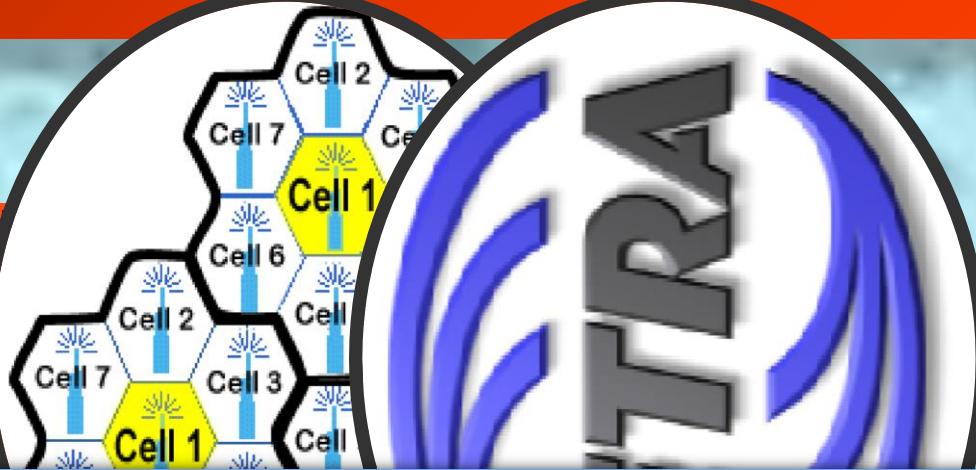


CELULARNE MOBILNE MREZE i PRIMEMA TETRA SISTEMA u VOJSCI SRBIJE

UNIVERZITET SINGIDUNUM
DEPARTMAN ZA MASTERSKE STUDIJE



predmet Principi savremnih komunikacija





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

SADRZAJ IZLAGANJA

I. CELULARNE MOBILNE MREZE

1. Razvoj celularnih mreza kroz istoriju
2. Celijska organizacija mreze
3. Radio kanali u GSM
4. TDMA+FDMA u GSM
5. Struktura TDMA u GSM
6. Logicki kanali u GSM
7. Obrada signala u GSM
8. Funkcionalna arhitektura GSM
9. Princip rada celijskog sistema
10. Princip rada pri prelasku izmedju celija

II. TETRA SISTEM i PRIMENA u VS

1. Uvod u TETRA sistem
2. Poredjenje TETRA sistema i GSM
3. TETRA standardi
4. Radio kanali u TETRA
5. TDMA+FDMA u TETRA sistemu
6. Obrada signala u TETRA sistemu
7. Hijararhijski nivoi TDMA
8. Mogucnosti TETRA sistema
9. Arhitektura TETRA sistema
10. Organizacija TETRA sistema u RS
11. Primena TETRA sistema u VS

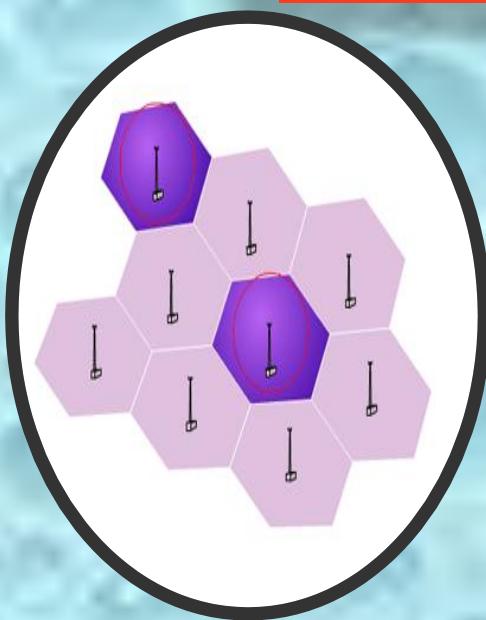


Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

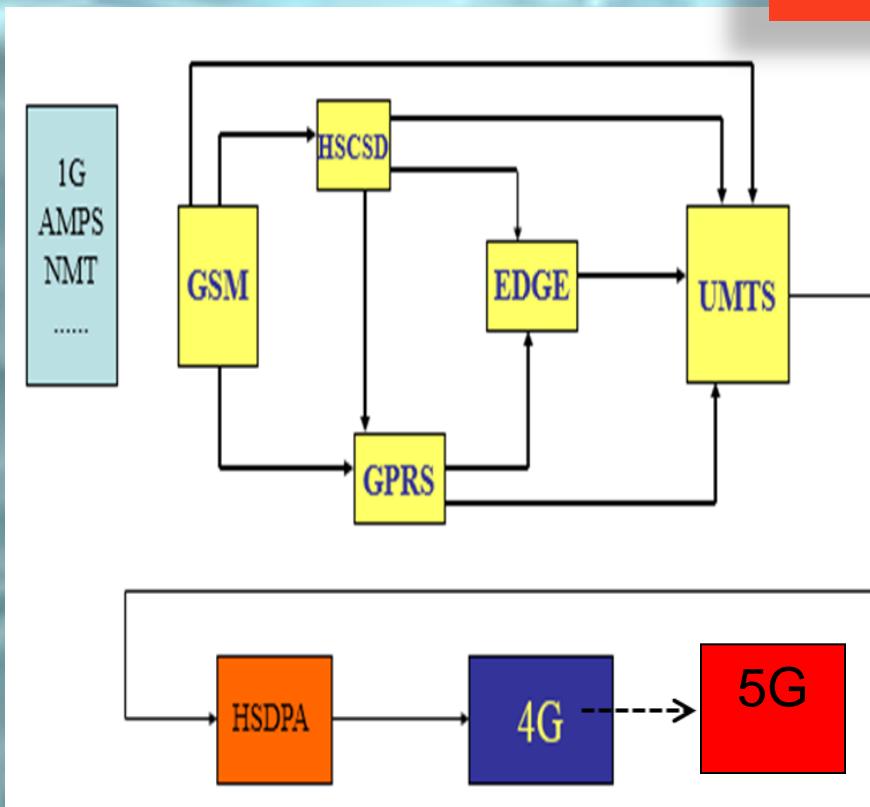
This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CELULARNE MOBILNE MREZE





Istorijat



Razvoj celularnih mobilnih mreza

0G – preteča celularnog sistema
(1946-1977. godine)

“1G” – analogna celularna telefonija
(sredinom 1980-tih)

“2G” – digitalna celularna telefonija,
(1991), SMS, prenos podataka
brzinama do nekoliko kbit/s

“3G” – audio, video, servis MMS,
brzine prenosa do 2Mb/s

“4G” - IP bazirana mreža
“5G” - u razvoju, pocetak primene 2020

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



„1G“

Razvoj celularnih mobilnih mreza

- 80-tih godina 20.veka, I generacija mob.mreza,
- Analogni radio signal,
- Samo govorna komunikacija (komutacija kola),
- Frekventni opseg 450 i 900 MHz u Evropi i 800 MHz u SAD i Japanu, FDMA tehnologija pristupa,
- Neki od ovih sistema su:
 - **NMT** u Skandinavskim zemljama
 - **AMPS** u SAD
 - **NTT-MTS** u Japanu
 - **TACS** u Velikoj Britaniji
 - **C-mreža** u Nemačkoj.



NEDOSTACI

- skromne karakteristike u pogledu kvaliteta signala
- mali kapacitet i ogranicena zona pokrivanja,
- nepotpun postupak "hand-over",
- nekompatibilnost izmedju pojedinih sistema u razlicitim zemljama itd.



This project has been funded with support from the European Commission.

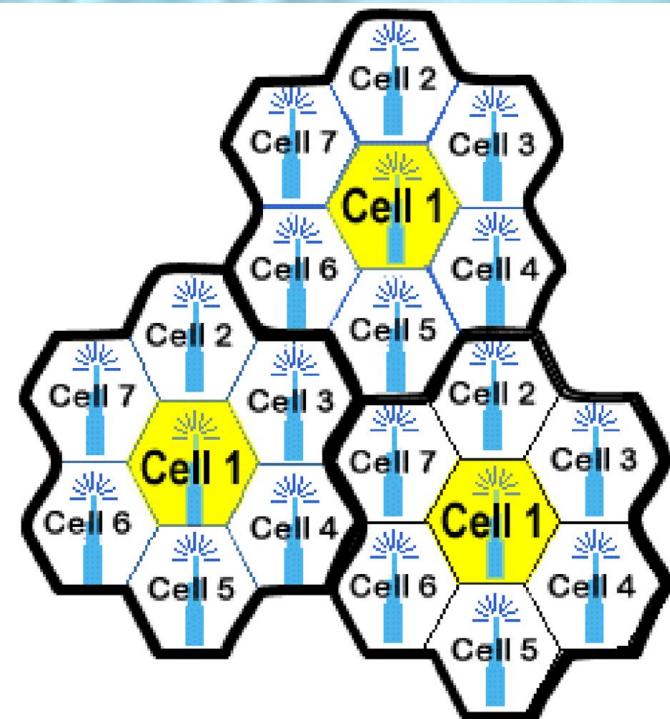
This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

„2G“

Razvoj celularnih mobilnih mreža

GSM (*Global System for Mobile communication*)

- Razvijen tokom 80-tih, od 1991 u upotrebi.
- GSM sistem zbog svoje uspesnosti se proširio i van Evrope i dobilo novo značenje *Global System for Mobile communications*.
- Digitalna čelijska mreža.
- Komutacija kola.
- Full-duplex prenos govora.
- **GSM-900**
 - **uplink** (od MS do BS) **890-915 MHz**,
 - **downlink** (od BS do MS) **935-960 MHz**
- **GSM-1800**
 - uplink 1710-1785 MHz,
 - downlink 1805-1880 MHz





EVOLUCIJA “2G”

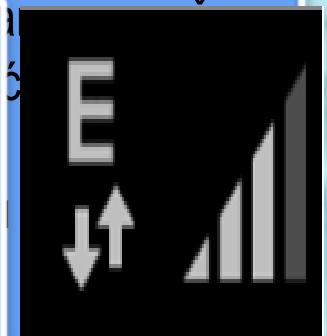
Razvoj celularnih mobilnih mreza

2,5G – GPRS (*General Packet Radio Service*)

- GPRS je 2G sa poboljšanom transmisijom podataka tj. podrškom za komutaciju

2,75G – EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*)

- U siroj upotrebi od 2000. godine
- Omogućuje poboljšani protok prenosa podataka odnosno dodatno unapređuje performanse postojećih mreža.
- Ima mogućnosti kao GPRS ali su brzine prenosa do 384 kbps (prijem i slanje email i pretrazivanje interneta).
- Koristio je naprednije tehnike modulacije signala (8-PSK).
- GPRS omogućava protoke od 56-114 kbit/s.





DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

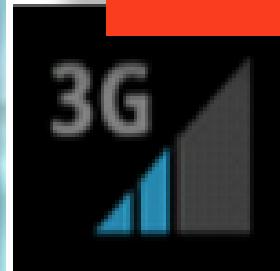
This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

“3G”

- telefonija
- pristup Internetu (*mobilni i fiksni*)
- video pozive
- mobilnu TV

Razvoj celularnih mobilnih mreza



- UMTS je tehnologija za realizaciju 3G mreza, odnosno za prenos gore navedenih servisa.
- UMTS koristi W-CDMA radio tehnologiju kako bi ponudio veću spektralnu efikasnost.
- W-CDMA omogucuje gore navedene servise koriscenjem sirokopojasne tehnologije sa **FDD** (simetricnim) ili **TDD** (nesimetricnom) **pristupom radio kanalu**.
- TDD pristup dodeljuje promenljivu sirinu opsegu (384kbps za *downlink* i 64 kbps za *uplink*), jer internet zahteva vecu brzinu prenos podataka u smeru od BS ka MS nego obratno.
- 3G je doneo brzine prenosa do 2 Mbps, njegovim daljim razvojem u 3,5G (UMTS2) ostvarene su brzine do 10 Mbps.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

“4G” “5G”

OFDM (Orthogonal Freqven y Division) modulacija

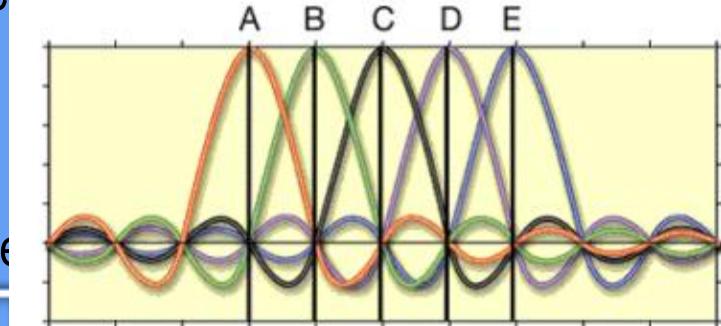
- ❑ Osnovna ideja je da se 1 veliki tok podataka podeli u N kanala, koja je uglavnom dizajnirana za

Razvoj celularnih mobilnih mreza

Jos uvek u razvoju, pocetak primene posle 2020.godine...

- ❑ predviđanja su da će biti 40 puta brza od 4G, omogućice 8K video striming i 3DTV, veće
brzine ali manji domet,
- ❑ veoma mala kasnjenja,
- ❑ opseg od 60-73GHz,
- ❑ celije manje (femcelije, pikocelije, mikrocelije) ali sa više
nulama svim ostalim signalima

- ❑ Različiti korisnici koriste različite podkanale u različito
vreme cime se izbegava visestruka refleksija (multipath) –
glavni problem u sistemima mobilnih i sirokopojasnih
bezicnih komunikacija jer uslovljava intersimbolsku
interferenciju („pojavu repa“).
- ❑ Šireni spektar) vec **OFDM** tehniku
a velikim brzinama prenosa.





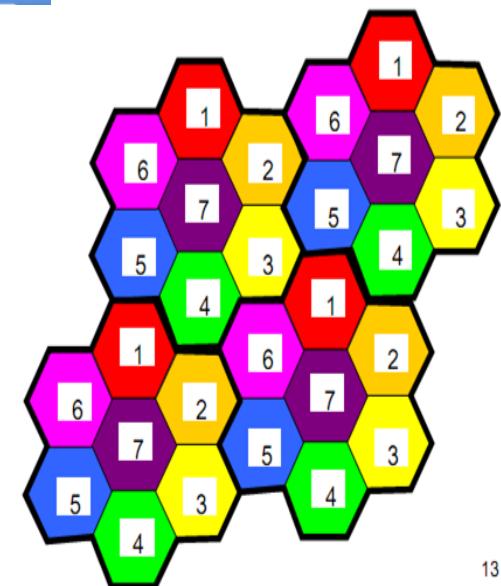
This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

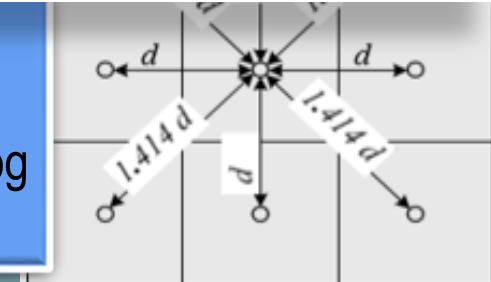
CELIJSKA STRUKTURA

- Klaster** je broj ćelija u grupi bez ponavljanja frekvencija,
- Veličina i broj ćelija u klasteru određuju spektralnu efikasnost ćelijskog sistema,
- Frekventni opseg je ogranicen resurs, zato se vrsi ponovno iskoriscenje istih frekvencija izmedju dovoljno udaljenih celija.**
- Visestruka upotreba kanala u mrezi uz kontrolu snage kako ne se ne bi javila interferencija signala.
- “**Hand-over**” odnosi se na prebacivanje tekuceg poziva iz jedne celije u drugu. .

CELIJSKA ORGANIZACIJA MREZE



- Prema veličini, ćelije mogu da se podele na:
- *makro, mikro i piko ćelije*.
- Izbor veličine ćelija uglavnom zavisi od inteziteta lokalnog saobraćaja, jer sto je veća gustina saobraćaja ćelije su manje.





This project has been funded with support from the European Commission.

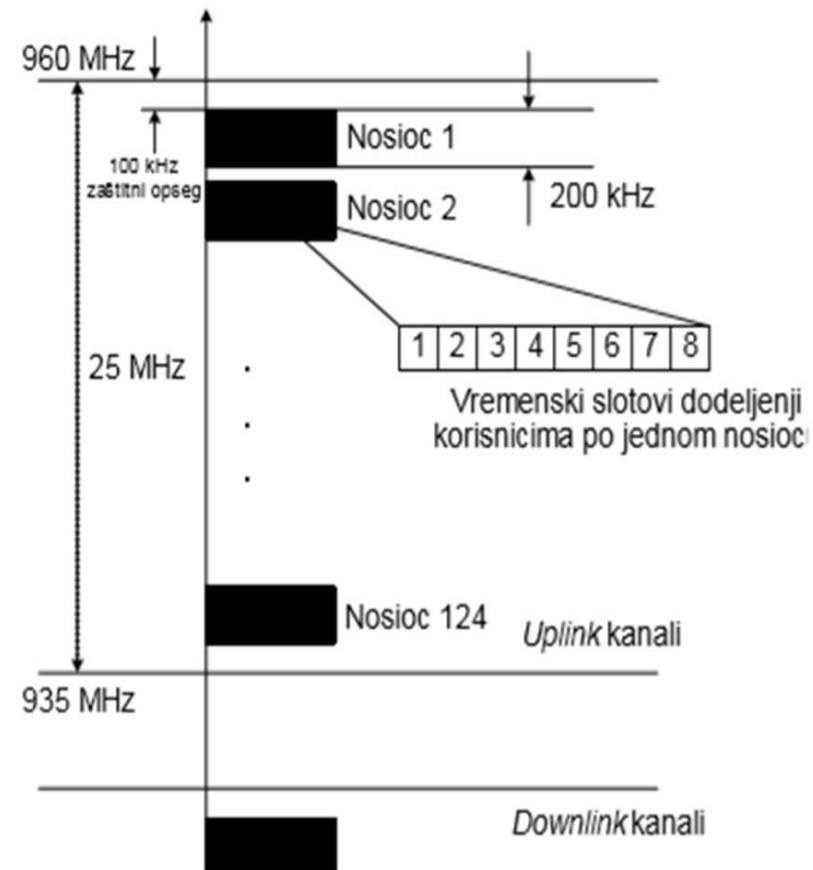
This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Visestruki pristup na bazi TDMA

- Prenos radio kanala kod GSM od BS do MS je lociran u opsegu 935-960MHz (**downlink**).
- Prenos od MS do BS u opsegu sirine 25MHz koji je lociran u opsegu 890-915MHz (**uplink**).

- Opseg od 25 MHz se deli na 124 nosece frekvencije sirine 200KHz.
- Dobija se 124 full-duplex parova kanala medjusobno razmaknuti 45 MHz.
- Svakoj BS se dodeljuje jedan ili vise parova koji se koriste unutar jedne celije.

RADIO KANAL u GSM





This project has been funded with support from the European Commission.

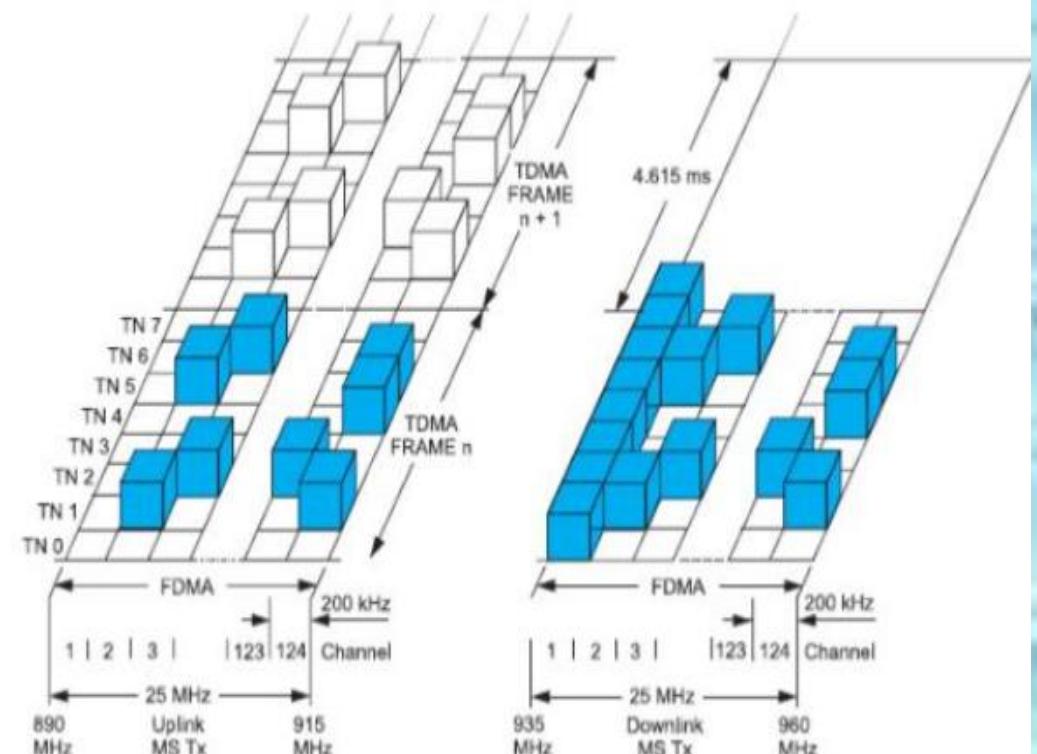
This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Visestruki pristup na bazi TDMA

- Frekvenčijski opseg je ogranicen resurs koji dele svi ucesnici, zato se primenjuje postupak koji omogucava njegov koriscenje od sto je moguce veceg broja korisnika.
- U GSM je to hibrdini sistem koji primenjuje visestruki pristup koriscenjem vremenske raspodele u FDMA strukturi.
- Vrsi se "konvertovanje" radio kanala vremenske domene.
- Svaki nosilac se vremenski deli na vremenske slotove duzine 0,577ms, a vremenskih slotova cini jedan TDMA rastav duzine 4,615ms koji predstavlja osnovnu jedinicu za definisanje logickih kanala.

TDMA + FDMA u GSM

GSM – TDMA+FDMA





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Hijararhija TDMA

1 Multiram sa 26 TDMA ramova duzine 120 ms, za **saobracajne i kontrolne kanale**

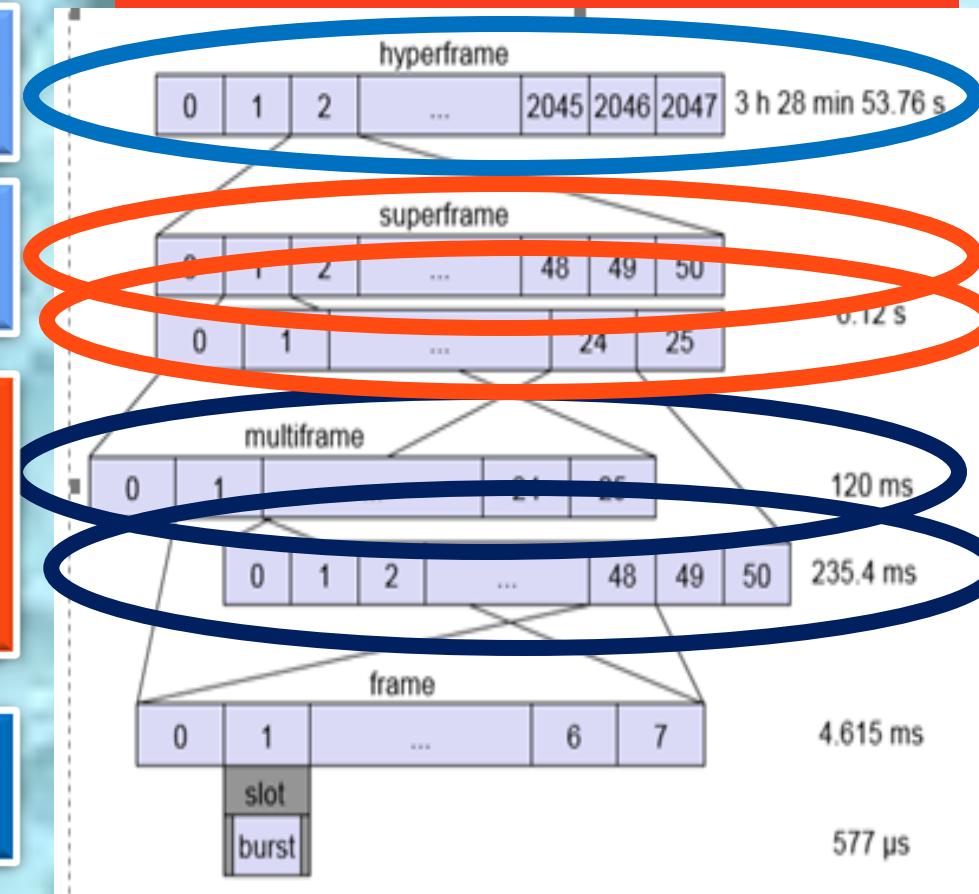
1 Multiram sa 51 TDMA ramova duzine 235.5 ms, za **upravljacke kanale**

1 Super ram sa 1326 TDMA ramova duzine 6,12 s sastavljen od:

- 26 multirama (sastavljen od 51 rama)
- 51 multirama (sastavljen od 26 rama)

1 Hiperram sa 2048 TDMA ramova duzine 3h 28m 53s 76ms.

STRUKTURA TDMA u GSM





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

BURST period

STRUKTURA TDMA u GSM

Normalan BURST

U GSM postoji tri tipa burstova koji se propisuju:

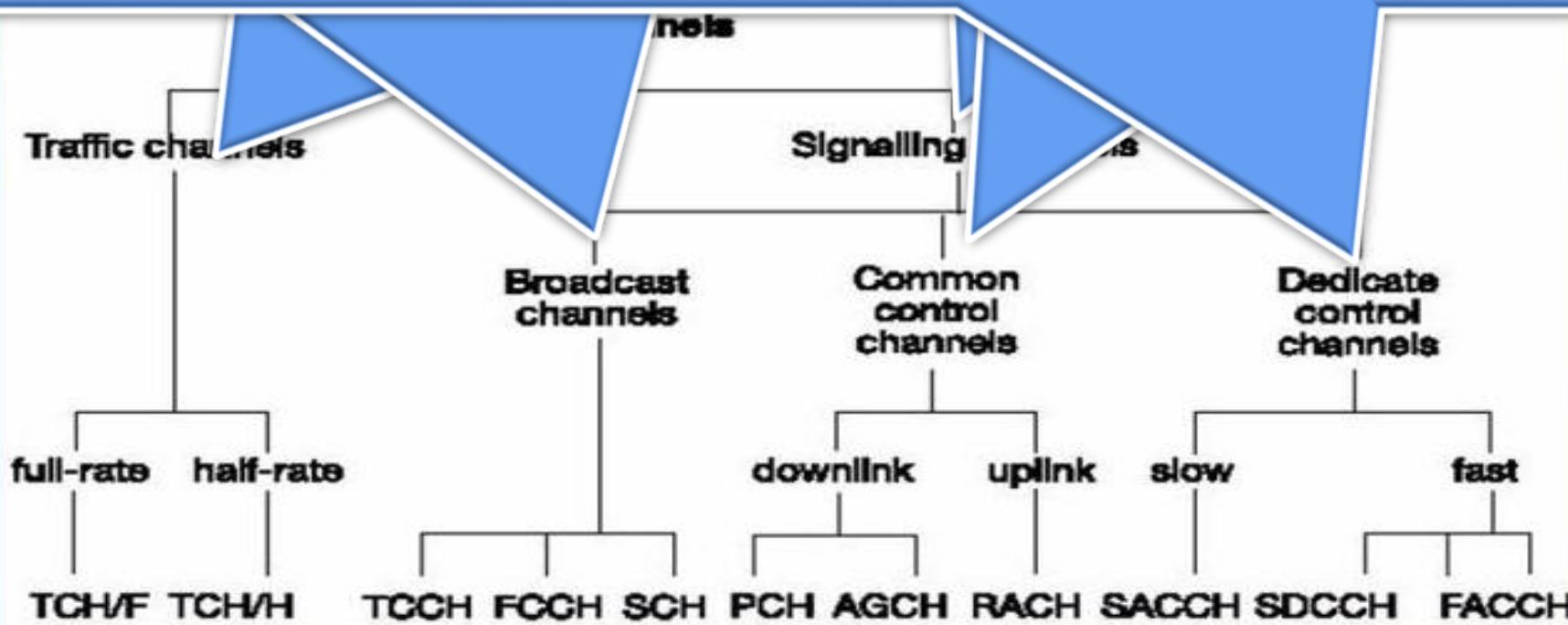
- Logički kanali su definisani po broju i poziciji njihovih odgovarajućih burst perioda. Sve definicije su ciklične i pattern se ponavlja približno svaka tri sata. Kanali se dele na posebne kanale pridružene mobilnoj stanici i zajedničke kanale
- Po standardu IS-136 postoje podela na dve grupe kanala:
 - saobraćajni kanali (DTCH - Digital Traffic Channel ili TCH - Traffic Channel) I
 - kontrolni (signalizacioni kanali) kanali (DCCH - Digital Control Channel)

Saobracajni kanali (TCH) koriste se za prenos govora i podataka.

Kontrolni (DCCH) kanali - Pristip ovim kanalima imaju kako MS kada rade u „praznom“

DCCH kanali, koristi MS kada je u „praznom“ hodu za razmenu signalizacionih podataka koji zahtevaju prelazak u „aktivni rezim“. Na ovom kanalu MS osluškuje okolne BS.

- SDCCH kanali**, za dozvolu pristupa koriste se za definisanje kanala koji će MS koristiti za signalizaciju saobracajnim kanalom,
- SACCH kanali**, za prenos rezultata merenja nivoa signala razlicitih BS-a od strane MS
- FACCH kanali**, za razmenu informacija prilikom hanfrovera



Šema saobraćajnih i kontrolnih kanala



Kodovanje govora

OBRADA SIGNALA u GSM

Vrsi se postupkom **linearne predikcije** i obavlja se na sledecii nacin:

- Informacija sadrzana u prethodnim odmercima, koja se sporo menja, koristi se za **predvidjanje** tekuceg odmerka.
- Koeficijenti linearne kombinacije prethodnih odmeraka i kodovan signal razlike (*razlika izmedju predvidjenog i stvarnog odmerka*), predstavljaju signal koji se prenosi.
- Govor se deli u blokove od po 20ms i svaki od njih se koduje sa 260 bita, tako da se dobija bitski protok od 13 kbit/s i to je takozvano normalno **kodovanje govora**.

Kanalno kodovanje i modulacija

Zbog EM smetnji, kodovan govor ili signali podataka koji se prenose radio putem moraju da se zastite od gresaka. GSM sistem koristi **konvoluciono kodovanje i ucesljavanje blokova** da se omoguci ovakva zastita. Nakon kodovanja digitalni signal se koristi za modulaciju nosioca primenom **GMSK modulacije**.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Podsistemi GSM sistema

Radio podsistem (RSS)

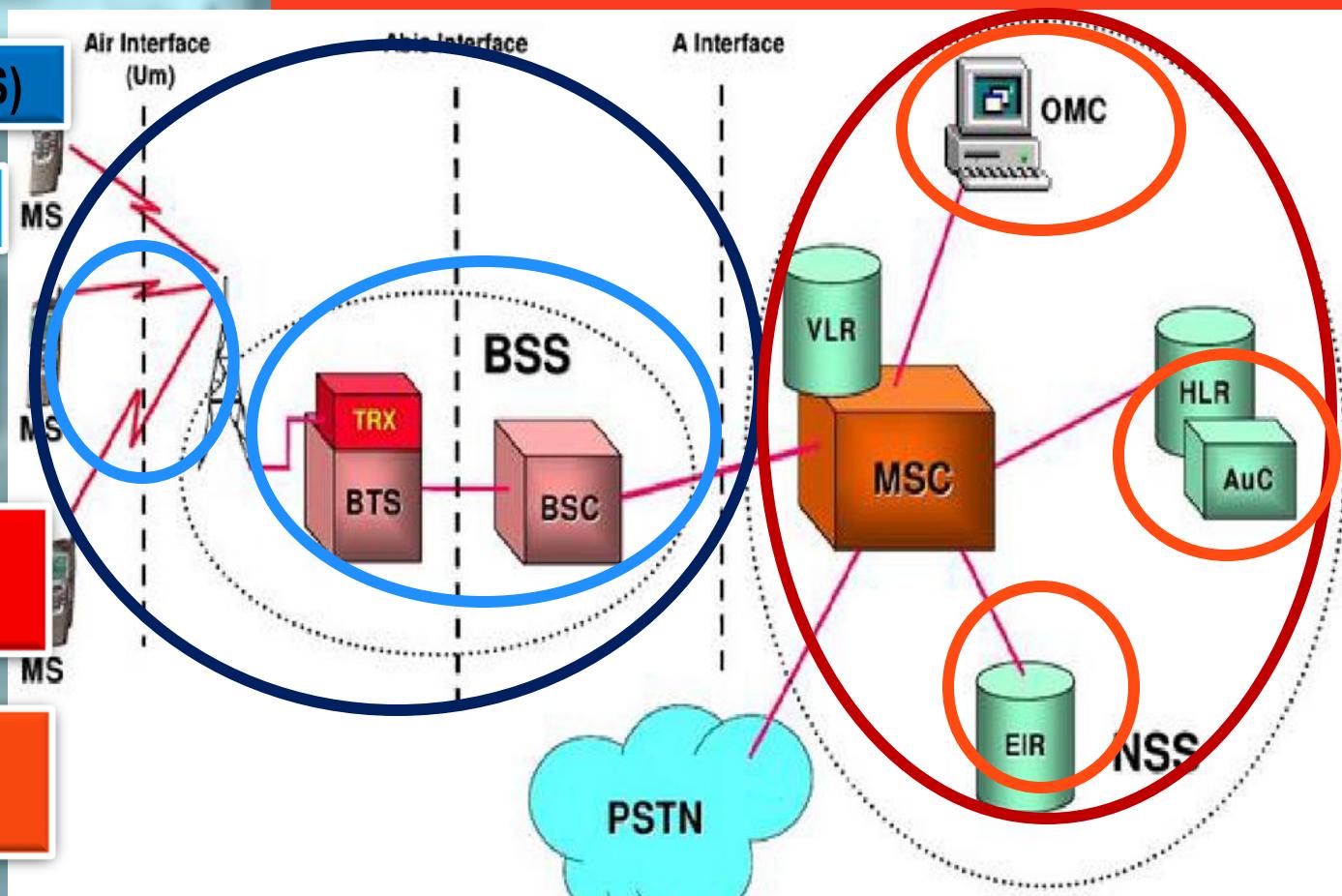
Mobilna stanica (MS)

Podsistemi bazne
stanice (BBS)

Mrezni i komutacioni
podsistem (NNS)

Operacioni podsistem
(OSS)

FUNKCIONALNA ARHITEKTURA GSM



VLR registar

- VLR registar je dinamična baza podataka koja se pridružuje svakom od MSC-a. U njemu se smeštaju informacije vezane za MS koje se trenutno nalaze u geografskoj oblasti koju kontroliše MSC (LA-Local Area)
- Kad nova MS uđe u LA koja je pridružena datom MSC-u, u VLR registar se upisuju relevantne informacije vezane za tu MS, kao što su: IMSI, TMSI, MSISDN i MSRN (Mobile Subscriber Roaming Number)
- Na osnovu ovih informacija, moguće je vršiti pejdžing mobilne stanice i izvršiti rutiranje poziva ka stvarnoj poziciji MS u mreži
- Čim mobilna stanica napusti datu oblast i registruje se kod bazne stanice koja pripada drugoj oblasti, podaci koji se odnose na nju se brišu iz datog VLR-a



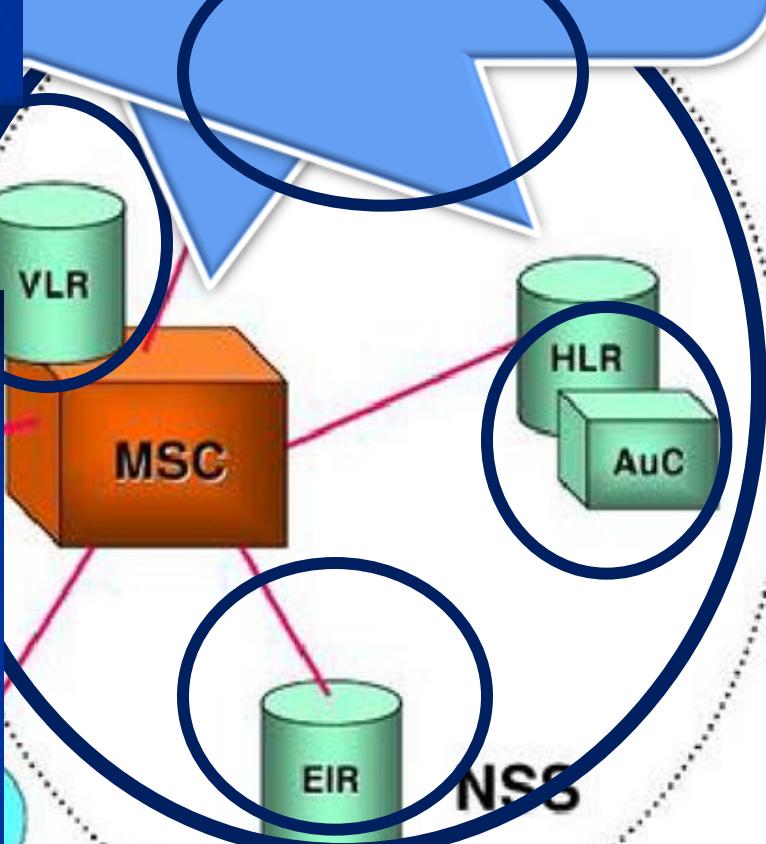
- AuC je zaštićena baza podataka, koja se pridružuje svakom HLR-u, i koja sadrži kopije tajnih ključeva za autorizaciju svih postojećih SIM kartica, koji se koriste za proveru autentičnosti i kodovanje radio kanala. On takođe sadrži algoritme za autorizaciju i kriptovanje
- EIR sadrži bazu podataka sa listom sve validne mobilne opreme u mreži, gde je svaka mobilna stanica identifikovana svojim IMEI brojem. EIR sadrži tri liste podataka:
 - Bela lista: lista svih MS sa dobrim IMEI brojem,
 - Crna lista: lista neispravnih i ukradenih handset-ove,
 - Siva lista: za handset-ove/IMEI-ove koji su neizvesni
- OMC je upravljački sistem koji nadgleda GSM-ove funkcionalne blokove. OMC assistira mrežnom operatoru u održavanju zadovoljavajućeg rada GSM mreže. OMC je zadužen za kontrolu i održavanje MSC, BSC i BTS-a

e mobilnim preplatnicima.

Autorizaciju Ki, informacije o tipu preplate i

govara MSC-u u cijoj servisnoj zoni se

registra se azurira, cime se vrši lokacija



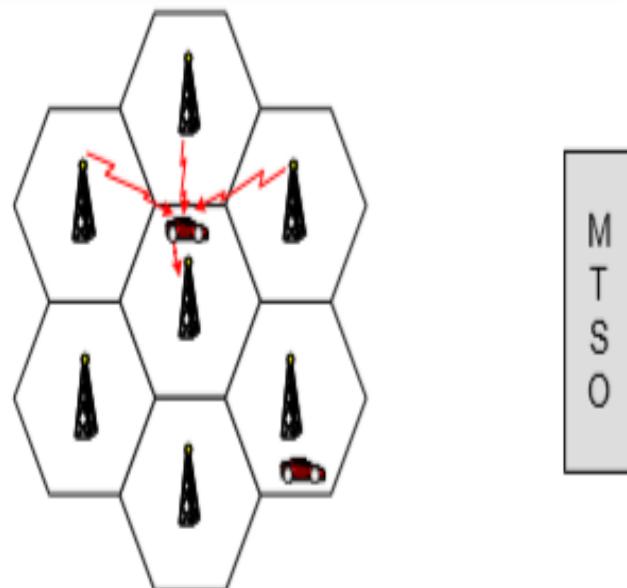


This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Inicijalizacija mobilne jedinice

PRINCIP RADA CELIJSKOG SISTEMA



a) monitorisanje za najjači signal

Veza između MS i BS se uspostavlja po dva tipa kanala:

Kontrolni kanali - koriste se za razmenu informacija koja se odnosi na uspostavljanje i održavanje veze kao i određivanje odnosa izmedju MS i najbliže bazne stanice.

Kanal za saobraćaj - koristi se za prenos govora i podataka između korisnika.

Identificuje korisnik i registruje njegova lokacija.

ako MS pređe u novu ćeliju ona selektuje novu baznu stanicu.



DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

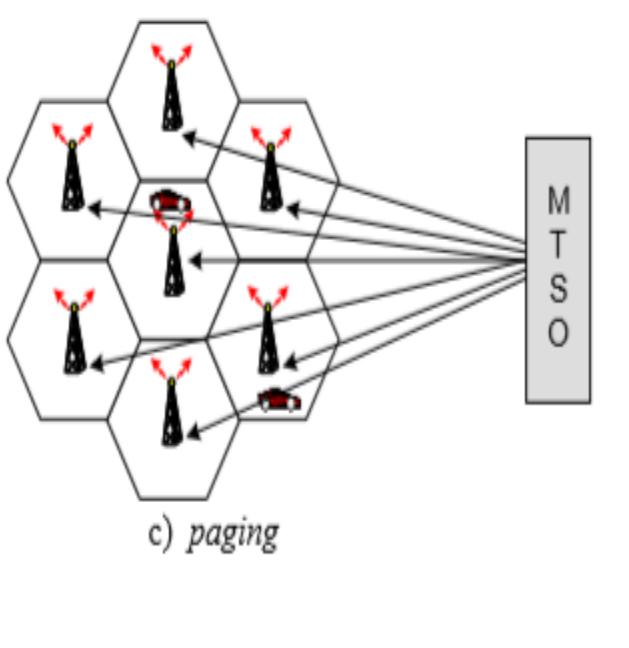
P

Paging

ranje MS

PRINCIP RADA CELIJSKOG SISTEMA

- MSC nakon prethodnih aktivnosti pokušava da ostvari vezu ka pozvanoj jedinici.
- MSC predaje *paging* poruku ka određenim BS-ma u zavisnosti od pozvanog mobilnog broja.
- Svaka BS predaje *paging* signal po sopstvenom *setup* kanalu.

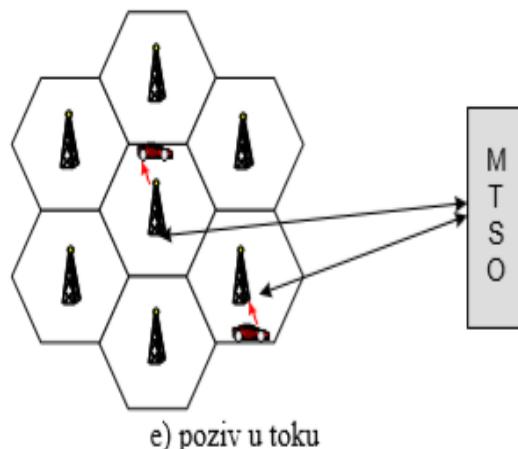
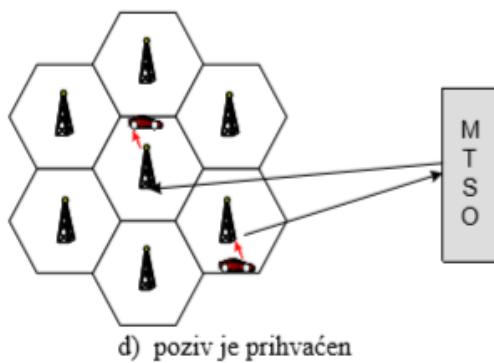




This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Poziv prihvacen



PRINCIP RADA CELIJSKOG SISTEMA

- pozvana MS prepoznaće svoj broj nadgledanjem *setup* kanala i odaziva se toj BS-i, koja zatim predaje odziv ka MSC.
- MSC zatim uspostavlja vezu izmedju pozvane i pozivne BS.
- MSC bira raspoloživi kanal za prenos govora u okviru svake BS ćelije i obaveštava svaku BS koja nakon toga obaveštava MS.
- Obe MS se zatim podešavaju na odgovarajuće dodeljene kanale.

Ongoing call - dok postoji veza MS razmenjuju govorne signale ili podatke preko odgovarajućih BS-a i MSC-a.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PRINCIP RADA CELJSKOG SISTEMA

Handover

Handover

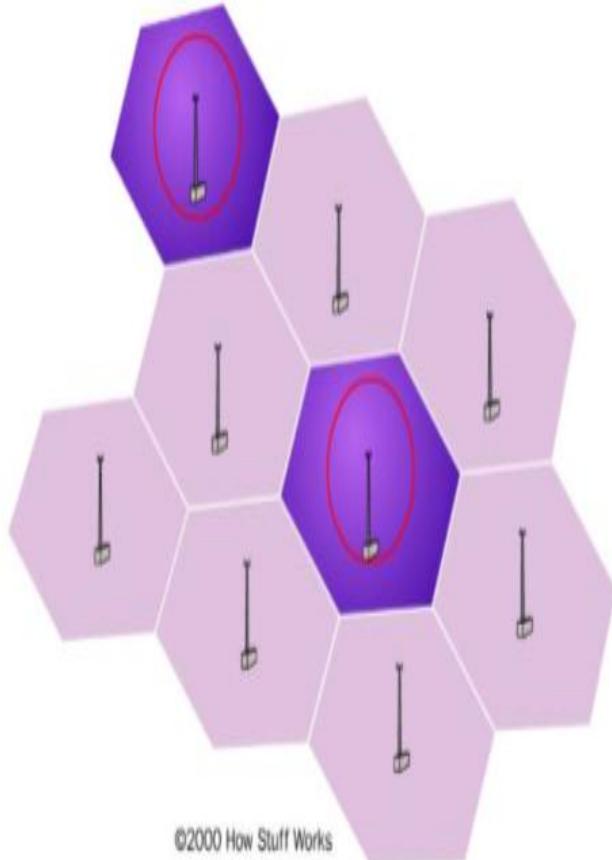
- **Jedna od osnovnih osobina je da održavaju kontinuitet poziva** i da drugi radio kanal i da primeti. Procedura koja održava kontinuitet poziva se naziva handoff kako se češće naziva handover.
- **Dva glavna razloga za Handover**
 - Prelazak mobilne stanice iz jedne celije u drugu, u posljednji sektora u sektor novoj celije. **Prvi razlog je da se saobraćaj u novoj celiji prima kontinualno postaje slabiji, sve dok ne padne ispod minimalnih zahteva potrebnih za komunikaciju**
 - **MSC ili BSC mogu odlučiti da je saobraćaj u jednoj celiji prejak, pa prebacuju neke MS u celije koje su manje opterećene (naravno ako je to moguće), pa stoga handover može poslužiti za balansiranje intenziteta saobraćaja**



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PRINCIP RADA PRI PREMESTANJU MS IZ ĆELIJE U ĆELIJU



- Ako se u toku razgovora vrsi pomernje ka ivici ćelije, BS uočava da se snaga primljenog signala smanjuje.
- BS u ćeliji prema kojoj se priblizava MS (*koja sluša i meri jačinu signala na svim frekvencijama*) registruje da se snaga sa ove MS povećava.
- Obe BS koordinišu svoj medjusobni rad preko MSC i u jednom trenutku, MS dobija signal preko upravljačkog kanala koji joj ukazuje da promeni frekvencije.
- Ovaj hand-over komutira MS na novu ćeliju.
frekvencije ostvaruje se i njihovo povezivanje odnosno vrsi se komunikacija u oba smera.
koji treba da mu pruži usluge.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PRIMENA TETRA SISTEMA u VOJSCI SRBIJE





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Uvod

TETRA SISTEM

- TETRA- evropski standard za digitalne mobilne telekomunikacije **profesionalne namene** (sluzbe nacionalne i javne bezbednosti).
- Prvobitan naziv je bila skraćenica od engleskog naziva **TransEuropean Trunked Radio**, ali je svojom primenom prevazišla granice Evrope i novija interpretacija imena je **Terrestrial Trunked Radio (Zemaljski- Trunking – Radio)**.
- Prvi sistem digitalne bežične tehnologije koji obezbeđuje istovremeno govornu komunikaciju i prenos podataka.
- „Trunking“ obezbeđuje optimalnu iskoriscenost radio spekta (*ogranicen prirodni resurs*).

Otvorena arhitektura

- Mogucnost prihvata razlicitih korisnika i uvezivanje sa drugim Tk mrezama i IS.
- Interoperabinost opreme razlicitih proizvodjaca.
- Otvorena arhitektura definisana na osnovu STANDARDA propisanih od ETSI.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Potrebe za TETROM

- Ne postojanje jedinstvenog frekventnog plana
- Ne dovoljan stepen zastite komunikacija
- Ustupanje opsega 380-400 MHz od NATO za PMR
- Koriscenje dobrih osobima GSM u traking sistemu

Zahtevi pred sistemom

- Veca spektralna efikasnost
- Veoma pouzdan rad u zoni pokrivanja
- Nadzor i upravljanje mrezom

TETRA SISTEM



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Funkcije koje podrzava TETRA a nema GSM

POREDNJE TETRE i GSM

TETRA ima mnogo kraće vreme uspostavljanja veze, jeftiniji razgovor zbog kraćeg vremena
Brza uspostava veze - Fast Call Setup

TETRA omogućava komunikaciju među grupama službi (policija, vojska, hitna pomoć, vatrogasci)

TETRA omogućava prioritet - Priority

Izgradnja infrastrukture TETRA je mnogo jeftinija i omogućava jeftiniju cenu razgovora.

Grupni poziv- Groop call

Ima mogucnost hitnog poziva - Emergency call

Pouzdanost TETRA sistema u slučaju preopterećenja, zemljotresa, katastrofalnih poplava, požara i nepogoda

Direktni nacin rada DMO

Kriptozastita



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Standardi

TETRA STANDARDI

- Standardizacijom se harmonizuju frekvencija, harmonizuju se tehnologije i definisu se svi servisi koje sistem mora da pruzi.
- Standardi prema ETSI definisu: SERVISE, INTERFEJSE i NIVOI ZASTITE.
- Rezultat standardizacije je interoperabilnost opreme različitih proizvođača

Definisanje SERVISA

- trenutna uspostava poziva** (ispod jedne sekunde),
- komunikacija tačka – više tačaka:**
 - grupni pozivi, kao i upućivanje opštih poziva (voice broadcast),
- direktna komunikacija** između MS bez „posredovanja“ infrastrukture, cime je omogucena otpornost i pouzdanost sistema u slučaju problema sa infrastrukturom,
- pozivi u hitnim situacijama**, sa automatskim uključenjem mikrofona,
- individualni i telefonski pozivi**,
- servisi za prenos podataka**- statusne poruke, SDS, prenos podataka brzine do 12kb/s.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

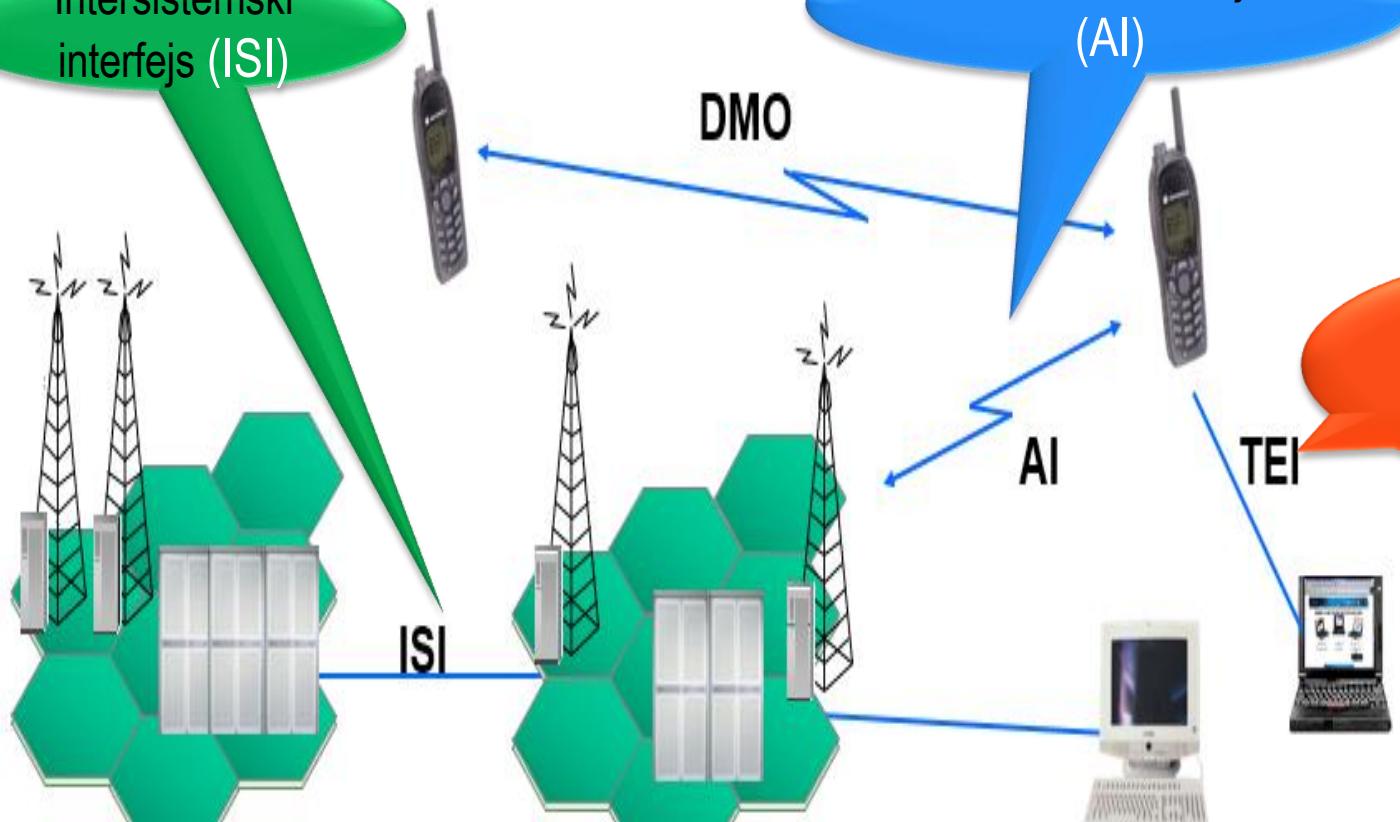
Definisanje INTERFEJSA

TETRA STANDARDI

Intersistemski
interfejs (ISI)

Vazdusni interfejs
(AI)

Interfejs terminalne
opreme (TEI)





DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Definisanje NIVOA ZASTITE

TETRA STANDARDI

- Razliciti nivoi zastite,
- Osnovne siigurnosne funkcije TETRA sistema su:
 - 1) Autentikacija (međusobna provera validnosti pojedine radio stanice i infrastrukture),
 - 2) Enkripcija vazdušnog interfejsa – između radio stanice i bazne stanice:
 - Nivo 2 (statički ključevi)
 - Nivo 3 (dinamički ključevi)
 - 3) Mogućnost enkripcije s kraja na kraj veze (E2E),
 - 4) Ambijentalno slušanje,
 - 5) Mogućnost daljinskog onesposobljavanja radio stanice.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Frekventni opseg

- Sektor bezbednosti:
380-400 MHz

(BS: Rx 380-390,
400)

Tx 390-

- Civilni korisnici:
410-430 MHz

(BS: Rx 410-420,
430)

Tx 420-

450-470 MHz

- U TETRA sistemu sirina kanala je 25 KHz sto obezbeđuje 4 kanala po nosiocu.

- U GSM sirina kanala je 200 KHz sto obezbeđuje 8 kanala po nosiocu,

- Po 1 kanal iz Tx i Rx frek.opsega.

RADIO KANALI - TETRA sistemi

- TETRA offers 32 communication channels and GSM offers 8 Channels per 200 K Hz bandwidth .

TETRA SPECTRUM EFFICIENCY





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Modulacija

DMA

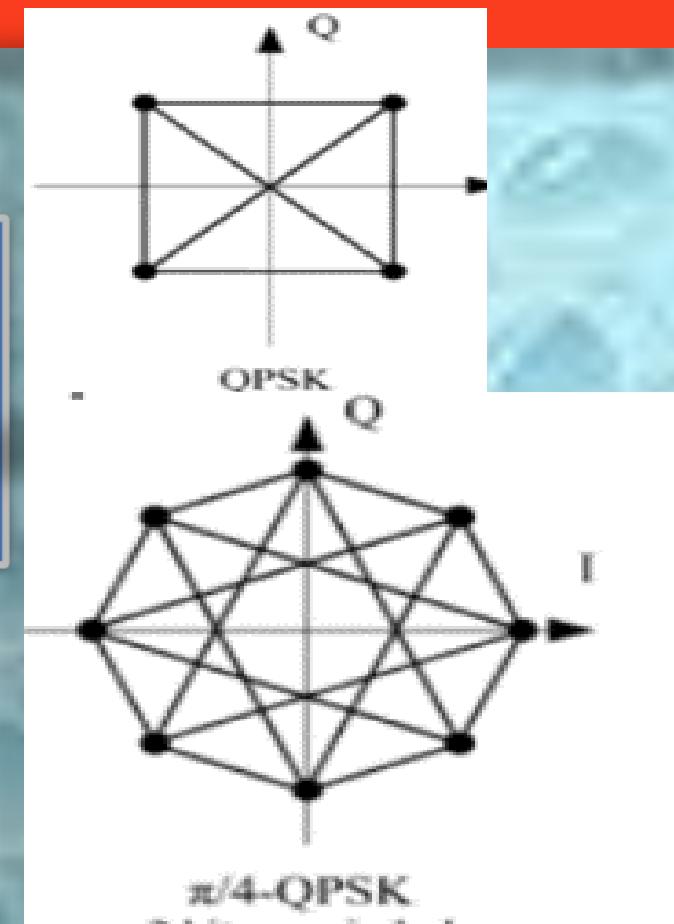
4 korisnicka slota utisnuta u jedan 25 KHz–ni nosioc

NOSILAC

- Linerana fazana modulacija $\pi/4$ DQPSK.
- Brzina modulacije u 1 frekv. kanalu je 36 Kbps, a u okviru 1 korisnickog kanala prenos podataka (inf.+sluz) vrsti se brzinom od 36 Kbps/4 odnosno brzinom 9 Kbps.



TDMA + FDMA u TETRA SISTEMU





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

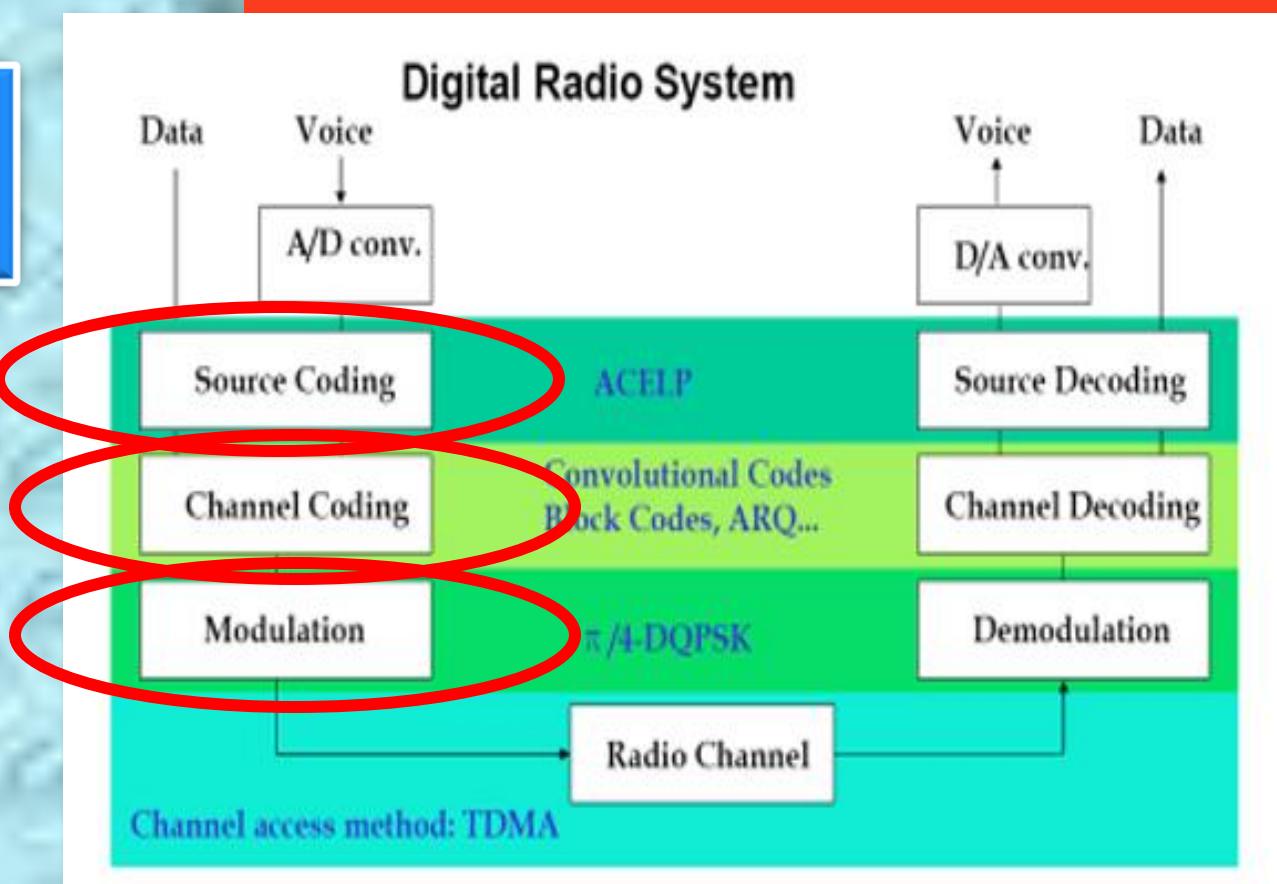
Kodiranje

Govor se kodira ACELP
algoritmom sa protokom
od 4,8Kbps

Kanalsko kodiranje

Modulacija

OBRADA SIGNALA u TETRA sistemu

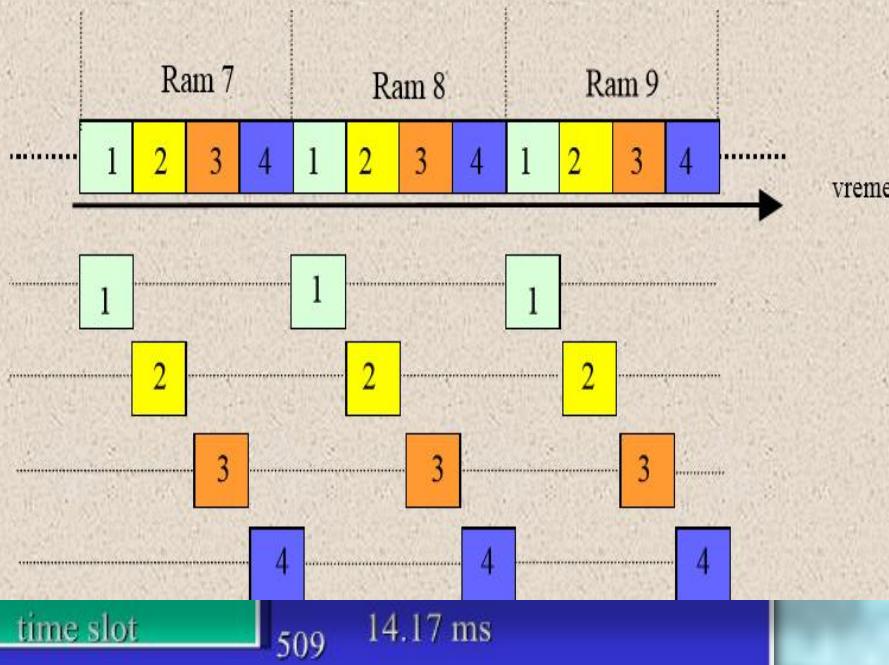




This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Struktura TDMA rama



HIJARAHIJSKI NIVOI TDMA

hijarahrjska novoa:

vremenski slot, frame, multiframe,
hiperframe

vremenskio slot, trajanje 14.17 ms

MAME 4x TS

MULTIFRAME 18x FRAME ramova

HYPERFRAME 60 x multiframe

- Svaki korisnik tokom obavljanja komunikacije dobija po jedan vremenski slot u okviru jednog frekvencijskog kanala iz predajnog i prijemnog frekventnog područija.
- Korisnicki kanal je sekvenca isto numerisanih vremenskih slotova iz rama.



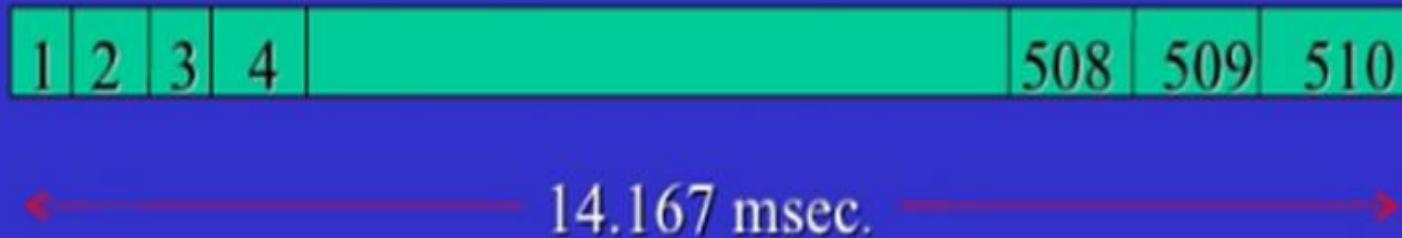
This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Struktura TS

HIJARARHIJSKI NIVOI TDMA

- 1 Time Slot = 510 modulating bits duration=255 symbols



Bit duration = 14.167 msec / 510

Bit rate = 1 / bit duration

Bit rate = 36000 bits/sec

FIG 3

U jednom slotu se prenosi 510 bitova podataka (78 sluzbenih i 432 informacijskih).



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

VRSTE RADA

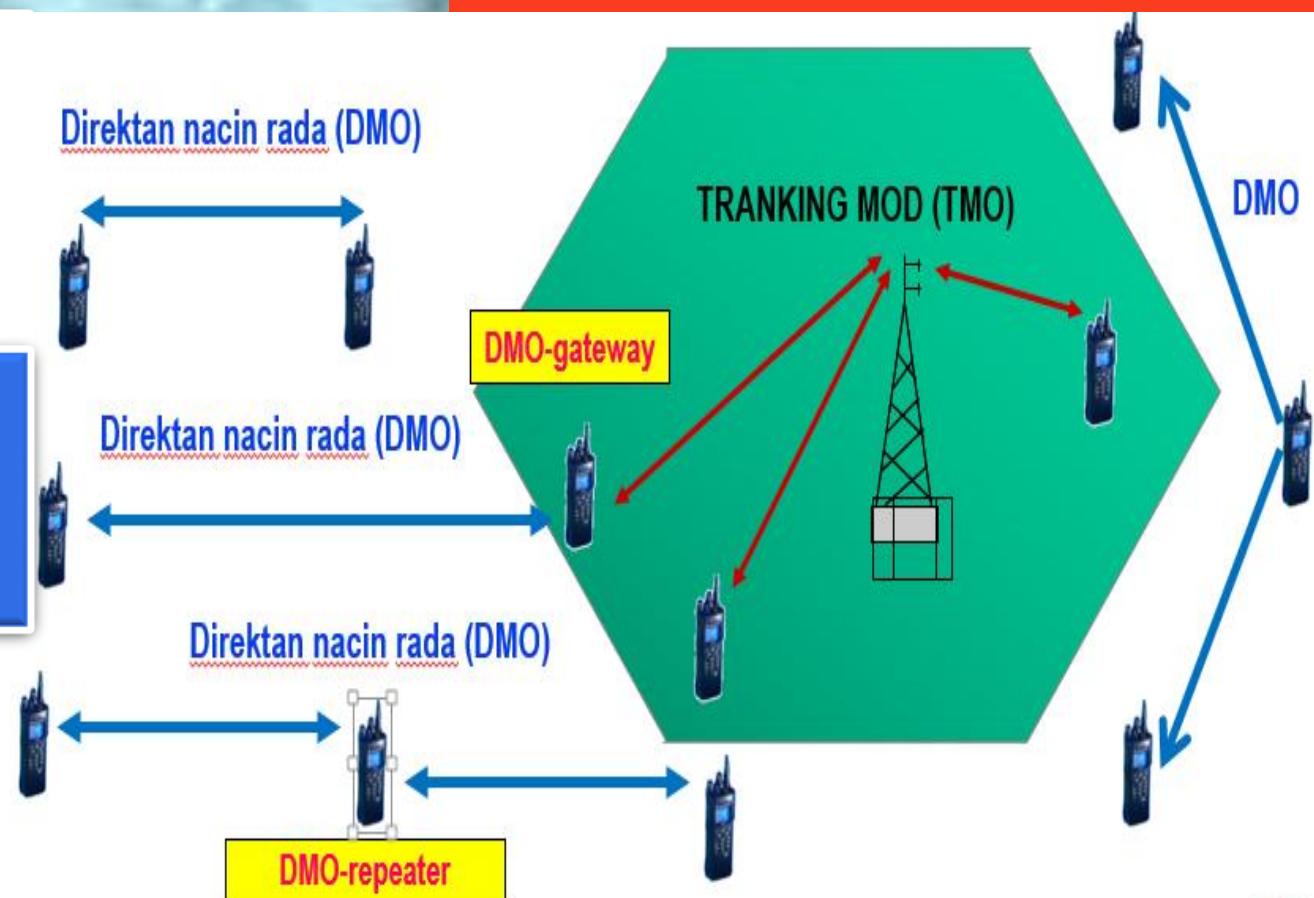
TMO

koristi infrastrukturu
sistema za ostvarivanje
saobracaja

DMO

stanice komuniciraju
medjusobno ne koristeci
infrastrukturu sistema

MOGUCNOSTI TETRA SISTEMA





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

NACINI RADA

TMO nacin rada

- Grupni poziv** (polu duplex)
- Privatni poziv** (semi duplex)
- Telefonska interkonekcija** (dupleksna komunikacija) ka kucnim centralama
- Hitni pozivi** (semidupleksna komunikacija)
- Dispecarski poziv** (broadcasting)
- SDTS** (poruke)

MOGUCNOSTI TETRA SISTEMA

DMO nacin rada

- Grupni poziv** (simpleksna komunikacija)
- Privatni poziv** (simpleksna i semidupleksna komunikacija)
- Hitni poziv** (simpleksna komunikacija)

Repetitorski i lokalni nacin rada

Ocitavanje GPS pozicije

Samotestiranje



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

KRIPTOZASTITA

Osnovne bezbednosne funkcije zastite

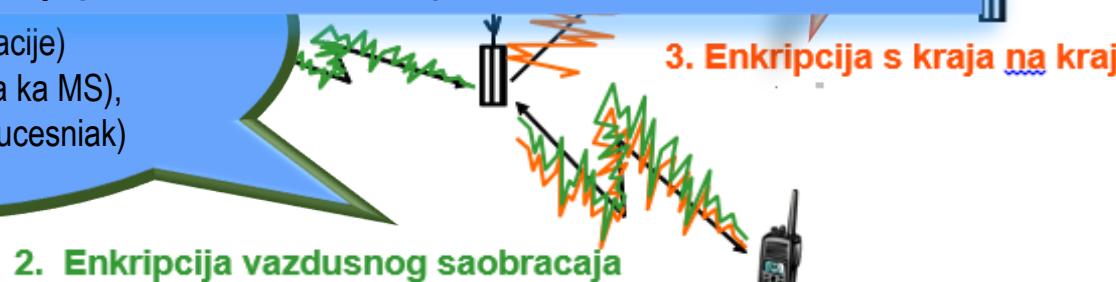
Vrste enkripcije

- SC1**, nezaštićen prenos bez enkripcije (*Unprotected*),
- SC2-SCK**, staticki kljuc, zaštićen prenos sa niskim nivoom zaštite (*Low Protection*),
- SC3-CCK/DCK**, dinamicki kljucevi, prenos sa visokom zaštitom (*High Protection*), tj. posebno zaštićen prenos.

DCK (u toku autentifikacije)
CCK (od SwMi sistema ka MS),
GCK (od SwMi ka gru.ucesniak)

MOGUCNOSTI TETRA SISTEMA

- * SC3- dinam. kljuc na svakih par sek. salje od SwMi, preko BS do ucesnika, tako se kriptuju komunikacije.
- * Distribucija i upravljanje kljucevima u celom sistemu





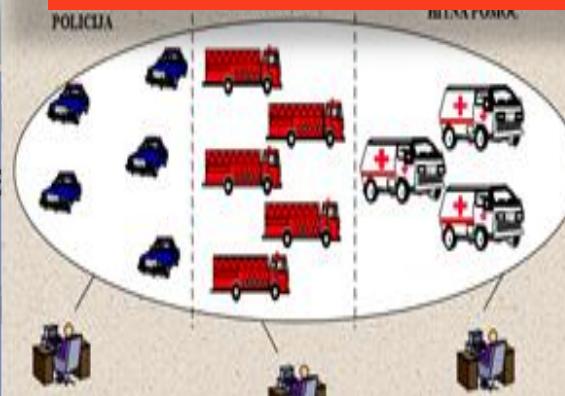
This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Formiranje virtualnih mreža

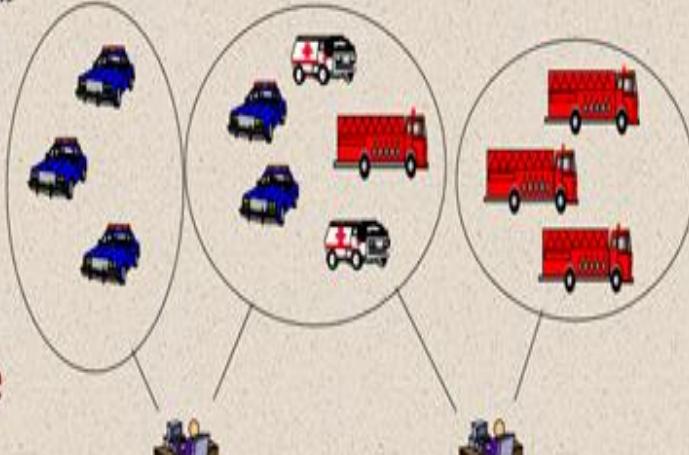
- U okviru TETRA mreže mogu se formirati logicko nezavisne podmreze (virtuelne mreže).
- Podmreze koje koriste profesionalni korisnici nacionalne i javne bezbednosti.
- U **ekcesnim dogadjajima** moguca je brza promena logicke organizacije formiranje zajednicke grupe-mreze.

MOGUCNOSTI TETRA SISTEMA



Više virtualnih mreža,
svaka svoj DC i DWS

U incidentnim
situacijama
formiraju se
privremene grupe





This project has been funded with support from the European Commission.

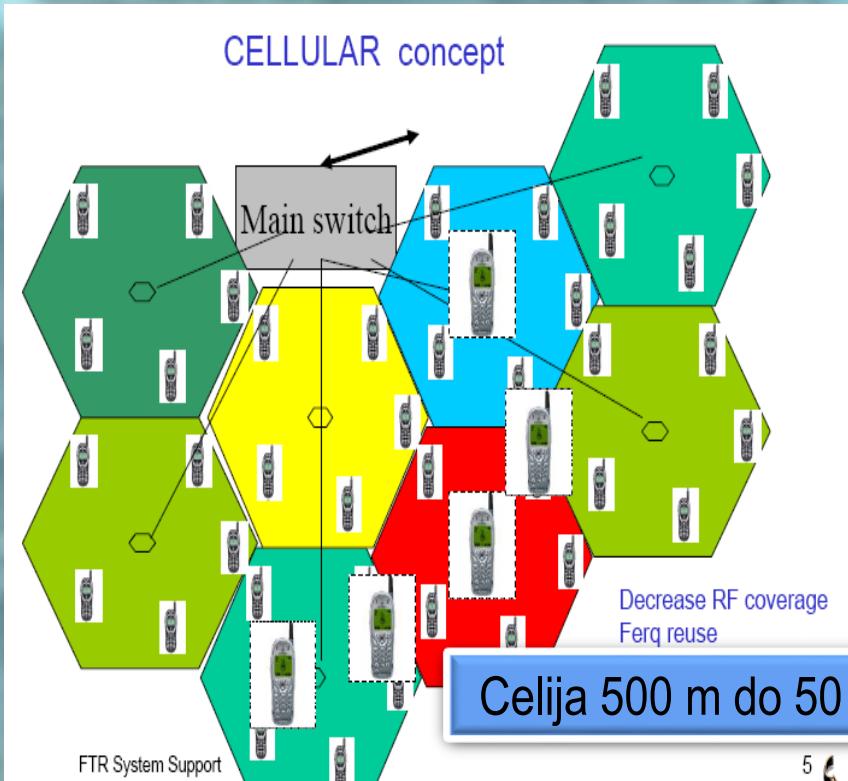
This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Organizacija arhitekture

- **Single Site mreža** za pokrivanje relativno malog područja, postoji jedna bazna stanica i par stotina korisnika.
- **Multiple Zone** za pokrivanje široke teritorije – države, gde postoji više baznih stanica i upravljačkih centara.

ARHITEKTURA TETRA SISTEMA

Celijski koncept

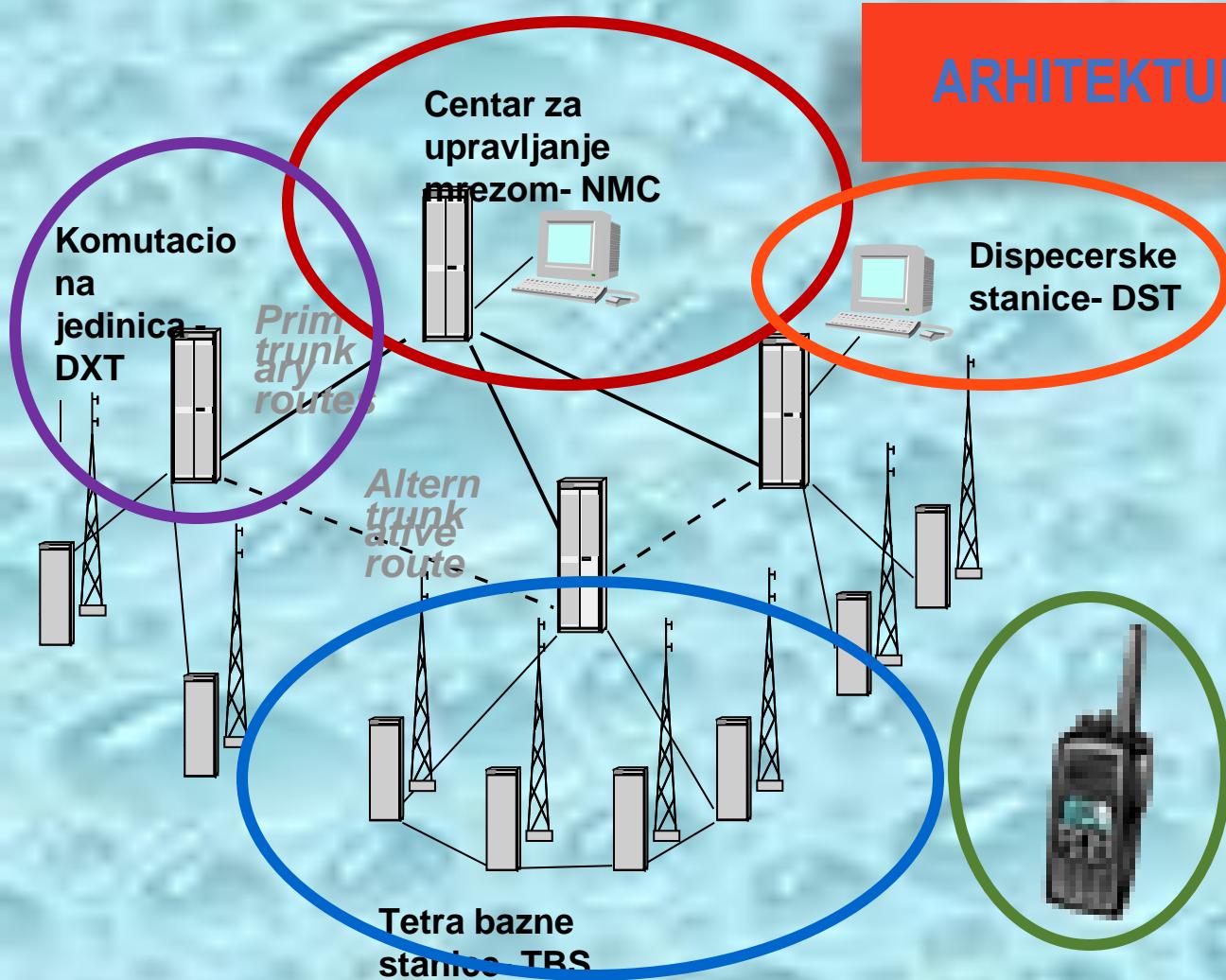




This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ARHITEKTURA TETRA SISTEMA



Bazne stanice

Komutacione jedinice

Dispecerske stanice

Centar za upravljanje mrezom

TETRA radio stanice



DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Tetra Bazna Stanica (TBS)

- Radio frekvencijski interfejs izmedju infrastrukture i TETRA radio stanice.

Osnovne funkcije TETRA bazne stanice su:

- formatiranje radio-linka,
- kodiranje, sinhronizacija i kontrola greške,
- enkripcija vazdušnog interfejsa,
- lokalni rad TBS, kad nije u vezi sa NMC, odnosno radu u TBO vrsti rada (Wide trunking), kada je stanica povezana na NMC.

Tetra Bazna Stanica (TBS)

- Stacionarna
- Mobilna –MTS (2) (4)

ARHITEKTURA TETRA SISTEMA





DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Tetra Bazna Stanica (TBS)

2xBazna radija

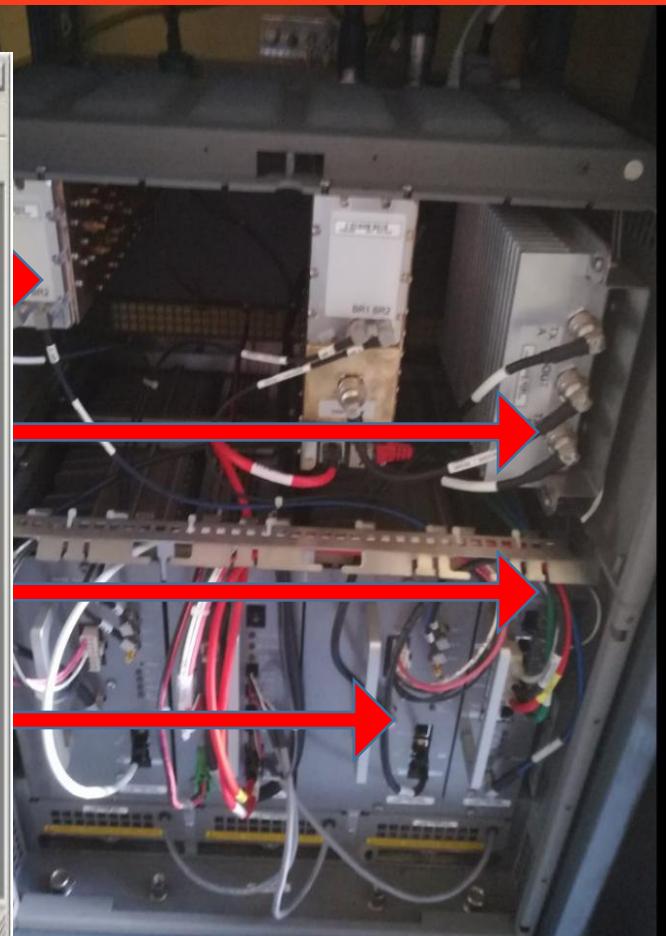
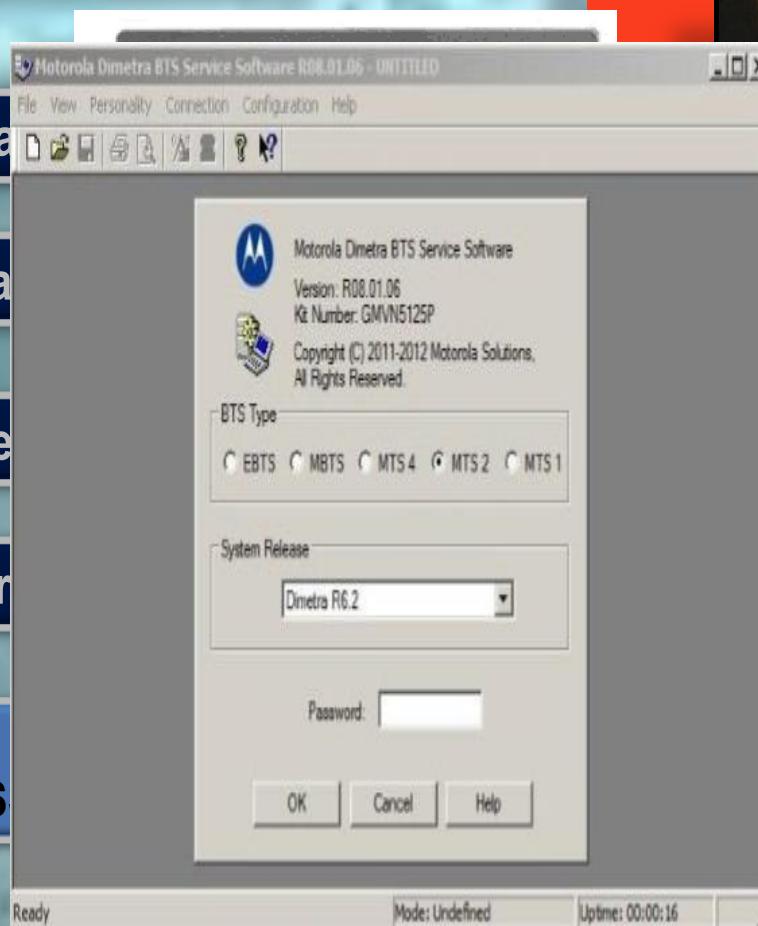
2xDuplekserv

Hibr.kombajne

Sajt kontroler

Racunar sa
aplikacijom TES

ARHITEKTURA TETRA SISTEMA





DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ORGANIZACIJA TETRA SISTEMA u SRBIJI

- Izgradnja digitalnih mobilnih radio-mreža prema TETRA standardu je skupa investicija za svakog pojedinačnog korisnika i praksa je da postoji jedna mreža na nacionalnom nivou, koja pokriva sve zainteresovane korisnike i institucije državne uprave.
- Na nivou Srbije **nosilac** digitalne mobilne radio mreže TETRA je **MUP Republike Srbije**.
- MUP Republike Srbije koristi TETRA sistem od 2005. godine, a VS od 2009.godine.
- Trenutno su u funkciji dva komutaciona centra sa oko 125 TBS, a broj korisnika je oko 8000 (*zvanicni podaci MUP-a, podaci o broju TBS i korisnika u VS su VOJNA TAJNA*).
- Najveći broj korisnika čine pripadnici MUP-a, a u sistem se uključuju i korisnici iz drugih bezbednosnih struktura RS.
- Krajnji cilj predstavlja nacionalni sistem sa oko 250 TBS širom Srbije koji bi bio u stanju da podrži oko 50.000 korisnika.
- Trenutno se u Republici Srbiji koristi TETRA sistem DIMETRA IP 6.2.



This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PRIMENA TETRA SISTEMA u VS

- TETRA sistem je tehnološki zamenitelj postojećeg analognog radio-telefonskog sistema VS.
- Osnovna namena je obezbeđenje komunikacija u **mobilnim uslovima** za izvršenje:
 - svakodnevnih (mirnodopskih) zadataka MO i VS,
 - zadataka pomoci VS organima vlasti u slučaju T-T nesreca i prirodnih elementarnih nepogoda (komunikacija sadejstva sa organima MUP, civilne zaštite i podrske organima vlasti na teritorijalnom principu) i
 - organizacija **dopunskih komunikacija** u zoni odgovornosti komandi i jedinica Vojske.
- Vojska Srbije poseduje **stacionarne i mobilne TBS**, koje su komunikacionim spojnim putevima (E1 linkovima) povezna sa Centralnim sajtom TETRA sistema (NMC).
- TBS su opremljene priborom i sredstvima potrebnim za samostalni rad u lokalnu ili u okviru TETRA sistema na nivou Republike Srbije.
- U upotrebi su i rucne TETRA radio stanice tipa MTH-800 i MTR-3250, kao i prenosne odnosno kolske TETRA radio stanice tipa MTM-800.

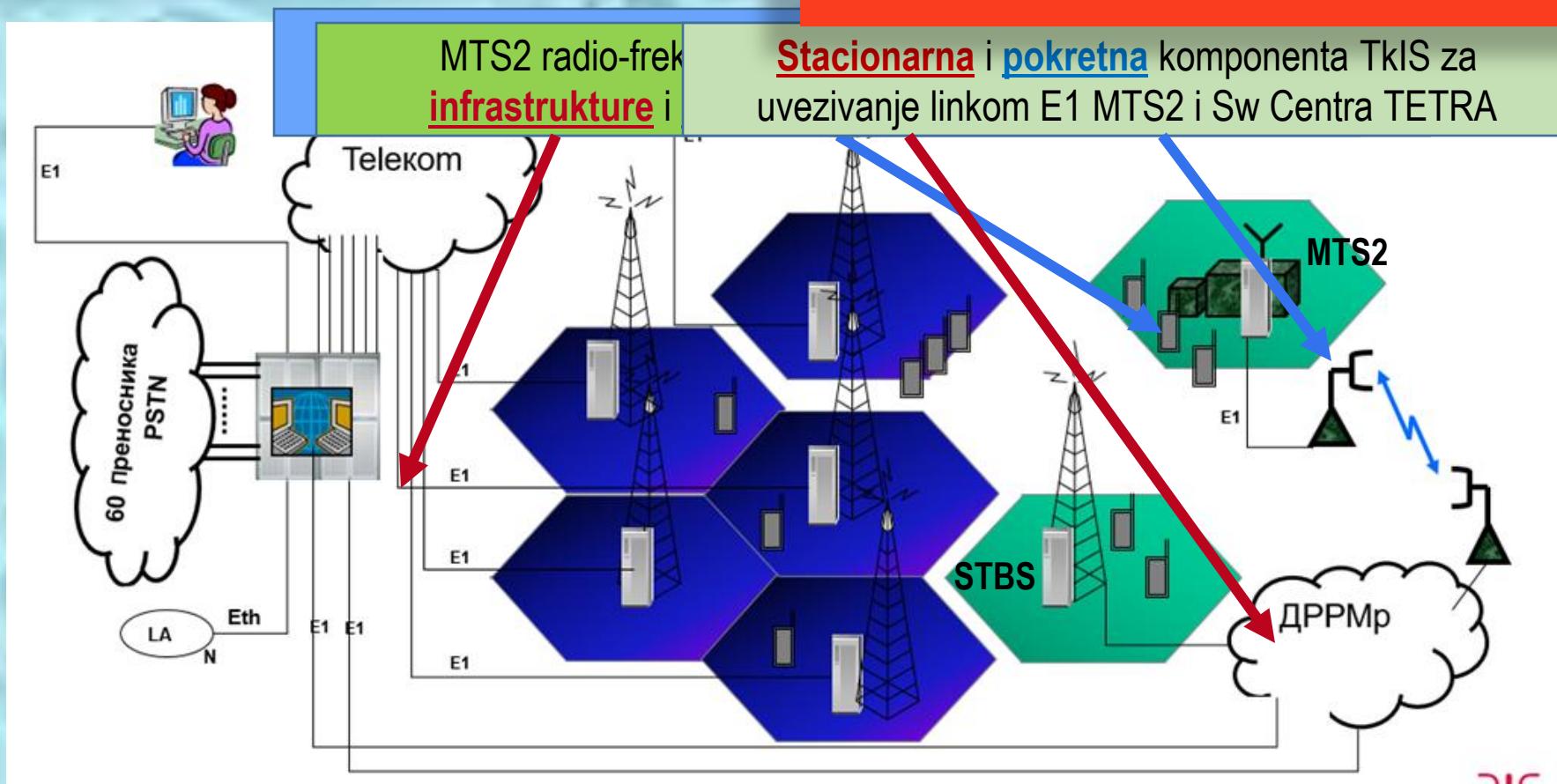


This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

MTS2 za privremeno pokrivanje teritorije

PRIMENA TETRA SISTEMA u VS





DBBT

Digital Broadcasting &
Broadband Technologies



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Primer ugradnje MTS2 u kabini veze

Unutrasnjost kabine veze sa antenskim stubom

GPS antena

Bazna stanica MTS2

Sistemski ispravljac -48V

Akumulatori 4x12V

Antena za bazni radio

PRIMENA TETRA SISTEMA u VS





This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Rucne i kolske TETRA stanice

RUCNE

MTH-800 MTP-3250



PRIMENA TETRA SISTEMA u VS

PREVOZNE (KOLSKE)

MTM-800



Karakteristike	MTH-800	MTP-3250	MTM-800
Frekventni opseg	300-430 MHz		350-470 MHz
Razmak izmedju susednih kanala			25 KHz
Izlazna snaga	1W	1,8W	3W
Modulacija	Π/4 DQPSK		
Napajanje	Li-Lon baterija 3,6V	Li Lon 1650mAh	Akumulator 12v
Masa	190g	280g	1,650.kg

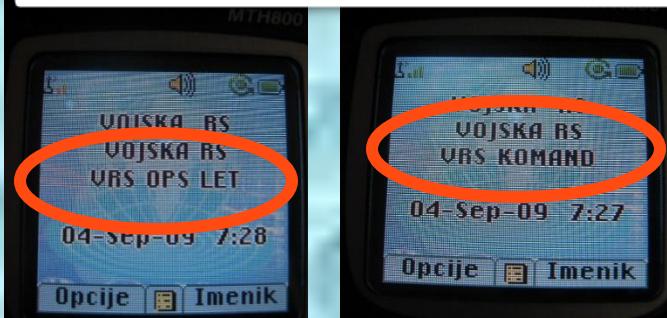


DBBT

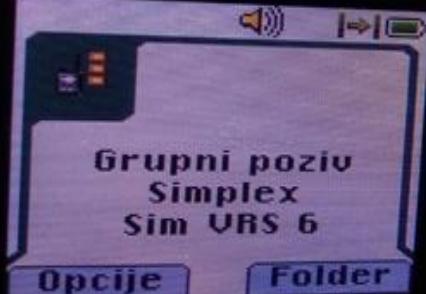
Digital Broadcasting &
Broadband Technologies

Primer organizacije grupa u VS

70-80 grupa za potrebe VS



Vrste poziva u DMO



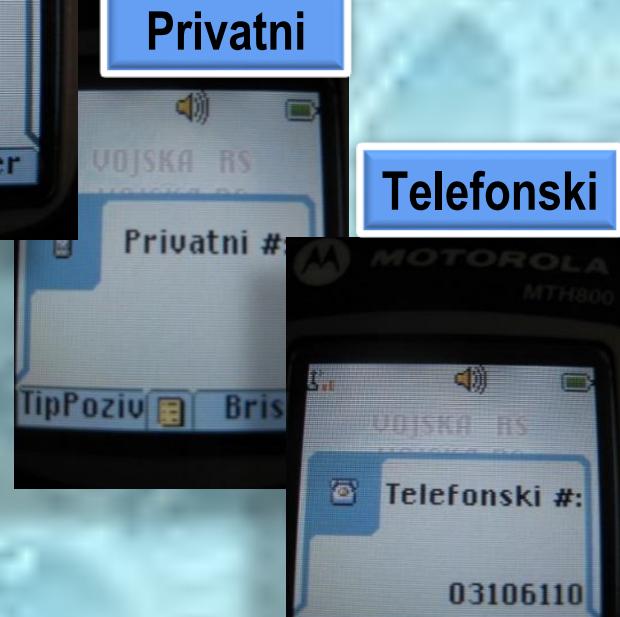
PRIMENA TETRA SISTEMA u VS

Grupni poziv



Vrste poziva u TMO

Privatni



Erasmus+

This project has been funded with support from the European Commission.

This website reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.