

# Prilog uvođenju mobilnog pozicioniranja u sistemu zaštite i spašavanja u Bosni i Hercegovini

Aleksandar Mandić, Mladen Mrkaja

Ministarstvo bezbjednosti BiH  
Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
aleksandar.mandic@msb.gov.ba  
mladen.mrkaja@msb.gov.ba

Milan M. Šunjevarić

RT-RK Istraživačko-razvojni institut  
Novi Sad, Srbija  
micosun@eunet.rs

**Sadržaj – Problematika pozicioniranja korisnika u radio mrežama je prvenstveno aktuelizovana o okviru ćelijskih radio mreža zbog njihove rasprostranjenosti i poznate lokacije predajnika. Ideja je nastala u SAD za potrebe servisa za hitne pozive 911. Ekvivalentan sistem u zemljama Evropske unije se počeo razvijati od 2000. godine, za potrebe servisa 112. Sistem jedinstvenog evropskog broja za hitne situacije 112 u Bosni i Hercegovini je u fazi uvođenja, prije čega je potrebno stvoriti zakonske, organizacione i tehničke preduslove. U ovom radu će biti razmotrene mogućnosti uvođenja mobilnog pozicioniranja u sistemu zaštite i spašavanja te njegovi tehnički i legislativni preduslovi. Pored toga, biće prikazan jedan od načina određivanja pozicije mobilnog korisnika na osnovu mjerenja snage bazne stanice.**

**Ključne riječi – mobilno pozicioniranje, zaštita i spašavanje, sistem 112, trilateracija**

## I. UVOD

Pozicioniranje pozivaoca broja za hitne situacije je uvijek aktuelna tema u sistemu zaštite i spašavanja svake države, u cilju pravovremenog odgovora na prijavu o nesreći i sprečavanju ili ublažavanju njenih posljedica. Mogućnost brzog i preciznog određivanja lokacije unesrećenog lica je vrlo često od presudne važnosti, kako se ne bi gubilo dragocjeno vrijeme i kako bi se pomoć ukazala u najkraćem mogućem roku. Za potrebe službi zaštite i spašavanja se, sredinom devedesetih godina XX vijeka, počelo raditi na razvoju sistema za pozicioniranje korisnika u ćelijskim radio mrežama, zbog njihove rasprostranjenosti, dobre pokrivenosti i poznate lokacije predajnika.

U Bosni i Hercegovini je Okvirnim Zakonom o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih ili drugih nesreća definisan sistem hitnih poziva 112. Međutim, do danas ovaj sistem nije postao funkcionalan u pravom smislu, iz razloga što nije izvršeno zakonsko definisanje evropskog broja za hitne situacije 112, kao jednog od brojeva za prijavu hitnih situacija. Pored uvođenja sistema 112, na kom se ubrzano radi, biće potrebno prilagoditi tehnički i legislativni okvir za integraciju sistema pozicioniranja, koji je jako značajan sa stanovišta cjelokupnog sistema zaštite i spašavanja u BiH.

## II. RAZVOJ SISTEMA ZA POZICIONIRANJE U MOBILNIM MREŽAMA

Ideja o pozicioniranju korisnika u mobilnim mrežama potiče iz SAD, a razvijena je za potrebe servisa za hitne pozive. FCC (eng. *Federal Communication Commission*) je 1996. godine razvio program prema kojem je obavezao operatore mobilne telefonije da u predviđenom vremenskom intervalu omoguće određivanje lokacije mobilnih korisnika u okviru svojih mreža. Ovaj servis, unaprijeđena verzija 911 servisa za hitne pozive je nazvan *Enhanced 911 (E-911)* [1].

Evropska verzija servisa za hitne pozive je nastala tek 1998. godine. Tom prilikom je Evropska komisija (eng. *European Commission – EC*) ustanovila jedinstven broj 112 kao podršku servisima za hitne pozive, zajednički za fiksne i mobilne mreže. Dvije godine kasnije, prema modelu FCC, Komisija Evropske zajednice (eng. *Commission of European Communities – CEC*) je izdala nalog kojim se obavezuju operatori da u okviru svojih mobilnih mreža omoguće automatsku identifikaciju lokacije (eng. *Automatic Location Identification – ALI*) mobilnih korisnika. Ovakvo unaprijeđen servis je nazvan *Enhanced 112 (E-112)* [2].

Servisi za hitne slučajeve su veoma logična oblast primjene tehnologije lociranja. U velikom broju slučajeva osobe koje pozivaju servise ovog tipa (policiju, vatrogasnu službu, hitnu pomoć) nisu u mogućnosti da daju svoju preciznu lokaciju, ili je jednostavno ne znaju. Podaci o pozivima u SAD govore da je preko 50% poziva servisima za hitne slučajeve upućeno preko mobilnih stanica te se stoga mora posvetiti velika pažnja ovoj problematici. U nastavku će nešto detaljnije biti opisani servisi E-911 i E-112.

Kako bi se uspješno izborila sa gore navedenim problemom, FCC je 1996. godine naložila operatorima mobilne telefonije da dostavljaju geografsku poziciju pozivaoca servisa za hitne slučajeve agenciji za reagovanje na hitne pozive (eng. *Public Safety Answering Point – PSAP*). Pored toga, propisani su vremenski intervali lociranja i stepen preciznosti lociranja koji moraju biti ispunjeni. Kako su ovi zahtjevi bili daleko izvan mogućnosti tadašnje mrežne infrastrukture, bilo je neophodno njeno unapređenje. Iz tog

razloga je procedura uvođenja servisa E-911 podijeljena u dvije faze [3].

Prva faza razvoja E-911 je zahtjevala dostavljanje lokacije pozivaoca u odnosu na geografske koordinate bazne stanice, odnosno ćelije iz koje je napravljen poziv. Tipične mreže druge generacije kao što je GSM projektovane su da pokriju oblast poluprečnika nekoliko desetina kilometara (iako u urbanim sredinama taj poluprečnik ide do nekoliko stotina metara) te je stoga tačnost pozicioniranja u ovakvom sistemu prilično mala. Pored toga, operatori su obavezani da, izuzev lokacije, dostavljaju i telefonski broj pozivaoca. Ova usluga je nazvana automatska identifikacija broja pozivaoca (eng. *Automatic Number Identification – ANI*). Vrijeme završetka prve faze je predviđeno za april mjesec 1998. godine.

U drugoj fazi operatori su obavezani da lociraju pozivaoca sa tačnošću od 50-100 m u 67%, odnosno 150-300 m u 95% slučajeva, u zavisnosti od tehnologije pozicioniranja. Preciznost od 50, odnosno 150 metara je propisana za tzv. *handset-based* metode, kod kojih se proračun vrši na nivou mobilne stanice. Veće tolerancije, 100-300 metara, su dozvoljene u slučaju tzv. *network-based* metoda, gdje se proračun pozicije vrši na nivou mreže. Pošto je zahtijevanu preciznost bilo teško postići ćelijskim pristupom, unapređivanje mreže je postalo neophodno. Prema zahtjevima koje je postavila FCC, operatori su obavezani da počnu sa unapređenjima najkasnije u oktobru 2001. godine, a da ih završe do kraja 2005. godine. To je takođe podrazumijevalo postizanje propisane tačnosti i to u cijelom području koje pokriva svaki od operatora. Rokovi za realizaciju prve faze su relativno lako ispoštovani, ali su ozbiljne poteškoće pri realizaciji drugog dijela projekta natjerale FCC da pomjera unaprijed zadate rokove. Kao zaključak se nametnula činjenica da su ne samo operatori, već i FCC, umnogome potcijenili problematiku pozicioniranja korisnika u mobilnim mrežama.

Uvođenje naprednih servisa za hitne slučajeve je postalo predmet razgovora i inicijative i u drugim državama. Evropska unija je 2000. godine pokrenula aktivnosti vezano za *Enhanced 112* servis, pokretanjem projekta pod nazivom *LOCUS* (eng. *Location of Cellular Users for Emergency Services project*) i formiranjem koordinacione grupe *CGALIES* (eng. *Coordination Group on Access to Location Information for Emergency Services*). Zadatak grupe je da izvrši istraživanja i pripreme za uvođenje *LBS* (eng. *Location Based Services*) servisa u svim zemljama EU te da koordiniše akcije oko investicionih i implementacionih detalja svih učesnika ove inicijative. Konačan izvještaj o zahtjevima koje operatori moraju ispuniti je dostavljen u februaru 2002. godine [4]. Obaveze operatora su mnogo manje restriktivne nego što je to slučaj u SAD. EU je izdala uglavnom preporuke kojim bi se trebali voditi operatori pri implementaciji E-112, ali nije odredila krajnje rokove.

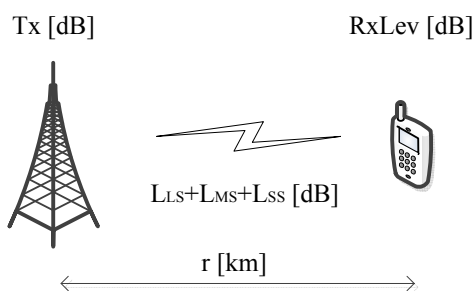
Na prvi pogled je izgledalo da će servis E-112 biti neka vrsta kopije E-911 servisa u SAD. Kasnije se ispostavilo da će razvoj E-112 zahtijevati rješavanje dodatnih problema pa će i sama implementacija duže trajati. Jedan od razloga su razlike u servisima za hitne pozive unutar zemalja Evropske unije.

### III. LOCIRANJE U ĆELIJSKOJ RADIO MREŽI NA BAZI MJERENJA SNAGE BAZNE STANICE

Iako ćelijske radio mreže nisu razvijane sa namjenom određivanja pozicije objekta, njihova infrastruktura, sačinjena od stacionarnih objekata poznate lokacije (bazne stanice – BS), koji emituju radio signal odgovarajuće snage, daje takvu mogućnost. Metode određivanja pozicije objekta u radio mreži na osnovu mjerenja snage signala se nazivaju *RSS* metode (eng. *Received Signal Strength – RSS*). Jedna od *RSS* baziranih metoda je postupak trilateracije [1]. Kod primjene ovog postupka u obzir se uzimaju faktori kao što su geometrija okoline i propagacija radio signala prilikom mjerenja udaljenosti od stacionarnih tačaka. Drugi postupak se naziva otisak lokacije (eng. *Location Fingerprinting*), a pogodan je za upotrebu u slučaju *NLOS* (eng. *Non Line of Sight*) sredina, kao i kod prostiranja signala višestrukim putanjama [5].

Korištenje metode **otiska lokacije** podrazumijeva prethodno kreiranje baze podataka sa vrijednostima jačine signala koje su dobijene mjerenjem u tačno određenim kritičnim tačkama neke oblasti koju pokriva bežična mreža. Ovaj metod je teži za praktičnu realizaciju, s obzirom na to da podrazumijeva kreiranje i održavanje baze podataka, kao i zbog potrebe ponovnog mjerenja snage signala svaki put kada se geometrija terena promijeni. Određivanje lokacije se odvija u dvije faze: trening (eng. *training*) i pozicioniranje (eng. *positioning*). U trening fazi se kreira baza podataka sa parametrima koji određuju jednu referentnu tačku (eng. *Reference Point - RP*), a koja se pažljivo bira. Što je veći broj *RP*, veća je i tačnost određivanja lokacije. Po završetku trening faze pristupa se pozicioniranju objekta. Na mjestu objekta vrši se mjerenje snage signala koji emituju okolne pristupne tačke (eng. *Access Point - AP*), a zatim se izmjerena vrijednost poredi sa vrijednostima u prethodno kreiranoj bazi. Kao rezultat poređenja se dobija najvjerojatnija lokacija objekta.

Postupak **trilateracije** je proces određivanja apsolutne ili relativne pozicije neke tačke uz pomoć mjerenja rastojanja koristeći geometriju kružnice. Ako su nam poznate koordinate tri bazne stanice i udaljenosti traženog objekta od svake od njih, onda je moguće konstruisati kružnice sa poluprečnicima jednakim tim udaljenostima, sa centrima u svakoj od baznih stanica. Tačka presjeka tako kreirane tri kružnice nam daje lokaciju traženog objekta. Uz pomoć opisanog postupka moguće je odrediti lokaciju korisnika u ćelijskoj radio mreži, gdje se udaljenost od bazne stanice određuje na osnovu mjerenja snage signala koji emituje bazna stanica. Za određivanje udaljenosti na osnovu izmjerene snage signala koriste se odgovarajući propagacioni modeli, koji u obzir uzimaju i geometriju terena i putanje prostiranja signala. Najčešće korišten radio propagacioni model je **Okumura-Hata model**. Nakon određivanja udaljenosti se procjenjuje lokacija objekta od interesa, uz korištenje odgovarajućih algoritama, kao što su **geometrijski algoritam** (eng. *Geometric Algorithm – GA*) i **prilagođeni geometrijski algoritam** (eng. *Adaptive Geometric Algorithm – AGA*).



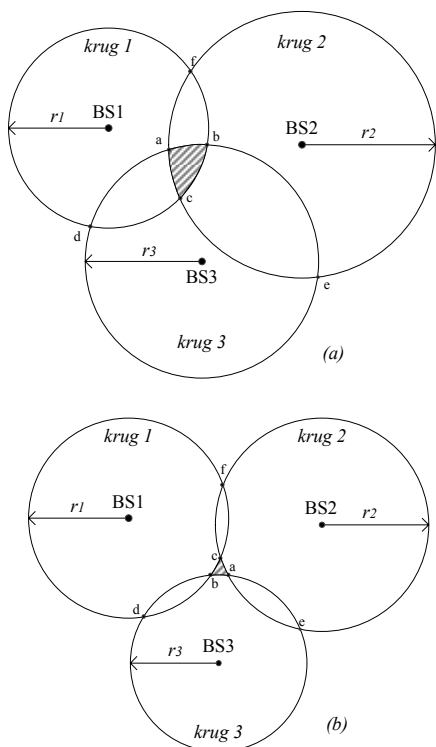
Slika 1. RSS model.

Princip RSS pozicioniranja prikazan je na sl. 1. Snaga primljenog signala  $RxLev$  se može definisati na sljedeći način:

$$RxLev = T_x - (L_{LS} + L_{MS} + L_{SS})$$

U gornjem izrazu,  $T_x$  je snaga emitovanog signala,  $L_{LS}$  je slabljenje signala uzrokovano prostiranjem u okviru velikih zona, tzv. *spori feding* (eng. *Large Scale Fading*),  $L_{MS}$  je slabljenje nastalo usljed specifičnog propagacionog okruženja između predajnika i prijemnika, tzv. *efekat sjenke* (eng. *shadowing*). Slabljenje koje se javlja kao posljedica malih promjena u rastojanju predajnika i prijemnika (reda veličine talasne dužine prenesenog signala), kao i prostiranja signala višestrukim putanjama, naziva se *brzi feding* (eng. *Small Scale Fading*) –  $L_{SS}$ . U proračunima se najčešće u obzir uzima samo spori feding, iz razloga što je prilično teško predvidjeti uticaj brzog fedinga i efekta sjenke. Prethodni izraz se svodi na:

$$RxLev = T_x - L_{LS}$$



Slika 2. Određivanje pozicije MS pomoću GA.

Prema Okumura-Hata modelu, spori feding se može predstaviti na sljedeći način:

$$L_{LS} = 69,55 + 26,16\log(f_{MHz}) - 13,82\log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55\log(h_b)]\log(d_{km}) - B$$

gdje su  $h_b$  i  $h_m$  visine antene bazne stanice i mobilne stanice,  $d_{km}$  je udaljenost u kilometrima i  $f_{MHz}$  je frekvencija izražena u MHz. Parametar  $a(h_m)$  se računa na sljedeći način:

$$a(h_m) = [1,1\log(f_{MHz}-0,7)]h_m - 1,56\log(f_{MHz})+0,8$$

Hata model za male i srednje gradove uvodi i korekcionni factor  $B$  koji se definiše kao:

$$B = 30 - 25\log(\chi)$$

gdje  $\chi$  predstavlja odnos izgrađenog prostora i čitave posmatrane oblasti, izražen u procentima.

Izmjerena snaga,  $RxLev$ , određuje kružnicu sa centrom na mjestu BS, a u kome se nalazi mobilna stanica (MS). Ako se konstruišu najmanje tri takve kružnice, njihov presjek određuje oblast u kojoj se nalazi MS. Ovaj postupak određivanja lokacije MS predstavlja tzv. *geometrijski algoritam*.

U idealnom slučaju, postoji samo jedna tačka presjeka svih kružnica, tako da je pozicija MS jedinstveno određena. Međutim, u stvarnom okruženju obično se radi o jednoj oblasti u kojoj se nalazi objekat od interesa, a može se desiti i da se kružnice uopšte ne sijeku te u toj situaciji nije ni moguće odrediti lokaciju objekta ovom metodom.

Na sl. 2 prikazane su dvije moguće situacije na osnovu kojih se može odrediti oblast koja predstavlja najvjerojatniju lokaciju MS. Ova oblast se naziva i *relevantna oblast* ili *relevantni presjek*.

U prvom slučaju lako se može odrediti relevantna oblast i ona predstavlja presjek sva tri kruga. U drugom slučaju se ne može identifikovati površina koja pripada svakom od tri kruga istovremeno te se relevantna oblast bira na sljedeći način. Posmatraju se tačke presjeka kružnica te se kao relevantne uzimaju samo one sa manjom međusobnom udaljenošću. Očigledno, radi se o tačkama  $a$ ,  $b$  i  $c$ , a oblast između njih naziva se relevantna oblast.

U oba prikazana slučaja relevantna oblast određena je tačkama  $a$ ,  $b$  i  $c$ . Veličina ove oblasti zavisi od konkretne situacije, a za što preciznije određivanje lokacije objekta, poželjno je da ona bude što manja.

Preciznost određivanja lokacije se može postići mijenjanjem veličine relevantne oblasti, zbog čega je uveden AGA algoritam (eng. *Adaptive Geometric Algorithm*).

AGA predstavlja iterativan proces smanjivanja ili povećavanja relevantne oblasti sve dok se ne dođe do koordinata MS. Veličina relevantne oblasti se mijenja tako što se mijenja radijus kružnica. Radijus se množi faktorom  $k$  te se veličina kružnica mijenja proporcionalno. Faktor  $k$  može biti veći od jedan ( $k > 1$ ) i manji od jedan ( $k < 1$ ). U situaciji na sl. 2 pod a),  $k$  treba da bude manje od jedan, jer radijus, tj. krugovi treba da se smanjuju, dok u situaciji pod

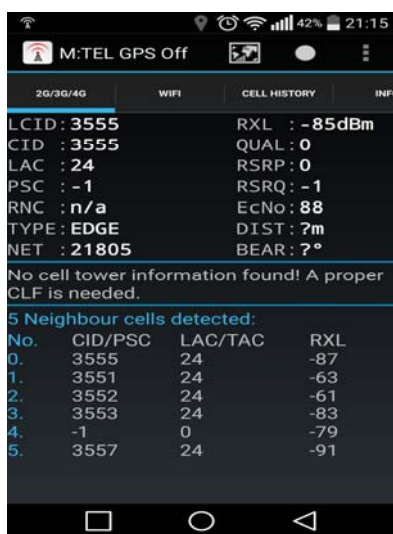
b)  $k$  treba da bude veće od jedan jer krugovi treba da se povećavaju [6].

Jedan od načina povećanja tačnosti RSS baziranih metoda u mobilnim mrežama treće generacije je i primjena algoritma najmanjih kvadrata (eng. *Least Mean Squares – LMS*) na rezultatima dobijenim primjenom tehnika cirkularne lateracije. Jedna od prednosti ovakvog pristupa je i što primjena algoritma ne zahtijeva angažovanje dodatnih mrežnih resursa, već se proces odvija na samoj mobilnoj stanici. S obzirom na to da je ipak potrebno da se od strane mreže inicira izvršavanje algoritma, ovakav pristup se može posmatrati kao *network-assisted-handset-based* rješenje. Procjenjeno je povećanje tačnosti rezultata pozicioniranja za do 30% [7].

Imajući u vidu to da granice greške procjene lokacije imaju veoma važnu ulogu u procesu pozicioniranja, u svrhu procjene istih moguće je izvršiti analizu donje Kramer-Rao granice (eng. *Cramer-Rao Lower Bound - CRLB*) u RSS baziranim metodama pozicioniranja. Primjenom CRLB analize na različite radio-propagacione modele (model slobodnog prostora, COST-231-Hata, Stanford University Interim-SUI i ECC-33) dolazi se do zaključka da CRLB zavisi od rastojanja i ugla između MS i BS. Analiza pokazuje da je SUI bazirana procjena optimalan izbor za visine BS do 150m, dok je za veće visine bolji izbor COST-231-Hata ili ECC-33 model [8].

#### IV. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U ovom poglavlju navedeni su i analizirani podaci dobijeni eksperimentalnim mjerenjem na osnovu relevantnih podataka dobijenih od telekom operatora te odgovarajućeg softvera na mobilnoj stanici. U cilju određivanja udaljenosti primjenjen je Okumura-Hata model. Podaci koji su potrebni za proračun, a koje je obezbijedio operator, su snaga zračenja antene, frekvencija na kojoj se emituje signal, visina antene i tačne koordinate bazne stanice, što se vidi u tabeli I.



Slika 3. G-MoN softver.

S obzirom na to da sve bazne stanice rade u opsegu 935 – 960 MHz, a koriste tzv. *frekvencijsko skakanje* (eng. *Frequency Hopping*), kao frekvencija je uzeta srednja vrijednost od 947,5 MHz. Faktor  $\chi$  se procjenjuje na osnovu topografije terena kojim se signal rasprostire.

Za mjerenje snage signala na prijemnoj strani je korišten softver G-MoN i mobilni telefon tip LG-D855. Uz pomoć ovog softvera se mogu dobiti različiti parametri sa radio dijela mobilne mreže, kao što su uporedni podaci o servisnoj i susjednim ćelijama. Na sl. 3 prikazan je dio menija gdje se mogu vidjeti podaci relevantni za snagu na prijemnoj strani.

TABELA I. OSNOVNI PODACI O BAZNIM STANICAMA

BTS	Nadm. visina (m)	hb (m)	Tx (dBm)	Rx (dBm)
BS 1	171,00	24,00	43,00	-70,00
BS 2	169,00	18,00	43,00	-85,50
BS 3	168,00	20,00	43,00	-81,00

Na osnovu podataka iz tabele I, izvršena je estimacija lokacije MS. Za visinu antene MS je uzeta vrijednost  $h_m=1,5m$ . Vrijednost snage na prijemnoj strani  $R_x$  predstavlja srednju vrijednost izračunatu na osnovu više uzastopnih mjerenja sa iste lokacije, za svaku BS ponaosob. Takođe, procijenjene su i vrijednosti faktora  $\chi$  s obzirom na topografiju terena na kome je vršeno mjerenje. Izračunate vrijednosti prikazane su u tabeli II, gdje se može vidjeti i odstupanje proračunate od stvarne udaljenosti. Stvarna udaljenost dobijena je korištenjem *Distance measurement tool*, alata integrisanog u *Google* mape. Oblast presjeka kružnica, odnosno relevantna oblast, je procijenjena grafičkim putem, koristeći softver za iscrtavanje kružnica, koji kao podlogu koristi *Google* mape [9].

TABELA II. ESTIMACIJA UDALJENOSTI SA DATIM FAKTOROM  $\chi$

BTS	Stvarno rastoj. (m)	Proc. rastoj. (m)	$\chi$ (%)	Aps. greška (m)
BS 1	339,60	335,18	20,000	4,42
BS 2	583,75	750,46	20,000	166,71
BS 3	489,90	599,15	90,000	109,25

S obzirom na to da relevantna oblast dobijena prvim proračunom nije pokrivala stvarnu lokaciju MS, pristupljeno je upotrebi AGA algoritma, tj. srazmjernom smanjivanju poluprečnika kružnica, kako bi se dobila adekvatna relevantna oblast i samim tim smanjila greška određivanja lokacije MS. U tabeli III su prikazana preračunata rastojanja MS od BS primjenom AGA algoritma, tj. smanjivanjem faktora  $k$ .

TABELA III. PRERAČUNAVANJE UDALJENOSTI POMOĆU AGA ALGORITMA

BTS	k = 0,95	k = 0,90	k = 0,85
BS 1	318,12	302,65	286,08
BS 2	711,02	672,31	636,19
BS 3	563,25	534,23	507,59

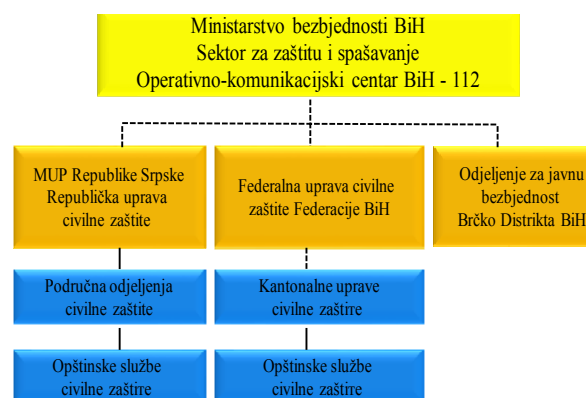
Primjenom gore navedene grafičke metode pokazalo se da vrijednost  $k=0,85$  unosi najmanju grešku lokacije, odnosno odstupanje procijenjene od stvarne lokacije MS. Na isti način utvrđeno je odstupanje od približno 78m, što je zadovoljavajući rezultat za ovakav pristup, u kome su korišteni 2D modeli i javno dostupni alati.

#### V. MOGUĆNOST PRIMJENE MOBILNOG POZICIONIRANJA U BOSNI I HERCEGOVINI

U Bosni i Hercegovini je Okvirnim Zakonom o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih ili drugih nesreća („Službeni Glasnik BiH“ br. 50/08) definisan sistem hitnih poziva 112, na osnovu kojeg je izrađen Pravilnik o organizaciji, uslovima i načinu funkcionisanja Operativno-komunikacijskog centra Bosne i Hercegovine – 112 („Službeni Glasnik BiH“ br. 56/09) [10]. Sistem hitnih poziva 112 podrazumjeva jedan ili više dispečerskih centara koji primaju hitne pozive, obrađuju podatke i vrše koordinaciju sa hitnim službama. Međutim, do danas ovaj sistem nije postao funkcionalan u pravom smislu, iz razloga što nije izvršeno zakonsko definisanje evropskog broja za hitne situacije 112, kao jednog od brojeva za prijavu hitnih situacija u Bosni i Hercegovini, pored postojećih brojeva policije (122), vatrogasnih jedinica (123), hitne pomoći (124), civilne zaštite (121) i Auto-moto saveza (1282, 1285 i 1288). Jedinostveni evropski broj za hitne situacije 112 je predviđen Nacrtom zakona o elektronskim komunikacijama iz jula 2014. godine, koji do trenutka zaključenja ovog rada nije prošao zakonski propisane procedure usvajanja. Trenutno važeći Zakon o komunikacijama i njegove izmjene i dopune („Službeni Glasnik BiH“ br. 31/03, 75/06, 32/10, 98/12), ne tretira problematiku jedinstvenog evropskog broja za hitne situacije 112. Od strane Savjeta regulatorne agencije za komunikacije Bosne i Hercegovine, na sjednici održanoj dana 18.12.2008. godine, usvojeno je Pravilo 38/2008 koje obrađuje tematiku plana brojeva za telefonske usluge u BiH. Članom 11. stav 1. navedenog Pravila, broj 112 je rezervisan kao standardni broj za hitne službe u BiH, dok se stavom 2. određuje namjena, način korištenja i posebne obaveze operatora javne telefonske mreže u vezi sa upotrebom broja 112, koje moraju biti uređene u skladu sa Okvirnim zakonom o zaštiti i spašavanju, kao i propisima donesenim na osnovu tog zakona [11].

Treba imati u vidu činjenicu da je formiranjem Operativno - komunikacijskog centra BiH - 112 pri Ministarstvu bezbjednosti BiH urađen samo početni korak na uspostavljanju sistema hitnih poziva 112. Operativno-komunikacijski centar BiH-112 u sklopu Ministarstva bezbjednosti BiH zamišljen je kao centralno mjesto za vertikalnu i horizontalnu razmjenu informacija između svih

subjekata uključenih u sistem zaštite i spašavanja unutar Bosne i Hercegovine te institucija drugih država i međunarodnih institucija iz sistema zaštite i spašavanja, ali nije predviđen za obavljanje funkcije pozivnog centra za prijave svih vrsta nesreća na teritoriji Bosne i Hercegovine. Tu ulogu bi trebali da preuzmu entitetski centri, jedan ili više njih, na nivou svakog od entiteta u BiH – Republike Srpske, Federacije Bosne i Hercegovine i Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine. Uspostavljanje ovih centara je u toku, što ukazuje na to da će se uskoro stvoriti tehnički preduslovi za uvođenje sistema 112. Nakon stvaranja ovih preduslova biće moguće raditi na uvođenju sistema za pozicioniranje korisnika ćelijskih radio mreža u slučaju hitnih situacija i njegovoj integraciji u sistem zaštite i spašavanja u BiH. U nastavku je dat šematski prikaz sistema zaštite i spašavanja u BiH u odnosu na koji će se napraviti i funkcionalni model sistema 112 (sl. 4).



Slika 4. Organizacija sistema zaštite i spašavanja u BiH.

Takođe, obaveze operatora javnih komunikacionih mreža u slučaju potrebe dostavljanja informacija o lokaciji pozivaoca nisu definisane u trenutno važećim zakonskim okvirima, ali su takođe predviđene Nacrtom Zakona o elektronskim komunikacijama. S tim u vezi, operator će biti u obavezi da dostavlja sve raspoložive podatke o pozivima ostvarenim prema broju 112, pa tako i lokaciju sa koje je upućen poziv. Kriterijum o tačnosti i pouzdanosti dostavljenih podataka o lokaciji će biti naknadno propisani od strane Regulatorne agencije za komunikacije BiH.

Prema trenutno raspoloživim informacijama, operatori javnih komunikacionih mreža u većini slučajeva nisu u mogućnosti isporučiti približno tačnu informaciju o lokaciji sa koje je upućen poziv ka brojevima za hitne situacije, u slučaju da poziv dolazi sa ćelijske radio mreže. Određivanje lokacije se uglavnom svodi na identifikaciju ćelije sa koje je došao poziv, tj na tzv. *Cell-ID* metodu, odnosno njene modifikovane oblike. U najvećem broju slučajeva vrši se mjerenje povratnog vremena propagacije radio signala emitovanog sa bazne stanice prema mobilnoj stanici (eng. *Timing Advance - TA*). Na taj način oblast potrage svodi se na kružni prsten u slučaju da servisna bazna stanica koristi omnidirekcionu antenu, odnosno kružni isječak za slučaj sektorskih antena. Iz razloga male preciznosti određivanja lokacije ovakvim metodama, u toku je uvođenje sistema koji

će za pozicioniranje koristiti GPS podatke za mobilne stanice. Međutim, kako bi se stvorili zakonski preduslovi kojim bi se operatori mogli obavezati da omogućе preciznije lociranje pozivaoca sistema za hitne situacije, potrebno je usvojiti novi Zakon o elektronskim komunikacijama, odnosno podzakonske i druge akte. Prelazno rješenje u ovom smislu bilo bi donošenje izmjena i dopuna trenutno važećeg Zakona o komunikacijama, koje bi definisale sve potrebne elemente u vezi sa sistemom 112, odnosno sistemom pozicioniranja kao jednim od važnih podsistema.

Sa druge strane, osnovni problemi koji usporavaju implementaciju lokacijskih usluga u ćelijskim mrežama do danas nisu u potpunosti riješeni. Rješenja koja povećavaju tačnost pozicioniranja, po pravilu povećavaju kompleksnost i cijenu, što je presudan faktor. Nasuprot tome, jednostavna rješenja ne daju dovoljnu tačnost. Iz tih razloga operatorima je omogućeno da izaberu metodu koja im najviše odgovara, u smislu kompleksnosti i cijene implementacije, ali uz uslov da se ispune zahtevi po pitanju minimalne tačnosti koja je potrebna servisima za hitne pozive [12].

## VI. ZAKLJUČAK

Težnja za smanjenjem broja stradalih u različitim vrstama nesreća podigla je sistem spašavanja u pogledu efikasnosti i kvaliteta na vrlo visok nivo. Međutim, ako se govori o zaista efikasnom sistemu u smislu pravovremenog odziva prilikom nastanka hitne situacije, uvijek postoji prostor za poboljšanje i unapređenje ovog sistema.

Kada se dogodi bilo koja vrsta nesreće, važna je svaka sekunda kako bi se ljudski život spasio i kako bi se posljedice potencijalnih povreda minimizirale. U tom slučaju je pravovremeni odziv hitnih službi, uz efikasnu koordinaciju svih potrebnih aktivnosti, od presudnog značaja. U skladu sa tim se od hitnih službi očekuje brzo odlučivanje, efikasno sprovođenje odluka sa besprijekornom koordinacijom, efikasnom komunikacijom i dijeljenjem informacija sa svim ostalim službama koje mogu pružiti podršku u slučaju nastanka nesreće.

S obzirom da Bosna i Hercegovina preduzima aktivnosti u cilju priključenja Mehanizmu civilne zaštite Evropske unije, gdje se kao jedan od prioriteta postavlja i implementacija sistema hitnih poziva - 112, bilo bi neophodno da se u što skorije vrijeme pristupi rješavanju ovog problema, kako u legislativnom, tako i u funkcionalnom smislu.

U ovom radu je na praktičnom primjeru pokazano da se prilično jednostavnim pristupom proračunu lokacije mobilne stanice u ćelijskoj radio mreži može dobiti sasvim zadovoljavajući rezultat u poređenju sa najjednostavnijim načinom lociranja putem identifikacije ćelije pozivaoca (*Cell-ID*). Uz upotrebu ozbiljnih sistema, kakvi su na raspolaganju operatorima javnih komunikacionih mreža i službama zaštite i spašavanja sve bi se moglo podići na još viši nivo, čime bi se najkritičniji parametar odziva hitnih službi, vrijeme, značajno smanjio.

Budućnost u pogledu pravovremenog odziva hitnih službi u Bosni i Hercegovini postaje predvidiva, ali samo kroz zajedničko planiranje, finansiranje, izgradnju i

upravljanje komunikacionih interoperabilnih sistema hitnih službi koji mogu postati ostvarivi u interesu i na zadovoljstvo svih.

## LITERATURA

- [1] M. Simić, „Lociranje korisnika u ćelijskim radio mrežama“, Telekomunikacije, Ratel, 2009.
- [2] Fact sheet - FCC Wireless Requirements, FCC, 2001.
- [3] D. Hatfield, „A report on technical and operational issues impacting the provision of wireless enhanced 911 services“, 2002.
- [4] CGALIES, „Report on implementation issues related to access to location by emergency services (E112) in the European Union“, 2002.
- [5] B. Li, „Terrestrial mobile user positioning using TDoA and fingerprinting techniques“, University of New South Wales, 2006.
- [6] P. Brida, J. Machaj, J. Benikovsky, „A study on the accuracy of AGA positioning algorithm in multipath environment“, *International Journal of the Physical Sciences* Vol. 6(14), pp. 3409-3418, 2011.
- [7] M. Veletić, M. Šunjevarić, „Optimal Positioning in UMTS Using Least Mean Squares Algorithm on Circular Lateration“, *XVI Telekom 2012*. Beograd, 20.-22. novembar 2012. ISSN 978-1-4673-2984-2/12, Beograd, pp.334-337.
- [8] M. Veletić, M. Šunjevarić, „On the Cramer-Rao lower bound for RSS-based positioning in wireless cellular networks“, *International Journal of Electronics and Communications (AEU)*, Vol. 68, No. 8, 2014, Pages 730-736, ISSN 1434-8411
- [9] <http://obeattie.github.io/gmaps-radius/>, Gmaps radius softver
- [10] S. Agić, „Pristup konceptu jedinstvenog evropskog broja za hitne situacije – 112“, magistarski rad, Fakultet političkih nauka u Sarajevu, 2011.
- [11] „Pravilo 38/2008 Plan brojeva za telefonske usluge u Bosni i Hercegovini“, Regulatorna agencija za komunikacije Bosne i Hercegovine, 2008.
- [12] M.M. Šunjevarić, M.B. Veletić, B.M. Todorović, B.M., „Radio-lociranje mobilne stanice u mrežama treće generacije“, *Vojnotehnički glasnik*, ISSN 0042-8469, Vol. LXI, No.2, Januar-mart 2013.

## ABSTRACT

Positioning of users in radio networks is primarily actualized within the cellular radio networks because of their wide-spread use and the known location of the base transmitter station. The idea was originated in the United States of America for purposes of service for emergency calls 911. The equivalent system in the European Union began to develop from year 2000, for the purpose of 112 service. The common European emergency number 112 is in the process of introduction in Bosnia and Herzegovina, but before establishing of complete system it is necessary to create legal, organizational and technical requirements. In this paper it will be considered the possibility of introduction of mobile positioning in the protection and rescue system as well as its technical and legislative preconditions. In addition, one practical method of determining the position of a mobile user based on the signal strength measurement of the base station will be shown.

## CONTRIBUTION TO MOBILE POSITIONING INTRODUCTION WITHIN PROTECTION AND RESCUE SYSTEM OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Aleksandar Mandić,

Milan M. Šunjevarić, Mladen Mrkaja