

Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland
BME TMIT

2016. március 17.

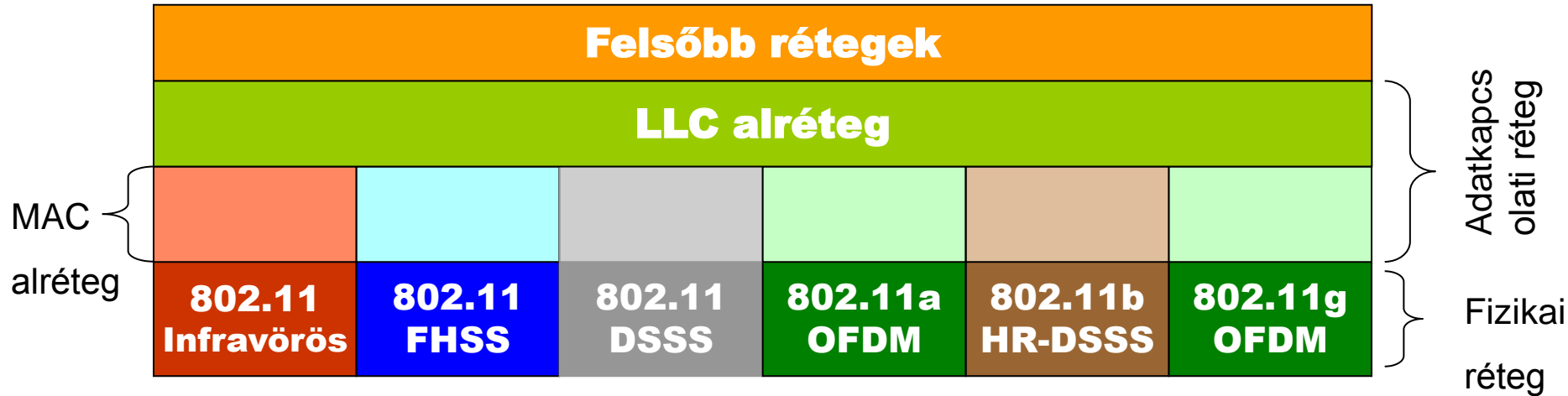


IEEE 802.11

- **WLAN – Wireless Local Area Network**
 - A legelterjedtebb WLAN megoldást az IEEE 802.11 szabvány definiálja
 - Más megoldások: HiperLAN, HomeRF
- Mire jó?
 - Épületen belüli WLAN-ok
 - Épületek közötti összeköttetés
 - Otthoni alkalmazás
 - Vezeték nélküli kiterjesztése az otthoni szélessávú előfizetésnek
 - Nyilvános internetszolgáltatások (hotspot)
 - Reptereken, szállodákban, internet-kávézókban

A 802.11 protokollkészlete

- Fizikai réteg
 - Nagyjából az OSI fizikai rétegének felel meg
 - Különböző verziókban különböző átviteli módszerek
- MAC alréteg – Medium Access Control
 - Dönt a csatornahozzáférésről (ki lesz a soron következő adó)
- LLC alréteg – Logical Link Control
 - Elrejt a különböző 802-es változatok eltéréseit a hálózati réteg elől
 - Megbízható kommunikációt tud biztosítani az adatkapcsolati rétegben



Fizikai réteg

- A 802.11-es szabvány (1997) három átviteli módszert rögzít a fizikai rétegben:
 - Infravörös
 - FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum
 - DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum
- 802.11a, 802.11b (1999) - új eljárások, a nagyobb sáv szélesség eléréséhez
 - OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing (11a, 5 GHz)
 - HR-DSSS – High Rate DSSS (11b, 2,4 GHz)
- 802.11g (2001) - új OFDM modulációs változat, más frekvenciasávban (2,4 GHz)
- 802.11n (2009) - MIMO OFDM – multiple input, multiple output (több antenna)
 - 2,4 és 5 GHz is

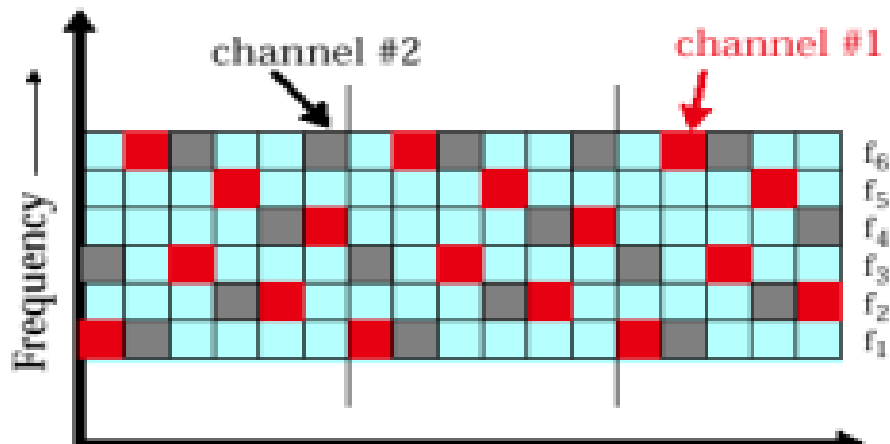
Infravörös átvitel

- Hasonló a televíziók távirányítójában lévő megoldáshoz
 - Közvetlen rálátást nem igényel
- **Előnyök:**
 - Egyszerű, olcsó megoldás
 - Az infravörös jelek nem hatolnak át a falakon
 - a különböző helységekben lévő cellák jól elkülönülnek egymástól
- **Hátrányok**
 - Kis sávzélesség
 - 1 vagy 2 Mb/s sebesség
 - Az infravörös jelek nem hatolnak át a falakon
 - Az eléréshez a hozzáférési ponttal egy helységben kell lenni
 - A napfény elnyomja az infravörös sugarakat
- **Nem egy népszerű megoldás**

FHSS

- **Frequency Hopping Spread Spectrum** (frekvenciaugrásos szórt spektrum)
 - 2.4 GHz-s ISM sávban
 - 79 db 1 MHz-es csatorna 2.402 GHz és 2.480 GHz között (Európa, USA)
 - 23 db csatorna 2.473 GHz és 2.495 GHz között (Japán)
 - Álvéletlenség generátorral előállított frekvencia ugrássorozatok
 - Ha két állomás ugyanazt a kezdőértéket (seed) használja, akkor ugyanazokat a frekvenciákat fogják egyszerre végigjárni
 - Időben szinkronban kell maradniuk
 - 78 db ugrássorozat, mindegyik 79 csatornával (USA, Európa)
 - Az 1. sorozat az USA-ban 3,26,65,11,46,19,74,50,22,64,79,32,62...
 - 12 db ugrássorozat, mindegyik 23 csatornával (Japán)
 - A tartózkodási idő (dwell time) az egyes frekvenciákon állítható
 - Nem lehet nagyobb 400 ms-nál
 - Leggyakrabban használt értékek: 32 ms vagy 128 ms

FHSS



Hedy Lamarr
színésznő



George Antheil
szeneszerző



FHSS

- **Előnyök**

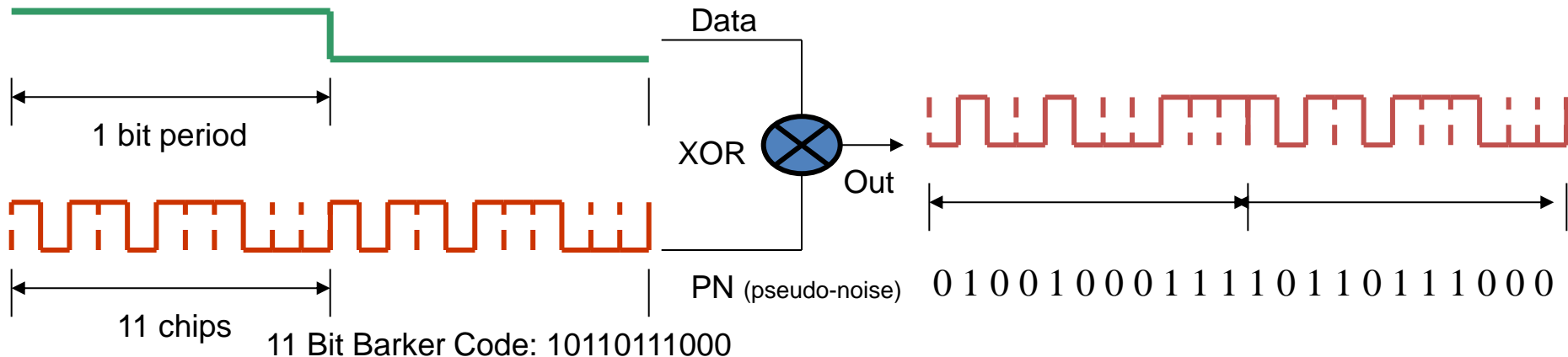
- Hatékony spektrumkihasználás a szabályozatlan ISM (Industry, Science, Medical) sávban
- Valamennyire biztonságos
 - Aki nem ismeri az ugrássorozatot vagy a tartózkodási időket, nem tud lehallgatni
- Jó védelem a többutas csillapítás (multipath fading) ellen
 - A jel az adótól elindulva, különböző tárgyakra visszaverődve terjed
 - Többször is eléri a vevőt
 - A vevő csak egy rövid ideig hallgat azon a csatornán
 - Nem fogják zavarni a késéssel érkező jelek a régi csatornán
- Kevésbé érzékeny a rádiós interferenciára
 - A zavaró jelek egy adott frekvenciatartományra korlátozódnak
 - A vevő hamar kiugrik onnan

- **Hátrányok**

- Kis sáv szélesség (1 Mb/s)

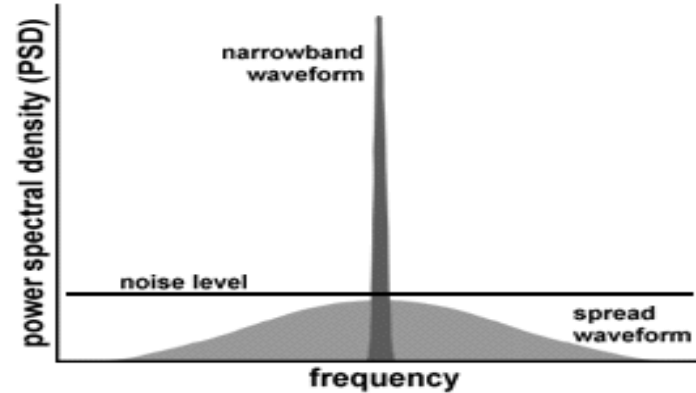
DSSS

- Direct Sequence Spread Spectrum (közvetlen sorozatú szórt spektrum)
 - Átviteli kapacitás szintén 1 vagy 2 Mb/s
 - A „hasznos” adatokat szétszórjuk a teljes frekvencia tartományban
 - XOR művelet 11 bitből álló chip-kóddal (zaj)
 - Pseudo-random sorozat, 1-ből és 0-ból, sokkal nagyobb frekvencián mint az eredeti jel
 - A zajt a fogadó ki tudja szűrni
 - Vissza tudja állítani a hasznos adatokat



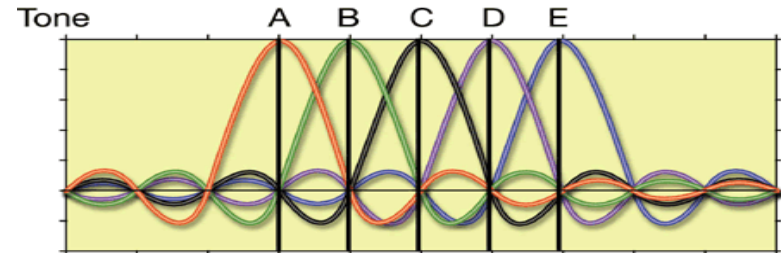
DSSS

- A hasznos adatot szétszórjuk a teljes frekvenciatartományban
 - A szélessávú jel nehezebben detektálható
 - Aki le szeretne hallgatni csak „zajt” érzékel
 - Nem tudja kiszűrni belőle az információt
 - Eredetileg katonai alkalmazásokra vezették be
 - 11 bites chip-kód esetén 22 MHz széles sávra szór
 - 30 MHz két DSSS rendszer között, az interferenciák elkerülésére
 - A 2,4 GHz-es ISM sáv 83.5 MHz széles
 - csak 3 DSSS rendszer működtethető egyszerre egy helyen interferencia nélkül



802.11a (Wi-Fi5)

- A nagyobb sávszélesség érdekében újabb eljárásokat dolgoztak ki ('99)
- OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing
 - 5 GHz-es ISM sávban
 - Akár 54 Mb/s-os átviteli sebesség
 - A frekvenciatartomány több apró szeletre osztva
 - Az átvivendő jelet is részekre osztjuk
 - Egyidejűleg több frekvencián (alvivőn) is átvitel, nagyobb átviteli sebesség
 - A hagyományos FDM-ben védősávok az interferenciák elkerülésére
 - Kevesebb lehetséges frekvenciaszelet
 - Az OFDM-ben ortogonális frekvenciák
 - Az egyes alvivők középfrekvenciáján a többi jel nulla értéket vesz fel



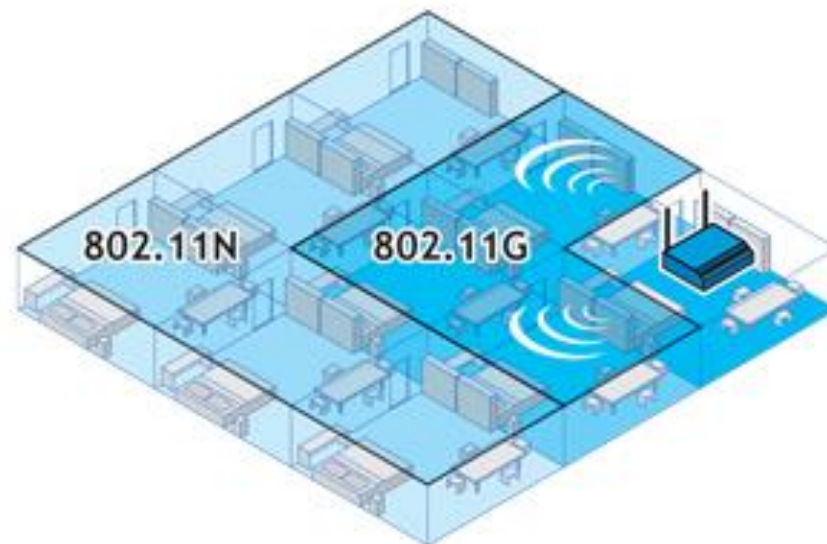
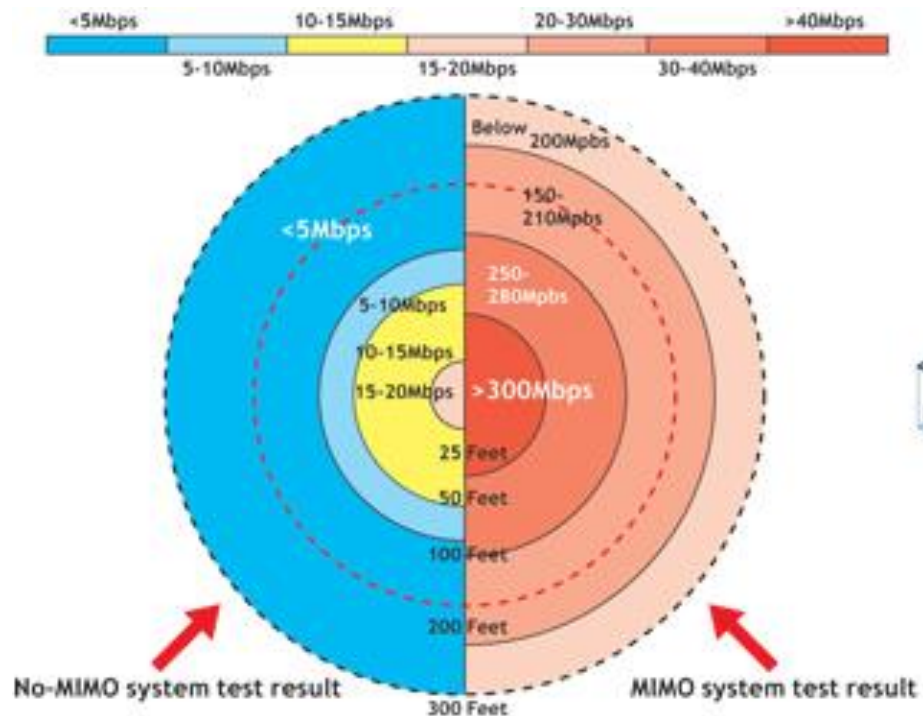
802.11b (Wi-Fi)

- **Wireless Fidelity**
 - Vezetéknélküli torzításmentesség
- Ez az első 802.11x szabvány
 - Nem a 802.11a utóda, egyszerre fejlesztették őket
- **HR-DSSS**
 - High Rate Direct Sequence Spread Spectrum
 - Hatékonyabb moduláció mint a hagyományos DSSS-ben
 - 4 átviteli sebesség a 2,4 GHz-es sávban
 - 1, 2, 5.5 és 11 Mb/s
- Kisebb sebesség mint a 802.11a-nál
 - Nagyobb működési tartomány

802.11g és 802.11n

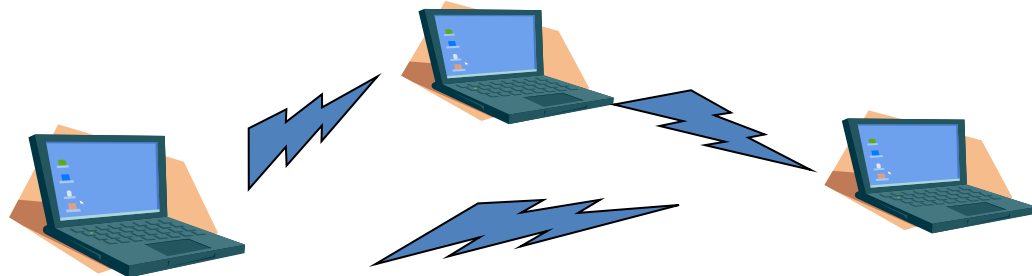
- **802.11g** - 2001-ben fogadták el
 - OFDM-et használ (mint a 802.11a)
 - A 2,4 GHz-es ISM tartományban (mint a 802.11b)
 - Ugyanúgy érzékeny az interferenciákra
 - 54 Mb/s-os adatátviteli sebesség
- **802.11n** – 2009
 - OFDM-MIMO (Multiple Input Multiple Output)
 - Max. 600 Mb/s
 - 2,4 és 5 GHz-es tartomány is
- Viszont nagyon sok telepített 802.11b hálózat, eszköz létezik
 - Ameddig ezek beszerzési költsége amortizálódik, a gyorsabb megoldások nem terjed olyan könnyen

802.11g és 802.11n



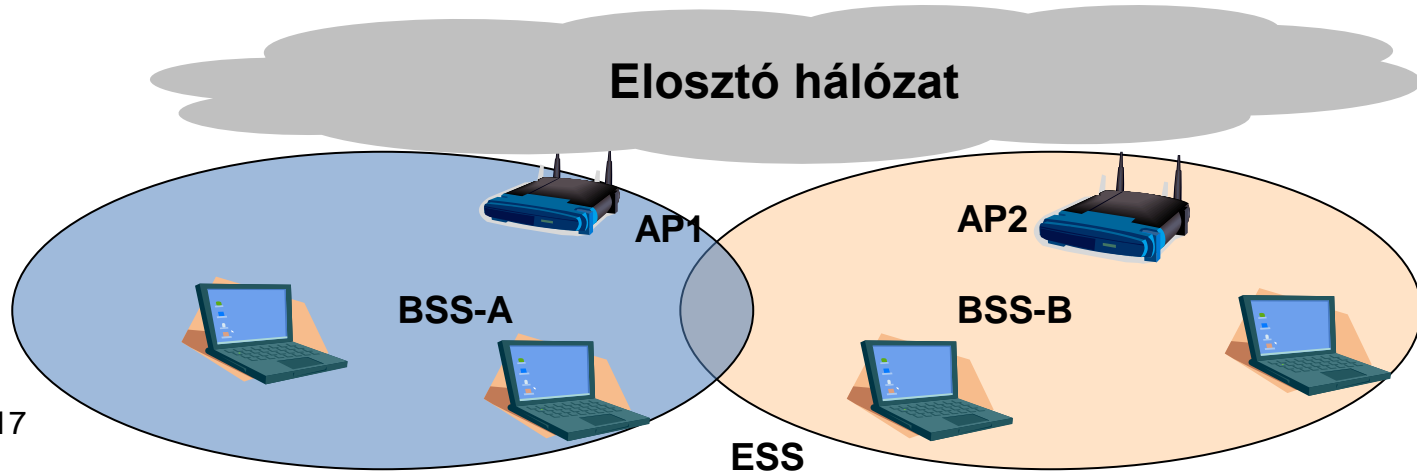
Ad-hoc mód

- Minden csomópont közvetlenül kommunikál a hatósugarán belüli többi csomóponttal
- Távolabbi csomópontok közötti kommunikáció **ad-hoc útválasztással**
 - AODV, DSR, DSDV, stb.
- Minden állomás egyben router is
 - Többugrásos ad-hoc hálózatok
 - Nincs szükség AP-ra
- Nagyon gyorsan fel lehet építeni egy ideiglenes hálózatot
 - Egy rendezvény vagy konferencia résztvevői között



Infrastruktúra mód

- Cellás rendszer
 - Basic Service Set (BSS) – cella
 - Access Point (AP) – hozzáférési pont
 - Minden cellát egy AP vezérel
 - A csomópontokat periódikusan lekérdezve (polling) a csomagküldést vezérli
 - Elosztó hálózat – Distribution System (DS)
 - Az AP-kat egymáshoz kapcsoló vezetékes (Ethernet) vagy vezeték nélküli hálózat
- Több cella alkot egy kiterjesztett szolgáltatási hálózatot
 - Extended Service Set – ESS



802.11b csatornák

- Milyen frekvencián kommunikáljunk a cellán belül?
- 802.11b a 2.4 GHz-es ISM sávban
 - Max. 14 csatorna
 - Részben egymásra lapolódnak
- Országoként változó szabályozás
 - Magyarországon és Európában általában az 1-13 csatornák
 - Az USA-ban 1-11 csatornák
 - Japánban mind a 14 csatorna

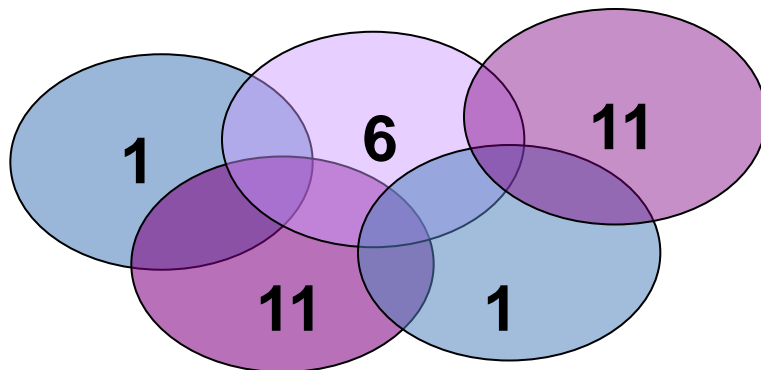
Csatornák	Frekvenciák (GHz)
1	2.412
2	2.417
3	2.422
4	2.427
5	2.432
6	2.437
7	2.442
8	2.447
9	2.452
10	2.457
11	2.462

Az USA-ban használt IEEE 802.11b csatorna frekvenciák

802.11b csatornák

– Kis cellákat alakítunk ki

- Minden szomszédos cella más-más frekvencián kommunikál
- A cellákban használt frekvenciák nem fedik egymást



802.11b csatornák

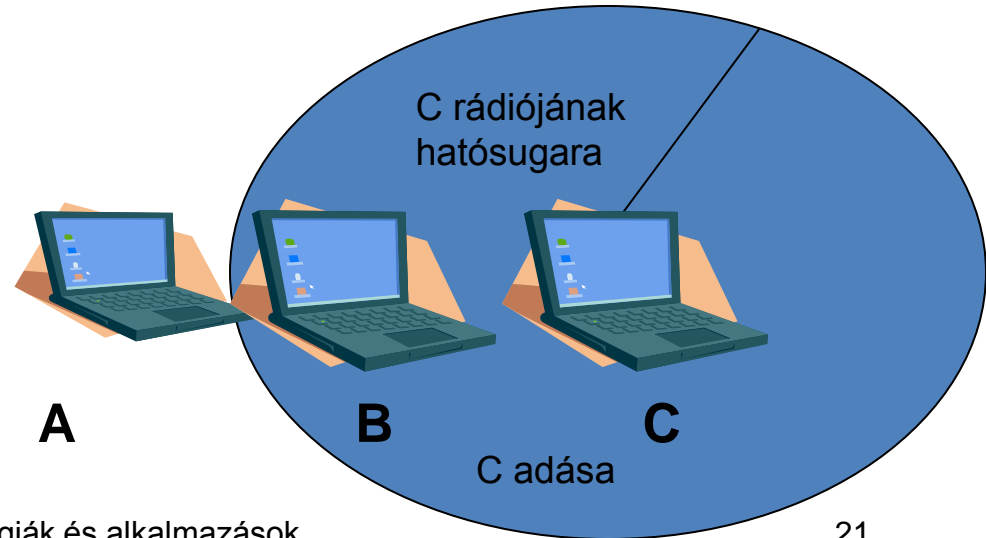
- A csatornák az adóvevők által használt központi frekvenciát jelentik
 - Pl. 2,412 GHz az 1. csatorna, 2,417 GHz a 2. csatorna
 - Csak 5 MHz eltérés a központi frekvenciák között
 - A 802.11b jel kb. 30 MHz-es spektrumot fed le
 - A jel kb. 15 MHz-et foglal el a központi frekvencia mindkét oldalán
 - Átfedés jön létre több szomszédos csatorna frekvenciasávja között
 - Cellás megoldásban a szomszédos cellák frekvenciatávolságának legalább 5 csatornának kell lennie
 - Használhatjuk pl. az (1, 6, 11) kombinációt

Csatlakozás egy új cellához

- Egy állomás csatlakozhat egy létező BSS-hez...
 - Bekapcsolás után
 - Alvó módból való kilépéskor
 - A BSS területére lépéskor
- **Passive Scanning**
 - Az állomás egy Beacon Frame-et vár az AP-tól
 - Az AP periódikusan küldi azt, szinkronizációs információt hordoz
- **Active Scanning**
 - Az állomás megpróbál egy AP-t találni magának
 - Probe Request kereteket küld
 - Probe Response választ vár az AP-któl
- Ha több AP válaszol, kiválasztja a „legjobbat”
 - Legjobb jel/zaj viszony
 - SNR – Signal to Noise Ratio

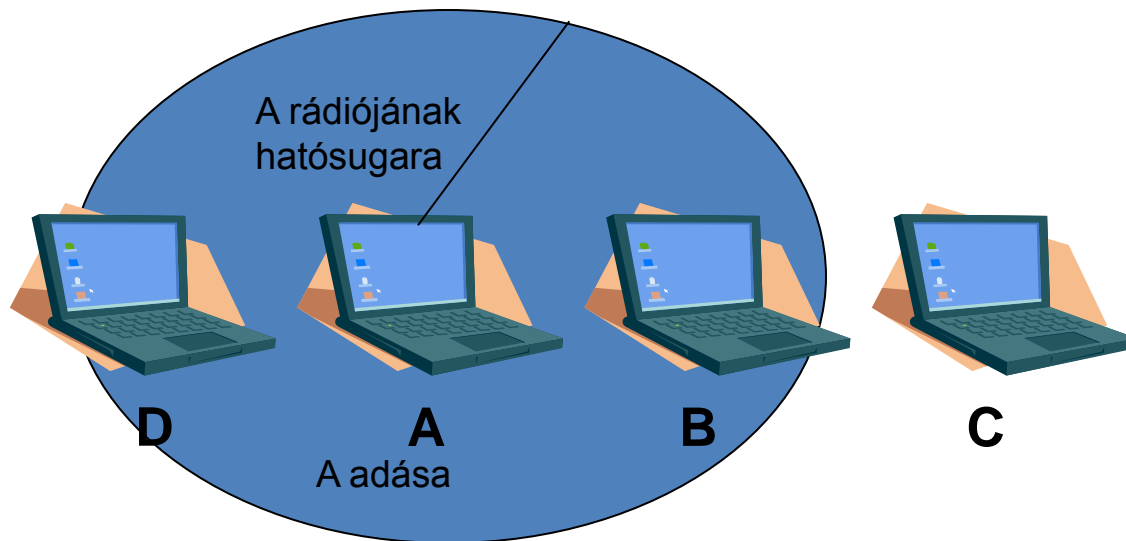
802.11 MAC alréteg

- Vezeték nélküli környezetben a CSMA nem működik
- Rejtett állomás problémája
 - Nem minden állomás tartózkodik az összes többi vételkörzetében
 - C ad a B-nek
 - A nem hall semmit a csatornán
 - Ő is elkezd adni B-nek



Látható állomás problémája

- B akar küldeni C-nek
 - Belehallgat a csatornába, és látja hogy foglalt A által
 - Arra következtet, hogy nem küldhet C-nek
 - Lehet, hogy A D-nek küld, nem zavarná C-t



DCF vs. PCF

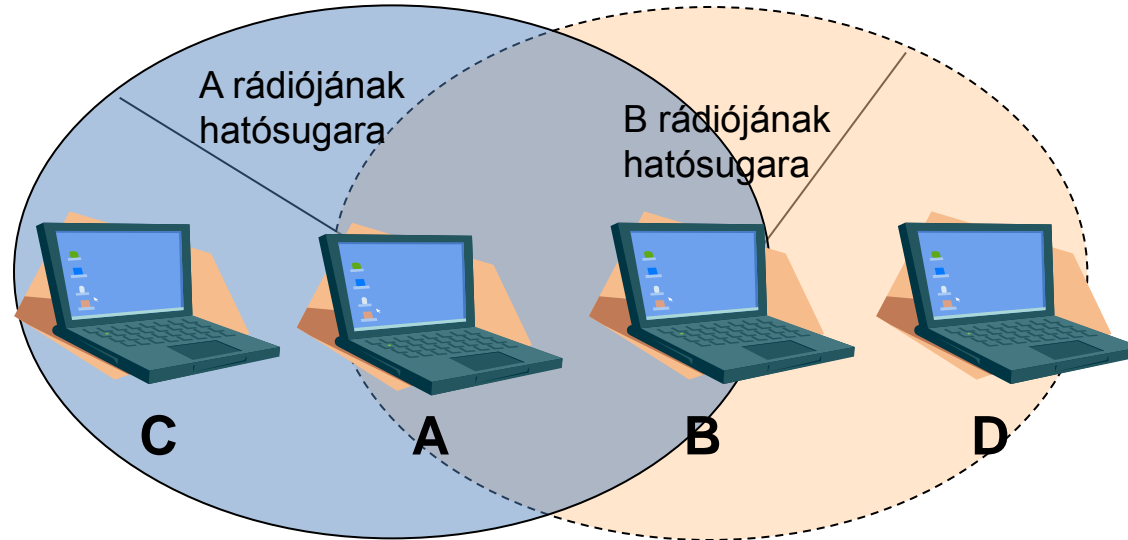
- Két másik megoldás:
 - DCF – Distributed Coordination Function
 - Nem használ központi vezérlést
 - Minden megvalósításnak támogatnia kell
 - PCF – Point Coordination Function
 - A bázisállomás segítségével vezényel minden tevékenységet a cellában
 - Támogatása opcionális

802.11 DCF

- CSMA/CA-t használ
 - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
 - CSMA ütközésselkerüléssel
 - Multiple Access with Collision Avoidance for Wireless (MACAW)
 - Virtuális csatornaérzékelés

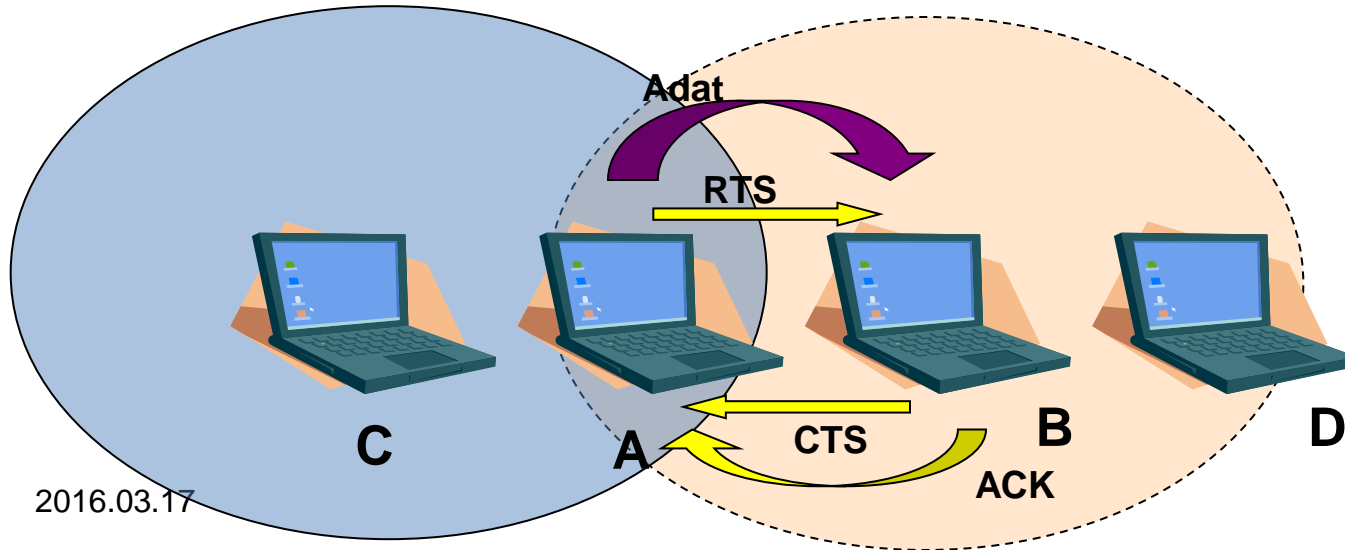
MACAW

- A szeretne küldeni B-nek
 - C az A állomás vételkörzetében van
 - D a B állomás vételkörzetében, de az A vételkörzetén kívül



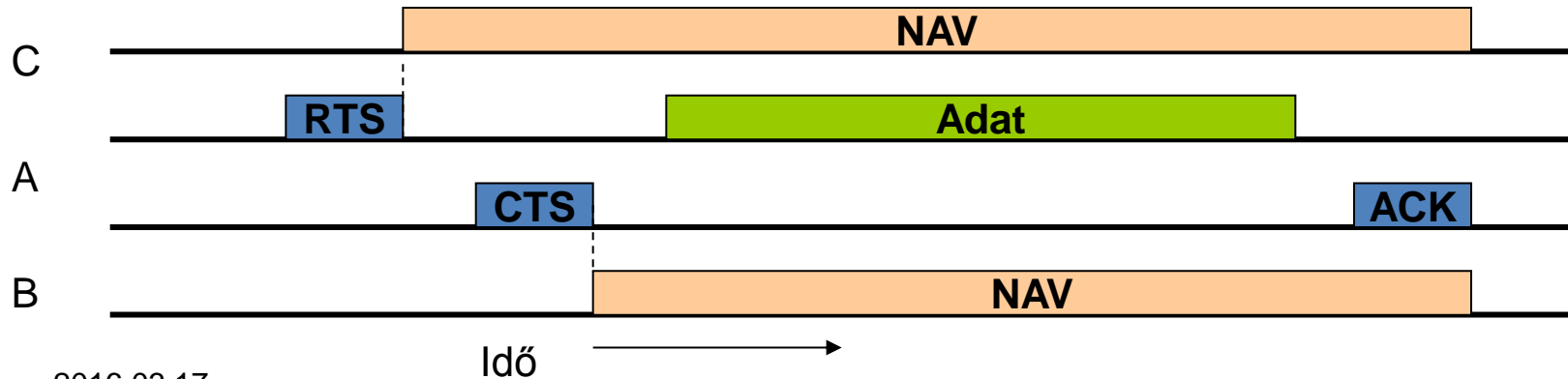
MACAW

- A egy **RTS** keretet küld B-nek, és engedélyt kér egy adatkeret küldésére
 - Request To Send
- Ha B megadja az engedélyt, visszaküld egy **CTS** keretet
 - Clear To Send
- A elküldi a keretet és elindít egy ACK időzítőt
 - Ha B megkapja rendben az adatokat, válaszol egy ACK kerettel
 - Ha az A időzítője lejár mielőtt megkapná az ACK-ot, újból kezdődik az egész



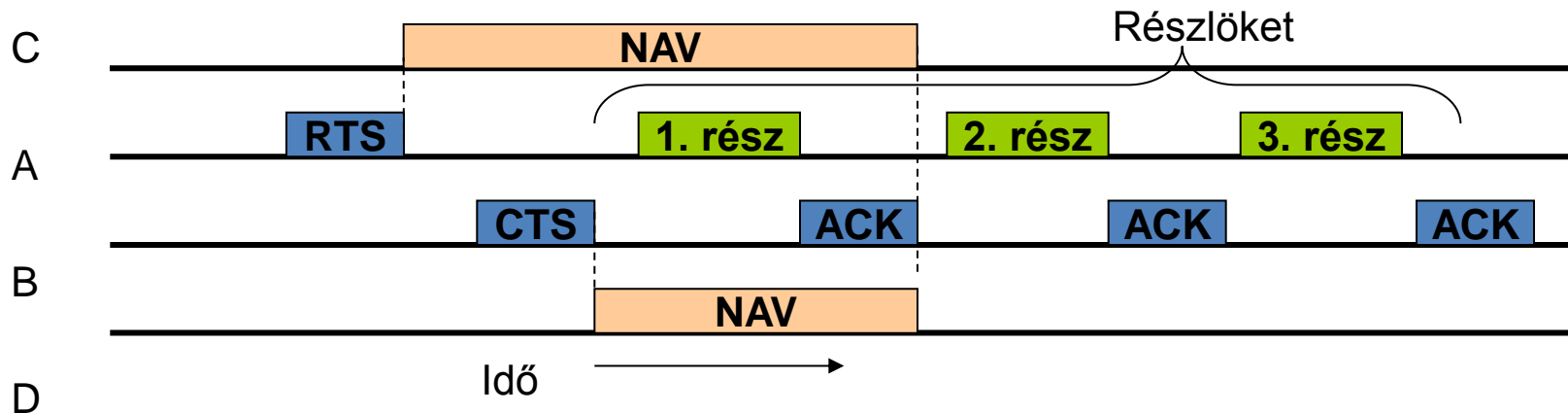
MACAW

- C hallja A-t, megkaphatja az RTS keretet
 - Rájön, hogy nemsokára valaki adatokat fog küldeni
 - Eláll adatküldési szándékától, amíg az üzenetváltás véget nem ér
 - Hogy mikor lesz vége tudja az ACK időzítóből
 - Foglaltra állít magának egy virtuális csatornát
 - NAV – Network Allocation Vector
- D nem hallja az RTS-t, de a CTS-t igen
 - Ő is beállítja magának a NAV-ot
- A NAV belső emlékeztető hogy csendben kell lenni, nem küldik el



Fragment burst

- Vezeték nélküli hálózatokban nagy zaj, nagy csomagvesztés
 - Minél nagyobb egy keret, annál nagyobb a valószínűsége a hibának
- A kereteket fel lehet darabolni
 - Ha RTS/CTS-el megszerzi a csatornát, több részt küldhet egymás után
 - **Fragment burst - részletek**
 - Nő az átbecsátóképesség
 - Ha hiba van, nem kell a teljes keretet újraküldeni
 - A NAV eljárás csak az első részre kerüli el az ütközést
 - Más megoldásokkal egy teljes részletek átküldhető ütközés nélkül

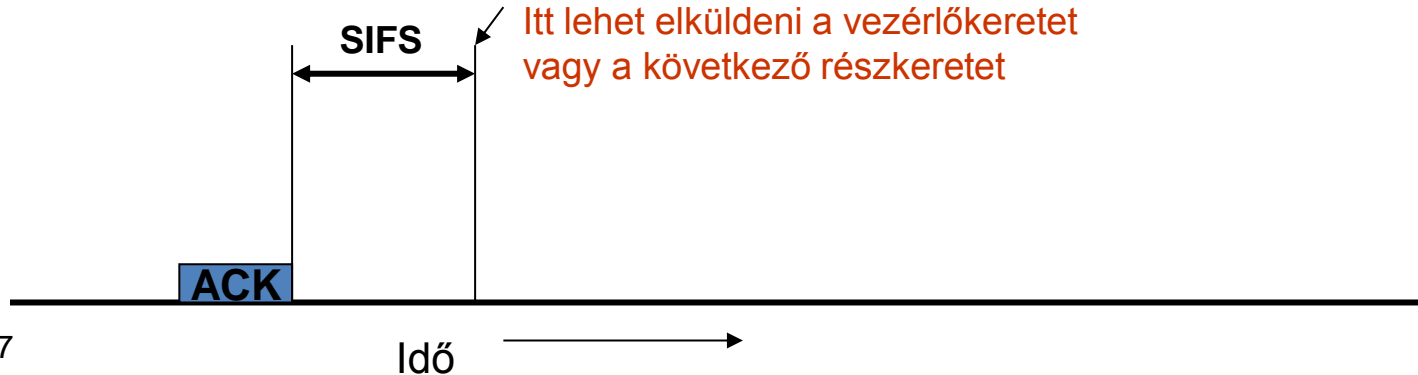


802.11 PCF

- A bázisállomás vezérli a kommunikációt
 - Nincsenek ütközések
- **Körbekérdezi** a többi állomást, hogy van-e elküldésre váró keretük
 - A szabvány csak a körbekérdezés menetét szabályozza
 - Nem szabja meg annak gyakoriságát, sorrendjét
 - Nem írja elő, hogy minden állomásnak egyenlő kiszolgálásban kell részesülnie
- A bázisállomás periódikusan elküld egy **beacon frame**-et
 - 10-100 beacon/s
 - Rendszerparamétereket tartalmaz
 - Ugrási sorozatok és tartózkodási idő (FHSS-nél), óraszinkronizáció, stb.
 - Ezzel hívja az új állomásokat is, hogy csatlakozzanak a körbekérdezéshez
- A bázisállomás utasíthatja az állomásokat, menjenek készenléti állapotba
 - Addig amíg a bázisállomás vagy a felhasználó fel nem ébreszti őket
 - Kíméli az állomások akkumulátorát
 - A bázisállomás puffereli a készenléti állapotban lévőknek szánt kereteket

PCF vs. DCF

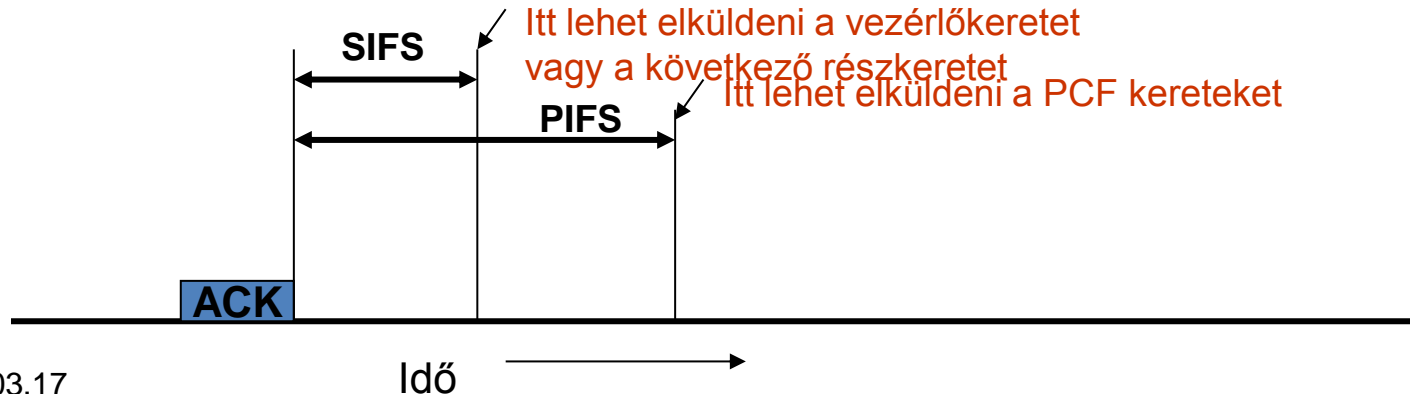
- A PCF és a DCF egy cellán belül egyszerre is működhet
 - Egyszerre elosztott és központosított vezérlés?
 - Gondosan definiálni kell a keretek közti időintervallumot
 - Egy keret elküldése után kell egy holtidő, mielőtt bárki elkezdene küldeni valamit
- Négy ilyen intervallumot rögzítettek
 - SIFS – Short Inter-Frame Spacing
 - A legrövidebb intervallum, a rövid párbeszédet folytatókat részesíti előnyben
 - A SIFS után a vevő küldhet egy CTS-t egy RTS-re
 - Egy vevő küldhet egy ACK-ot egy részre vagy a teljes keretre
 - A részlőket adója elküldheti az újabb részt, új RTS nélkül



PCF vs. DCF

- PIFS – PCF Inter-Frame Spacing

- PCF keretek közti időköz
- A SIFS után mindig egyvalaki adhat csak
- Ha ezt nem teszi meg a PIFS végéig, a bázisállomás elküldhet egy új beacon-t vagy egy lekérdező keretet
 - Az adatkeretet vagy részkeretet küldő nyugodtan befejezheti a keretet
 - A bázisállomásnak is van alkalmja magához ragadnia a csatornát
 - Nem kell a mohó felhasználókkal versengenie érte



PCF vs. DCF

- DIFS – DCF Inter-Frame Spacing

- DCF keretek közti időköz
- Ha a bázisállomásnak nincs mondanivalója, a DIFS elteltével bárki megpróbálhatja megszerezni a csatornát
 - Szokásos versengési szabályok
 - Kettes exponenciális visszalépés ütközés esetén

- EIFS – Extended Inter-Frame Spacing

- Olyan állomások használják, akik egy hibás vagy ismeretlen keretet vettek, és ezt próbálják jelenteni
 - Legalacsonyabb prioritás

