

VIII - Lokalne bežične računarske mreže

- Zadnjih godina jedno od **najatraktivnijih područja u računarskoj tehnici** i komunikacijama postale su bežične tehnologije
- WLAN (*Wireless Local Area Network*) predstavljaju komunikacione sisteme **koji koriste elektromagnetne talase** za prenos podataka.
- Osnovna ideja kod bežičnog prenosa je da se izvrši odgovarajuća **modulacija informacija koje se prenose**, koje se sada putem određene frekvencije prenose do drugog bežičnog uređaja.
- Ako se radiotalasi prenose različitim frekvencijama, tada **više radio signala može postojati u istom prostoru** bez međusobne interferencije.
- WLAN-ovi se implementiraju **kao alternativa ili još češće kao proširenje** ožičenim LAN-ovim u zgradama ili manjim područjima.
- Zadnjih godina WLAN-ovi su stekli **ogromnu popularnost u brojnim oblastima**: zdravstvo, trgovina, proizvodnja, obrazovne institucije i td.
- Mobilna telefonija, bežični Internet kao i nadolazeće **bežične senzorske mreže** predstavljaju samo neke od krajnjih proizvoda ove tehnologije koja je **znatno promenila naš način življenja i ponašanja**.

VIII - Lokalne bežične računarske mreže

➤ **Bežična mreža** (*wireless network*) predstavlja povezivanje računara, digitalnih komunikacionih uređaja, mrežne opreme i raznih drugih uređaja putem radio talasa.

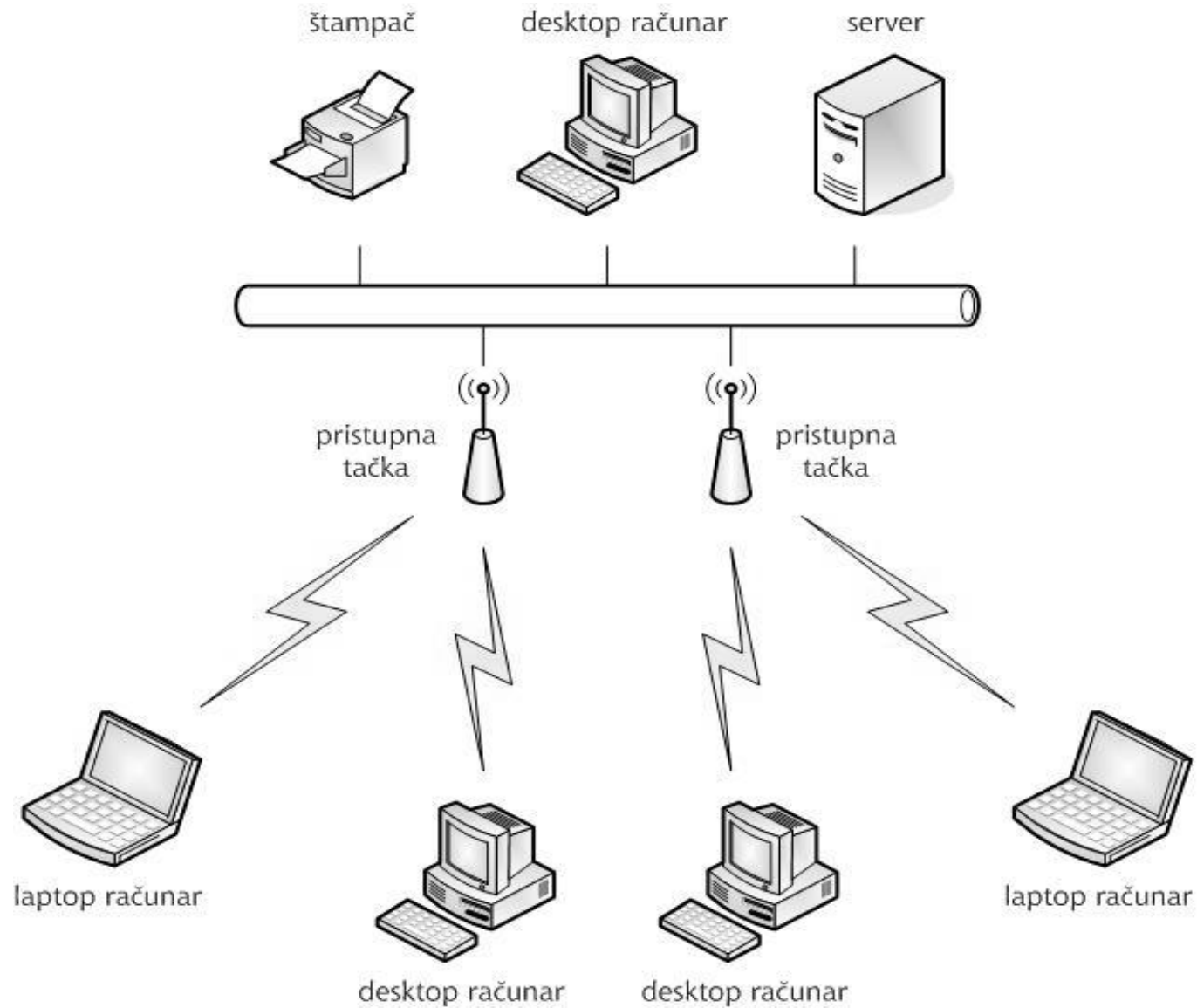
➤ Bežične mreže poseduju neke osobine koje predstavljaju veliku prednost u odnosu na žičano umrežavanje:

1. **Mobilnost klijenata**
2. **Laka mogućnost proširivanja**
3. **Brzo i jeftino uspostavljanje mreže privremenog trajanja**
4. **Jeftinije u odnosu na žičane**



➤ Primjenjuju se na mestima gde kablovsku (žičanu) infrastrukturu nije moguće postaviti ili je cena uvođenja takve strukture previsoka i na javnim mestima koja nude javni bežični pristup Internetu.

VIII - Povezivanje WLAN-a



VIII - Lokalne bežične računarske mreže

Bežične tehnologije koriste samo **neke delove elektromagnetnog spektra**:

1. radio(100Hz-10¹⁰Hz) - najbolja tehnologija za bežični prenos podataka
 - ✓ obezbeđuje **postojanost, integritet i bezbednost** veze.
 - ✓ ne preklapa sa konvencionalnim radio signalima zbog male energije
 - ✓ prednost im je da ne mora da se traži dozvola
2. mikrotalasni (10¹⁰Hz - 10¹²Hz) - koristi se kod satelitskog prenosa
 - ✓ pravolinijski prenos signala – ne prati zakrivljenost zemlje
 - ✓ atmosferski uslovi i čvrsti objekti ometaju prenos mikrotalasa
 - ✓ predviđa se da će to biti osnovno sredstvo za povezivanje na Internet
3. infracrveni (10¹²Hz-10¹⁴Hz) - zahteva optičku vidljivost uređaja
 - ✓ infracrvene signale nije regulisao FCC a to znači da za opremu koja se zasniva na infracrvenim talasima nisu neophodne licence.
 - ✓ infracrveni talasi ne prodiru kroz čvrste objekte, tako da su sigurniji od neovlašćenog prisluškivanja spolja.
 - ✓ na infracrvene talase ne utiče radio interferenca, mada jaka sunčeva svetlost, ili izvori toplote mogu da utiču na njih.
 - ✓ nemogućnost prodiranja kroz čvrste objekte, osetljivost na prepreke

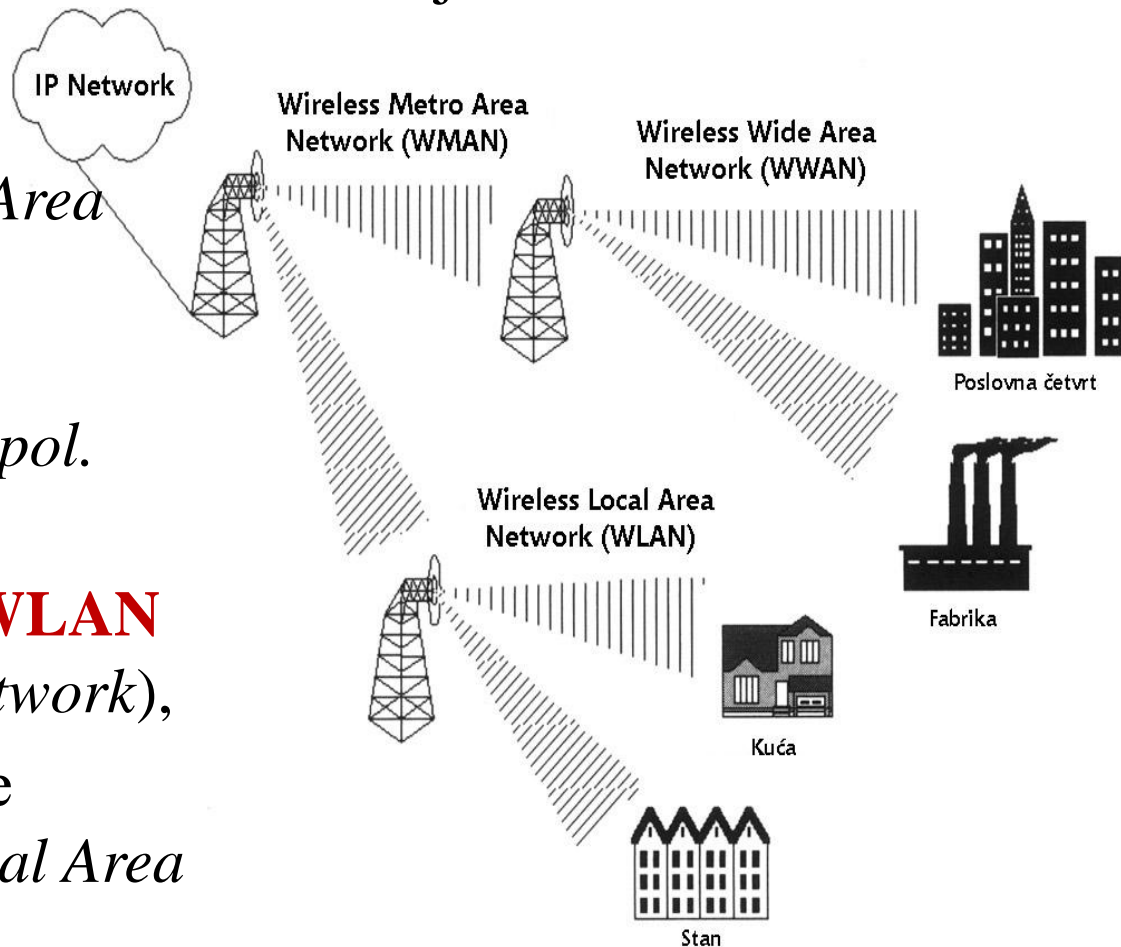
VIII – Podela WLAN-ova

Na osnovu načina **njihove realizacije**, bežične mreže mogu se podeliti u dve osnovne kategorije:

1. Bežične mreže koje zahtevaju određenu infrastrukturu

- **celularne mobilne mreže** – mobilna telefonija,
- **bežične računarske mreže.**

- bežične mreže na daljinu (**WWAN**-*Wireless Wide Area Network*),
- gradske bežične mreže (**WMAN**-*Wireless Metropol. Area Network*),
- lokalne bežične mreže (**WLAN** - *Wireless Local Area Network*),
- personalne bežične mreže (**WPAN**-*Wireless Personal Area Network*)



VIII – Podela WLAN-ova

2. Bežične mreže bez dodatne infrastrukture - *ad hoc* mreže

- **mobilne *ad hoc* mreže** (*Mobile Ad hoc Networks* – MANET) - to su mreže mobilnih računara **kojima rukuju korisnici** i takve mreže sačinjavaju: prenosni računari, mobilni telefoni, lični digitalni asistenti.
- **senzorske *ad hoc* mreže** (*Wireless Sensor Networks*) – predstavljaju mreže **samostalnih minijaturnih senzorskih uređaja**, koji su sposobni da potpuno autonomno registruju neki događaj, da isti obrade i bežičnim putem pošalju nadležnom uređaju.

VIII - Podela WLAN-ova

Bežične mreže

Bežični WAN-ovi

Celularne mobilne mreže

*GSM GPRS
CDMA 2000
W-CDMA
HSDPA
HSUPA*
14,4 kbps
144 kbps
2 Mbps
1G, 2G, 3G
Široko pokrivanje

Globalni satelitski sistemi

*GEO,
MEO,
LEO*
do 64 Mbps
Globalno pokrivanje

Pejdžing mreže

FLEX
1.2 kbps
REFLEX
6.4 kbps

Bežični MAN-ovi

Bežične komunikacije do krajnjeg korisnika i pristupi

*LMDS
MMDS*
10 Mbps
100 km

WiMAX
54 Mbps
50 km

Optički prenos u slobodnom prostoru

Infracrven i
2.5 Gbps
2 km

Bežični LAN-ovi

Kućni LAN-ovi

Bežični Ethernet
802.11 a/b/g
HyperLAN2
11 – 54 Mbps
100 m

Poslovni LAN-ovi

Bežični PAN-ovi

Kućni LAN-ovi

Personalne mreže

ZigBee
250 Kbps
100 m

WSN na licu mesta

Komunikacija na licu mesta
NFC

Bluetooth
1 Mbps
10 m

Senzorske mreže

RFID
40 kbps
1 m

UWB
100 Mbps
1 m

VIII - Osnovni elementi WLAN-a

- 1. bežični *host*-ovi** – kao i kod ožičenih mreža, *host*-ovi su krajnji uređaji koji izvršavaju aplikaciju. Bežični *host*-ovi mogu biti *laptop*-ovi, *palmtop*-ovi, *PDA*-ovi, telefoni, ili *desktop* računari. Sami po sebi *host*-ovi mogu, ali i ne moraju biti mobilni uređaji.
- 2. bežični putevi** – *host* se povezuje sa baznom stanicom ili drugim bežičnim *host*-om preko bežične komunikacione veze. Različite tehnologije bežičnih veza karakterišu se različitim brzinama prenosa kao i različitim dometom prenosa.
- 3. bazna stanica (BS)** - ključni je gradivni blok bežične mrežne mreže. Nasuprot bežičnim *host*-ovima i bežičnim putevima (vezama), BS nema svoj jasno izdefinerenciran ekvivalenat (pandan uređaj) kod ožičenih veza. BS je zadužena za predaju i prijem podataka (tj. paketa) ka ili od bežičnog *host* -a, kao i za koordinisanu predaju podataka većem broju bežičnih *host*-ova koji su pridruženi BS-u. Tačke pristupa (*Access Points*) kod 802.11 bežičnog LAN-a su tipični primeri BS-ova.

Komponente WLAN-a

1. Bežične WLAN kartice koriste se umesto standardnih LAN kartica ili modema. Imaju istu ulogu, koriste iste protokole i isto se ponašaju kao i kartice koje se koriste za standardnu mrežu s tim što za prenos podataka koriste radio talase (100-400m).



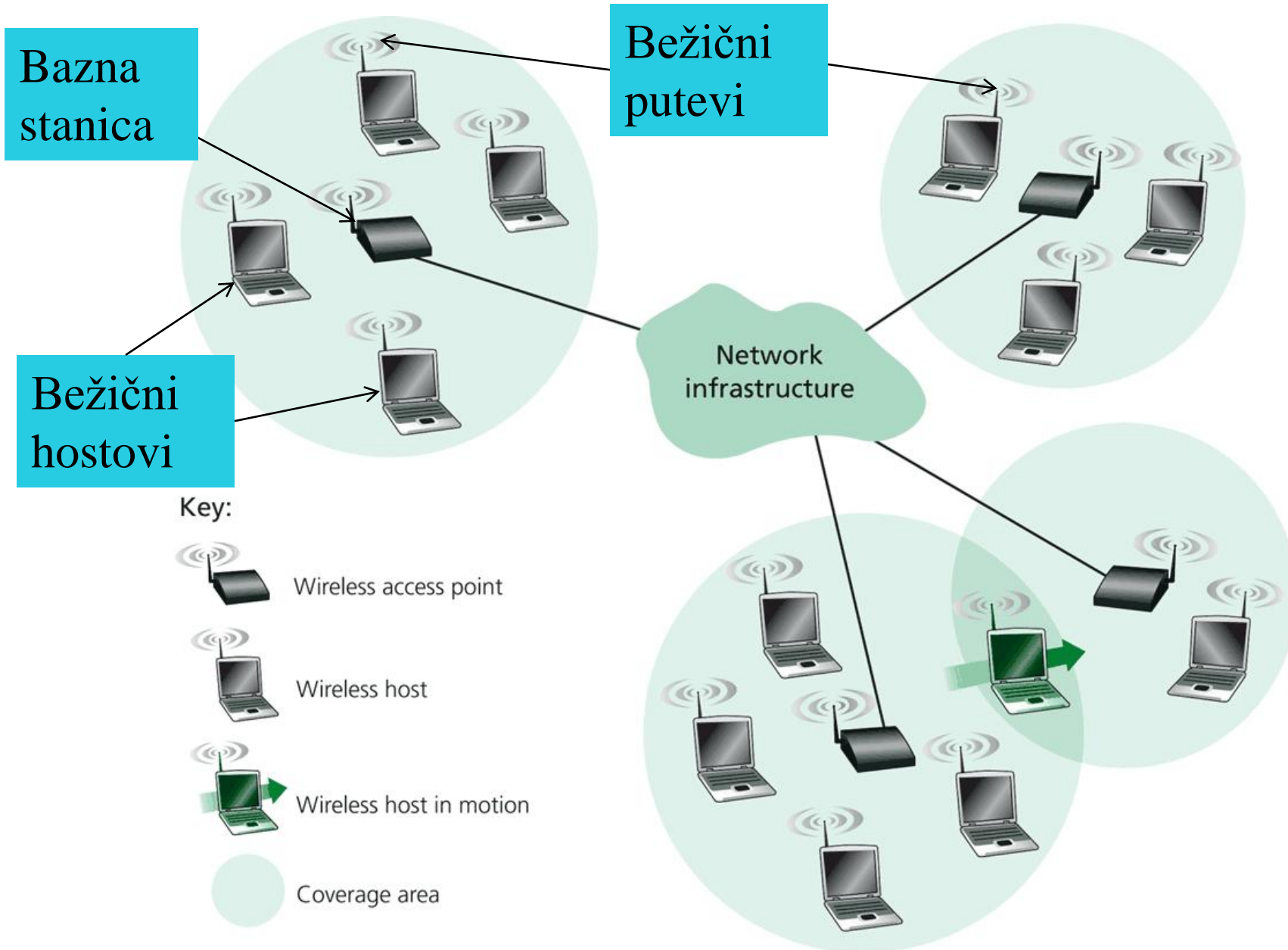
2. Access Point - služi za međusobno povezivanje klijenata i predstavlja centralni deo jedne mreže. Svaki *Access Point* ima integrisan konektor za antenu kao i konektor za LAN. Može da radi u nekoliko modova (*client, bridge i repeater mode*)



3. Za pokrivanje većeg prostora (500m do nekoliko km) koriste se **antene** koje se montiraju spolja. Antena koja se koristi na strani *Access Point*-a je **omni-direkciona (360°)** dok se na strani klijenta postavljaju **direkzione antene** kojih ima raznih tipova i pojačanja (*helix, parabolic, biquad, panel*)



VIII - Osnovni elementi WLAN-a



VIII - Karakteristike bežičnog prenosa

- **Slabljenje** - jačina elektromagnetnog polja **slabi nakon prolaska talasa kroz neku sredinu, kao na primer zid, kao i sa povećanjem rastojanja.** Prostiranjem signala u slobodnom prostoru dolazi i do disperzije radio talasa, a to dovodi do slabljenja signala. Ovaj efekat se naziva **path-loss**.
- **Interferencija** od drugih izvora - ako dva izvora radio signala **emituju u istom frekventnom opsegu** tada dolazi do međusobne interferencije. Zbog toga za očekivati je da ako oba sistema rade istovremeno tada i oba neće raditi dobro. Pored toga **usled smetnji od drugih izvora**, kakve su recimo smetnje od motora ili mikrotalasnih peći, može doći do pojave šuma, a to će takođe rezultirati do pojave interferencije.
- **Propagacija** duž više različitih puteva (*multipath propagation*) - javlja se kada se **deo elektromagnetnih talasa reflektuje od objekata ili zemlje**, pa su dužine puteva talasa od predajnika do prijemnika različite. Pokretni objekti između predajnika i prijemnika mogu uzrokovati ***multipath propagation*** koja je promenljiva sa vremenom. ***Multipath propagation*** zbog uticaja **refleksije talasa od jonosfere** ili drugih objekata može da dovede do **pojave *fading*-a**, tj. privremenog gubitka signala.

VIII - Tehnike prenosa bežičnog signala

- Bežične komunikacije su **daleko nepouzdanije od žičanih**.
- Koristi se ne samo moćna CRC tehnika za otkrivanje grešaka u prenosu, nego i **ARQ protokol** na nivou veze kojim se zahteva kompletna retransmisija poruka u slučaju kada dođe do greške
- Postoje **problemi kada se koristi jedna noseća frekvencija**:
 - ✓ **interferenca od drugih uređaja** (prijem signala blizu nekog jakog uređaja) ili što neko može **namerno da ometa prenos signala**
 - ✓ **neautorizovani "uljezi" lakše mogu da presretnu signale**
- 802.11 standard koristi **široki spektar** (*spread spectrum*), tehnologija koja umesto da koristi uski frekventni opseg, **emituje signale u širokom spektru preko šireg opsega frekvencija** (tj. većeg propusnog opsega).
- Signali su **manje sklonim interferencama**, koje obično utiču samo na manji broj frekvencija. Osim toga, **obezbeđena je bolja zaštita**.
- Potencijalni "uljez" koji prisluškuje na određenoj frekvenciji **dobija samo manji deo signala**, koji mu izgleda kao šum.

DSSS(Directe Sequence Spread Spectrum)

- Predstavlja šemu koja **prenosi podatke snopom bitova** (jedan bit se šalje **preko različitih frekvencija**) koje generiše predajna stanica.
- DSSS proširuje jedan bit podataka na više njih. Zahvaljujući tome, predajnik funkcioniše na većim bitskim brzinama, tako da se signal prostire **preko šireg propusnog opsega**.

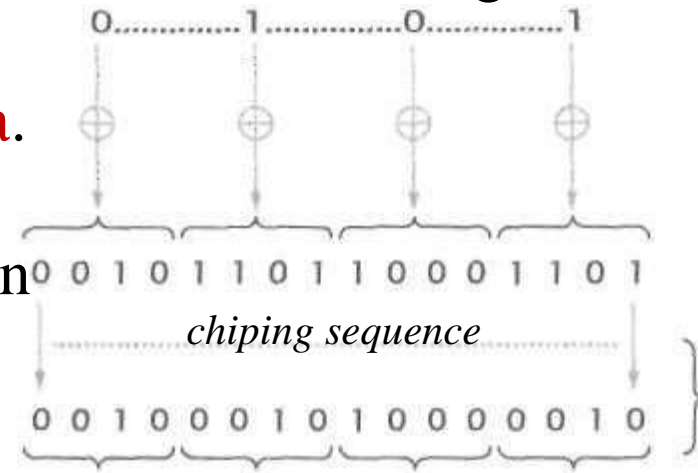
1. Predajni uređaj **startuje sa stringom podataka**.

2. Za svaki bit podataka generiše se **pseudonasumično izabrani niz bitova**, nazvan **chipping sequence** sa n bitova.

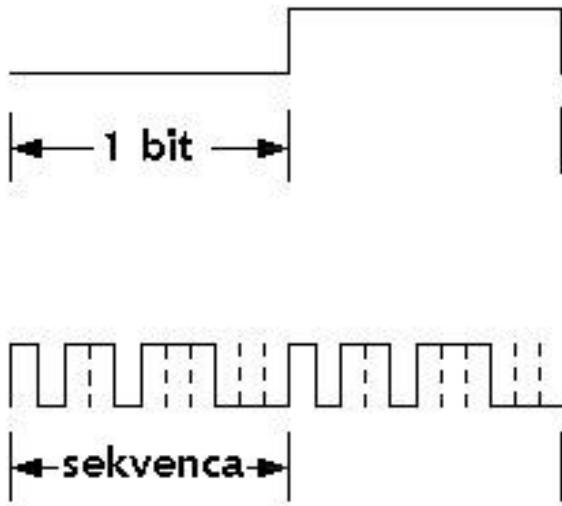
3. **Kombinuje se svaki bit podataka i chipping sequence** za kreiranje **chip koda** dužine n b. chip kod za 0 chip kod za 1 chip kod za 0 chip kod za 1

4. Korišćenje svakog **chip koda** za modulaciju signala za svaki originalni bit podataka i **izvođenje operacije isključivo ILI između svakog bita podataka** i bita u odgovarajućoj sekvenci.

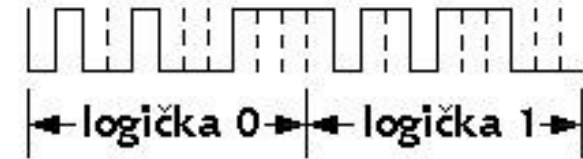
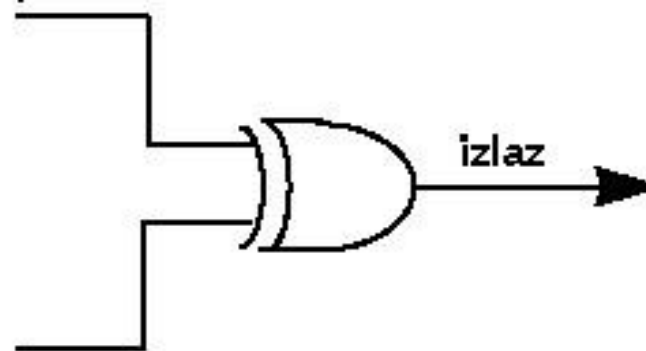
5. Rezultat je **sekvenca 4-bitnih chip kodova**, po jedan za svaki bit. Za 0 imamo 4-bitnu grupu nasumičnog šablona, a za 1 komplement te grupe. 802.11 standard koristi 11-bitnu **chipping sequence-Barkerov kod**



DSSS(Directe Sequence Spread Spectrum)

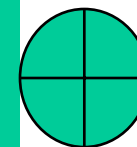
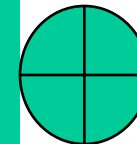
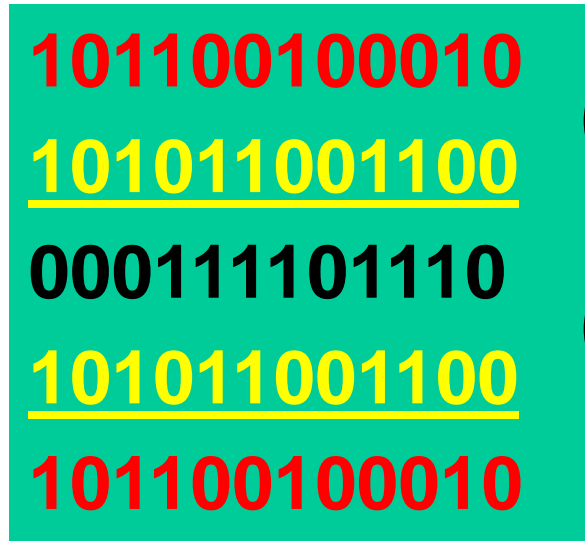


podaci



010010001111011011100

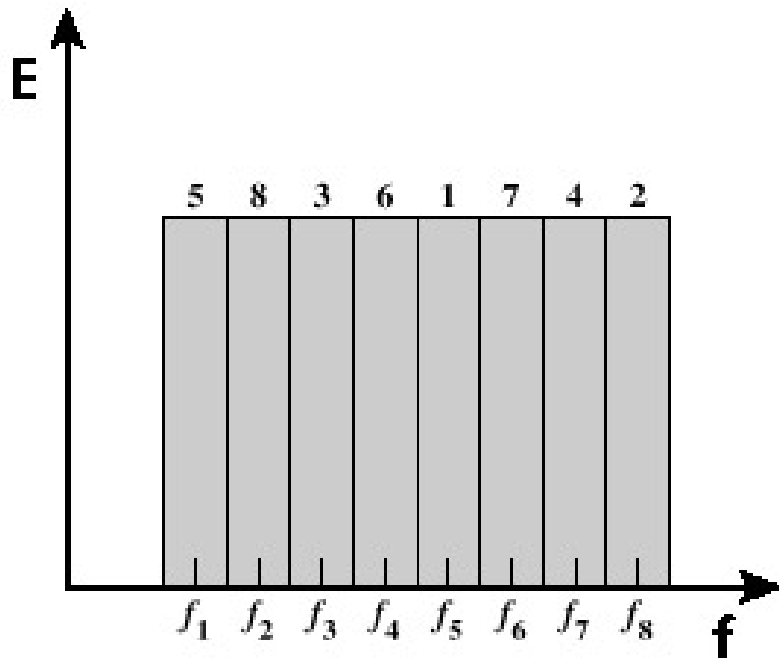
11-bitni Barkerov kod
1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0



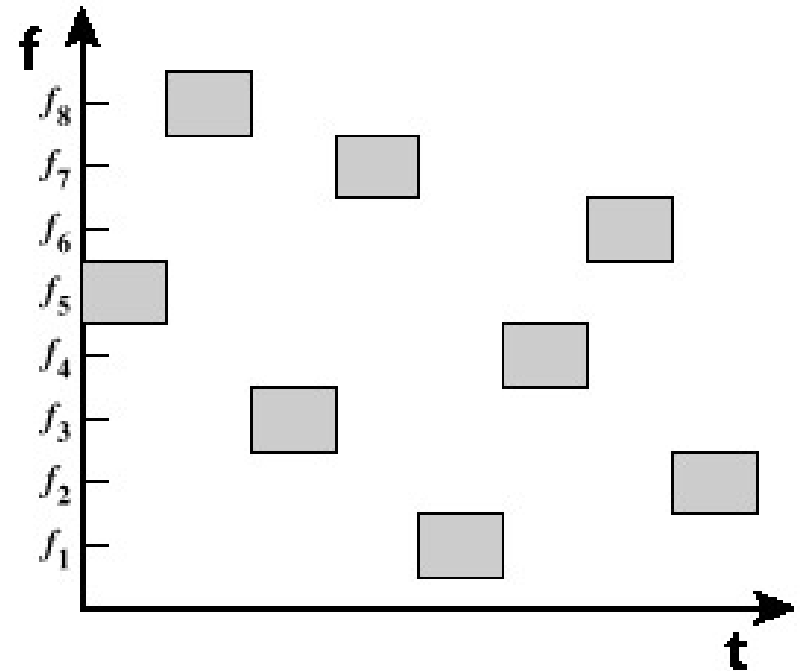
FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)

- Prenosni signal **menja frekvencu po modelu** koji znaju oba učesnika.
- Ovde se **definišu nizovi frekvencija od f_1 do f_n** - emisioni spektar.
- U kraćim periodima FHSS koristi **uskopojasne prenose**, ali u dužim periodima koristi **široki propusni opseg**.
- Uređaj za prenos u određenom periodu **koristi frekvenciju f_1** , pa zatim prelazi na **f_2** , zatim na **f_3** , i td. Ovaj šablon se nastavlja sve dok uređaj vrši prenos preko frekvencija u fiksnom periodu. **Kada završi prenos preko frekvencije f_n , ponovo počinje od f_1** .
- Ukoliko **ne zna sekvencu frekvencija i trenutke za prebacivanje** frekvencija, "uljez" neće moći da presretne, ili omete signal.
- Uređaj utvrđuje frekvencije **pomoću pseudonasumičnog generatora**
- Prijemni uređaj koristi isti algoritam i **generiše isti set frekvencija**, što omogućuje podešavanje na odgovarajuću frekvenciju i prelazak na nju.
- Za razliku od konvencionalnih radio emisija, FHSS prenos **ne zahteva licenciranje kod FCC**, sve dok je jačina signala **manja od 1W**.
- FHSS za WLAN mreže obično funkcionišu između **2,4 i 2,483 GHz** i koriste do **79 zasebnih kanala**, čime su obezbeđena **22 različita šablona**

FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)



dodela kanala

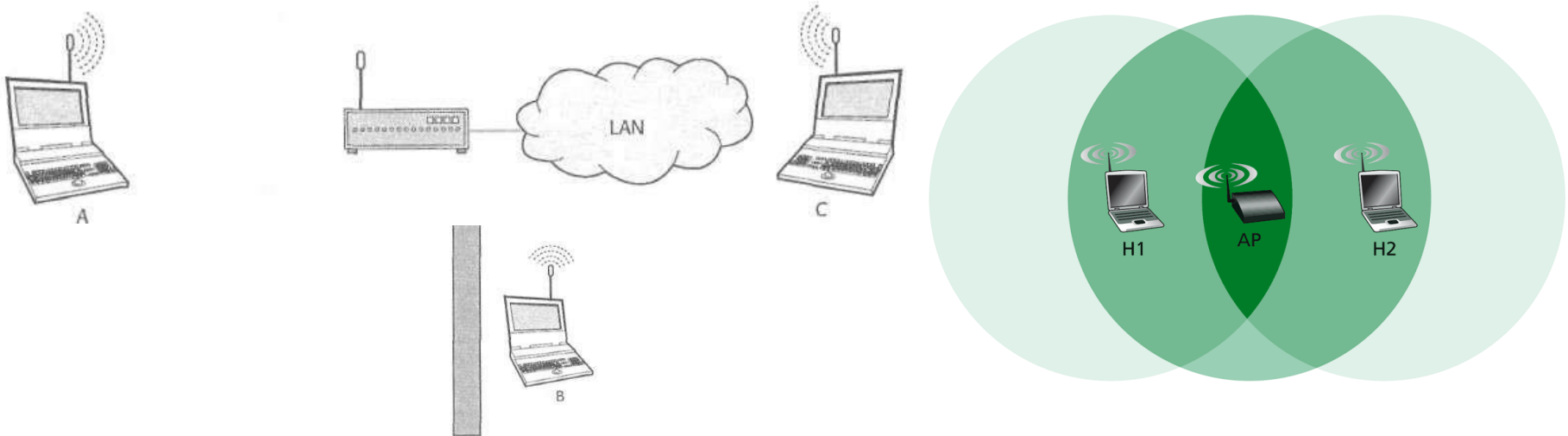


upotreba kanala

Tehnike rešavanja kolizija na medijumu

Skrivena stanica – dva uređaja (A i B) šalju informacije do pristupne tačke, koristeći infracrvene talase. Ako postoji čvrsta prepreka (zid) između njih, ni jedan uređaj ne može da registruje signal onog drugog.

Korišćenje radio talasa - iako se pristupna tačka nalazi u dometu A i C signala, uređaji A i C mogu da budu toliko udaljeni da njihovi signali ne mogu da dopru jedni do drugih.

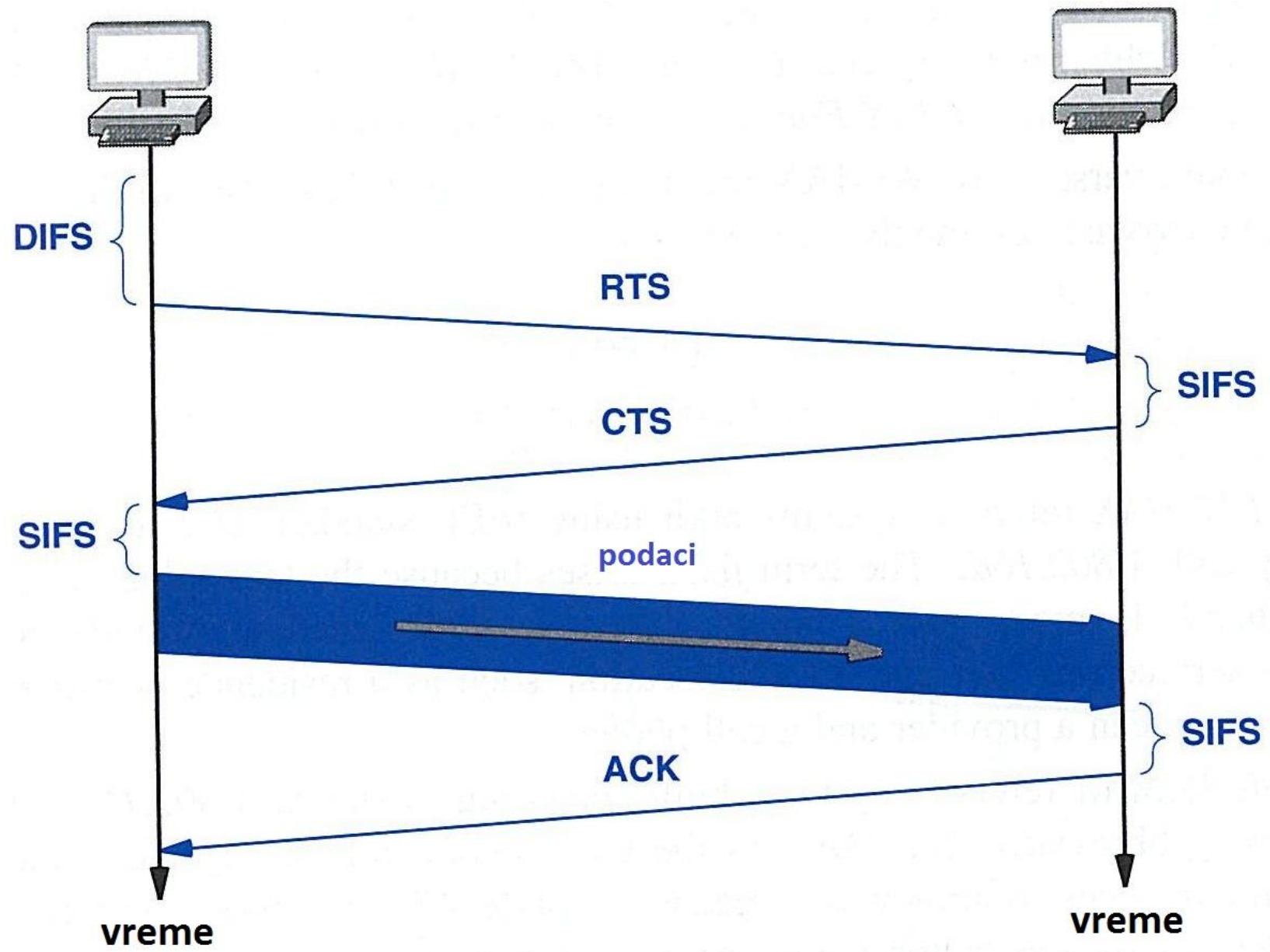


➤ neophodno primeniti novo rešenje na MAC nivou pod nazivom DCF (***Distributed Coordination Function***), koji implementira CSMA/CA (***Carrier Sence Multiple Access njith Collision Avoidance***).

Način funkcionisanja protokola CSMA/CA

- **Osluškuje medijum** i ako je medijum zauzet, čeka da se oslobodi.
- Kada registruje slobodan medijum, **čeka dodatni period koji se koristi za prioritizaciju aktivnosti**. Vreme čekanja definisano je sa **SIFS** (*Short Interframe Space*) i **DIFS** (*DFC Interframe Space*), koji je duži od SIFS
- Kada se uređaj bori za medijum, on čeka na **DIFS**.
- Kada dočeka **DIFS**, ako je medijum i dalje slobodan, on šalje RTS (*Request to Send*) okvir do određene tačke.
- RTS okvir uključuje trajanje perioda za slanje.
- **Određena tačka prima RTS okvir**, proverava da li je medijum slobodan i ako jeste ubacuje **SIFS**. Ako je medijum i posle toga slobodan **šalje CTS** (*Clear to Send*) nazad do izvornog uređaja
- Kada izvorni uređaj **dobije CTS** (dozvola za slanje podataka) ubacuje **SIFS** i nakon toga šalje svoj okvir sa podacima.
- Ovde se primenjuje izbegavanje kolizije. Kako drugi uređaji znaju za prenos i koliko on traje, **ne pokušavaju da u tom periodu nešto pošalju**.
- Kada određite primi okvir sa podacima, **vraća ACK okvir**.
- Kada **istekne definisani period**, svi uređaji ponovo počinju **da se bore za pristup medijumu**.

Način funkcionisanja protokola CSMA/CA

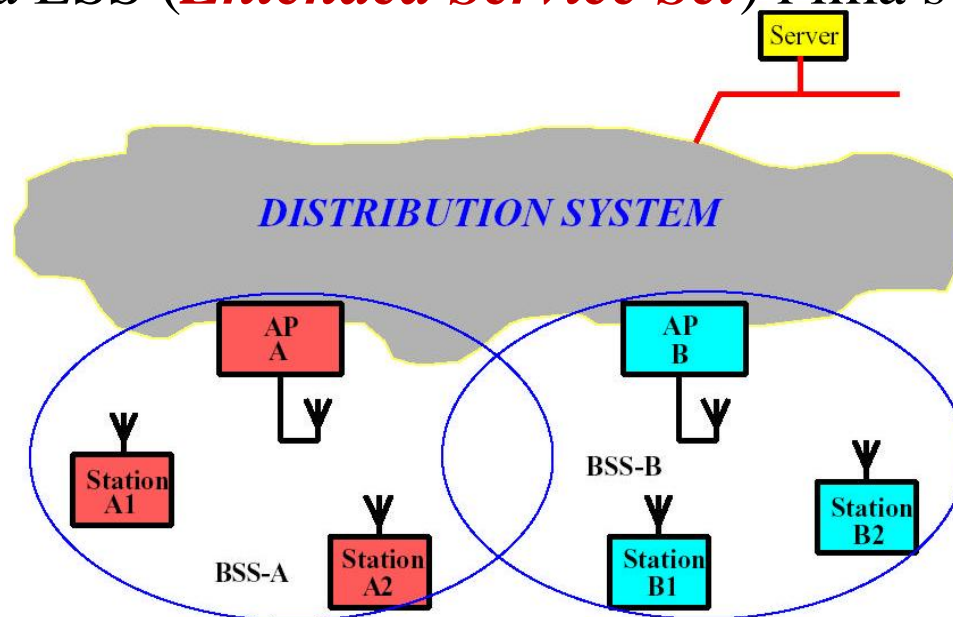


Standardi bežičnog prenosa

TEHNOLOGIJA	TIP MREŽE	PRENOS	DOMET	FREKVENCIJA
Wi-Fi IEEE 802.11	WLAN	1-2 Mb/s	do 300 m	2,4 GHz
Wi-Fi IEEE 802.11a	WLAN	54 Mb/s	do 300 m	5,1-5,8 GHz
Wi-Fi 802.11b	WLAN	1-11 Mb/s	do 300 m	2.4-2,485 GHz
Wi-Fi 802.11g	WLAN	do 54 Mb/s	do 300 m	2.4-2,485 GHz
WiMAX 802.16d	WMAN	do 75 Mb/s	6 do 10km	niže od 11 MHz
WiMAX 802.16e	Mobile WMAN	do 30 Mb/s	2 do 6 km	2 do 6 MHz
Wibro 802.16e	WLAN	do 50 Mb/s	1-5 km	2.3 GHz
Bluetooth 802.15	WPAN	1-2 Mb/s	10 –100 m	2.4 GHz
Infracrveni zraci	WPAN	4 Mb/s	1-2 m	Infracrveni opseg
Ultraširokopojasni	WPAN	100-500 Mb/s	10 m	3.1-10.6 GHz

Adresiranje kod WLAN-a

- 802.11 protokol, kao i drugi protokoli, ima **tačno definisan format okvira** i definiše **četiri različita adresna polja za svaki okvir**.
- Osnovni gradivni blok arhitekture 802.11 je označen je kao BSS (**Basic Service Set** - osnovni servisni skup) koji predstavlja skup bežičnih uređaja sa jednim AP uređajem koji koriste isti radio kanal.
- BSS može da sadrži **veći broj stanica** (A1,A2,...,An u BSS-A) i 1 AP.
- Više BSS-ova može da se poveže preko sistema distribucije (**DS—distribution system**) čija arhitektura nije definisana 802.11 standardom
- Mreža se sada naziva ESS (**Ehtended Service Set**) i ima svoj sopstveni identifikator **ESSID**



Adresiranje kod bežičnih mreža

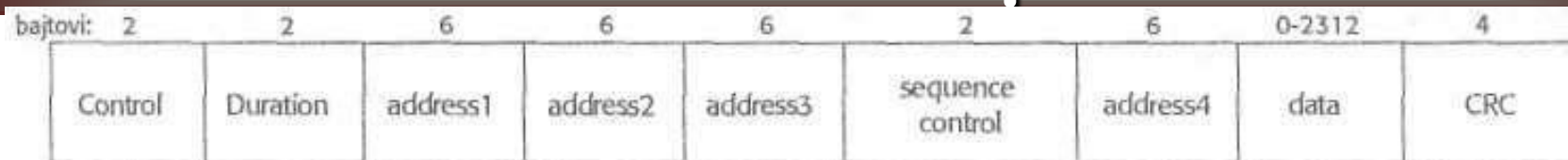
1. stanica A1 šalje okvir do stanice A2. Obe stanice se nalaze u istom BSS-u i AP nije uključen u prenos. Adresa 3 jednostavno predstavlja ID BSS-a, a Adresa 4 se ne koristi.
2. A1 šalje okvir namenjen uređaju B2. Adresa 1 definiše AP-A, a Adresa 2, kao i ranije, označava izvor A1. Razlika je u tome što ovde prijemnik (AP-B) nije i eventualno odredište. Polje Adresa 3 definiše B2 kao odredište. Ovo je neophodno kako bi AP-A rutirao okvir.
3. AP-A (polje Adresa 2) prenosi okvir, a AP-B (polje Adresa 1) treba da primi taj okvir. Ni jedan od njih nije originalni izvor niti eventualno odredište. Polja Adresa 3 i Adresa 4 naznačavaju B2 i A1, respektivno.
4. okvir napušta DS dok ga AP-B prenosi do B2. Odredište i prijemnik su isti (B2), ali su predajnik (AP-B) i izvor (A1) različiti.

Adresa 1 uvek definiše uređaj koji treba da primi okvir.

Adresa 2 uvek definiše uređaj koji prenosi okvir.

	Opis	Adr1	Adr2	Adr3	Adr4
1	A1 šalje stanici A2	A2	A1	BSS-A	
2	Stanica A1 šalje stanici B2 (do AP-A)	AP-A	A1	B2	
3	AP-A šalje do AP-B (okvir je od A1)	AP-B	AP-A	B2	A1
4	AP-B šalje do stanice A2		B2	AP-B	A1

Format okvira poruke



Control - dugačko **dva bajta** i sadrži sledeće elemente:

- To **DS bit** - ovaj bit se postavlja kada **okvir ide ka DS-u** (slučaj 2 i 3).
- From **DS bit** - ovaj bit se postavlja kada okvir **dolazi sa DS-a** (3 i 4).
- **More Fragment bit** - protokol dopušta **deljenje okvira na fragmente** koji se se šalju nezavisno, zatim se na odredištu sastavljaju. Postavljen bit označava **da je tekući okvir podeljen na fragmente**.
- **Retry bit** - ovaj fleg se postavlja **kada se okvir prenosi drugi put**
- **Dvobitni broj verzije** - definiše **tekuću verziju korišćenog protokola**.
- **Dvobitno polje Type** - 2-bitno polje *Type* označava da li tekući okvir **sadrži podatke, kontrolne informacije, ili je reč o upravljačkom okviru**.
- **4-bitno polje Subtype** - Polje *Subtype* dalje artikuliše **namenu okvira**.
Na primer, 2-bitni kod 01 ukazuje na kontrolni okvir.

Duration ukazuje na **period u kome se odvija razmena RTS/CTS okvira**.

Sequence Control sadrži sekvencu koja se koriste za **kontrolu toka**.

Data je jasno samo po sebi sadrži **payload podatke**

CRC se koristi za **kontrolu grešaka**.

Sigurnost bežičnog prenosa

- **MAC filtriranje** - najjednostavniji oblik zaštite, radi na osnovu liste dopuštenih/zabranjenih MAC adresa, tj hardverskih adresa.
- **IP filtriranje** - također dodatni oblik zaštite, napadač koji se prijavi na AP trebalo bi da na svom uređaju ima neku od dopuštenih IP adresa.
- **WEP enkripcija** - skraćenica za “*Wired Equivalency Privacy*”, originalni standard za bežičnu enkripciju koji koristi 128 i 256-bitne ključeve. Prevaziđen jer je pronađena efikasna metoda za njegovo razbijanje. Postoje brojni programi koji to omogućuju: Aircrack-ng, Weplab, WEPCrack i Airtsnort.
- **WPA, WPA2** - “*Wi-Fi Protected Access*”. Koristi EAP autorizaciju preko Radius servera uz metodu deljenog ključa (*Pre-Shared Key* - PSK). Kod WPA, podaci su standardno šifrirani RC4 protokolom, a kao sigurnosni algoritam koristi se TKIP. Kod WPA2, podaci su šifrirani sa AES protokolom a kao sigurnosni algoritam koriste CCMP.
- **TKIP** (*Temporal Key Integrity Protocol*), je sigurnosni protokol koji se koristi u WPA/WPA2, namenjen da zameni nesigurni WEP bez da korisnici moraju menjati opremu.

Tehnologije bežičnog prenosa - Bluetooth

- 1. Bluetooth** - bežična tehnologija koja omogućava neposrednu komunikaciju elektronskih uređaja **na bliskim rastojanjima** (oko 10m).
- ✓ Danas se preko *bluetooth*-a **vrši povezivanje i razmena informacija između uređaja** kao što su: laptopovi, štampači, tastature, slušalice, ...
 - ✓ Bluetooth bežična tehnologija prvobitno je razvijena **kao tehnologija za bežično povezivanje mobilnih aparata i njihovih dodataka**.
 - ✓ Osnovne osobine su **robusnost i ekonomičnost u potrošnji energije**.
 - ✓ Bluetooth uređaji rade u frekvencijskom opsegu od **2,4-2,4835 GHz**, tj. u ISM (*Industrial-Scientific-Medicine*) opsegu (koriste FHSS).
 - ✓ Primenom Bluetooth tehnologije deli se raspoloživi spektar (83,5MHz) u **79 komunikacionih kanala širine 1 MHz**. Radio-primopredajnici **preskaču s kanala na kanal na pseudo-slučajni način** u komunikaciji.
 - ✓ Kanal je podeljen u **vremenske odsečke trajanja 625 ms**, a za svaki pojedini odsečak određuje se drugačija frekvencija preskakanja.
 - ✓ To rezultira nominalnom **frekvencijom od 1600 preskoka u sekundi**.
 - ✓ Bluetooth uređaji mogu prenositi podatke **brzinama 1 Mbps ili 3Mbps**.

Tehnologije bežičnog prenosa - Wi-Fi

2. Wi-Fi (Wireless Fidelity) - prva među brzim bežičnim tehnologijama koja koristi širokopojasni prenos. Primenu nalazi u WLAN-ovima, a koristi tri Wi-Fi standarda proizvedena od strane *IEEE-a*

- ✓ **802.11a** – standard nastao istovremeno kad i 802.11b, radi na 5 GHz spektru, te raspolaže s brzinama prenosa i do **54 Mb/s**. Iako ima velike brzine prenosa, slabo je prihvaćen na tržištu zbog nekompatibilnosti sa 802.11b standardom, cene, te slabijih dometa.
- ✓ **802.11b** – sa brzinama prenosa do **11 Mb/s** i frekvencijskim područjem od 2.4 GHz prihvaćen je na tržištu kao prva metoda sa prihvatljivim brzinama, cenom i kompatibilnošću sa ostalim standardima. Danas ga koristi gotovo 95% korisnika WLAN-a.
- ✓ **802.11g** – nastao sa ciljem da se na frekvencijskom području od 2.4 GHz postignu veće brzine od **20 Mb/s**. On postiže brzine i do **54 Mb/s**, a ostao je kompatibilan sa 802.11b standardom. Ova metoda zadovoljava tržište a i dalje ostaje kompatibilna sa 802.11a i 802.11b standardom.

Tehnologije bežičnog prenosa - WiMAX

3. WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

- ✓ WiMAX je zamišljen da **istovremeno omogućuje VoIP** (*Voice over Internet Protocol* – internet telefonija), **video**, i **pristup Internetu** a bazira se na novom IEEE-ovom standardu – **802.16**.
- ✓ Ova tehnologija koristi se u WMAN mrežama
- ✓ **802.16** – standard koji **pruža bežičnu povezanost mobilnih korisnika**, ali su ipak ograničeni na oko **50 kilometara**.
- ✓ Iako se korisnici mogu kretati, WiMAX još uvek **nije namenjen tome**.
- ✓ Brzina prenosa podataka je velika, **do 75 Mb/s**, a radi na frekvencijama od **2 do 11 GHz**.
- ✓ Širina veze dovoljna je da istovremeno omogući **nekoliko hiljada veza sa brzinom od 1 Mb/s** DSL pristupom.
- ✓ Važno je napomenuti kako su istraživanja pokazala da ovih **50 km** u realnim uslovima se svodi na nekih **5 do 8 km**.

3G tehnologije

4. 3G – Third generation

- ✓ Mobilne sisteme treće generacije odlikuju **veliki kapacitet, velike brzine prenosa podataka** kao i **niz novih korisničkih servisa**.
- ✓ Pored uobičajenih servisa, kao što su **slanje i prijem elektronske pošte i preuzimanje audio i video sadržaja putem Interneta**, na raspolaganju su **video telefonija i video pošta**. Razdaljine se kreću od 2-8 km.
- ✓ Objedinjen je zemaljski fiksni i mobilni, kao i kosmički segment.
- ✓ 3G sistemi omogućuju globalni *roaming* **nezavisan od lokacije korisnika, mreže ili korišćenog terminala**.
- ✓ U 2G sistemima omogućena brzina prenosa podataka bila je oko **9.6kb/s** što je nedovoljno za većinu servisa.
- ✓ Sa GPRS servisom, dostignuta je brzina od **115 kb/s**, pa se smatra naprednijom, 2,5G generacijom, dok je **EDGE tehnologija** omogućila **384 kb/s** i shodno tome promovisana u 2,75G.
- ✓ U okviru 3G sistema definisane su i minimalne brzine prenosa u zavisnosti od mobilnosti korisnika (**200 kb/s**), ali je u praksi, uz ograničenu mobilnost korisnika, moguće ostvariti prenos i od **2Mb/s**.

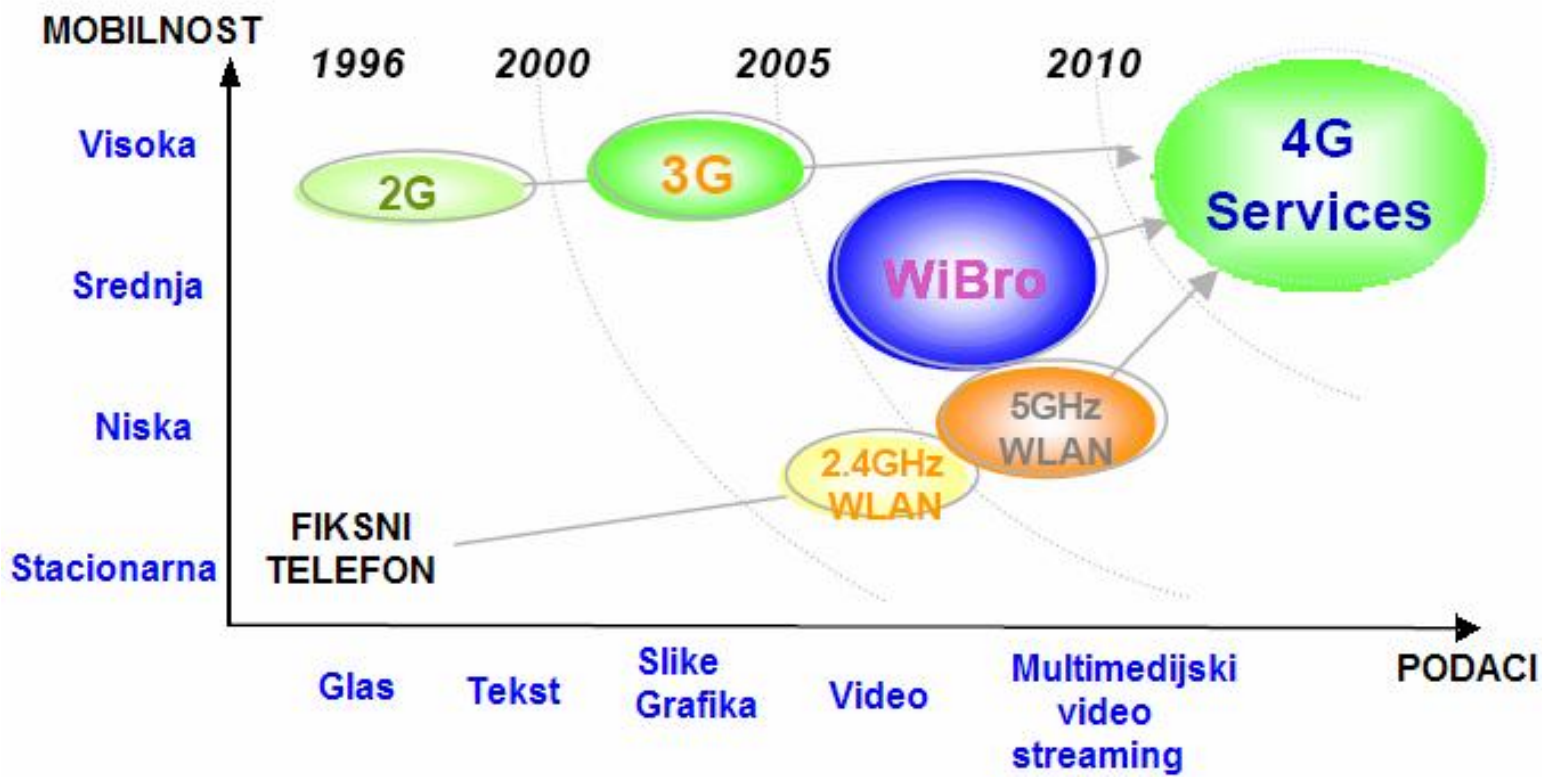
UWB Ultra Wide Bandwidth

5. UWB – Ultra Wide Bandwidth

- ✓ Svojom širinom kanala kao i brzim prenosom podataka, idealan za kućnu upotrebu
- ✓ Koristi se za kao bežični USB i povezuje uređaje za zabavu.
- ✓ Veza je vrlo kratkog rastojanja, svega 10-tak metara
- ✓ Brzina prenosa od 110 do 480 Mb/s.
- ✓ Radi na frekvencijama 7.5 GHz
- ✓ Koristi se u WPAN-u i opisan je kao standard 802.15.3a.

Dalji razvoj bežičnih mreža

- Prednost uvođenja WLAN-ova se sastoji u **velikoj udobnosti njihovog korišćenja, brzom i jednostavnoj implementaciji i efikasnoj integraciji.**
- Nove generacije opreme za bežično povezivanje (IEEE 802.11n) podržavaju brzine prenosa do **300Mb/s** tako da se pored standardnog pristupa Internetu, slanja *E-mail*-ova, prenosa podataka i govora koje su omogućavali 802.11g/a standardi, otvara i **moćnost prenosa videa.**



4G tehnologije

- Verovatno najvažniji razlog za forsiranje migracije mobilnih TK sistema ka 4 generaciji jeste potreba za formiranjem globalnog sistema koji karakterišu velike brzine prenosa podataka, globalni roaming i mnogobrojni servisi sa odgovarajućim kvalitetima servisa-*QoS*
- Formiranje globalnog sistema podrazumeva integraciju fiksne, mobilne (celularne) i satelitske mreže kao i WLAN mreže.
- Inicijalna testiranja mreže četvrte generacije pokazala su da je pored praktično neograničene mobilnosti korisnika moguće ostvariti brzinu prenosa između 20Mb/s i 100Mb/s.
- U laboratorijskim uslovima ostvaren je protok od neverovatnih 1Gb/s.
- Velika brzina protoka podataka, omogućila je da se putem mobilnog terminala paralelno koristiti nekoliko multimedijalnih aplikacija.
- 4G tehnologiju možemo definisati kao mrežu koja koristi Internet protokol u cilju kombinovanja različitih vrsta pristupnih mreža.
- To podrazumeva integraciju 2G (*GSM*), 2.5G (*GPRS, EDGE*), 3G (*UMTS, CDMA2000*), 3.5G (*HSDPA*) ćelijskih mreža sa javnim, kućnim, poslovnim kao i ad-hoc mrežama.

5G tehnologija-tehnologija budućnosti

- Tehnologija 5G je sledeća generacija u odnosu na 4G LTE mreže, koja može da ponudi **brzine prenosa podataka od nekoliko desetina Gbps**.
- Omogućiće korisnicima prenos velikih fajlova, **korišćenje zdravstvenih usluga na daljinu**, ali i **skidanje filmova za manje od sekunde**, praktično bez ograničenja.
- 5G internet je potpuno **novi način bežičnog pristupa Internetu** koji primenjuje novu, mnogo razvijeniju tehnologiju od klasične bežične tehnologije, što omogućuje daleko bržu i stabilniju vezu.
- Jedini uslov predstavlja **postojanje tehničkih mogućnosti**, odnosno udaljenost od najbližeg 5G predajnika (mreža se konstantno širi) i **optička vidljivost između predajnika i vaše lokacije**, kao i mogućnost montaže antene na vašu kuću ili stan.
- Ukoliko optička vidljivost postoji, ali je udaljenost od predajnika veća, **može se montirati jača antena i prijemnik**.

Karakteristike mobilnih tehnologija

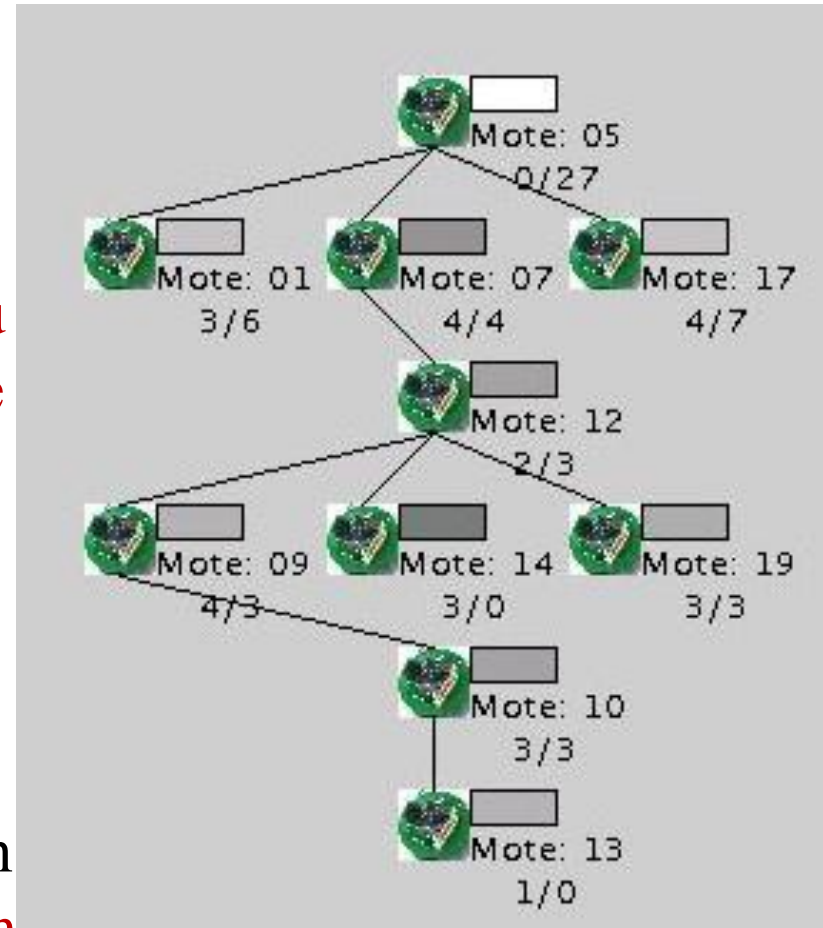
- **Prva generacija, 1G (1980):** prvi mobilni telefoni u upotrebi bili su analogni. Mada su u svoje vreme bili revolucionarni, oni su nudili veoma niske nivoe efikasnosti propusnog opsega i bezbednosti.
- **Druga generacija (1991), 2G:** telefoni su se zasnivali na digitalnoj tehnologiji i nudili su mnogo bolju efikasnost propusnog opsega, bolju bezbednost i nove mogućnosti kao što su tekstualne poruke i komunikacije sa malim brzinama prenosa podataka.
- **Treća generacija, 3G (1998):** Cilj ove tehnologije je bio da se omogući brz prenos podataka. Prvobitna tehnologija je proširena da bi omogućila podatke do **14 Mb/s** i brže.
- **Četvrta generacija, 4G (2008):** Ovo je tehnologija potpuno oslonjena na IP koja je u stanju da obezbedi brzine podataka do **1 Gb/s**.
- **Peta generacija, 5G (2020):** mobilna tehnologija koja mora da obezbedi značajan porast u odnosu na prethodne sisteme – brzine od nekoliko **10 Gb/s** kao i daleko bolji nivo povezanosti i pokrivanja. Za to je izmišljen izraz **World Wide Wireless Web**, ili **WWWW**. Potreba da se omogući da komuniciraju stvari – **Internet of things**

Ad HOC mreže

Pretpostavimo da imamo na raspolaganju neku vrstu uređaja za bežičnu komunikaciju, koji ima ograničen domet.

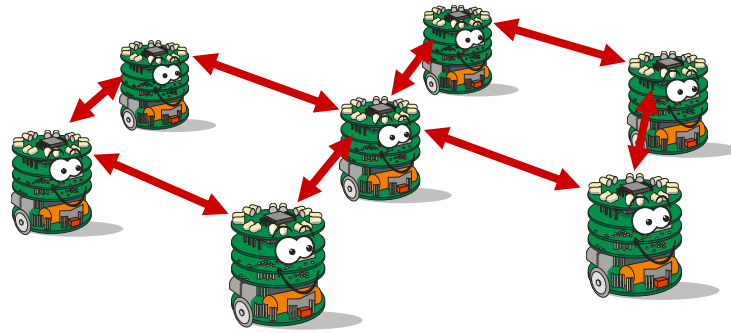
Koje mogućnosti imamo ako želimo da komuniciramo sa nekim?

1. da povežemo naš bežični uređaj na postojeću žičanu infrastrukturu i zatim koristimo postojeću mrežnu infrastrukturu za transport.
2. izgradnja mreže baznih stanica pomoću kojih bismo dobili mogućnost celularne komunikacije. Ovo je bolje rešenje, ali je veoma skupo.
3. da pretpostavimo da mnogo elektronskih uređaja oko nas poseduje istu mogućnost bežične komunikacije kao i uređaj kojim raspolažemo, a zatim da ih koristimo kao posrednike prilikom transporta.



Ad Hoc mreže

Poruka skače sa jednog mobilnog čvora na drugi. Svaki čvor se ponaša kao posrednik i poseduje mogućnost rutiranja poruka.



➤ Tehnologija koja omogućava da se svaki elektronski uređaj ponaša na sličan način već postoji - **Bežične Senzorske mreže**.

➤ Prednosti ovakvog načina komunikacije:

1. **jednostavna instalacija i nadogradnja**
2. **skromni zahtevi** za postojećom infrastrukturom
3. **niska cena** i jeftino održavanje
4. **velika fleksibilnost**

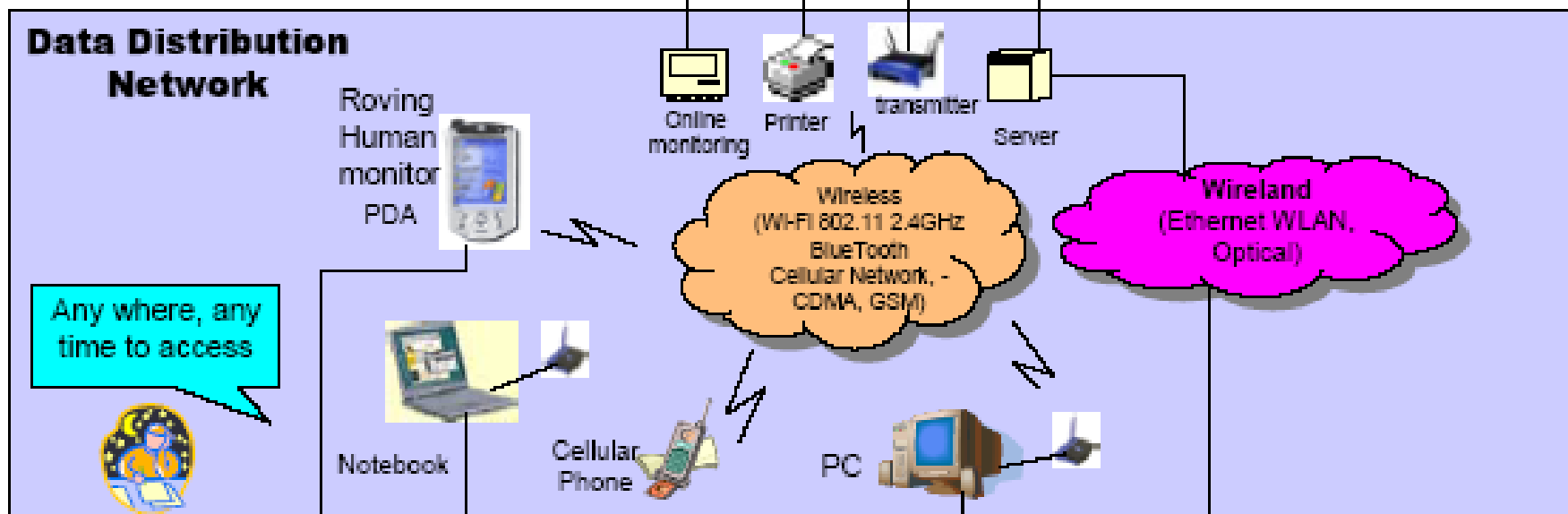
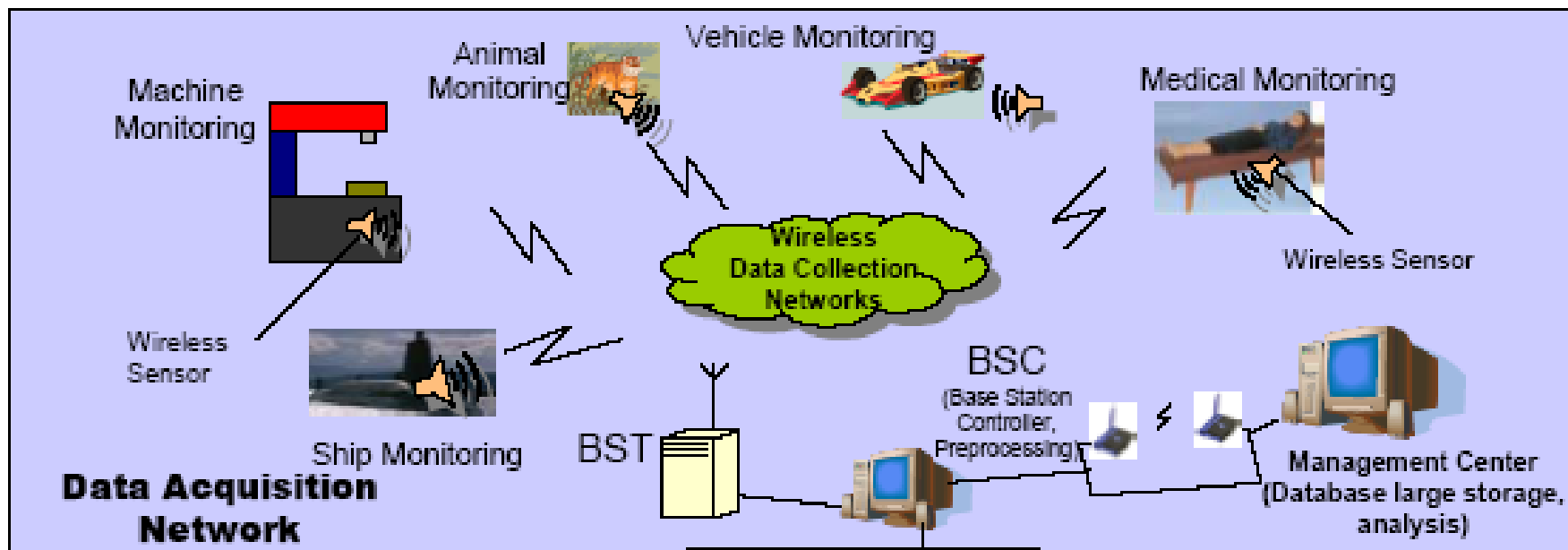
Ad Hoc mreže mogu smatrati narednim korakom u evoluciji mrežnih komunikacija.

Wireless Sensor Networks

- Bežične senzorske mreže (BSM) se sastoje od **velikog broja bežičnih senzorskih uređaja** koji potpuno **samostalno formiraju mrežu**, putem koje prikupljaju, obrađuju i razmenjuju podatke.
- Senzorski čvorovi su gusto raspoređeni u regionu i veoma su **podložni otkazima** (kvarovima) - **česte promene topologije senzorskih mreža**
- **Proizvoljani nepredvidljiv raspored čvorova**
- Uglavnom se **ne koristi jedinstvena globalna identifikacija (ID)** čvorova
- **Ograničeni** u pogledu napajanja, komunikacione i računarske snage.
- U principu, BSM može **da radi kao samostalna mreža** ili da bude povezana sa drugim mrežama.
- Mora da se omogući način **za spoljašnje nadgledanje događaja** kao i za pristup podacima koje nam daje mreže senzora.
- Dakle, javlja se potreba da BSM **povežemo na već postojeću mrežnu infrastrukturu**, kao što su lokalne mreže (WLAN), gradske mreže (Metropolis), ili mrežu svih mreža Internet čime ostvarujemo osnovne zahteve IoT (***Internet of Things***).

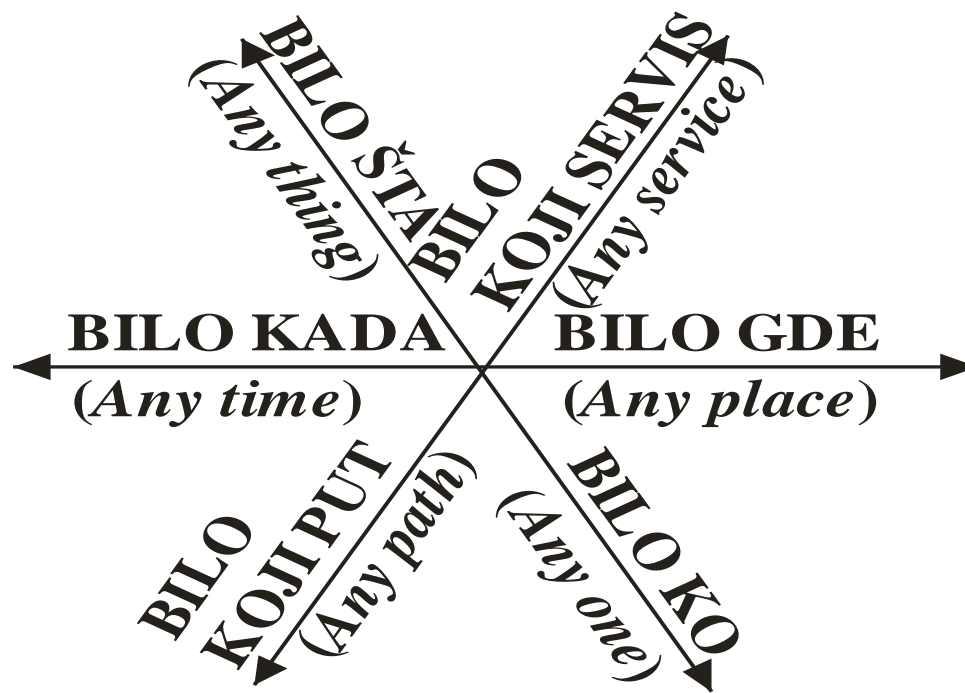
Wireless Sensor Networks

Wireless Sensor Networks



Wireless Sensor Networks

- IoT obećavaju da donesu **veoma veliki broj pametnih uređaja**, od frižidera u našem stanu, senzora u našim kolima, pa do velikog broja senzora na i u našem telu, koji će kontrolisati rad našeg organizma 24h.
- Veliki broj različitih aplikacija nude značajne prednosti koje će **u osnovi izmeniti naš život**: štede energiju, poboljšati udobnost življenja, dobiti bolju zdravstvenu zaštitu i na taj način produžiti životni vek.
- Sve to skupa znači **srećniji, ugodniji i zdraviji život**.



Hvala na pažnji !!!



Pitanja

? ? ?