

5. WiFi

Prof.dr Igor Radusinović

igorr@ucg.ac.me

dr Slavica Tomović

slavicat@ucg.ac.me

WiFi

- Uvod
- MAC kontrola
- Fizički nivo

WiFi

Uvod

- ❑ IEEE 802.11 familija standarda
- ❑ WiFi uređaji pristupaju mreži preko AP (Access Pointa)
- ❑ Skup uređaja povezanih na AP se naziva Basic Service Set (BSS)
- ❑ AP svakih 100ms šalje beacon frejm koji sadrži osnovne karakteristike BSS-a
- ❑ Definiše MAC podnivo (CSMA-CA i RTS-CTS) i fizički nivo (sub GHz, 2.4GHz, 5GHz i 60GHz za brzine od 1Mb/s do nekoliko Gb/s)

WiFi

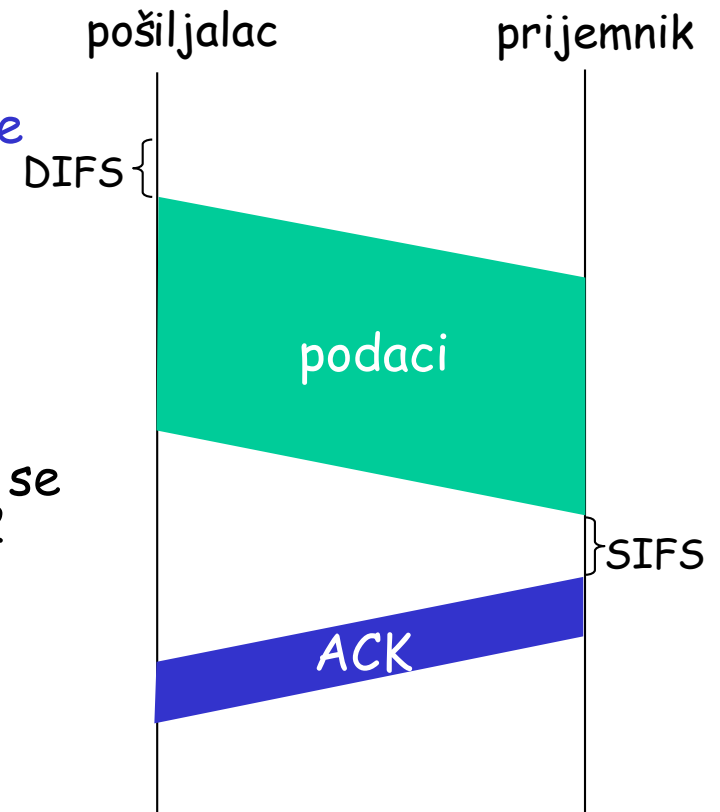
MAC kontrola (CSMA-CA)

802.11 pošiljalac

1. ako pošiljalac detektuje slobodan kanal tokom trajanja intervala **DIFS** (Distributed Interframe Space) tada se šalje cijeli frejm (nema detekcije kolizije)
2. ako se tokom DIFS detektuje zauzeti kanal tada se
 - Izračunava slučajno *backoff* vrijeme tajmera
 - Dok je kanal zauzet tajmer se zaustavlja
 - Nakon oslobađanja kanala timer odbrojava
 - Kada istekne tajmer, ako je kanal slobodan počinje slanje frejma
 - Ako nakon slanja nema potvrde ACK, povećava se slučajni backoff interval, i ponavlja se korak 2

802.11 prijemnik

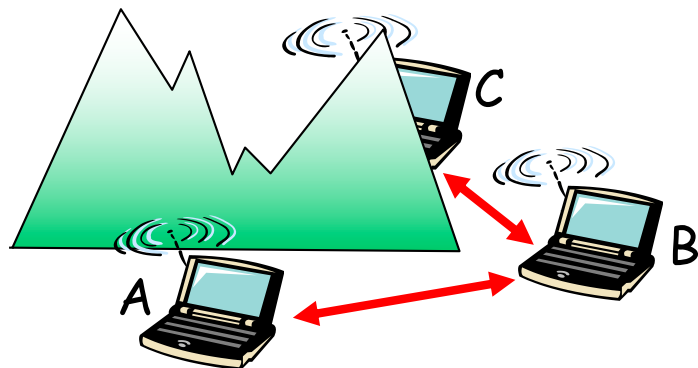
- Ako je primljeni frejm ispravan
 - šalje ACK poslije isteka **SIFS** (Short Interframe Space)
 - ACK je potreban zbog problema skriveni terminal
- Ako primljeni frejm nije ispravan prijemnik odbacuje frejm



WiFi

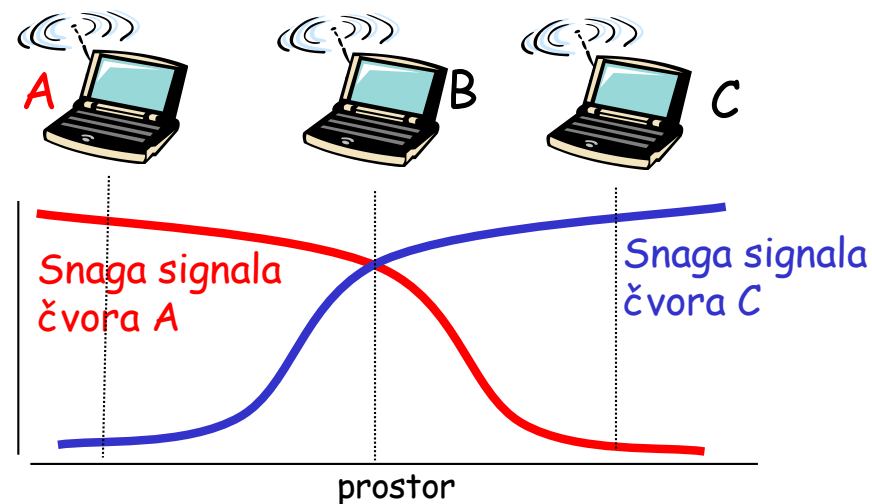
MAC kontrola (Problem sakrivenog terminala)

I pored primjene višestrukog pristupa, više bežičnih predajnika i prijemnika može izazivati dodatne probleme:



1. Problem sakrivenog terminala

- B, A detektuju jedan drugog
- B, C detektuju jedan drugog
- A, C se ne detektuju što znači da A, C ne vode računa o interferenciji na mjestu B



Slabljenje signala:

- B, A se detektuju
- B, C se detektuju
- A, C se ne detektuju i izazivaju interferenciju na mjestu B

WiFi

MAC kontrola (RTS-CTS)

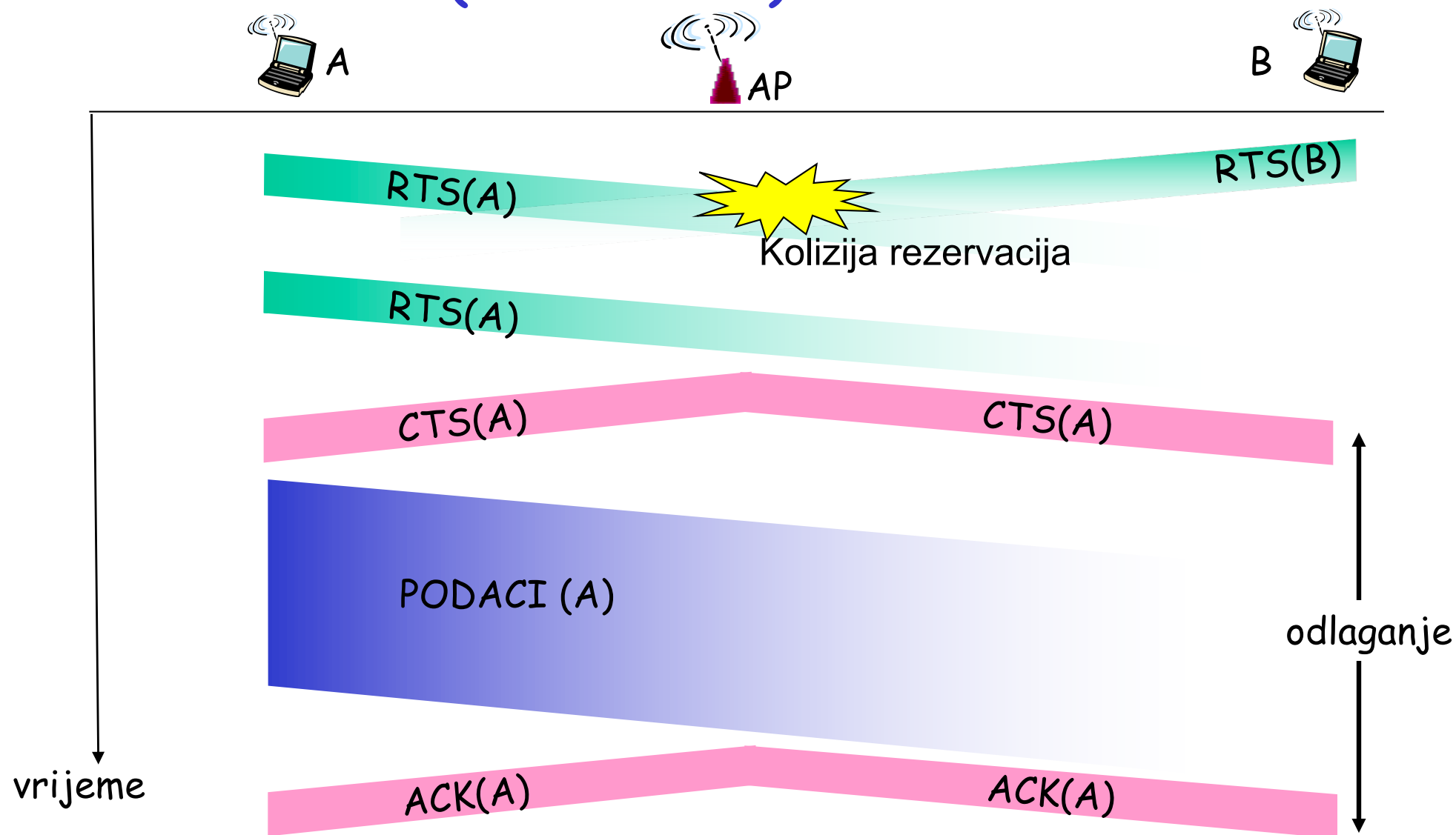
IDEJA! dozvoliti korisniku da “rezerviše” kanal duže nego što mu je potrebno za slanje jednog frejma: izbjeći kolizije za velike frejmove

- ❑ Pošiljalac prvo šalje mali request-to-send (RTS) frejm pristupnoj tački korišćenjem CSMA
 - RTS frejmovi mogu zapasti u koliziju sa drugim frejmovima (što nije veliki problem jer su kratki)
- ❑ Pristupna tačka šalje svima clear-to-send CTS frejm kao odgovor na RTS frejmove
- ❑ CTS frejm primaju sva čvorišta ali ga korsiiti samo onaj pošiljalac kojemu je namijenjen
 - Pošiljalac počinje slanje frejma sa podacima
 - Druge stanice ne šalju

Korišćenjem malih rezervacionih frejmova
izbjegava se kolizija velikih frejmova !

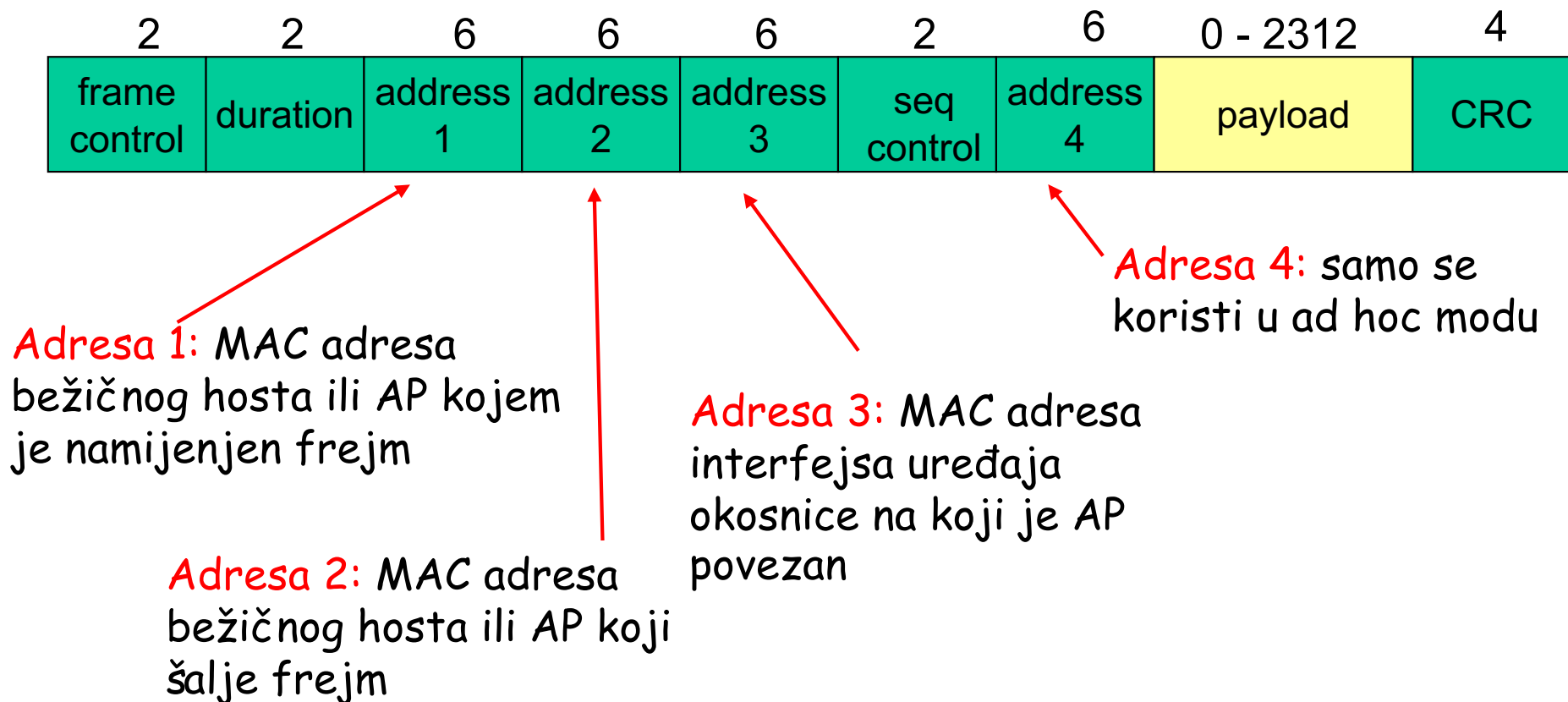
WiFi

MAC kontrola (RTS-CTS)



WiFi

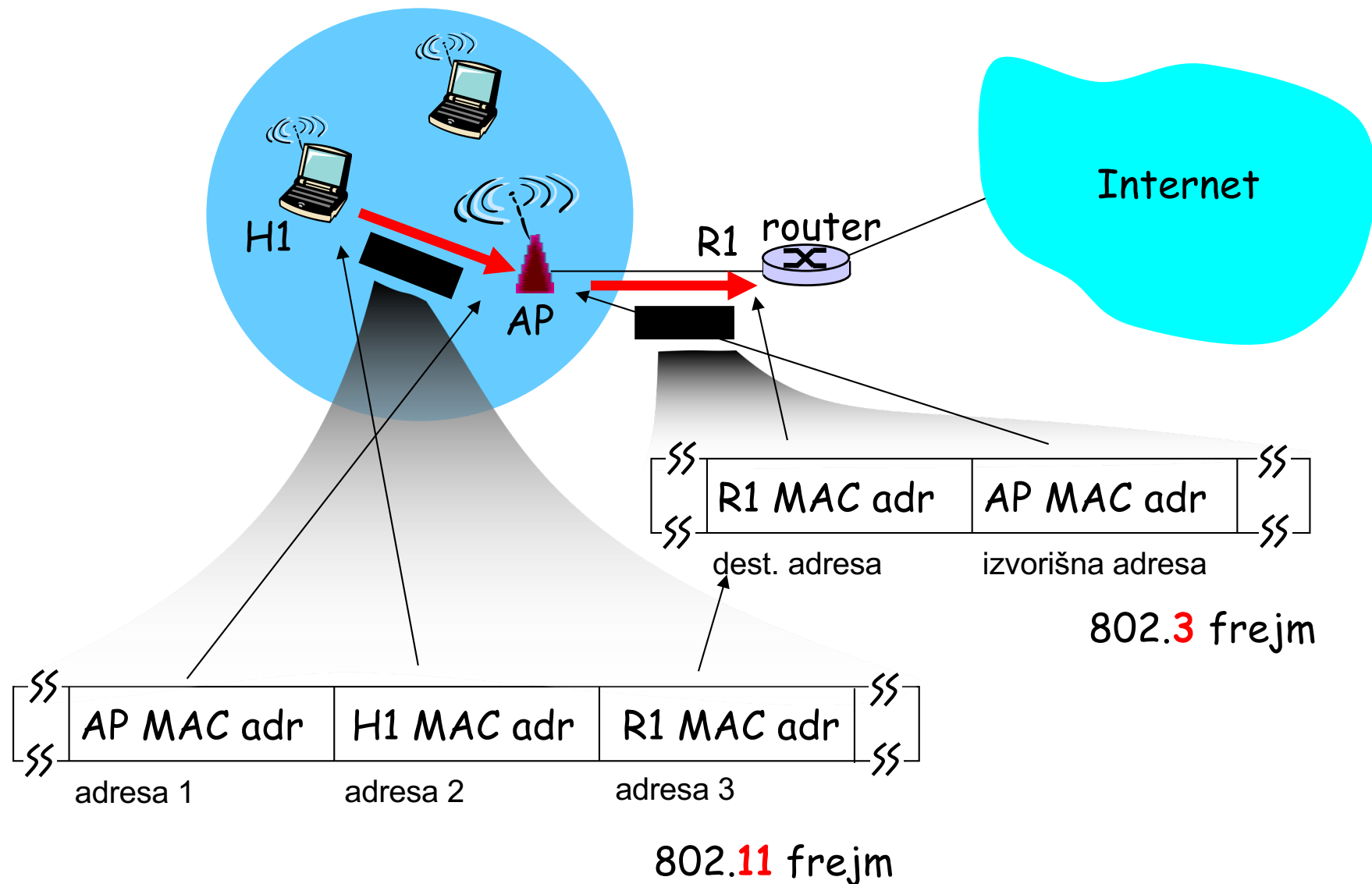
MAC kontrola (frejm)



Payload je najčešće 1500B koji nosi IP datagram ili ARP paket.

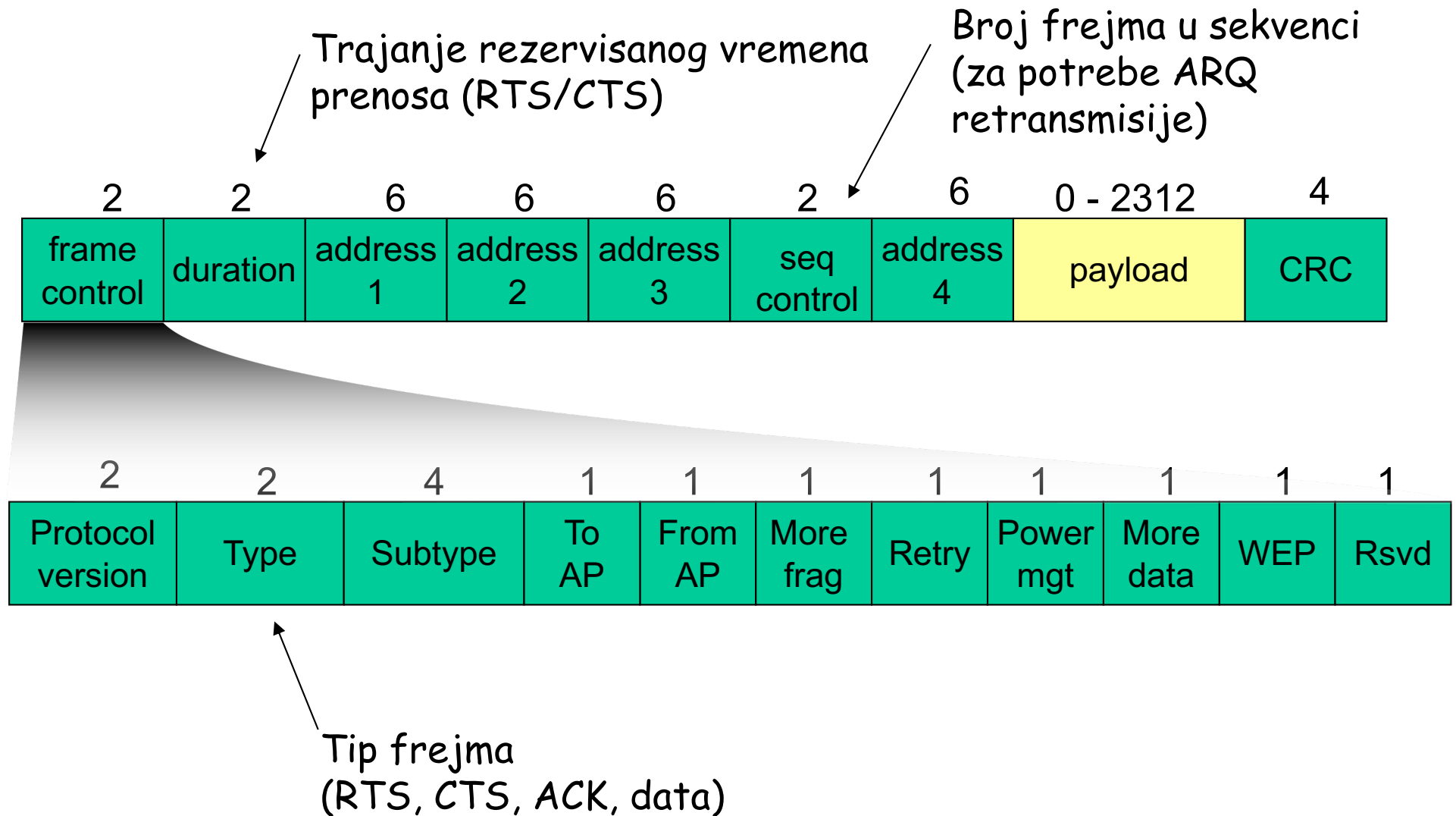
WiFi

MAC kontrola (frejm)



WiFi

MAC kontrola (frejm)



WiFi

Fizički nivo

□ 802.11b

- Ratifikovan 1999
- 2.4-2.5 GHz nelicencirani opseg
- Širina kanala 20MHz
- Kapacitet do 11 Mb/s (dijeljeno između korisnika)
- Domet 38m (unutar objekta) - 140m (van objekta)
- Domet 5000m (van objekta) ako se koristi licencirani opseg 3.7GHz (SAD)
- Stvarni kapacitet 6.5Mb/s
- DSSS (*direct sequence spread spectrum*) na fizičkom nivou

□ 802.11a

- Ratifikovan 1999
- Nelicencirani opseg 5.75-5.875 GHz
- Širina kanala 20MHz
- Domet 35m (unutar objekta) - 120m (van objekta)
- Dijeljeni kapacitet do 54 Mb/s (stvarni kapacitet do 25Mb/s)
- OFDM (*Orthogonal frequency-division multiplexing*)

□ 802.11g

- Ratifikovan 2003
- 2.4-2.5 GHz nelicencirani opseg
- Širina kanala 20MHz
- Dijeljeni kapacitet do 54 Mb/s (stvarni kapacitet do 25Mb/s)
- Domet 35m (unutar objekta) - 120m (van objekta)
- OFDM ili DSSS

802.11n

- Ratifikovan 2009
- 2.4-2.5 GHz i/ili 5.75-5.875 GHz nelicencirani opsezi
- Širina kanala 20 ili 40 Mhz
- Dijeljeni kapacitet do 600Mb/s (stvarni ispod 200Mb/s)
- Domet 70m (unutar objekta) - 250m (van objekta)
- OFDM
- SU-MIMO (multiple input multiple out)
- 4 toka podataka istovremeno

WiFi

Fizički nivo

□ 802.11ad

- Ratifikovan 2012
- 60GHz nelicencirani opseg (57-71GHz) podijeljen na 6 kanal širine 2GHz
- Kapacitet do 7Gb/s
- WiGig
- Domet nekoliko metara

□ 802.11ac

- Ratifikovan 2013
- Nelicencirani opseg 5.75-5.875 GHz
- Kapacitet 6,8Gb/s, stvarna brzina 720Mb/s
- Širina kanala 160MHz
- MU-MIMO (do 8 UL i do 4 DL) sa 400Mb/s odnosno 200Mb/s po anteni
- 256QAM
- beamforming
- Veći domet od IEEE 802.11n

□ 802.11ah

- Ratifikovan 2016
- 900MHz nelicencirani opseg
- Extended range
- Širina kanala 1MHz, 2MHz do 16MHz
- MU-MIMO na downlinku (4 uređaja istovremeno)
- Dijeljeni kapacitet do 347Mb/s
- Do 8192 uređaja povezana na AP
- IoT
- Restricted Access Window
- Target Wake Time
- Sektorizacija
- Relay AP
- WiFi HaLow za nisku potrošnju energije u pametnim vozilima, gradovima,....
- ...

Hot spot device (WiFi Direct)!!!

WiFi

Fizički nivo

- ❑ 802.11ax
 - Ratifikovan 2019
 - Nelicencirani opsezi 2,4 i 5GHz
 - Teorijski kapacitet do 7Gb/s
 - WiFi6
 - Efikasniji prenos u zagušenim mrežama
- ❑ 802.11ac
 - U razvoju
 - Nelicencirani opsezi 2,4, 5 i 6 GHz
 - Kapacitet veći od 30Gb/s
 - WiFi 7
 - Velika brzina i malo kašnjenje

WiFi

MAC kontrola (efikasnost)

- Može se pokazati da je efikasnost IEEE 802.11b u single user scenariju kada se prenose frejmovi veličine 1500B svega 58%
 - $1500 \cdot 8 \text{b} / 11 \text{Mb/s} = 1090,9 \mu\text{s}$
 - Prosječno trajanje overhead poruka je $788,9 \mu\text{s}$
 - $\text{Efikasnost} = 1090,9 \mu\text{s} / (1090,9 \mu\text{s} + 788,9 \mu\text{s}) = 0,58$