

# Lociranje osoba primjenom pametne naljepnice

---

**Madžarević, Kristian**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:218272>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-13**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET  
ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH  
TEHNOLOGIJA**

**Sveučilišni studij**

**Lociranje osoba primjenom pametne naljepnice**

**Završni rad**

**Kristian Madžarević**

**Osijek, 2020.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju

Osijek, 19.09.2021.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Prijedlog ocjene završnog rada na  
preddiplomskom sveučilišnom studiju**

<b>Ime i prezime studenta:</b>	Kristian Madžarević
<b>Studij, smjer:</b>	Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija
<b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>	4078, 21.07.2015.
<b>OIB studenta:</b>	15938801328
<b>Mentor:</b>	Prof.dr.sc. Željko Hocenski
<b>Sumentor:</b>	
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Naslov završnog rada:</b>	Lociranje osoba primjenom pametne naljepnice
<b>Znanstvena grana rada:</b>	<b>Arhitektura računalnih sustava (zn. polje računarstvo)</b>
<b>Predložena ocjena završnog rada:</b>	Vrlo dobar (4)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 2 razina
<b>Datum prijedloga ocjene mentora:</b>	19.09.2021.
<b>Datum potvrde ocjene Odbora:</b>	22.09.2021.
Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 05.10.2021.

**Ime i prezime studenta:**

Kristian Madžarević

**Studij:**

Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

4078, 21.07.2015.

**Turnitin podudaranje [%]:**

4

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Lociranje osoba primjenom pametne naljepnice**

izrađen pod vodstvom mentora Prof.dr.sc. Željko Hocenski

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# 1. UVOD

Razvojem tehnologije u današnje vrijeme vrlo je jednostavno i ekonomski prihvatljivo koristiti neku vrstu uređaja za komunikaciju s okolinom, bilo to prijenos velike količine podataka, poput uživo prijenosa videa ili slanja velikih datoteka, ili prijenos jako male količine informacija, kratkog dosega, uz vrlo malu i ekonomičnu potrošnju energije. Komunikacija je pouzdana i „real-time“ što znači da su promjene u mreži, a time i sama komunikacija, u stvarnom vremenu što otvara puno mogućnosti uporabe takvih uređaja.

U poglavlju „Bluetooth“ objašnjene su osnove bluetooth protokola, načini rada, mogućnosti te specifikacije uređaja koji se koriste za završni rad, i već postojeća slična rješenja. Također je objašnjen BLE modul, koji koristi upravo ove tehnologije ekonomičnog korištenja energije za komunikaciju. Poglavlje „Mreže uređaja i njihova komunikacija“ govori općenito o mrežama uređaja te protokolima komunikacije tih uređaja, te o mikro-mrežama, zvanim „microgrid“, njihovim svojstvima, uporabi BLE modula u mikro-mrežama, te ulazi u tematiku komunikacije uređaja međusobno u mikro-mrežama. Poglavlje „Simulacija krizne situacije“ prikazuje realističnu simulaciju situacije u kojoj bi korištenje pametne naljepnice za lokaciju osobe bilo vrlo korisno i efikasno, te govori o samoj izradi mikro-mreže Bluetooth uređaja koji bi komunikacijom mogli uvelike smanjiti vrijeme potrebno za saniranje krizne situacije opisane u ovom završnom radu.

## 1.1. Zadatak završnog rada

Zadatak završnog rada je osmisлити način lociranja osoba primjenom pametne naljepnice. Potrebno je proučiti povezivanje između tri ili više bluetooth „beacona“ i pratiti njihovu komunikaciju, te urediti sustav na taj način da se pojavi obavijest čim jedna od pametnih naljepnica sa BLE modulom nestane iz dosega svih „beacona“. Time se uvelike smanjuje vrijeme reakcije osoblja zaduženog za pomoć u kriznoj situaciji poput: Osoblje i putnici broda imaju pametne naljepnice sa BLE modulima koji odašilju signale, a po brodu su postavljeni „beaconi“ koji su povezani s tim BLE modulima i međusobno. U slučaju nestanka jednog od signala, javlja se sustavu da je došlo do nestanka i time alarmira osoblje broda da je osoba pala sa broda ili napustila brod, a da o tome nitko nije obaviješten.

## **2. BLUETOOTH**

Bluetooth je način razmjene podataka između dva uređaja bežično, uz kratak doseg (oko 10 metara, ovisno o uređaju). Većina današnjih računala, mobitela, digitalnih kamera i audio uređaja ima bluetooth uređaj u sebi, što im pruža vrlo jednostavnu i pristupačnu komunikaciju sa uređajima u bližoj okolini. Početci bluetootha su u 90-im godinama kada u Ericsson Mobile kompaniji nastaje tehnologija „short-link“ kasnije nazvana Bluetooth, da bi se ostvarila efikasnija bežična komunikacija između ThinkPad uređaja i Ericsson mobilnog uređaja, što je kasnije dovelo do široke primjene Bluetooth tehnologije u širokom spektru uređaja.

### **2.1. Bluetooth ili Wi-Fi**

Bluetooth je primarno korišten za prijenos podataka preko malih udaljenosti, od jednog do drugog uređaja. Puno je jednostavniji protokol nego Wi-Fi, pa se zato pronalazi u puno široj primjeni gdje se njegove specifikacije pronađu korisne, ali ima manju brzinu prijenosa podataka (oko 3 Mbit/s).

S druge strane, Wi-Fi se primarno služi za povezivanje na Internet pa je samim time protokol kompliciraniji, više vremena je potrebno za uspostavu veze, pa je zbog toga Bluetooth pogodniji za ovakav zadatak iako Wi-Fi obično ima veći doseg (oko 100 metara).

### **2.2. Komunikacija bluetooth uređaja**

Veza bluetooth uređaja uspostavlja se putem radio valova u frekvencijskom opsegu od 2,4 do 2,48 GHz. Te frekvencije nazivaju se UHF („Ultra High Frequency“). Zbog takvog načina veze, uređaji ne trebaju optičku vidljivost da bi se povezali, niti moraju biti međusobno usmjereni.

Bluetooth koristi radio tehnologiju „frekvencijsko skakanje proširenog spektra“ koja prenosi radio signale tako što rapidno brzo mijenja frekvenciju prijenosa uzduž jako puno distinktivnih frekvencija, zauzimajući tako širok spektar frekvencijske širine. Promjene su poznate i odašiljaču i prijemu podataka zbog načina na koji su programirani. Uobičajeni bluetooth uređaji odrade 1600 „skokova“ u sekundi. Na taj način raste brzina prijenosa podataka, ali i frekvencijski spektar na kojem rade Bluetooth uređaji je efikasnije iskorišten.

### 2.3. Bluetooth Low Energy (BLE)

BLE je tehnologija korištena u zdravstvu, fitness industriji, „svjetionicima“, sigurnosti i kućnim aparatima. Integrirana je u Bluetooth 4.0, 2009. godine. Namjena ove tehnologije je drastično smanjiti potrošnju Bluetooth modula, zadržavajući sličan doseg. Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry, kao i macOS, Linux, Windows 8 i Windows 10 podržavaju BLE.

BLE koristi iste frekvencije pa je kompatibilan sa klasičnim Bluetooth uređajima, ali ima manju brzinu ( 125 kbit/s do 2 Mbit/s), manje kašnjenje (3 ms, u usporedbi sa 100 ms), troši vrlo malo snage (od 0.01 do 0.5 W), pa je time ova tehnologija vrlo prihvatljiva za ovakav projekt. Prema [1], naj popularniji BLE integrirani sklopovi na tržištu danas su :

1. nRF8001 – Nordic Semiconductor
2. nRF51822 – Nordic Semiconductor
3. nRF52832 – Nordic Semiconductor
4. DA14580 – Dialog Semiconductor
5. DA14680 – Dialog Semiconductor
6. CC2540 – Texas Instruments
7. CC2541 – Texas Instruments
8. CC2630/40/50 – Texas Instruments
9. PSoC4 BLE – Cypress Semi
10. PROC 4 BLE – Cypress Semi

Također, postoje i uređaji koji već u sebi imaju BLE integrirani sklop ili modul pa bi se te uređaje moglo konfigurirati da rade umjesto pametne naljepnice čime bi korisnicima bila omogućena još jednostavnija prilagodba na sustav zaštite, a sa istim ishodom sigurnosti. Neki od tih uređaja su prema [2]:

1. Garmin Vivosmart – nRF51422 by Nordic Semiconductor
2. Misfit Flash Link – nRF51822 by Nordic Semiconductor
3. Pebble Time – CC2564 by Texas Instruments
4. FitBit Surge – CC2564 by Texas Instruments
5. Misfit Shine Activity Tracker – CC2541 by Texas Instruments

6. Xiaomi Mi Band – DA14580 by Dialog Semiconductor
7. FitBit Charge 2 – BLUENRGCSF by STMicroelectronics
8. Samsung Gear Fit – BCM4334WKUBG by Broadcom

#### **2.4. CC2541 – Texas Instruments SOC**

Uzme li se na primjer ovaj „System-on-chip“, sve potrebe sustava bile bi zadovoljene. Njegove tehničke specifikacije su prema [3]: 2.4GHz Bluetooth LE modul i potrebno radio-frekvencijsko sklopovlje kako bi pravilno funkcionirao, podržava brzine od 250 kb/s do 2 Mb/s prijenosa podataka, odlična selektivnost i osjetljivost (-94dBm na brzini 1Mb/s). Ima također i rad niskom razinom snage:

1. Aktivni prijemni način rada: 17.9 mA,
2. Aktivni odašiljački način rada: 18.2 mA,
3. Razina snage 1 (4 $\mu$ s vrijeme pokretanja): 270 $\mu$ A,
4. Razina snage 2 (Tajmer za spavanje): 1 $\mu$ A,
5. Razina snage 3 (Vanjski impulsi buđenja): 0.5 $\mu$ A

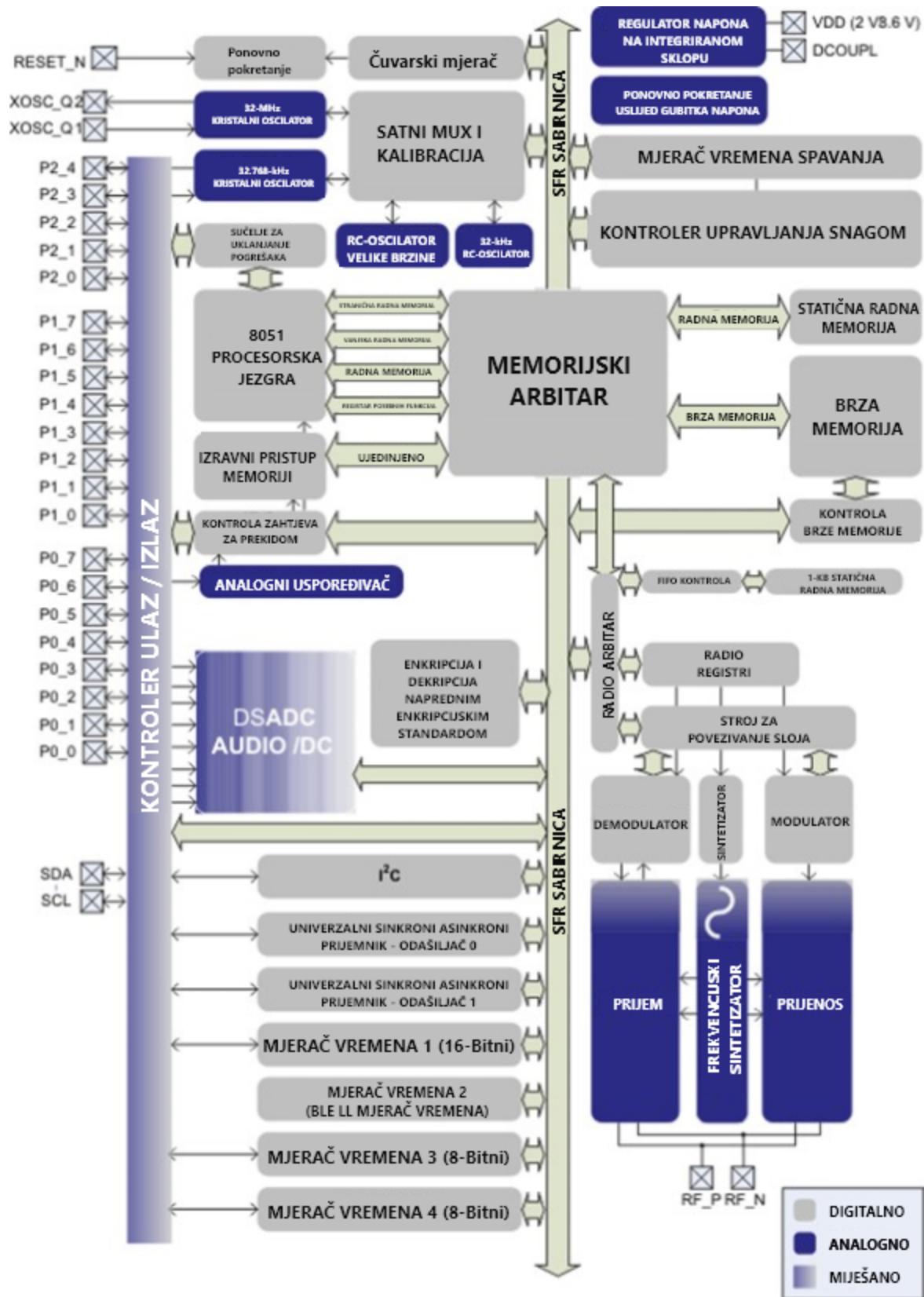
Odabrani „SOC“ ima 8051 mikrokontroler koji ima visoke performace i nisku potrošnju energije, također ima ugrađenu programibilnu „flash“ memoriju od 128KB ili 256KB ovisno o modelu. 8KB radne memorije sa mogućnošću pamćenja stanja, dekodiranje adresa i spremanje stanja u svim načinima energije i podrška za probleme sa sklopovljem čine taj sustav na integriranom sklopu vrlo dobrim za ovakve potrebe. Periferije ovog integriranog sklopa su:

1. snažan 5-kanalni DMA („Direct Memory Access“- proces prijenosa podataka bez korištenja samog procesora, za komunikaciju ulaz/izlaz uređaja),
2. Mjerači vremena za općenite svrhe (1 16-bitni i dva 8-bitna mjerača vremena),
3. Sklopovlje za generiranje infracrvenog signala,
4. 32-kHz mjerač vremena spavanja sa mogućnošću mjerenja vremena u ostale svrhe
5. Precizan digitalni indikator snage primljenog signala,
6. Nadzor baterije i senzor temperature,...

Ostale specifikacije može se pronaći u PDF formatu na web stranici navedenoj u literaturi. Dolje je prikazan blok dijagram ovog sustava na integriranom sklopu, gdje možemo vidjeti koliko zapravo



različitih mogućnosti ima već ugrađeno a i koliku sposobnost nadogradnje i poboljšanja ima pomoću ulaz/izlaz priključnica.



Sl. 2.1. Blok dijagram CC2541 Sustava na integriranom sklopu prema [4].

## 2.5. „Beacon“

Bluetooth „beacon“ su hardware prijenosnici, vrsta BLE uređaja koji odašilju njihov identitet obližnjim prijenosnim uređajima koji imaju Bluetooth. Time je ostvaren način komuniciranja vrlo malom količinom podataka, tako da se izbjegne ometanje korisnika, a koriste se :

- da bi se odredila fizička lokacija uređaja,
- praćenje kupaca
- lokacijski-ovisne akcije na uređajima poput obavijesti ili reklame.

Jedna od aplikacija ove tehnologije i ovih uređaja je i lokacija i pozicioniranje unutar nekog prostora, koji pomaže pametnim uređajima u određivanju vlastite lokacije ili orijentacije. Nedostatak ove tehnologije je što „beacon“ šalje podatke samo prema uređaju, ne prima podatke od uređaja pa na taj način sam „beacon“ ne zna lokaciju uređaja. U ovom završnom radu zadatak je ostvariti komunikaciju u kojoj uređaj šalje povratnu informaciju nalazi li se on uopće u doseg „beacona“.

Apple je 2013. pustio u korištenje protokol „iBeacon“ koji omogućuje uređajima koji imaju bluetooth modul da aktiviraju određene akcije (kao npr. Šalju jačinu signala kontrolnoj jedinici). „iBeacon“ radi tako da pošalje jedinstven ID koji mobilna aplikacija može prepoznati da bi odredila fizičku lokaciju tog modula i tako prati lokaciju kupaca u trgovini ili aktivira neku akciju na osnovu lokacije uređaja. U slučaju koji promatra završni rad, protokol bi se koristio kako bi se odredilo ima li pametne naljepnice u doseg „beacona“ ili ne, i po mogućnosti određivanju gdje se koji korisnik nalazi u svakom trenutku.

## 2.6. Slična, već gotova rješenja

Budući da BLE moduli postoje već više od 10 godina i da je želja ljudi za što više informacija sve veća i veća, postoje već razvijena slična rješenja ili slične primjene BLE modula, kao što su:

1. BeaconTrax – Prema [5], rješenja za menadžment ljudi sa naglaskom na sigurnost i kontrolu pristupa. Koristeći BLE „beacone“ i pristupnike locira se osoblje. „Beaconi“ se dodjeljuju osoblju, na ključeve ili identifikacijske kartice. Nekoliko pristupnika se postavi na željena mjesta kontrole, kako bi ostvarili precizne točke lokacije unutar nekog postrojenja. Pristupnici će dohvaćati signal automatski kada osoba sa „beaconom“ uđe u doseg od 3 do 10 metara od pristupnika. Pristupnici se povezuju na Internet pomoću LAN ili Wi-Fi mreže. Sa

kontinuiranim osvježavanjem podataka „beacona“ i pristupnika, aplikacije na „oblaku“ imaju mogućnost pružiti informacije o lokaciji i promjeni lokacije osoblja. Ovakav sustav za praćenje dopušta praćenje, lociranje, nadgledanje i pruža napredne obavijesti sigurnosnog sustava pomoću SMS-a ili šalje E-mail osiguranju.

2. Bluetooth Real-time location systems (RTLS) – Prema [6], također zvani i „indoor positioning systems“ (IPS), služe za lociranje osoblja ili nekih predmeta u proizvodnji. Rade na istom principu kao i beaconTrax, pomoću bluetooth BLE „beacona“ i prijemnika koji detektiraju signale te obavještavaju aplikaciju koja se nalazi u „oblaku“ kako bi ona mogla dalje nastaviti rad kako je već zamišljeno da radi. Razlika je u tome što nude fleksibilnu primjenu s obzirom da nisu orijentirani prema sigurnosti nego više prema produktivnosti. Koriste tri vrste naljepnica za praćenje (BLE, Wifi, Active RFID), a ovdje je usporedba njihovih specifikacija:

<b>RTLS Tip</b>	<b>Cijena</b>	<b>Preciznost/ Udaljenost čitanja</b>	<b>Trajanje Baterije</b>	<b>Cijena Sklopovlja Unaprijed</b>
<b>Bluetooth LE (Kontakt.io)</b>	Sama naljepnica: \$25 Naljepnica u kartici: \$29	4m (Sobna razina)	15 mjeseci 20 mjeseci	\$25900
<b>WiFi</b>	Naljepnica: \$120	3-4m	24h za osobne naljepnice 3-4 godine (niska frekvencija)	\$120,000
<b>Aktivni RFID</b>	Čitač:\$1000- \$5000 Naljepnica: \$30- \$100	3-5m	3-10 godina	\$130,000

Tab. 2.1. Specifikacije različitih naljepnica za praćenje lokacije.

Kao što se vidi iz tablice, BLE je znatno jeftiniji kao rješenje i pruža dovoljno trajanje baterija. U odnosu na WiFi, aktivni RFID sustavi su malo skuplji ali imaju u prosjeku puno duže trajanje baterije pa se na kraju sve svede na to što klijent preferira koristiti.

3. People tracking system (PTS) – Prema [7], sa službene stranice tvrtke Asic, iz Italije dolazi sustav koji omogućuje praćenje osoblja i klijenata u specifičnim zonama broda pomoću aktivne RFID tehnologije (Radio-frekvencijska identifikacija). Sve osobe na brodu obavezne

su nositi maleni robustni RFID uređaj kojeg automatski otkrivaju antene postavljene po brodu na strateške lokacije kako bi omogućile praćenje kretnji na brodu. Također kao rješenje je predstavljeno grafičko sučelje koje u svakom trenutku prikazuje lokaciju svih osoba na brodu u stvarnom vremenu.

### **3. MREŽE UREĐAJA I NJIHOVA KOMUNIKACIJA**

Postoje razne vrste komunikacije u suvremenom svijetu, pa samim time i različite vrste mreža koje povezuju dva ili više uređaja. Obično se prema zemljopisnom području dijele na:

- PAN (Personal Area Network),
- LAN (Local Area Network),
- MAN (Metropolitan Area Network) i
- WAN (Wide Area network).

Te vrste bežičnih mreža su pojedinačno prilagođene kako bi svaka od njih zadovoljila zahtjeve korisnika u tom području za koje su namijenjene.

Mreža kojom se rad bavi naziva se Microgrid i spada u LAN mreže. LAN mreže (lokalna računalna mreža), prema [8], koje se isto tako nazivaju i područne mreže koriste se u povezivanju računala ili drugih mrežnih uređaja na manjim udaljenostima, npr. U okviru jedne zgrade, ureda, postrojenja, kuće i slično. Komunikacija se u ovim mrežama odvija preko TCP/IP protokola. To je skupina komunikacijskih protokola od kojih su najvažniji TCP (transmission control protocol) i IP (Internet protocol), uz mnoge druge protokole. TCP/IP funkcionira kao apstraktni sloj između Internet aplikacija i routinga. U tom načinu rada određeno je kako će se podatci koji se šalju podijeliti u pakete, adresirati, prenositi i primiti na destinaciji.

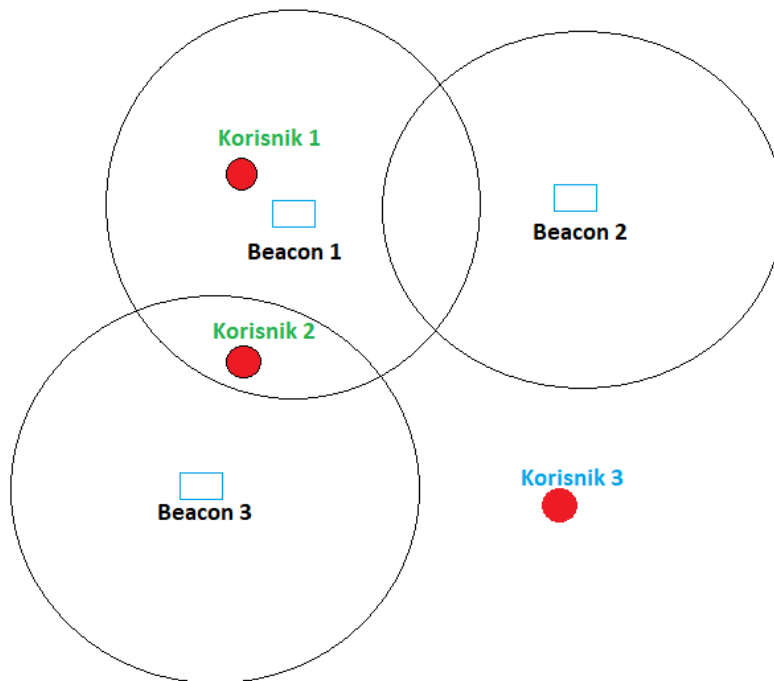
#### **3.1. „Microgrid“**

Mreža relativno male veličine, sa svrhom samostalnog funkcioniranja, u kojoj je više uređaja spojeno i međusobno komuniciraju te ostvaruju neki cilj. U ovom radu potrebno je konfigurirati jednu takvu mrežu pomoću BLE modula, na način da svi BLE moduli komuniciraju sa „beaconima“, a oni komuniciraju sa jednim uređajem koji će biti kontrolna jedinica. Taj uređaj je smartphone koji će dobiti obavijest u slučaju nestanka jednog od korisnika, odnosno kada signal njegovog BLE modula nije očitao niti na jednome od strateški pozicioniranih „beacona“ unutar određenog broda, vlaka i sl.

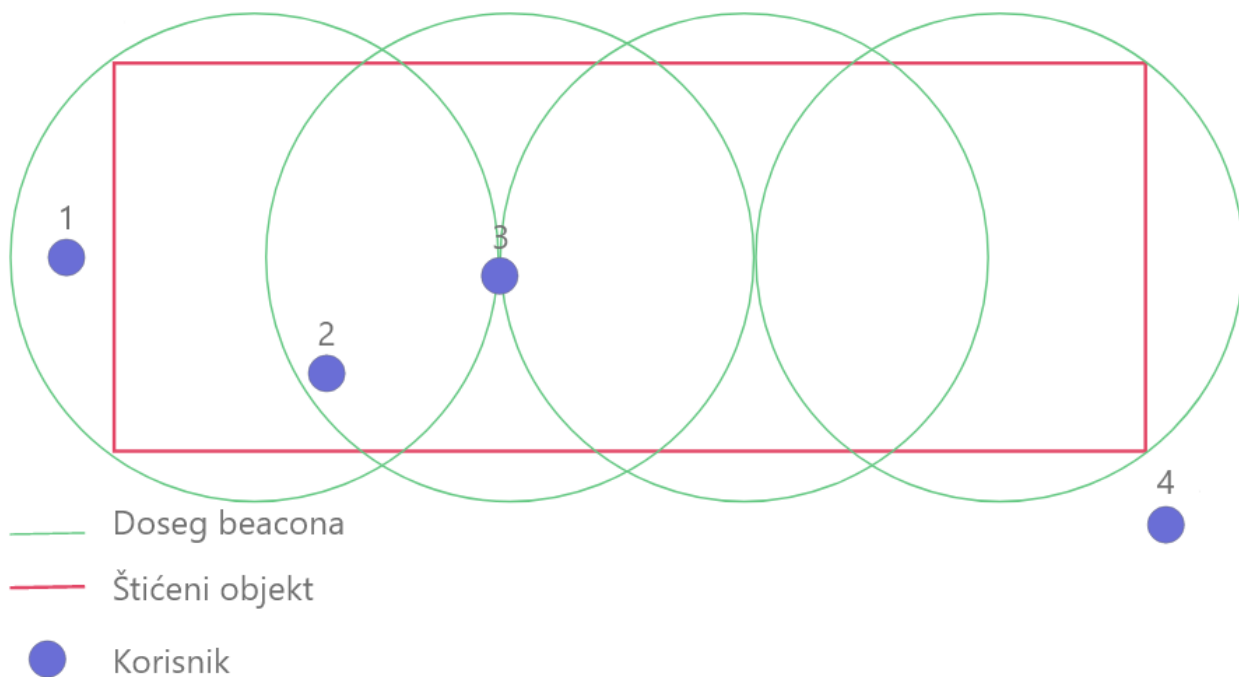
#### **3.2. Komunikacija „microgrida“ BLE modula**

Cilj komunikacije „microgrida“ BLE modula je prikazan slikom 3.1. BLE moduli komuniciraju tako da šalju podatke između sebe te na taj način sprječavaju dvostruko detektiranje istog korisnika. Korisnik 1 nalazi se u području detekcije prvog „beacona“, korisnik 2 u području

detekcije i prvog i drugog „beacona“. Jačina signala korisnika 3 je pre mala pa ga niti jedan „beacon“ ne očitava te se zbog toga obavještava sustav o nestanku korisnika iz dosega „beacona“. Tada na smartphone koji je povezan sa sustavom stiže obavijest da je korisnik 3 nestao ili je došlo do pogreške sa njegovim BLE modulom. U tom slučaju ovlaštena osoba bi trebala obavijestiti osiguranje kako bi se pronašlo nestalu osobu u što kraćem roku. Obavijest na smartphone-u također treba sadržavati informaciju koji od „beacona“ je zadnji detektirao nestali uređaj kako bi osoblje imalo predodžbu gdje bi osoba mogla biti, što se vidi na slici 3.2. gdje korisnik 1 upada u područje detekcije samo „beacona“ 1 i tom određenom jačinom, te stoga možemo zaključiti da se korisnik 1 više ne nalazi u zadanom objektu. Također, korisnik 4 je zadnje detektiran „beaconom“ 4 pa na obavijesti na smartphone stiže i ta informacija kako bi osoblje moglo otprilike znati gdje početi tražiti za nestalom osobom.



Sl. 3.1. Grafički prikaz „microgrida“.



Sl. 3.2. Grafički prikaz posljednje viđene lokacije korisnika.

### 3.3. Konfiguracija BLE modula

BLE moduli se konfiguriraju pomoću posebno proizvedenih programerskih alata koje svaka firma koja proizvodi BLE integrirane sklopove prodaje posebno za svoje integrirane sklopove. Uobičajen proces programiranja BLE modula (integriranog sklopa), prema [9], ide ovako:

1. Povezivanje programerskog alata sa sučeljem za programiranje
2. Postavljanje BLE modula u programerski alat na predviđeno mjesto
3. Sučelje za programiranje poveže se USB kabelom sa računalom koje ima instalirane programe potrebne za programiranje BLE modula
4. Pokrene se program za programiranje sa odabranim tipom modula
5. Programiranje i spremanje

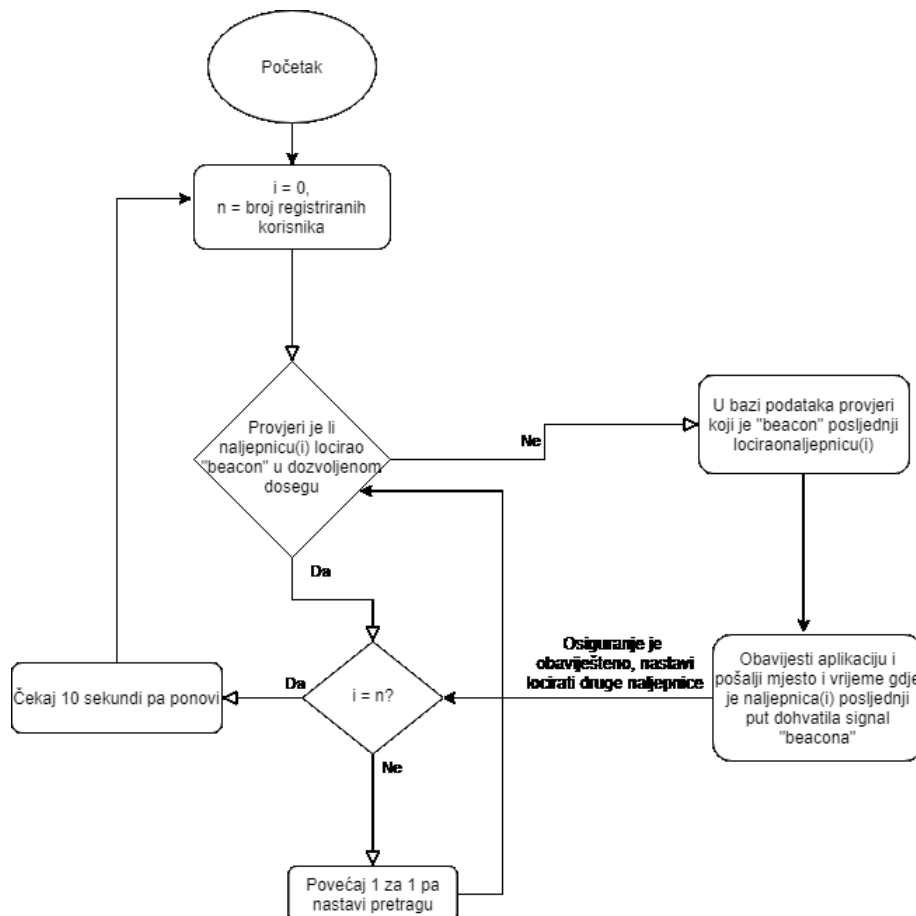
Modul je nakon ovih koraka spreman za korištenje.



## 4. SIMULACIJA KRIZNE SITUACIJE

Kao što zadatak nalaže, cilj je osmisлити način lociranja osoba primjenom pametne naljepnice, odnosno sustav „beacona“ koji otkrivaju kada je neka osoba nestala iz doseg (pala sa broda, napustila vlak i slično) bez znanja osoblja. U sustavu koji promatra rad, BLE „beaconi“ bi bili korišteni i za pametne naljepnice i za same fiksne baze, uz posebnu konfiguraciju. Bez takvog rješenja, postoji mogućnost da osoba nastrada ili bude izgubljena ako padne s broda a osoblje ne uoči da osoba nedostaje. Rješenje se nalazi u malim, vrlo energetske efikasnim BLE modulima koje bi korisnici nosili na odjeći i strateški postavljenim „beaconima“ po postrojenju koje se nadzire kako bi se pokrio sav teren promatranja. Jedan od primjera krizne situacije bio bi nailazak nekog plovila na velike morske struje i valova te naginjanje plovila pod kutem pod kojim postoji rizik da neka od osoba padne sa plovila bez da netko od osoblja to primijeti. Koristeći sustav koji završni rad opisuje, takva krizna situacija bila bi riješena puno brže i efikasnije.

### 4.1. Dijagram rada sustava lociranja pametnih naljepnica



#### Sl. 4.1. Dijagram rada sustava lociranja pametnih naljepnica.

Kao što se vidi na dijagramu, kada sustav počne svoj ciklus, pregleda svaku pametnu naljepnicu pojedinačno, u slučaju da pametna naljepnica nije pronađena u dosegu bilo kojeg „beacona“, ili se nalazi u nedopuštenom području detekcije, aktivira se sigurnosna mjera koja provjeri postoji li zapis u bazi podataka gdje je posljednji put locirana pametna naljepnica i u koje vrijeme, i to se proslijedi osiguranju kroz obavijest u aplikaciji, te se nastavi pretraga preostalih pametnih naljepnica. Ako je pak, uslijed provjere lokacije naljepnice, ona pronađena i u dozvoljenom prostoru, sustav provjeri je li to posljednja u nizu pametnih naljepnica i ako nije, nastavi pretragu a ako je, pričeka 10 sekundi i ponovi kompletan proces pretrage. Time se dobije optimalno vrijeme informiranja sigurnosnog sustava uz zajamčenu dugotrajnost baterija na BLE modulima pametnih naljepnica.

### **4.2. Analiza simulacije krizne situacije**

Svaki „beacon“ morao bi komunicirati sa svojim susjedom, te na taj način dostaviti poruku centralnoj jedinici odnosno pametnom mobitelu koji bi imao nadzor i dobio obavijest ukoliko neka osoba nestane iz dosega. Postoje već napravljene aplikacije koje omogućuju takvu komunikaciju Bluetooth uređaja, da jedni drugima šalju jačinu međusobnog signala, a u ovom radu demonstrira se korištenje te informacije za određivanje je li neki od bluetooth uređaja još uvijek unutar dosega centralne jedinice, ili je nestao pa je potrebno aktivirati sustave zaštite. Centralna jedinica u takvom sustavu dobila bi informaciju u koje vrijeme je i na kojem mjestu posljednji put očitao signal nestalog BLE modula, te bi tako znatno olakšala i ubrzala pronalazak osobe.

## 5. ZAKLJUČAK

Brz razvoj tehnologije u smjeru što veće energetske efikasnosti, i brzog prijenosa informacija uz malu potrošnju doveo je do mogućnosti vrlo jednostavne implementacije već postojećih uređaja kako bi se razvio sustav zaštite poput ovoga. takav sustav uvelike bi ubrzao vrijeme reakcije zaštitnih mehanizama te tako spasiti živote. Vrlo pouzdan, i vrlo ekonomičan Bluetooth Low Energy Modul bio bi skoro pa neprimjetan na odjeći korisnika, a značio bi veću razinu sigurnosti. Daljnjim razvojem tei slične tehnologije moglo bi se razviti sustav precizne lokacije korisnika te tako spriječiti ulazak u neovlaštene prostore, ili u nesigurna područja. Također bi se moglo omogućiti instalaciju softvera za komunikaciju na već postojeće uređaje koji u sebi imaju BLE module sa potrebnim protokolima, te time ubrzati i pojednostaviti sigurnosni sustav.

## LITERATURA

[1] Most popular BLE controllers, 2017. dostupno na: <https://developex.com/blog/most-popular-ble-controllers/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[2] Most popular BLE controllers, 2017. dostupno na: <https://developex.com/blog/most-popular-ble-controllers/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[3] Texas Instruments, CC2541, data sheet pdf, dostupno na: <https://www.ti.com/lit/gpn/cc2541/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[4] Block diagram, Texas Instruments, CC2541, data sheet pdf, stranica 2, dostupno na: <https://www.ti.com/lit/gpn/cc2541/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[5] BeaconTrax, Innovative Bluetooth Solutions, dostupno na: <https://www.beacontrax.com/people-locating-system/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[6] Kontakt.io, software developing company, dostupno na: <https://kontakt.io/wahat-is-bluetooth-rtls/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[7] Asic, software developing company, 2018. dostupno na: <https://www.asic.it/navy/people-tracking-system-pts/> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[8] LAN, wikipedia, 2021. dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/LAN> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

[9] CYBLE-022001-PROG EZ-BLE, module programming kit manual, 2020. dostupno na: <https://www.cypress.com/documentation/development-kitsboards/cyble-022001-prog-ez-ble-module-programming-kit> [datum zadnje posjete stranici: 20. Kolovoza 2021.]

## SAŽETAK

Razvoj jeftine i energetske efikasne tehnologije uređaja koji prenose podatke poput BLE modula čini lociranje osobe u blizini sa velikom preciznošću vrlo lakim i pouzdanim. Takva metoda koristi se u ovom radu da bi obavijestila sustav da osoba nije otkrivena u doseg Bluetooth „beacona“, strateški postavljenih u specifičnom području. Zbog velike pouzdanosti i brzine sustava, on uvećava sigurnosne razine i omogućuje puno bržu reakciju bilo kakve sigurnosne mjere koja bi bila potrebna ako bi neka osoba nestala iz određenog područja.

Ključne riječi: Lociranje osobe, BLE mikro-mreža, Sigurnosni sustav

## **ABSTRACT**

### **Locating a person using a smart tag**

Development of low cost and energy efficient fast-speed data transfer devices such as BLE modules makes locating a person in close proximity with high accuracy very easy and reliable. Such a method is used in this work to notify the system that a person is not being detected in range of Bluetooth beacons, strategically placed on a specific area. Due to the system being highly reliable and fast, it increases safety levels and enables a much quicker reaction of any safety measures required should a person go missing from a specific area.

Keywords: locating a person, BLE microgrid, Safety system

## **ŽIVOTOPIS**

Kristian Madžarević rođen je 15. Kolovoza 1996. Godine u Slavonskom Brodu. Završio je Osnovnu Školu Stjepan Radić Oprisavci te Srednju tehničku školu u Slavonskom Brodu, smjer Elektrotehnika. Trenutno je student 3. Godine preddiplomskog studija na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek. Tečno govori engleski jezik.