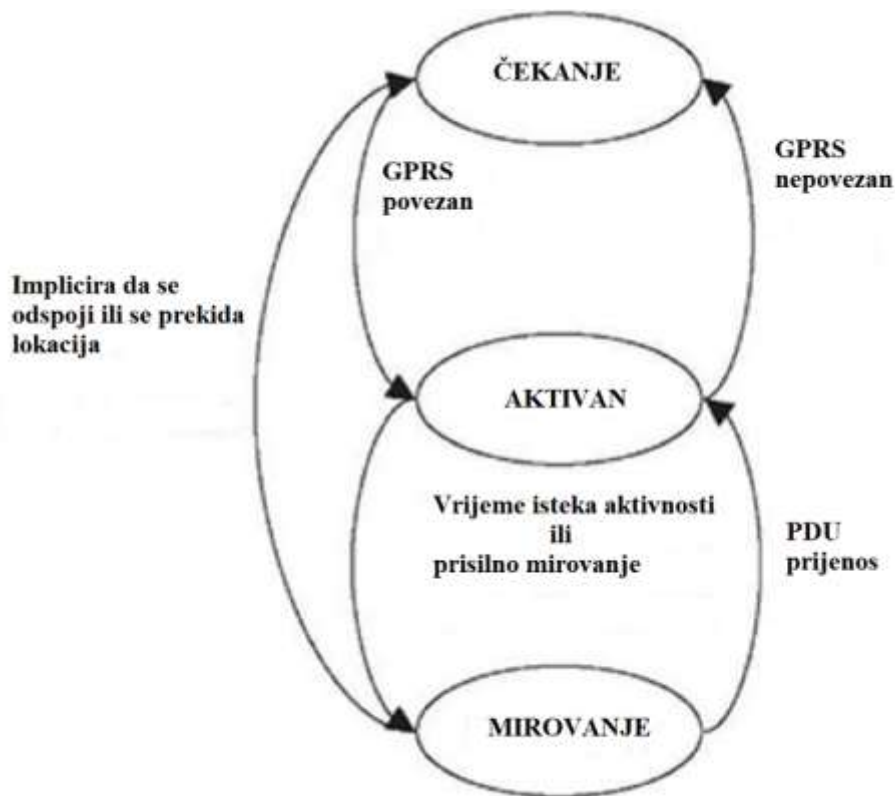
Kombinacija tih karakteristika pruža širok spektar mogućih primjena koje mogu biti ponuđene mobilnim pretplatnicima. Aplikacije se mogu razdvojiti u dvije kategorije visoke razine: korporativne i potrošačke. To uključuje:

- komunikacije - e-pošta; faks; jedinstvena poruka; Internet,
- usluge s dodanom vrijednosti; informacijske usluge; igre,
- kupnja karata; bankarstvo; financijsko trgovanje,
- aplikacije temeljene na lokaciji; navigacija; uvjeti u prometu; zrakoplovne ili željezničke rasporede; traženje lokacije,
- isporuka robe; automatizacija prodaje,
- oglašavanje.

Nekoliko korisnika može istovremeno dijeliti istu mrežu brzinama prijenosa do 115 kbit/s. GPRS promovira integrirane napredne usluge i omogućava mobilnim operaterima da kombiniraju bežične mreže s javnim i privatnim mrežama.

### 3.2 Upravljanje mobilnošću GPRS-a

Glavni zadatak upravljanja mobilnošću GPRS-a je pratiti trenutnu lokaciju korisnika. Rad GPRS-a djelomično je neovisan o GSM mreži zato neki postupci dijele mrežne elemente s aktualnim GSM funkcijama za povećanje učinkovitosti i optimalnu uporabu besplatnih GSM resursa. Informacije o lokaciji su različite u svakoj državi, tj. različite strategije upravljanja mobilnošću se primjenjuju u različitim državama. Postoje tri stanja mobilnosti GPRS-a (Slika 3.3): čekanja, aktivnosti i mirovanja.



Slika 3.3. Stanja upravljačke mobilnosti MS-a

Pokretanjem GPRS-a, MS (*Mobile Station*) dobiva stanje aktivnosti. Ako MS ne prenosi podatke kroz dulje razdoblje, onda MS ulazi u stanje čekanja. Moguće je prenositi podatke samo ako je MS u stanju aktivnosti. Dok je MS u stanju čekanja može se prebaciti natrag u stanje aktivnosti, ako se dogodi prijenos podataka. Ako ne dolazi do prijena podataka dok je MS u stanju čekanja, onda MS ulazi u stanje mirovanja.

## 4. Sustavi za praćenje

Vrlo popularan besplatni softver koji pruža karte satelitskih slika širom svijeta je Google Earth. Google Maps je verzija programa Google Earth koja prikazuje karte na Internetu pomoću web poslužitelja i web-preglednika. Program pruža dodatke za prikaz objekata u programu. Takvi objekti su 3D objekti nebudera pomoću softvera *Sketch Up*, *Pin* objekata koji označavaju točku interesa (POI) i linije objekata za prikazivanje zapisa. Kako bi se prikazali takvi objekti, Google Earth koristi svoj programski jezik KML (*Keyhole Markup Language*), a koji je proširen XML (*EXtensible Markup Language*) jezik koji je napisan kako bi se opisali objekti. Objekti koji se temelje na KML-u također se mogu upotrebljavati pomoću Google Maps-a za prikazivanje linija i pin elemenata [9].

GPS moduli za praćenje temelje se na 8-bitnom AVR RISC niskonaponskom mikrokontroleru sa 32k ROM-a i 2k RAM-a i ima nekoliko perifernih uređaja kao što su UART, SPI i I2C za povezivanje s GPRS / GPS modulom, MMC modulom i GPIO upravljačkim modulom. UART sučelje je spojeno na GPRS/GPS modul. Modul ima dvije funkcije: GPS funkcija smješta poziciju uređaja, a GPRS funkcija prenosi mjesto uređaja na poslužitelja. SPI sučelje je spojeno na MMC modul koji pohranjuje informacije o položaju kada komunikacija nije dostupna ili je za rezervu. Informacije su jednostavno spremljene u FAT formatu pogodnom za prijenos na osobno računalo. I2C sučelje je povezano s GPIO upravljačkim modulom koji ima I / O sučelje za upravljanje vanjskim uređajima, kao što su sustav za automatsko alarmiranje ili središnju upravljačku jedinicu vozila – ECU (*Electronic Control Unit*) [9].

### 4.1 Sustavi za praćenje vozila

Sustav za praćenje vozila kombinacija je hardverskog i softverskog sustava. Hardverski sustav sastoji se od elektroničkih uređaja (GPS, mikrokontrolera, GSM itd.) i softverskog sustava koji se sastoji od različitih programa. U sustavu za praćenje vozila elektronički uređaju su ugrađeni u vozilo, a softver je instaliran na računalo, tako da korisnik (vlasnik ili treća strana) može pratiti vozilo. Povijest sustava za praćenje vozila nalazi se u broderskoj industriji. Tražili su neku vrstu sustava kako bi se utvrdilo gdje je svako vozilo u bilo kojem trenutku i za koliko je putovao. U početku, sustavi za praćenje vozila bili su pasivni. U sustavu pasivnog praćenja, GPS uređaj koji je ugrađen u vozilo pohranjuje: lokaciju, brzinu, smjer, paljenje i gašenje vozila, otvorena ili zatvorena vrata. Kada se vozilo vrati na određenu lokaciju, uređaj se uklanja i podaci se prenose na računalo. Potreban je bio

sustav za praćenje u stvarnom vremenu koji može prenijeti prikupljene podatke o vozilu odmah ili barem da može prenijeti podatke kada ih traži nadzorna stanica [10]. Postoje tri glavne vrste praćenja vozila putem GPS-a koje se koriste, a to su:

- AVL (*Automatic Vehicle Location*) sustav,
- AGPS (*Assisted Global Positioning System*) sustav,
- RFID (*Radio Frequency Identification*) sustav.

AVL sustav ustvari je napredna metoda za praćenje i nadzor bilo kojeg udaljenog vozila s uređajem koji prima i šalje signale putem GPS satelita. Sastoji se od GPS-a (*Geographical Position Systems*) i GIS-a (*Geographical Information Systems*) kako bi osigurao pravu zemljopisnu lokaciju vozila. GIS je sustav za snimanje, pohranu, analiziranje i upravljanje podacima koji upićuju na planet Zemlju. AVL sustav se sastoji od računalnog softvera za praćenje, za slanje, radio-sustav, GPS prijemnik na vozilu i GPS sateliti [11].

U AGPS sustavu koristi se zemaljska RF mreža kako bi se poboljšale performanse GPS prijammnika jer pruža informacije o satelitskoj konstelaciji izravno na GPS prijemnike. AGPS koristi mobilne mreže za pronalaženje točnih informacija o pozicioniranju. GPS prijammnik u vozilu je uvijek u kontaktu sa 4 satelita (3 satelita određuju širinu, dužinu i visinu, a četvrti daje element vremena), stoga nikada ne uspije otkriti točno mjesto vozila. Mjesto vozila je osigurano s točnošću između 3m i 8m. Informacije kao što su lokacija vozila, prosječna brzina, smjer, i upozorenja (ograničenje brzine, kvar vozila i zastoj u prometu) isporučuje sustav praćenja na baznu postaju. Sustav pruža stalno ažuriranje nakon svakih 10 sekundi dok je vozilo u pokretu. Također pruža pohranu podataka do jedne godine. Lokacija se preuzima s GPS uređaja i prenosi se kao SMS pomoću mobitela od mjesta pohrane do bazne stanice. Ovaj je sustav skuplji od AVL sustava jer daje kontinuirano ažuriranje vozila [12].

RFID je automatska metoda identifikacije pomoću uređaja za pohranu podataka i udaljenog primanja podataka. RFID koristi radio valove za snimanje podataka. Metoda praćenja RFID-a sastoji se od tri komponente: oznaka (pasivna, polu pasivna i aktivna), čitač (antena) i softver (*middleware*). RFID oznaka koja sadrži mikroelektroničke krugove šalje podatke o vozilu RFID čitaču, koji se zatim očitava putem softvera. Ovaj sustav pruža mjesto vozila s točnosti od 4m do 6m. Sustav praćenja isporučuje se u središte kao što su lokacija vozila, kilometraža i brzina. Informacije se ažuriraju svake minute. Podaci se šalju i primaju pomoću radio valova [13].

## 4.2 Pasivno i aktivno praćenje vozila

Pasivno praćenje vozila ne prati kretanje u stvarnom vremenu. Kada koristite pasivni GPS tragač, ne možete pratiti posljednji pokret vozila koji se prati. Informacije koje su pohranjene unutar pasivnog tragača moraju se preuzeti na računalo. Tek kada se preuzmu podaci, moguće je vidjeti pojedinosti o praćenju. Nakon što smo prikupili sve potrebne informacije od pasivnog tragača, možemo ga postaviti na isto ili drugo vozilo. Glavni razlog zbog kojeg ljudi odabiru pasivne tragače je da su ti uređaji jeftiniji od aktivnih tragača. Za razliku od pasivnih uređaja, aktivni GPS tragači omogućuju pregled podataka praćenja u realnom vremenu. Kad stavimo aktivni tragač u vozilo možemo vidjeti lokaciju, brzinu i ostale detalje praćenja iz vašeg doma ili ureda. Aktivni GPS tragač je idealan kada je u pitanju praćenje vozila koje treba pratiti u redovno vrijeme. Aktivni uređaji za praćenje su skuplji od pasivnih uređaja ali dolaze sa odličnim softverom za praćenje, a možete pratit bilo što i bilo koga brzo i učinkovito. Tragač može biti priključen na bilo koji objekt dok osoba prati svu aktivnost iz kuće preko računala. Umjesto čekanja za preuzimanje podataka na računalo, kao što je slučaj s većinom pasivnih uređaja, aktivni tragač koji radi u stvarnom vremenu ne zahtijeva čekanje [1].

Postoje mnoge prednosti povezane s aktivnim praćenjem. Najvažnija prednost je da je GPS tragač praktičan. Umjesto da čeka preuzimanje podataka na računalo (kao što je to kod većine pasivnih sustava), aktivni sustav ne zahtijeva čekanje. Budući da većina tragača dolaze s aktivnim sustavom, dolaze i sa softverom koji omogućuje korisniku praćenje objekta u stvarnom vremenu i promatranje bilo kojeg objekta.



## 5. Projekt – Razvoj GPS tragača uporabom Arduino razvojne platforme

Predložen je projekt i način implementacije sustava za praćenje vozila i protuprovalnog sustava za zaštitu vozila koji koristi GPS / GSM tehnologiju temeljenu na sustavu praćenja. Predloženi sustav je isplativ, pouzdan i ima funkciju točnog praćenja i kontrole brzine. To je potpuno integrirani i prilagodljivi sustav koji se može implementirati u svim vozilima, pri čemu je lako pratiti i kontrolirati vozila u bilo kojem trenutku. *Pametni telefon* s programom Google Earth koristi se za praćenje i pregled lokacije i statusa vozila na karti. Cilj je bio na što jednostavniji način osmisliti sustav za praćenje, te primjenu i sigurnost tog sustava. Također, cilj je ukazati na koje se sve načine GPS tragač može koristiti u obavljanju svakodnevnih aktivnosti te na taj način olakšati život čovjeku.

### 5.1. Plan razvoja sustava

Uređaj za praćenje vozila sastavljen je od Arduino platforme, SIM908 modula, GPS i GSM antene. GPS antena i GSM antena su spojene na ulaz SIM908 modula koji zahtijeva 2A struje. Za vanjsko napajanje koristi se 12V-2A baterija. SIM908 modul i Arduino imaju zajedničko uzemljenje. Središnji dio sustava za praćenje je Arduino Uno. Geološka lokacija vozila može biti snimljena putem GPS prijemnika i ti podaci se prenose na web poslužitelja pomoću GSM tehnologije, te se pohranjuju u bazi podataka. Za praćenje lokacije vozila na karti, trebalo je razviti web aplikaciju koja je napravljena s PHP, HTML i JavaScript-om. Za pohranjivanje podataka o lokaciji koristila se tekstualna datoteka. Također je trebalo razviti mobilnu aplikaciju za pregledavanje lokacije vozila preko mobilnog uređaja pomoću programa Android Studio. SIM908 modul se pokreće kako bi prikupio podatke od satelita o geografskoj lokaciji. Pokretanje uređaja se obavlja pomoću AT naredbi. GPS se uključuje, te se pokreće resetiranje, a zatim je modul spreman za primanje koordinata sa satelita. Nakon toga se uključuje GPRS te slijedi pokretanje i postavljanje HTTP protokola. Kako bi se izračunao točan položaj, postupak inicijalizacije uređaja može potrajati i do 1 minute. U slučaju nedostupnosti mreže dobivene GPS koordinate i ostali podaci, kao što su vrijeme i brzina privremeno se pohranjuju sve dok se mreža ponovno ne uspostavi.

Sam program za rad sustava napisan je u C++ programskom jeziku te kompajlira i učitava na Arduino razvojnu pločicu pomoću softvera Arduino IDE. U daljnjem tekstu

opisane su hardverske i softverske komponente sustava, te algoritmi sustava po koracima razvoja sustava.

## **5.2. Komponente osmišljenog sustava**

U sklopu ovog projekta izrađen je uređaj za praćenje vozila koji će biti skriven u vozilu i preko kojeg će se pratiti vozilo u stvarnom vremenu. GPS prijamnik prima podatke tj. informacije zemljopisne širine i dužine određenog vozila iz satelita. Informacije iz satelita se prenose preko mobilnog telefona putem SMS-a, uz pomoć GSM modema. GSM modem je povezan s mikrokontrolerom na Arduino Uno razvojnoj pločici. Informacija o položaju, tj. lokaciji se prenosi na server putem HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). HTTP poslužitelj pohranjuje podatke o položaju u bazu podataka. Web-aplikacija, korištenjem JavaScript-a, pokreće podatke u pregledniku, te ih integrira na Google Maps API (*Application Programming Interface*) koji prikazuje položaj na karti. Geografski pozicijski podaci se preuzimaju svake sekunde, a karte se ažuriraju u isto vrijeme. Osnovni cilj našeg projekta je razviti sustav praćenja koji je djelotvoran, pouzdano funkcionira i jednostavan je za uporabu.

### **5.2.1. Hardverske komponente**

Za realizaciju projekta korištene su široko dostupne i povoljne komponente, među kojima valja izdvojiti sljedeće:

- Arduino Uno razvojna pločica,
- SIM 908 modul za Arduino platformu,
- GPS i GSM antena,
- baterija od 12V, 7Ah.

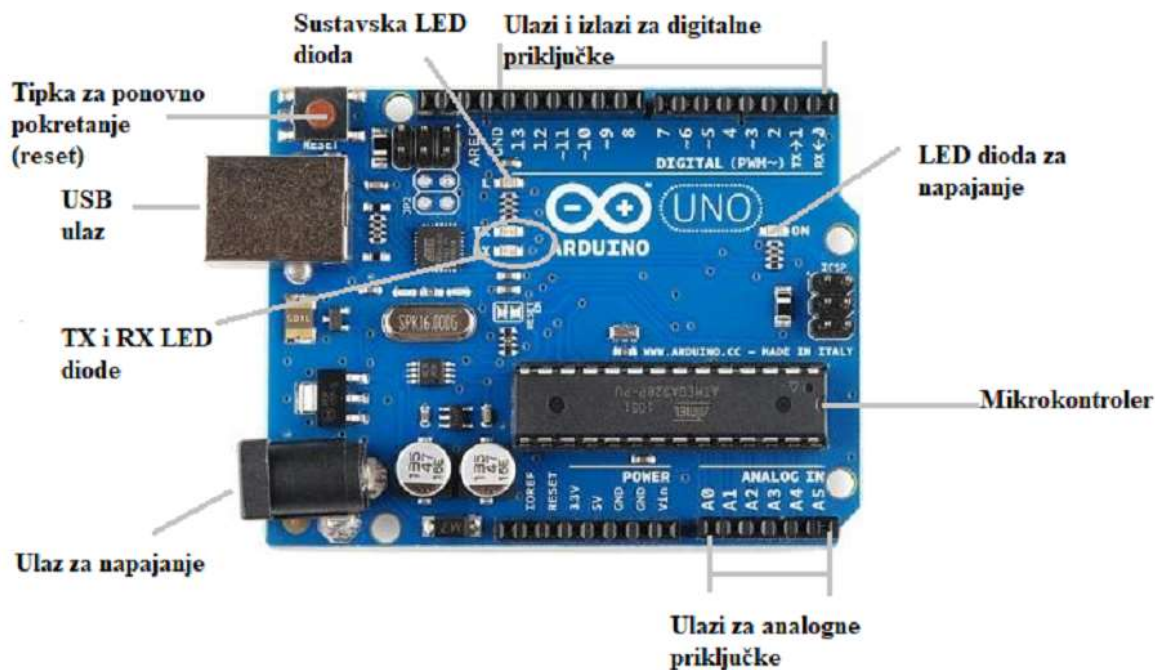
#### **5.2.1.1 Arduino platforma**

Arduino je razvojna platforma otvorenog koda (*open-source*) temeljena na jednostavnom hardveru i softveru. Arduino sadrži mikrokontroler koji se može programirati putem razvojnog okruženja nazvanog Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), koji se koristi za pisanje i prijenos računalnog koda na platformu. Ključne značajke su:

- Arduino razvojne pločice mogu čitati analogne ili digitalne ulazne signale različitih senzora i pretvoriti ih u izlaz kao što je aktiviranje motora, uključivanje / isključivanje LED zaslona i mnoge druge radnje;

- može se kontrolirati slanjem uputa mikrokontroleru na razvojnoj ploči putem softvera za prijenos, Arduino IDE-a;
- za razliku od većine ostalih razvojnih pločica, Arduino ne treba dodatni komad hardvera kako bi učitao novi kod na razvojnu pločicu. Može se jednostavno koristiti USB sučelje za povezivanje s računalom i prijenos programa;
- Arduino IDE koristi pojednostavljenu verziju C ++, što olakšava kodiranje, odnosno, izradu programa.

Arduino Uno (Slika 5.1) je razvojna pločica koja se temelji na ATmega328 mikrokontroleru. ATmega328 ima 32 KB (s 0,5 KB) ukupnog memorijskog prostora, od čega 2 KB RAM memorije i 1 KB EEPROM-a koje se može čitati i pisati pomoću EEPROM biblioteke. Sadrži 20 digitalnih ulaznih i izlaznih priključnica (pinova) od kojih se 6 može koristiti kao PWM izlaz, 6 ih se može koristiti kao analogni ulaz, USB priključak, utičnicu za napajanje, sustav za programiranje i tipku za resetiranje. Jednostavno je povezan s računalom pomoću USB kabela. Arduino platforma se može napajati uz pomoć vanjskog izvora istosmjerne struje izravno na naponski priključak pločice (7 - 12V), uz pomoć USB priključka (5V) ili putem  $V_{in}$  pina na pločici (7-12V). Napajanje platforme preko pinova 5V ili 3.3V zaobilazi regulator i može oštetiti pločicu, a maksimalna jakost struje koju može podnijeti je 50 mA. Brzina procesora Arduina je 16 MHz tako da može izvesti određeni zadatak brže od drugih procesora. Ako stavimo mikrokontroler u mirovanje možemo zaustaviti izvršavanje koda i drastično smanjiti trenutnu potrošnju struje, no ostatak komponenti na Arduinu će i dalje imati istu potrošnju struje [14]. Dostupne su različite vrste Arduino platforme, ovisno koje mikrokontrolere koristi. Sve Arduino pločice se programiraju putem Arduino IDE razvojnog sučelja. Razlike se temelje na broju ulaza i izlaza, broju senzora, brzini, radnom naponu na jednoj pločici. Neke pločice se mogu napajati izravno korištenjem baterije od 3.7V, a druge trebaju najmanje 5V. Na osnovi ATMEGA32u4 mikrokontrolera imamo više vrsta Arduino platformi: Arduino Leonardo, LilyPad Arduino USB, Pro micro 3.3V/8MHz, Pro micro 5V/16MHz. Arduino platforme na osnovi ATMEGA2560 mikrokontrolera: Arduino Mega 2560 R3, Mega Pro 3.3V, Mega Pro 5V, Mega Pro Mini 3.3V [14].



Slika 5.1. Elementi Arduino Uno sklopa

### 5.2.1.2. Modul SIM908

SIM908 modul (Slika 5.2) je GSM / GPRS modul koji ima SIM karticu i kombinira GPS tehnologiju za satelitsku navigaciju. Modem GSM i GPRS sa SIM908 modulom omogućava stvaranje podatkovnih veza na GSM mreži putem USB-a. Moduli su dizajnirani za internetske veze, tako da se ne može koristiti kao modem koji se žično spaja i tako ostvaruje komunikaciju. SIM908 je napravljen tehnologijom kojom se štedi energija, tako da trenutna potrošnja bude jednaka u stanju aktivnosti kao i u stanju mirovanja (1,0mA). Kada se koristi napajanje od 5V, potrebno je osigurati da takvo napajanje može dati 2A jakosti struje. SIM908 modul ima dva različita serijska porta na pločici, jedan za ćeliju sustava modula i jedan za GPS sekciju. Serijski port na ćeliji računala omogućava potpuno upravljanje SIM908 modula, stoga se može koristiti za konfiguriranje i komunikaciju s GPS prijammikom kako bi se pozvali podaci o satelitskom statusu i zemljopisnom položaju te ih prebacili na mikrokontroler. Sve GPS funkcije kontrolira AT naredba preko serijskog porta. Ovaj modul koristi AT naredbu za izvršavanje željenih funkcija korisnika. Tijekom korištenja GPS funkcije, dvije AT naredbe šalju se za otvaranje GPS funkcije, a naredbe su AT + CGPSPWR = 1 i AT + CGPSRST = 1; dvije su upute korištene za napajanje GPS-a i vraćanje GPS-a na nulu. Tada će sučelje GPS TTL poslati podatke [15].



Slika 5.2. Modul SIM908

### 5.2.1.3. GPS i GSM antena

GPS antena (Slika 5.3) troši oko 10mA i daje 28 dB pojačanja. GPS antena ima kabel dug 5 metara, tako da će lako doseže gdje god je potrebno. GPS antena je magnetska, tako da se lako postavlja na vrh automobila, kamiona ili bilo koje druge čelične konstrukcije. Raspon frekvencije je  $1575.42 \pm 1.023$  MHz, radi na naponu od 2.5V - 5.5V, a odgovarajući raspon struje je 6.6 mA - 16,6 mA. GPS signali su iznimno slabi, tako da izbor antena igra važnu ulogu u GPS sustavu. GPS uređaj mora imati jasan i nesmetan pogled s neba, kako bi najbolje mogli primiti mikrovalne signale koji mu omogućuju komunikaciju sa satelitima. Ova GPS antena koja prima GPS signal, pretvara ga na nižu frekvenciju koja se zatim šalje kabelom. Pored GPS prijemnika je pretvarač koji pretvara signal u izvornu frekvenciju i isporučuje ga u GPS prijemnik [16].



Slika 5.3. GPS antena

Kakvoća GSM komunikacije uvelike ovisi o antenama koje se koriste za slanje i primanje signala. GSM antena šalje i prima signale brzinom od 890/960, 1710/1880 MHz u svim smjerovima [17].



Slika 5.4. GSM antena

#### 5.2.1.4 Baterija

Pri razvoju projekta korištena je baterija nazivnog napona 12V koja ima kapacitet od 7Ah (Slika 5.5.). Arduino je spojen na bateriju preko utičnice za napajanje, bez regulatora, jer Arduino ima na pločici regulator napona koji prihvaća napone od 7-12V.



Slika 5.5. Baterija od 12V

#### 5.2.2. Softverske komponente

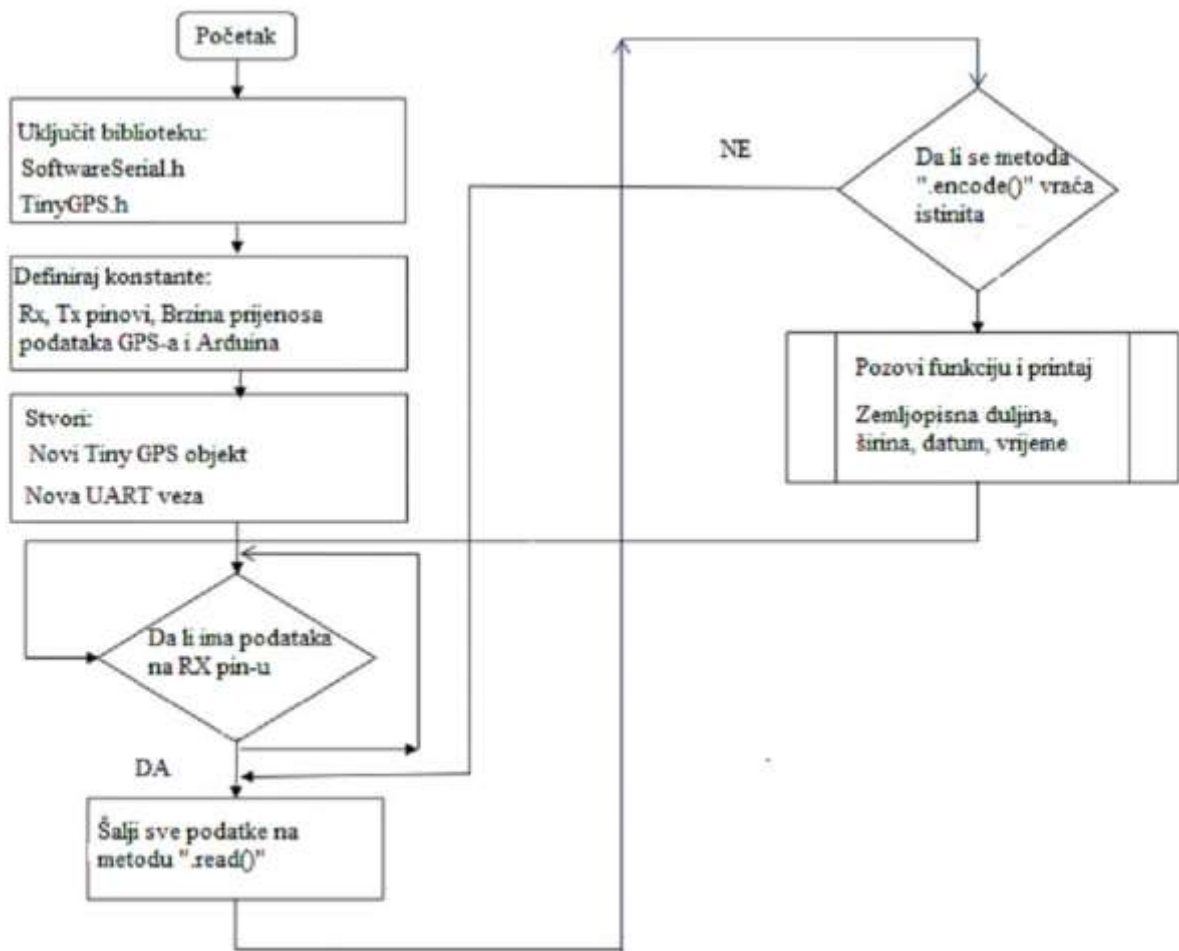
Arduino mikrokontroler i SIM908 modul se koriste za primanje podataka sa satelita i slanje podataka u bazu podataka, a programiraju se korištenjem Arduino IDE softvera. Arduino IDE softver je softver otvorenog koda koji se koristi za sastavljanje programa

mikrokontrolera. U ovom softveru za kod se koristi C++ programski jezik. Kodiranje ima dva dijela - void setup (), koji se koristi za pripremu programa, pokreće se samo jednom i drugi dio je void loop () koji izvršava program. Upotrijebili smo AT naredbu za SIM908 da bi komunicirali s Arduinoom i poslužiteljem ili mobilnim uređajem. Za praćenje lokacije vozila putem Google Maps-a, izrađena je web aplikacija. *XAMPP* označava Cross platformu, Apache, MySQL, *PHP* i Perl. To je jednostavna Apache distribucija i programerima služi za razvoj web-aplikacija u svrhe testiranja. Sve šta je potrebno postaviti je web-poslužitelj – poslužitelj aplikacija (*Apache*), baza podataka (*MySQL*) i skriptni programski jezik PHP. PHP je široko korišten skriptni jeziki otvorenog koda. PHP skripte se izvršavaju na serveru [17]. PHP datoteke sadrže tekst, HTML, CSS (*Cascade Style Sheet*), JavaScript i PHP kod. Dok se PHP kod izvodi na poslužitelju, rezultat se vraća pregledniku kao običan HTML. PHP može čitati, pisati, brisati, otvarati, mijenjati i stvarati datoteke na poslužitelju. JavaScript je programski jezik web-stranice. U ovom projektu koristili smo jQuery što je biblioteka JavaScript-a. jQuery olakšava upotrebu JavaScript-a na web-stranici [19].

## 6. Algoritmi za realizaciju projekta

### 6.1 Algoritmi sustava

Pri razvoju softvera za realizaciju projekta potrebno je razraditi algoritam i kod sustava. Pri tom se početni korak odnosi na povezivanje GPS modula s Arduino platformom (Slika 6.1). kako bi dobili zemljopisnu širinu i dužinu lokacije vozila. Za programiranje koda koristimo Arduino IDE softver. Prilikom kodiranja korištene su biblioteke softwareSerial.h i TinyGPS.h, koje služe za komunikaciju između digitalnih pinova i vađenje podataka o poziciji, vremenu, visini, brzini itd.



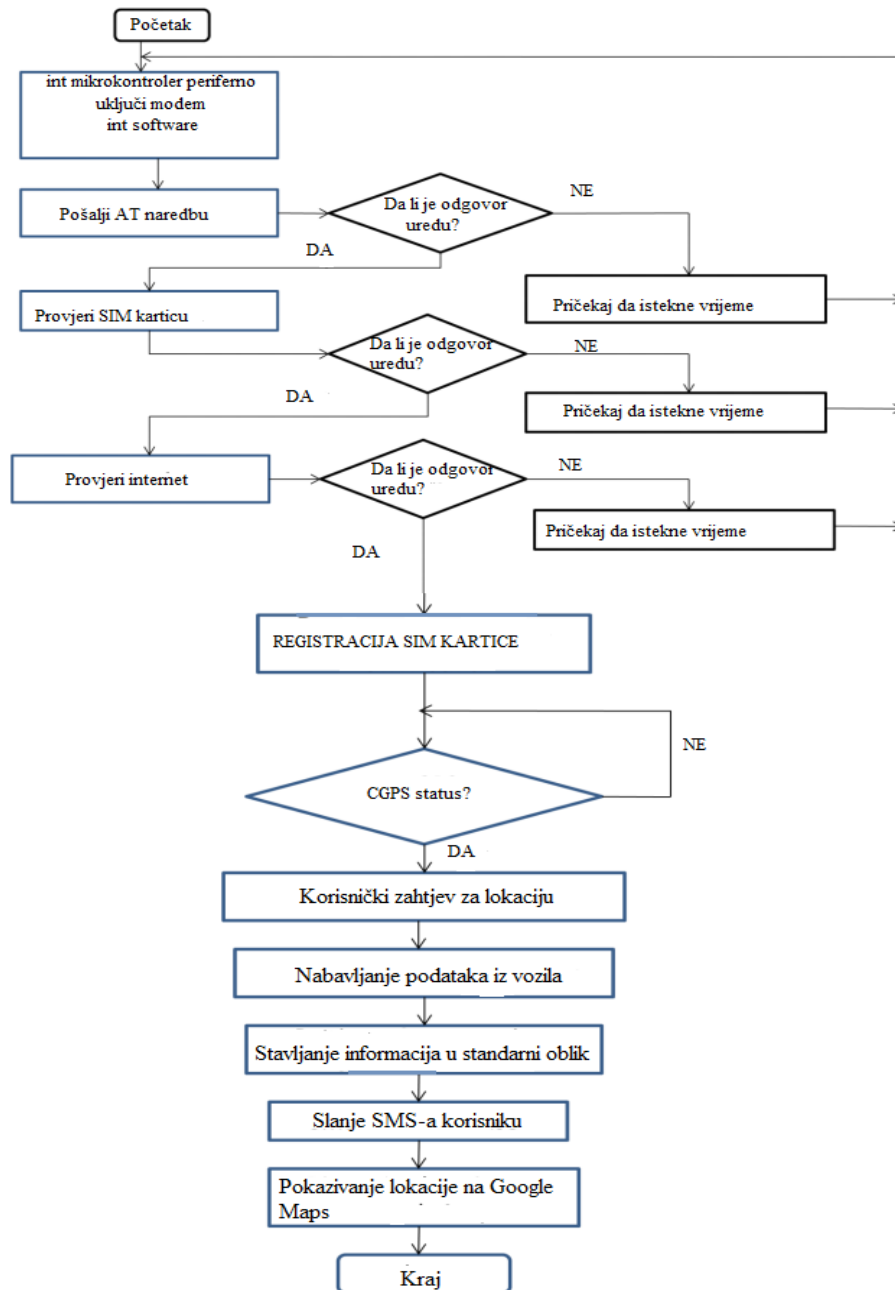
Slika 6.1. Dijagram toka povezivanja GPS modula s Arduino pločicom

Nakon inicijalizacije tih biblioteka, stvorili smo novi TinyGPS objekt. Ako je prijemnik primio podatke, podaci će se preuzeti u ".read ()" metodu. Zatim, ako je ".encode



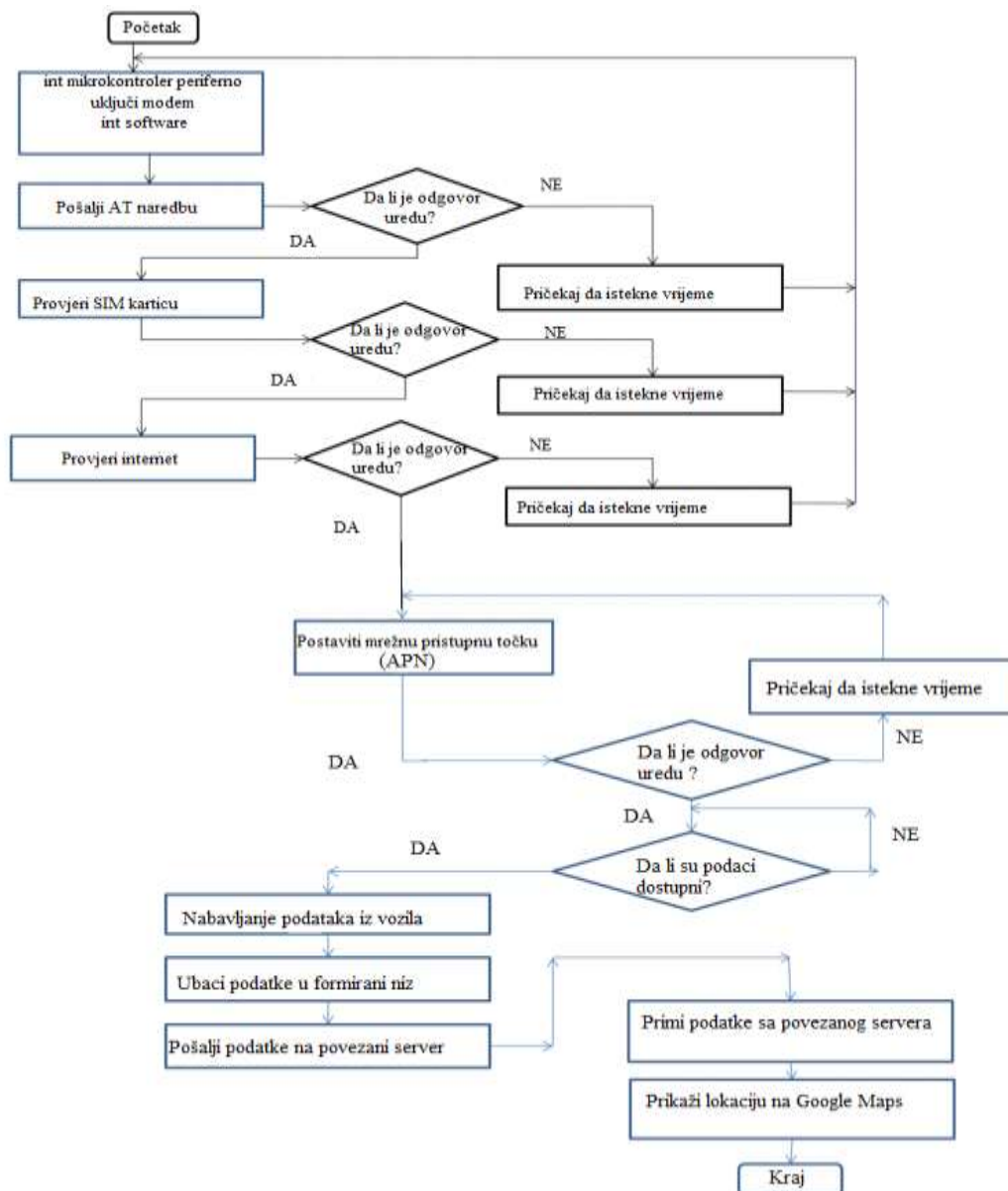
()" metoda povratak na istinu, longitude i latituda podaci će se ispisati na serijskoj konzoli (*Serial Monitor*).

U sustavu je korišten SIM908 modul s Arduino Uno mikrokontrolerom za slanje podataka o lokaciji vozila prema korisniku putem GSM mreže. Za komunikaciju s mobilnim uređajem i SIM908 modul korištena je AT naredba. Na slici 6.2 prikazan je dijagram toka GSM kodiranja.



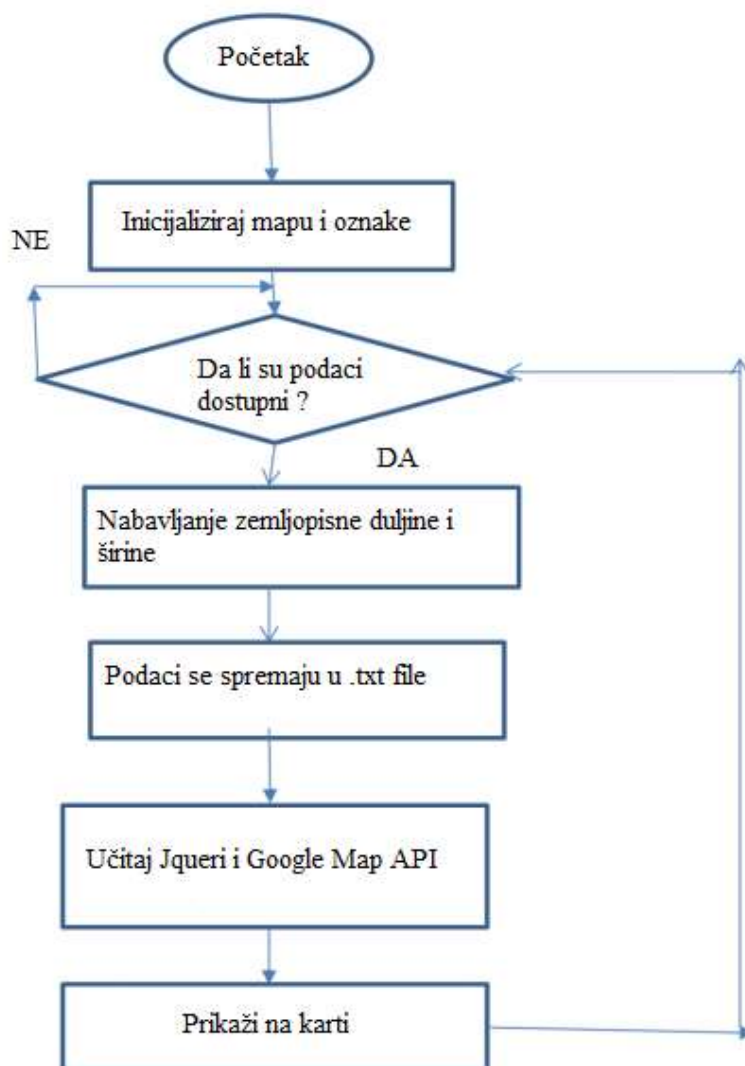
Slika 6.2. Dijagram toka kodiranja GSM-a.

Kad je modul SIM908 uključen, šalje AT naredbu radi provjere SIM kartice, a nakon toga provjerava status mreže. Nakon potvrde statusa mreže, provjerit će GPS status. Ako GPS prijemnik primi podatke o geografskoj lokaciji, korisnik šalje SMS SIM908 modulu i modul omogućuje korisniku podatke o lokaciji vozila putem SMS-a. Za vizualizaciju lokacije vozila na Google Maps-u razvili smo web aplikaciju. XAMPP softver se koristi za stvaranje web poslužitelja. PHP skripty, HTML je napisan koji će prikazat web stranicu u pregledniku. Razvili smo kodiranje za komunikaciju SIM908 modul i Internet protokola. Prikazan je dijagram toka slanja i primanja podataka (Slika 6.3.).



Slika 6.3. Dijagram toka slanja i primanja podataka

SIM908 modul s GPS antenom i GSM antenom je povezan s Arduino Uno mikrokontrolerom. Taj modul će poslati AT naredbu. Ako je odgovor AT naredbe u redu, programski se provjerava status mreže za potvrdu registracije. Nakon toga, provjerit će se GPS status i pribaviti GPS podatke o geografskom položaju vozila. Zatim će provjeriti status HTTP protokola, odnosno, povezivost na Internet. Ti će podaci potom biti preneseni u bazu podataka poslužitelja. Za ovaj dio sustava izrađena je PHP skripta za web-stranicu aplikacije. U ovoj skripti korišten je Google Maps API kako bi se dobio API ključ Google Maps-a, koji se preuzima s lokacije <https://console.developers.google.com>. Za pohranu podataka korištena je tekstualna datoteka. Koristeći GET i POST funkciju u PHP skripti, podaci se prenose na Google Maps kako bi se prikazala lokacija vozila. Dijagram toka ovog programa, odnosno, PHP datoteke je naveden u nastavku (Slika 6.4.).

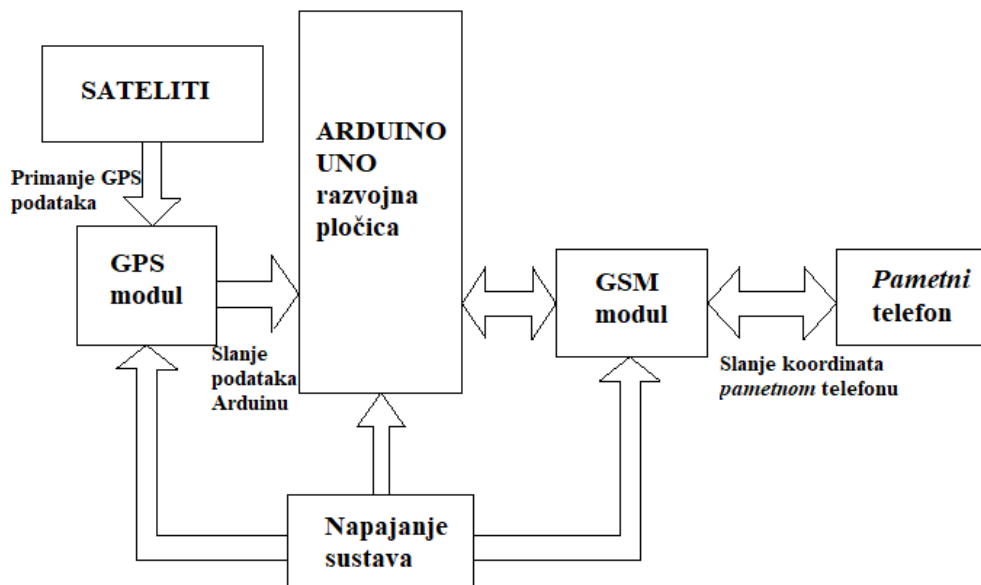


Slika 6.4. Dijagram toka PHP skripte za određivanje položaja na karti

U PHP skripti, mapa i oznake su inicijalizirani. Ako PHP skripta dobiva duljinu i širina, pohranit će se u tekstualnu datoteku. API JQuery i Google Maps učitali su se u skriptu što će mi pomoći u prikazivanju lokacije vozila u Google Maps u stvarnom vremenu.

## 6.2 Izvršenje sustava

U sustavu za praćenje vozila GPS prijemnik prima podatke o lokaciji vozila kao što su zemljopisna širina i dužina i šalju se pomoću HTTP zahtjeva web-poslužitelju. Pri tom se preglednik koristi za učitavanje PHP web-stranice koja sadrži Google karte kako bi se prikazala lokacija vozila u stvarnom vremenu. U početnoj fazi modul SIM908 je uključen pomoću 12V baterije. Dok SIM908 modul uzima 2A struje, nastaje veliki pad napona u sustavu i SIM908 modul se automatski isključuje. Zbog toga moramo koristiti vanjski izvor koji omogućuje primjereno napajanje sustava. Ovaj sustav praćenja se koristi za automobil, tako da bateriju automobila možemo iskoristiti za napajanje sustava. SIM908 modul se pokreće pomoću AT naredbe zadane u programu za Arduino. Na početku se registracija obavlja pomoću AT + CREG i postavlja naziv pristupne točke (APN), korisničko ime i lozinka. Nakon toga se uključuje GPS napajanje pomoću naredbe CGPSPWR (slika 6.5).



Slika 6.5 Dijagram funkcioniranja GPS tragača uporabom Arduino razvojne pločice

Informacije o GPS lokaciji mogu se dobiti pomoću naredbe AT + CGPSINF. Nakon dobivanja podataka lokacije vozila koristim samo dvije metode za slanje podataka korisniku. Ako korisnik ili vlasnik vozila šalje SMS na mobilni broj od SIM kartice koji se koristi u

SIM908 modul, kontinuirano će slati SMS korisnikovom mobitelu. Izrađena je web aplikacija za pregled lokacije vozila na karti u našem radnom sustav. HTML je napisan kako bi prikazao web stranicu u pregledniku, uključujući PHP i JavaScript za dinamičniju izradu web stranice. Ključ API Google Maps-a je korištenje za ugrađivanje karte u PHP skriptu. Skripta se također koristi za obradu POST i GET funkcije za dohvaćanje ili spremanje podataka u bazu podataka. Na slici 6.5 prikazana je shema sustava GPS tragača uporabom Arduino razvojne pločice.

## **7. Prednosti i nedostatci sustava**

### **7.1 Prednosti sustava**

Uređaj za praćenje vozila ima nekoliko prednosti. GPS i GSM su instalirani unutar vozila i uzimaju svoje informacije o lokaciji i šalju ga korisniku po njegovom zahtjevu. Sustav praćenja vozila igra ključnu ulogu ako se koristi u bilo kojoj tvrtki ili organizaciji za bilo koju vrstu isporuke. Budući da je vozač svjestan činjenice da se vozilo kontinuirano prati, on će pažljivije voziti i uzet će najkraću moguću rutu do cilja. Ovaj sustav se također može zvati sustav protiv krađe jer napredan, ali i pristupačan. Ako automobil ne dođe do određenog mjesta ili ga koristi neovlašteni korisnik, lokacija vozila se može pratiti i onda obavijestiti policija da dođe do mjesta na kojem se vozilo nalazi. S ovim sustavom povećana je sigurnost vozila, ukradena vozila se brzo vraćaju svojim vlasnicima [20]. Vozila koja imaju ugrađene postojeće GPS navigacijske sustave, korisniku ne pružaju nikakve odredbe ako korisnik želi znati gdje se trenutno vozilo nalazi. Kod sustava za praćenje vozila koji je osmišljen u ovom radu, korisnik može samo jednim pritiskom na aplikaciji na svom *Pametnom* telefonu saznati lokaciju svog vozila. Pritiskom na aplikaciju SMS će biti poslan na uređaj ugrađen u vozilo. Uređaj će najprije identificirati broj s kojeg se SMS šalje, ako je to broj s kojeg se šalje SMS, korisnikov, onda uređaj automatski šalje koordinate na mobitel. Cijena ovog sustava za praćenje je oko 500,00 kn, a cijena modela FOX3-2G i FOX3-2G od tvrtke Falcom je između 1000,00 i 1500,00kn.

### **7.2 Nedostatci sustava**

Iako je ovaj napredni sustav praćenja temeljen na naprednoj tehnologiji, od koje korisnici, tvrtke ili neke druge organizacije mogu imati koristi, postoje i ograničenja korištenja ovih uređaja za praćenje vozila. GPS-u je često potrebno vrijeme za povezivanje s mrežom zbog loših vremenskih uvjeta. Da bi GPS radio pravilno, mora imati jasan pogled na nebo. Mala je vjerojatnost da će raditi u zatvorenom prostoru ili imaju problem na otvorenom, gdje nema jasan put prenošenja i primanja signala od satelita. Zbog prepreka poput visokih zgrada ili takve visoke infrastrukture koja blokira pogled s neba, GPS često uzrokuje pogrešku.

### **7.3 Budućnost tehnologije sustava za praćenje**

U budućnosti se očekuje da će se ovaj i slični sustavi za praćenje moći nadograditi različitim funkcionalnostima. Tako je već sad moguće sustav nadograditi uz pomoć *Geo-*

*fencing* aplikacije koja koristi GPS ili RFID za lociranje zemljopisnih granica. *Geo-fencing* omogućuje korisniku postavljanje zemljopisnih granica na uređaju tj. kada uređaj pređe preko granice koju je definirao korisnik, uređaj izdaje određeno upozorenje. *Geo-fencing* aplikacija uključuje Google Earth aplikaciju, kako bi korisnici mogli sami jednostavno definirati granice. Pomoću *Geo-fencing* aplikacije moguće je postaviti granice na karti unutar parkinga korisnikovog radnog mjesta ili bilo kojeg drugog parkinga te kada vozilo napusti tu granicu, korisnik dobiva upozorenje na *Pametni* telefon. Ova je aplikacija osobito pogodna za korištenje u safari vozilima, tako da se lokacije na kojima su uočene životinje mogu precizno zabilježiti [21].

Uz prethodno navedene mogućnosti, nadogradnjom je moguće i usluge temeljene na lokaciji iskoristiti za izračunavanje iznosa cestarine na naplatnim kućicama. Ovaj izračun se temelji na udaljenosti, te se automatski oduzima s računa vlasnika vozila. Sustav se također može primijeniti i za plaćanje troškova parkiranja, na način da se vrijeme zaustavljanja na parkingu automatski izračuna i oduzme korisniku s računa [21].

Iz navedenih mogućnosti buduće funkcionalne dogradnje uočava se fleksibilnost razvijenog i sličnih sustava za praćene, što će vjerojatno otvoriti i razne druge mogućnosti nadogradnje sustava.

## 8. Zaključak

U ovom završnom radu istražio sam i uspješno realizirao sustav praćenja vozila koji je fleksibilan, prilagodljiv i točan. Prilikom razvoja sustava uspješno je konfiguriran GSM modem, primjenom predviđenih algoritama, te je provedeno testiranje sustava i implementacija sustava za praćenje, kako bi pratili lokaciju vozila putem SMS-a i Google Maps-a. Za prikaz položaja na Google Maps-u korišteno je API Google Maps sučelje. Arduino pri tom predstavlja „mozak“ sustava, a GSM modem kontrolira AT naredbe koje omogućuju prijenos podataka preko GSM mreže dok GPS daje podatke o lokaciji. Kad god GPS primi nove podatke, oni se ažuriraju u bazu podataka i stoga možemo vidjeti lokaciju na Google Maps-u. Ovaj uređaj može pružiti dobru kontrolu protiv krađe vozila. Sustav ujedno pruža točne podatke u stvarnom vremenu koji korisniku omogućuju praćenje vozila, te brzo pronalaženje ako je vozilo ukradeno. Implementacija GPS tragača u vozilu sigurno može donijeti revolucionarne promjene, osobito u zemljama s vrlo gustim prometom, manje razvijenom prometnom infrastrukturom te visokom stopom otuđivanja vozila. U tom smislu se na ovaj sustav mogu nadograđivati različite aplikacije prilagođene potrebama i uvjetima. Sustav je otvoren za buduće potrebe, te se može vrlo jednostavno nadograditi, a to čini ovaj sustav još učinkovitiji. Razvijena aplikacija za *Smartphone* omogućuje prikaz lokacije vozila putem Google Maps-a. Sustav pokazuje svoju učinkovitu izvedbu za praćenje lokacije vozila bilo kada s bilo kojeg mjesta. Implementacija je financijski prihvatljiva i temelji se na lako dostupnim elektroničkim modulima. Problem svakog GPS tragača je to što je osjetljiv na neželjene „upade“ u sustav, a veliki problem tragaču čine vremenske nepogode, ili nije precizan zbog nekih zapreka kao što su zgrade ili drveća. Ovakvi sustavi će u budućnosti moći otkrivati nesreće i generirati poruke koja će obavještavati članove obitelji o mjestu nesreće, a imat će mogućnost daljinskog zaključavanja vozila te ugradnje digitalne kamere za snimanje aktivnosti u vozilu, što može doprinijeti boljoj zaštiti vozila od otuđivanja.



## 9. Literatura

- [1] Upadhayay,A., Bothra, S., Singh, R., Gupta., S. (2015). *Tracking system using GSM, GPS & ARM7*. (Project report), Delhi: HRM Institut of Technology & Management, <https://www.slideshare.net/ashutoshupadhayay/vehicle-tracking-using-gpsreport-1> (15.08.2018).
- [2] Vail, J., Parsons, M., Striggow, B., John, D., Johnson, H. (2015). *Global Positioning System*. (Operating procedure), Athens, Georgia: U.S. Environmental Protection Agency, [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/global\\_positioning\\_system110\\_af.r4.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/global_positioning_system110_af.r4.pdf) (15.08.2018).
- [3] Rai, A. (2012). *Introduction to Global Positioning System*. (Project report), New Delhi: Indian Agricultural Statistics Research Institute. [http://www.iasri.res.in/ebook/GIS/TA/M3\\_4\\_INtoGPS.pdf](http://www.iasri.res.in/ebook/GIS/TA/M3_4_INtoGPS.pdf) (11.08.2018).
- [4] Kari, K. (1998). *GPRS. Telemmunications and Software Engineering Institut*. (Operating procedure), Helsinki: Helsinki University of Technology, <https://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38001/s98/SESSION3.PDF> (26.08.2018).
- [5] Cisco Mobile Exchange (2016). *Overview of GSM,GPRS and UMTS*. (Operating procedure), <http://www.binyahya.com/books/Overview%20of%20GSM,%20GPRS,%20and%20UMTS.pdf> (04.09.2018).
- [6] Khan, A., Qadeer, M., Ansari, J., Waheed, S.(2009). *4G as a Next Generation Wireless Network*. (Project report) Ottawa ON Canada: School of Information Technology and Engineering. [https://www.researchgate.net/publication/237115030\\_4G\\_as\\_a\\_Next\\_Generation\\_Wireless\\_Network](https://www.researchgate.net/publication/237115030_4G_as_a_Next_Generation_Wireless_Network). (21.08.2018).
- [7] Patil, G.(2014). *5G Wireless Technology*. IJCSMC, Vol. 3, Issue. 10, October 2014, pg.203 – 207. (21.08.2018)
- [8] Ghribi, B., Logrippio, L.(2015) *Understanding GPRS: The GSM Packet Radio Service*. (Project report) Ottawa ON Canada: School of Information Technology and Engineering.

- <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.20.7349&rep=rep1&type=pdf>  
(24.08.2018)
- [9] Chadil, N., Russameesawang, A., Keeratiwintakorn, P. *Real-Time Tracking Management System Using GPS, GPRS and Google Earth*. (Project report), Bangkok: Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering [file:///C:/Users/User/Desktop/Završni\\_/736\\_9dd40587742a823371600217941233de4.pdf](file:///C:/Users/User/Desktop/Završni_/736_9dd40587742a823371600217941233de4.pdf) (16.08.2018).
- [10] Masum, S.(2013). *SMS/GPS Vehicle Tracking System*. (Project report) Portsmouth: Communication systems engineering university of Portsmouth. [file:///C:/Users/User/Downloads/Jan12\\_642495\\_Report%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Jan12_642495_Report%20(3).pdf) (19.08.2018).
- [11] Predić, B., Rančić, D., Stojanović, D., Milosavljević, A., (2007). *Automatic Vehicle Location in Public Bus Transportation System*.(Project report) Niš: Computer Science Department [https://www.researchgate.net/publication/228996934\\_Automatic\\_vehicle\\_location\\_in\\_public\\_bus\\_transportation\\_system](https://www.researchgate.net/publication/228996934_Automatic_vehicle_location_in_public_bus_transportation_system) (24.08.2018).
- [12] Bryant, R.(2005). *Assisted GPS*. Innovation.6(21).41-45. (24.08.2018).
- [13] Bajaj, D., Gupta, N.(2012). *GPS Based Automatic Vehicle Tracking Using RFID*. International Journal of Engineering and Innovative Technology. Volume 1, Issue 1. 31-35. (21.08.2018).
- [14] <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> (08.08.2018).
- [15] <http://www.sabreadv.com/simcom-gsm-sim908/> (21.08.2018).
- [16] [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/GPS-Antenna\\_AppNote%28GPS-X-08014%29.pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/GPS-Antenna_AppNote%28GPS-X-08014%29.pdf) (23.08.2018).
- [17] [http://www.antennastore.co.nz/downloads/glyn/2.4GHz\\_Antennas\\_v1h.pdf](http://www.antennastore.co.nz/downloads/glyn/2.4GHz_Antennas_v1h.pdf)(16.08.2018)
- [18] <http://php.net/manual/en/book.pdf.php> (20.08.2018)

- [19] <https://www.w3schools.com/jquery/default.asp> (23.08.2018).
- [20] <https://quotingbusiness.co.uk/blog/benefits-of-tracking-systems/> (16.08.2018)
- [21] <https://www.quora.com/What-is-the-future-of-GPS-technology-in-the-fleet-management-and-tracking-business> (10.09.2018)