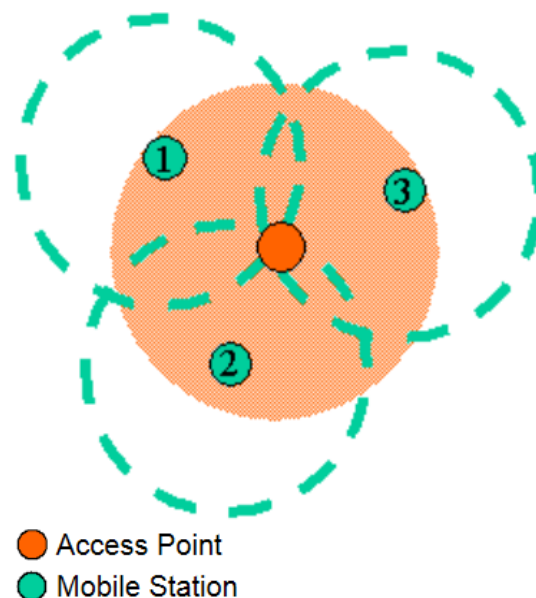


## WiFi

### Přístupová metoda

Na Wi-Fi nejde použít stejnou přístupovou metodu jako na Ethernetu (CSMA/CD). Rádiová část se přepíná mezi vysíláním a příjmem (režim HD). Nemůže proto poslouchat v době, kdy vysílá.

Po odeslání paketu pošle příjemce potvrzení. Pokud potvrzení nedojde, přenos se opakuje. Stanice mohou sledovat provoz v době, kdy nevysílají a jsou na příjmu. I tak je potřeba ošetřit zahájení vysílání více stanic najednou. Stanice se navzájem ani nemusí „slyšet“.



### Přístupová metoda CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance

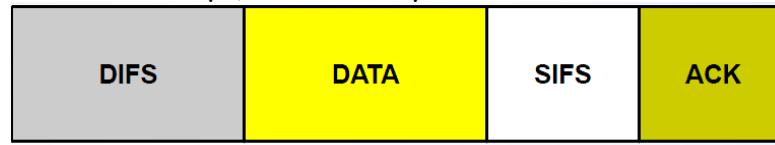
#### Efektivita 802.11

Časové intervaly, které „taktují“ přístup k médiu, jsou určeny tzv. sloty. U 802.11b má slot 20  $\mu$ s, u 802.11a je nastavitelný (na BSD Basic Service Device - `dev.ath.0.slottime`) dle vzdálenosti. Defaultně je 9  $\mu$ s.

Z délky slotu se odvozují řídící intervaly

- **SIFS- Short Interframe Space**  
doba čekání před posláním potvrzení. Aby se obě strany stihly přepnout (z vysílání na příjem a naopak) – např. 802.11b: 10  $\mu$ s, 802.11a: 16  $\mu$ s

- **DIFS- Distributed Coordination Function Interframe Space**  
doba čekání odesílatele před vysíláním. Po tuto dobu musí být médium volné. Např.  
2x slot + SIFS, 802.11b: 50  $\mu$ s, 802.11a: 34  $\mu$ s



Další režijní bloky dat:

**Preamble** – blok pro synchronizaci příjemce. 802.11b má 192  $\mu$ s (long - výchozí) nebo 96 (short – pouze uvnitř budov).

**Potvrzení ACK** – délka 14B

Celkem přenos jednoho paketu na 802.11b trvá:

DIFS: 50  $\mu$ s. preamble: 192  $\mu$ s, data: ?  $\mu$ s (podle délky), SIFS: 10  $\mu$ s,

ACK preamble: 192  $\mu$ s ACK data: 11  $\mu$ s

**Součet: 455  $\mu$ s**

Režie související s přenosem jednoho paketu je 455  $\mu$ s. Přenos 1500B dat rychlostí 11 Mbps trvá  $1500 * 8 / 11 = 1090$   $\mu$ s. **Režie je tedy skoro třetina. Při započítání TCP ACK (přes 500  $\mu$ s) polovina.** To je nejefektivnější případ maximální délky rámce (P2P přenosy jsou v menších blocích).

Přehled časování v  $\mu$ s:

	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Slot time	20	9	9	9
SIFS	10	16	10	16
DIFS	50	34	28	34
Hlavička	192	20	20+6	28

## Zvýšení efektivity přenosů

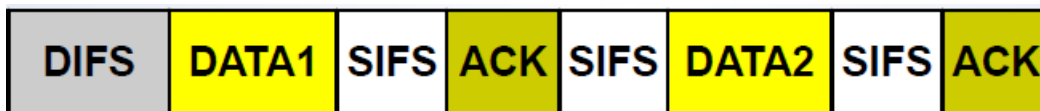
**Burst režim rámců** – ACK po několika rámcích.

Normální přenos dvou rámců

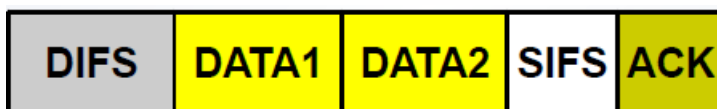


Pozn.: Používá se “exponential Backoff“. Viz. přístupové metody ethernetu. Exponenciální narůstání počtu „čekacích slotů“ po neúspěšném pokusu o vysílání.

**Bursting**



**Fast Frames**



## CSMA/CA

Nedeterministická distribuovaná metoda CSMA/CA vychází z následujícího:

- přenosové médium je sdílené
- není garantováno, za jak dlouho bude paket odeslán
- AP komunikaci neřídí, je s klienty rovnocenné
- předpokládá, že stanice slyší vysílání všech ostatních a to nemusí platit
- snaží se zabránit kolizím

## Řešení zabránění vzniku kolizí

Minimalizace kolizí je realizována pomocí **potvrzování úspěšného přijetí datových rámců pomocí ACK**. Pokud nepřijde ACK (naplní se ACK Timeout), stanice se pokusí odvysílat rámec znovu. ACK Timeout se určuje podle vlastností použitého HW ( např. Atheros – „ $21+2*(\text{vzdálenost}/300)$ “ -μsec). I přesto mohou nastat kolize, protože zde není možno použít funkci CD – detekce kolizí.

## Sledování provozu na médiu (CS) lze zajistit jako

- **virtual CS** – pomocí časových **intervalů NAV** (neaktivní) odvozených od jiných řídicích rámců
- **fyzický odposlech**

Proto **je použit mechanismus RTS/CTS** a vynucená inicializace intervalů NAV. Jedná se o řešení CA – Collision Avoidance – předcházení kolizím. **Je to řešení problému „skrytých stanic“**.

Zjednodušený diagram CSMA/CA (wikipedie):

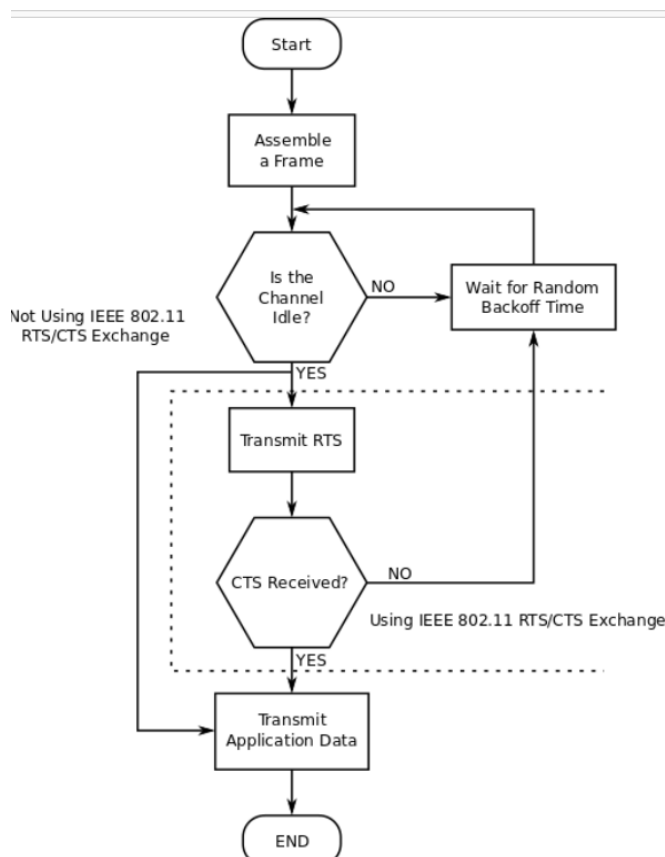
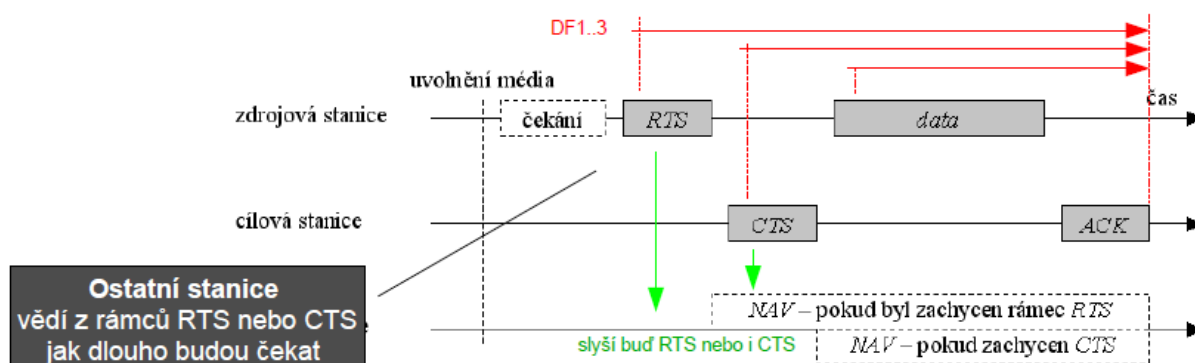


Schéma vysílání:



Nastavuje se u každého klienta od jaké velikosti datového rámce se má RTS/CTS použít (např. 256B). RTS/CTS představuje další režii.

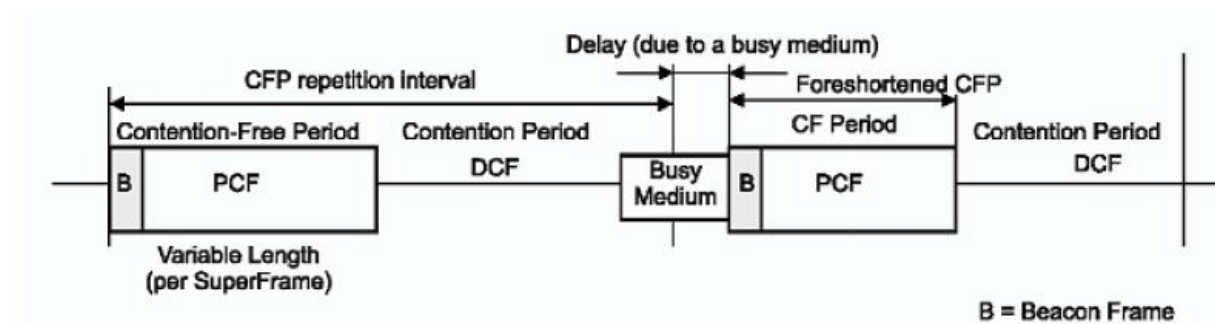
## Řešení latence – nedeterministická metoda

**Přístupová metoda je nedeterministická.** Není zaručena doba doručení. **S vyšším zatížením roste latence a to nelineárně.** Pro real-time aplikace je to problém ( VoIP, streaming videa...). Vyžadují zaručenou kapacitu a malé konstantní zpoždění - QoS.

WiFi má proto různé přístupové metody:

### PCF – Point Coordination Function. Centrální řízení

- vhodné např. pro Real-Time aplikace, polling, pouze pro BSS (topologie). Je to původní přístupová metoda.



**CP (Contention Period) –DCF přístup, CFP (Contention Free Period) –PCF přístup.** Je přímo **určeno který klient má právo vysílat**, ostatní mají vysílat zakázáno (**rámec beacon**) - **Point Coordination Function Interframe Space (PIFS).** Nepoužívá se.

**Rámec beacon – Beacon Management Frame** – má za úkol synchronizovat a organizovat komunikaci na WLAN. Obsahuje

- časovou synchronizaci
- parametry DSSS – informace o kanále
- SSID informace
- TIM – Traffic Indication Map – i pro neaktivní stanice
- Podporované rychlosti

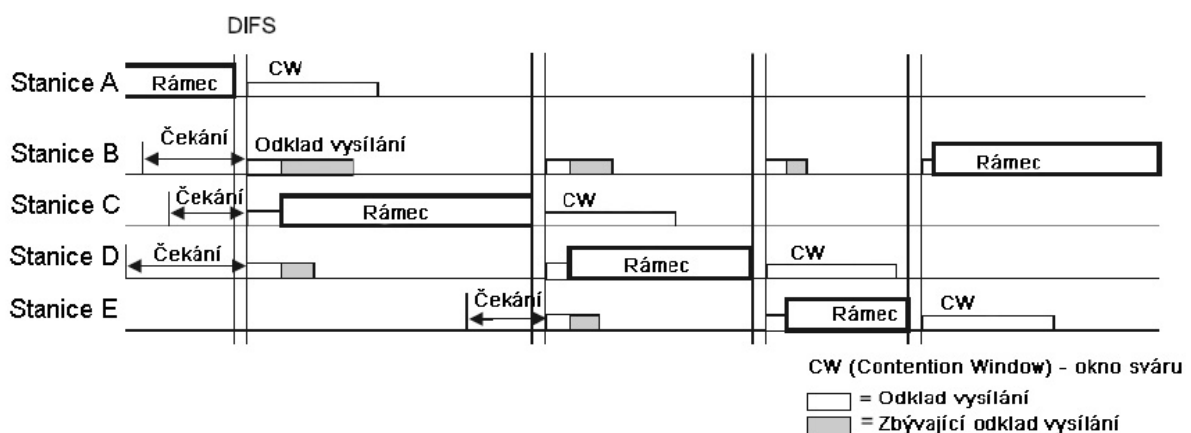
```

▶ Frame 2 (129 bytes on wire, 129 bytes captured)
▼ Radiotap Header v0, Length 24
  Data Rate: 1.0 Mb/s
  Channel frequency: 2437 [BG 6]
  ▶ Channel type: 802.11b (0x00a0)
    SSI Signal: -54 dBm
    SSI Noise: -127 dBm
    Antenna: 2
▼ IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .....
  ▶ Frame Control: 0x0080 (Normal)
    Duration: 0
    Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    Source address: ZyxelCom_38:4a:8d (00:13:49:38:4a:8d)
    BSS Id: ZyxelCom_38:4a:8d (00:13:49:38:4a:8d)
▼ IEEE 802.11 wireless LAN management frame
  ▼ SSID parameter set
    Tag interpretation: pdadoma: "pdadoma"
  ▶ Supported Rates: 1,0(B) 2,0(B) 5,5(B) 11,0(B)
  ▶ DS Parameter set: Current Channel: 3
  ▶ Traffic Indication Map (TIM): DTIM 0 of 1 bitmap empty
  ▶ Country Information: Country Code: AU, Any Environment
  ▶ ERP Information: no Non-ERP STAs, do not use protection.
  ▶ Extended Supported Rates: 6,0 9,0 12,0 18,0 24,0 36,0 48,0 54,0
  ▶ Vendor Specific: Microsof: WPA
    Tag interpretation: WPA IE, type 1, version 1
    Tag interpretation: Unicast cipher suite 1: TKIP
    Tag interpretation: auth key management suite 1: PSK

```

## DCF – Distributed Coordination Function.

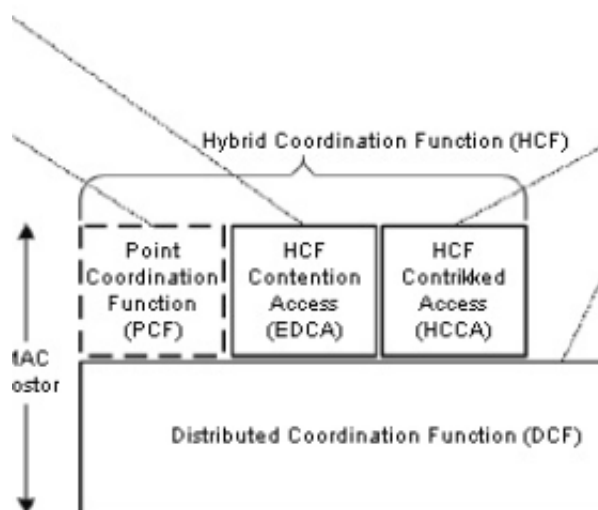
Distribučované řízení s CSMA/CA – vhodné pro složitější topologie.



## HCF – Hybrid Coordination Function.

Vylepšení pro podporu QoS – dodatek IEEE 802.11e

Dodatek **zavádí třídy provozu (Traffic Classes)**. O dělení do tříd rozhodují klienti, ne AP. IEEE 802.11e byl navržen pro sítě LAN (jako celé 802.11).



### Dvě vylepšené přístupové metody

- **EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)**. Stanice, která chce vysílat data s vyšší prioritou, čeká kratší dobu před vysíláním. Doba, po kterou může stanice vysílat, je omezena.

kategorie	charakteristika přenosu	AIFS	CW	celková doba čekání
hlas (7,6)	VoIP s nejvyšší kvalitou – minimální zpoždění	2	0 – 3	2 – 5
video (5,4)	video toky (běžné i vysoké rozlišení)	2	0 – 7	2 – 9
best effort (0,3)	interaktivní aplikace necitlivé na zpoždění	3	0 – 15	3 – 18
pozadí (2,1)	datové soubory	7	0 – 15	7 – 22

- **HCCA (HCF Controlled Channel Access)**. Stanice oznamují svoje požadavky na přenosovou kapacitu. AP může iniciovat fázi, kdy řídí všechny přenosy.

S dodatkem souvisí certifikace Wi-Fi Multimedia (WMM). **HCCA není povinná a proto ji běžný hardware nepodporuje.**