
Bezdrôtové siete

(siete LAN a MAN podľa štandardov IEEE 802)

IEEE 802.11

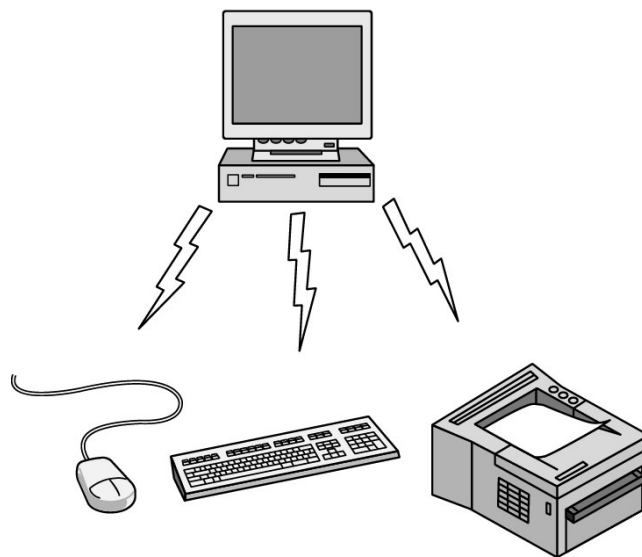
IEEE 802.15

IEEE 802.16

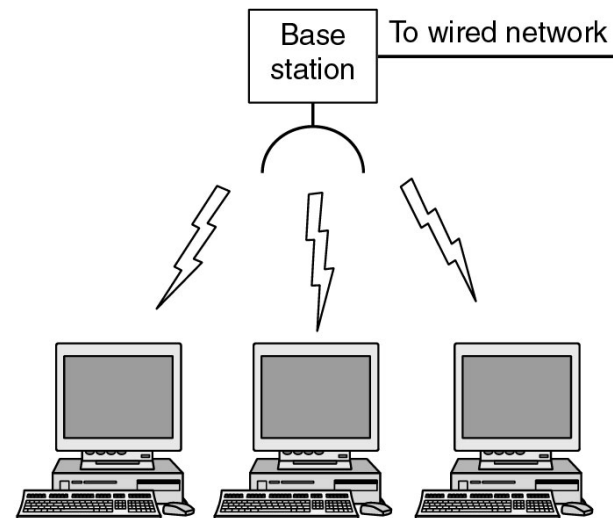
Bezdrôtové siete

Kategórie bezdrôtových sietí

- prepojenie systémov - Bluetooth, IEEE 802.15
- bezdrôtové LAN, IEEE 802.11



(a)



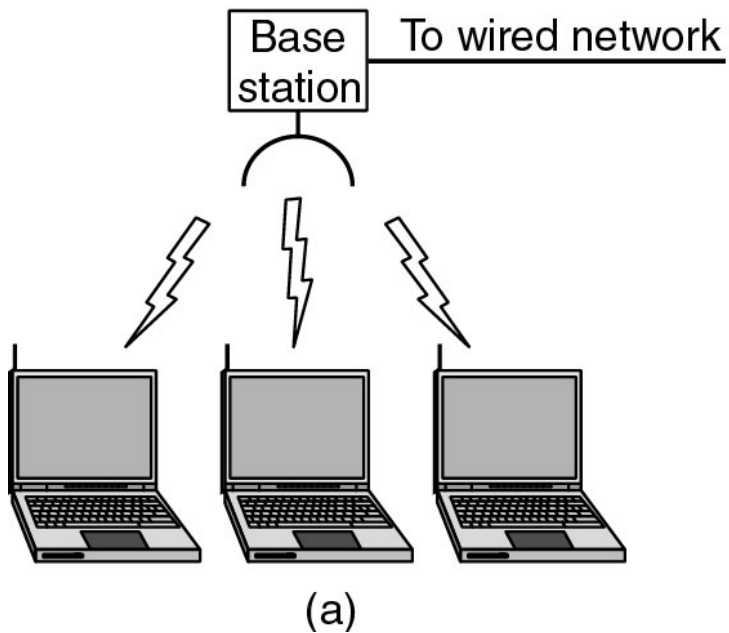
(b)

- bezdrôtové WAN
 - mobilné siete (nízkorýchlostné)
 - 1.gen.: analógová, hlas
 - 2.gen.: digitálna, hlas
 - 3.gen.: digitálna, hlas a dáta
 - vysokorýchlostný bezdrôtový prístup, IEEE 802.16

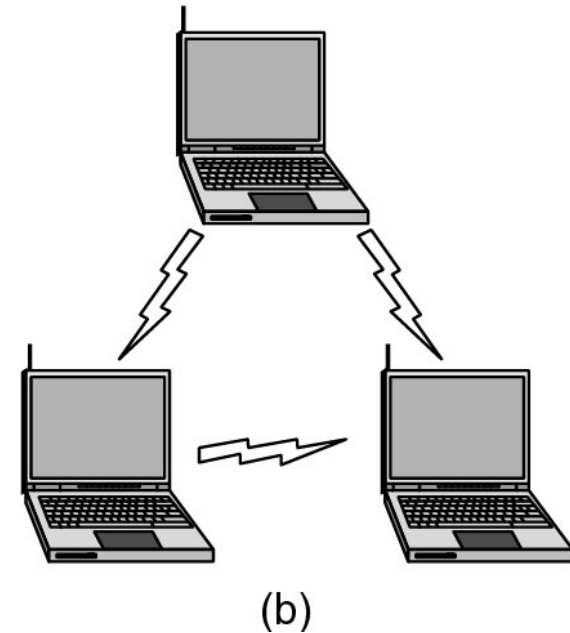
IEEE 802.11

WiFi

Bezdrôtové LAN podľa 802.11



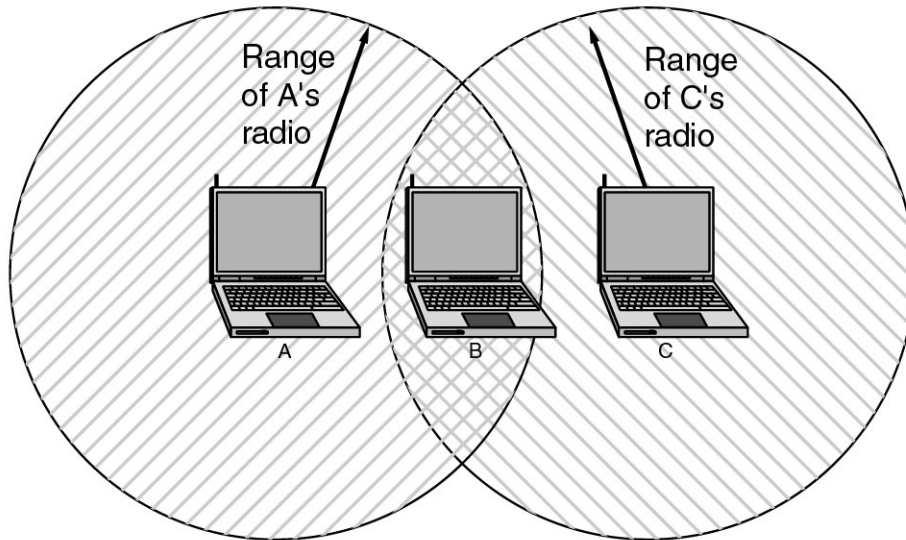
(a) Bezdrôtová sieť so základňovou stanicou



(b) Ad hoc sieť

- WiFi - slangový názov
- základňová stanica sa v 802.11 volá prístupový bod (access point)
- vo fyzickej a linkovej vrstve sú voči Ethernetu rozdiely

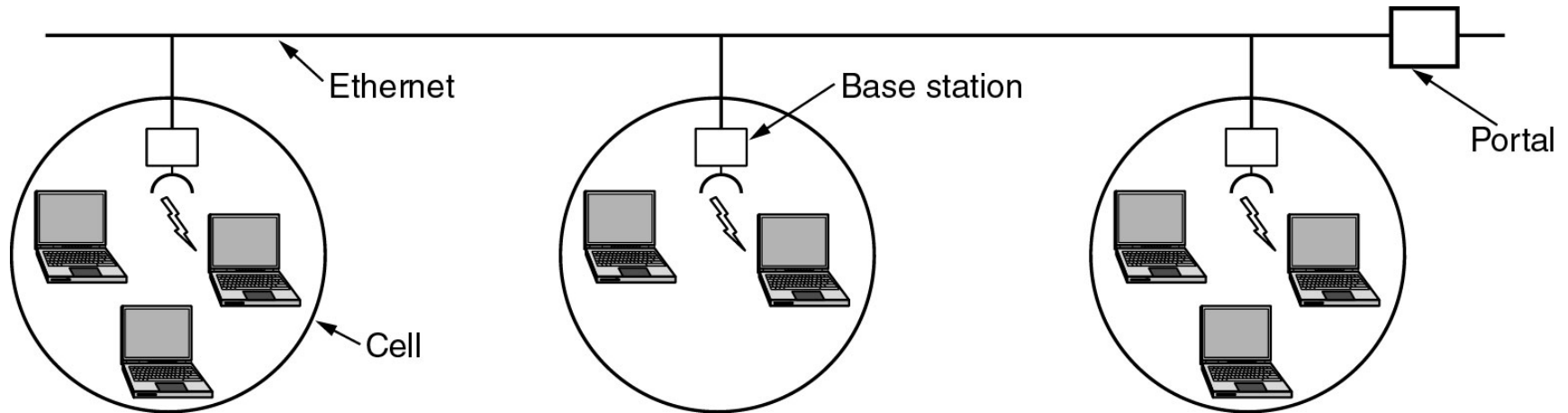
802.11 - rozdiely vo fyzickej a link. vrstve voči Ethernetu



- rádiový dosah uzla nemusí pokryť celú sieť
- odrazy rádiového signálu - jeho viacnásobný príjem (multipath fading)
- väčšina softvéru nepodporuje mobilitu (zoznam tlačiarň pre textový procesor počítačov)
- premiestnenie notebooku do dosahu iného prístupového bodu (podobne ako mobilné siete)

Bezdrôtové LAN

- Multibunková sieť 802.11, základňové stanice pospájané Ethernetom, spojenie 802.11 smerom von sa nazýva portál

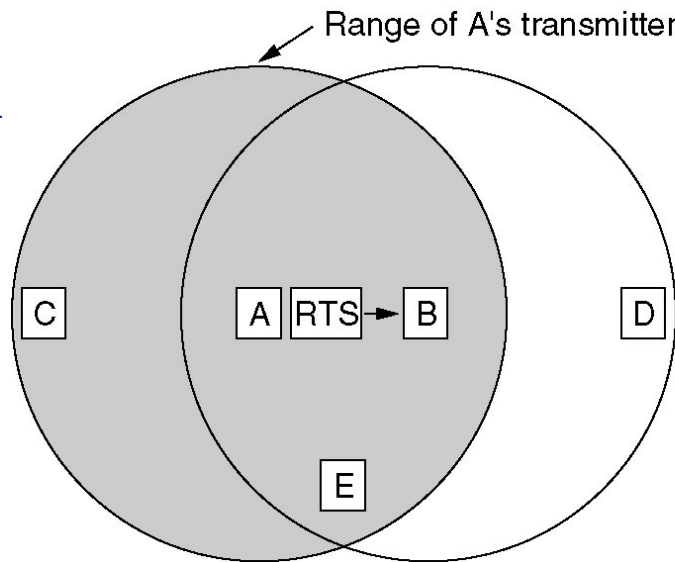


- 802.11 pôvodne (1997) 1 al. 2 Mbit/s
- 802.11a - 54 Mbit/s (1999, širšie frekv. pásmo)
- 802.11b - 11 Mbit/s (1999, psychologická hranica, viac ako Ethernet, rovnaké frekv. pásmo ako 802.11, ale iná modulácia)
- 802.11g - 54 Mbit/s, modulácia ako 802.11a, frekv. pásmo ako 802.11b

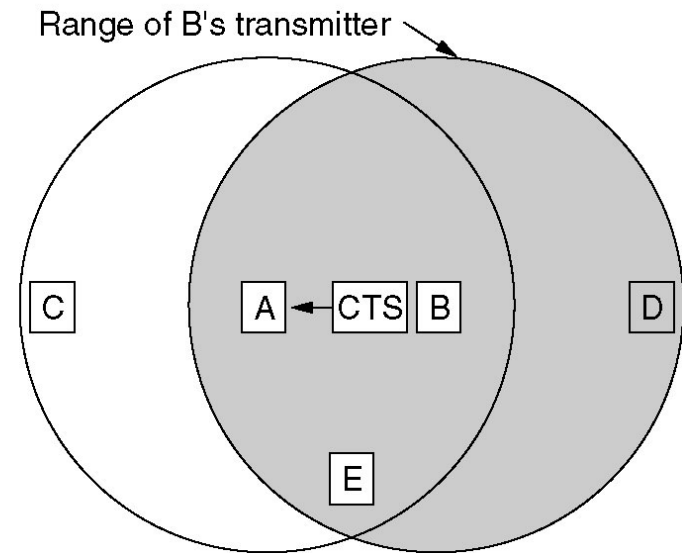
Bezdrôtové LAN

- drôt: všetky signály sa šíria všetkým uzlom, v určitom okamihu je možné len jedno vysielanie
- bez drôtu (rádiové vlny s krátkym dosahom): v určitom okamihu je možné viacnásobné vysielanie, ak cieľ je rozličný a ciele nie sú v spoločnom dosahu

MACA



(a)



(b)

Protokol MACA (Multiple Access with Collision Avoidance)

(a) A posíla rámec RTS (Ready to Send) do B

(b) B odpovedá rámcom CTS (Clear to Send) do A

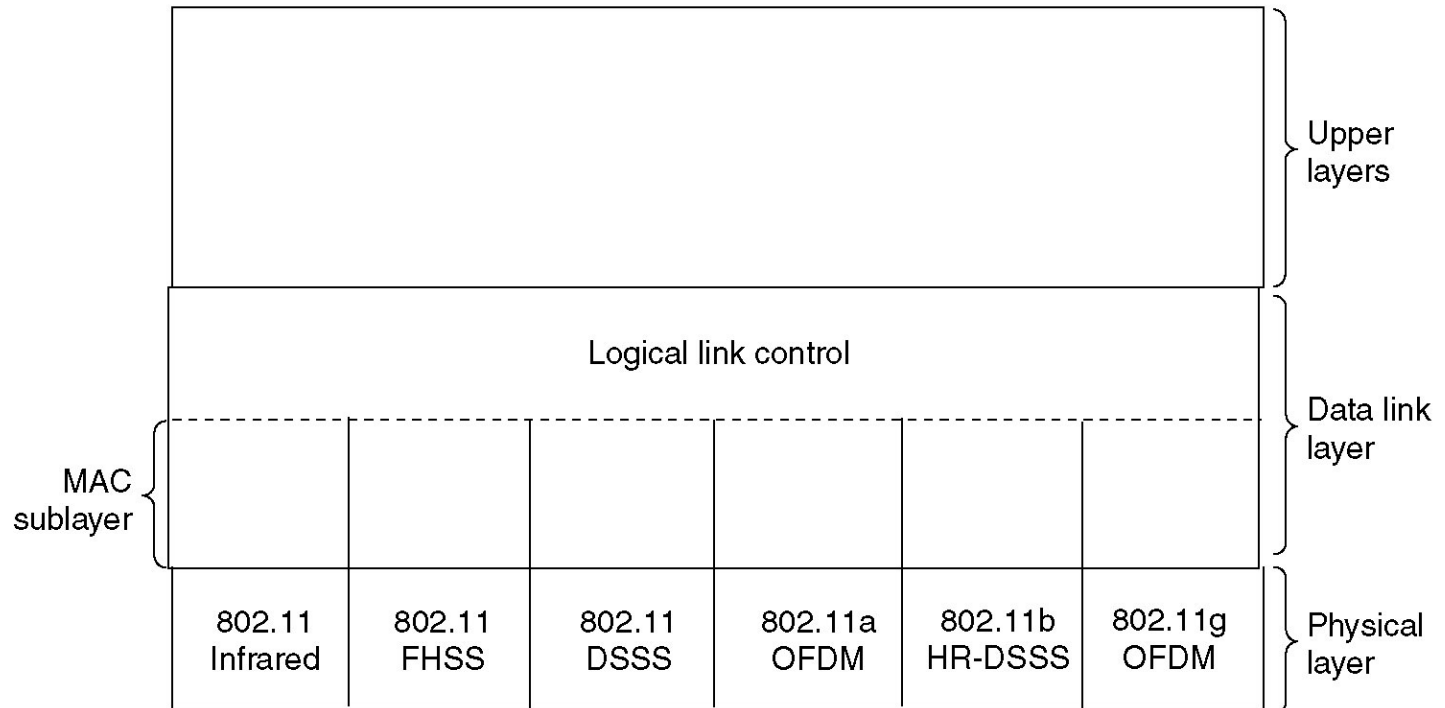
Kolízie môžu nastať:

- B aj C vyšlú RTS do A súčasne - kolízia, RTS sa stratia
- neúspešný vysielateľ (ten, čo nepočuje CTS) čaká náhodný čas a skúsi znovu, algoritmus binary exponential backoff - ako v Ethernete

Protokol MACAW (MACA for Wireless), 1994

- zavedenie rámca ACK po úspešnom dátovom rámci
- pridanie carrier sensing - využitie aj CSMA - zamedzenie vyslania RTS súčasne s inou stanicou do identickej destinácie
- algoritmus backoff robí samostatne pre každý pár vysielateľ - prijímač, nie pre každý uzol
- mechanizmy pre výmenu informácie o preťažení

The 802.11 Protocol Stack



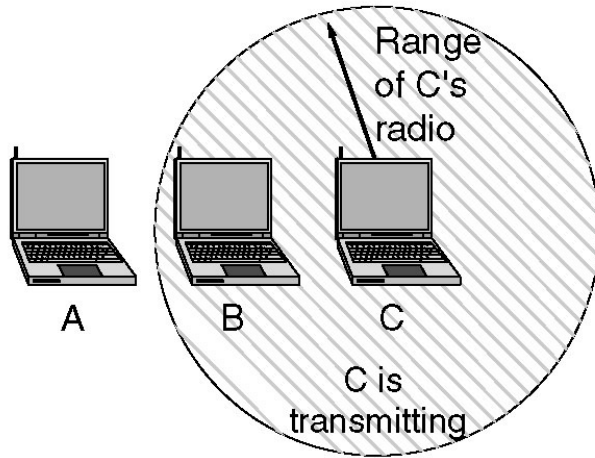
- LLC - ako pre Ethernet
- 1997 - infračervené pásmo, FHSS, DSSS; 1 al. 2 Mbit/s
- FHSS, DSSS - pásmo 2,4 GHz, nevyžaduje licencie, ISM (Industrial, Scientific, Medical)
- 1999 - pridanie OFDM 54 Mbit/s a HR-DSSS 11 Mbit/s
- 2001 - ďalšia OFDM, ale v inom frekv. pásme

Fyzická vrstva 802.11

| Name | Method | Medium | Rate | Coding |
|---------|-----------|------------------|-----------------|--|
| 802.11 | Infra red | 0.85 micron | 1 Mbit/s | 4 bits in 16 bits codewords |
| 802.11 | Infra red | 0.95 micron | 2 Mbit/s | 2 bits in 4 bits codewords |
| 802.11 | FHSS | 2.4 GHz ISM band | 1 Mbit/s | pseudorandom hopping using 79 1MHz bands |
| 802.11 | DSSS | 2.4 GHz ISM band | 1-2 Mbit/s | CDMA like with 11 chips |
| 802.11a | OFDM | 5 GHz ISM band | 54 Mbit/s | 236 bits in 288 bits codewords |
| 802.11b | HR DSSS | 2.4 GHz ISM band | up to 11 Mbit/s | 8 bits, 1.375 Mbaud |
| 802.11g | OFDM | 2.4 GHz ISM band | up to 54 Mbit/s | |

Prečo nie CSMA/CD

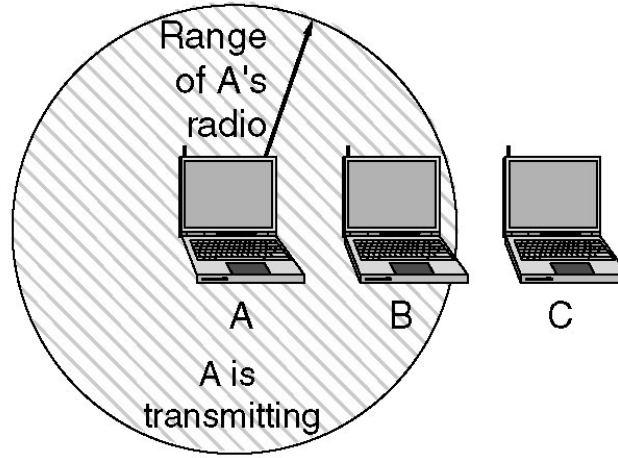
A wants to send to B
but cannot hear that
B is busy



(a)

(a) The hidden station problem

B wants to send to C
but mistakenly thinks
the transmission will fail



(b)

(b) The exposed station problem

Protokoly podvrstvy MAC pre 802.11

802.11 - 2 módy činnosti:

- **DCF** (Distributed Coordination Function)

bez centrálného riadenia, súťaž o kanál ako v Ethernete
využíva CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance)

2 metódy:

- počúvanie fyzického kanála
- MACAW - počúvanie virtuálneho kanála

- **PCF** (Point Coordination Function)

vysielanie riadi prístupový bod, bez kolízií

DCF (Distributed Coordination Function)

využíva CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance)

- počúvanie fyzického kanála
 - uzol počúva kanál
 - ak je ticho, začne vysielat'
 - keď vysielala, nepočúva kanál (vyšle celý rámec, aj keď ten môže byť v prijímači zničený kvôli interferencii)
 - ak je kanál obsadený, čaká až bude ticho a znovu sa pokúsi vysielat'
 - v prípade kolízie kolidujúce uzly čakajú náhodný čas podľa alg. binary exponential backoff
- MACAW - počúvanie virtuálneho kanála

DCF (Distributed Coordination Function)

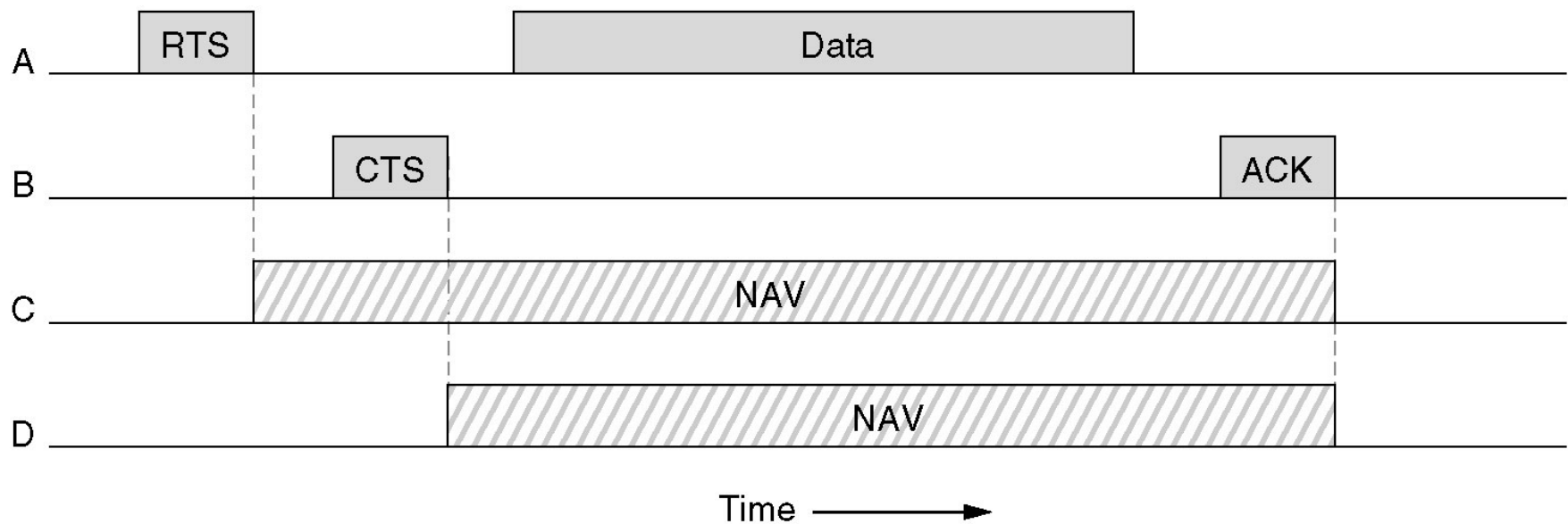
využíva CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance)

- počúvanie fyzického kanála
- MACAW - počúvanie virtuálneho kanála

C - uzol v dosahu A

D - uzol v dosahu B, nie v dosahu A

NAV = Network Allocation Vector



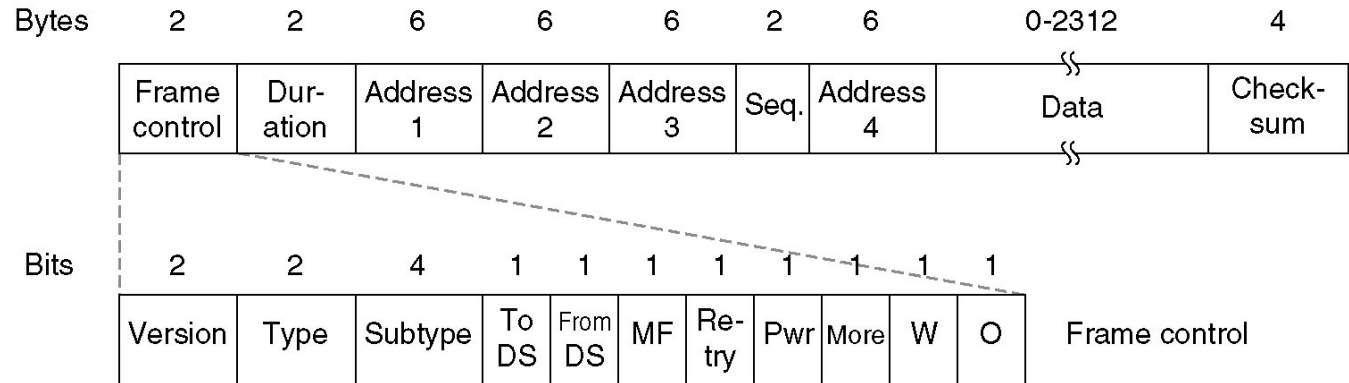
PCF (Point Coordination Function)

- prístupový bod vyzýva k vysielaniu (poll)
- bez kolízií
- štandard nepredpisuje frekvenciu pre polling, ani poradie uzlov, ani či majú byť uzly rovnocenné
- prístup. bod periodicky (10-100 krát za s) vysiela rámeček **beacon** - obsahuje systémové parametre (hopping sekvencie a dobu zotrvania na jednej frekv. (dwell time) pre FHSS, synchronizáciu,...), vyzýva nové uzly k prihláseniu
- prihlásené uzly majú garantovanú časť pásma - QoS

Štruktúra rámcov 802.11

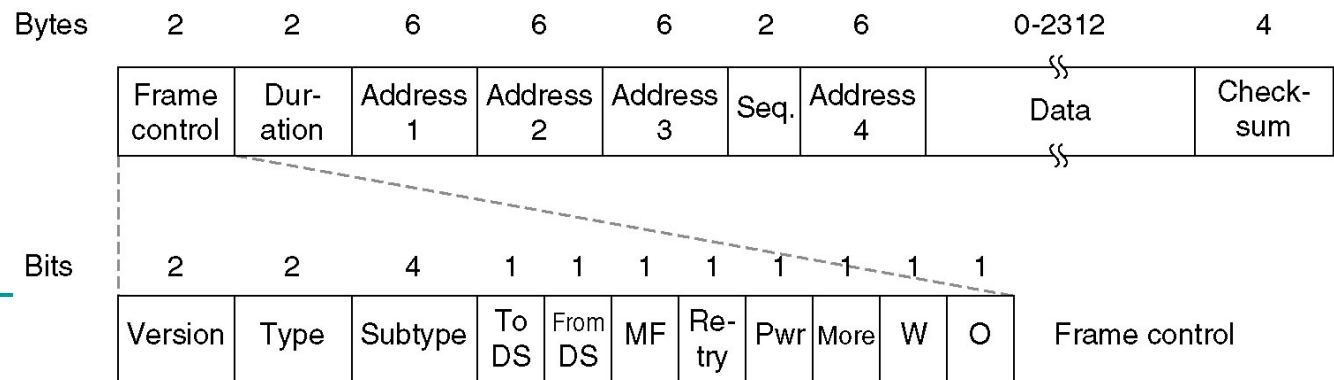
3 typy rámcov:

- dátový



- riadiaci

- manažmentový



802.11 - Služby

Distribučné služby - distribution services (5)

Vnútrobunkové služby - intracell services, station services (4)

Distribution Services

- Association
- Disassociation
- Reassociation
- Distribution
- Integration

Intracell Services

- Authentication
- Deauthentication
- Privacy
- Data Delivery

IEEE 802.11n ?

- 802.11n štandard by mal definovať maximálnu rýchlosť minimálne 100 MBit/s, isté technické návrhy hovoria o maximálnej rýchlosti až na úrovni 315 Mbit/s

IEEE 802.16

2002: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems

wireless MAN, wireless local loop

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

802.16a, c, d, najnovšie 802.16e

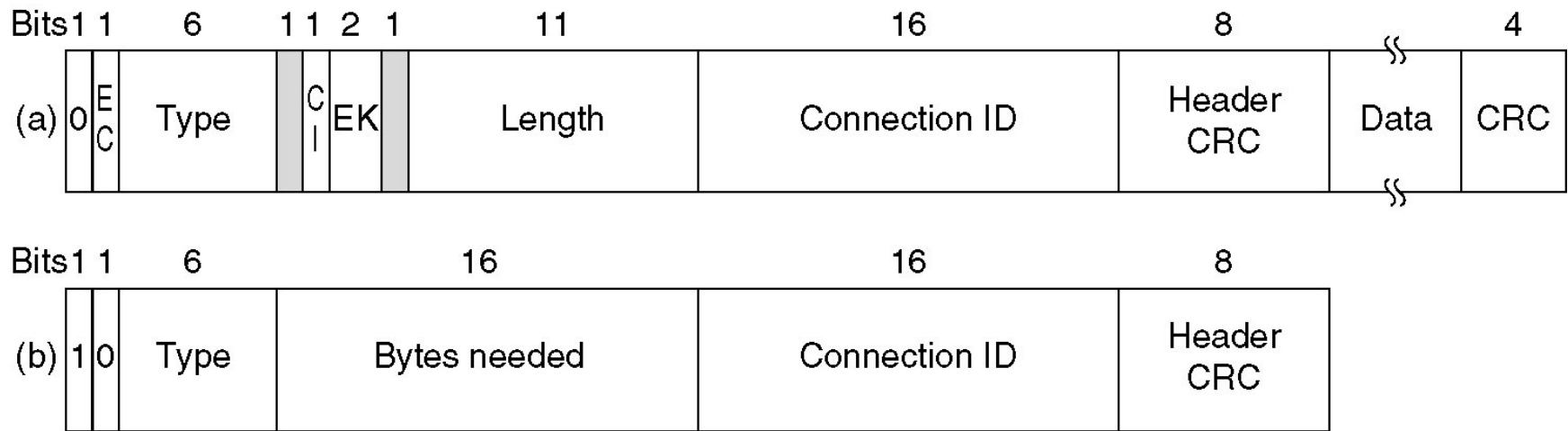
802.16

- problém „poslednej míle“
- deregulácia v telekom. sektore
- širokopásmový bezdrôtový prístup namiesto opt. vlákien, coax. káblov, symetrických párov... do každej domácnosti

802.16 - Protokol MAC podvrstvy

- downstream kanál:
 - zákl. stanica rozhoduje o vysielaní rámcov
- upstream kanál:
 - alokácia závisí od požadovanej kvality služby
 - **4 triedy služieb (všetky spojovo orientované):**
 - Služba s konšt. prenos. rýchlosťou (Constant bit rate service)
 - Služba s premenlivou prenos. rýchľ. v reálnom čase (Real-time variable bit rate service)
 - Služba s premenlivou prenos. rýchľ. nie v reálnom čase (Non-real-time variable bit rate service)
 - Služba „best effort“ (Best efforts service)

Štruktúra rámca 802.16



(a) generický rámec

(b) rámec na vyžiadanie pásma

- záverečné CRC - voliteľné (kontrola chybovosti je vo fyz. vrstve)

Prenosové rychlosti

| | 20 MHz | 10 MHz | 7 MHz | 3,5 MHz |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 64-QAM | 72 Mbit/s | 36 Mbit/s | 26 Mbit/s | 13 Mbit/s |
| 16-QAM | 48 Mbit/s | 24 Mbit/s | 18 Mbit/s | 9 Mbit/s |
| QPSK | 24 Mbit/s | 12 Mbit/s | 9 Mbit/s | 4,5 Mbit/s |
| BPSK | 12 Mbit/s | 6 Mbit/s | 4,5 Mbit/s | 2,2 Mbit/s |

Bluetooth

IEEE 802.15 (iba fyz. a link. vrstva)

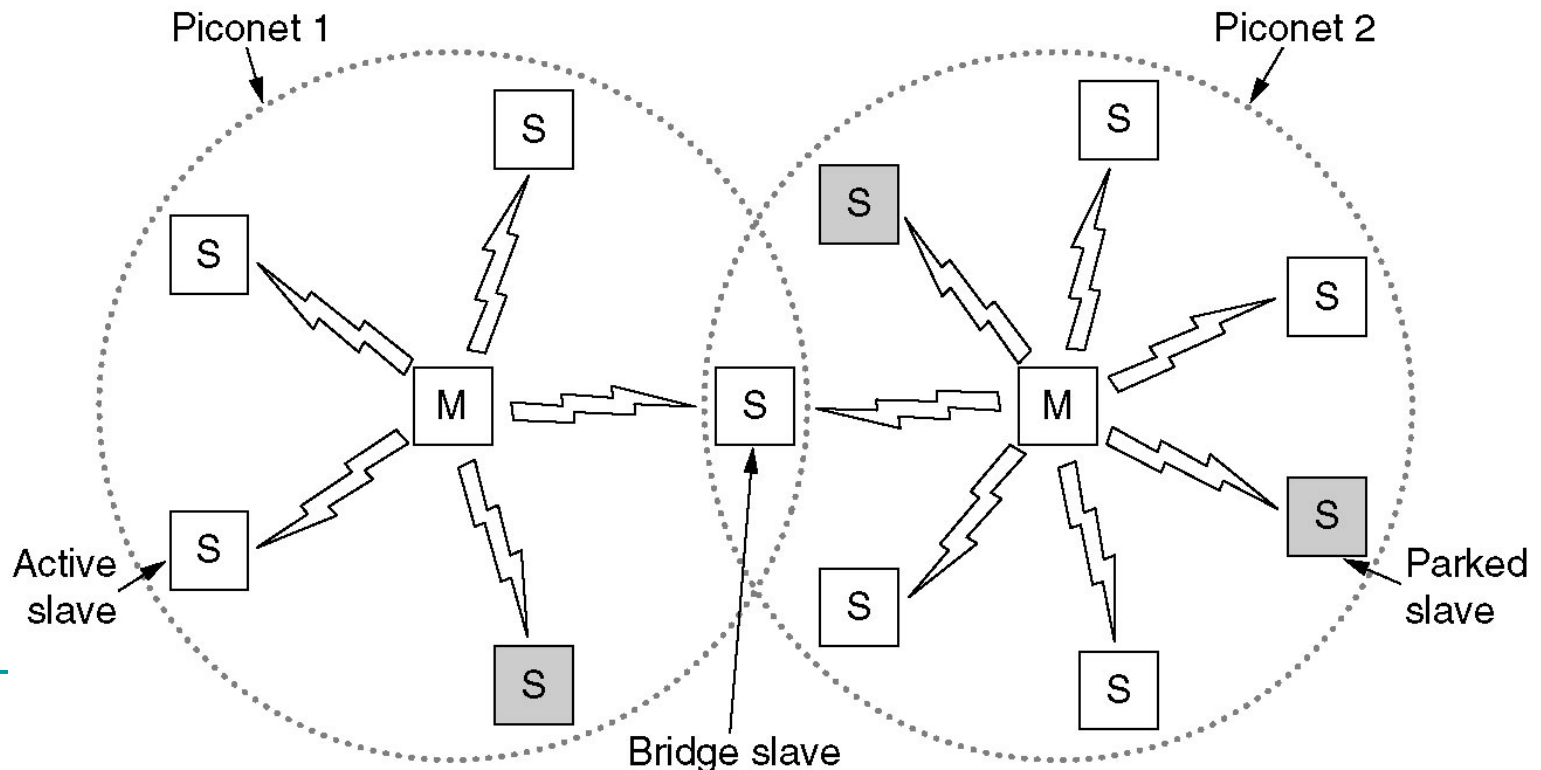
Bluetooth SIG

Bluetooth

- bezdrôtový štandard pre prepojenie výpočtových a komunikačných zariadení využívajúci lacnú bezdrôtovú komunikáciu krátkeho dosahu a nízkeho výkonu
- Bluetooth SIG (od fyzickej až po aplikačnú vrstvu)
- IEEE 802.15 (iba fyz. a link. vrstva), prvý PAN štandard od IEEE bol IEEE 802.15.1 v r. 2002

Bluetooth - architektúra

- pikosieť (piconet) - 1 master uzol plus max. 7 slave uzlov do 10 m (plus zaparkované uzly - max. 255)
- pikosieť - centralizovaný TDM systém, master riadi synchronizáciu, určuje, ktorý uzol bude komunikovať v ktorej časovej polohe (komunikácia ide cez mastra, priama komunikácia slave-slave nie je možná)
- v 1 veľkej miestnosti môže byť viacero pikosietí, dajú sa prepojiť mostom -> scatternet



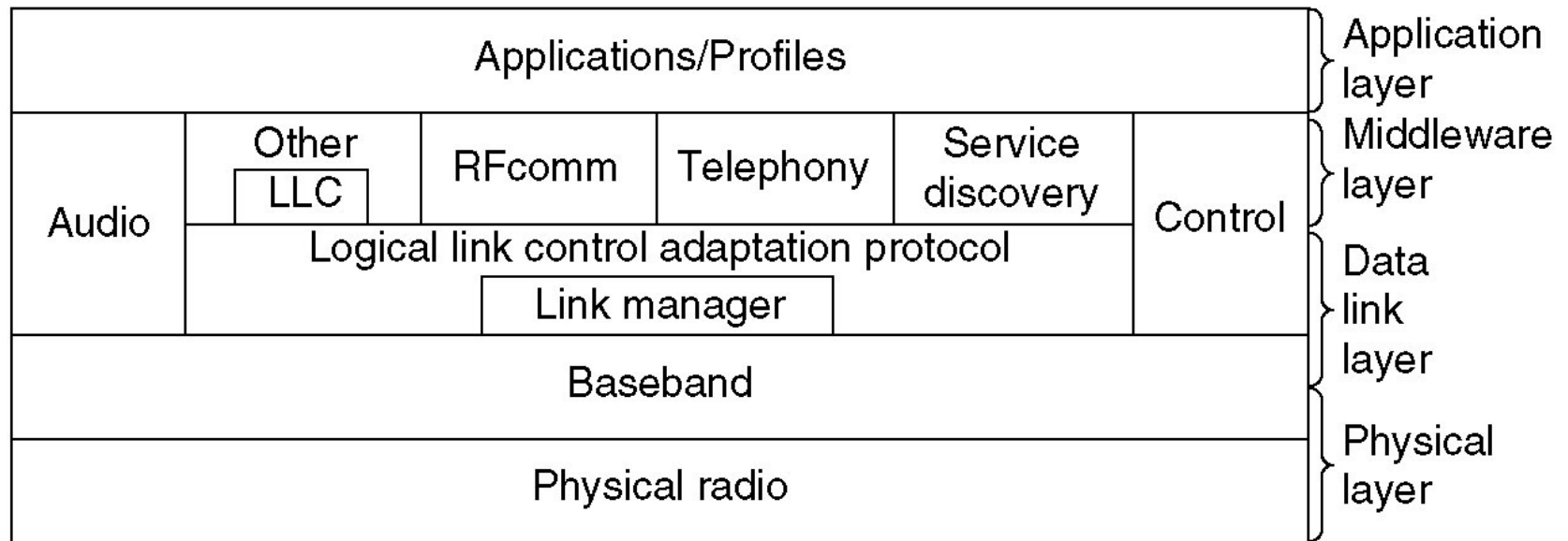
Bluetooth - aplikácie

Bluetooth profily

| | Name | Description |
|--|-------------------------|--|
| • generické (majú ich všetky Bluetooth zariadenia) | Generic access | Procedures for link management |
| | Service discovery | Protocol for discovering offered services |
| • stavebné bloky pre iné profily | Serial port | Replacement for a serial port cable |
| | Generic object exchange | Defines client-server relationship for object movement |
| • siete | LAN access | Protocol between a mobile computer and a fixed LAN |
| | Dial-up networking | Allows a notebook computer to call via a mobile phone |
| | Fax | Allows a mobile fax machine to talk to a mobile phone |
| • telefónia | Cordless telephony | Connects a handset and its local base station |
| | Intercom | Digital walkie-talkie |
| | Headset | Intended for hands-free voice communication |
| • výmena objektov (vizitky, obrázky, dátové súbory) medzi 2 bezdrôt. zariadeniami | Object push | Provides a way to exchange simple objects |
| | File transfer | Provides a more general file transfer facility |
| | Synchronization | Permits a PDA to synchronize with another computer |

Bluetooth - protokolový zásobník

Verzia protokolovej architektúry Bluetooth podľa IEEE 802.15:



Bluetooth - štruktúra rámca

