

Master strukovne studije –

Multimedijalno inženjerstvo,

Računarsko inženjerstvo

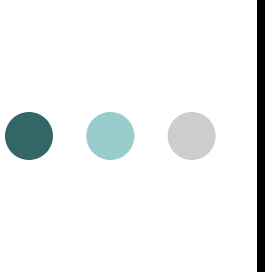


Protokoli i tehnologije bežičnih
sistema:

Lekcija 4: WLAN

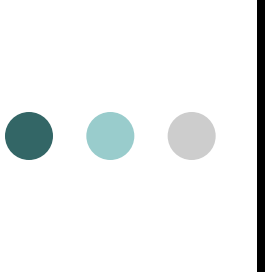
leto 2017/2018

Branimir M. Trenkić



WLAN

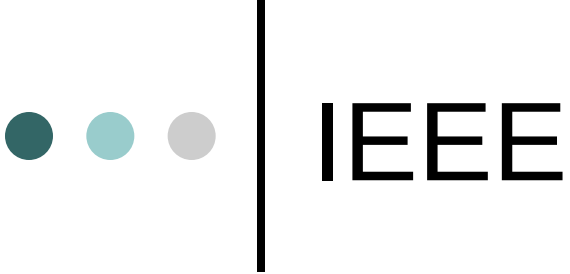
802.11 WLAN Standardi



IEEE

Institut inženjera elektrotehnike i elektronike
(IEEE, Institute of Electrical and Electronics
Engineers)

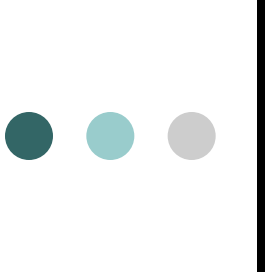
- **Neprofitno**, strukovno, **udruženje** posvećeno
 - tehnološkom razvoju kao i
 - unapređenju tehnoloških inovacijavezanih za **elektronske uređaje**



IEEE

Institut inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE,
Institute of Electrical and Electronics Engineers)

- IEEE je **vodeća standardizacion organizacija**
- Vrši razvoj i održavanje standarda preko **IEEE-SA (Standards Association)**
- Objavio **900 postojećih standarda** sa još **500 u razvoju** (do 2005.)



IEEE

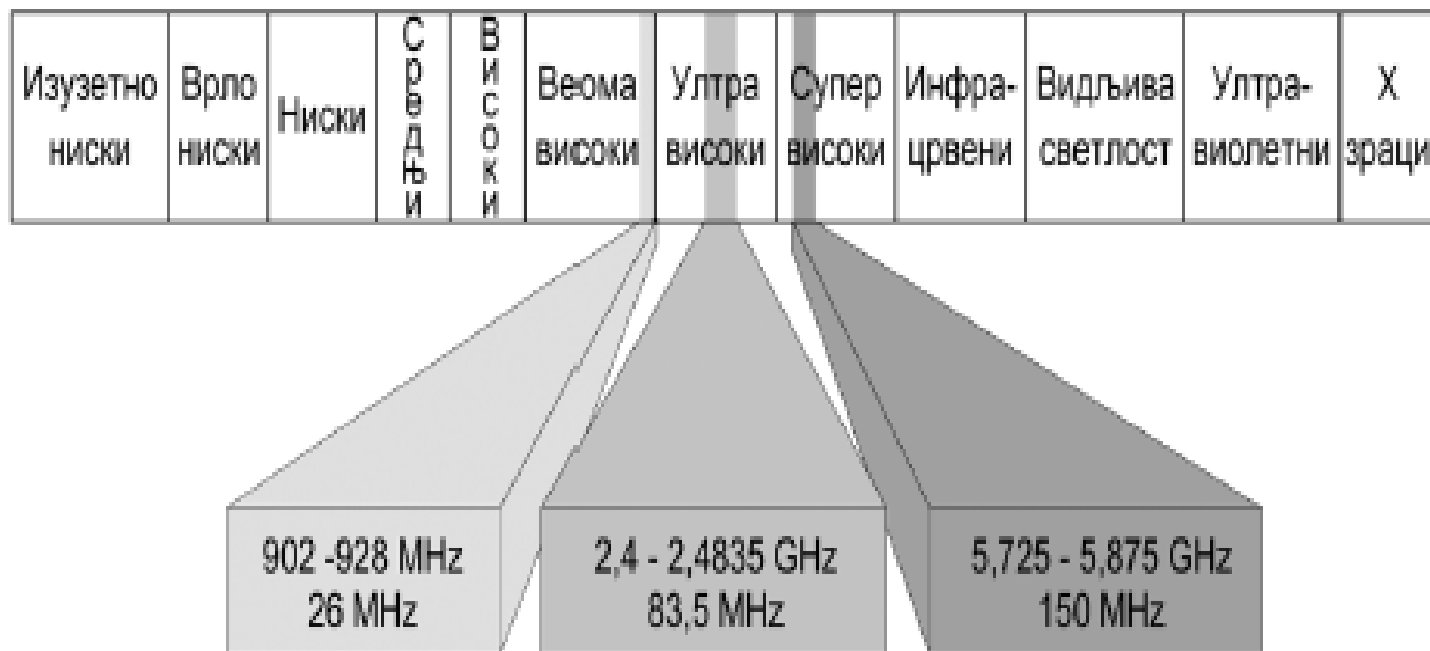
- ***Najznačajniji IEEE projekat*** u oblasti komunikacionih mreža je - ***familija standarda poznata kao 802 projekat***
- IEEE-SA / ***IEEE 802 LMSC***
- Na početku je bilo oformljeno ***12 radnih grupa*** u okviru projekta, nazvanih ***od 802.1 do 802.20***
 - Broj radnih grupa proširen (za četiri)
 - ***Danas, aktivno je 10 radnih grupa***, jedna je u stanju hibernacije i 12 ih je raspušteno (<http://www.ieee802.org/>).

802.11 - nastanak i razvoj

- *Razvoj standarda za bežične LAN mreže* od strane IEEE *započinje kasnih 1980-tih*
 - *IEEE 802.11* radna grupa - *Wireless LAN WG*
 - *Federalna Komisija za Komunikacije* (*Federal Communications Commission, FCC*)
 - Odobreno je korišćenje određenog opsega radiofrekvencijskog (RF) spektra - bez posebnih dozvola (*ne-licencirano korišćenje*)
- RF opseg za potrebe industrije, naučnih istraživanja i medicine – ISM opseg*

802.11 - nastanak i razvoj

- **ISM opseg** - obuhvata **tri frekvencijska opsega**:
(I) **902 - 928 MHz**; (II) **2,4 - 2,4835 GHz** i
(III) **5,735 - 5,875 GHz**



802.11 - nastanak i razvoj

- **Ključna prekretnica**:- desila se **1997.** godine **usvajanjem** i objavljivanjem **802.11 standarda**
- **Izvorno** je specificirao **skromne brzine prenosa** od **1Mb/s do 2Mb/s**
- Korekcija grešaka unapred (**FEC**, *forward error correction*)
 - Difuzni **infracrveni prenos** IR (**1Mb/s**),
 - Rašireni spektar sa **skokovitim promenama frekvencije** i
 - Rašireni spektar pomoću **direktne sekvence**
 - 8 • Koristi **ne-licencirani opseg** (2.4GHz)

802.11 - nastanak i razvoj

- U izvornoj verziji (802.11) *prenos sa raširenim spektar* pomoću direktne sekvence je *brzo zamenjen* i popularizovan u 802.11b reviziji
- Izvorna verzija je godinama *usavršavana kroz veći broj revizija* koje su označavane *dodavanjem slova kao sufiksa* na izvornu oznaku 802.11
 - Na primer, **802.11a, b, g**
 - 802.11a i 802.11b revizije su *ratifikovane u julu 1999.*

802.11 - nastanak i razvoj

○ 802.11b

- Brzina prenosa **do 11Mb/s** (uporedljivo sa Ethernet-om)
- Koristi **ne-licencirani opseg (2.4GHz)** kao i originalni 802.11
 - To **smanjuje troškove proizvodnje/korišćenja**
- Prenos **podložan interferenciji** od drugih uređaja koji koriste taj opseg
 - Mikrotalasne pećnice, bežični telefoni,....
- **Prvi** proizvod na tržištu **sa** zaštitnim znakom **Wi-Fi**

802.11 - nastanak i razvoj

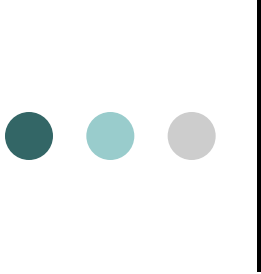
○ 802.11a

- Dok je 802.11b revizija bila u razvoju
- Zbog popularnosti 802.11b mnogi smatraju da je razvojena posle nje
- Brzina prenosa **do 54Mb/s**
- Koristi **licencirani opseg (5GHz)**
 - To **povećava troškove proizvodnje/korišćenja**
- Uglavnom **za poslovnu primenu** (802.11b za kućnu)
- **Nekompatibilna** sa verzijom 802.11b (različiti opsezi)

802.11 - nastanak i razvoj

○ 802.11g

- Revizija ratifikovana u *junu 2003.*
- Pokušaj **kombinovanja** dobrih svojstava ***predhodne dve verzije***
- Omogućavala je brzine prenosa na PHY sloju ***do 54Mb/s*** (koristi 2.4GHz opseg)
- Sa ***visokim stepenom kompatibilnosti unazad*** (802.11b) deleći 2.4GHz ISM opseg
 - 802.11g AP će raditi sa 802.11b bežičnim stanicama u BSS-u i obrnuto



802.11 - Organizacija

- **802.11 standard** specificira

- PHY sloj i
- MAC sloj

za **bežično umrežavanje** na lokalnom nivou (WLAN)

- **OSI sloj veze** je podeljen na dva pod-sloja

802.11 - Organizacija

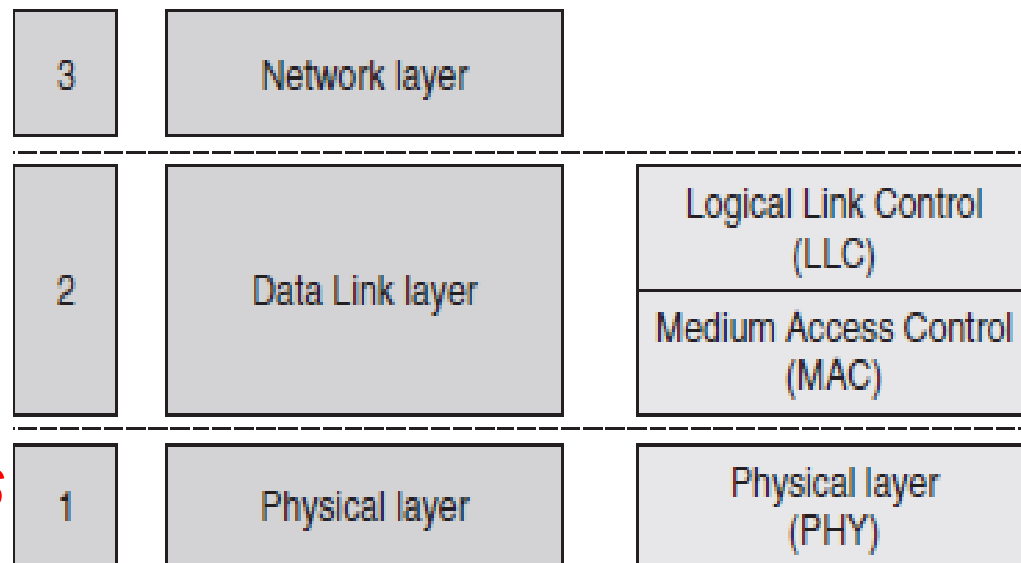
- **Viši deo sloja veze** OSI modela je realizovan kroz servise pod-sloja **Upravljanja logičkom vezom** (*Logical Link Control, LLC*)

- **802.2 standard**

- korišćen i u **Ethernet** mrežama (802.3), i

- predstavlja **interfejs prema protokolima**

¹⁴
sloja mreže i viših slojeva



OSI Model layers

802.11 specifications

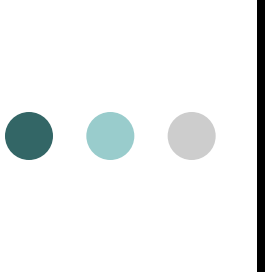
Topologije i režimi rada

- 802.11 mreže se sastoje od tri osnovne komponente:

Komponenta	Opis
Stanica	Bilo koji uređaj koji implementira protokole 802.11 MAC i PHY sloja
Pristupna tačka (<i>Access point, AP</i>)	Stanica koja obezbeđuje adresabilni interfejs između skupa stanica , poznatih pod nazivom BSS i distribucionog sistema
Distribicioni sistem (<i>Distribution system, DS</i>)	Mrežna komponenta , često žičani Ethernet , koji povezuje pristupne tačke i njihove BSS-ove čineći prošireni servisni skup (ESS)

Topologije i režimi rada

- **Topologija WLAN-a** se bazira na ćelijskoj strukturi
- Svaka ćelija *pod kontrolom pristupne tačke*
- Naziva se osnovni servisni skup (**BSS**, *basic service set*)
- Stanice rade u okviru jednog BSS-a ako su im tzv. **BSS parametri** konfigurisani identično
 - BSS parametri su uključeni u **“beacon” okvire** koji se u regularnim vremenskim intervalima šalju difuzijom sa pojedinih stanica ili sa pristupne tačke



Topologije i režimi rada

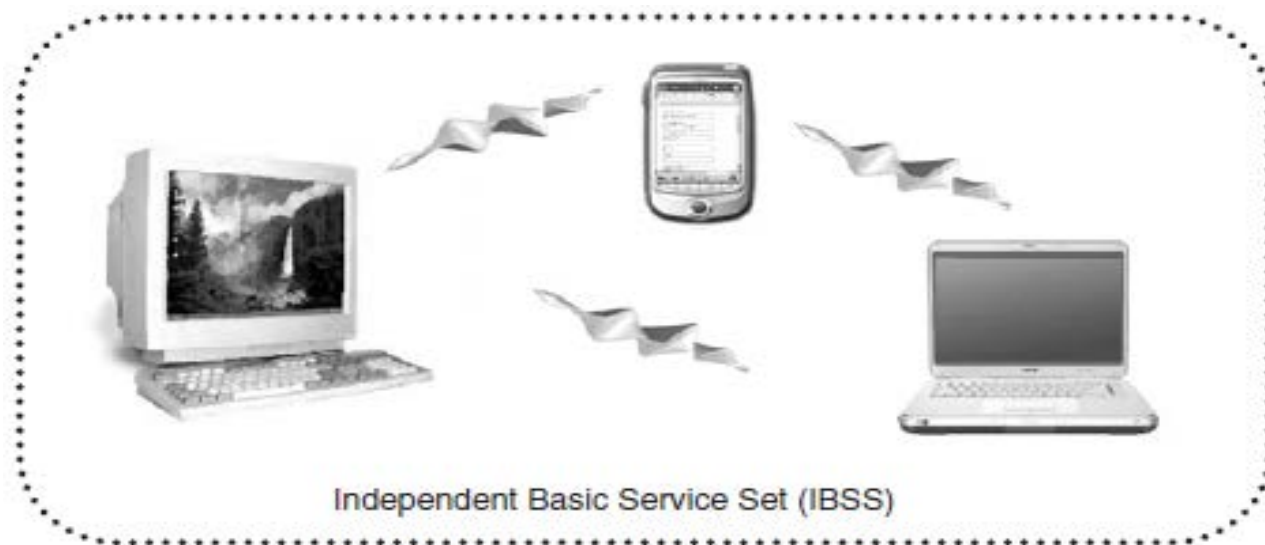
- Na taj način, ***stanice u okviru jednog BSS-a:***
 1. Vrše prijem i predaju podataka ***po istom RF kanalu,***
 2. Koriste isti BSSID (***BSS identifikator,***
 3. Koriste ***isti skup brzina prenosa*** podataka i
 4. Sve su ***sinhronizovane na isti tajmer***

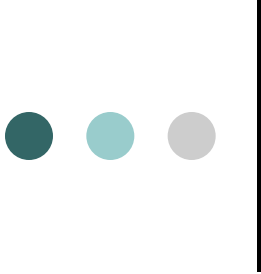
Topologije i režimi rada

- Standard definiše dva moda rada BSS-a:
 - ad-hoc* (peer-to-peer mod) i
 - infrastrukturni mod*
- Ad-hoc mrežu formira grupa **dve ili više** 802.11 **stanica** koje međusobno direktno komuniciraju bez (I) pristupne tačke ili (II) veze sa žičanom mrežom
- Omogućuje **brzu uspostavu bežične veze** u cilju razmene podataka između grupe računara

Topologije i režimi rada

- U ad-hoc modu rada, servisni skup se naziva **nezavistan osnovni servisni skup (IBSS)**
- U IBSS-u **sve stanice šalju difuzijom “beacon” okvire**, i koriste **slučajno generisani BSSID**



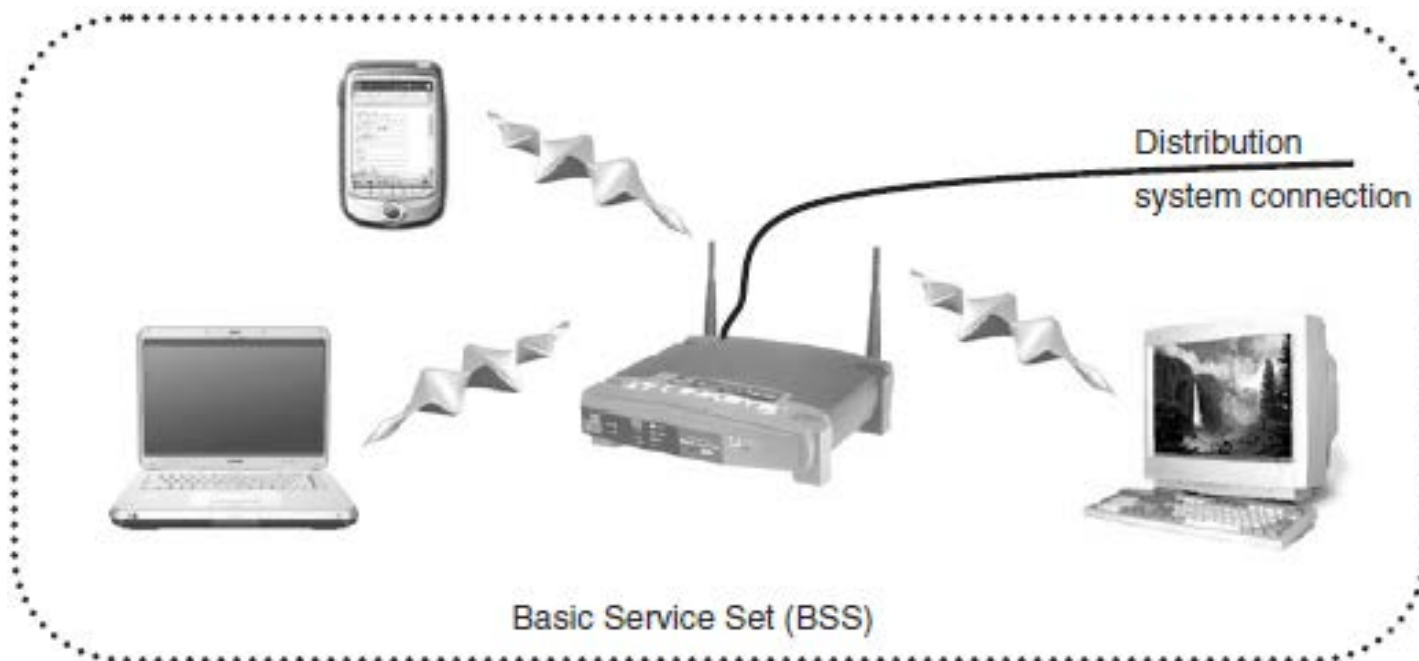


Topologije i režimi rada

- U **infrastrukturnom modu rada** stanice **međusobno komuniciraju posredno preko pristupne tačke**
- Primer BSS-a u infrastrukturnom modu rada
- **Kućni WLAN** sa pristupnom tačkom i nekoliko uređaja žičano povezanih kroz Ethernet hub ili switch

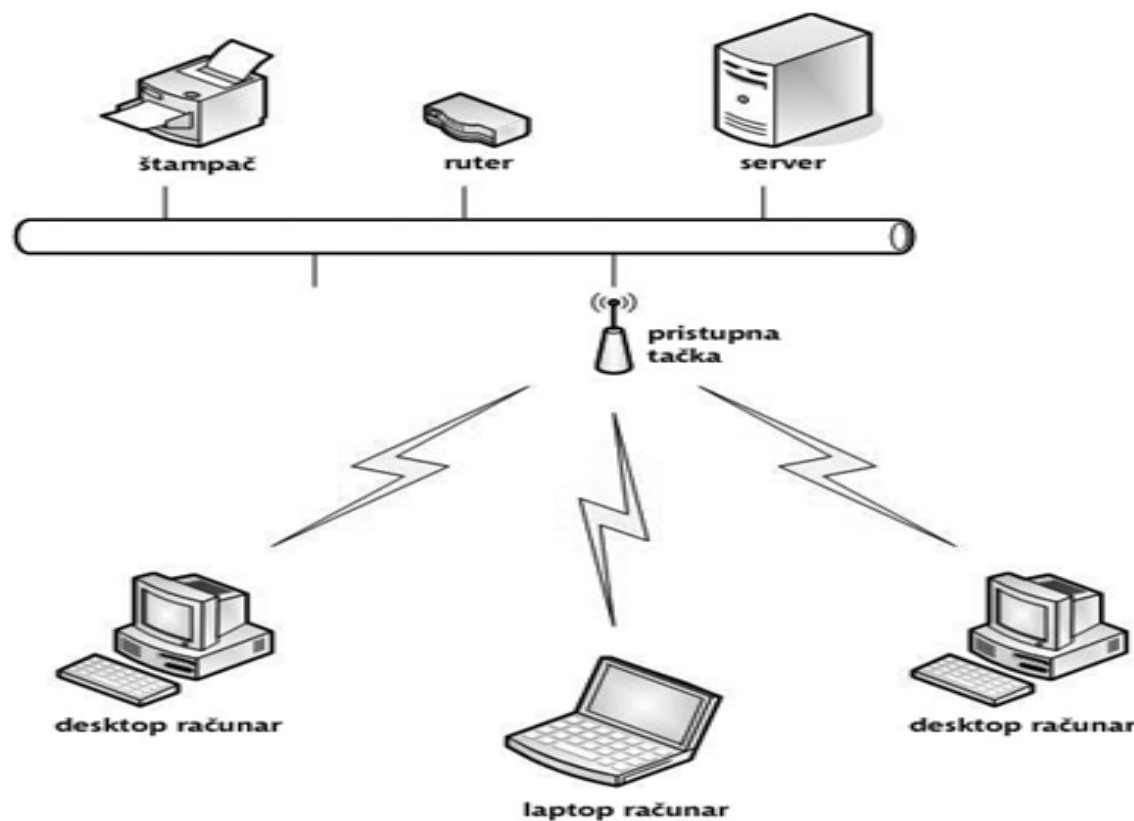
Topologije i režimi rada

- Sve veze između stanica u BSS-u idu **preko pristupne tačke**, čak i ako dve bežične stanice koje žele da komuniciraju – pripadaju istoj ćeliji



Topologije i režimi rada

○ Osnovni servisni skup (BSS):



(varijanta infrastrukturnog moda rada)

Topologije i režimi rada

- **Dupliranje komunikacije** (prva od izvorišne stanice do pristupne tačke a zatim od pristupne tačke do odredišne stanice) - može izgledati kao **suvišni overhead** u jednostavnoj mreži
- **Prednost** korišćenja **BSS nad IBSS-om**
- Pristupna tačka može **baferovati podatke** ako je prijemna stanica u standby modu ili privremeno van rada
- U infrastrukturnom modu, **pristupna tačka vrši difuziju “beacon” okvira**

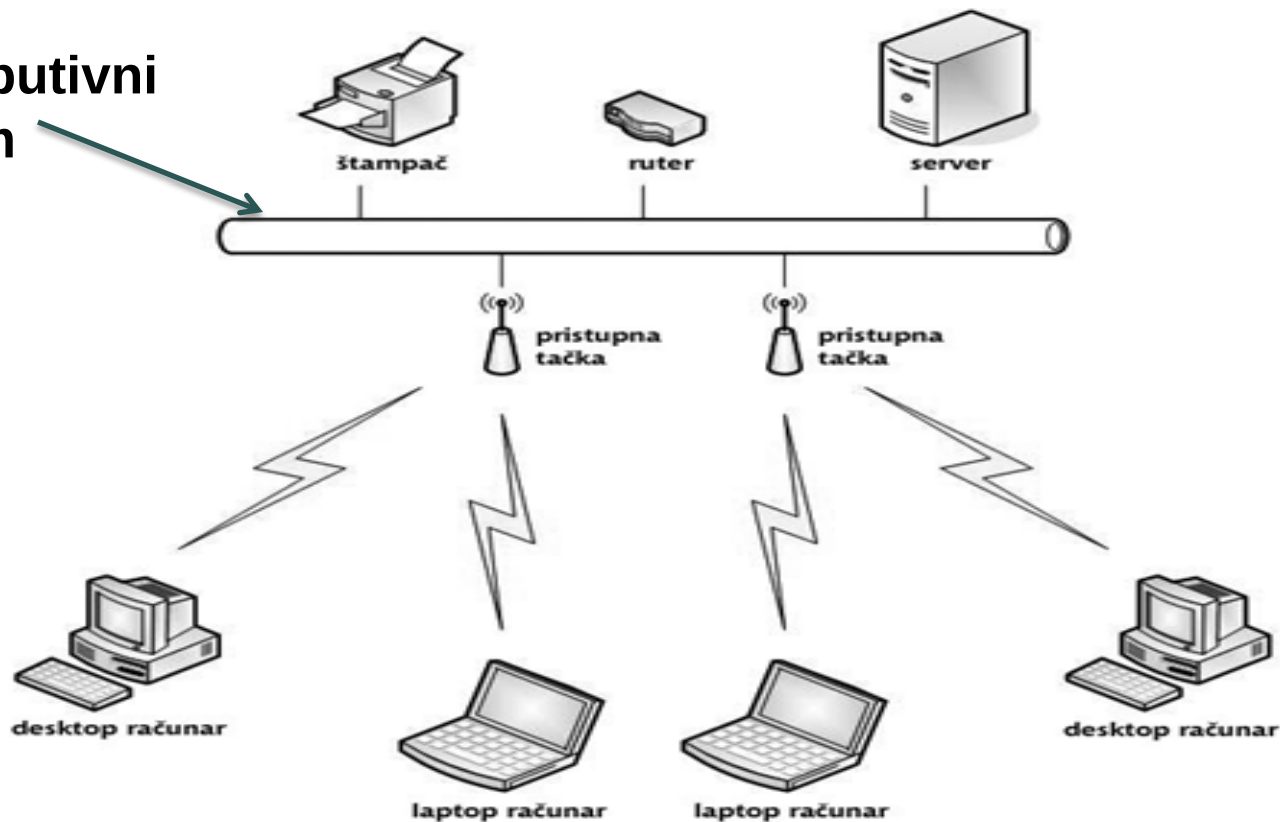
Topologije i režimi rada

- **Pristupna tačka** će, takođe, biti *povezana i na distributivni sistem*
 - Često **žičana mreža**
 - Može biti i **bežični most**do drugih WLAN ćelija
- **Ćelija** podržana od **pristupne tačke** – **BSS**
- Može postojati **dve ili više takvih ćelija** u LAN-u
- Kombinovani skup je poznat pod imenom
 - **prošireni servisni skup (ESS)**

Topologije i režimi rada

○ Prošireni servisni skup (ESS):

Distributivni
sistem

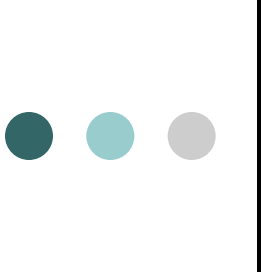


25

(varijanta infrastrukturnog moda rada)

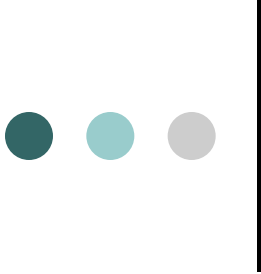
● ● ● | Topologije i režimi rada

- **Distribuzioni sistem** (u ESS-u):
 - Koriste ga pristupne tačke (AP-ovi) **za prenos** podataka **iz jednog BSS-a u drugi**
 - Omoгуčuje stanicama mobilnost od jednog AP do nekog drugog - bez prekida tekuće usluge
- **Transportni i ruting protokoli u spoljnoj mreži**
 - **Nemaju** ugrađene koncepte mobilnosti
 - **Ne podržavaju** rapidne promene ruting informacija – u okviru 802.11 arhitekture



Topologije i režimi rada

- **ESS omogućuje tu mobilnost** stanica sve dok je drži **nevidljivom za spoljnu mrežu**
- **Pre 802.11k - BSS tranzicija**
- Podrška mobilnosti unutar 802.11 mreža - **ograničena** na pomeranje stanica između BSS-ova **unutar jednog ESS-a**
- **Nakon 802.11k – roving** stanica **između ESS-ova**



Topologije i režimi rada

- *Generalni pristup:*
- *Pomeranjem stanice iz dometa* je moguće ostvariti na sledeći način:
 - *Pristupna tačka* nosti da joj isporuči *lokacijski izveštaj (site report)*
 - Lokacijski izveštaj *identifikuje alternativne pristupne tačke* na koje se stanica može povezati bez prekida usluge koja je u toku

Performanse mreže i roving

- **Tri razloga** kao uzrok prelaska klijent-stanice sa jedne pristupne tačke na drugu, u okviru WLAN-a

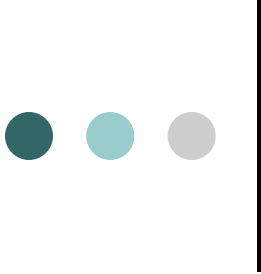
Razlog rominga	Opis
Mobilnost klijent-stanice	Mobilna klijent-stanica <u>može se pomerati van opsega tekuće (matične) pristupne tačke</u> , potrebno je preći na drugu pristupnu tačku koja emituje jači signal.
Raspoloživost usluge	<u>Raspoloživi kvalitet usluge (QoS) na tekućoj pristupnoj tački</u> može biti pogoršan ili neadekvatan za zahteve novo aktiviranih sevisa, na primer, aktiviranjem VoWLAN aplikacije.
Uravnoteženje opterećenja	Pristupna tačka može <u>preusmeriti neke klijent-stanice ka drugoj pristupnoj tački</u> kako bi se maksimalno iskoristi raspoloživi kapacitet mreže.

● ● ● | Performanse mreže i roving

- **802.11** Radne Grupe **TGk** i **TGr** se **bave pitanjima** vezanim za
 - **Handover** (prelazak mobilne stanice iz jedne ćelije u drugu kada je veza u toku) **ili**
 - **Tranziciju** između pristupnih tačaka koja mora biti **brza i pouzdana** za aplikacije kao što su VoWLAN

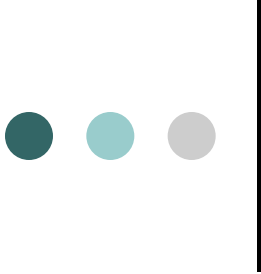
Performanse mreže i roming

- **TGk** standardizuje
 - **merenja** radio prenosa i
 - **izveštavanje**koji će omogućiti **lokaciono-bazirane servise**
- Primer servisa:- **izbor nove pristupne tačke roming stanice** (na koju će se konektovati)
- Cilj **TGr** je **minimiziranje kašnjenja** i održavanje zahtevanog QoS-a u toku tog prelaza



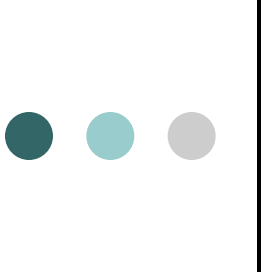
802.11k

- **802.11** Radna grupa **TGk**, pod nazivom **“Poboljšano merenje radio resursa”**
- Započela je sa radom 2003. godine
- Sa ciljem **definisanja mehanizama**
 - **sakupljanja informacija o radio prenosu** i mreži i
 - **izveštavanja o tim informacijama**radi efikasnog upravljanja i održavanja WLAN-ova.
- Dodatak 11k je **kompatibilan** sa 802.11 MAC



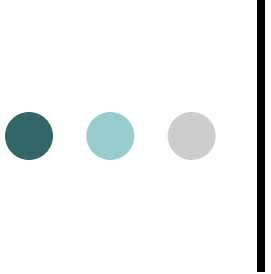
802.11k

- ***Ključna merenja i izveštaji*** koja su definisana ovim dodatkom su sledeća:
 - ***Beakon izveštaji***
 - ***Izveštaji o kanalu***
 - ***Izveštaji o skrivenim stanicama***
 - ***Statistike klijent-stanice***
 - ***Lokacijski izveštaji***



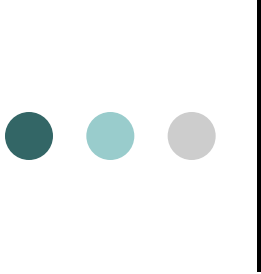
802.11k

- **Stanice** će biti u stanju da ***koriste te izveštaje i statistike*** kako bi donele ***najbolje odluke po pitanju rominga***
 - Na primer ***eliminacija potencijalne pristupne tačke*** ako je detektovan visok nivo ne-802.11 energije u kanalu koji bi se koristio
- **Dodatak 802.11k se bavi** samo ***merenjima i izveštavanjem*** o tim informacijama
- Dodatak 802.11k ***se ne bavi*** procesima i donošenjem odluka na osnovu tih merenja



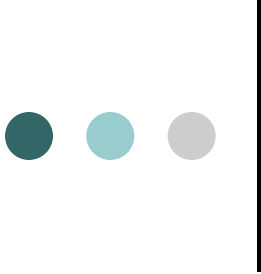
802.11k

- **TGk** merenja i izveštavanja omogućuju *realizaciju sva tri roving scenarija opisanih gore*



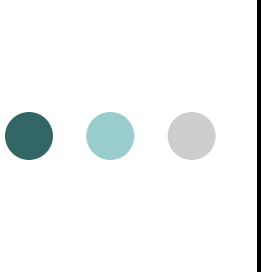
802.11k

802.11k svojstvo	Opis
Beacon izveštaj	Pristupne tačke koriste beacon zahtev kako bi zatražile od stanice izveštaj o detektovanim beacon okvirima na specificiranom kanalu. Na taj način, biće prikupljeni detalji, kao što su, podržane usluge, vrste enkripcije i jačina primljenih signala.



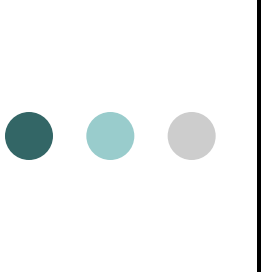
802.11k

802.11k svojstvo	Opis
Izveštaj o radio kanalu (histogram šuma, histogram srednjeg vremena rezultata osluškivanja i izveštaj o opterećenju kanala)	Pristupne tačke mogu zahtevati od stanica da formiraju histogram šuma koji prikazuje svu ne-802.11 energiju detektovanu na specificiranom kanalu, ili izveštaj sa podacima o opterećenju kanala (koliko dugo je kanal bio zauzet u određenom vremenskom interval kao i histogram vremena u kojem je kanal zauzet i slobodan).



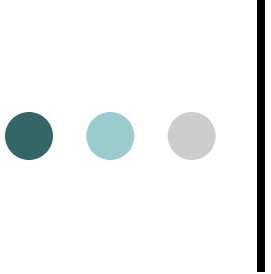
802.11k

802.11k svojstvo	Opis
Izveštaj o skrivenim stanicama	Stanice će ažurirati listu skrivenih stanica (stanice koje one mogu da detektuju ali ne mogu biti detektovane od strane njene pristupne tačke). Pristupne tačke mogu zahtevati od stanice izveštaj o toj listi i može se koristiti kao informacija u donošenju odluka u vezi rominga.



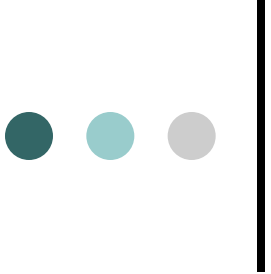
802.11k

802.11k svojstvo	Opis
Statistički izveštaj stanice	802.11k pristupne tačke su u mogućnosti da upute upit stanicama za statistički izveštaj kao što su, kvalitet linka, mrežne performance, brojači poslatih i primljenih paketa, retransmicije.
Lokacijski izveštaj	Stanica može tražiti od pristupne tačke lokacijski izveštaj – rang lista alternativnih pristupnih tačaka na bazi analize svih podataka merenja raspoloživih preko gornjih izveštaja.



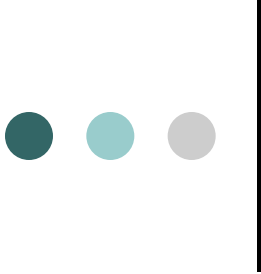
802.11k

- Na primer, mobilna stanica koja **detektuje redukovanje RSSI**
 - Zahtevaće **izveštaj susedstva** od njene tekuće pristupne tačke
 - Na taj način će **obezbediti informacije o drugim pristupnim tačkama** u njenoj okolini
- Pametni **roaming algoritam** u mobilnoj stanici će
 - a) Analizirati** stanje kanala i opterećenje potencijalnih pristupnih tačaka i
 - b) Odabrati novu pristupnu tačku** koja omogućuje zahtevani QoS



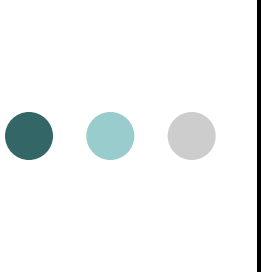
802.11k

- *Kada se izabere nova pristupna tačka*, stanica će *izvršiti BSS tranziciju*
- *Raskid asocijacije* sa tekućom pristupnom tačkom
- *Povezivanje na novu* - uključujući *autentifikaciju* i *uspostavljanje zahtevanog QoS-a*



802.11 MAC pod-sloj

- Implementiran ***u svakoj 802.11 stanici*** – omogućuje:
 - a) Uspostavljanje mreže*** ili
 - b) Pridruživanje postojećoj*** mreži
 - c) Slanje podataka*** prosleđenih od LLC pod-sloja
- **Funkcionalnosti** - kroz ***dve klase servisa***:
 - 1) Servisi stanice*** i
 - 2) Servisi distributivnog sistema***

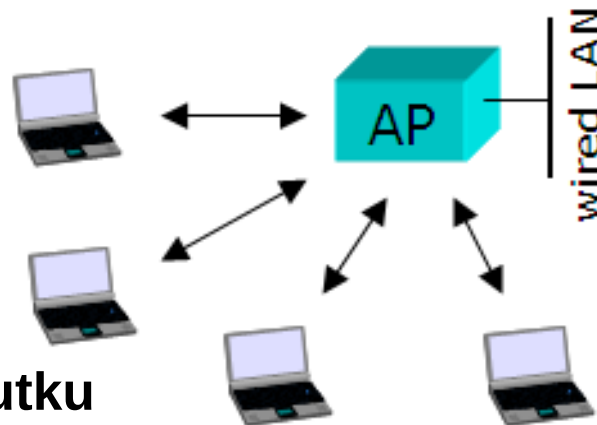


802.11 MAC pod-sloj

- *Kako se implementiraju ove funkcionalnosti?*
 - **Razmenom** različitih
 - *upravljačkih,*
 - *kontrolnih i*
 - *okvira podataka*
- između MAC slojeva** stanica koje komuniciraju

802.11 MAC pod-sloj

- Pre nego što se ovi servisi mogu zahtevati - potrebno je ***da MAC dobije pristup bežičnom prenosnom medijumu unutar BSS***
- U odnosu na druge stanice koje se, takođe, mogu istovremeno nadmetati za pristup medijumu



CSMA:

Jedan paket u jednom trenutku