

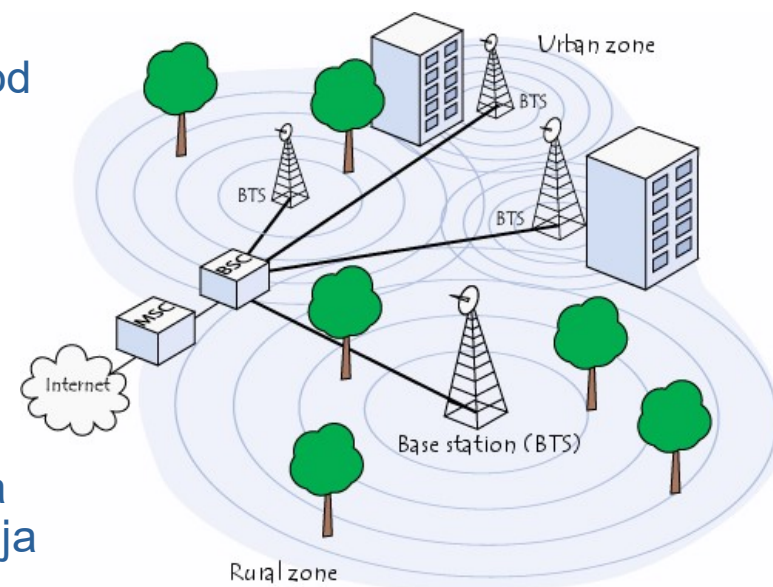
Uvod u Mobilne Komunikacije

SADRŽAJ

- Mobilne komunikacije – definicija, svrha, značaj
- Tržište mobilnih komunikacija
- Servisi
- Vrste elektromagnetnih talasa koji se koriste u Mobilnim komunikacijama
- Karakteristike prostiranja radio talasa kod mobilnih komunikacija
- Celularna struktura
- Razvoj mobilnih komunikacionih sistema

Mobilne komunikacije – definicija, svrha, značaj

- Pod pojmom **mobilnih komunikacija** podrazumevaju se bežični komunikacioni sistemi u kojima se ostvaruje komunikacija između korisnika, pri čemu se najmanje jedan od korisnika kreće ili je u stanju mirovanja na unapred nepoznatoj lokaciji.
- Komunikacija u pokretu, bez vremenskih i prostornih ograničenja – koncept “bilo kada i bilo gde”.
 - Nastale su iz potrebe za mobilnošću korisnika i nezavisnosti od fizičke povezanosti na komunikacionu mrežu.
 - Mobilnost se ostvaruje sistemom baznih stanica koje radio signalom pokrivaju određeno geografsko područje.
 - Mobilni komunikacioni sistemi su danas svakako među najznačajnijim telekomunikacionim sistemima, a njihov veoma brzi razvoj predstavlja glavno obeležje razvoja telekomunikacija na kraju XX i početkom ovog veka.

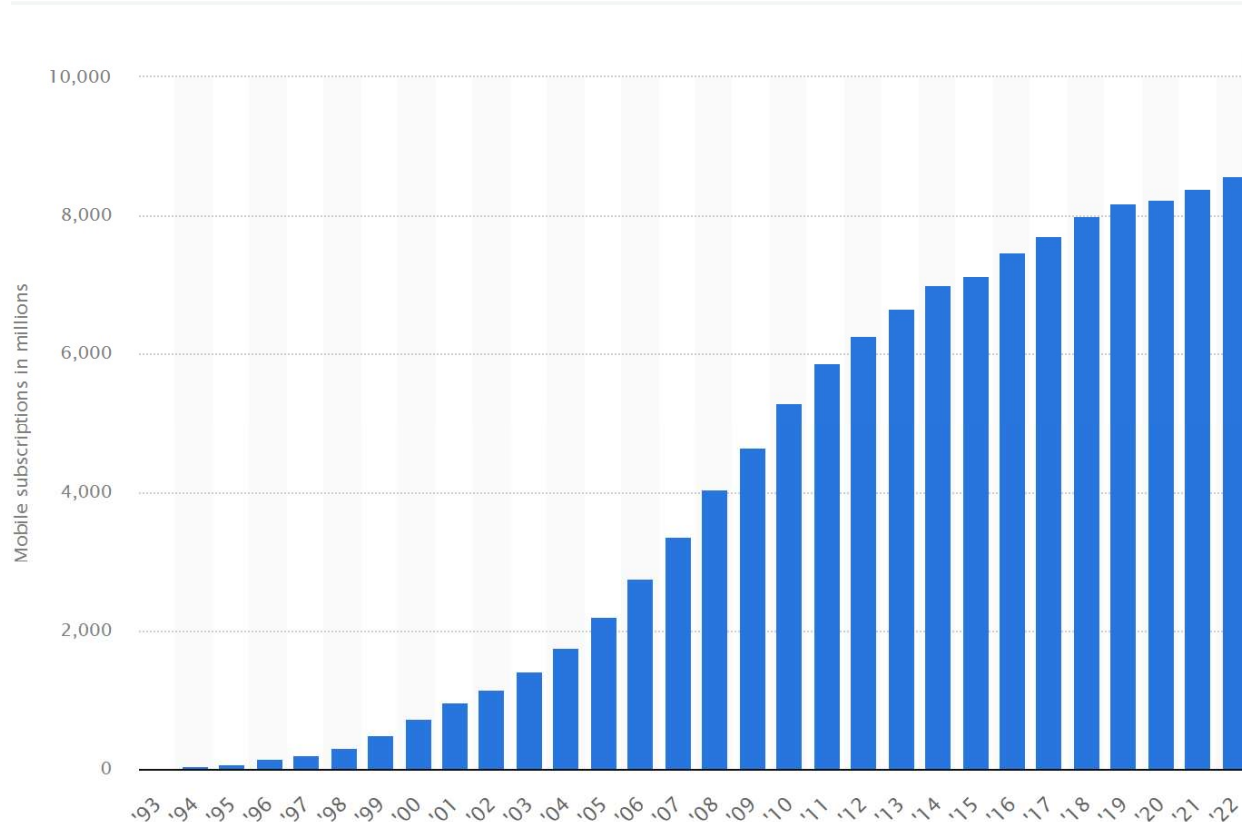


Tržište mobilnih komunikacija

- Broj korisnika mobilnih komunikacija prevazišao je i najoptimističnije prognoze (danas preko 8 mlrd mobilnih pretplatnika u svetu).
- Veličina globalnog tržišta telekomunikacionih usluga procenjena je na 1,805.61 milijardi dolara u 2022. i očekuje se da će se proširiti po kombinovanoj godišnjoj stopi rasta od 6,2% od 2023. do 2030.*
- Veličina globalnog tržišta pametnih telefona bila je procenjena na 457,18 milijardi USD u 2021. i predviđa se da će porasti na 792.51 milijardi USD do 2029. godine sa kombinovanom godišnjom stopom rasta od 7,3%.

* Izvor: Grand View Research:
["https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mobile-marketing-market"](https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/mobile-marketing-market)

Porast broja mobilnih pretplatnika u svetu (u milionima) od 1993. do 2022. godine



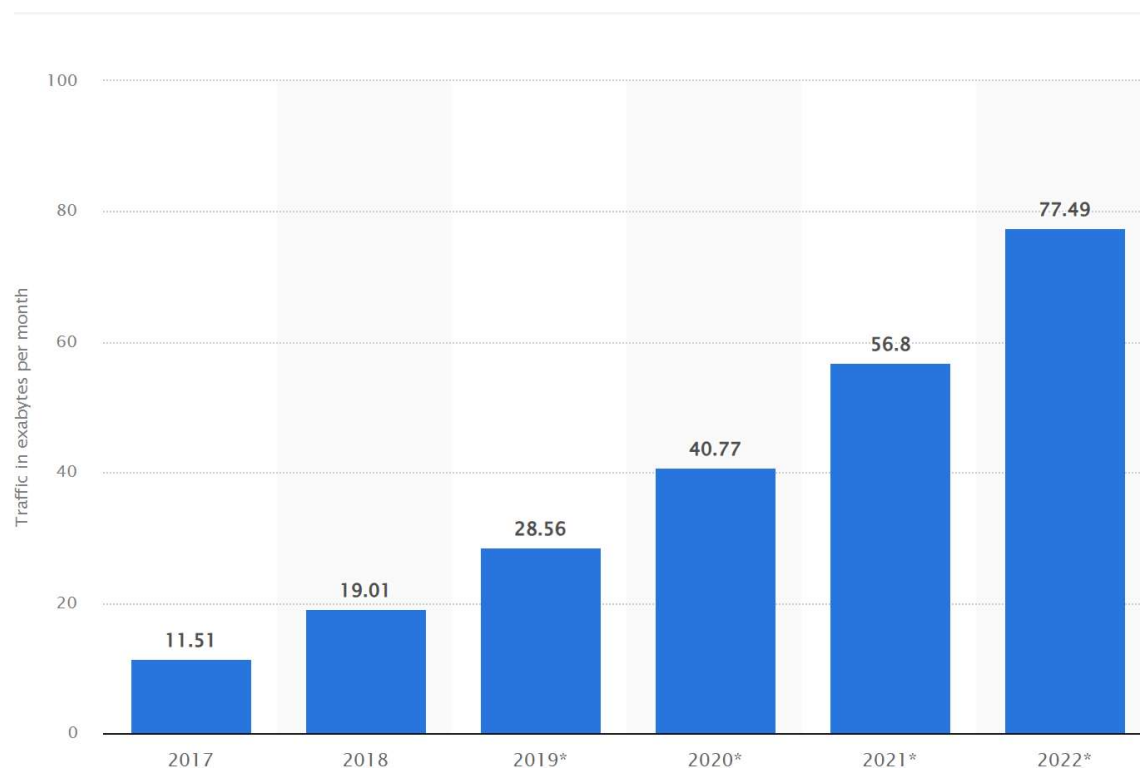
Izvor: Statista 2023 (<https://www.statista.com/statistics/262950/global-mobile-subscriptions-since-1993/>)

Servisi

- govor (mobilna telefonija)
 - tekstualne poruke (SMS)
 - podaci (mobilni Internet...)
 - video (streaming, mobilna TV...)
 - multimedijalne komunikacije, gaming ...
- Govorni servis je tokom početnih godina bio dominantan i predstavljao je najveći izvor prihoda operatorima.
- Međutim, servisi podataka u sistemima mobilnih komunikacija su tokom 2008. i 2009. imali faktor rasta 14, tako da je krajem 2009. prenos podataka od 140 000 TByta mesečno prevazišao saobraćaj od govornog servisa.

4/6/2025

- Globalni saobraćaj mobilnih podataka od 2017. do 2022. (u eksabajtima mesečno)



- Izvor: Statista 2023 (<https://www.statista.com/statistics/271405/global-mobile-data-traffic-forecast/>)

VRSTE ELEKTROMAGNETNIH TALASA

Različite vrste elektromagnetnih talasa koji se koriste u komunikaciji putem mobilnog telefona:

- Radio talasi: Radio talasi su primarni oblik elektromagnetnih talasa koji se koriste za bežičnu komunikaciju, uključujući pozive mobilnim telefonom. Ovi talasi imaju veću talasnu dužinu i nižu frekvenciju u poređenju sa drugim vrstama talasa (3 Hz - 3000 GHz; 100,000km – 0.001mm). Oni mogu lako da prodru u atmosferu i mogu da putuju na velike udaljenosti, što ih čini idealnim za komunikaciju na velikim udaljenostima.
- Mikrotalasi: Mikrotalasi su još jedna vrsta elektromagnetnih talasa koji se koriste za ćelijsku komunikaciju. Imaju kraću talasnu dužinu i višu frekvenciju od radio talasa (mada spadaju u opseg radio talasa: 300 MHz - 300 GHz; 1m - 1mm). Mikrotalasi se obično koriste u komunikaciji od “tačke do tačke”, kao što je između baznih stanica i mobilnih uređaja. Oni se takođe koriste za prenos podataka (za pristup internetu) preko mobilne mreze.
- Infracrveni talasi: Infracrveni talasi imaju kraću talasnu dužinu od radio talasa i mikrotalasa (300 GHz - 400THz). Iako se obično ne koriste za pozive putem mobilnih telefona, koriste se za bežičnu komunikaciju kratkog dometa, kao što je infracrveni prenos podataka između uređaja ili funkcije infracrvenog daljinskog upravljanja.

VRSTE ELEKTROMAGNETNIH TALASA

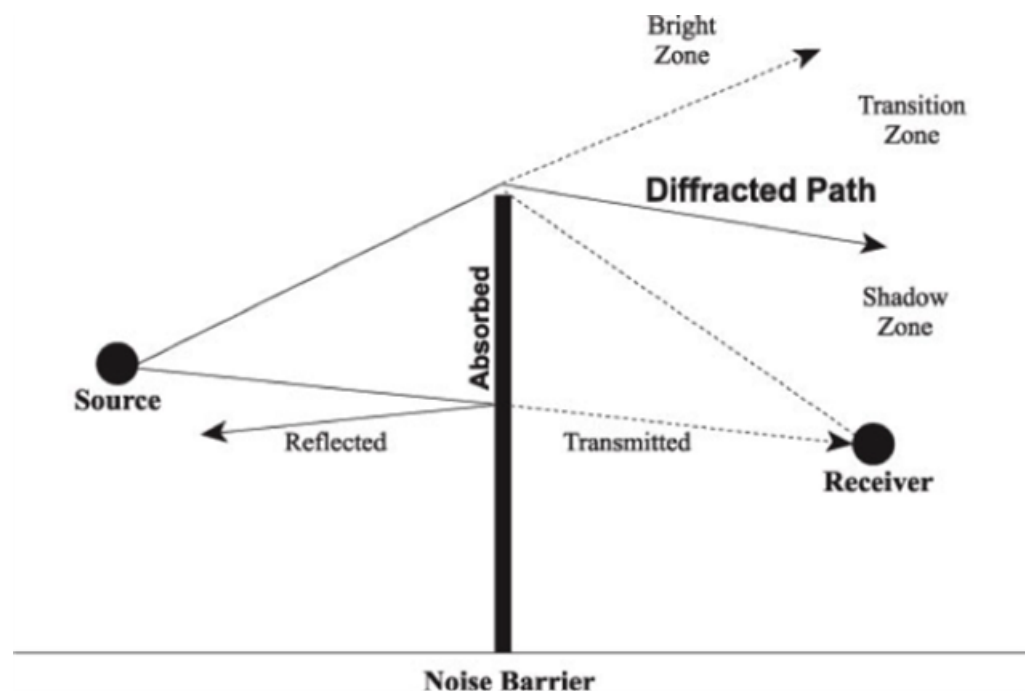
- Bluetooth: Bluetooth tehnologija koristi radio talase kratkog dometa u frekvencijskom opsegu od 2,4 GHz za bežično povezivanje uređaja. Iako se ne koristi za telefonske pozive, Bluetooth omogućava “hands-free” pozive i bežični “audio streaming” između mobilnih telefona i drugih uređaja, kao što su slušalice ili audio uređaji u automobilu. Takođe je pomoću Bluetooth – a je moguće obaviti deljenje fajlova između mobilnih telefona.
- Wi-Fi: Wi-Fi tehnologija koristi radio talase u frekvencijskom opsegu od 2,4 GHz ili 5 GHz kako bi omogućila bežičnu komunikaciju između različitih uređaja. Wi-Fi se obično koristi za pristup internetu i prenos podataka na mobilnim telefonima, omogućavajući korisnicima da se povežu na bežične mreže i pretražuju internet, preuzimaju aplikacije i strimuju medije.
- Ovo su primarni tipovi talasa koji se koriste u komunikaciji putem mobilnog telefona da bi se omogućili glasovni pozivi, prenos podataka i pristup internetu. Kombinacija ovih tehnologija obezbeđuje da mobilni telefoni mogu da se povežu na celularne mreže, da komuniciraju sa drugim uređajima i da korisnicima pruže različite funkcionalnosti pored pozivanja.

KARAKTERISTIKE PROSTIRANJA TALASA KOD MOBILNIH KOMUNIKACIJA

Prostiranje u slobodnom prostoru - uvek kao svetlost (pravolinijski)

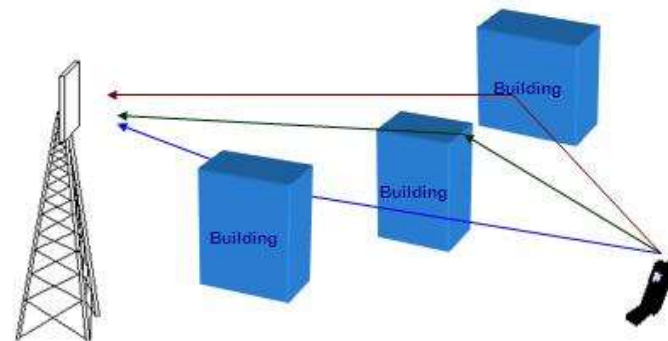
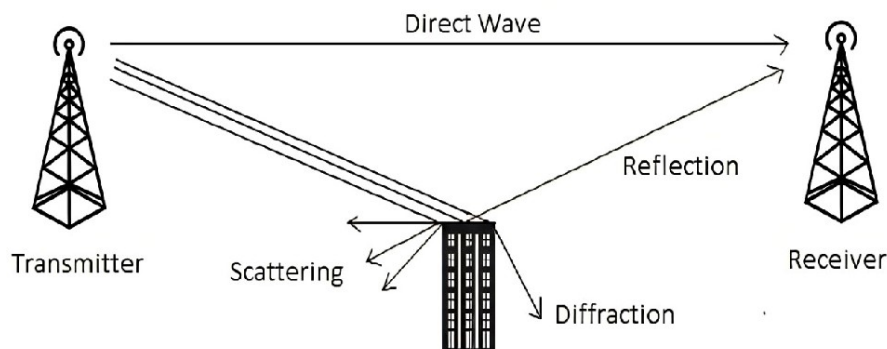
Efekti pri prostiranju:

- **Slabljenje** signala: snaga signala opada proporcionalno $1/d^2$ u vakuumu (d = rastojanje između pošiljaoca i primaoca)
- Na slabljenje snage u realnom okruženju dodatno utiče atmosfera
- Ekstremni slučaj slabljenja imamo kada se na putu radio signala nadje neka prepreka koja potpuno onemogućava prolaz direktnog signala. Tada imamo efekat **blokiranja** signala.



KARAKTERISTIKE PROSTIRANJA TALASA KOD MOBILNIH KOMUNIKACIJA

- **Refleksija** signala, koja nastupa u slučajevima kada je objekat veliki u odnosu na talasnu dužinu signala.
- Reflektovani signal je manje snage od originalnog, jer objekat apsorbuje deo snage.
- Refleksija može imati pozitivnu ulogu ukoliko ne postoji optička vidljivost izmedju predajnika i prijemnika. To je zapravo standardni slučaj transmisije u urbanim i brdskim sredinama. Signal se može više puta reflektovati dok dodje do prijemnika, a nakon svake refleksije sve je slabiji.



KARAKTERISTIKE PROSTIRANJA TALASA KOD MOBILNIH KOMUNIKACIJA

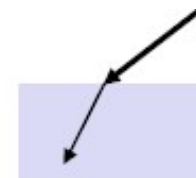
- U slučaju kada je veličina prepreke reda veličine talasne dužine signala, može doći do efekta pod nazivom **rasejanje**.
- Ovo je pojava da se dolazeći signal nakon nailaska na prepreku rasejava na više slabijih odlazećih signala.
- Ako imamo u vidu da je tipična talasna dužina kod današnjih mobilnih sistema reda veličine nekoliko decimetara, mnogi objekti u okruženju mogu izazvati ovaj efekat.
- **Difrakcija:** pojava da radio talasi nakon udara u neki objekat menjaju svoj pravac i nastavljaju dalje put pod nekim drugim uglom u odnosu na prvobitni pravac.
- **Prelamanje:** pri prelazi iz jedne u drugu sredinu u zavisnosti od gustine sredine dolazi do promene pravca



• Rasejanje



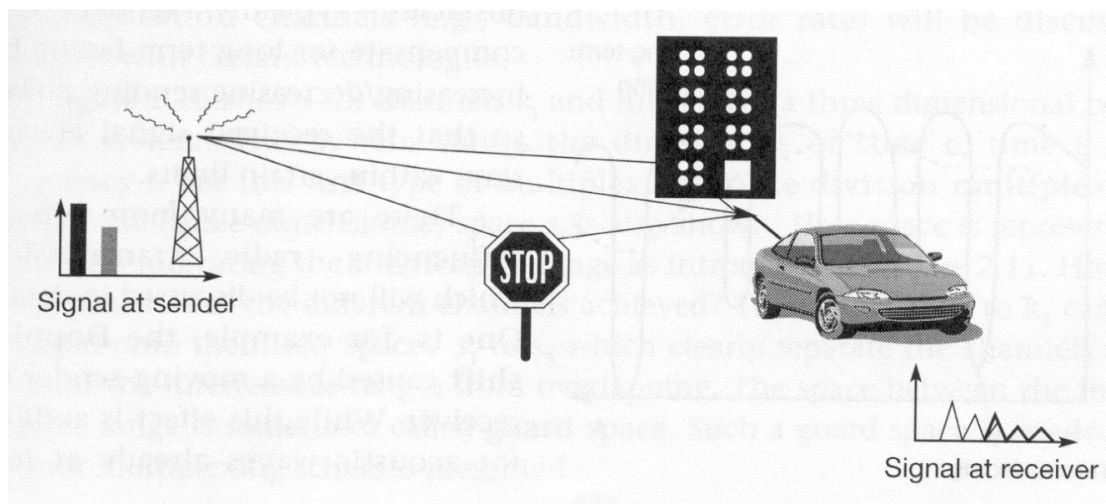
• Difrakcija



Prelamanje

KARAKTERISTIKE PROSTIRANJA TALASA KOD MOBILNIH KOMUNIKACIJA

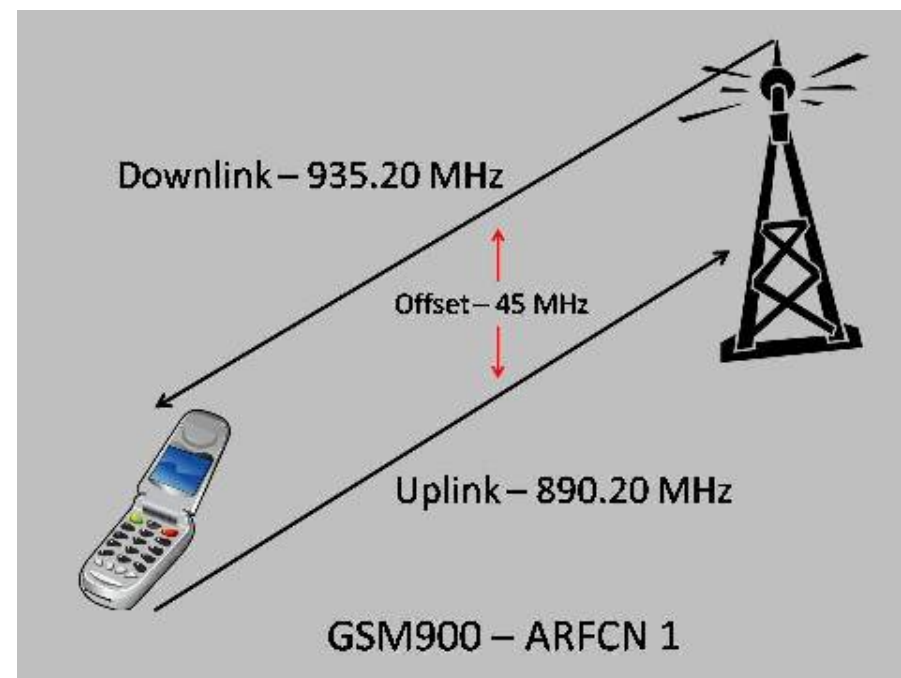
- Kod mobilnih komunikacija često zajedno sa direktnim signalom do predajnika stižu i signali nastali usled gore navedenih efekata.
- Signali mogu putovati preko mnogo različitih putanja između pošiljaoca i primaoca, stići u različito vreme sa različitom jačinom signala kod primaoca.
- Ovakav način prostiranja poznat je kao **prostiranje po višestrukome putu** ili **višestruka propagacija**.



CELULARNA STRUKTURA

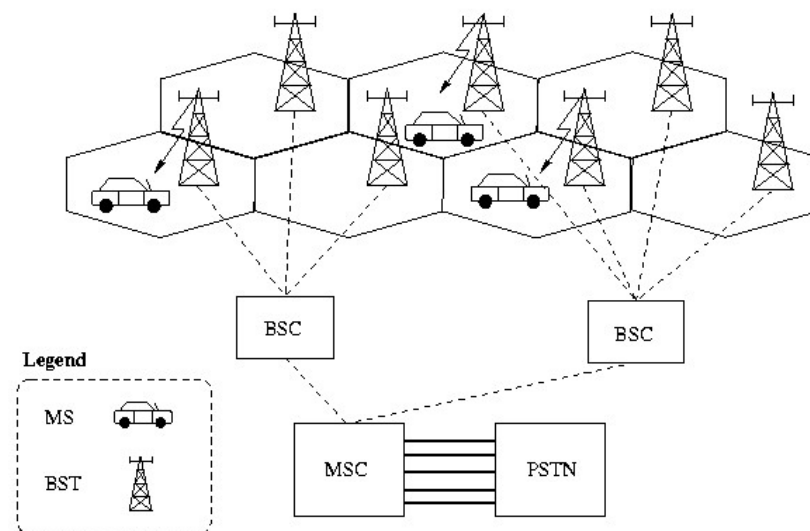
Mobilni terminal komunicira sa baznom stanicom putem radio kanala. Tip komunikacije je **dupleks** (dvosmerna komunikacija), jer je moguć istovremeni prijem i predaja signala, kako na strani mobilnog terminala, tako i na strani bazne stanice.

- Dupleks se može ostvariti kao frekvencijski dupleks (FDD –Frequency Division Duplex) ili vremenski dupleks (TDD –Time Division Duplex).
- Kod frekvencijskog dupleksa radio kanal se definiše kao dvosmerni komunikacioni put koji se sastoji od dve frekvencije. Jedna frekvencija se koristi za povratni link (komunikacija od mobilne stanice ka baznoj stanici – **uplink** (UL)) dok se druga koristi za direktni link (komunikacija od bazne stanice ka mobilnoj stanici – **downlink** (DL)).
- Kod vremenskog dupleksa isti frekvencijski opseg se koristi i za povratni i za direktni link, u različitim vremenskim intervalima.



CELULARNA STRUKTURA

- Celularni koncept: umesto jednog snažnog predajnika, unutar određene oblasti smešteno je mnogo predajnika niske snage. Čelija je region koji je pokriven signalom jedne bazne stanice.
- Čelijski koncept je razvijen sa ciljem da se poveća pokrivenost radio signalom. Suština čelijske mreže se sastoji u korišćenju većeg broja predajnika male snage
- Mreža se sastoji od više distribuiranih baznih stanica koje pokrivaju znatno manje oblasti (čelije), a čiji predajnici rade sa višestruko manjim snagama i sa antenama na znatno manjim visinama. Bazna stanica unutar čelije omogućava korišćenje usluga mreže za one korisnike koji se nalaze u toj čeliji

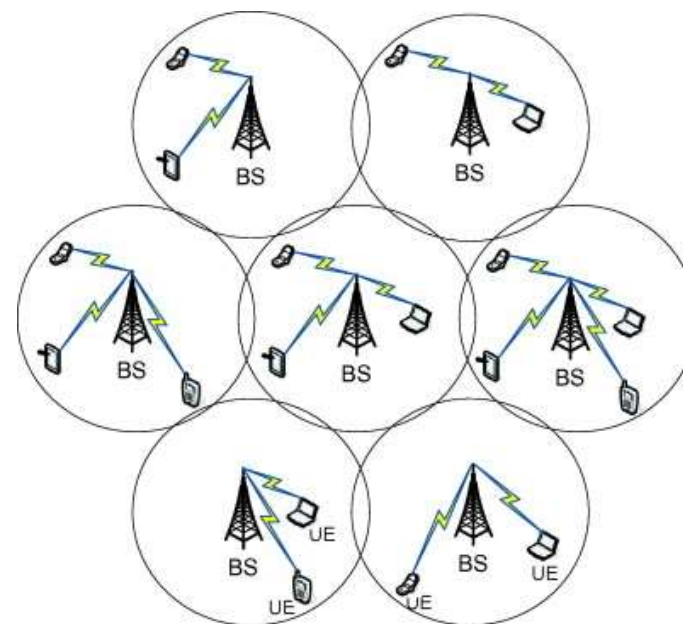


CELULARNA STRUKTURA

- Veličina oblasti pokrivanja neke ćelije zavisi od predajne snage bazne (i mobilne) stanice, dobitaka antena bazne i mobilne stanice i konfiguracije terena.
- Pokrivenost ćelije može se kretati od nekoliko stotina metara do nekoliko desetina kilometara.

Dve osnovne osobine ćelijske (celularne) strukture:

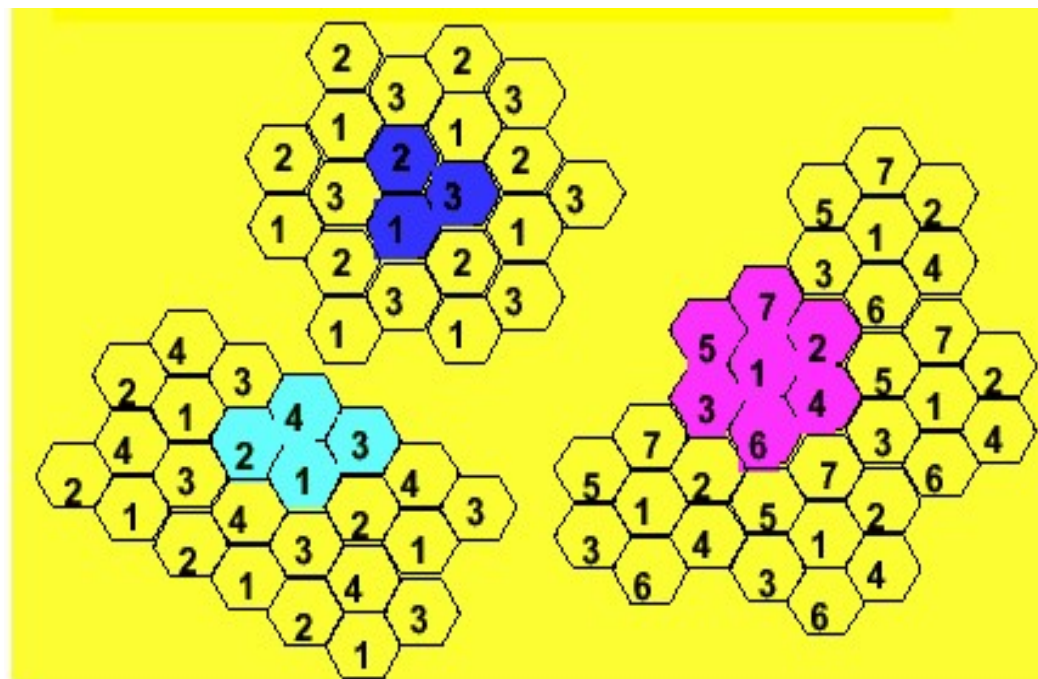
- **Ponavljanje frekvencija** (en. frequency reuse).
- **Handover** (ili handoff kako se naziva u Severnoj Americi), odnosi se na prebacivanje tekućeg poziva u druge kanale ili iz jedne ćelije u drugu. Bez handovera, pozivi bi bili ograničeni samo na jednu ćeliju.



CELULARNA STRUKTURA

FREKVENCIJSKE GRUPE - KLASITERI

- Susedne bazne stanice koriste različite frekvencije, da ne bi došlo do interferencije signala. Međutim, ćelije koje se nalaze na dovoljnoj udaljenosti jedna od druge mogu da koriste istu frekvenciju. Zahvaljujući tome, ista frekvencija može se više puta ponoviti i na taj način se može povećati kapacitet sistema.
- Frequency reuse je moguće na rastojanjima na kojima je nivo interferencije toliki da nije štetan po sistem.
- Stoga je potrebno podeliti celu servisnu zonu na grupe ćelija, tako da se u svakoj ćeliji iz grupe koristiti različit skup frekvencija.
- Ovakva grupa ćelija se naziva **klaster (cluster)**.

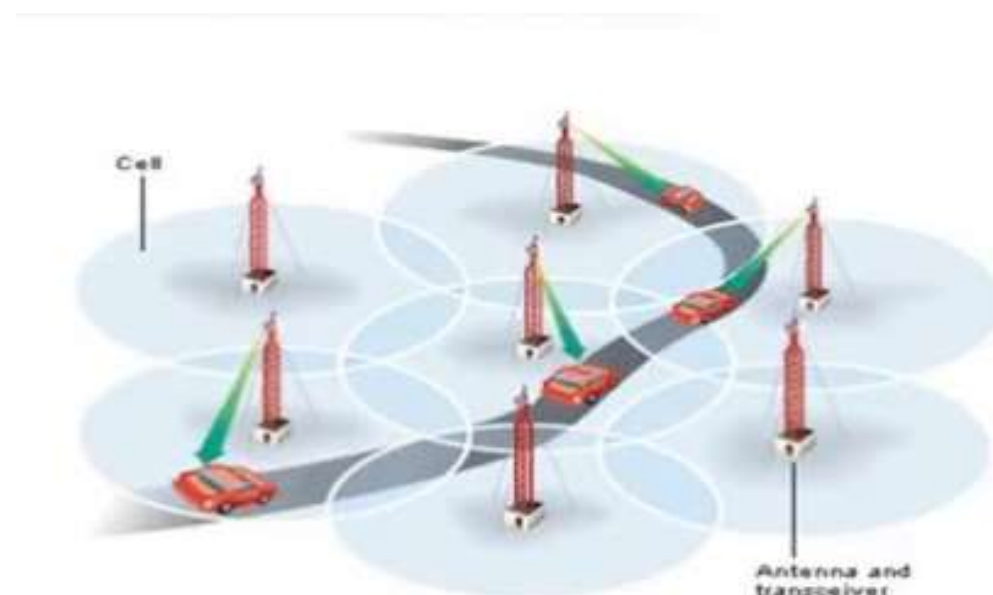


Klasteri sa $N = 3, 4$ i 7 ćelija

CELULARNA STRUKTURA

Handover (Handoff) procedura

- Ključna funkcija u obezbeđivanju mobilnosti korisnika - obezbeđuje kontinuitet trajanja poziva (bez prekidanja veze) i zadržavanje željenog kvaliteta veze, pri kretanju korisnika iz ćelije u ćeliju.
- podrazumeva uspostavljanje poziva u novoj ćeliji i raskidanje u staroj.
- Pored mobilnosti korisnika (neograničenog kretanja korisnika iz ćelije u ćeliju bez prekida veze), razlozi za handover mogu biti i loš kvalitet veze usled interferencije, prelazak na drugu ćeliju u hijerarhijskoj strukturi, promena tipa servisa, intervencije na baznoj stanici i sl.



CELULARNA STRUKTURA

Dva tipa handovera:

- Tvrdi (hard handover) – pre uspostavljanja veze sa novom baznom stanicom prekida se veza sa starom baznom stanicom, tj. dolazi do kratkotrajnog prekida veze (koristi se u 2G sistemima)
- Meki (soft handover) – komunikacija sa starom baznom stanicom se ne prekida tokom handover procedure, već mobilna stanica istovremeno komunicira sa 2 ili više baznih stanica sve dok se handover ne završi (dok nivo signala koji se prima sa neke bazne stanice ne postane dovoljno jači u odnosu na signale sa ostalih baznih stanica) , primenjuje se kod UMTS (3G) sistema

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

- Tokom većeg dela njihove istorije, „mobilni“ telefoni su bili dvosmerni radio uređaji koje su instalirani na “nešto što se kreće”.
- Tokom 1920-ih, nemački železnički operateri počeli su da testiraju bežične telefone u svojim vagonima, počevši od vojnih vozova na ograničenim linijama pre nego što su se nekoliko godina kasnije proširili na javne vozove. Godine 1924. osnovana je Zugtelephonie AG kao dobavljač opreme za mobilne telefone za upotrebu u vozovima. Sledeće godine je prvi put javno predstavljen bežični telefon za putnike prve klase na glavnim železničkim linijama između Berlina i Hamburga.
- Dvadesetih godina prošlog veka pojavili su se prvi eksperimenti vezani za jednosmerni mobilni radio prenos za potrebe policije u Detroitu.
- Prvi mobilni radio-telefon izumeo je “Bell Labs” 1924. Međutim, to nije bio dvosmerni (duplex) radio-telefon



Courtesy of Rich Howard

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

- RANI MOBILNI SISTEMI
- Prvi javni sistem mobilne telefonije predstavljen je 1946. godine u SAD od strane Bell Telephone Laboratories (BTL).
- Prvi evropski mobilni radio sistem uveden je 1955. godine u Švedskoj i sa modifikacijama bio je u upotrebi do 1981.
- 1965. je V. Britanija uvela svoj prvi komercijalni mobilni sistem
 - Mobilni radiotelefonski sistemi nisu bili celularni sistemi. Ovi sistemi se ponekad nazivaju predčelijskim (ili ponekad nultom generacijom, odnosno 0G) sistemima.

1959: Commercial Model



RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

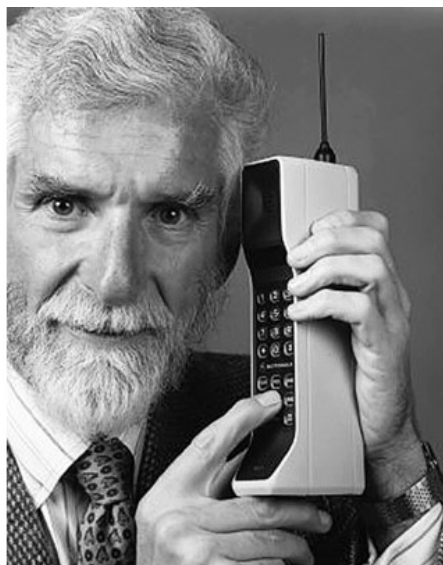
- Arhitektura prvih sistema mobilne telefonije bila je takva da su pokrivali relativno široke oblasti, uz korišćenje jedne bazne stanice koja je obično bila smeštena na vrhu neke visoke zgrade. Dakle, to nisu bili celularni sistemi.
- Centralni radio predajnik u baznoj stanici emitovao je signal velikom snagom obezbeđujući vezu sa mobilnim korisnicima na udaljenosti od više desetina kilometara od bazne stanice.
- Prvi sistemi za mobilne komunikacije su bili:
- Namenjени za upotrebu u vozilima
- skupi
- kapaciteti sistema su bili nedovoljni da zadovolje zahteve sve većeg broja korisnika,
- zagušenja u sistemu su bila česta.
- Ovi nedostaci nametnuli su potrebu za restrukturiranjem sistema mobilne telefonije.

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

- 1971. godine Bell Telephone Laboratories (BTL) u SAD je predstavio novu arhitekturu za mobilne komunikacije, danas poznatiju kao celularni sistemi.
- 1977. godine u Americi je uveden novi standard: AMPS (Advanced Mobile Phone System - napredni servis mobilne telefonije) od strane Motorola-e i Bell Labs-a. Sledeće godine su se desila prva javna ispitivanja u Čikagu sa 2000 korisnika. Analogni sistem pod nazivom Offsite Link razvijen je u zajedničkom poduhvatu između Bells Labs-a i Motorola-e. Bio je to primarni analogni sistem mobilnih telefona u Severnoj Americi (i drugim lokacijama) tokom 1980-ih i do 2000-ih.
- U Americi je prvi komercijalni celularni sistem za mobilnu telefoniju počeo sa radom u Čikagu oktobra 1983.
- Prvu komercijalnu automatizovanu mobilnu komunikacionu mrežu pokrenuo je NTT u Japanu 1979. godine pri čemu je korišćena japanska varijanta sistema AMPS.
- 1981. u skandinavskim zemljama (Švedska, Finska, Norveška i Danska) je uveden tzv. NMT (Nordic Mobil Telephone) standard.
- U Velikoj Britaniji je 1985. uveden TACS (total Access Communication System) standard.
- AMPS, NMT, TACS i ostali slični analogni sistemi poznati su kao mobilni sistemi prve generacije (1G).

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

- Dr Martin Cooper, bivši generalni direktor odeljenja za sisteme u kompaniji Motorola, smatra se pronalazačem prvog modernog prenosivog telefona. U stvari, Kuper je u aprilu 1973. prvi put pozvao svog rivala Joel Engel, koji je bio šef istraživanja u Bell Labs-u, preko prenosivog mobilnog telefona. Telefon je bio prototip nazvan DinaTAC. Bell Laboratories je 1947. godine uvela ideju o ćelijskoj komunikaciji, ali je Motorola prva ugradila tehnologiju u prenosivi uređaj dizajniran za upotrebu van automobila.



RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Karakteristike 1G sistema

- Analogni signal za prenos govora
- Nema prenosa podataka
- Dizajnirani za rad na području jedne države

Sistemi prve generacije imali su dosta nedostataka kao što su:

- Analogni signal za prenos govora
- Nema prenosa podataka
- skromne karakteristike u pogledu kvaliteta signala,
- mali kapacitet (broj konekcija),
- ograničena zona pokrivanja,
- nekompatibilnost između pojedinih sistema u različitim zemljama itd.
- Malo vreme trajanja baterije
- Velike dimenzije mobilnog telefona

Potrebe korisnika za većim kapacitetom, kvalitetnijim signalom i dodatnim uslugama, doveli su do razvoja i uvođenja sistema mobilne telefonije druge generacije (2G). Sistemi druge generacije (2G) su zasnovani na digitalnoj tehnologiji i u odnosu na prvu generaciju imaju mnogo bolje karakteristike.

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi druge generacije (2G)

- 1982. godine osnovana je u Evropi GSM grupa u cilju definisanja pan-evropskog standarda za bežični komunikacioni protokol za mobilne telefone. Definisanje specifikacija sistema trajalo je do 1990., a 1992. u Finskoj počeo je sa radom prvi GSM operater

Karakteristike:

- Primena digitalne tehnologije koja je otpornija na šum i preslušavanja,
- Veći kapacitet sistema
- Bolja pokrivenost
- Bolji kvalitet govornog servisa
- Servisi poput SMS-a, MMS-a
- Internacionalni roaming
- Prenos podataka moguć je brzinom od 9,6 Kb/s,
- Fokus i na obične i na poslovne korisnike

Nedostaci:

- Nemogućnost korišćenja kompleksnih podataka poput videa
- Nemogućnost stvarnog korišćenja mobilnog interneta
- Nemogućnost korišćenja email servisa
- 2G mreže su koristile digitalne signale velike snage

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi druge generacije (2G)

- Veliki uspeh digitalnih GSM sistema u Evropi ogledao se i po izuzetnom porastu broja pretplatnika, koji se kretao i više od 50% godišnje. Kasnije je GSM sistem prihvaćen od strane velikog broja zemalja na svim kontinentima, tako da je promenio pan-evropski karakter i postao globalni sistem za mobilne komunikacije.
- Pored GSM standarda, u svetu su se paralelno pojavili i neki drugi standardi druge generacije mobilnih sistema, kao što su IS-136 (digitalni TDMA) i IS-95 (CDMA) sistemi u Americi, Personal Digital Celular (PDC) u Japanu itd.



Tipični mobilni telefoni 90'

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Unapređenja sistema druge generacije – 2.5G sistemi

- Potreba za uključivanjem opcije brzog prenosa podataka i mobilnog pristupa Internetu dovela je do unapređenja 2G sistema .
- Na prelazu između GSM sistema i treće generacije mobilnih sistema razvijeni su sistemi HSCSD, GPRS i EDGE.

Karakteristike:

2G

HSCSD (High-speed circuit-switched data)

GPRS (General Packet Radio Services)

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

3G

- Email servis
- Prenos podataka brzinom od 64-144 Kb/s
- Telefoni sa kamerama

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

2.5G sistemi



2000: Ericsson R380, smatran je prvim “smart phone”-om



2001: Siemens GPRS phone



2002: Prvi Nokia telefon koji je doveo GPRS internet usluge na masovno tržište

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi treće generacije (3G sistemi)

- Potreba za uključivanjem opcije brzog prenosa podataka i mobilnog pristupa Internetu dovela je do unapređenja 2G sistema .
- ITU (International Telecommunication Union) je u devedesetim godinama inicirala razvoj novih standarda za 3. generaciju mobilnih sistema na globalnom (svetskom) nivou.
- Kao 3G naslednik GSM-a razvijen je UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) standard
- Prve komercijalne 3G mreže:
 - Japan 2001. godine
 - Velika Britanija i Italija 2003. godine
- Karakteristike:
 - Web bazirani srevisi i aplikacije, audio i video fajlovi razlicitih formata, TV streaming, mobile TV ...
 - Slanje i prijem velikih email poruka
 - Unapređen internacionalni roaming
 - Mobilni uređaji postaju pametni telefoni (smartphone)
 - Prenos podataka moguć je brzinom od 144Kb/s - 2Mbps

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA



2004: SONY ERICSSON -
“flip smartphone” with full
internet connectivity.



2006: NOKIA –
a very popular smartphone



2008: The iPhone 3G

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi četvrte generacije (4G sistemi)

- Smatra se da je četvrta generacije mobilne telefonija ušla u upotrebu 2011. godine.
- Tome je prethodio razvoj nekoliko tehnologija koje su unapredile 3G sisteme.
- 2002. godine uvedena je tehnika brzog paketskog pristupa - HSPA (High Speed Packet Access), koja je donela značajno unapređene brzine prenosa podataka i često se naziva 3.5G.
- Najnoviji komercijalno primenjeni standard za mobilne komunikacije, Long Term Evolution, odnosno LTE, implementiran je krajem 2009. godine.
- 2011. god. pojavio se standard pod nazivom LTE Advanced, čije specifikacije odgovaraju četvrtoj generaciji mobilnih sistema (4G).

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi četvrte generacije (4G sistemi)

Karakteristike:

- Dok su 2G i 3G tehnologije dizajnirani sa akcentom na prenos govornog signala uz prenos podataka, kod 4G tehnologije servisi za prenos podataka postaju dominantni ali uz unapređenje prenosa govora. Optimizacija i ubrzanje servisa za prenos podataka bez gubitka kvaliteta govornog signala je tendencija razvoja 4G.
- IP telefonija (glasovni i video pozivi) većeg kvaliteta od 3G.
- Ultra-broadband brzine pristupa Internetu
- Real-time multimedija, HDTV ...
- Poboljšana privatnost i bezbednost.
- 3G uređaji su primetno sporiji od 4G uređaja, a slanje ili preuzimanje datoteka traje mnogo duže na 3G nego na 4G.
- 4G mobilni uređaji su uglavnom pametni telefoni (smartphone).
- Prenos podataka moguć je brzinom od 100Mbps - 1Gbs

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

LTE (Long Term Evolution)

- Ovaj standard u bežičnim komunikacijama razvijen je od strane grupe 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project), u čemu je učestvovalo preko 50 organizacija, operatera i proizvođača opreme.
- Razvoj standarda je završen početkom 2009, a implementacija je krenula krajem 2009. godine.
- Dalje poboljšanje ove tehnologije dovelo je 2011. god. do pojave standarda pod nazivom LTE Advanced čije specifikacije odgovaraju četvrtoj generaciji mobilnih sistema (4G).
- 3G sistemi imaju izuzetno složenu arhitekturu mreže sa mnoštvom interfejsa i protokola.
- Razvoj LTE sistema imao je između ostalog za cilj pojednostavljenje arhitekture mreže.

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

LTE (Long Term Evolution)

Karakteristike

- Za LTE sisteme definisan je tzv. unapredjeni paketski sistem – **EPS** (Evolved Packet System).
- Važno! EPS podržava isključivo paketsku komutaciju PS (Packet Switched). Servisi koji su tradicionalno koristili komutaciju kanala CS (Circuit Switched) (prenos glasovnog signala) prenose se kod LTE takodje PS tehnikom.
- Dakle LTE je potpuno IP tehnologija prenosa samo podataka koja koristi komutaciju paketa
- Pojednostavljena arhitektura mreže (zahvaljujući redukciji brojnih mrežnih elemenata – manje je čvorova, a time i manje signalizacije) i korišćenje samo paketske komutacije (all-IP rešenje)
- Veća spektralna efikasnost, postignuta pre svega naprednim antenskim sistemima – koriste se MIMO antenski sistemi (Multiple Input Multiple Output)
- Smanjenje vremena čekanja (mala latencija – ispod 10 ms)
- Umerena potrošnja snage u terminalima
- Sposobnost iskorišćenja postojeće infrastrukture (koegzistencija sa postojećim standardima)
- Bolji kvalitet i veća bezbednost mreže

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi pete generacije (5G sistemi)

Karakteristike

- Bolja radio pokrivenost i veća brzina podataka reda 10 Gbit/s po ćeliji
- Poboljšana sigurnost komunikacije
- Manje dimenzije i puno duže trajanje baterije
- Ukupno povratno kašnjenje (latency) manje od 1 ms
- Mogućnost raspodele podataka prilikom slanja i primanja kroz dva različita komunikaciona kanala odnosno dve različite pristupne mreže
- Gusta mreža malih ćelija (pico cell, femto cell)
- Koristiće se masivna MIMO tehnologija prostornog multipleksiranja radio signala pomoću većeg broja prijemnih i predajnih antenna
- Fleksibilno korišćenje spektra u milimetarskom opsegu
- Primena veštačke inteligencije u mnogim aplikacijama

RAZVOJ MOBILNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA

Sistemi pete generacije (5G sistemi)

Tehničke karakteristike

- Bolja radio pokrivenost i veća brzina podataka reda 10 Gbit/s po ćeliji
- 5G tehnologija će omogućiti 20x veće brzine prenosa i 100x veći kapacitet mreže u odnosu na 4G, što se može postići jedino pomeranjem ka višim frekvencijskim opsezima, tj. ka oblasti milimetarskih talasa (mmWave).
- Okvirno se uzima da je to frekvencijski opseg 24 GHz - 300 GHz
- Naziv milimetarskih radio-talasa potiče od njihove talasne dužine koja varira između 1 i 10 milimetara.