

Telekomunikacioni servisi i tehnologije

Profesor dr Miroslav Lutovac

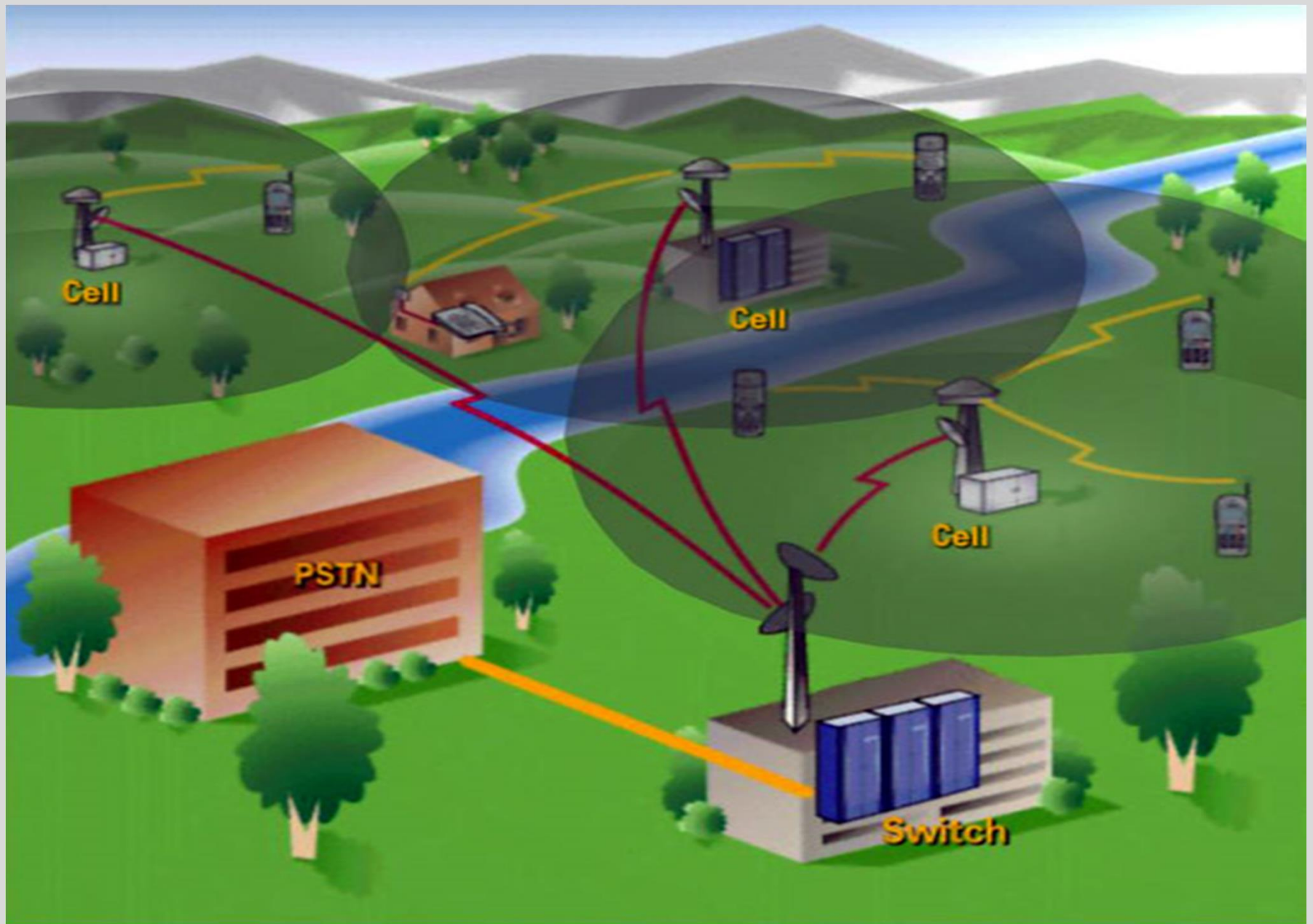
- Lekcija 12: Generacije mobilne telefonije i njihovi servisi (A. Zeković)
- Mreže mobilne tehnologije se označavaju i kao ćelijske mreže (Cellular Networks)

Uvod u ćelijske mreže

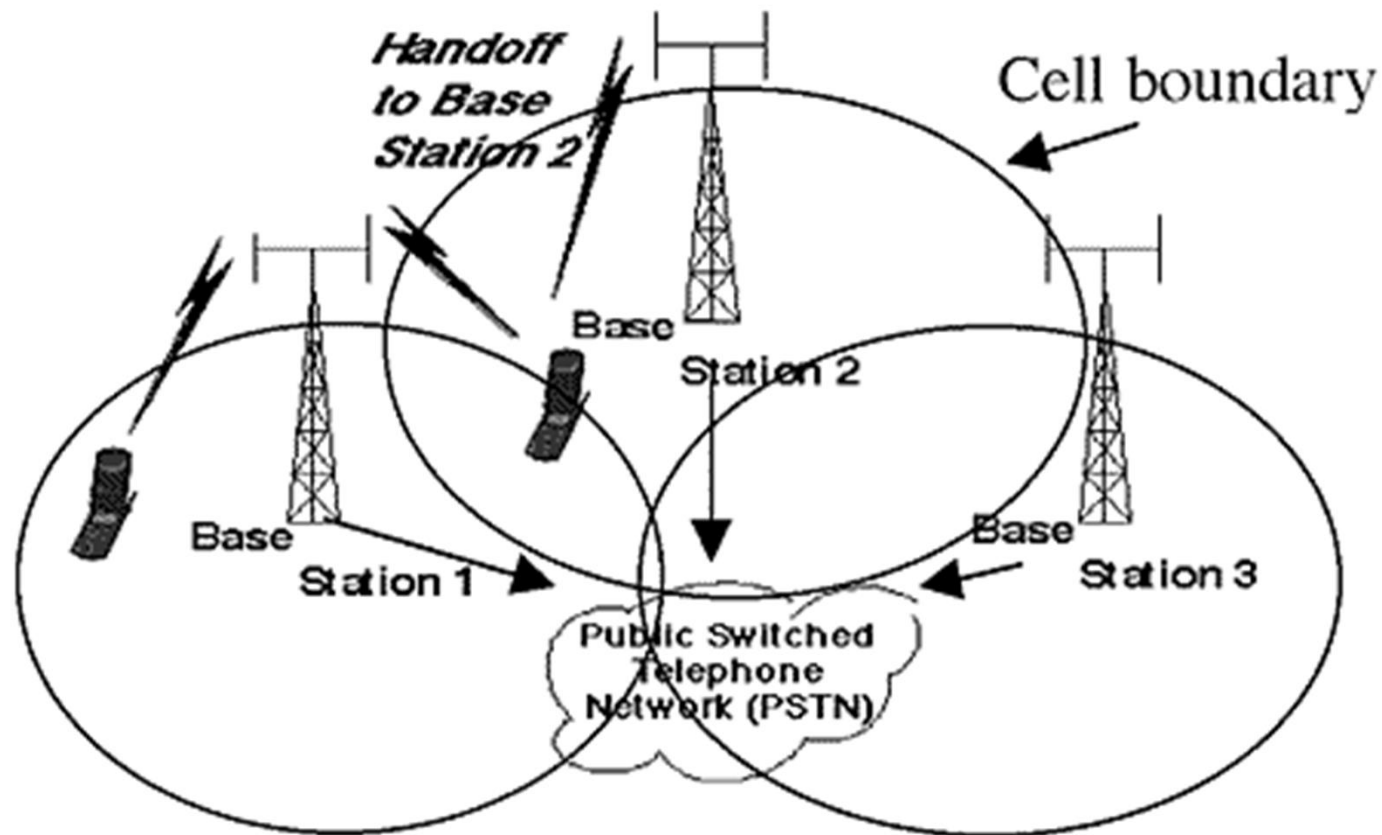
- Ćelijske mreže predstavlja bežične mreže koje koriste elektromagnetne talase sa frekvencijama koje su najčešće u opsezima 800-900 MHz i 1800-1900 MHz
- Bazne stanice (Base Station, BS) mobilne mreže suže za prijem i predaju signala do mobilnih uređaja (Mobile Station, MS) u dodeljenom frekvencijskom opsegu, koji predstavlja deo ukupnog frekvencijskog opsega mreže
- Više baznih stanica mogu da koriste iste frekvencijske kanale, pa zbog toga dolazi do posebne vrste smetnji koja se označava kao istokanalna interferencija

Uvod u ćelijske mreže

- Skup ćelija u kojima nema ponavljanja frekvencijskih kanala označava se kao klaster
- Površina u kojoj obezbeđuje servis jedna bazna stanica označava se kao ćelija (cell)
- Mobilni uređaj tipično koristi usluge najbliže bazne stanice
- Prilikom prelaska granice ćelija od strane mobilnog uređaja događa se promena bazne stanice koja obezbeđuje servis ovom uređaju
- Ovaj proces se označava kao handover ili handoff



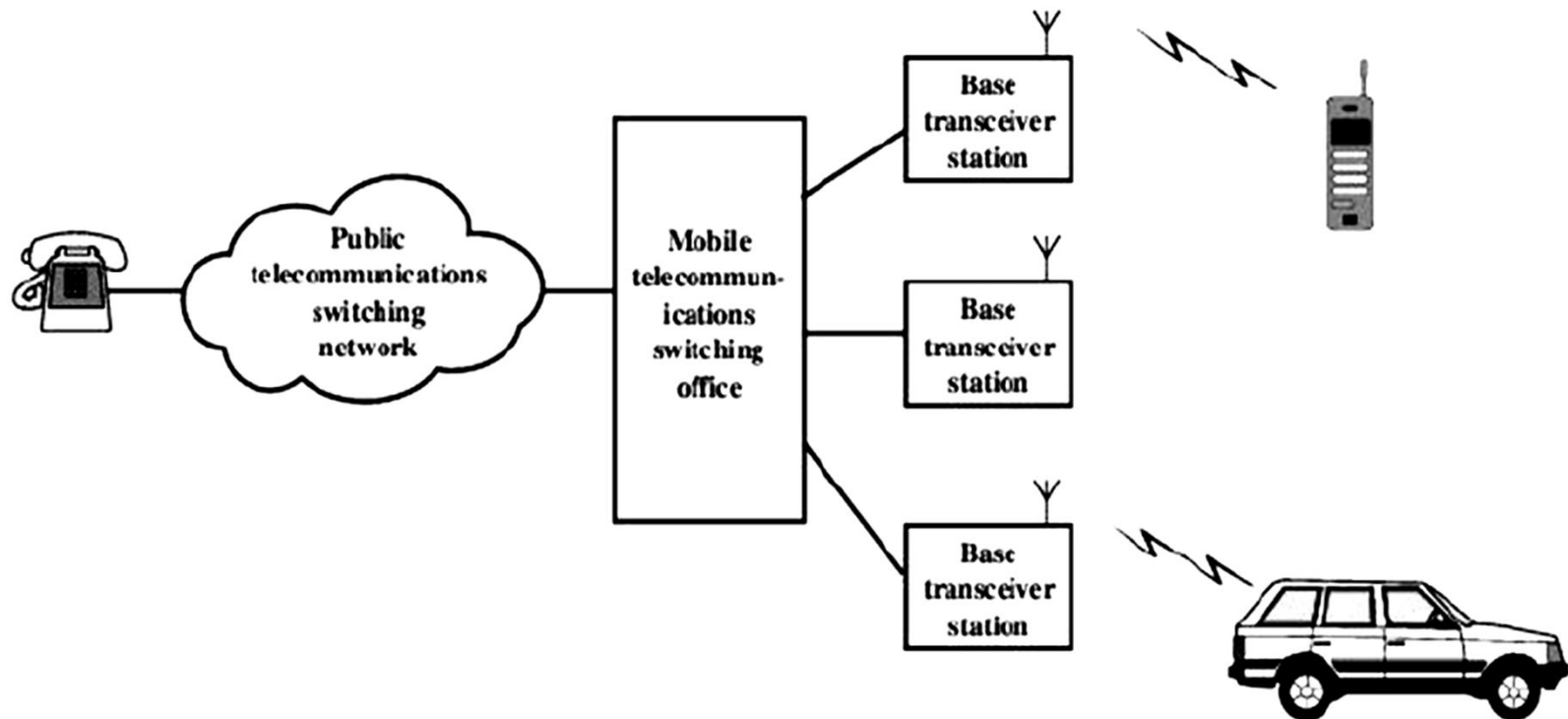
Ćelijska struktura mobilne telefonije



Mobile station

Base transceiver

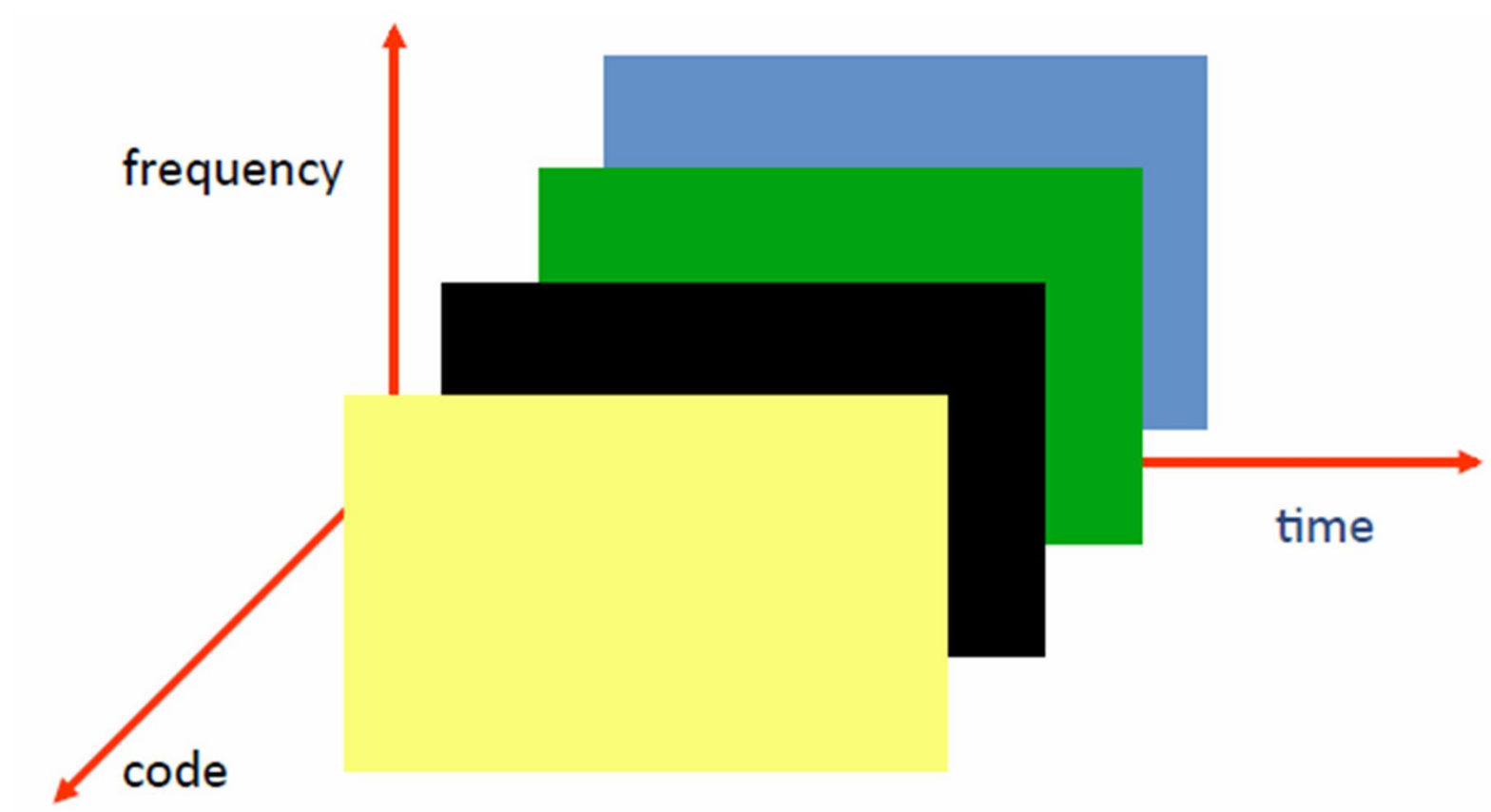
Mobile Telecommunications Switching Office (MTSO)



Višestruki pristup

- Bazne stanice imaju zadatak da obezbede servis za sve mobilne uređaje u okviru svoje ćelije
- Servis treba da postoji i za downlink (od BS do MS) i za uplink (od MS do BS)
- Da bi se ovo omogućilo neophodno je korišćenjem šema za višestruki pristup
- U metode višestrukog pristupa spadaju:
 - Frequency Division Multiple Access (FDMA), višestruki pristup sa podelom frekvencije
 - Time Division Multiple Access (TDMA), višestruki pristup sa podelom vremena
 - Code Division Multiple Access (CDMA), višestruki pristup sa podelom kodova

Metode višestrukog pristupa



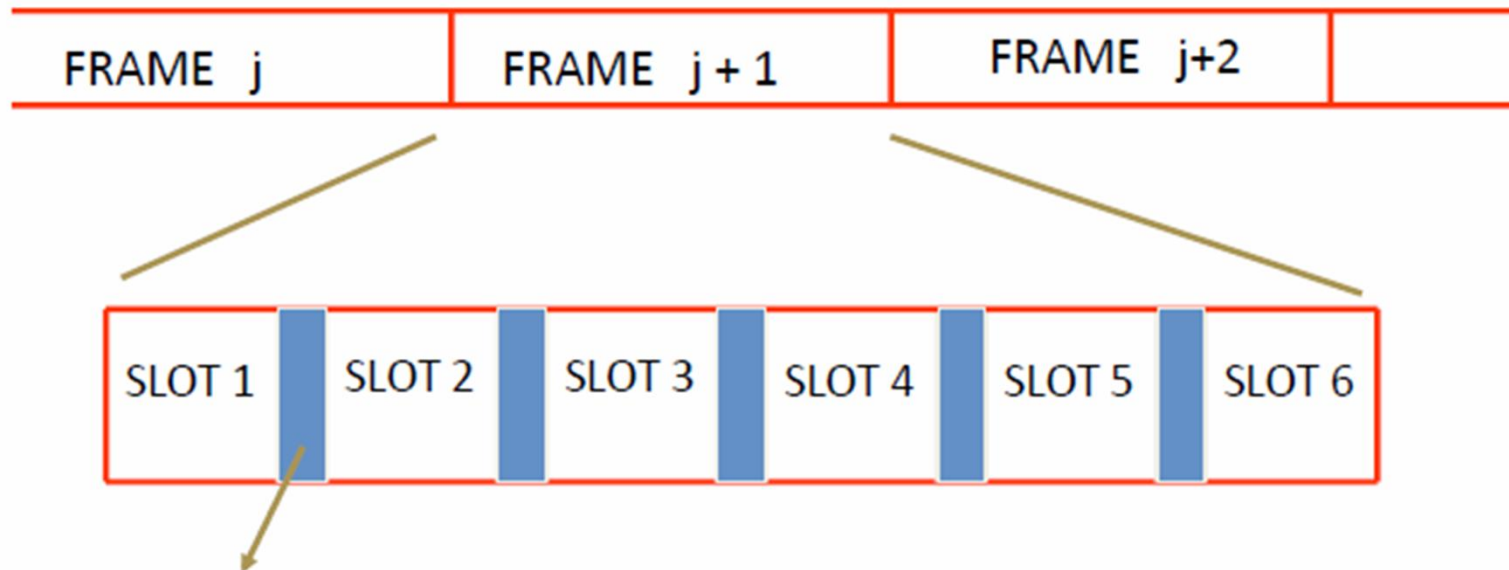
FDMA

- FDMA metoda podrazumeva da je svakoj mobilnoj stanici dodeljen odvojen frekvencijski kanal za vreme trajanja komunikacije
- Da bi se umanjila interferencija između susednih kanala potrebno je ostaviti i dovoljan granični deo među opsezima (guard band)
- Obično je frekvencijski opseg za downlink odvojen od frekvencijskog opsega za uplink
- Kako su frekvencijski opsezi resurs koji treba pažljivo korsiti, ovakav metod je vrlo brzo proširen sa nekih od drugih metoda višestrukog pristupa



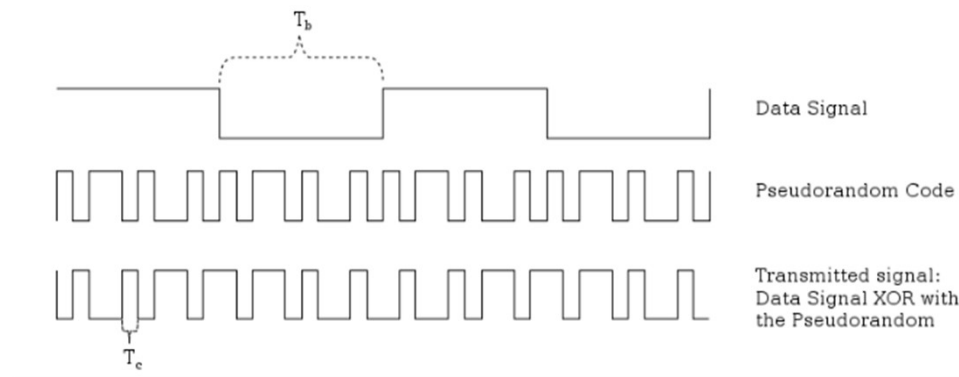
TDMA

- TDMA metoda podrazumeva da je vreme podeljeno na vremenske slotove i za vreme jednog slota samo jedna MS može da vrši prenos
- Korisnicima se dodeljuje određeni slot tokom komunikacije, ne moraju oni međusobno da se čekaju, kao što je slujač za WiFi i CSMA pristup



CDMA

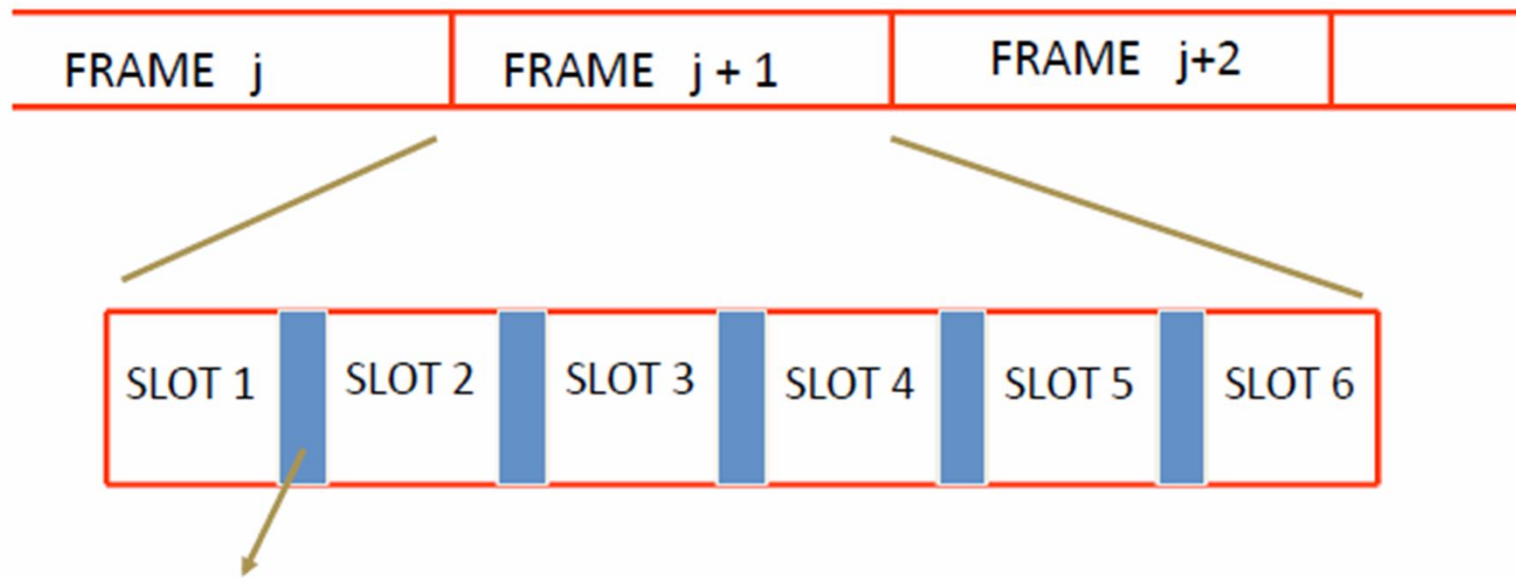
- CDMA metoda podrazumeva da se koriste ortogonalni kodovi da bi se napravila razlika između prenosa različitih MS
- Svaki bit informacije se koduje sa kodom koji je specifičan za korisnika
- Bitski protok koji se dobija nakon kodovanja je veći, što znači da je frekvencijski opseg kodovanog signala širi nego originalne informacije
- Na ovaj način korisnici mogu da koriste isti frekvencijski opseg, a da se razlikuju po kodu



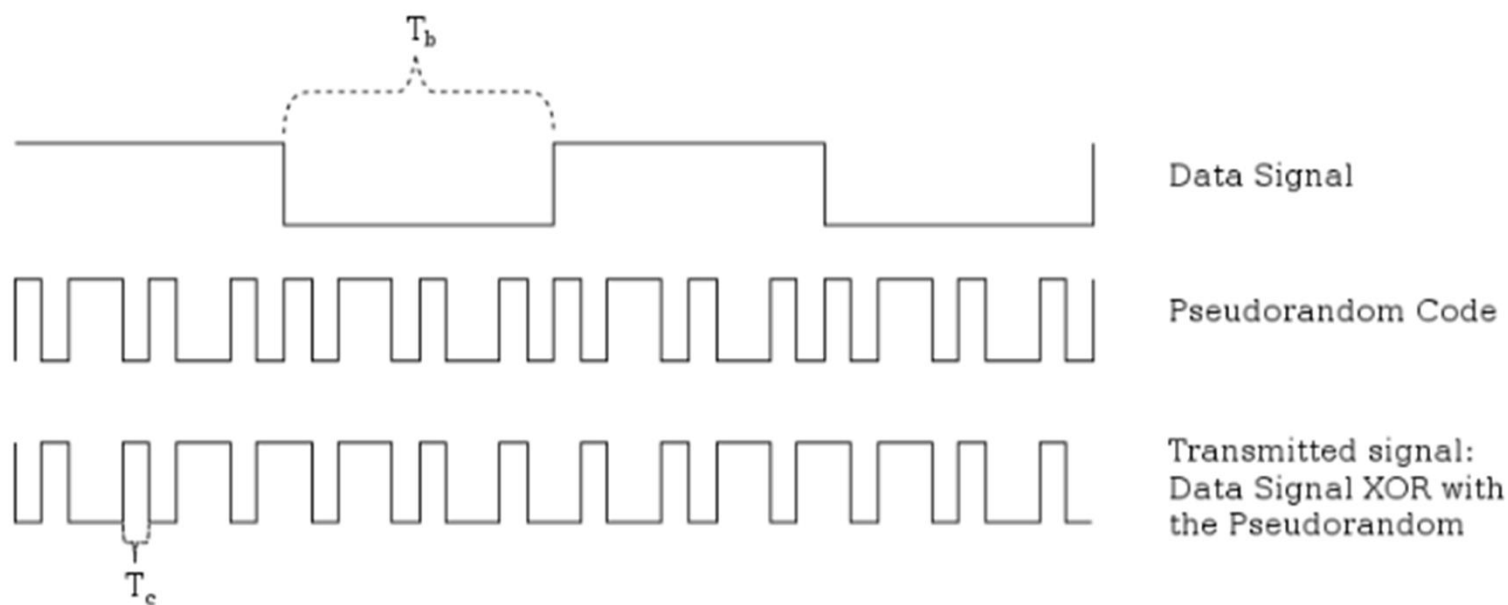
Metoda višestrukog pristupa sa podelom frekvencija



Metoda višestrukog pristupa sa podelom vremena



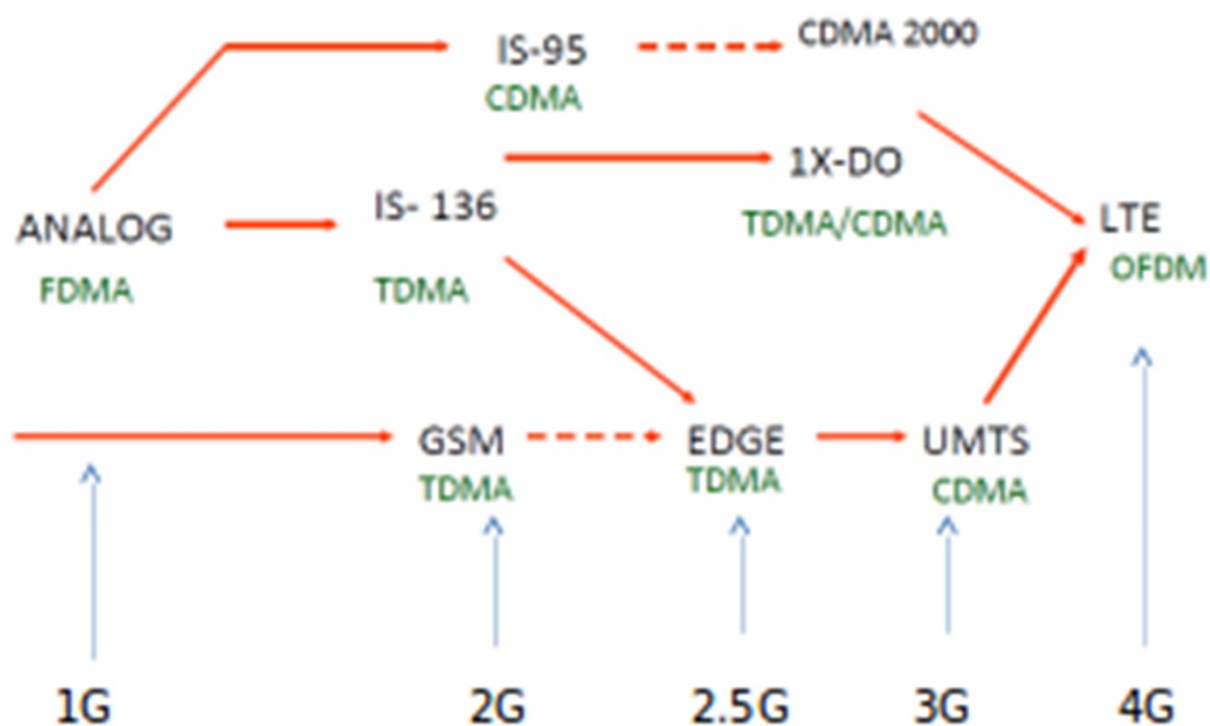
Kodovi za metodu višestrukog pristupa sa podelom kodova



Generacije mobilne telefonije i njihovi servisi

- Tokom godina razvijale su se različite generacije mobilne telefonije, pri čemu se vremenom broj servisa i brzina rada povećavala

Pregled različitih tehnologija u okviru generacija mobilne telefonije



1G

Signal koji se prenosi je kontinualan

- Prva generacija mobilnih ćelijskih mreža (1G) nastala je oko 1980 i predstavljala je analognu mobilnu telefoniju; razvoj je započeo u Japanu, Skandinaviji i Americi
- Jedan od najpopularnijih mobilnih tehnologija prve generacije je Nordic Mobile Telephones (NMT)
- Nije postojala kooperacija između različitih zemalja (roaming)
- Prvi američki mobilni telefonski sistem bio je Advanced Mobile Phone System (AMPS)
- Jedini servis prve generacije bio je prenos govora
- Radio karakteristike prve generacije su frekvencije u opsegu 800-900 MHz, FDMA pristup i analogne modulacije kao što je FM (Frequency Modulation)

2G

Signal koji se prenosi je digitalan,
telekomunikacioni kanali su digitalni
Enkripcija + detekcija i korekcija greške

- Servisi koji su omogućeni u ovoj tehnologiji su **prenos govora i SMS (Short Message Service)**
- Druga generacija mobilne telefonije predstavlja **digitalnu** mobilnu telefoniju, razvijena je oko 1990
- **Global System for Mobile communications (GSM)** je digitalna ćelijska tehnologija druge generacije razvijena od strane evropskih institucija, najzastupljenija tehnologija 2G
- Američki pandan 2G tehnologije se označava kao IS-136
- Korišćenje GSM tehnologije podrazumeva upotrebu SIM (subscribers identity module) kartice
- GSM koristi TDMA pristup u kombinaciji sa FDMA pristupom
- Brzina prenosa u ovom sistemu je oko 13kbps

2.5G i 2.75G

- Dalji razvoj druge generacije doveo je do povećanja brzina prenosa i početka korišćenja komutacije paketa kao dodatak na dotadašnju komutaciju kola
- Na GSM dodat **General Packet Radio Service (GPRS)**, što se označava kao **2.5G** tehnologija
- Ova tehnologija je dovela do povećanja brzine na oko 100 kbps i do novih dodatnih serisa, kao što su **MMS (Multimedia Messaging Service)**, **www**, email korišćenjem posebnog protokola **WAP (Wireless application protocol)**
- Dalje povećanje brzine na oko 300 kbps donela je **2.75G** tehnologija proširenja na GSM, označena kao **EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution)**

3G

digital with high speed data transfer
Kvalitet govora kao kod fiksne telefonije
Prenos podataka simetrian i asimetrian

- 3G predstavlja treću generaciju mobilne telefonije u kojoj je na osnovu upotrebe paketske komutacije koja je se proširila na sve servise, obuhvatila nove dodatne servise kao što su www servisi, konferencijski pozivi, video pozivi, mobilna TV
- Omogućeno je i korišćenje GPS i bežične Internet mreže
- Ova generacija je nastala 2000
- U ovoj generaciji se koristi CMDA pristup u kombinaciji sa FDMA
- Brzine koje se postižu su oko 200 kbps
- Jedna od najrasprostranjenijih 3G tehnologija je **UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)**

circuit switched &
packet switched
data services

3.5G i 3.75G

- Kao proširenje na 3G tehnologiju dodati su protokoli High-Speed Packet Access (HSPA) koji su omogućili postizanje većih brzina od oko 10 Mbps teorijski
- Ovaj protokol je podeljen na dva dela, pa je sa 3.5G označen HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access), dok je sa 3.75G označen HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access).

- 4G se javlja 2010 i označava tehnologiju u kojoj je omogućena velika brzina mobline ultra-široke mreže, all-IP mreža, sa teorijskim brzinama reda Gbps
- Jedna široko rasprostranjenih tehnologija 4G je Long Term Evolution (LTE)
- Tehnologije ove generacije donose visoko-kvalitetni audio-video streaming preko IP, kao i bolji kvalitet signala generalno
- Za 4G generaciju se često vezuje oznaka MAGIC:
 - Mobile multimedia,
 - Any-where,
 - Global mobility solutions over,
 - Integrated wireless i
 - Customized services

5G

- 5G generacija mobilne telefonije je trenutno u razvoju i očekuje se 2020
- U ovoj generaciji očekuje se još bolji kvalitet signala i još veće brzine, koje bi po nekim planovima trebalo da dovedu do korišćenja mobilnog telefona za povezivanje drugih uređaja, na primer laptopa na Internet

Organizacija ćelijske mreže

- Bazna stanica, Base Station (BS)
 - Uključuje antene, kontrolere i brojne prijemnike
- Mobile Telecommunications Switching Office (MTSO)
 - Povezuje pozive između mobilnih jedinica
- Tipovi kanala za povezivanje mobilnih jedinica i baznih stanica
 1. Kanal za kontrolu
 - Koristi se za razmenu informacija u vezi parametara povezanih uređaja i upravljanja pozivima (out-band or in-band through stealing bits)
 2. Kanal za prenos
 - Prenosi govor i podatke između povezanih korisnika

Funkcionisanje ćelijske mreže

- Public Land Mobile Network (PLMN)
odnosi se na ćelijsku mrežu koja ima zemaljske i radio sekcije
- Ova mreža se sastoji od:
 - Mobilne stanice (MS):
Uređaj koji se koristi za komunikaciju preko mreže
 - Bazna stanica, primopredajnik (BST):
Predajnik i prijemnik koji se koriste da emituju i primaju signale preko mreže

Funkcionisanje ćelijske mreže

- Mobilni *switching* centar (MSC):
Postavlja i održava pozive koji se ostvaruju preko mreže
- Bazna stanica, *controller* (BSC):
BSC kontroliše komunikaciju između grupe BST i pojedinačnih MSC
- Javna telefonska komutaciona mreža
Public switched telephone network (PSTN):
Deo mreže koji je za zemaljski rad (kablovski)

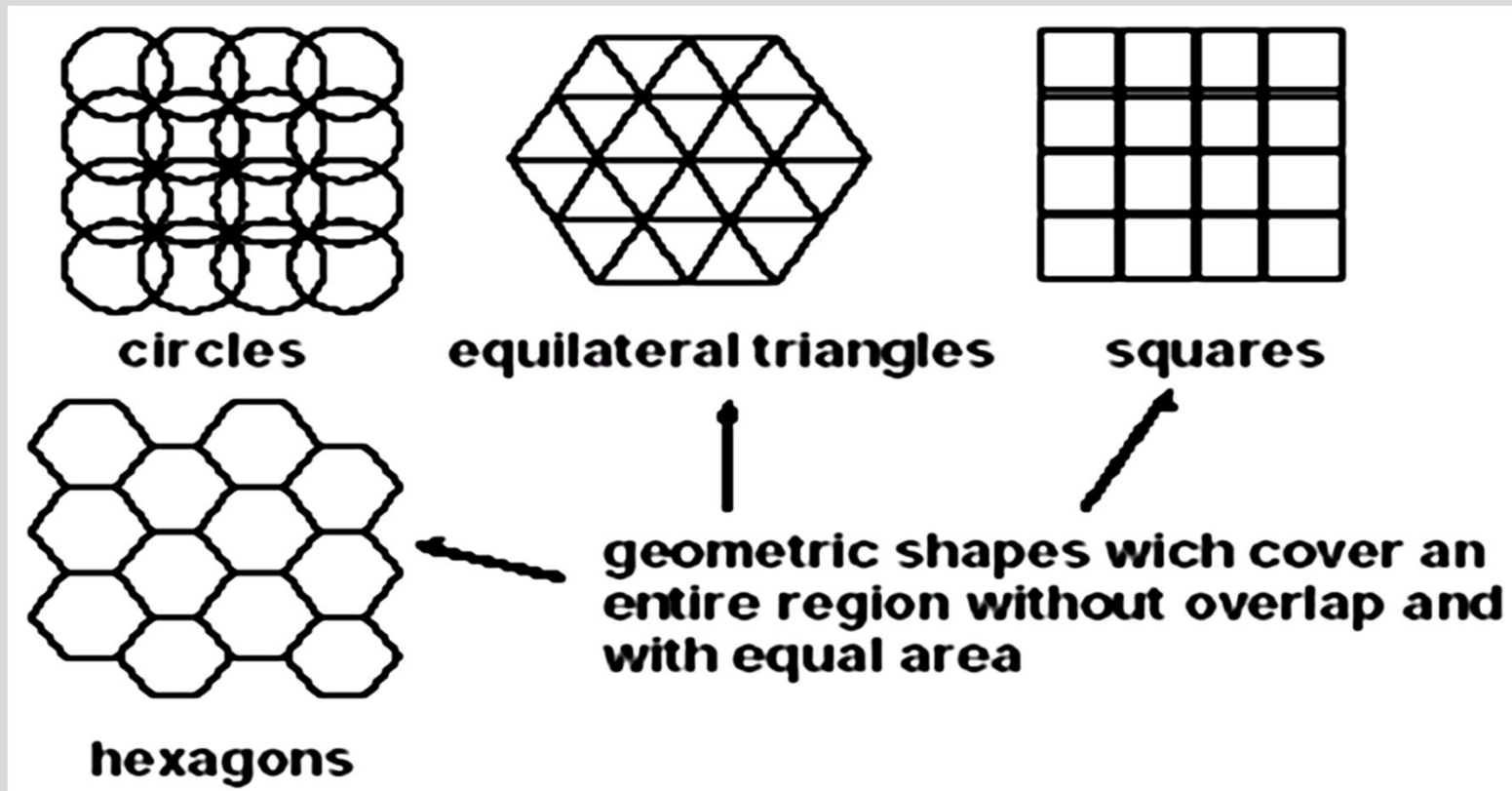
Funkcionisanje ćelijske mreže

- Od mobilnog uređaja odlazi
 - Unos telefonskog broja i klik na pošalji
 - Mobilni link ka baznom primopredajniku preko kontrolnog kanala
 - Od baznog primopredajnika ka MTSO i ka PSTN
 - MTSO rutira konekciju nazad do baznog primopredajnika preko govornog kanala
 - Mobilni uređaj se prebacuje sa kontrolnog na govorni kanal

Funkcionisanje ćelijske mreže

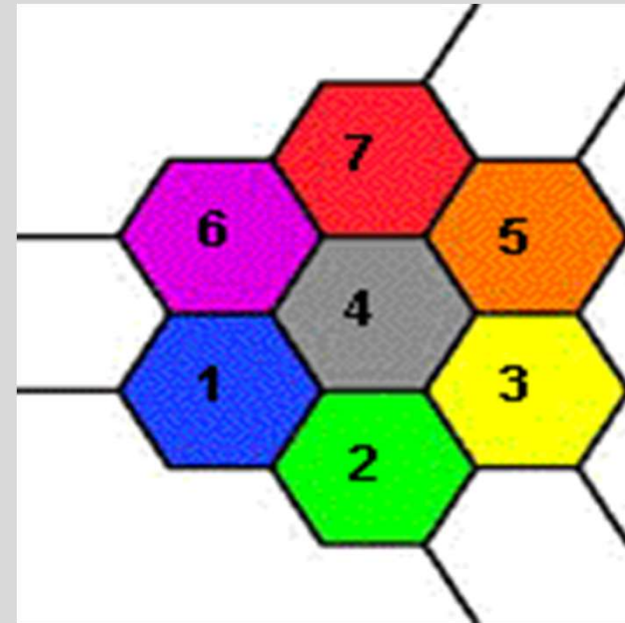
- Fiksni telefonski poziv ka mobilnom uređaju
 - Poziv ide od PSTN ka MTSO
 - U kontrolnom kanalu, MTSO traži mobilni broj preko PAGING svaki aktivni mobilni uređaj
 - Ako pronađe, MTSO šalje ton poziva i uspostavlja konekciju govornog kanala
 - Koristi primopredajnik sa najjačim signalom od mobilnog uređaja

Vrste pokrivanja

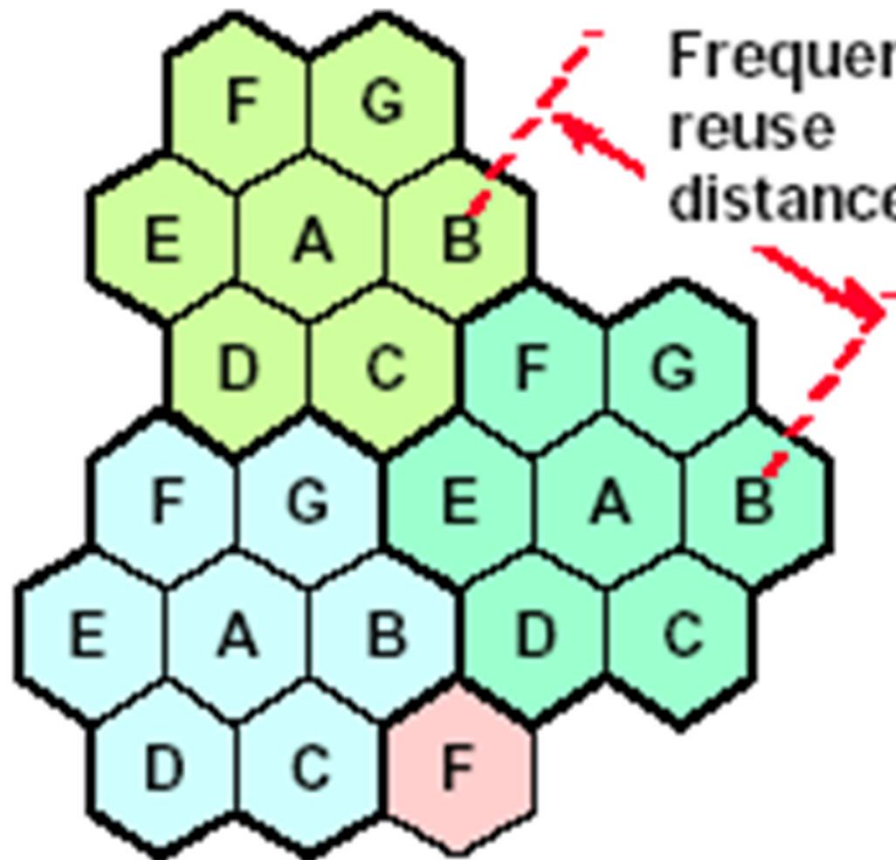


Ćelija mreže

- Ćelije koriste što je moguću manju snagu primopredajnika
- Svak a ćelija alocira svoj frekvencijski opseg, i koristi svoju antenu, kao što i bazna stanica ima svoj predajnik, prijemnik, i kontrolnu jedinicu



Vrste pokrivanja



7-cell reuse pattern

Frequency
reuse
distance



Fictitious
cell
pattern

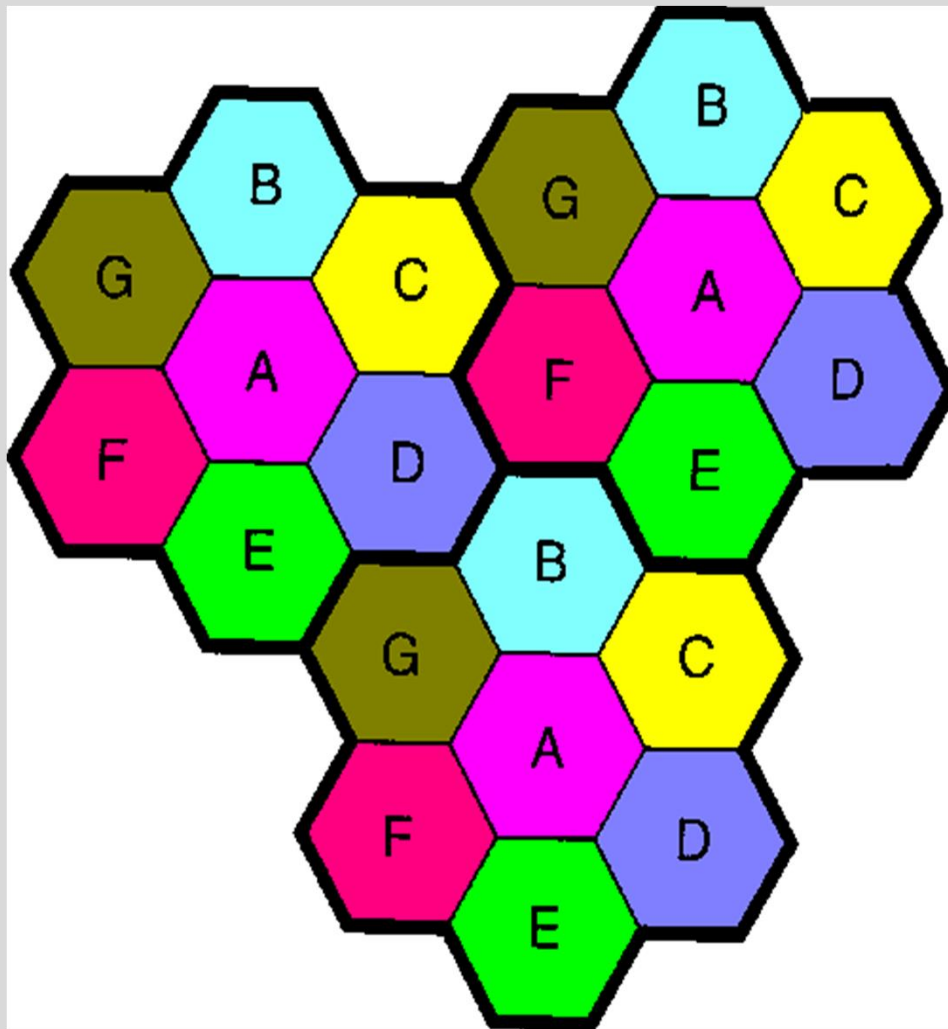


Ideal
cell
pattern



Real
cell
pattern

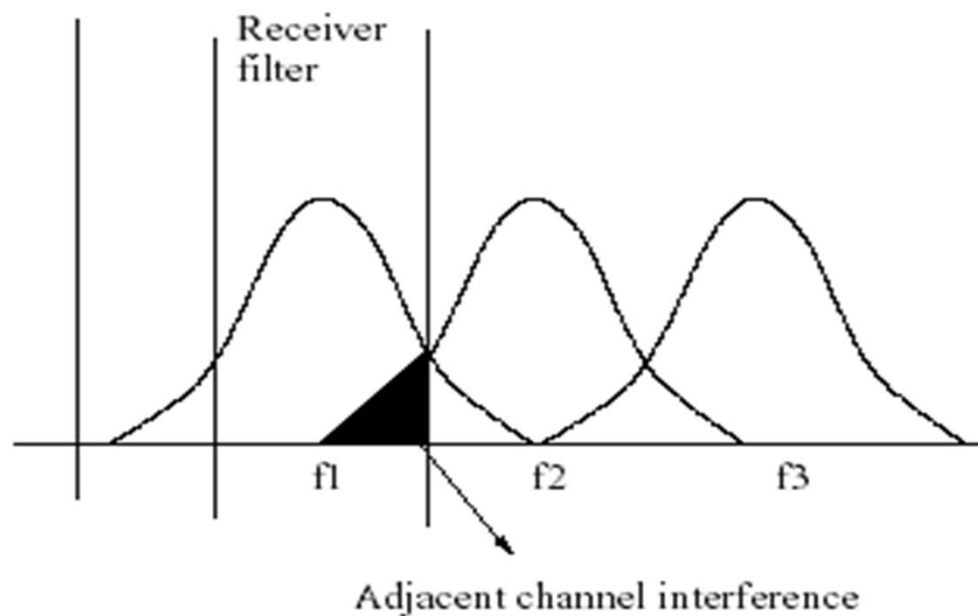
Frekvencijski opsezi



- Ista boja za isti frekvencijski opseg

Interferencija

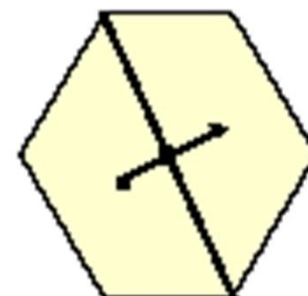
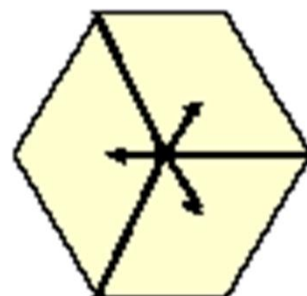
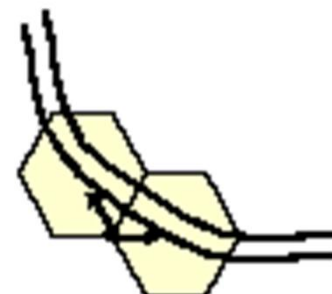
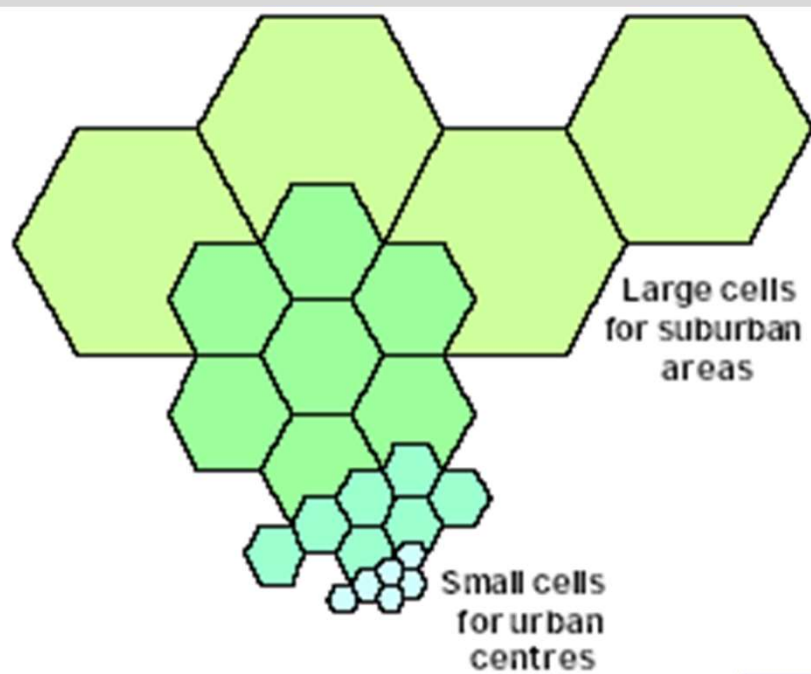
Adjacent channel interference: energy from other channels spills over into the carrier's channel.



Korišćenje predajnog i prijemnog filtra

Coping with increasing capacity

- Cell splitting
 - cells in areas of high usage can be split into smaller cells
- Cell sectoring
 - cells are divided into a number of wedge-shaped sectors, each with their own set of channels
- Microcells
 - antennas move to buildings, hills, and lamp posts

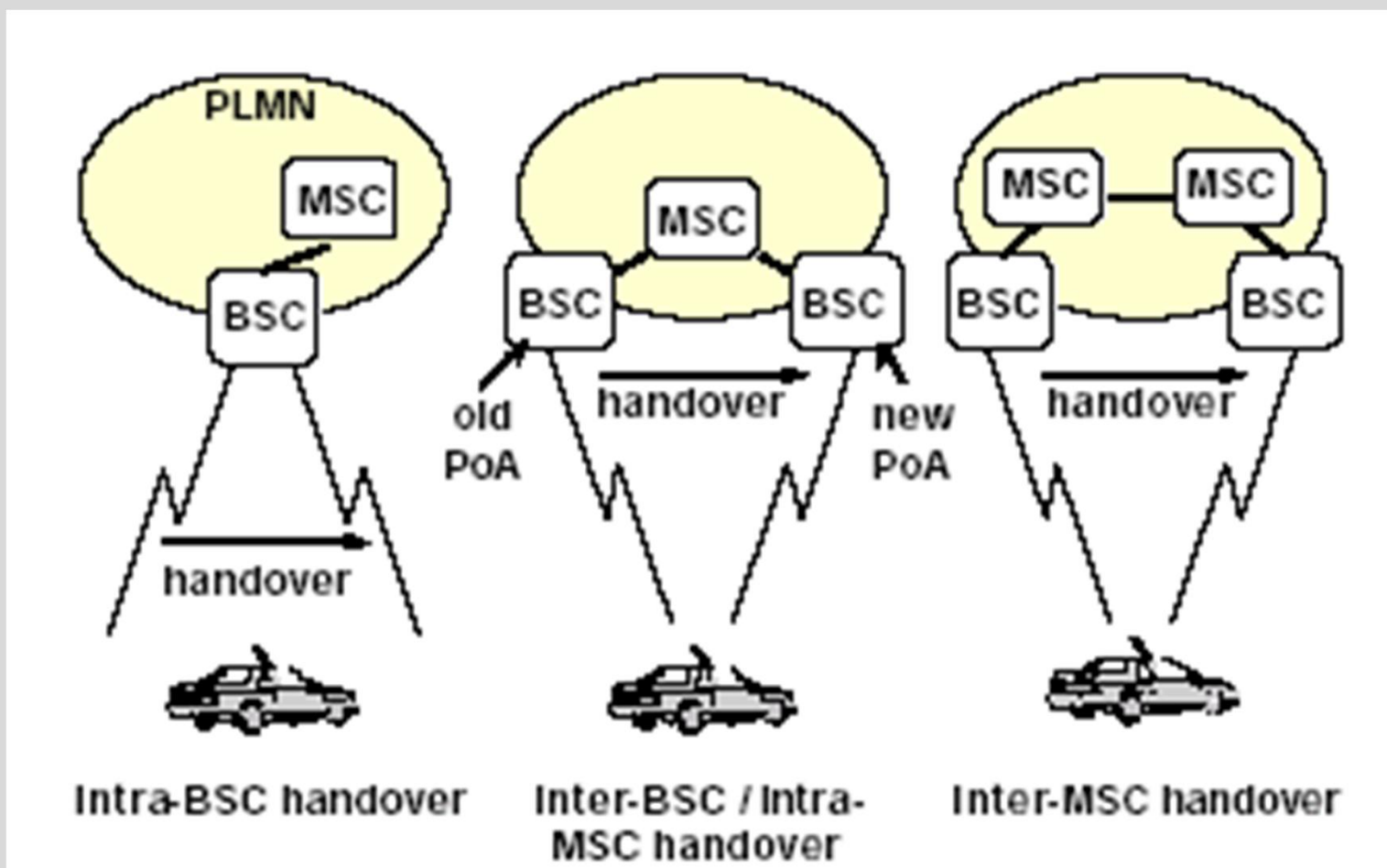


3-sector sectorized cell 2-sector sectorized cell

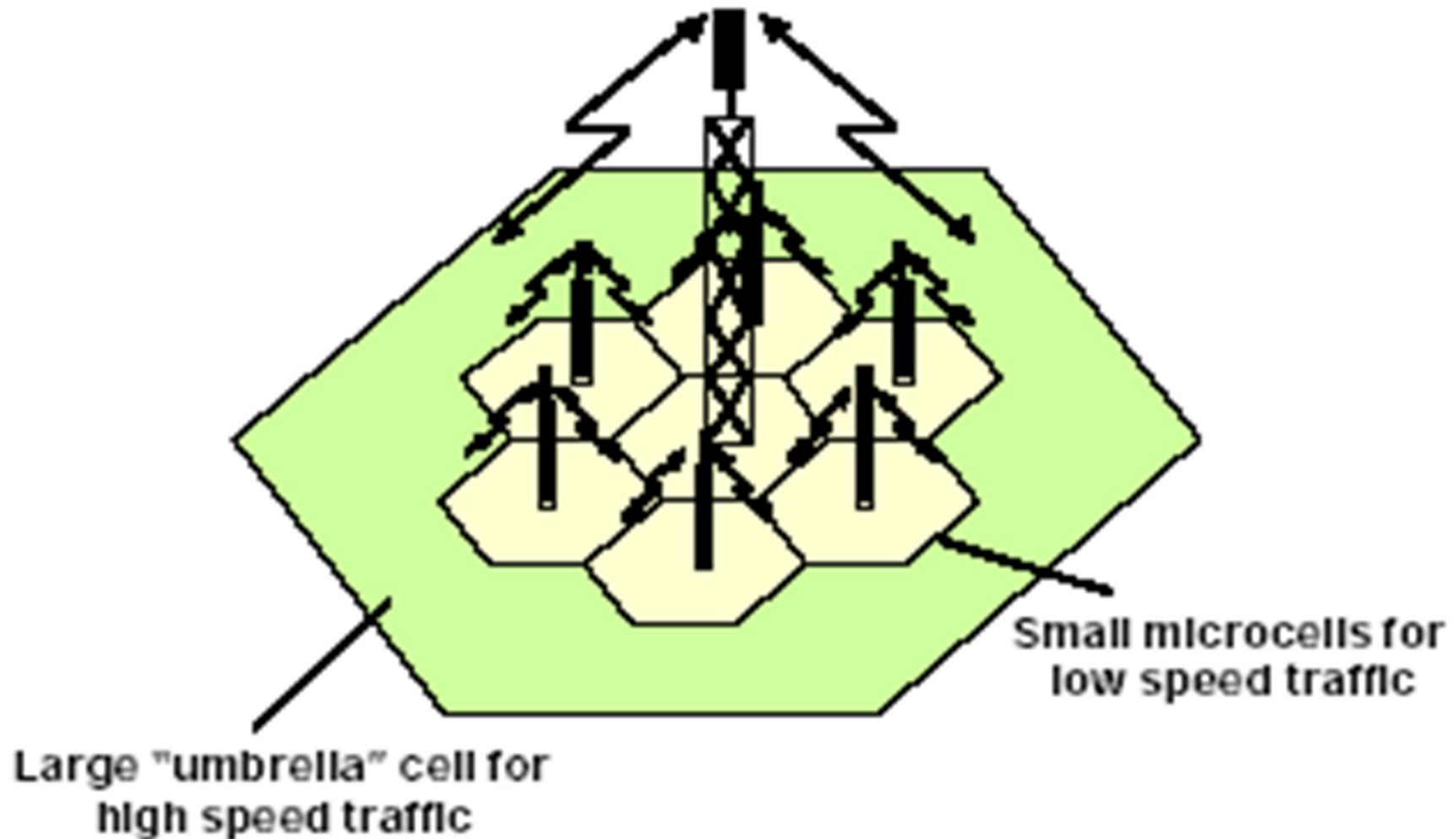
Handoff

- Mrežni protokol mora da osveži i uspostavi putanju mobilne stanice koja se kreće između ćelija
- Handoffs je funkcija jedne ćelije kada mobilna stanica izađe iz regiona susedne ćelije
- Ovo treba da važi za održanje povezanosti krajnjih korisnika u dinamički rekonfigurabilnoj mrežnoj topologiji

Tipovi Handoff



Izbegavanje handoff ćelije pod kišobranom

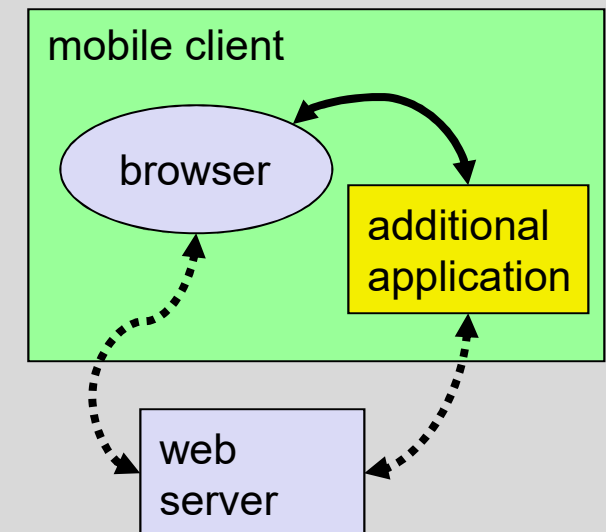
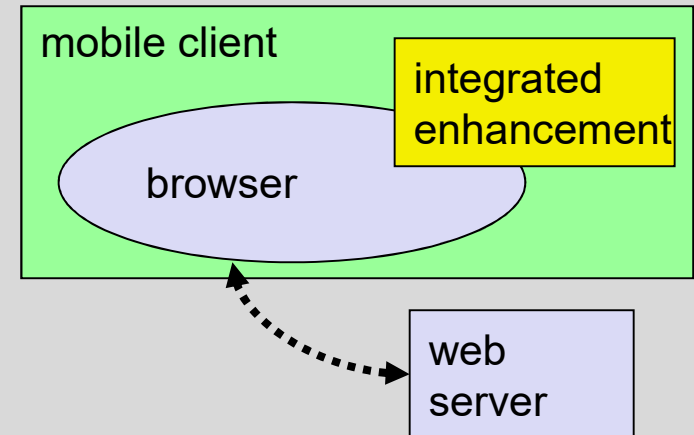
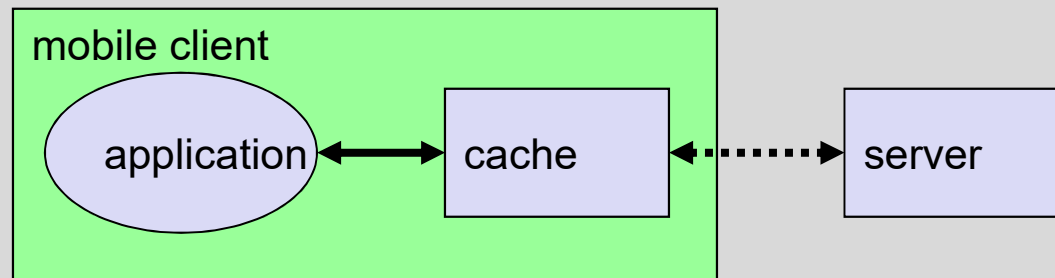


Kodovanje: modulacija binarnih informacija

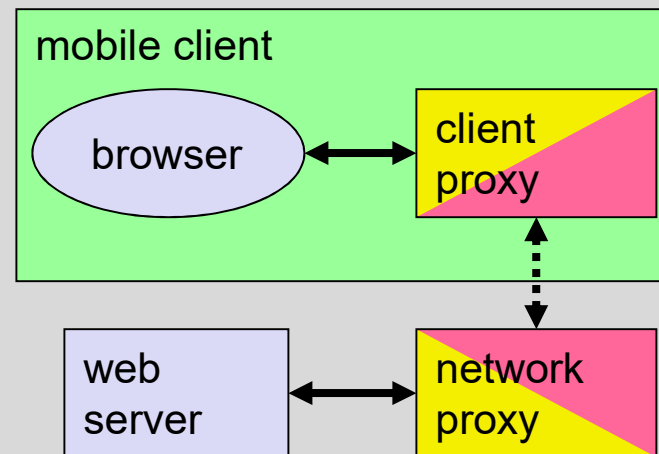
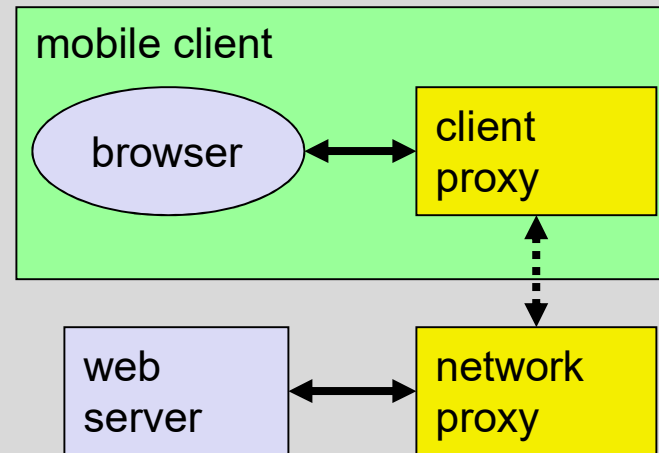
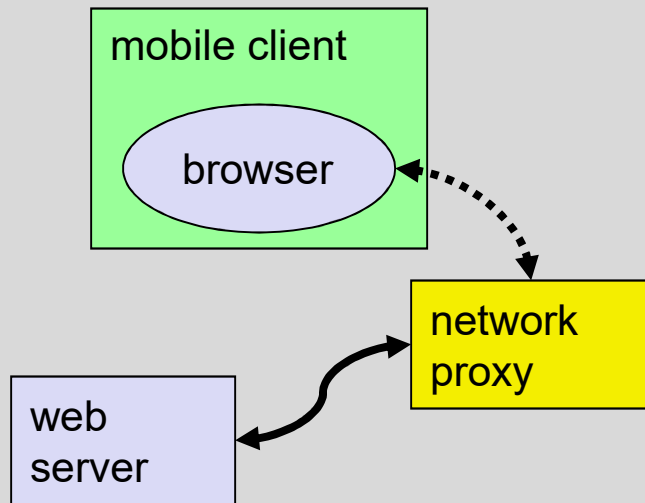
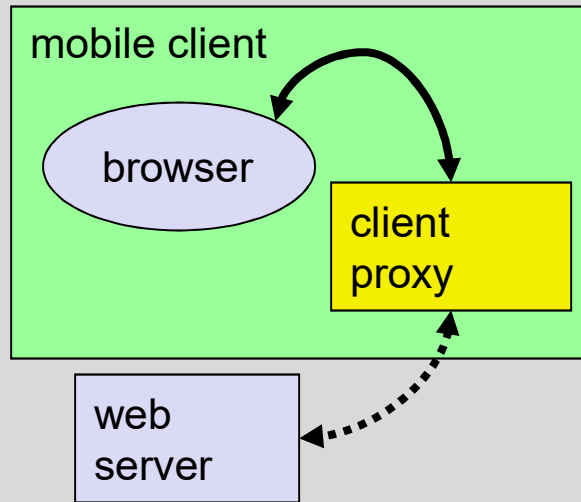
- Amplitudna Modulacija
Amplitude Shift Keying (ASK)
- Frekvencijska Modulacija
Frequency Shift Keying (FSK)
- Fazna Modulacija
Phase Shift Keying (PSK)

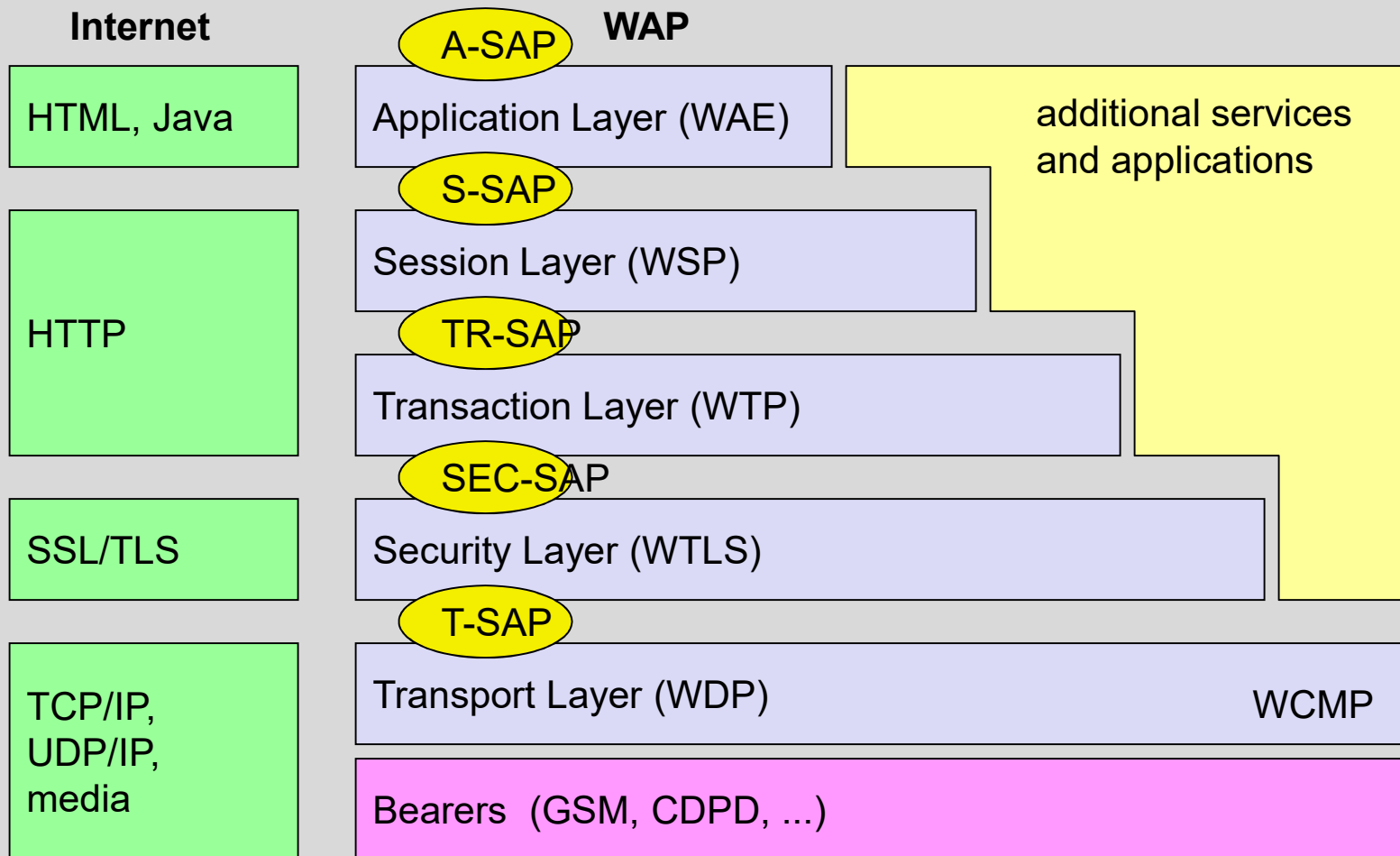
- Klijent server arhitektura

WAP (Wireless Application Protocol)

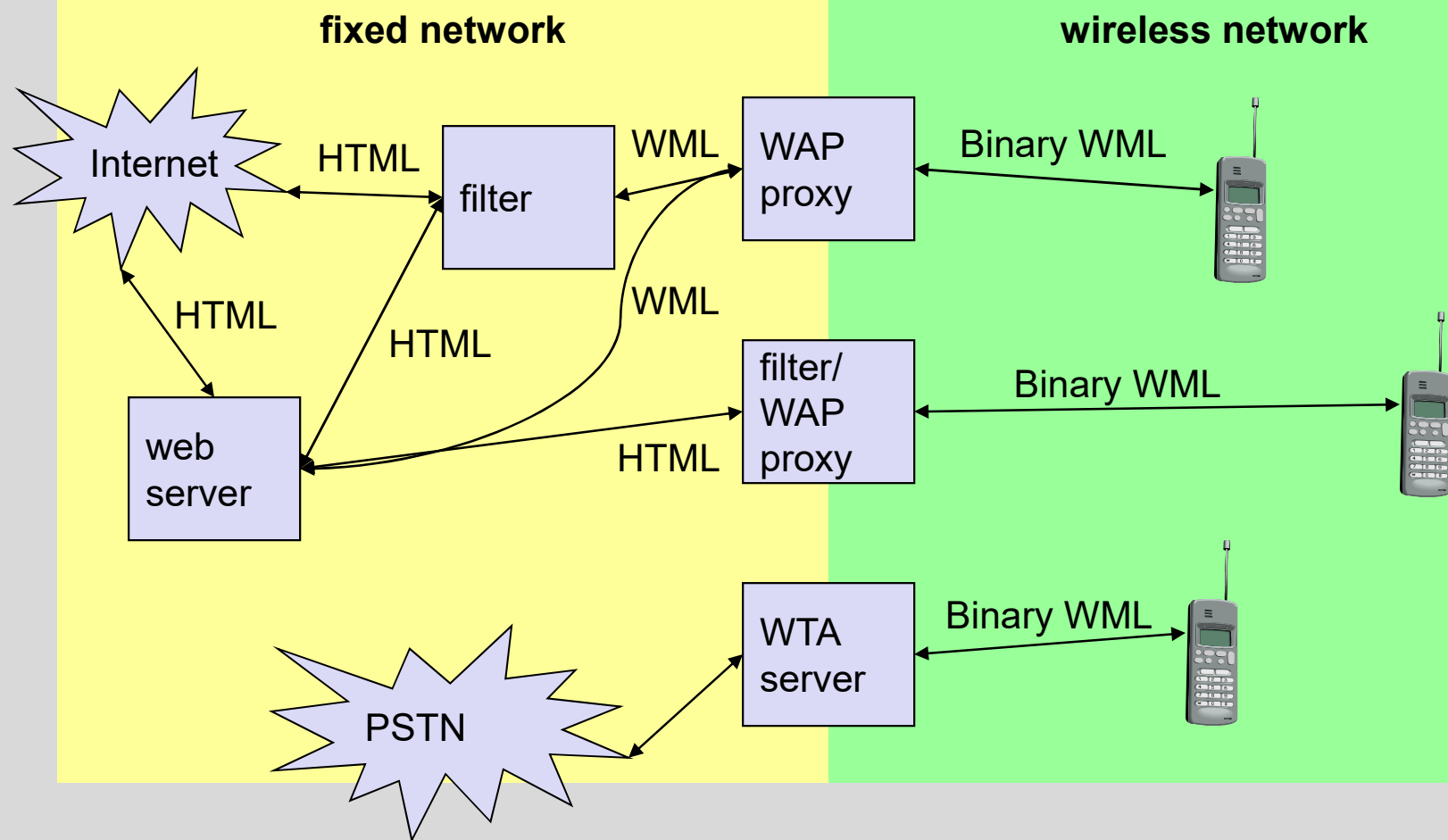


- Klijent server arhitektura



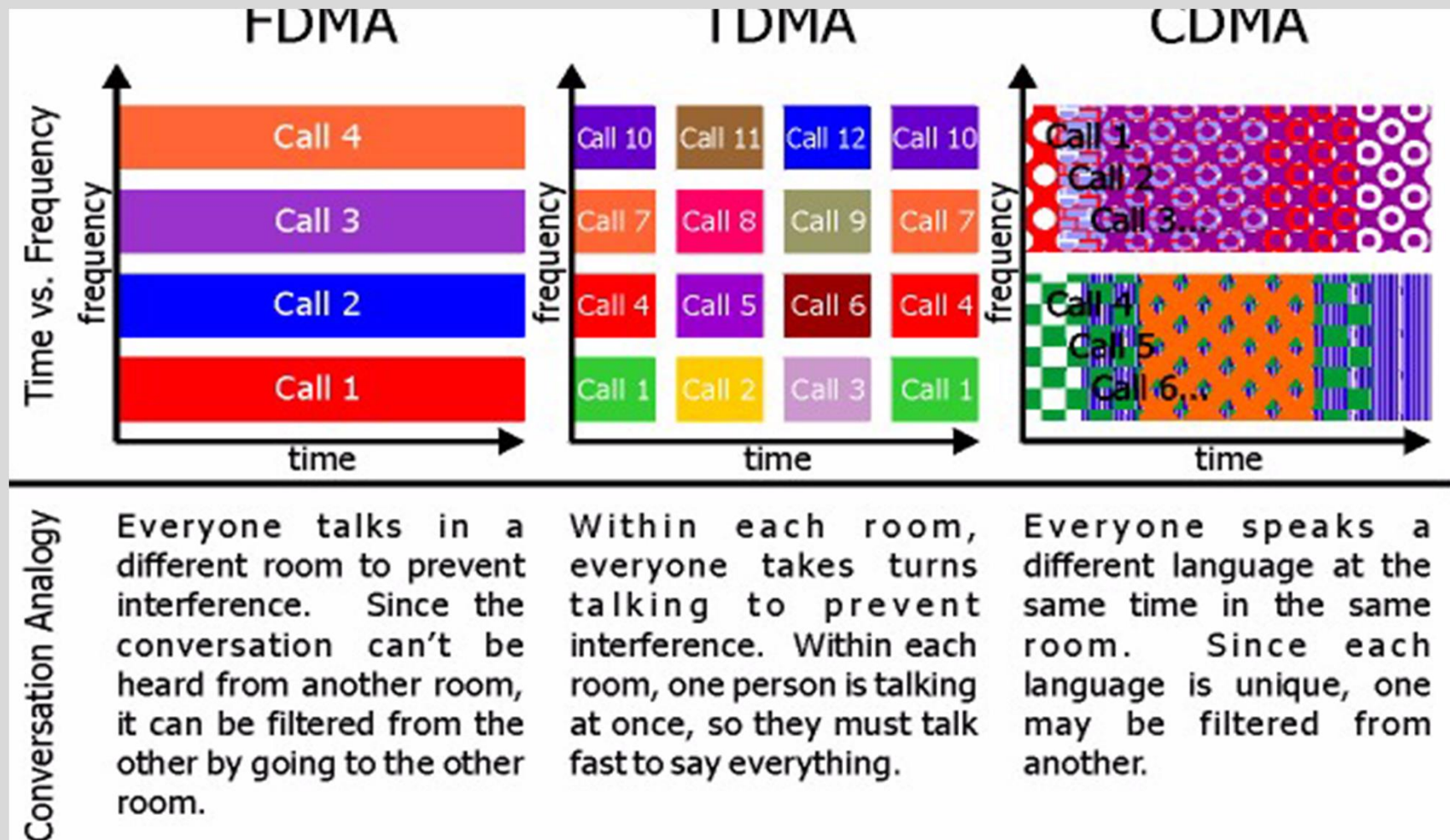


WAE comprises WML (Wireless Markup Language), WML Script, WTAI etc.

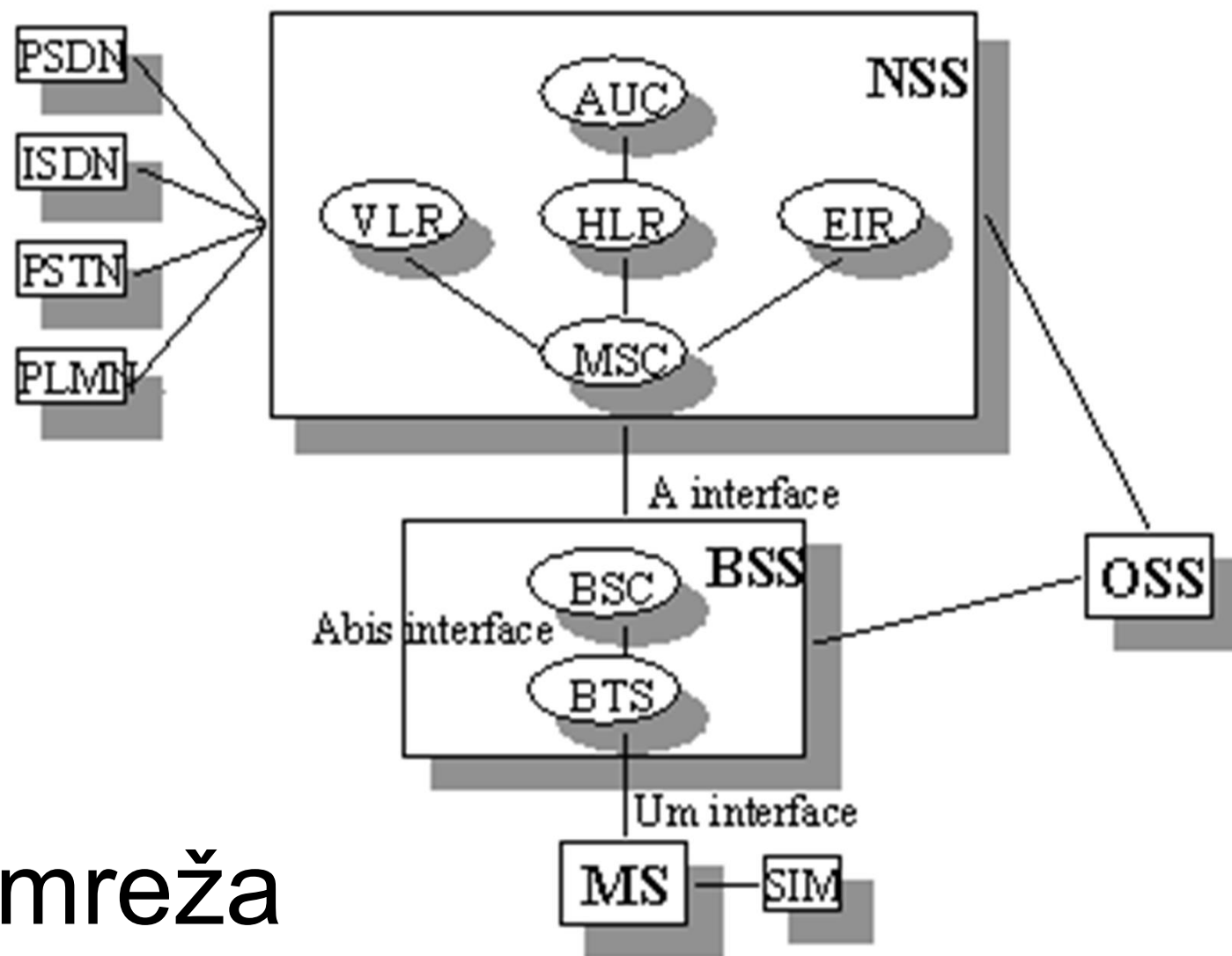


Binary WML: binary file format for clients

FDMA, TDMA, CDMA.



GSM mreža



RAZVOJ MREŽE MOBILNE TELEFONIJE

- URBANISTIČKI ASPEKT I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE -

2. Razvoj mobilne telefonije i njene osnovne karakteristike ..

- 2.1. Kratak istorijski pregled razvoja mobilne telefonije
- 2.2. Osnovne karakteristike mobilne telefonije druge generacije, GSM.....
 - 2.2.1. Čelijska struktura
 - 2.2.2. Veličina ćelije, kapacitet i snaga bazne stanice
- 2.3. Evolucija GSM (2G) sistema ka UMTS (3G) sistemima.....
 - 2.3.1. GPRS
 - 2.3.2. EDGE
- 2.4. Osnovne karakteristike mobilne telefonije treće generacije, UMTS
- 2.5. Antenski sistemi baznih stanica
- 2.6. Smeštaj radio-uređaja i montaža opreme na lokaciji bazne stanice

RAZVOJ MREŽE MOBILNE TELEFONIJE

- URBANISTIČKI ASPEKT I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE -

3. Uticaj elektromagnetskog zračenja	
baznih stanica na životnu sredinu i tehničke uređaje.....	
3.1. Uticaj nejonizujućeg elektromagnetskog zračenja na ljude	
3.1.1. Parametri koji se koriste za definisanje granice	
štetnog RF zračenja	
3.1.2. Granične vrednosti pojedinih parametara RF zračenja	
3.1.3. Proračun uticaja istovremenog zračenja	
nejonizujućih elektromagnetskih talasa različitih frekvencija	
3.2. Uticaj nejonizujućeg elektromagnetskog zračenja na tehničke uređaje	
3.3. Analiza uticaja elektromagnetskog zračenja	
baznih stanica mobilne telefonije	
3.4. Analiza uticaja elektromagnetskog zračenja	
predajnika radio-relejnih veza	
3.5. Obavezne mere zaštite pri postavljanju i korišćenju	
baznih stanica mobilne telefonije	
3.6. Program praćenja uticaja zračenja baznih stanica na životnu sredinu	
3.7. Spisak korišćenih zakona, propisa, standarda i preporuka	
relevantnih za problematiku radio-frekvencijskih zračenja	
3.7.1. Međunarodni propisi.....	
3.7.2. Propisi Republike Srbije	

RAZVOJ MREŽE MOBILNE TELEFONIJE

- URBANISTIČKI ASPEKT I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE -

4. Planiranje i razvoj mobilne telefonije u EU i Velikoj Britaniji - Praksa	
4.1. Generalna politika u EU	
4.1.1. Mobilna telefonija - očuvanje životne sredine i zdravlja ljudi...	
4.1.2. Preporuke članica GSME grupe za razvoj mobilne telefonije	
4.2. Praksa razvoja mobilne telefonije u Velikoj Britaniji - Politika i procedure.....	
4.2.1. Pravilnik o razvoju mreže mobilne telefonije	
4.2.2. Postupci i procedure za razvoj mreže mobilne telefonije	
5. Zaključci i predlozi	
5.1. Praksa u EU i Velikoj Britaniji	
5.2. Osvrt na praksu u Republici Srbiji	
5.3. Predlozi	

УПУТСТВО

О ИЗРАДИ ПРОЈЕКТНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ ЗА GSM/UMTS БАЗНЕ СТАНИЦЕ У ЈАВНИМ МОБИЛНИМ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОНИМ МРЕЖАМА

Идејни пројекат садржи:

4. Идејни пројекат базне/базних станица

- насловну страницу;
- садржај идејног пројекта;
- општа документа;
- пројектни задатак;
- списак примењених закона, прописа, стандарда и сродних докумената;
- технички опис;
- техничко решење и прорачуне;
- мере за спречавање или смањење негативних утицаја на животну средину;
- планирану инвестициону вредност;
- графичку документацију.

ПРОЈЕКАНТСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

ИНВЕСТИЦИОНА ВРЕДНОСТ:

БРОЈ ПРОЈЕКТА:

ДАТУМ:

БРОЈ ПРИМЕРКА:

ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ ЗА ИЗГРАДЊУ БС

МЕСТО

ОЗНАКА У МРЕЖИ

ПОВРШИНА ЗА ДРУГЕ НАЛЕПНИЦЕ И
ОВЕРЕ ПРОЈЕКТА

105 mm x 150 mm

РАТЕЛ - НАЛЕПНИЦА

105 mm x 50 mm

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКАНТ:

ПОТПИС ПЕЧАТ

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКАНТ:

ПОТПИС ПЕЧАТ

ПРОЈЕКАНТ:

ПОТПИС ПЕЧАТ

ПРОЈЕКАНТ:

ПОТПИС ПЕЧАТ

ИНВЕСТИТОР:

САГЛАСАН ЗА ИНВЕСТИТОРА

ПОТПИС

ДИРЕКТОР ПРЕДУЗЕЋА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

ПОТПИС

(или ПРОЈЕКАНТСКО ПРЕДУЗЕЋЕ)

ПРОЈЕКАНТСКО ПРЕДУЗЕЋЕ

ПРОЈЕКАТ БР:

НАЗИВ ПРОЈЕКТА

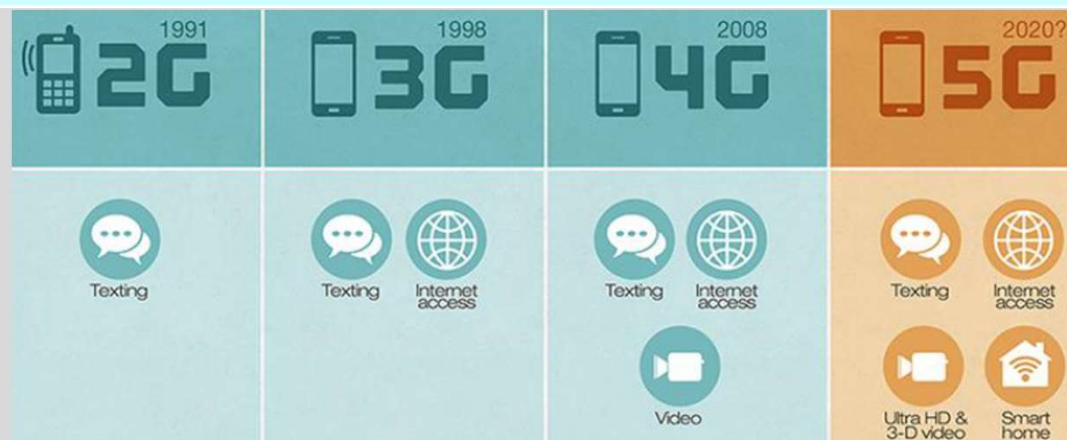
ПРИМЕРАК: 1 од 6

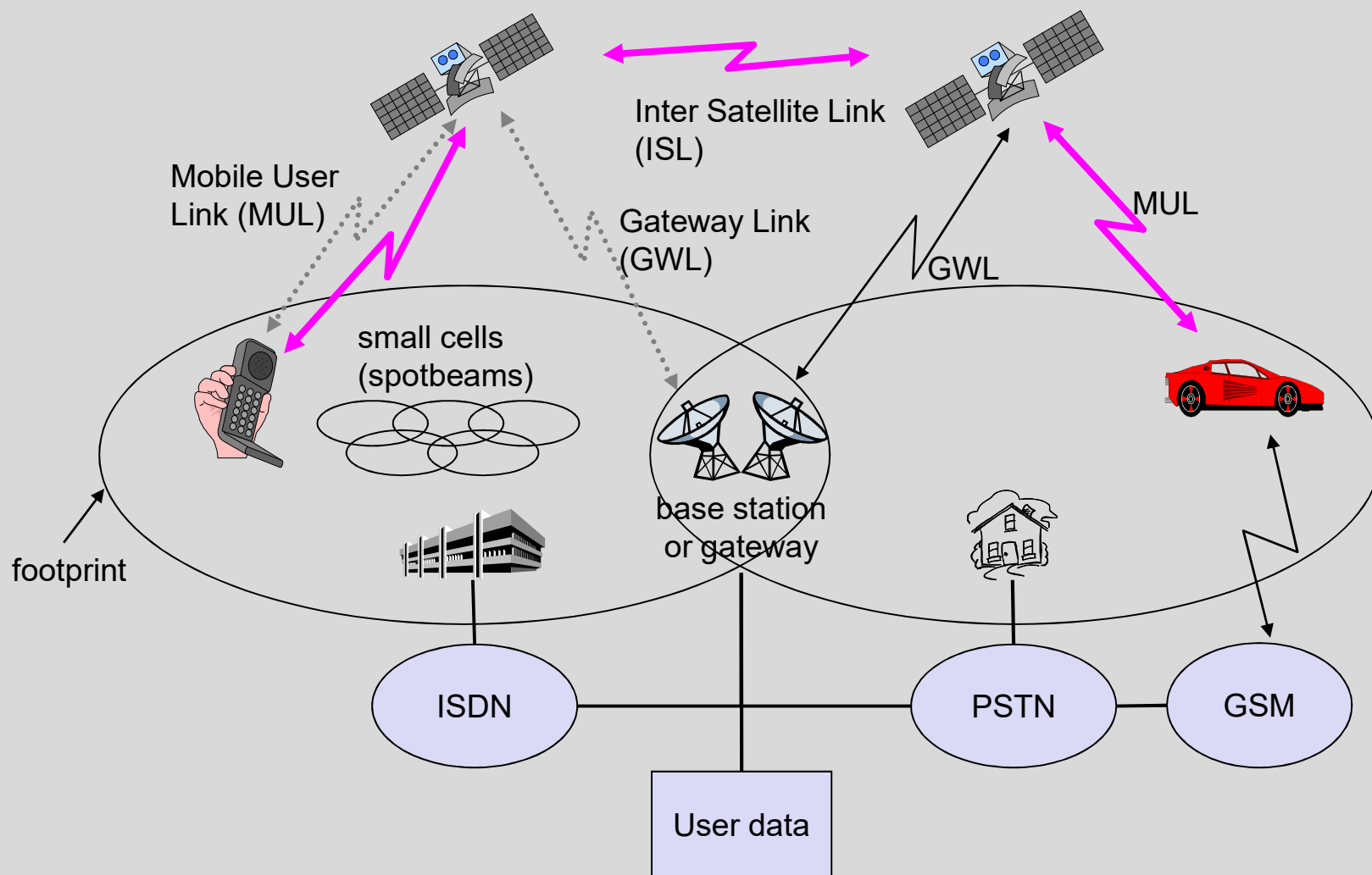
КЊИГА: 1 од 3

ЗА РАТЕЛ НАЛЕПНИЦУ

60 mm

System	Band	Uplink - Mobile To Base (MHz)	Downlink - Base To Mobile (MHz)	
T-GSM-380	380	380.2 – 389.8	390.2 – 399.8	Trunking GSM
T-GSM-410	410	410.2 – 419.8	420.2 – 429.8	Trunking GSM
GSM-450	450	450.6 – 457.6	460.6 – 467.6	kompatibilan sa NMT, retko se koristi
GSM-480	480	479.0 – 486.0	489.0 – 496.0	
GSM-710	710	698.2 – 716.2	728.2 – 746.2	
GSM-750	750	777.2 – 792.2	747.2 – 762.2	
T-GSM-810	810	806.2 – 821.2	851.2 – 866.2	Trunking GSM
GSM-850	850	824.2 – 849.2	869.2 – 893.8	SAD, Kanada, Latinska Amerika
P-GSM-900	900	890.0 – 915.0	935.0 – 960.0	Primary GSM
E-GSM-900	900	880.0 – 915.0	925.0 – 960.0	Evropa, Srednji istok, Afrika, Azija-Pacifik
R-GSM-900	900	876.0 – 915.0	921.0 – 960.0	Railway GSM
T-GSM-900	900	870.4 – 876.0	915.4 – 921.0	Trunking GSM
DCS-1800	1800	1710.2 – 1784.8	1805.2 – 1879.8	Evropa, Srednji istok, Afrika, Azija-Pacifik
PCS-1900	1900	1850.2 – 1909.8	1930.2 – 1989.8	SAD, Kanada, Latinska Amerika





Profesor dr Miroslav Lutovac

mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)