

Master strukovne studije: Protokoli i tehnologije bežičnih sistema



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

Sadržaj



Funkcionalnost IEEE 802.11 MAC sloja

- Osnovna CSMA/CA operacija
- Network Allocation Vector (NAV)
- Backoff operacija
- Primer pristupa bežičnom medijumu

Upotreba RTS / CTS

Fragmentacija

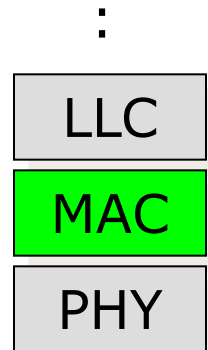
Visoka Škola elektro-tehnike i računarstva
strukovnih studija

Medium Access Control (MAC)

Medium access control: Pristup zajedničkom prenosnom medijumu (na primer radio kanalu) od strane većeg broja stanica mora biti koordinisan (inače će se dešavati kolizije).

Pristupne metode:

FDMA	Dodeljivanje kanala u frekvencijskom domenu
TDMA	Dodeljivanje slotova u vremenskom domenu
CDMA	Dodeljivanje kod sekvence u kod- domenu
CSMA	Dodeljivanje mogućnosti slanja u vremenskom domenu na statističkoj osnovi



CSMA/CD vs. CSMA/CA (1)

CSMA/CD (Collision Detection) - MAC metod koji se koristi u žičanom LAN-u (Ethernet). Stanice žičanog LAN-a **mogu** (dok bežične stanice **ne mogu**) detektovati koliziju.

Osnovne CSMA/CD operacije:

- 1) Čekanje na slobodan medijum
- 2) Slanje okvira
- 3) Desila se kolizija – odmah prekinuti slanje
- 4) Retransmisija nakon slučajnog vremena (backoff)

**CSMA/CD pravilo:
Backoff nakon kolizije**

CSMA/CD vs. CSMA/CA (2)

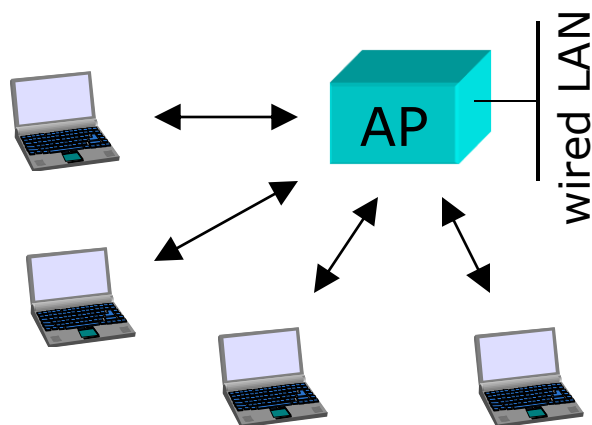
CSMA/CA (Collision Avoidance) - MAC metod koji se koristi u bežičanom LAN-u. Bežične stanice **ne mogu** detektovati koliziju (t.j. u svakom slučaju će biti poslat ceo okvir).

Osnovne CSMA/CA operacije:

- 1) Čekanje na slobodan medijum
- 2) Čekaj slučajno vreme (backoff)
- 3) Slanje okvira
- 4) Desila se kolizija, stanice to neće detektovati
- 5) Kolizija => okvir sa greškom => bez ACK unazad

**CSMA/CA pravilo:
Backoff pre kolizije**

Osnove pristupa bežičnom medijumu



CSMA:
Samo jedan paket u
jednom trenutku

U nastavku istražujemo samo
Infrastrukturni BSS.

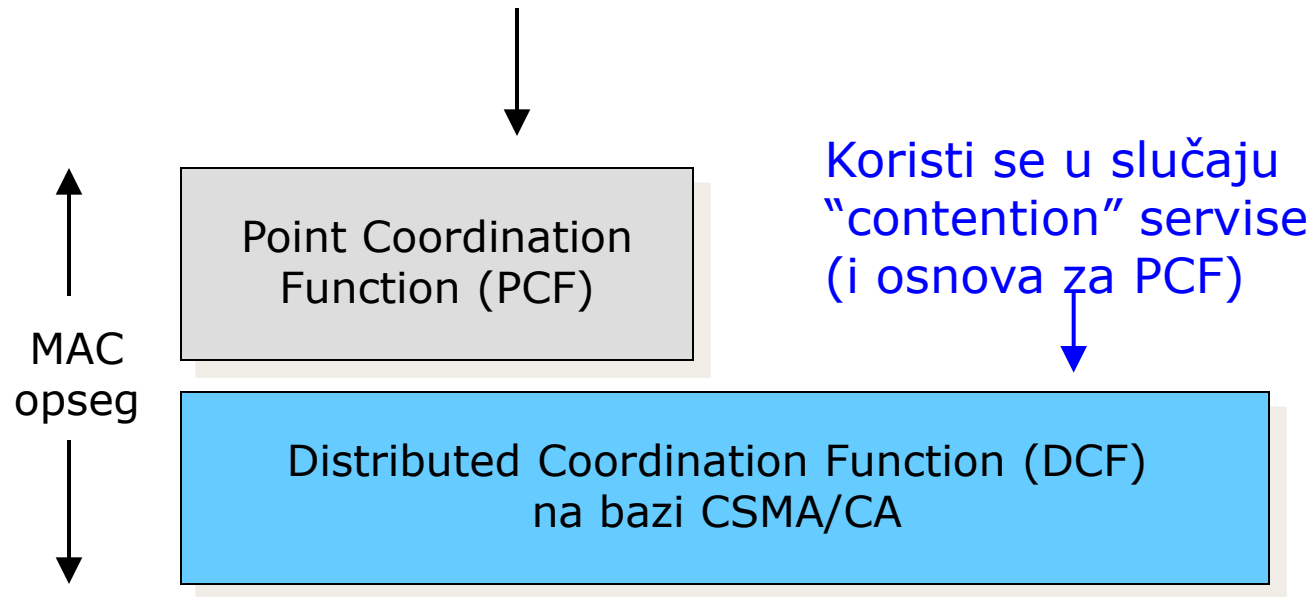
Što se tiče pristupa
prenosnom medijumu, **sve**
stanice i AP imaju **isti**
prioritet



prenosi u downlink-u (od AP)
and uplink-u (od stanice) su
slični.

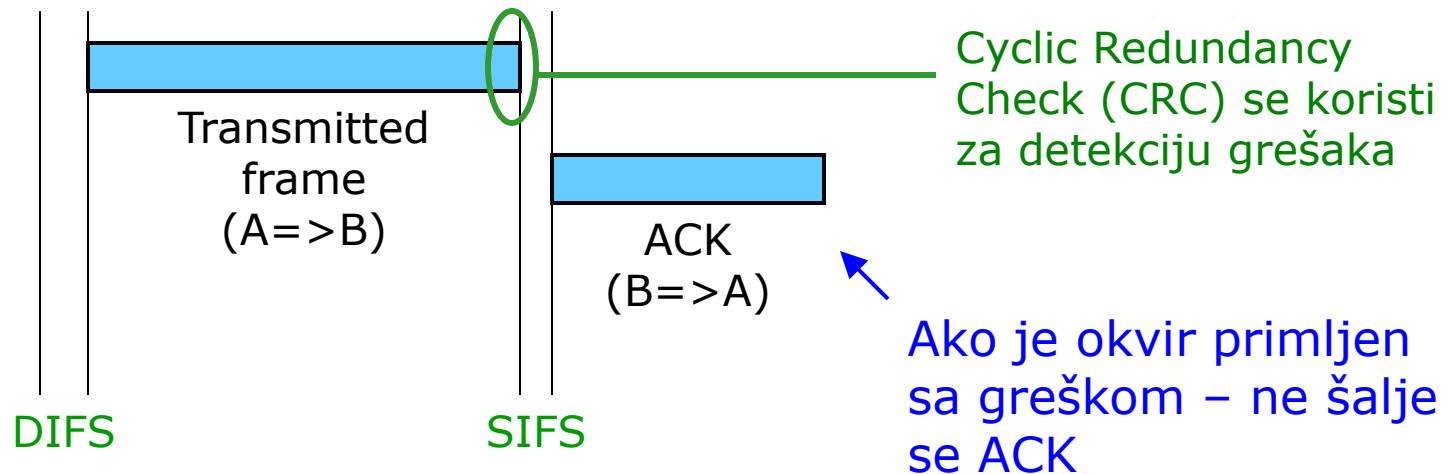
DCF (CSMA/CA) vs. PCF

Projektovan za "contention-free" servise isporuke (osetljive na kašnjenje, real-time servisi kao što je prenos govora)



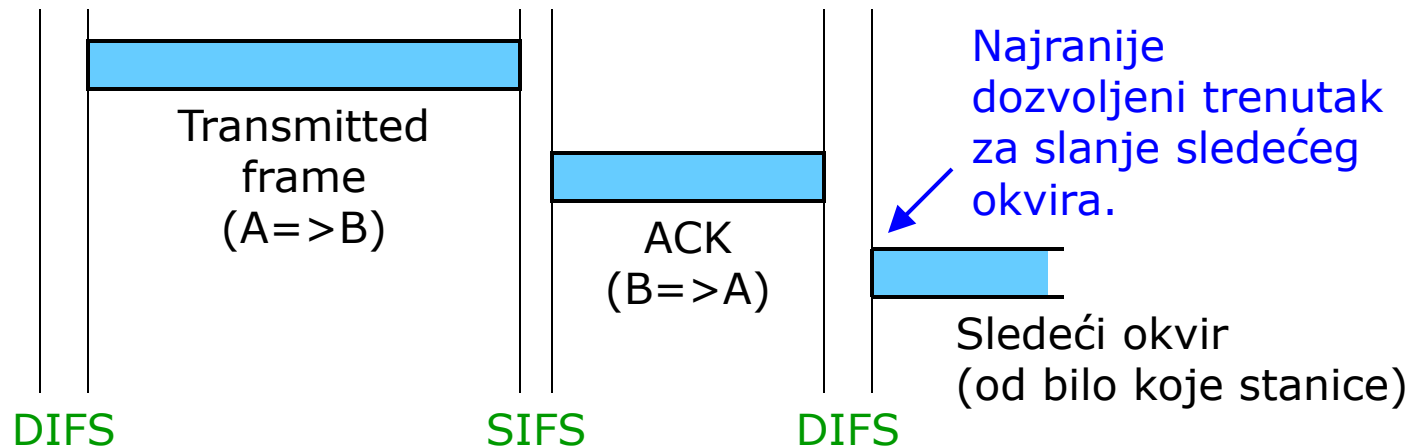
- Funkcija za distribuiranu koordinaciju, DCF
- Funkcija za centralizovanu koordinaciju, PCF

Bežični pristup medijumu (1)



Kada se primi okvir bez bitskih grešaka, prijemna stanica (B) šalje **Acknowledgement (ACK) okvir** nazad do predajne stanice (A).

Bežični pristup medijumu (2)



Stanica može da šalje podatke **SAMO AKO** detektuje da je kanal **SLOBODAN** DIFS vremena

U toku transakcije (Okvir (+ SIFS) + ACK) prenosni medijum (radio kanal) je rezervisan – **atomičnost transakcije**. Sledeći okvir može biti poslat **najranije** nakon sledećeg DIFS intervala.

Bežični pristup medijumu (3)

Dva najznačajnija vremenska intervala između okvira su **SIFS** i **DIFS**:

SIFS (Short Interframe Space) = 10 μ s (16 μ s)

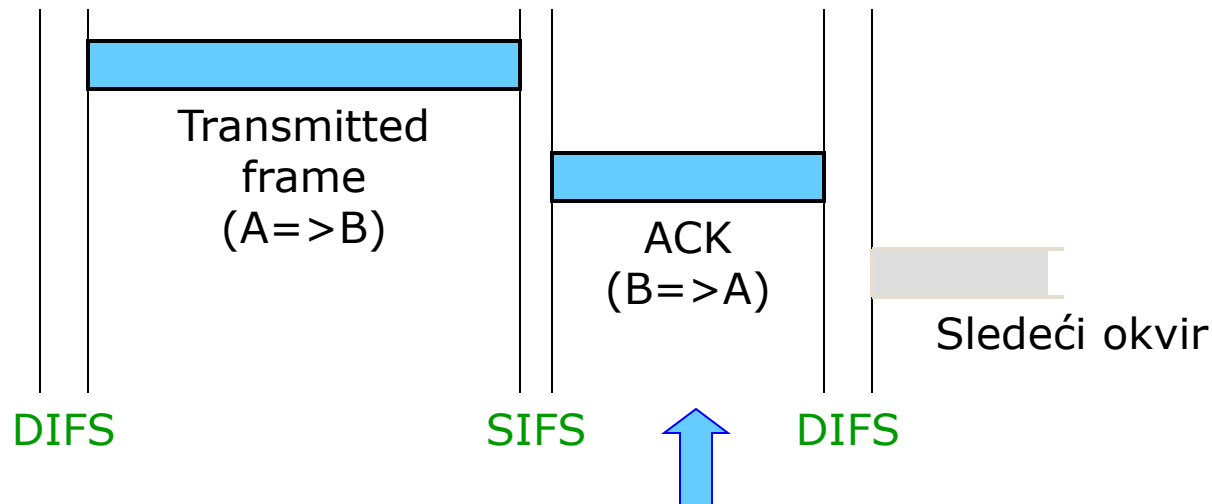
DIFS (DCF Interframe Space) = 50 μ s (34 μ s)

802.11b

802.11g

Kada dve stanice pokušaju da istovremeno pristupe medijumu, ona koja čeka SIFS vremenski interval pobeđuje u odnosu na stanicu koja čeka DIFS vremenski interval. Drugim rečima, SIFS ima veći prioritet u odnosu na DIFS.

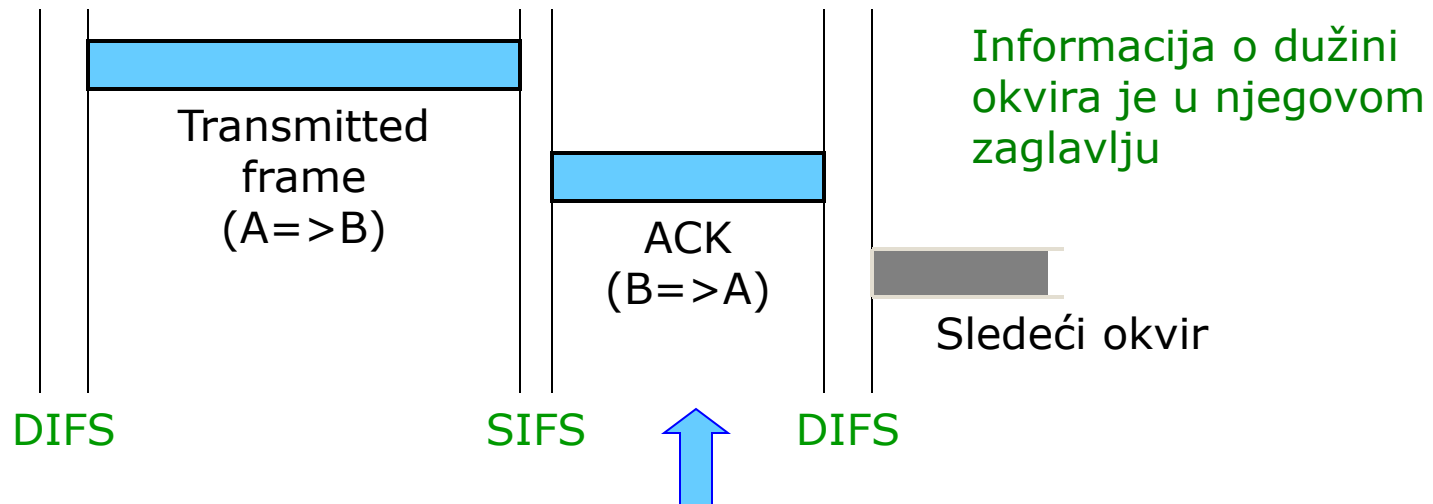
Bežični pristup medijumu (4)



Postoje dva mehanizma za rezervaciju kanala:

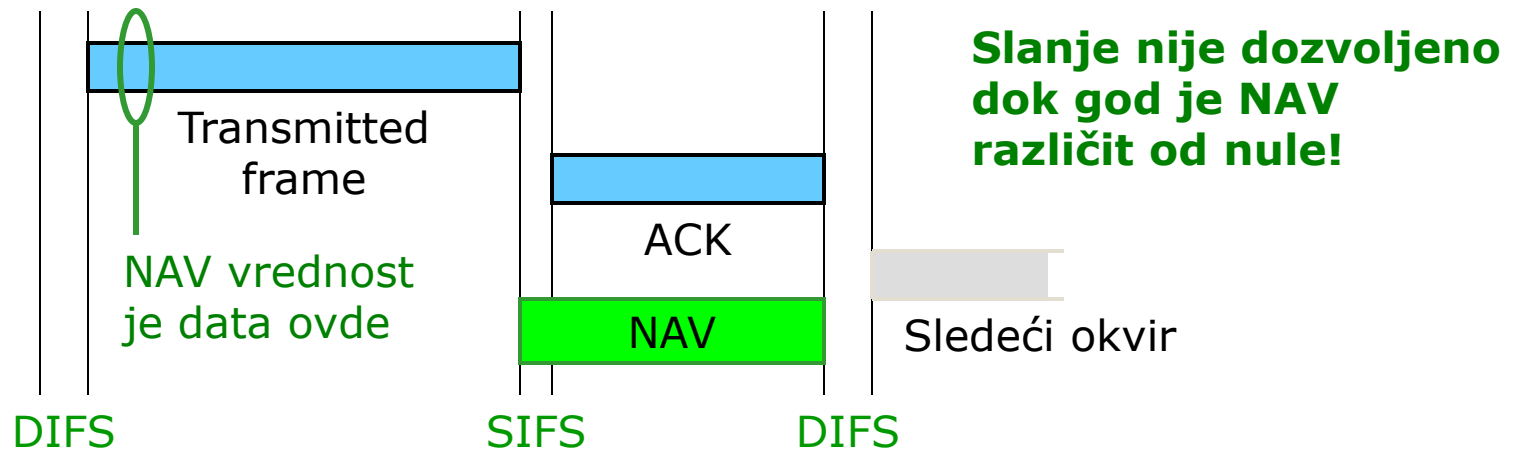
(I) **Physical carrier sensing** i (II) **Virtual carrier sensing** korišćenjem tzv. **Network Allocation Vector (NAV)**.

Bežični pristup medijumu (5)



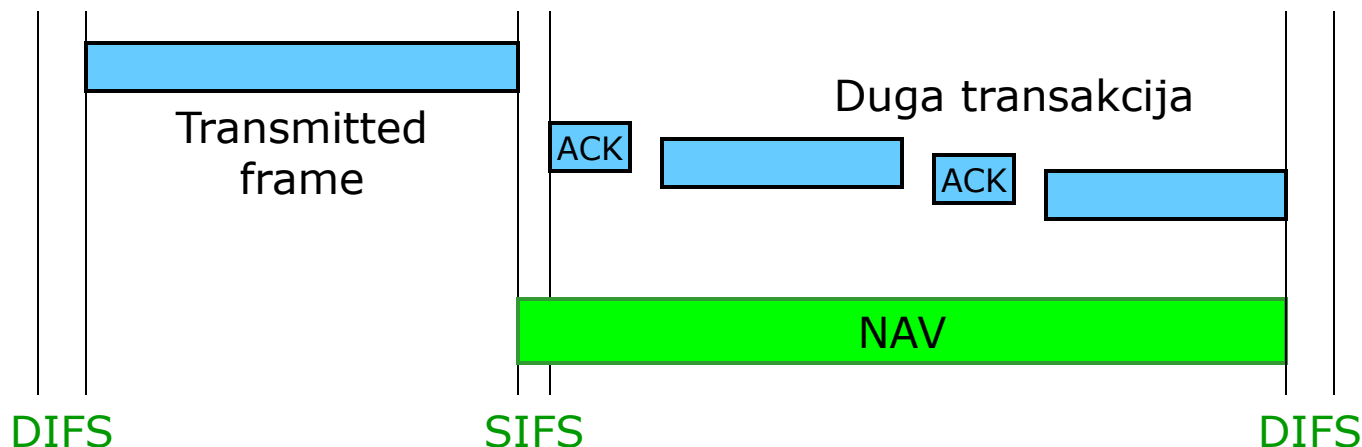
Physical carrier sensing – fizički sloj (PHY) informiše MAC pod-sloj kada se u kanalu detektuje okvir. Prioriteti u pristupu medijumu se rešavaju kroz dužinu intervala između okvira.

Bežični pristup medijumu (6)



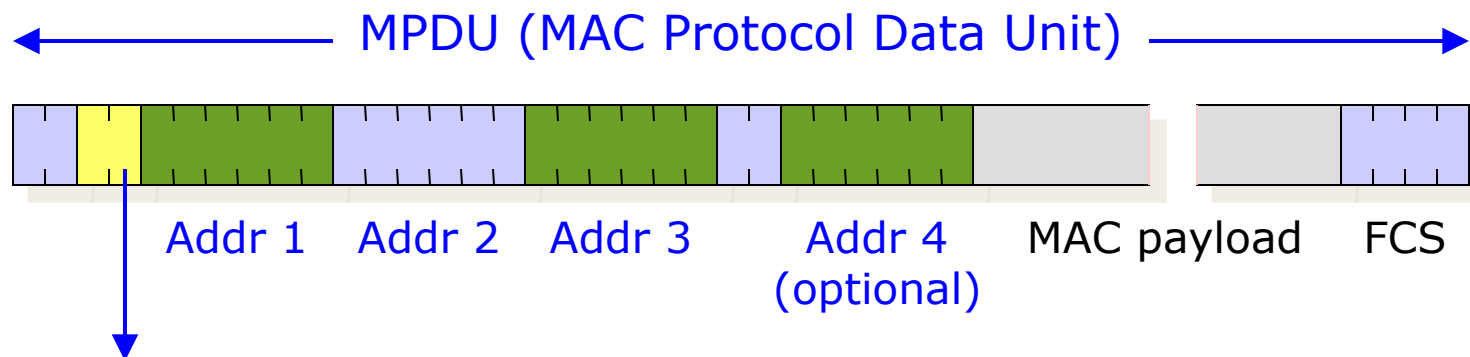
Virtual carrier sensing označava da je **NAV vrednost** postavljena u svim stanicama a koju je moguće očitati iz okvira koji je u prenosu.

Bežični pristup medijumu (7)



Virtual carrier sensing koje koristi **NAV** je posebno značajno u situacijama u kojima će kanal biti rezervisan "duže vreme" (korišćenje RTS/CTS, fragmentacija, itd...).

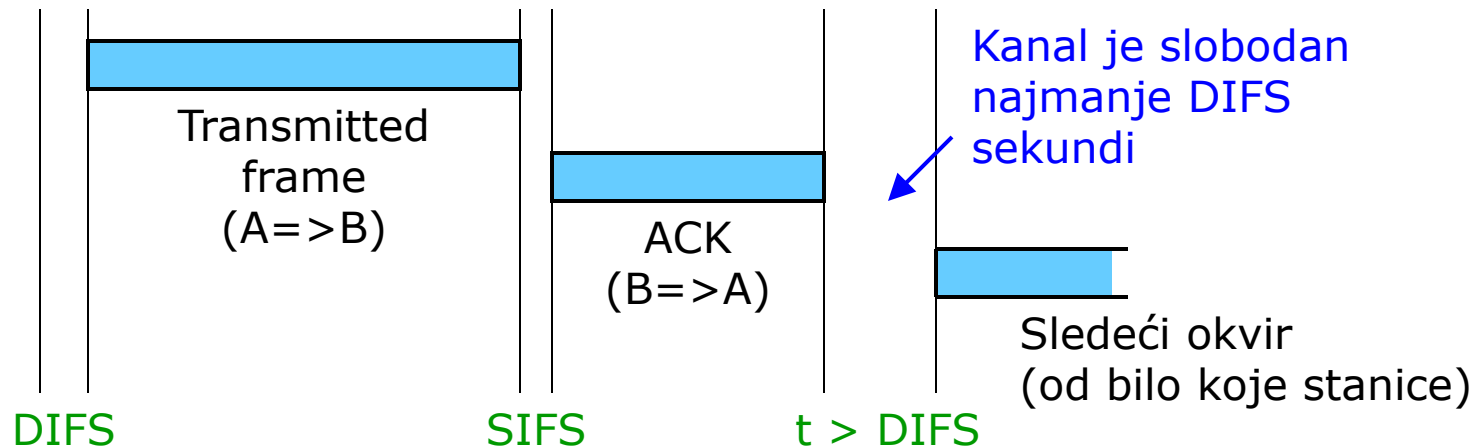
NAV vrednost se prenosi u MAC zaglavlju



Duration polje: 15 bits sadrži NAV vrednost u broju mikrosekundi. Poslednji (16.) bit je nula.

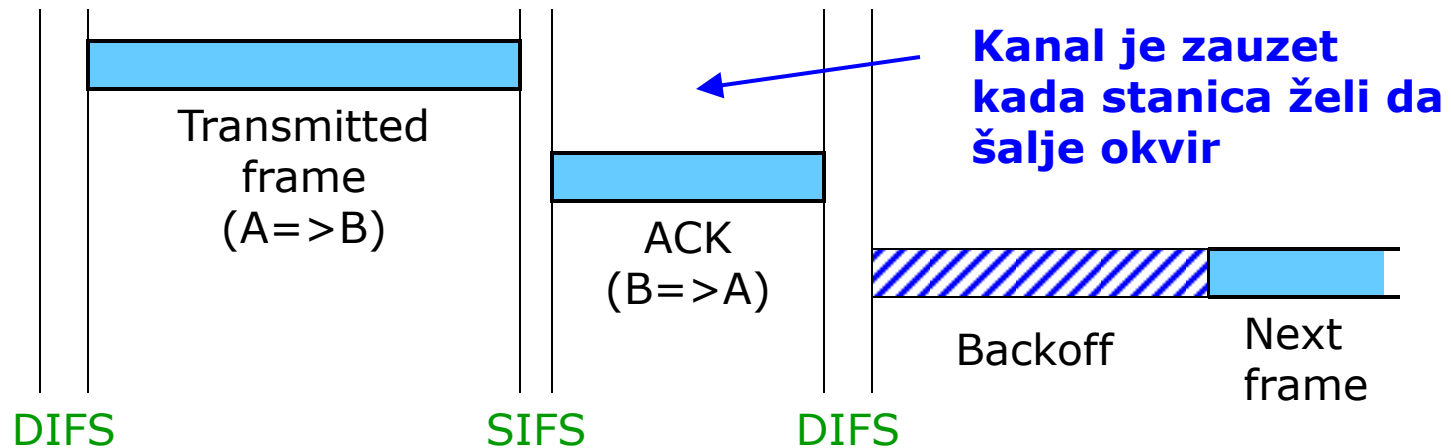
Sve stanice moraju pratiti zaglavlja svih okvira koje primaju i na bazi NAV vrednosti iz okvira postavljaju svoj brojač (vremensku kontrolu). Brojač se dekrementira nakon svake mikrosekunde. Kada brojač dođe do nule – kanal je opet raspoloživ.

Bežični pristup medijumu (8)



Kada stanica želi pa pošalje okvir a **kanal je već slobodan vremenski period > DIFS** (računato od trenutka kada je stanica prvi put proveravala zauzetost kanala) => **sa slanjem se može odmah početi**.

Bežični pristup medijumu (9)

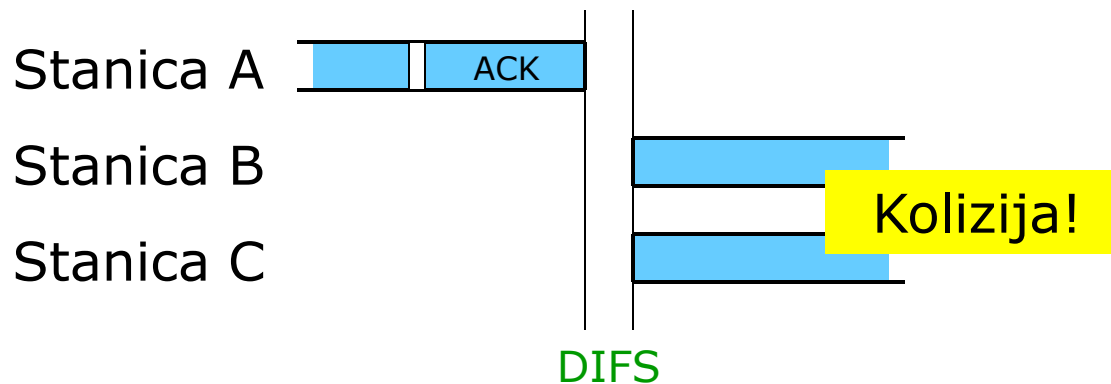


Kada stanica želi da šalje okvir a **kanal je zauzet** – slanje se odlaže => Nakon toga, kada se detektuje da je kanal slobodan DIFS vremena - **stanica mora čekati backoff vreme** pre nego što se dozvoli slanje okvira. Razlog? Sledeća dva slajda...

Nema backoff => kolizija je verovatna

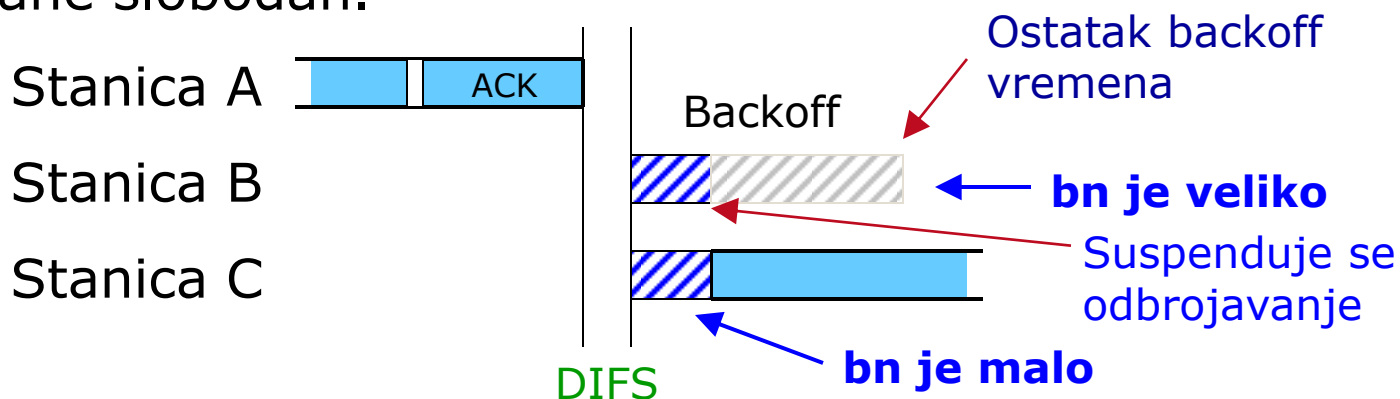
Predpostavimo da nekoliko stanica (B i C na slici) čekaju na pristup bežičnom prenosnom medijumu.

Kada kanal postane slobodan, ove stanice počinju slanje svojih okvira - istovremeno => **kolizija!**



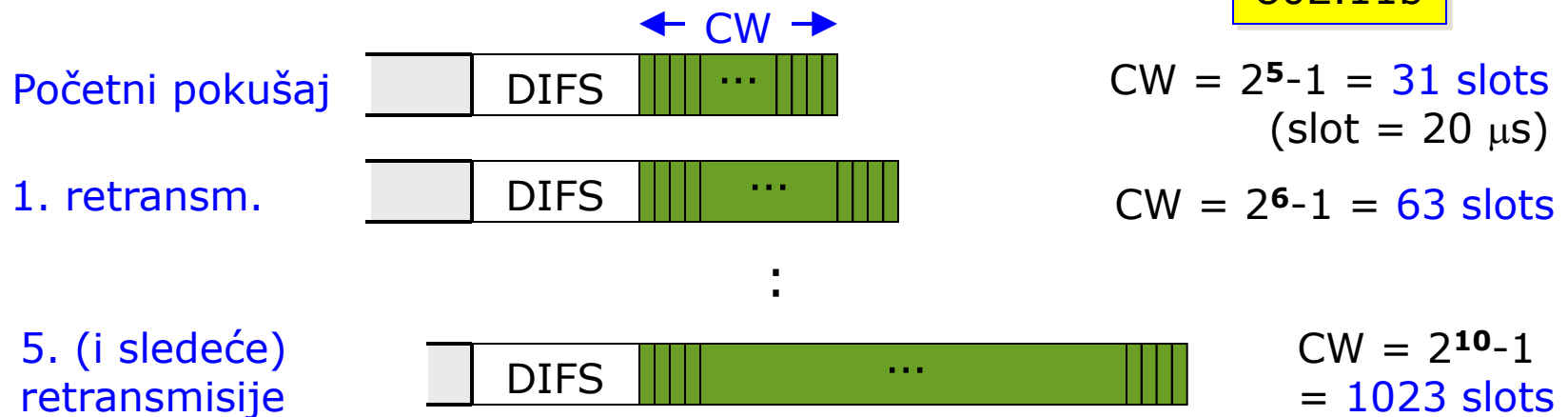
Backoff => verovatnoća kolizije se redukuje

Stanice koje se nadmeću generišu slučajnu backoff vrednost **bn**. Backoff brojači odbrojavaju na dole ka nuli, počevši od **bn**. Kada brojač dostigne nulu, stanici je dozvoljeno da šalje njegov okvir. Svi drugi brojači se suspenduju (prekidaju odbrojavanje) dok kanal ponovo ne postane slobodan.



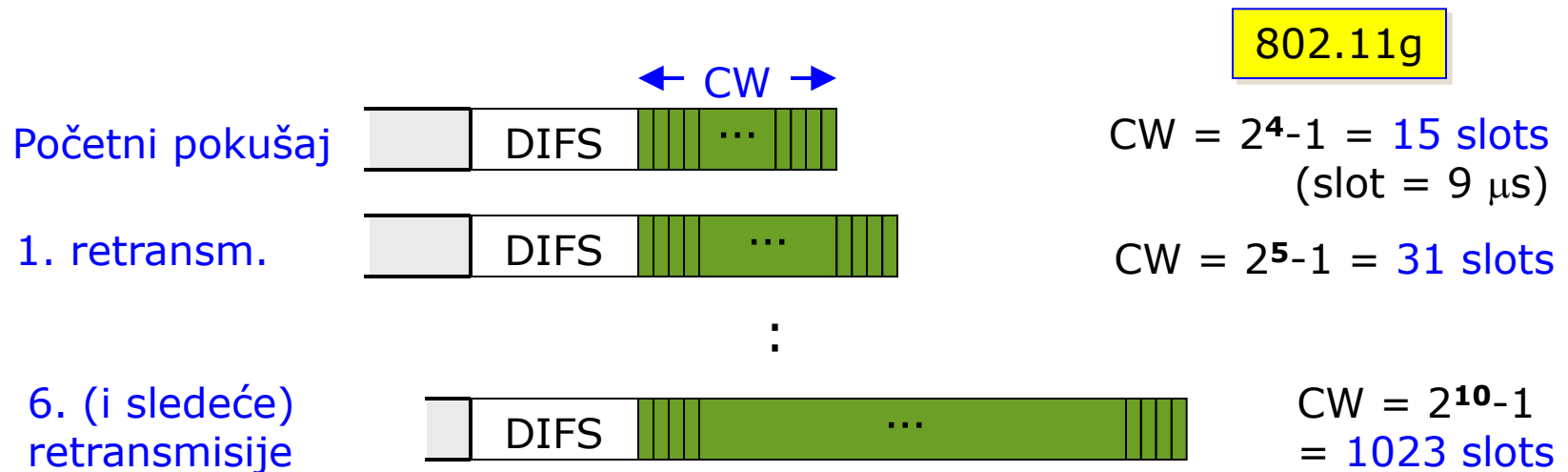
Prozor čekanja (Contention window, CW) za 802.11b

Ako je prenos okvira bio neuspešan, dopušteno je **ponovno slanje okvira**, pre svake retransmisije **Prozor čekanja (CW)** se povećava (iz koga se određuje **bn**).



Prozor čekanja (CW) za 802.11g

U slučaju 802.11g specifikacije, početna dužina CW je **15 slotova**. Trajanje slota je **9 μ s**. Backoff operacija za 802.11g je **značajno brža** nego u slučaju 802.11b.



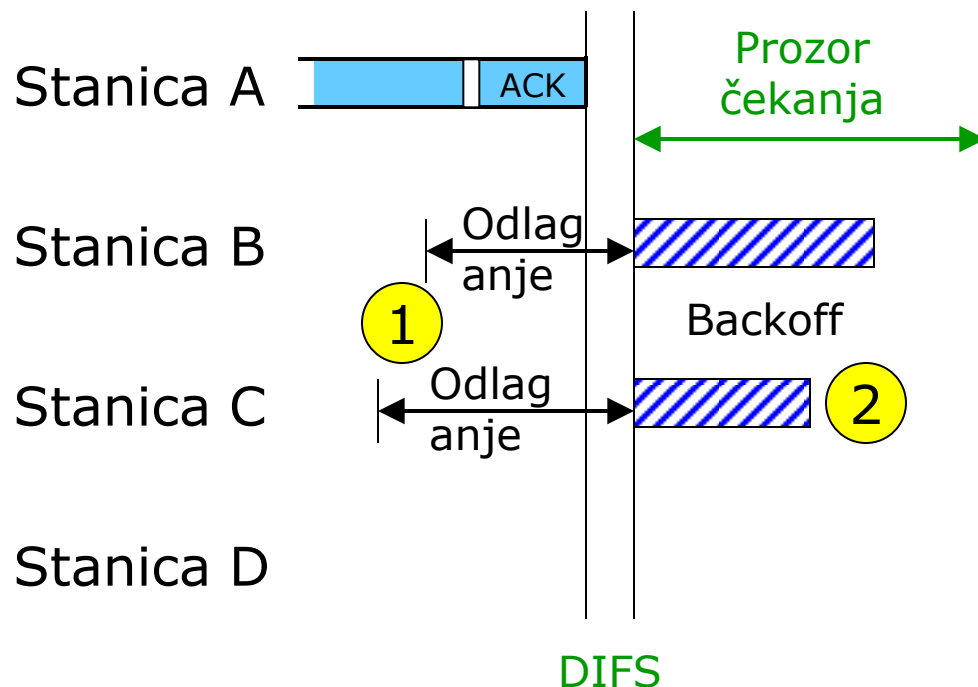
Slučajni izbor backoff brojača

Na osnovu vrednosti **CW** ($= 15 / 31 \dots 1023$ slotova) slučajno se bira vrednost backoff brojača **bn** (u broju slotova) tako da **bn** bude **uniformno raspodeljen** između $0 \dots CW$.

Budući da je malo verovatno da će više stanica izabrati istu vrednost za **bn**, kolizije su vrlo retke.

Sledeći slajdovi prikazuju primer pristupa bežičnom medijumu. Primer uključuje četiri stanice: A, B, C i D. "Slanje okvira" označava "Podaci+SIFS+ACK" sekvencu. Uočimo kako se backoff vremenski interval može podeliti na nekoliko delova.

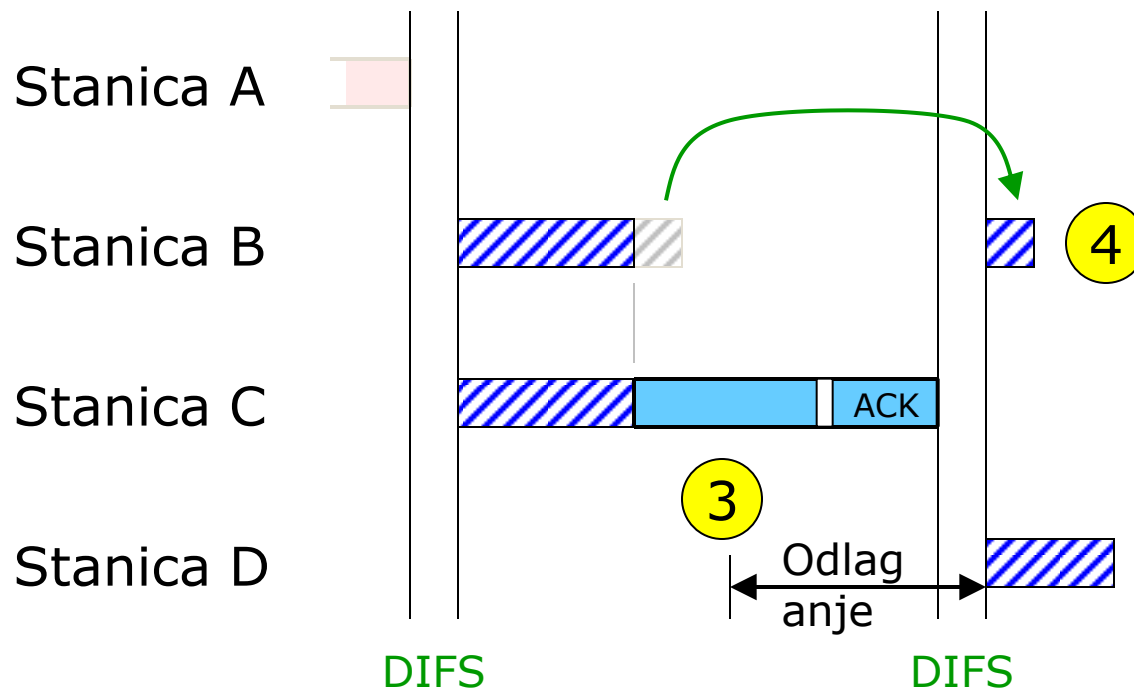
Bežični pristup medijumu (1)



1) Dok stanica A šalje okvir, stanice B i C takođe žele da pošalju okvire, ali će na to čekati (odlaganje + backoff)

2) Stanica C je "pobednik" (prvoj ističe backoff vreme) i započinje slanje okvira

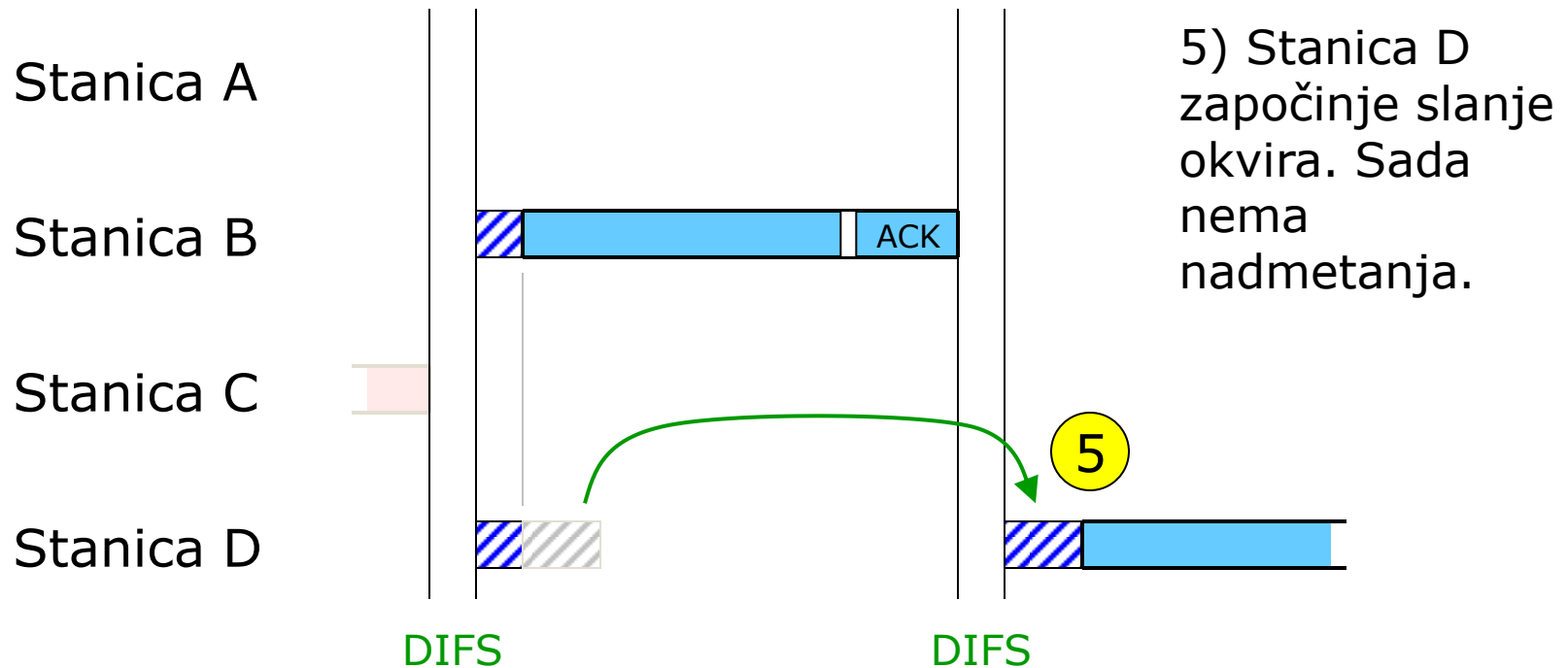
Bežični pristup medijumu (2)



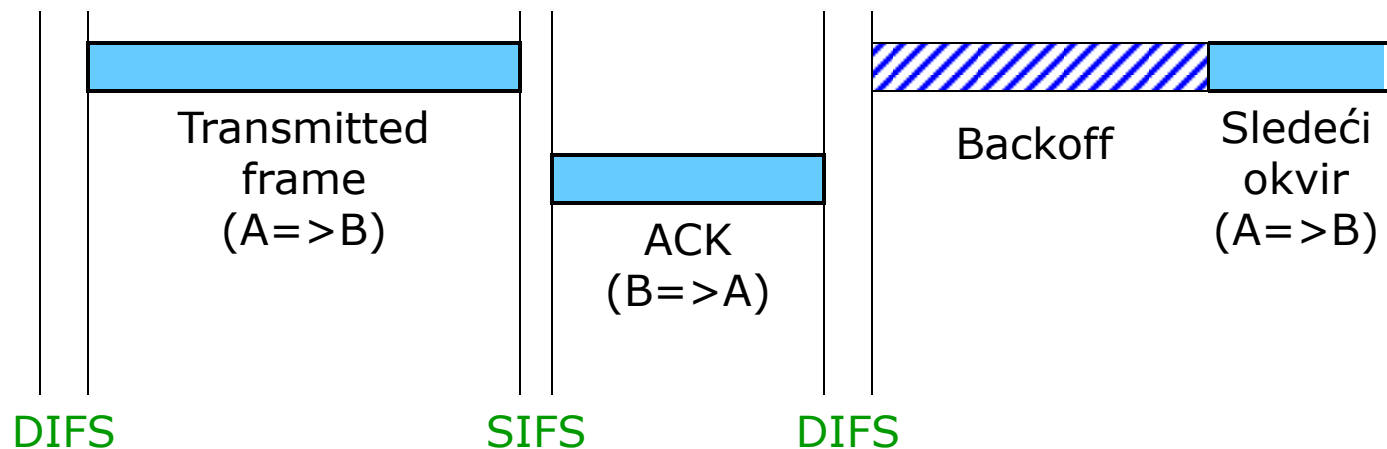
3) Stanica D
takođe želi da
pošalje okvir

4) Međutim,
stanica B je
"pobednik" i
započinje slanje
okvira

Bežični pristup medijumu (3)

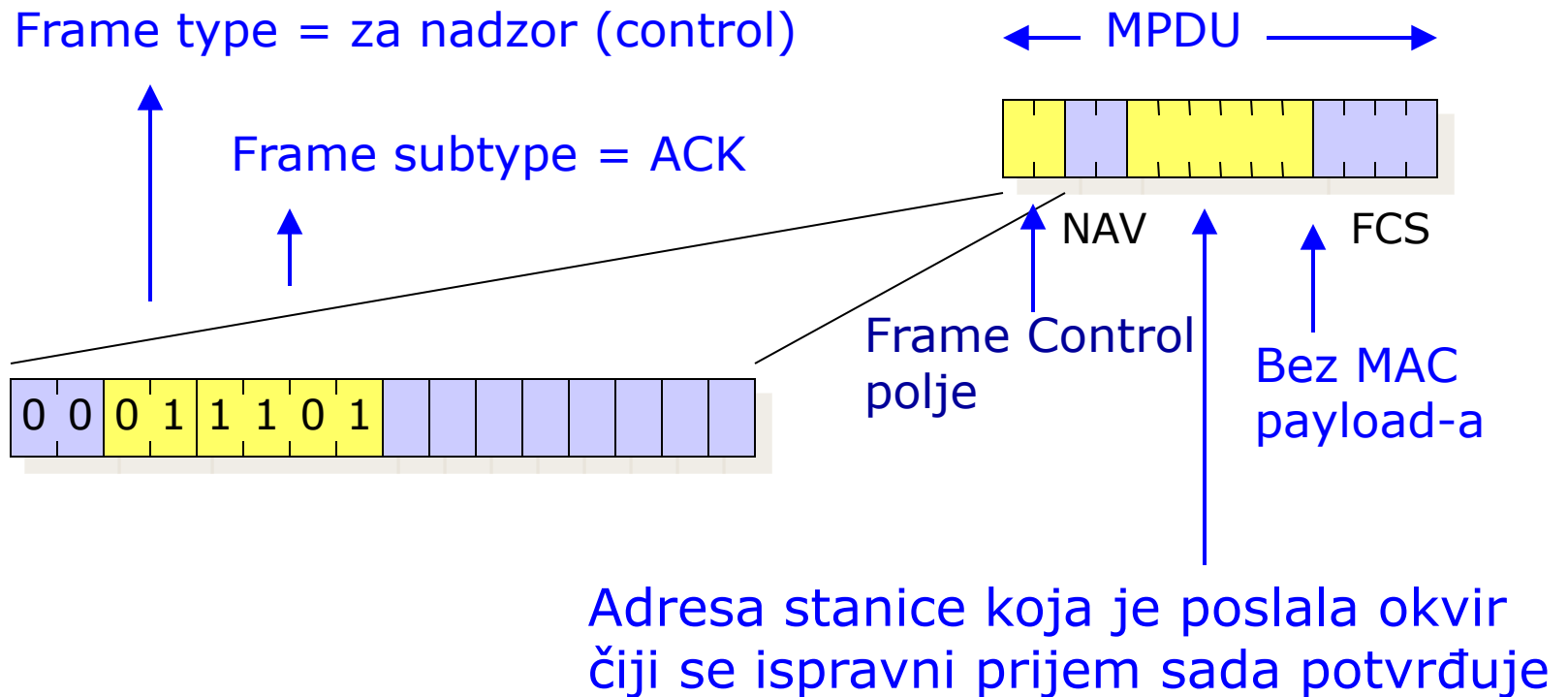


Nema prečice za bilo koju stanicu...



Kada stanica želi da pošalje više od jednog okvira, ona koristi backoff mehanizam kao i svaka druga stanica (naravno, ona može da "uzurpira" kanal slanjem dugog okvira, na primer korišćenjem fragmentacije).

Struktura ACK okvira



Upotreba RTS & CTS

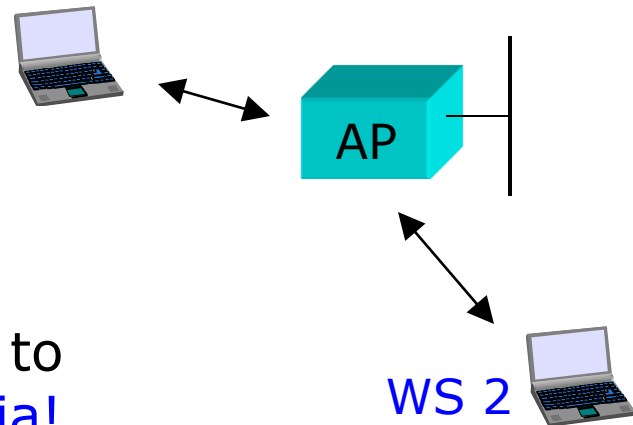
RTS/CTS (Request/Clear To Send) šema se koristi kao rešenje za problem "skrивene stanice":

Problem skrивene stanice: WS 1

WS 1 i WS 2 mogu da "čuju" AP ali ne jedna drugu

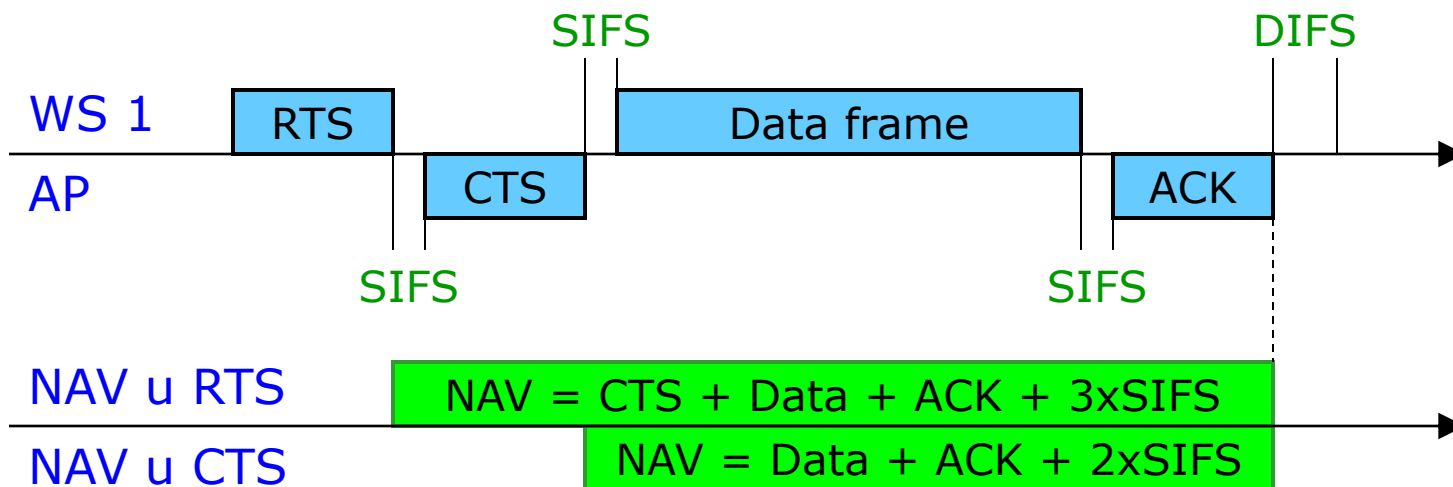
=>

Ako WS 1 šalje okvir, WS 2 neće to detektovati (i obrnuto) => kolizija!



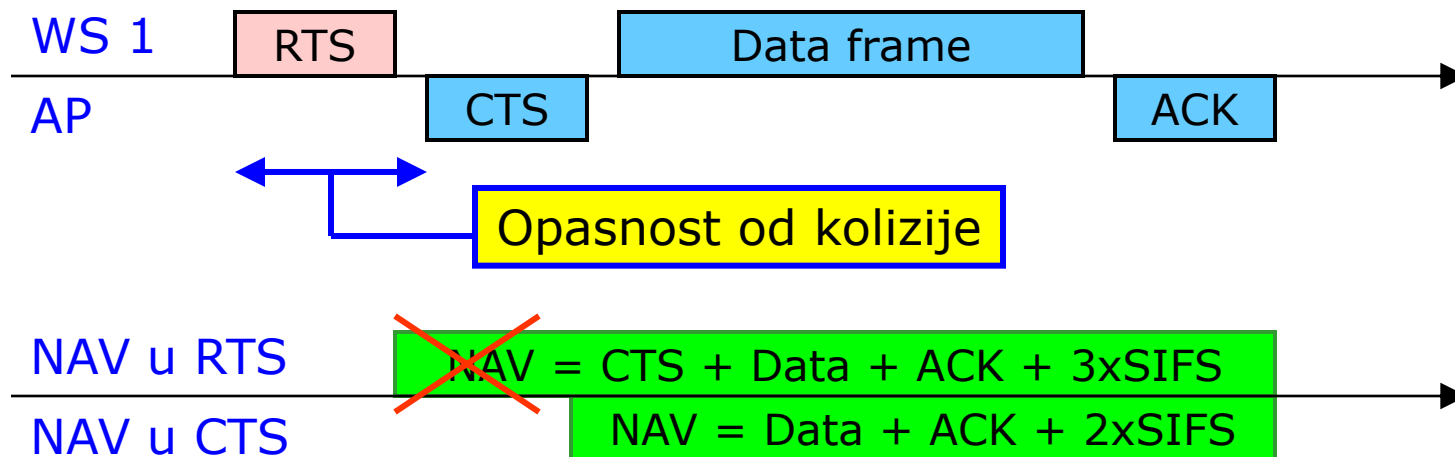
Rezervacija kanala upotrebom NAV

RTS/CTS šema koristi "samo-SIFS" i NAV (Network Allocation Vector) za rezervaciju prenosnog medijuma:



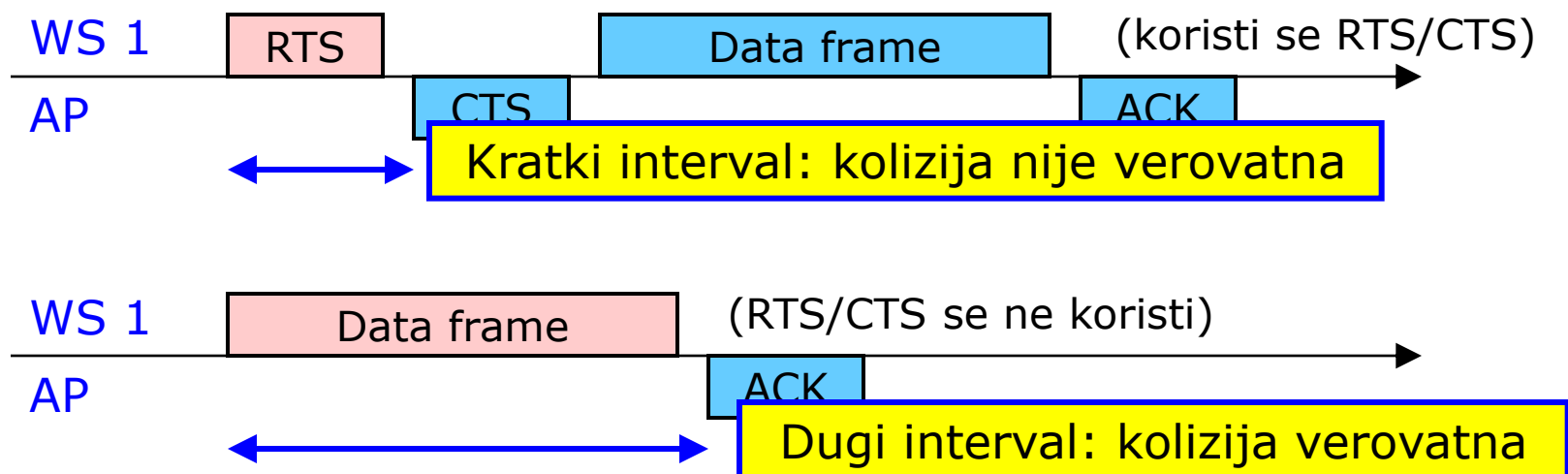
Opasnost od kolizije samo tokom RTS

WS 2 ne "čuje" RTS okvir (i pridruženi NAV), ali može da "čuje" CTS okvir (i pridruženi NAV).



Prednosti korišćenja RTS & CTS (1)

Korišćenje RTS/CTS nudi prednost ako je **okvir podataka mnogo duži** u odnosu na RTS okvir:



Prednosti korišćenja RTS & CTS (2)

Dugačak interval u kome postoji “opasnost od kolizije” (predhodni slajd) treba izbeći iz sledećeg razloga:

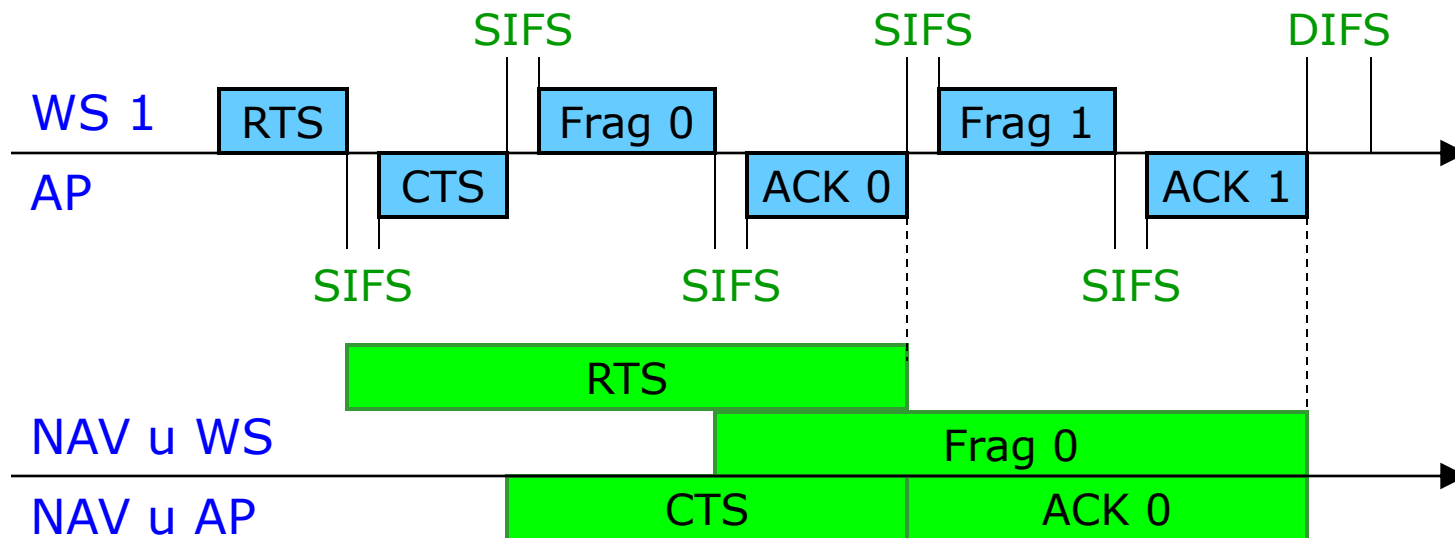
- Veća verovatnoća kolizije
- Upotrebljen veći kapacitet ako se desi kolizija i okvir bude ponovo poslat (retransmisija).

Parametar prag (**dot11RTSThreshold**) može biti postavljen u bežičnoj stanici.

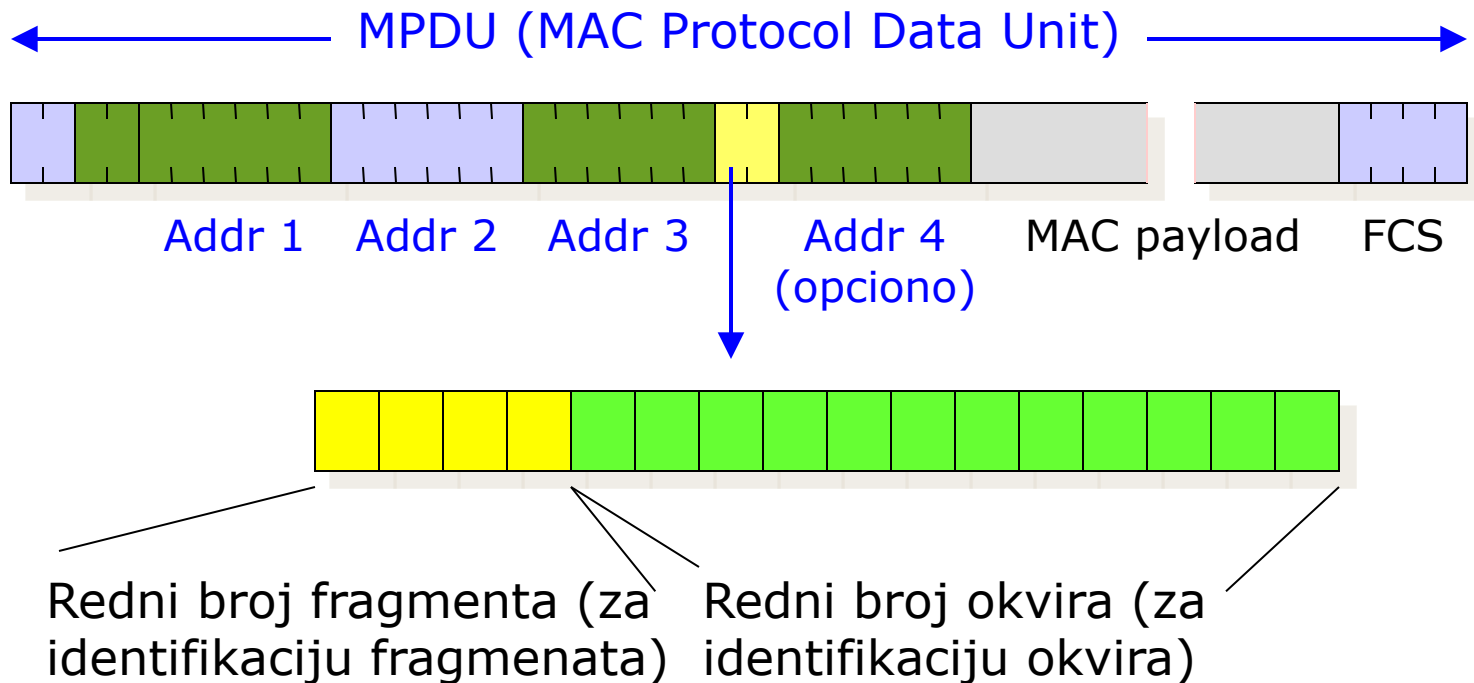
Okviri kraći od te vrednosti biće poslati bez korišćenja RTS/CTS.

Fragmentacija

Fragmentacija koristi RTS/CTS šemu i NAV mehanizam:



Sequence control polje



Prednosti fragmentacije

Slanje dugih okvira podataka treba izbeći iz sledećih razloga:

- Veća verovatnoća greške u prenosu okvira
- Upotrebljen veći kapacitet ako se desi greška u prenosu i čitav okvir treba ponovo poslati.

Parametar prag (**dot11FragmentationThreshold**) može biti postavljen u bežičnoj stanici.

Okviri duži od ove vrednosti će biti poslati korišćenjem fragmentacije.