



PRIMENA TETRA SISTEMA U VOJSCI SRBIJE

Miloš Krstić¹,
Marina Marjanović^{2*}

¹Vojska Srbije,
Beograd, Srbija

²Univerzitet Singidunum,
Beograd, Srbija

Rezime:

Sistem Terrestrial Trunked Radio (TETRA) predstavlja otvoreni sistem digitalnih mobilnih *treking* radio telefonskih komunikacija sa mogućnošću prihvata različitih korisnika i uvezivanja sa drugim telekomunikacionim mrežama i informacionim sistemima. U ovom radu predstavljeni su standardi, mogućnosti, arhitektura i praktična primena ovog sistema u Vojski Srbije.

Ključne reči:

TETRA, Radio-telefonske komunikacije, Vojska Srbije.

1. UVOD

Sistem Terrestrial Trunked Radio (TETRA) predstavlja otvoreni sistem digitalnih mobilnih *treking* radio telefonskih komunikacija sa mogućnošću prihvata različitih korisnika i uvezivanja sa drugim telekomunikacionim mrežama. TETRA sistem je razvijen na osnovu standarda koje je usvojio Evropski Institut za Telekomunikacione Standarde, European Telecommunications Standard Institute (ETSI).

TETRA sistem je zasnovan na ćelijskom konceptu organizacije mreže, čime se na optimalan način koristi raspoloživi frekventijski spektar i na primeni *treking* sistema u kome se vrši automatsko raspoređivanje saobraćaja po slobodnim radio-kanalima pri realizaciji radio komunikacija između korisnika međusobno, kao i pri komunikaciji korisnika sistema TETRA sa korisnicima drugih telekomunikacionih sistema sa kojima je on povezan.

Uređaji i oprema iz sistema TETRA primarno su namenjeni profesionalnim korisnicima (službe nacionalne i javne bezbednosti) koji imaju specifične zahteve u realizaciji radio komunikacija, odnosno imaju posebne zahteve za korisničkim servisima, a koji su pretočeni u TETRA standarde.

Sama izgradnja digitalnih mobilnih radio-mreža prema TETRA standardu je vrlo skupa investicija za svakog pojedinačnog korisnika i praksa u svetu je da postoji jedna mreža na nacionalnom nivou, koja pokriva sve zainteresovane korisnike i državne organe. Na nivou Republike Srbije nosilac digitalne mobilne radio mreže iz sistema TETRA je Ministarstvo Unutrašnjih Poslova (MUP), a Ministarstvo Odbrane (MO) i Vojska Srbije (VS) uključeni su u ovu mrežu i aktivno učestvuju u eksploataciji, održavanju i planiranju proširenja kapaciteta mreže.

Odgovorno lice:

Marina Marjanović

e-pošta:

mmarjanovic@singidunum.ac.rs



U proteklom periodu Vojska Srbije raspolagala je samo analognim radio telefonskim sistemima različitih proizvođača (npr. Pionir „UKT FM-66/17” i „MRS-520/Ce”, Kenwood, Jeasy, Icom, Motorola, Midland). Svi ovi sistemi da bi ostvarili što veće domete zasnivali su se na upotrebi repetitora kojim su se primali i pojačavali slabi signali primljeni od radio-telefona, što je neminovno dovodilo do degradacije kvaliteta signala pri prenosu na većim rastojanjima. Takođe u ovim sistemima nije bilo komutacije, tako da su svi korisnici koji su bili na istoj frekvenciji mogli da slušaju jedni druge i nije bilo zaštite.

Organizacija mreže bila je prilično kompleksna i korisnici su morali unapred da odrede koje će frekvencije koristiti što je u znatnoj meri otežavalo koordinaciju različitih službi pri angažovanju na zajedničkim zadacima. Ovakva organizacija radio telefonskog saobraćaja je uticala na neracionalno korišćenje raspoloživog frekventnog spektra. Na sve gore navedene probleme navedezivao se i problem iz domena integralnog tehničkog održavanja ovih uređaja.

2. STANDARDI U TETRA SISTEMU

Kao što je napomenuto TETRA sistem je baziran na standardima. Rezultat standardizacije je interoperabilnost opreme različitih proizvođača, a najbitniji standardi koji su definisani u sistemu TETRA su:

Standardi koji definišu interfejs

- ♦ Vazdušni interfejs (AI) – određuje način prenosa informacija između mobilnih radio stanica i bazne stanice. Putem ovog interfejsa realizuje se *treking* režim (TMO) i direktni režim rada (DMO) korisnika.
- ♦ Interfejs terminalne opreme (TEI) – određuje način povezivanja opreme za prenos podataka na mobilne radio stanice iz sistema TETRA.
- ♦ Intersistemski interfejs (ISI) – omogućava povezivanje različitih TETRA mreža. Interfejsi unutar komutacione i upravljačke infrastrukture nisu standardizovani što omogućava interoperabilnost opreme različitih proizvođača i tehnologija, tako da postoje rešenja da se sa jedne strane nalaze TETRA sistemi bazirani na komutaciji kanala, a sa druge strane TETRA sistemi bazirani delimično ili potpuno na Internet protokolu (IP) i koji međusobno povezani funkcionišu [1].

Standardi korisničkih servisa

Ovi standardi vezani su za različite mogućnosti komunikacija kao što su:

- ♦ mogućnost trenutne uspostave poziva,
- ♦ mogućnost komunikacije tačka – više tačaka,
- ♦ mogućnost direktne komunikacije između mobilnih radio stanica,
- ♦ mogućnost režima direktnog rada bez korišćenja infrastrukture TETRA sistema,
- ♦ mogućnost poziva u hitnim situacijama, ili poziva sa automatski uključenjem mikrofonom na strani korisnika,
- ♦ mogućnost individualnih i telefonskih poziva i
- ♦ mogućnost upućivanja poziva različitih prioriteta.

U ove standarde su uključene i mogućnosti korišćenja servisa za prenos statusnih poruka u realnom vremenu, kratkih tekstualnih poruka kao i IP paketski prenos podataka.

Standardi koji definišu kriptozastitu u TETRA sistemu

Obuhvataju sledeće:

- ♦ mehanizme kriptozastite, kojima se obezbeđuje autentičnosti učesnika i enkripcija svih elemenata sistema,
- ♦ načine generisanja, kontrole, upravljanja i distribucije ključeva i rad individualnih mehanizama zaštite,
- ♦ definisanje algoritama za kriptozastitu, koji obuhvataju standardizaciju specifičnih matematičkih funkcija kojima se obezbeđuje visok kvalitet kriptoloških algoritama,
- ♦ standard omogućuje implementaciju nacionalnih sistema kriptozastite shodno zakonskim regulativama pojedinih zemalja.

Kriptozastita podataka se ostvaruje na nivou svakog radio linka od bazne stanice do učesnika (mobilne radio stanice) prema standardima TEA-1, uz mogućnost implementacije TEA-2 i 3 standarda i primenom potrebnih hardversko – softverskih elemenata za kriptozastitu na nivou E2E enkripcije [2].

Osim gore navedenih standarda TETRA sistem treba da ima određen stepen otpornosti i pouzdanosti u slučaju problema sa infrastrukturom, tako da su definisani i različiti režimi rada kao što su *treking* (nezavisan rad u okviru jedne bazne stanice) i direktni režim rada (rad bez korišćenja infrastrukture sistema).



3. VRSTE RADA I MOGUĆNOSTI RADA

Iz standarda proističu mogućnosti i vrste rada, gde za razliku od javnih mobilnih mreža u kojima postoji samo jedan način rada korisnika, korisnici TETRA sistema mogu da biraju između dva osnovna načina rada i specijalnih mogućnosti rada.

Treking način rada (TMO)

TMO je standardan način rada u kome samo registrovane mobilne radio stanice mogu da koriste infrastrukturu TETRA sistema za komunikaciju. U ovom režimu moguće je realizovati sledeće vrste poziva:

- ♦ grupni poziv, omogućuje semidupleksnu komunikaciju između učesnika,
- ♦ privatni ili individualni poziv, omogućuje semidupleksnu i dupleksnu komunikaciju između učesnika,
- ♦ telefonski poziv, omogućuje komunikaciju sa korisnicima bilo mobilne bilo fiksne telefonije,
- ♦ hitni poziv, omogućuje upućivanje grupnog poziva svim korisnicima visokog prioriteta (npr. u slučaju opasnosti),
- ♦ dispečerski poziv (*broadcast*) je jednosmerni poziv koji upućuje dispečer svim korisnicima sistema, ali korisnici ne mogu da odgovore na ovaj poziv.

Direktni načina rada (DMO)

DMO način rada omogućava direktnu komunikaciju između mobilnih radio stanica bez korišćenja infrastrukture sistema. Ovaj režim rada moguće je realizovati samo ako su ostale mobilne radio stanice na istoj frekvenciji i u istoj grupi. Vrste poziva u ovom načinu rada su:

- ♦ grupni poziv, omogućuje simpleksnu komunikaciju,
- ♦ privatni ili individualni poziv u simpleksnoj i semidupleksnoj komunikaciji,
- ♦ hitni poziv u simpleksnoj komunikaciji.

U specijalne mogućnosti DMO načina rada ubrajaju se i:

- ♦ repetitorski način rada (DMO-repeater) mobilne radio stanice, čime se omogućuje komunikacija između dva učesnika koji su na velikoj međusobnoj udaljenosti ili se između njih nalazi prepreka

koja onemogućuje direktnu komunikaciju. U ovom slučaju mobilna radio stanica je u sredini između dva učesnika, gde prihvata signal sa jednog učesnika i prosleđuje ga ka drugom učesniku,

- ♦ repetitorski način rada (DMO-gateway) mobilne radio stanice, pri čemu se vrši prosleđivanje komunikacije iz *treking* mreže do učesnika koji su u direktnom načinu rada.

Specijalne mogućnosti načina rada

U kategoriju specijalnih mogućnosti spada i lokalni način rada u kome sistem omogućava da se komunikacije realizuju u okviru zone pokrivanja samo jedne bazne stanice bez učešća centra za upravljanje mrežom.

Takođe, ovde spada i samostalni (izdvojeni) način rada pojedinačnih baznih stanica, a koji se koristi u slučaju „raspada” sistema za upravljanje, kada bazna stanica nastavlja da radi samostalno.

Kriptozaštita u TETRA sistemu

Sistem TETRA obezbeđuje mogućnost kriptozaštite komunikacija i to kroz:

- ♦ autentikaciju, koja omogućava samo registrovanim korisnicima pristup sistemu, a svi ostali korisnici će biti odbijeni u pokušaju pristupa. Pri autentikaciji koristi se simetrični šifarski sistem. U ovom sistemu tajni ključ za određivanje autentičnosti je podeljen između učesnika u procesu određivanja autentičnosti učesnika i centra za upravljanje mrežom i samo oni znaju taj ključ,
- ♦ enkripcija vazdušnog interfejsa, vrši se između mobilne radio stanice i bazne stanice, pri čemu se štiti signalizacija, identitet učesnika i štiti se saobraćaj kroz uspostavljeni radio link,
- ♦ mogućnost enkripcije s kraja na kraj veze (E2E), kojom se vrši zaštita informacija i komunikacija kroz ceo sistem. Ključevi koji se koriste pri ovoj enkripciji su TEK (Traffic encryption key), GEK (Group Encryption Key), KEK i SEK (Signalling Encryption Keys) [3],
- ♦ mogućnost ambijentalnog slušanja, omogućava daljinsko uključanje mikrofona na mobilnoj radio stanici od strane operatera u centru za upravljanje mrežom i slušanje samog ambijenta u kome se nalazi učesnik,
- ♦ mogućnost daljinskog onesposobljavanja izgubljenih ili ukradenih mobilnih radio stanica.



Sistem TETRA omogućuje sledeće nivoe zaštite odnosno enkripcije:

- ♦ SC1 (Security Class 1) – bez enkripcije,
- ♦ SC2 – SCK (Static Chiper Key) – statički ključ,
- ♦ SC3 – CCK/DCK (Common Chiper Key/Delivered Chiper Key) – dinamički ključ.

Dinamički ključ se dodeljuje na svakih nekoliko sekundi od strane centra za upravljanje mrežom preko baznih stanica, svim učesnicima koji su prijavljeni na sistem. Ovim pored statičkog ključa koji sadrži svaka mobilna radio stanica i bazna stanica, koristi se i dinamički ključ, tako da se vrši potpuna enkripcija komunikacija.

Za funkcionalnost svih elemenata kriptozastite i distribuciju sistemskih parametara kriptozastite kroz TETRA sistem namenjen je centar za upravljanje mrežom.

Mogućnost formiranja „virtualnih” mreža

U sistemu TETRA moguće je formiranje nekoliko potpuno nezavisnih logičkih organizovanih podmreža tzv. „virtualnih mreža” tako da korisnici iz različitih podmreža u normalnim situacijama koristi svoje podmreže za međusobnu komunikaciju. Na primer moguće je organizovati nezavisne podmreže koje koristi policija, vojska, vatrogasci, ali u slučaju nastanka vanrednih situacija, prirodnih nepogoda i tehničko-tehnoloških nesreća moguća je brza promena logičke organizacije mreže, kada se formira zajednička grupa korisnika i omogućuje njihova međusobna komunikacija odnosno koordinacija u radu na rešavanju konkretne situacije.

4. ARHITEKTURA TETRA SISTEMA

Arhitekturu TETRA sistema u Republici Srbiji čine:

- ♦ bazne stanice – BS (TETRA Base Station),
- ♦ komutacione jedinice – DXT (Digital Exchange for TETRA),
- ♦ dispečerske stanice – DST (Dispatching System for TETRA),
- ♦ centar za upravljanje mrežom – NMC (Network Management Centre),
- ♦ TETRA radio terminali – TRT (TETRA Radio Terminal).

Bazna stanica predstavlja interfejs između infrastrukture sistema i mobilnih radio stanica. Svaka BS je odgovarajućim telekomunikacionim spojnim putem povezana na NMC. U slučaju gubitka komunikacije sa

NMC bazna stanica nastavlja da radi i omogućava dalju nesmetanu grupnu komunikaciju mobilnih radio stanica u zoni svog pokrivanja [4].

Komutacione jedinice prihvataju saobraćaj od više baznih stanica (do 16) i prosleđuju ga NMC-u. Mogu se povezivati u hijerarhijske strukture, što pruža mogućnosti formiranja različitih putanja telekomunikacionog saobraćaja.

Dispečerska stanica namenjena je za korisnički nadzor, upravljanje, posredovanje u vezama i za eksploataciju korisničkih servisa u skladu sa propisanim mogućnostima učesnika. Povezivanjem na NMC omogućuje se formiranje, spajanje/razdvajanje korisničkih grupa, posredovanje u vezama sa fiksnom telefonijom i realizacija drugih sistemski dodeljenih funkcija.

Centar za upravljanje mrežom vrši automatsku komutaciju između mobilnih radio stanica, vrši praćenje saobraćaja, vrši autentifikaciju, nadzor, omogućuje korisničke servise i vrši prenos podataka van TETRA sistema. Čini ga skup svičeva, rutera, servera, kontrolera, dispečarskih konzola, centrala i drugih uređaja. NMC objedinjava sve delove u jedan sistem, obezbeđuje rad svih servisa i ima potpuni nadzor nad svim vrstama komunikacija.

TETRA radio terminali su uređaji neposrednih korisnika i mogu biti izvedeni u formi ručnih, prevoznih i stacionarnih.

5. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Tokom 1995. godine NATO je oslobodio opseg od 380 do 400 MHz, što je stvorilo mogućnost za korišćenje ovog dela frekventijskog spektra za radio sisteme profesionalne namene kao što je TETRA.

TETRA sistemi u Evropi koriste frekventijski opseg od 380 do 400 MHz za službe javne i nacionalne bezbednosti i opseg od 410 do 430 MHz za komercijalne primene. Standard ne ograničava i upotrebu drugih frekvencija, tako da su van Evrope u upotrebi i sistemi koji rade u opsezima oko 800 MHz.

Sistem TETRA koristi tehniku rada sa kombinovanim vremenskom i frekventijskom raspodelom kanala (TDMA/FDMA). Koristi se $\pi/4$ -DQPSK (Digital Quadrature Phase Shift Keying) modulacija. Razmak radio-nosilaca u radio-opsegu je 25 KHz, pri čemu svaki radio-kanal sadrži četiri vremenski raspoređena korisnička kanala. Maksimalni korisnički binarni protok pri prenosu podataka po jednom radio-nosiocu je 28,8 Kbit/s, pri čemu je uz primenu odgovarajućeg zaštitnog



kodovanja i signalizacije ukupan binarni protok po radio-nosiocu 36 Kbit/s. Za digitalno kodovanje govora u govornim kanalima koristi se tzv. ACELP metod kodovanja sa 4,8 Kbit/s.

6. PRIMENA TETRA SISTEMA U VOJSCI SRBIJE

Sistem TETRA je tehnološki znamenitelj postojećeg analognog radio-telefonskog sistema VS. Osnovna namena ovog sistema je obezbeđenje komunikacija u mobilnim uslovima za izvršenje mirnodopskih zadataka i zadataka iz treće misije VS (podrška organima vlasti u slučaju vanrednih situacija, prirodnih i tehničko-tehnoloških nesreća). Uvođenjem sistema TETRA u operativni rad u Vojski Srbije omogućeno je:

- ♦ uspostavljanje telekomunikacionih kapaciteta koji su kompatibilni sa drugim službama nacionalne i javne bezbednosti pri izvršenju zajedničkih misija i zadataka u Republici Srbiji,
- ♦ bitno unapređenje kvaliteta komunikacija prilikom izvršavanja svojih mirnodopskih zadataka u mobilnim uslovima,
- ♦ smanjenje troškova za telekomunikacione usluge (mobilni telefoni, priključci sa javnih ATC i sl.),
- ♦ prenos informacija određenog stepena tajnosti.

Vojska Srbije raspolaže sa stacionarnim i mobilnim baznim stanicama i TETRA radio terminalnim uređajima izvedenim u formi ručnih mobilnih radio stanica, prenosnih (kolskih) radio stanica i stacionarnih radio stanica.

Korišćenjem sopstvenih telekomunikacionih kapaciteta u stacionarnoj i mobilnoj komponenti telekomunikaciono-informacionog sistema VS, vrši se povezivanje baznih stanica na NMC putem linkova E1. TETRA radio terminali komuniciraju sa baznom stanicom koristeći TETRA radio protokol. U slučaju gubitka komunikacije sa NMC-om, bazne stanice nastavljaju da rade i omogućavaju dalju nesmetanu grupnu komunikaciju učesnika u zoni svog pokrivanja – lokalni rad.

Stacionarne i mobilne bazne radio stanice

Stacionarne bazne radio stanice (SBRS), namenjene su za obezbeđivanje pokrivenosti teritorije radio signalom TETRA sistema i za povezivanje krajnjih korisnika sa NMC posredstvom sistema prenosa. Smeštene su u stacionarnim telekomunikaciono-informatičkim centrima Vojske Srbije (u objektima ili kontejnerima) i zajedno sa baznim stanicama MUP-a čine strukturu sistema TETRA u Republici Srbiji.

Mobilne bazne radio stanice (MBRS), namenjene su za privremeno pokrivanje TETRA signalom teritorije na kojoj ne postoji bazna stanica TETRA sistema (bilo MUP-a bilo VS), za privremeno povećanje kapaciteta ili za privremeno poboljšanje kvaliteta pokrivenosti neke oblasti signalom, kao i za povezivanje krajnjih korisnika sa NMC-om posredstvom sistema prenosa. Smeštene su u kabinama veze na motornim vozilima i sastavni su deo pokretnih telekomunikaciono-informatičkih centara Vojske Srbije.

Bazne radio stanice sastoje se od:

- ♦ dva ili četiri bazna radija koji predstavljaju interfejs prema radio učesnicima u *treking* modu, svaki sa po 4 odnosno 8 vremenskih kanala i zasebnim parovima predajnih i prijemnih frekvencija [5].
- ♦ Kontroler bazne stanice (engl. Site Controller) vrši kontrolu i konfigurisanje baznih radija, a sa druge strane ima interfejs E1 prema NMC-u. Kao i bazni radio, kontroler bazne stanice sadrži konfiguracione fajlove koje iščitava prilikom podizanja sistema i na osnovu podataka koji su uneti u te fajlove se podešava i ujedno podešava bazne radije. Ethernet vezom se računar povezuje na njega i preko programa TESS sa Telnet protokolom učitava stanje. Programom TESS takođe se vrši menjanje parametara konfiguracionih fajlova, a to je upravo način podešavanja bazne stanice (frekvencije, predajna snaga i sl.).
- ♦ Duplekser, sastoji se iz dva filtra propusnika opsega, jedan koji propušta predajni i drugi koji propušta prijemni signal, pri čemu su širine opsega oba 5 MHz. Dupleksno rastojanje između predajne i odgovarajuće prijemne frekvencije je tačno 10 MHz, pri čemu je viša predajna frekvencija.
- ♦ Preselektor je filter propusnik opsega koji propušta samo prijemni signal. Širina njegovog propusnog opsega je 5 MHz i dizajniran je da u potpunosti blokira predajne frekvencije koje su udaljene 5 MHz od ivice njegovog propusnog opsega.
- ♦ Hibridni kombajner, vrši kombinovanje RF signala dva predajnika i pokriva frekvencijski opseg od 350 do 470 MHz.
- ♦ Napajanje od 48V DC i sistem pomoćnog napajanja (akumulatori) koji obezbeđuju autonomiju rada u trajanju od najmanje 8 časova.
- ♦ Antenski sistem bazne stanice se sastoji iz antenskog stuba, antena, antenskih nosača, RF kablova, prenaponske zaštite i konektora.



- ♦ GPS antena obezbeđuje sinhronizaciju bazne stanice sa TETRA infrastrukturom.
- ♦ Laptop računar za lokalni nadzor sa potrebnim aplikacijama za pristup baznoj stanici (TESS, CPS i sl).

Tehničke karakteristike baznih radio stanica su:

- ♦ frekvencijski opseg od 380 do 400 MHz,
- ♦ rastojanje između predajne i prijemne frekvencije je 10 MHz,
- ♦ razmak između nosilaca baznih radija je minimalno 150 KHz,
- ♦ snaga predajnika je od 25W do 40W,
- ♦ kontrolabilno podešavanje snage predajnika,
- ♦ osetljivost prijemnika je 120 dBm,
- ♦ povezivanje baznih stanica (stacionarnih i mobilnih) u TETRA sistem realizovano je putem E1 interfejsa (G.703).

TETRA radio terminali

Ručni radio – telefonski uređaji, namenjeni su za uspostavljanje i održavanje radio telefonskih komunikacija u okviru TETRA sistema u *treking* vrsti rada i za simpleksne radio telefonske komunikacije u direktnoj vrsti rada. Pre korišćenja mora se realizovati afilacija – sistemska prijava za rad na NMC-u, čime se obezbeđuju svi korisnički servisi i enkripcija govora i informacija.

Prevozni (kolski) radio – telefonski uređaji, namenjeni su za uspostavljanje i održavanje radio telefonske komunikacije iz vozila u okviru TETRA sistema u već navedenim vrstama rada.

Stacionarni radio – telefonski uređaji, namenjeni su za uspostavljanje i održavanje radio telefonskih komunikacija u stacionarnim uslovima (iz objekta, zgrade i sl.) u okviru TETRA sistema u već navedenim vrstama rada.

Tehničke karakteristike TETRA radio terminala su:

- ♦ frekvencijski opseg od 380 do 400 MHz,
- ♦ širina RF kanala je 25 KHz,
- ♦ modulacija $\pi/4$ -DQPSK sa primenom TDMA,
- ♦ integrisan audio pojačavač D klase,
- ♦ rastojanje između predajne i prijemne frekvencije je 10 MHz,
- ♦ snaga predajnika do 1W (za ručne) i minimalno 3W (za kolske i stacionarne stanice) sa podešavanjem snage u koracima,
- ♦ integrisan GPS prijemnik i antena.

Primer primene mobilne bazne radio stanice TETRA (MTS2)

MBRS i SBRS u nadležnosti Vojske Srbije zajedno sa baznim stanicama u nadležnosti MUP-a čine osnovicu infrastrukture TETRA sistema u Republici Srbiji, preko koje se odvija radio telefonski saobraćaj.

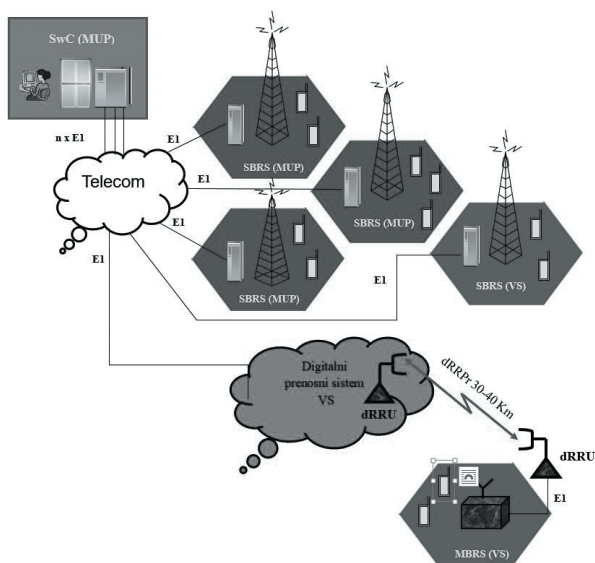
Uzimajući u obzir specifičnosti u izvršavanju svojih zadataka Vojska Srbije ima potrebe za obezbeđenjem radio-telefonskih komunikacija najčešće u ruralnim oblastima ili na teritoriji koja nije pokrivena signalom neke od stacionarne bazne radio stanice u sistemu TETRA. U ovim slučajevima angažovanjem MBRS koja je ugrađena u kabinu veze odgovarajućeg motornog vozila vrši se najpre njeno postavljanje za rad u poljskim (mobilnim) uslovima, zatim se vrši uvezivanje na NMC i zdejstvo vanje za rad.

Integracijom pokretne i stacionarne komponente telekomunikaciono-informacionog sistema VS i upotrebom savremenih digitalnih radio-relejnih uređaja (dRRU) vrši se prenos linka E1 sa MBRS. Daljom distribucijom E1 linka kroz digitalni prenosni sistem VS ili kroz kapacitete „Telekoma Srbije“ vrši se uvezivanje na NMC, čime se omogućuje prijavljivanje MBRS na sistem i korišćenje njoj odobrenih servisa u TETRA sistemu što je i prikazano na Slici 1.

7. ZAKLJUČAK

Uvođenjem sistema TETRA u svoj rad VS je u osnovi na jedan vrlo kvalitetan i bitno drugačiji način izvršila zamenu analognog radio telefonskog sistema, čime je korisnicima obezbeđen neuporedivo kvalitetniji način komunikacije, obezbeđena je raspoloživost velikog broja servisa, obezbeđena je integracija sa drugim korisnicima TETRA sistema i ostvarena je pouzdanu zaštita komunikacija. Takođe u potpunosti je iskorišćena mogućnost lokalnog rada bazne radio stanice. Ova mogućnost se naročito koristi pri angažovanju mobilne bazne radio stanice u obuci, na vežbama ili u izvršenju specifičnih zadataka, čime se obezbeđuje pouzdanost i „žilavost“ sistema komunikacija VS, što je jedan od najznačajnijih zahteva u organizaciji komunikacija u vojsci.

U narednom periodu treba očekivati da će Vojska Srbije u potpunosti implementirati sve servise kojima raspolaže TETRA sistem, pre svega one servise koji se odnose na IP paketski prenos, a koji za sada nije u dovoljnoj meri zastupljen u Vojski Srbije.



Slika 1. Uvezivanje MBRS i SBRS VS u sistem TETRA

Ovi servisi se pre svega odnose na mogućnosti širokopolasnog pristupa i prenosa informacija kao što su:

- ♦ GPS pozicioniranje (upload/download položaja vozila, vojnika i sl.),
- ♦ prenos operativnih informacija sa samog terena (upload/download video informacija, teksta, slika, mapa, skica),
- ♦ on-line upit u baze podataka (npr. tipovi i mogućnosti neprijateljskih oružja i oruđa i sl.).

Uopšte dalji pravci razvoja TETRA sistema idu ka potpunoj IP arhitekturi čime će se omogućiti maksimalno iskorišćenje IP tehnologija, kao što su MPLS/eternet umrežavanja, QoS servisa (davanje prioriteta paketskom prenosu) i slično.

Jedan od mogućih pravaca je i implementacija TETRA standarda u LTE tehnologiju mobilne telefonije. Trenutna predviđanja su da će potpuno funkcionisanje LTE sistema sa servisima iz TETRA sistema (kao što su grupni rad, direktni režim rada, prioriteti, opcija *treking* načina rada i opcija brze uspostave poziva) biti tek nakon 2025/26. godine [6].

ZAHVALNOST

Ovaj rad je podržan od strane Vojske Srbije.

LITERATURA

- [1] Mladen Vratonjić, "TETRA - evropski standard u profesionalnim radio komunikacijama – korak ka efikasnijem i kvalitetnijem radu službi javne bezbednosti".
- [2] Mladen Mrkaja, Nejra Batalović, Zoran Koprivica „Implementacija zemaljskog digitalnog mobilnog radio sistema – TETRA u BiH“.
- [3] Trans-European Trunking Radio (TETRA); Part 7: Security, ETSI 300 392-7, Decembar 1996.
- [4] Prezentacije preduzeća „Vlatacom“ a.d Beograd „TETRA sistemi“.
- [5] Projekta dokumentacija za mobilnu baznu stanicu MTS-2 preduzeća „Vlatacom“ a.d Beograd.
- [6] Mladen Vratonjić, prezentacioni materijal preduzeća „Motorola Solution“ na temu „Motorola TETRA i budućnost radio komunikacija namenjenih sistemima bezbednosti“.