DBBT
Digital Broadcasting & Broadband Technologies

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

PROTOKOLI I TEHNOLOGIJE BEŽIČNIH SISTEMA

Vežba 9

Roaming i *Bridge* u WLAN

Roaming

Roaming (*handover*) na nivou linka predstavlja promenu pristupne tačke na koju je stanica povezana

Kada se mobilna stanica udaljava od AP-a, odnos SNR (signal-šum, *signal-to-noise ratio*) se smanjuje

Udaljavanjem odnosno smanjivanjem SNR-a dostiže se određena vrednost *treshold*-a odnosno kada SNR padne na *cell search treshold*, mobilna stanca počinje da traži novu ćeliju. Pokreće se *roaming* algoritam koji traži druge AP na koje stanica može da izvrši asocijaciju.

Mobilni čvor inicira čitav niz skeniranja na različitim frekvencijama u cilju konstruisanja *update* liste pristupnih tačaka

Roaming

Kada SNR opadne ispod druge *treshold* vrednsoti (*cell switching treshlod*) algoritam rominga predstavlja okidač za proces reasocijacije biranjem drugog AP iz liste pristupnih tačaka

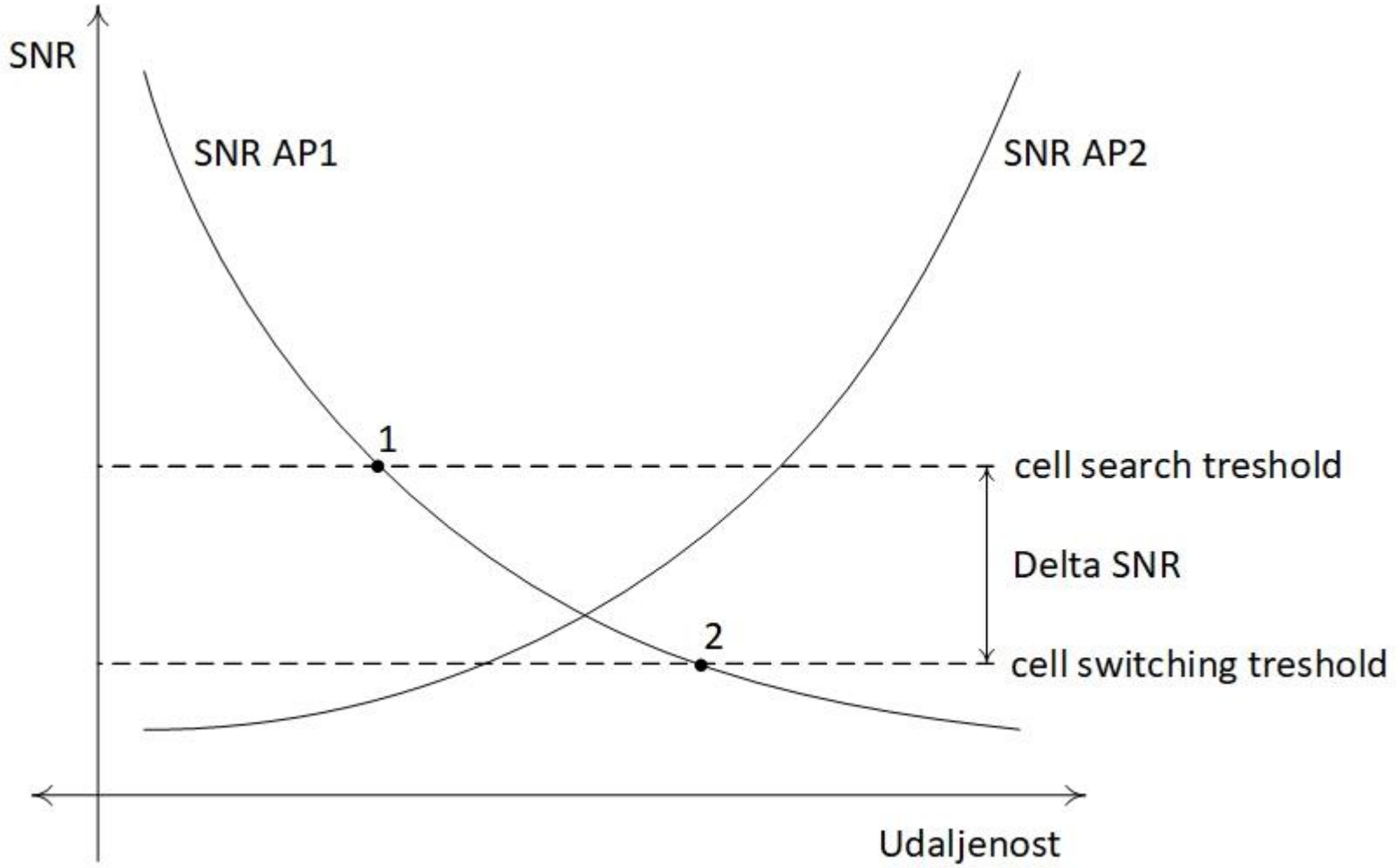
Najčešće se bira AP sa najjačom snagom signala i šalje se zahtev za asocijaciju

Ukoliko su pristupne tačke konfigurisane tako da koriste određeni algoritam za balansiranje opterećenja, roming može biti iniciran pojavom nejednakog opterećenja ćelija koje se preklapaju tako da „odlazak“ iz ćelije nije jedini razlog postojanja roming algoritama

Roaming

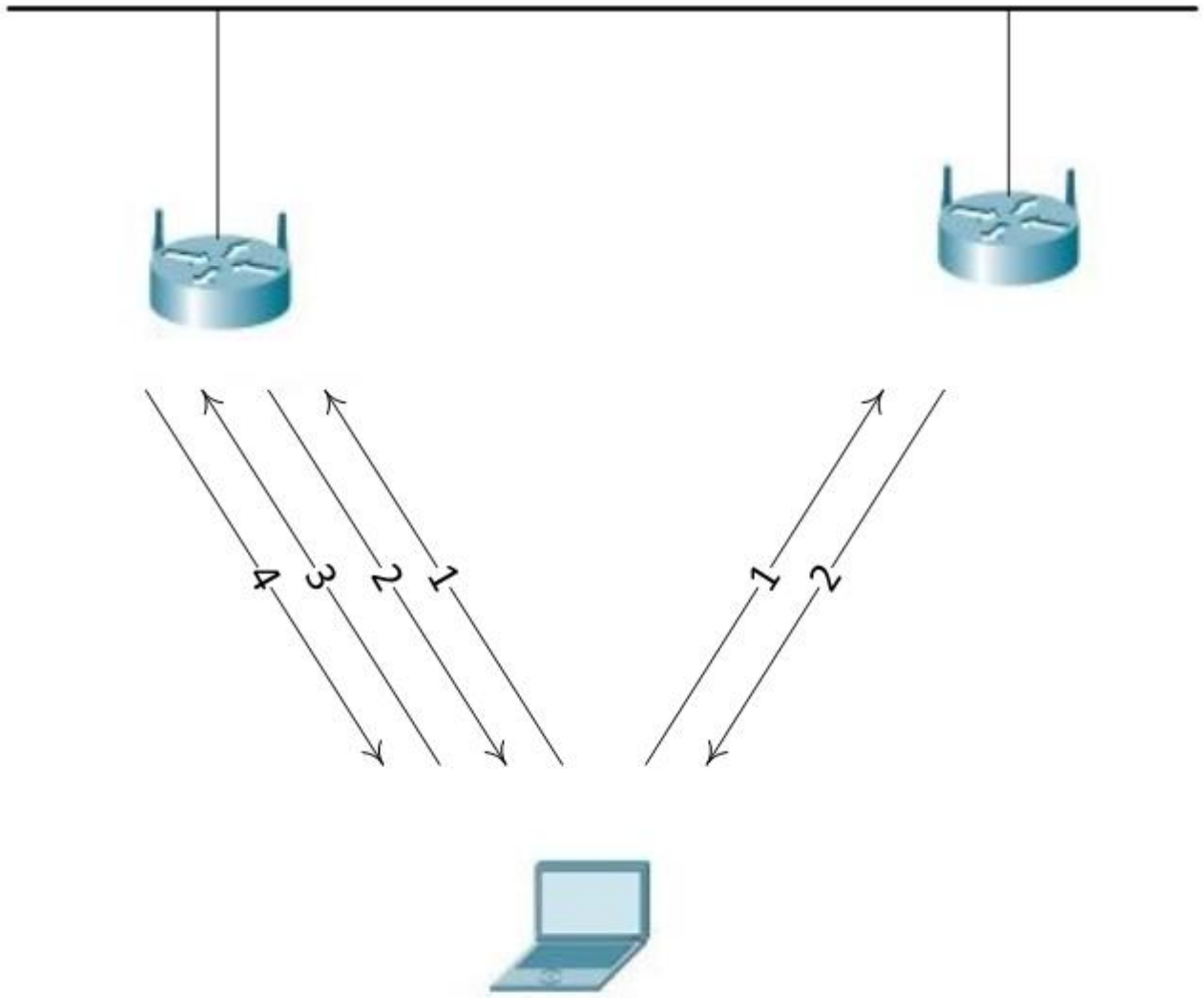
Tačka 1:
Mobilna stanica počinje potragu za novim AP

Tačka 2:
Mobilna stanica se priključuje novom AP

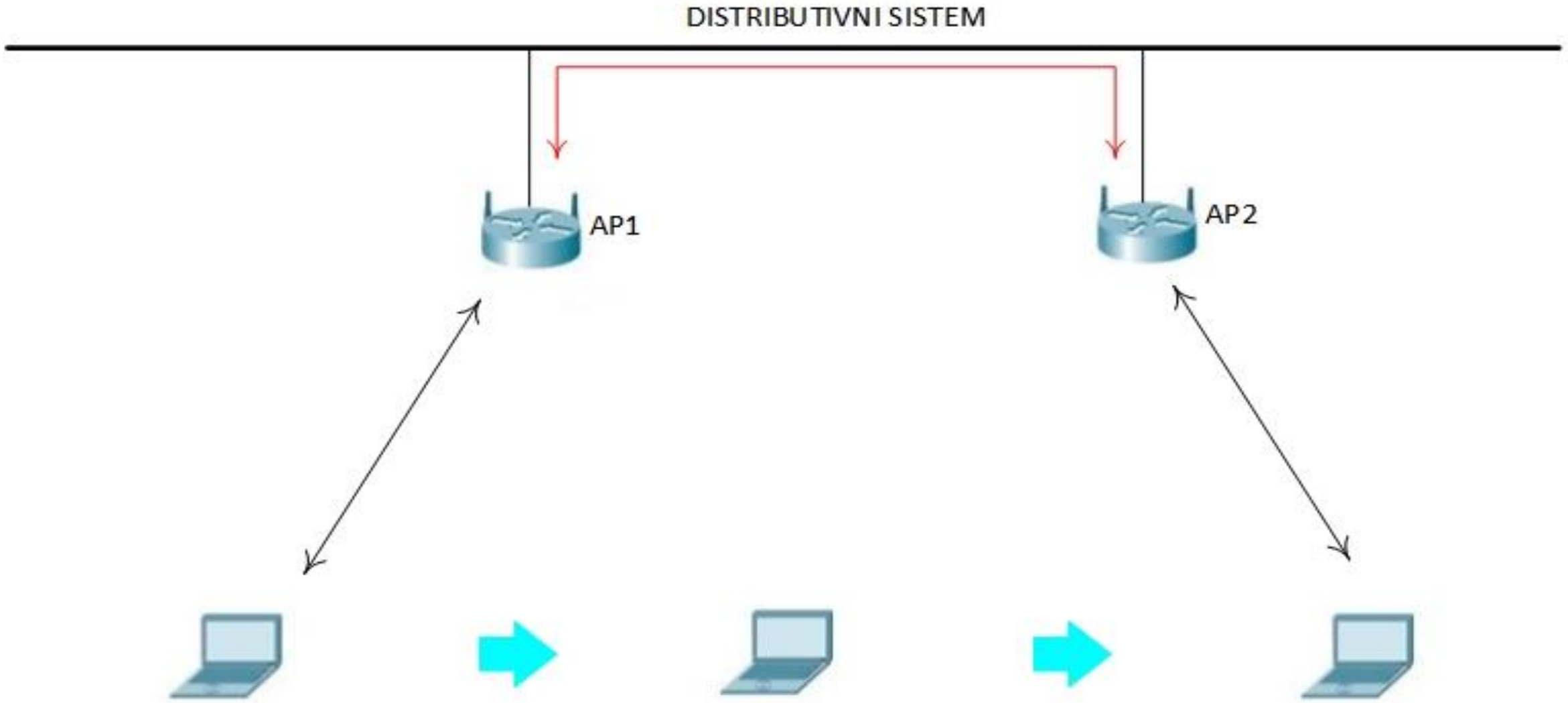


Roaming

1. Klijent šalje *Probe Request*
2. AP šalje *Probe Response*
3. Klijent šalje *Association Request*
4. AP šalje *Association Response*



Roaming



Roaming

Korisnik ulazi u ćeliju koju pokriva AP1:

1. Autentifikacija
2. Asocijacija

Korisnik prelazi u ćeliju koju pokriva AP2 (handover)

1. Signal sa AP1 slabi, traži se drugi AP
2. Nađen je AP2
3. Prema AP2 šalje se zahtev za reasocijaciju
4. AP1 šalje, preko DS prema AP2 potrebne podatke za uspostavljanje veze
5. AP1 šalje ka AP2 potrvrdu o disasocijaciji i deautentifikaciji

Korisnik je ušao u ćeliju koju pokriva AP2

1. Autentifikacija
2. Reasocijacija sa AP2

Roaming

Proces rominga se odnosi na mehanizam ili sekvencu poruka koje razmenjuju pristupne tačke i klijent, a koja dovodi do transfera veza fizičkog sloja i informacija stanja o samom klijentu između dve pristupne tačke

Transfer se najčešće odvija preko IAPP (*Inter Access Point Protocol*) protokola. Kao posledica transfera javlja se kašnjenje tokom kojeg klinet ne učestvuje u saobraćaju

Standard 802.11f se bavi protokolom komunikacije između AP uključenih u proces rominga. Radna grupa 802.11r bavi se definisanjem algoritama koji zadovoljavaju postavljene QoS (*Quality of Service*) zahteve

Proces rominga se može posmatrati kroz dva odvojena logička koraka:
- otkrivanje
- reautentifikaciju

Proces rominga – otkrivanje

Usled mobilnosti korisnika, SNR tekućeg AP može degradirati do te mere da predstavlja „okidač“ za inicijalizaciju procesa rominga

Pre nego što izgubi vezu sa tekućim AP, klijent mora naći potencijalne pristupne tačke na koje se može asocirati

Ovo se ostvaruje funkcijom MAC sloja koja se naziva skeniranje

Skreniranje može biti:
- pasivno
- aktivno

Proces rominga – otkrivanje

Pasivno skeniranje:

- stanica osluškuje bežični medijum iščekujući *beacon* okvire na osnovu čijih informacija se može izabrati sledeći AP na koji se vrši asocijacija

- klijent svaki kanal fizičkog medijuma sluša pojedinačno u pokušajima da locira sledeći AP

- ovaj način skeniranja unosi značajno kašnjenje

Aktivno skeniranje:

- osim što osluškuje *beacon* okvire, stanica šalje i dodatne *probe broadcast* poruke po svakom kanalu čekajući odgovore pristupnih tačaka

Proces rominga – otkrivanje

Detaljna procedura aktivnog skeniranja:

- Procedura pristupa kanalu – CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*)
- Stanica šalje *probe request* (zahtev za ispitivanjem) okvir koji kao destinaciju sadrži *broadcast* adresu
- Startuje se *probe* tajmer
- Stanica očekuje *probe* odgovor
- Ako odgovor ne stigne u vremenskom intervalu definisanom kao *MinChannelTime*, skenira se sledeći kanal
- Ako do *MinChannelTime* trenutka stigne jedan ili više odgovora, stanica prestaje da prima *probe* odgovore u trenutku definisanom kao *MaxChannelTime* i procesira sve one odgovore koji stignu do tog momenta
- Svi prethodno navedeni koraci se ponavljaju za sledeći kanal

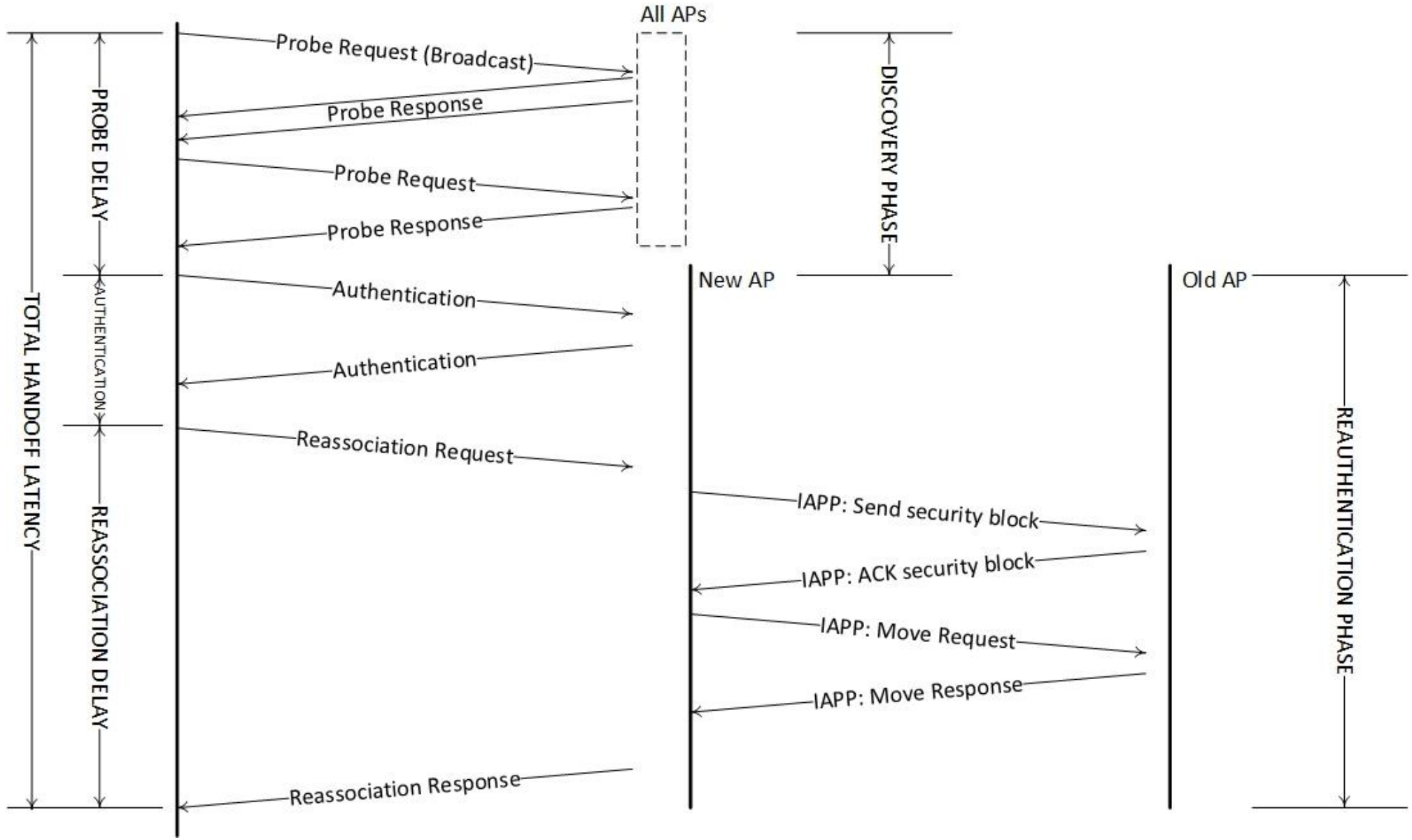
Proces rominga – reautentifikacija

Proces reautentifikacije obuhvata:
- autentifikaciju i reasocijaciju na novi AP
- transfer atributa klijenta od starog AP do novog

Autentifikacija je proces u okviru kojeg AP ili prihvata ili odbacuje identitet klijenta

Kada se autentifikacija uspešno ostvari, klijent šalje zahtev za reasocijacjom novom AP koji mu odgovara okvirom koji sadrži obaveštenje o prihvatanju ili odbacivanju

Proces rominga – kašnjenje po fazama



Proces rominga – kašnjenje po fazama

Izmerena kašnjenja pri romingu, kod različitih proizvođača
P – kašnjenje u *probe* fazi
A – kašnjenje prilikom autentifikacije
R – kašnjenje koje unosi reasocijacija

Izmerena kašnjenja su u ms

AP / MS	CISCO			NOKIA		
	P	A	R	P	A	R
NOKIA	37,2	3,08	5,07	81,2	0	1,73
CISCO	399,8	3,56	4,13	347,3	1,49	1,09

Pitanje: da li su multimedijalni servisi funkcionalanni u mrežama sa *handover*-om?

Roming – *probe* kašnjenje

Probe kašnjenje je kašnjenje prilikom ispitivanja

Prosečno kašnjenje prilikom pasivnog skeniranja se može prikazati kao funkcija intervala između *beacon* okvira i broja raspoloživih kanala (trajanje beacon okvira 100ms, kašnjenje usled promene kanala je od 40 do 150µs.

U slučaju aktivnog skeniranja kašnjenje se određuje pomoću vrednosti *MinChannelTime* i *MaxChannelTime*, a ove vrednosti zavise od uređaja. Klijent skenira sve kanale (N) iz opsega pa se kašnjenje može smanjiti smanjenjem broja kanala i optimizacijom vremenskih intervala *MinChannelTime* i *MaxChannelTime*

$$N \times MinChannelTime \leq Delay \leq N \times MaxChannelTime$$

Roming – kašnjenje usled autentifikacije

Kašnjenje prilikom autentifikacije nastaje kao posledica razmene autentifikacionih okvira i srazmeran je broju poruka koje razmene pristupna tačka i klijent.

Autentifikacija deljenim ključem unosi znatno veće kašnjenje od otvorenog sistema atentifikacije.

Napredniji sistemi autentifikacije (802.11i) zahtevaju razmenu velikog broja poruka i sa razvojem autentifikacionih protokola uporedo se radi na smanjivanju kašnjenja

Roming – kašnjenje usled reasocijacije

Kašnjenje usled reasocijacije nastaje kao posledica razmene okvira za reasocijaciju

Nakon uspešnog završetka procesa autentifikacije, stanica šalje zahtev za reasocijacijom AP-u, prima odgovor i time završava proces rominga

Proces reasocijacije je, sa stanovišta medijuma, skoro isti kao proces asocijacije

Međutim, na *backbone* mreži pristupne tačke mogu međusobno da razmenjuju okvire koji se odnose na reasocijaciju pomoću IAPP (*Inter-Access Point Protocol*) protokola što dodatno povećava kašnjenje koje se ovim putem unosi

Šeme za brzi roming

Brzi roming (*fast handoff*) je skup tehnika u okviru IEEE 802.11 koje za cilj imaju smanjenje kašnjenja prilikom rominga

Sve tehnike su svrstane u dve kategorije:

- smanjenje *probe* kašnjenja (*tuning* šema, NG-*prune* metoda, maska kanala, *SynsScan, MultiScan...*)

- smanjenje kašnjenja usled autentifikacije / reasocijacije (ove opcije se posmatraju zajedno jer su im operacije slične) i neke od metoda su: FHR, PNC, SNC,

Smanjenje *probe* kašnjenja – *tuning* šema

Tuning algoritam koristi distribuciju gubitaka okvira usled kolizije u cilju određivanja optimalnog vremenskog trenutka za „okidanje“ rominga

Da bi se smanjilo vreme detekcije rominga, klijent započinje proceduru rominga ukoliko je prenos okvira i njegove dve naredne retransmisije neuspešan

Upotrebom smanjenih vrednsoti tajmera *MinChannelTime* i *MaxChannelTime* (primer: 1ms i 10,24ms) *tuning* šema može da smanji kašnjenje usled ispitivanja kanala

Smanjenje *probe* kašnjenja – *NG-prune* metoda

Metod otkrivanja korišćenjem:
- Grafa suseda (NG – *Neighbor Graph*)
- Grafa nepreklapanja (NOG – *Non-Overlap Graph*)

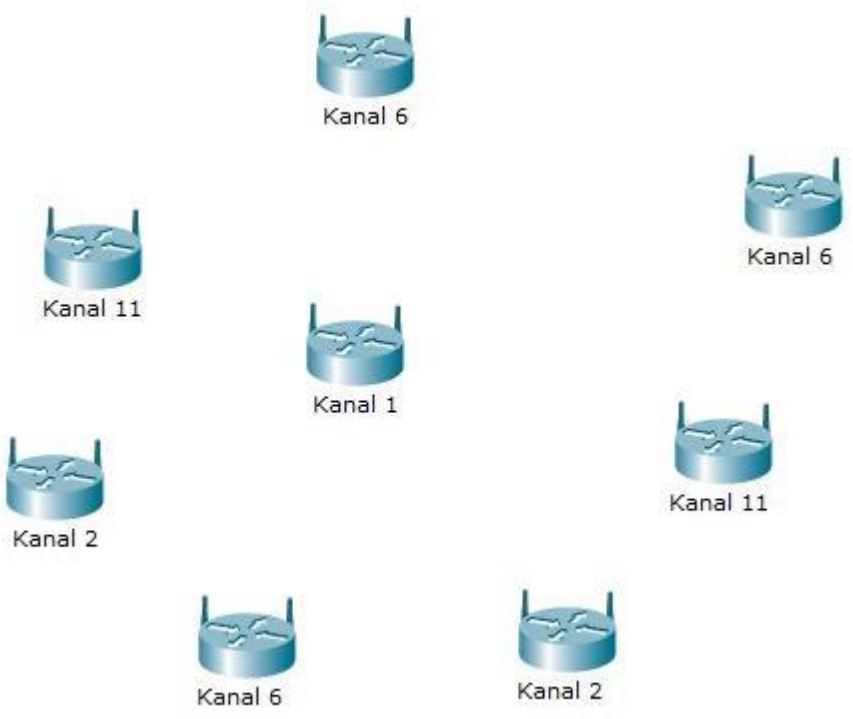
u cilju smanjenja ukupnog broja kanala koji se ispituju i vremena čekanja na svakom kanalu

Koristeć NG moguće je naučiti skup kanala na kojima trenutno rade susedni AP, kao i skup susednih AP na svakom kanalu

Koristeći NOG klijent može „iseći“ (*prune*) one pristupne tačke koje se ne preklapaju sa trenutnom AP grupom koja je već odgovorila (smatra se da se dva AP-a ne preklapaju ako i samo ako klijent ne može komunicirati sa oba u isto vreme sa zadovoljavajućim kvalitetom veze)

Smanjenje *probe* kašnjenja – *NG-prune* metoda

Svi AP u blizini



Graf suseda (NG)

Smanjenje *probe* kašnjenja – *NG-prune* metoda

Graf nepreklapajućih suseda (NOG 6)

Graf nepreklapajućih suseda (NOG 11)

Smanjenje *probe* kašnjenja – Maska kanala

Maska kanala odnosno algoritam selektivnog skeniranja sa *caching* mehanizmom

Svaki klijent ima svoju:

- masku kanala – izabran podskup raspoloživih kanala koja se formira tokom faze uspostavljanja mreže
- *cache* tabelu koja se konstruiše i dinamički obnavlja prilikom rominga. U *cache* tabelu se smeštaju MAC adresa AP na koji se klijent asocijra i informacije o dve pristupne tačke sa kojih se prima najbolja snaga signala (RSS – *Received Signal Strenght*)

Kada je potreban roming, klijent prvo proverava ulaze u svoju tabelu koristeći se MAC adresom AP-a (kao ključem) pretraživanja

Smanjenje *probe* kašnjenja – Maska kanala

Ukoliko u tabeli postoji ulaz koji odgovara trenutnom AP, klijent pokušava da se asocira na prvi AP sa najvišim RSS

Ako je asocijacija uspešna – roming je završen

Ako je asocijacija neuspešna – pokušava se asocijacija na drugi najbolji AP (kriterijum RSS)

Ako je asocijacija na *second best* neuspešna stanica prisupa selektivnom ispitivanju kanala uz pomoć maske kanala

Key	*Best*	*Second*
A0-14-22-01-23-45	B0-14-BB-01-23-45	C8-14-22-88-23-54
…	…	…
CE-14-11-01-13-99	30-24-22-01-23-45	0D-14-24-01-23-45

Smanjenje *probe* kašnjenja – *SyncScan* metoda

SyncScan metoda dozvoljava klijentu da kontinualno ispituje blizinu susednih AP s tim da je veoma važna stavka vremenska sinhronizacija

Klijent se regularno prebacuje (po prijemu *beacon* okvira koji dolaze sa odgovarajućeg kanala) na svaki kanal i skuplja podatke o snazi signala na njima, skupljajući na taj način informacije o susednim pristupnim tačkama

Na ovaj način, kada dođe do *hendover*-a klijent će imati spreman spisak suseda i znatno će smanjiti ukupno kašnjenje. Problem je povremena „odsutnost“

Smanjenje *probe* kašnjenja – *MultiScan* metoda

MultiScan metoda za skeniranje koristi dodatni radio interfejs

Prvi interfejs se koristi za asocijaciju sa trenutnim AP i upotrebljava se za prenos podataka

U isto vreme, drugi interfejs se koristi za skeniranje kanala

Ukliko je potrebno da se izvrši roming na novi AP, sada se sekundarni interfejs koristi za asocijaciju sa novim AP dok primarni još uvek služi za prenos podataka.

Nakon što se proces asocijacije uspešno završi, dolazi do zamene interfejsa. Kao rezultat, prethodno sekundarni interfejs postaje primarni za prenos podataka, a nekadašnji primarni se sada koristi za skeniranje kanala

Smanjenjenje kašnjenja usled autentifikacije/reasocijacije - FHR

FHR (*Frequent Handoff Region*) je prediktivni roming.

FHR predstavlja skup pristupnh tačaka za koje postoji velika verovatnoća da im klijent u bliskoj budućnosti pristupi, a nastaje na osnovu informacija o broju rominga i prioritetu klijenta u centralizovanom sistemu

Broj pristupnih tačaka na koje klijent može da se asocira je uglavnom ograničen na dve ili tri

Ukoliko se klijent pomeri do AP koji nije uključen u prediktivnu proceduru autentifikacije, potrebno je izvršavanje novih procedura autentifikacije i reasocijacije

Rezime: kod FHR centralni sistem formira region učestalog rominga uzimajući u obzir istoriju kretana i profil klijenta

Smanjenjenje kašnjenja usled autentifikacije/reasocijacije - PNC

PNC (*Proactive Neighbor Caching*) šema koristi graf suseda koji dinamički oslikava topologiju mobilnosti bežične mreže sa ciljem pre-pozicioniranja sadržaja klijenta

PNC obezbeđuje da se sadržaj (informacije o sesiji, QoS, sigurnost...) klijenta uvek šalje jedan skoj unapred.

Graf suseda se konstruiše uz pomoć informacija koje se razmenjuju tokom samog procesa rominga, i održava se u okviru svakog AP

Rezime: kod PNC svaki AP uči o šemi kretanja klijenta i formira graf seuseda na distributivan način

Smanjenjenje kašnjenja usled autentifikacije/reasocijacije - SNC

SNC (*Selective Neighbor Caching*) šema proširuje koncept PNC metoda uvodeći pojam težine suseda (*neighbor weight*) koja predstavlja verovatnoću rominga za svaki susedni AP

Sadržaj klijenta se šalje samo izabranim susednim pristupnim tačkama (onim čija je težina veća ili jednaka od predefinisane vrednosti *threshold*-a)

Graf suseda i njihove težine se konstruišu posmatrajući šeme rominga između pristupnih tačaka

Rezime: kod SNC važe ista pravila kao za PNC (svaki AP uči o šemi kretanja klijenta i formira graf seuseda) s tim da je specifičnost SNC-a da samo određen podskup susednih pristupnih tačaka čuva sadržak klijenta

Roming – radne grupe i zahtevi

Radna grupa 802.11f definiše opciono proširenje 802.11 za komunikaciju pristupnih tačaka između sistema različitih proizvođača radi podrše rominga korisnika i balansiranja opterećenja

Radna grupa 802.11r specificira brz prelaz između BSS-ova i na taj način ostvaruje „glatke“ prelaze

Radna grupa 802.21 radi na razvijanju standarda koji će omogućiti roming i interoperabilnost između heterogenih mrežnih arhitektura. Da bi bilo moguće podržati heterogene aplikacije i zahteve korisnika rešenja u WLAN mrežama moraju ispuniti sledeće zahteve:

- *backward compatibility*
- adaptivnost
- proširivost

Roming – radne grupe i zahtevi

Backward compatibility (interoperabilnost / kompatibilnost unazad) – iako su napravljena poboljšanja standarda, budući sistemi moraju biti kompatibilni sa postojećim rešenjima

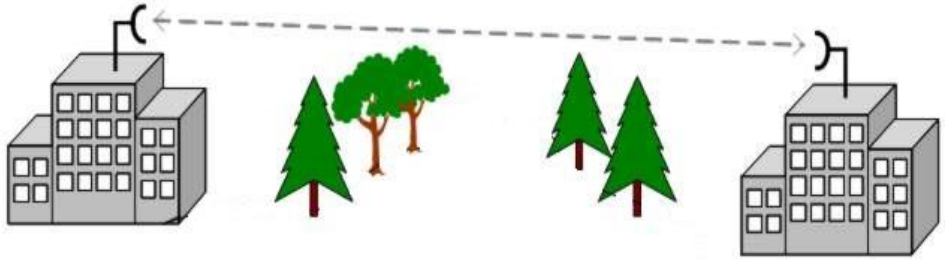
Adaptivnost – budući WLAN sistemi će podržavati čitav niz aplikacija (a tolerisanje kašnjenja prilikom rominga će zavisiti od njihovih karakteristika) pa metode rominga moraju biti prilagodljive

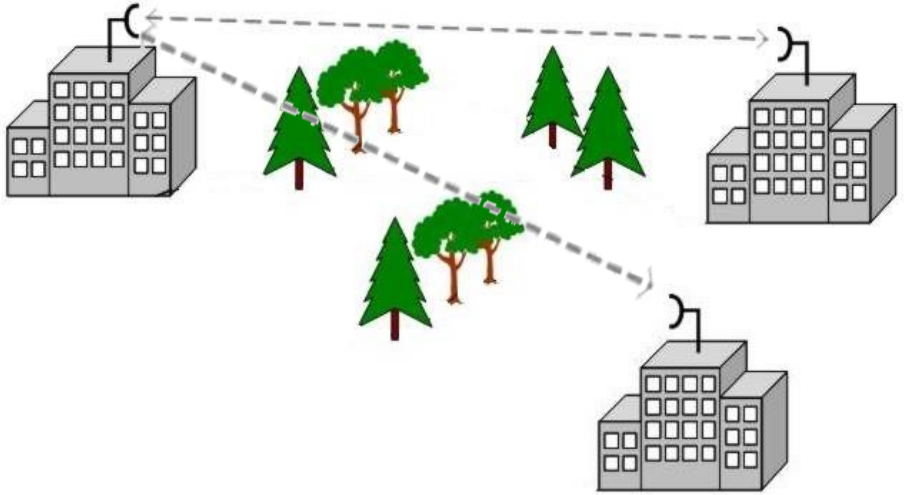
Proširivost – integracija WLAN i i ostalih heterogenih mreža je „zaživela“ pa rešenja mobilnosti moraju biti proširiva na nove tipove integrisanih mreža

Wireless Bridge

Wireless Bridge-evi su WLAN uređaji koji se mogu koristiti za:
- povezivanje dve ili više udaljenih lokacija računarskih mreža u jednu jedinstvenu
- kao *access point*-i za WLAN klijente

Wireless Bridge može da radi u:
- point-to-point konfiguraciji
- point-to-multipoint konfiguraciji





Wireless Bridge - dometi

Izbor antrene (često se koristi *diversity*) zavisi od:
- oblasti pokrivanja
- maksimalnog dometa
- lokacija u zatvorenom prostoru
- lokacija na otvorenom prostoru

Antenski kabal unosi dodatno slabljenje, na predajnoj i na prijemnoj strani

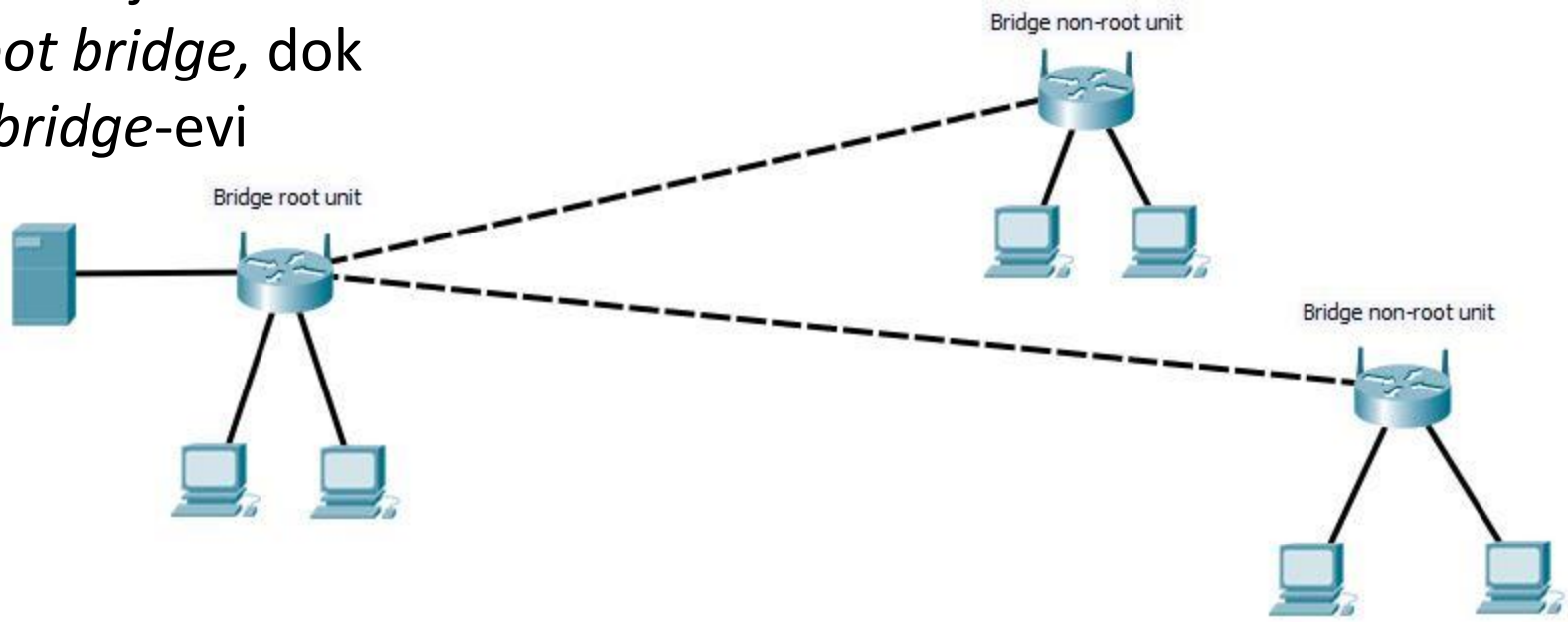
Tip antene	*Rastojanje*
Omnidirekciona sa 2,2 dBi	100m zatvoren prostor, 600m otvoren prosto
Omnidirekciona sa 5,2 dBi	1500m
Usmerena high-gain Yagi	10km
Usmerena parabolična	40km

Wireless Bridge

Wireless Bridge je moguće konfigurisati na tri načina:

1. *root* uređaj na žičnoj LAN mreži
2. *repeater*
3. *access point*

Samo jedan *wireless bridge* u jednoj WLAN mreži može biti setovan kao *root bridge,* dok svi ostali moraju biti *non-root bridge*-evi

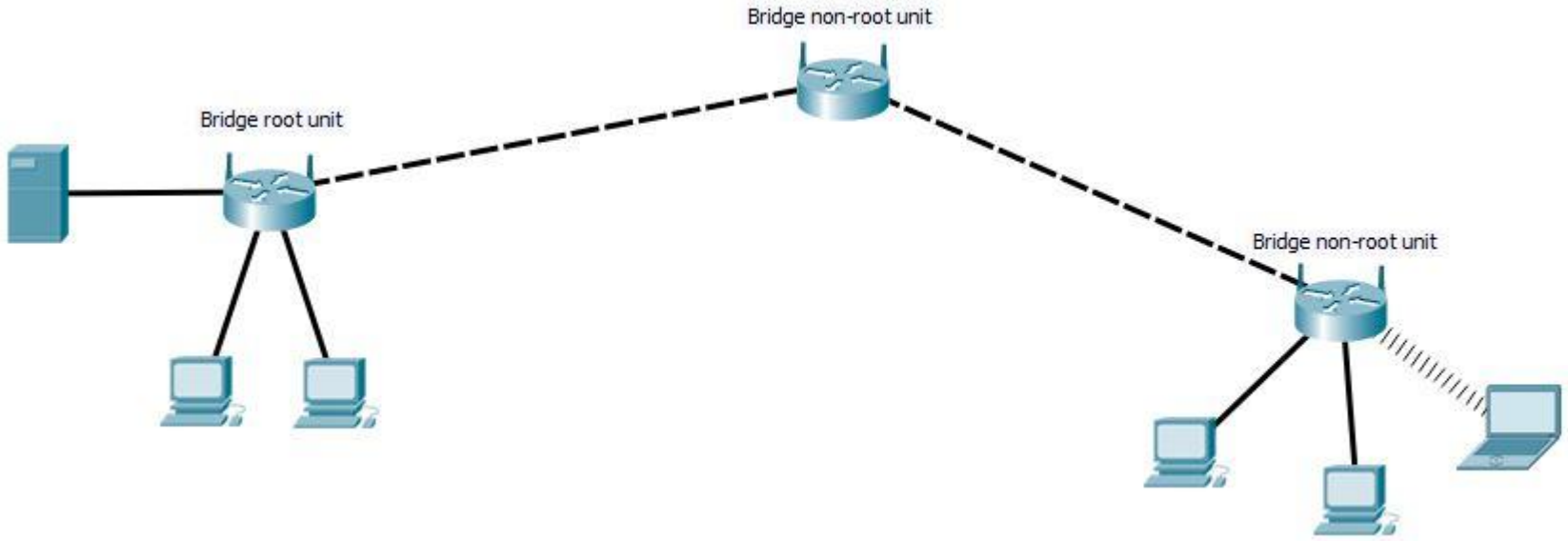


Wireless Bridge

Repeater je uređaj koji služi da poveća *wireless* domet.

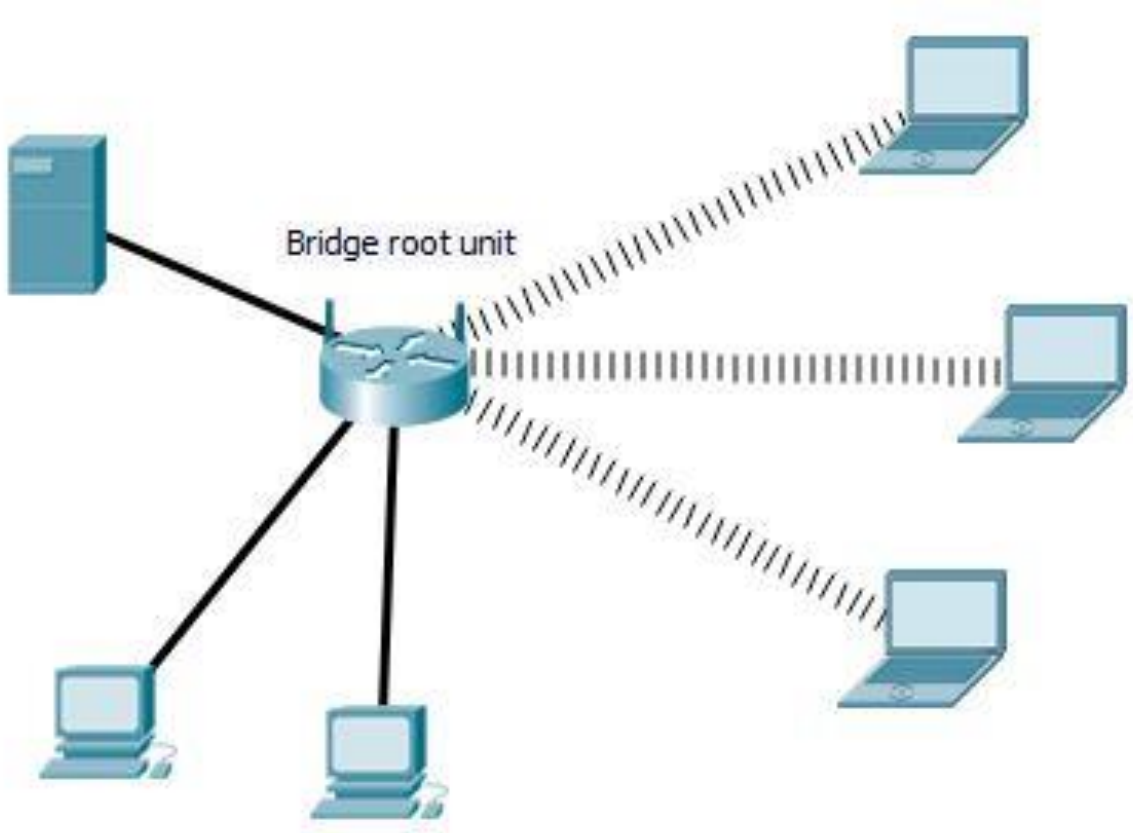
Repeater prosleđuje saobraćaj između wireless LAN korisnika i žične LAN mreže tako što šalje pakete drugom *repeater*-u, *root bridge*-u ili *root access poin*-u povezanom sa žičnom mrežom

Protok smanjuje na pola upotrebom *wireless bridge*-a kao *repeater*-a



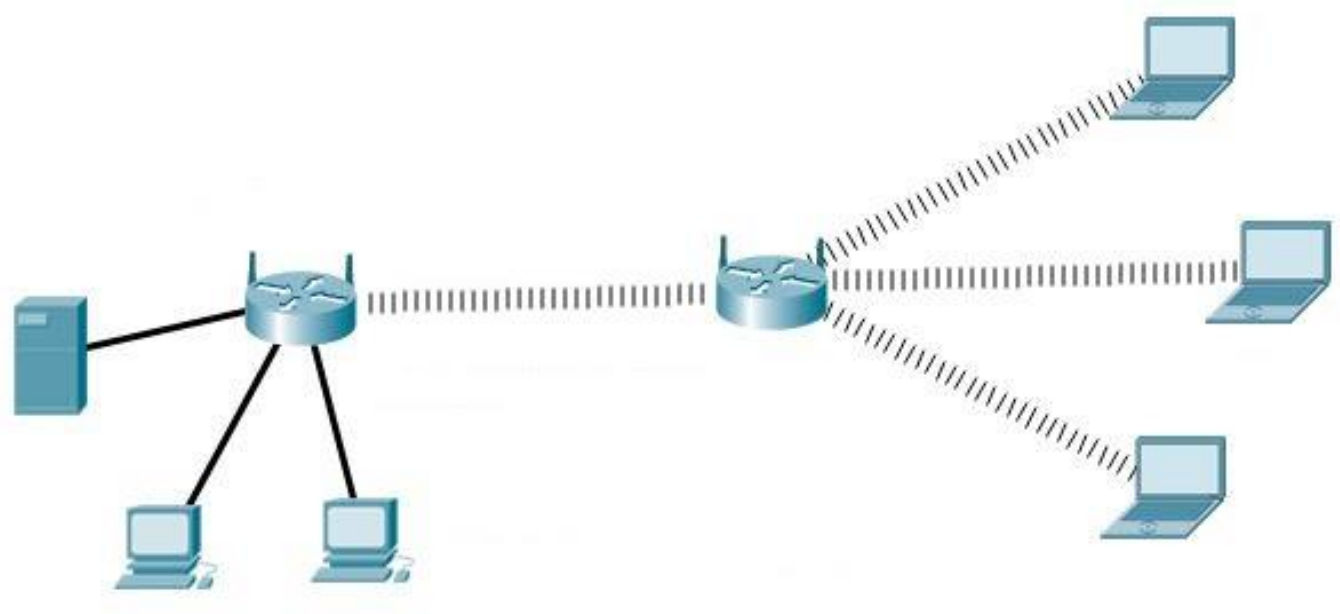
Wireless Bridge

Wireless Bridge dozvoljava asociranim *wireless* uređajima da pristupe sadržajima na žičnoj mreži kao da je u pitanju pristup preko *access point*-a, primer *root access point*



Wireless Bridge

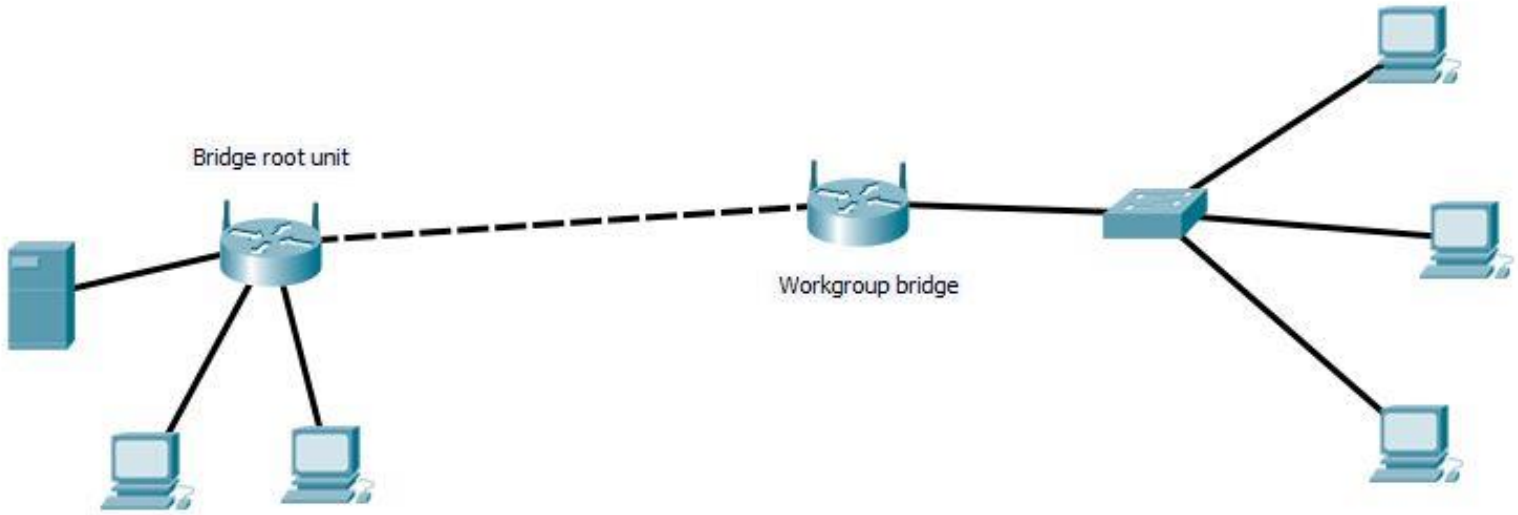
Wireless Bridge nije direktno povezan sa žičnom mrežom, već povezuje asocirane *wireless* klijente sa drugim *wireless bridge*-om koji je povezan sa žičnom mrežom, primer *repeater access point*



Wireless Bridge

Workgroup bridge-evi su nezavisni *wireless* uređaji koji drugim uređajima sa *Ethernet*-om obezbeđuju pristup *wireless LAN* mreži

Workgroup bridge-evi se povezuju sa svičem preko *Ethernet* portova



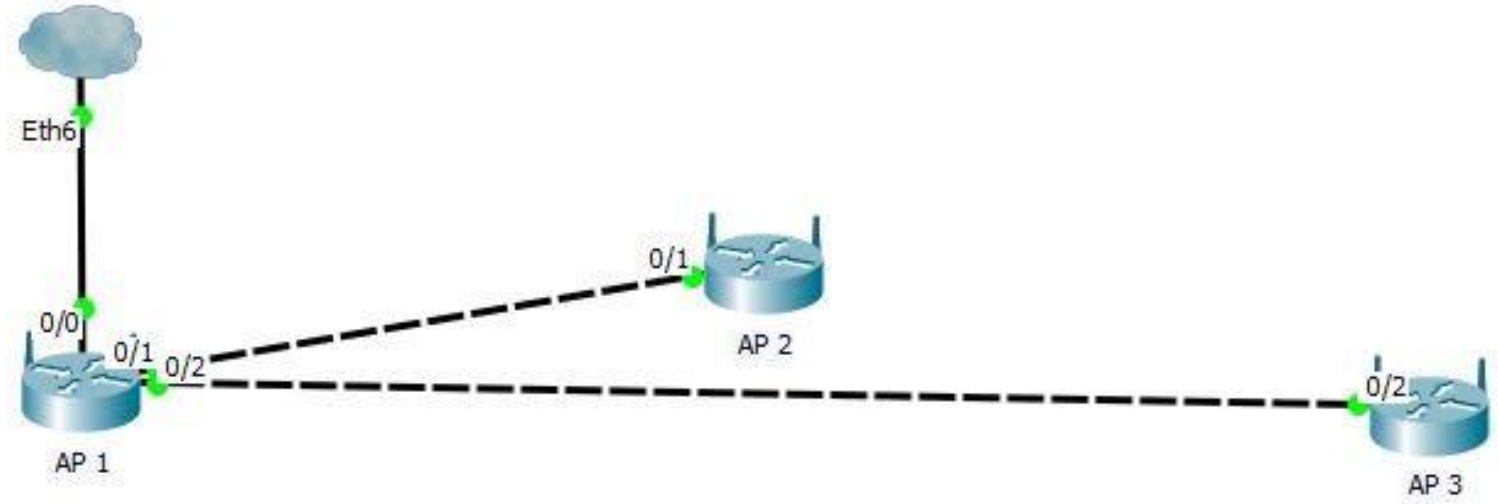
Zadaci

Bridge

Zadatak 1

Povezati (žično) i konfigurisati 3 AP-a; SSID i *password* je isti na svim AP-ima.

Rešenje 1/2:



Zadatak 1

Rešenje 2/2:

Podešavanje AP1

- WAN (*Wide area network*) je povezan na Internet
- PPPoE (*Point-to-Point Protocol over Ethernet*) za DSL (*Digital subscriber line*)
- DHCP je uključen, počinje od 192.168.1.10
- IP adresa je 192.168.1.1
- LAN 1 povezati na AP2 (isto LAN port)
- WLAN radi na kanalu 1
- WEP key: 0123456789

Podešavanje AP2

- ulazni port je LAN
- DHCP je isključen
- IP adresa je 192.168.1.2
- WLAN radi na kanalu 6
- WEP key: 0123456789

Podešavanje AP3

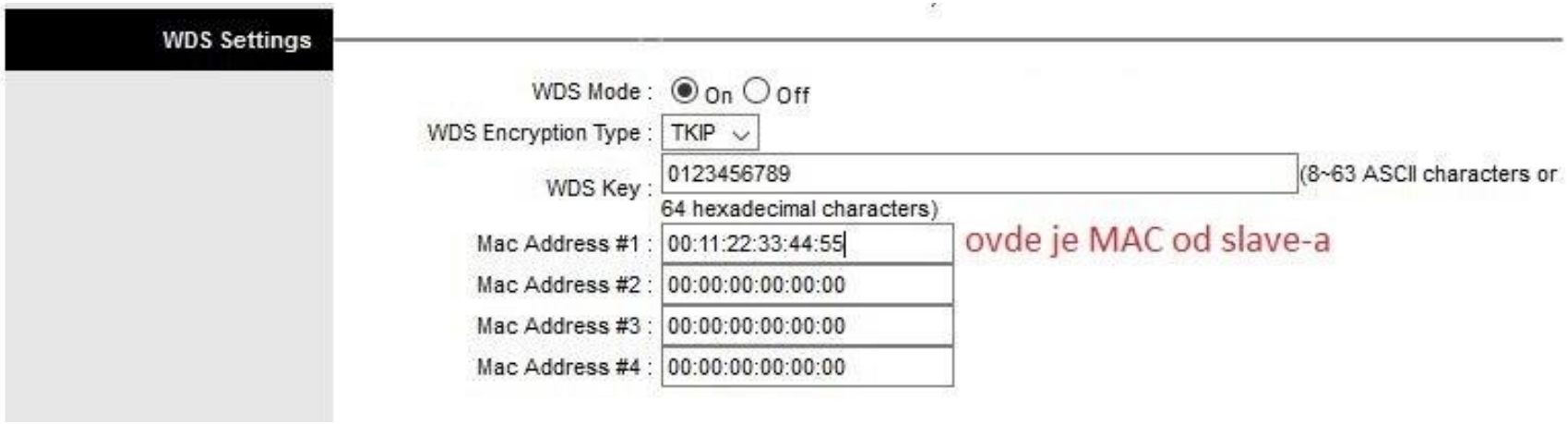
- ulazni port je LAN
- DHCP je isključen
- IP adresa je 192.168.1.3
- WLAN radi na kanalu 11
- WEP key: 0123456789

Zadatak 2

Konfigurisati WDS (*wireless distribution system*) korišćenjem TP-LINK Model: TD-W8951ND

Rešenje 1/2:

Podešavanje *master* AP-a:

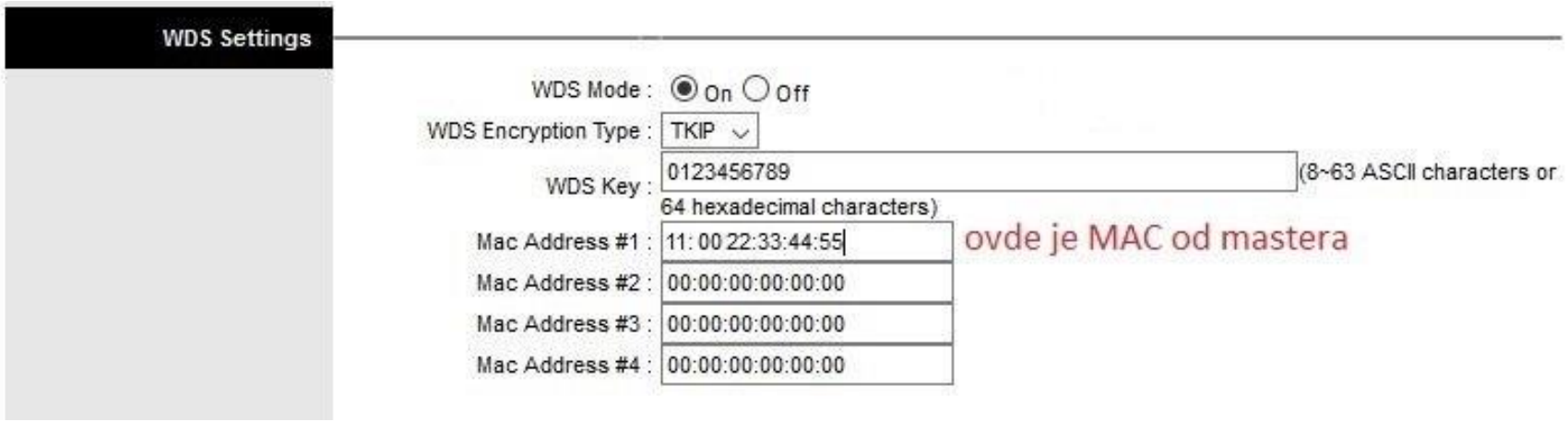


Na *master* AP-u DHCP je uključen, i *master* ima izlaz ka Internetu.

Zadatak 2

Rešenje 2/2:

Podešavanje *slave* AP-a:

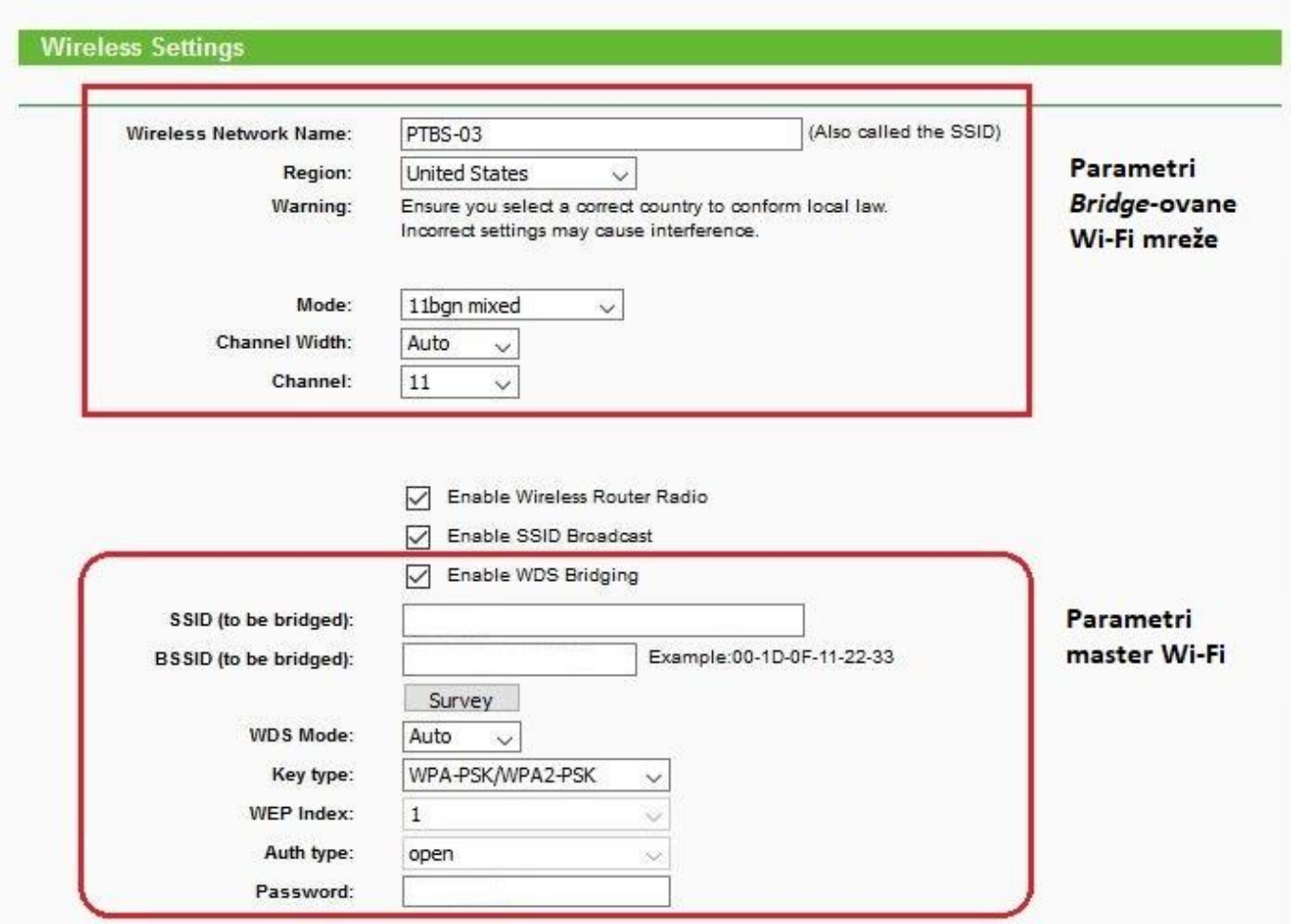


Na *slave* AP-u DHCP obavezno mora biti isključen.

Zadatak 3

Konfigurisati WDS (*wireless distribution system*) korišćenjem TP-LINK Model: TL-WR7400N

Rešenje:



Pitanja