

Információs rendszerek üzemeltetése

WiFi hálózatok üzemeltetése

Orosz Péter

2018.04.26.

Áttekintés

I. rész: SOHO és enterprise WiFi hálózatok üzemeltetése

1. Beltéri és kültéri infrastruktúra
2. Lefedettség, rádiós paraméterek, felhasználók száma
3. Interferencia és csillapítás hatása az átviteli teljesítményre

II. rész: Központosított WiFi infrastruktúra

1. Hitelesítés és hozzáférés-szabályozás: WPA2-PSK és WPA2 Enterprise
2. Roaming konfiguráció és QoS hatások

WiFi szabványok

A *Wi-Fi* marketing név az IEEE 802.11 vezeték nélküli helyi hálózati (WLAN) szabványokat foglalja magába.

802.11 szabvány	Kiadás dátuma	Frekvencia-sáv [GHz]	Sávszélesség [MHz]	Bitsebesség [Mbit/s]	Moduláció	MIMO stream [db]	Beltéri hatótáv [m]
802.11-1997	1997 június	2,4	20	1, 2	DSSS, FHSS	-	20
802.11a	1999 szeptember	5	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	OFDM	-	35
802.11b	1999 szeptember	2,4	22	1, 2, 5.5, 11	DSSS	-	35
802.11g	2003 június	2,4	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	OFDM	-	38
802.11n	2009 október	2,4 / 5	20 / 40	288,8 / 600	MIMO OFDM	4	70
802.11ac	2013 december	5	20 / 40 / 80 / 160	346,8 / 800 / 1733,2 / 3466,8	MIMO OFDM	8	35
802.11ad	2012 december	60	2160	6757	OFDM	-	3,3

Service Set Identifier (SSID)

Több Wi-Fi hálózat is oszthat egy rádiós csatornán.

Service set: Egy adott rádiós hálózat kommunikációs végpontjait foglalja magába.

Infrastruktúra mód

Ad-hoc mód

Small Office – Home Office eszközök

- Teljesítmény, felhasználók száma
 - Biztonsági kérdések: hitelesítés, hozzáférés-szabályozás
 - Hatótávolság: néhányszor 10 méter
-
- Broadband útválasztóba integrált 802.11g/n/ac bázisállomások
 - WiFi Extenderek
 - Munkaállomások
 - Mobil eszközök
 - IoT eszközök

Otthoni és SOHO WiFi rádiós kihívások

802.11 forrású interferencia:

- sűrűn telepített otthoni vagy irodai közegben kell üzemeltetni a bázisállomást és a kapcsolódó eszközöket: magas csatornakihasználtság
- szomszédos bázisállomás(-ok) fizikai közelsége

Rádióhullámok beltéri terjedése:

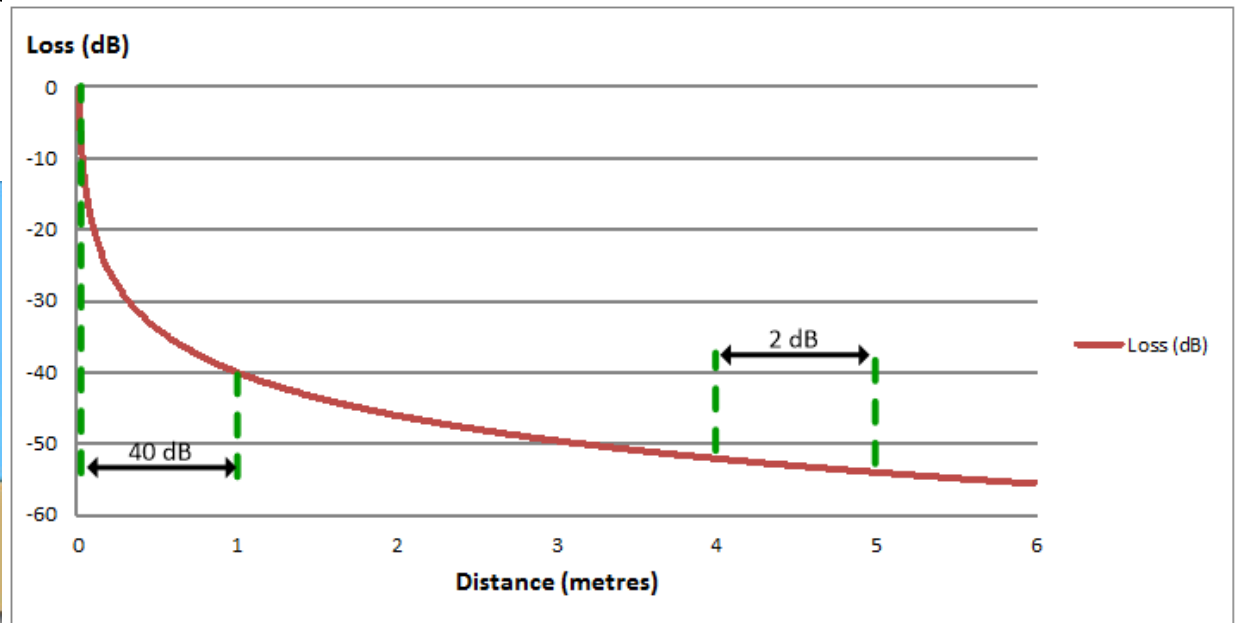
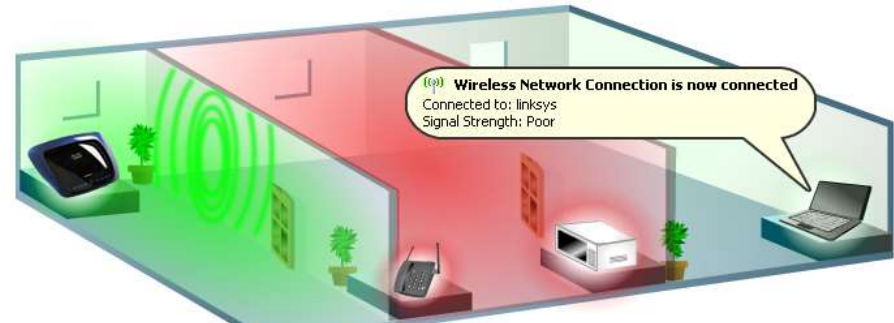
- szakaszcsillapítás
- építőanyagok csillapító hatása
- esetenként, időszakonként magas nem 802.11 forrású interferencia

Otthoni, SOHO WiFi: rádiós kihívások

- Szakaszcillapítás

$$a_{sz}^{[dB]} = 10 \cdot \lg\left(\frac{P_T}{P_R}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right) - G_T^{dB} - G_R^{dB}$$

- Építőanyagok csillapítása
- Interferencia



802.11 antennák

- Körsugárzók (nyereség 3-5 dBi)
- Irányított antennák (nyereség 5-27 dBi)



omni



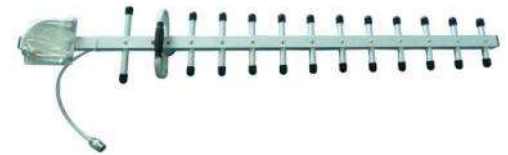
parabola



grid



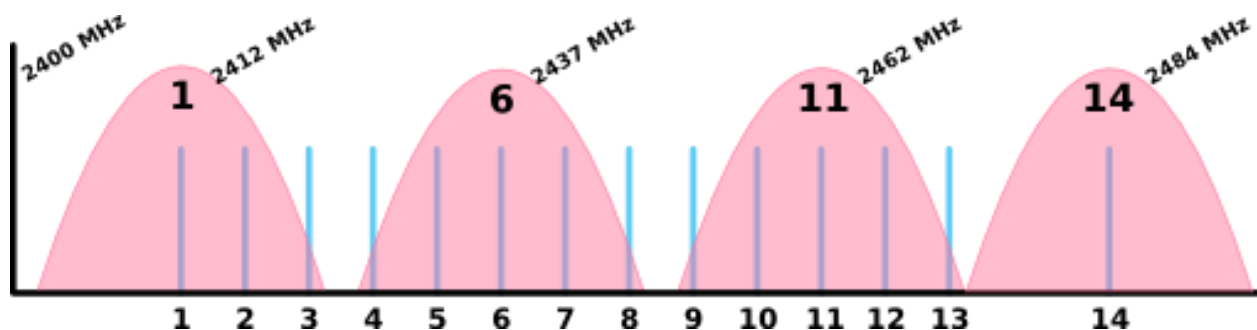
szektor



yagi

WiFi rádiós sávok

- 2,4 GHz: 14 átfedő csatorna -> egy időben nem használható az összes
 - Szomszédos csatornák távolsága: 5 MHz
 - WiFi átvitel sáv szélessége: 20 MHz (40 MHz)



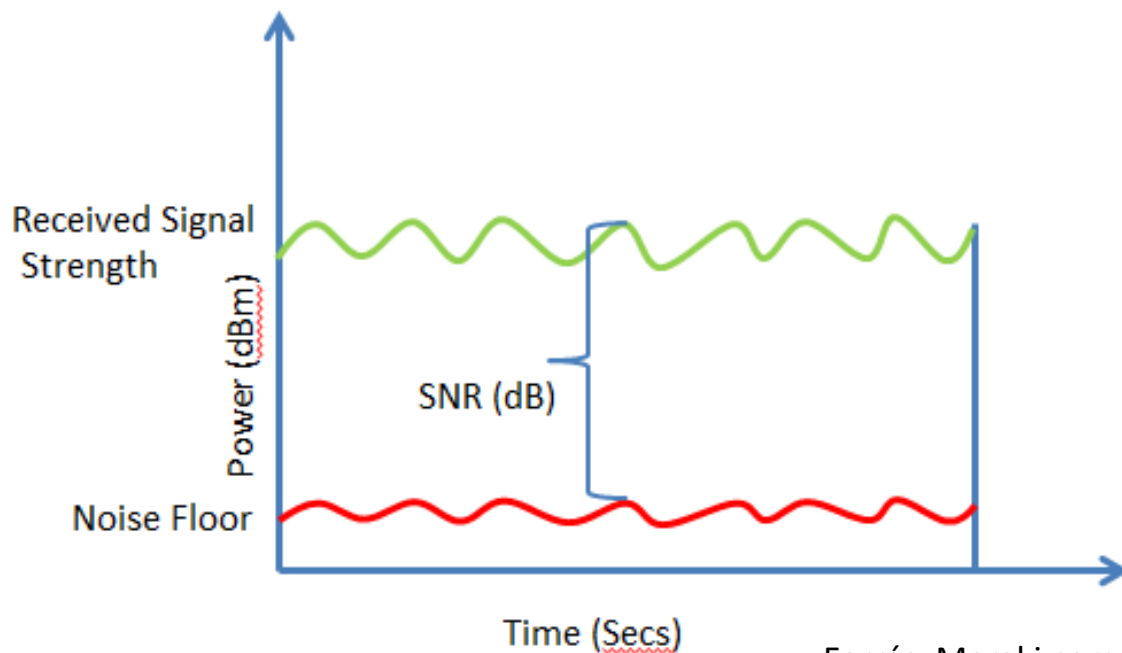
Forrás: <https://commotionwireless.net/docs/cck/networking/learn-wireless-basics/>

EU: 13 csatorna
USA: 11 csatorna

1, 6, 11 csatornák
használata: interferencia
minimalizálása

- 5 GHz: több nem átfedő csatorna

Rádiós jel/zaj viszony (SNR)



$$\text{SNR} = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}},$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right).$$

Forrás: Meraki.com

Adóteljesítmény (dBm - mW)

$$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$$

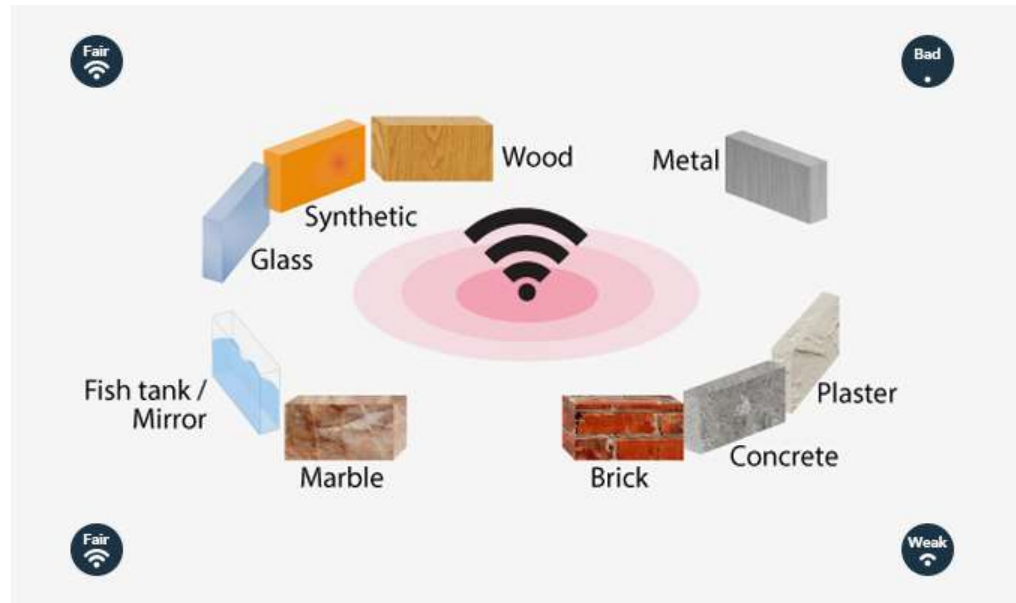
$$x = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{adó}}}{1 \text{ mW}},$$

$$P_{\text{adó}} = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{x}{10}}$$

30 dBm	1 W
20 dBm	100 mW
10 dBm	10 mW
0 dBm	1 mW
-10 dBm	0,1 mW
-20 dBm	0,01 mW
-30 dBm	1 μ W
-60 dBm	1 nW
-90 dBm	1 pW

10 dBm-es növekmény 10-szeres teljesítménynövekedés

Építőanyagok csillapító hatása a mikrohullámú tartományban



<https://www.singtel.com/personal/i/internet/broadband-at-home/fibre-broadband-tips>



Signal Strength:
Excellent
> -50 dBm



Signal Strength:
Good
-50 to -60 dBm



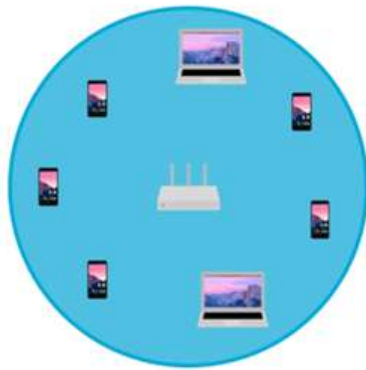
Signal Strength:
Fair
-60 to -70 dBm



Signal Strength:
Poor
< -70 dBm

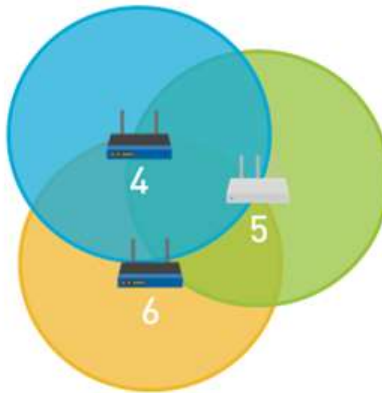
<http://www.hometoys.com/article/2015/10/installer-tips-understanding-wireless-ap-placement/32425/>

Co-Channel



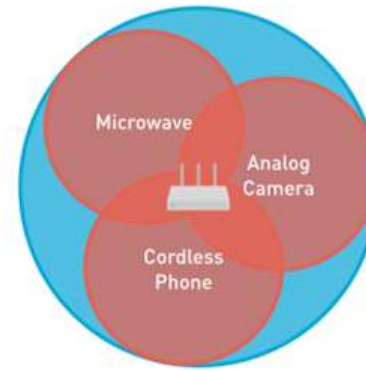
Every client and access point on the same channel competes for time to talk.

Adjacent-Channel



Every client and access point on overlapping channels talk over each other.

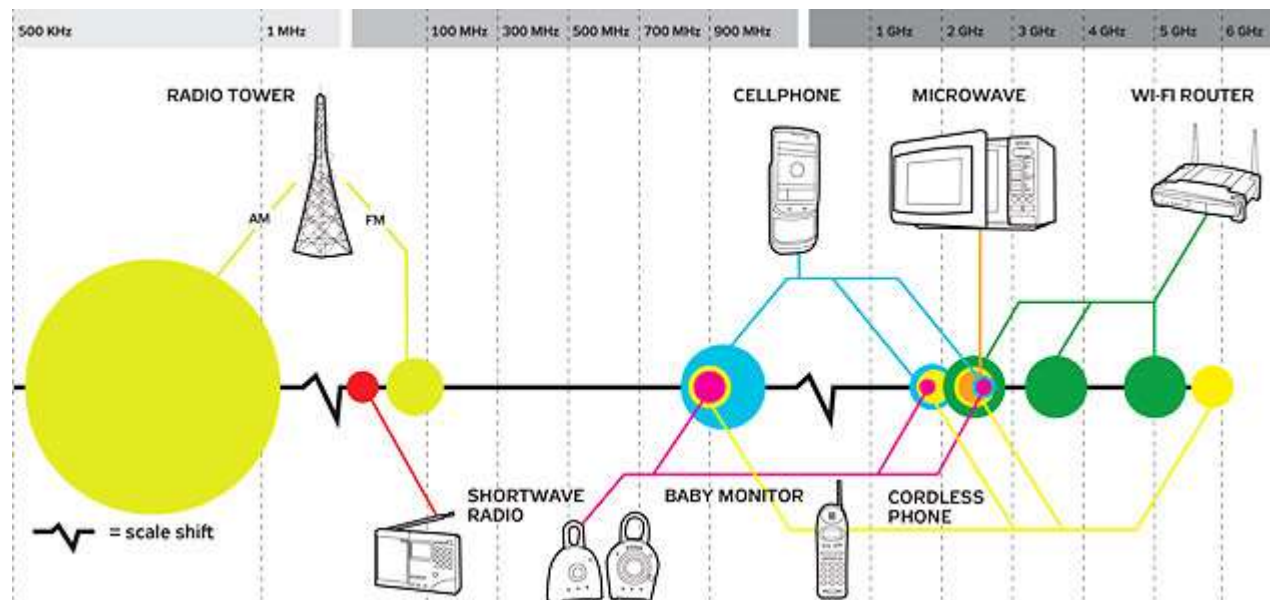
Non-Wi-Fi



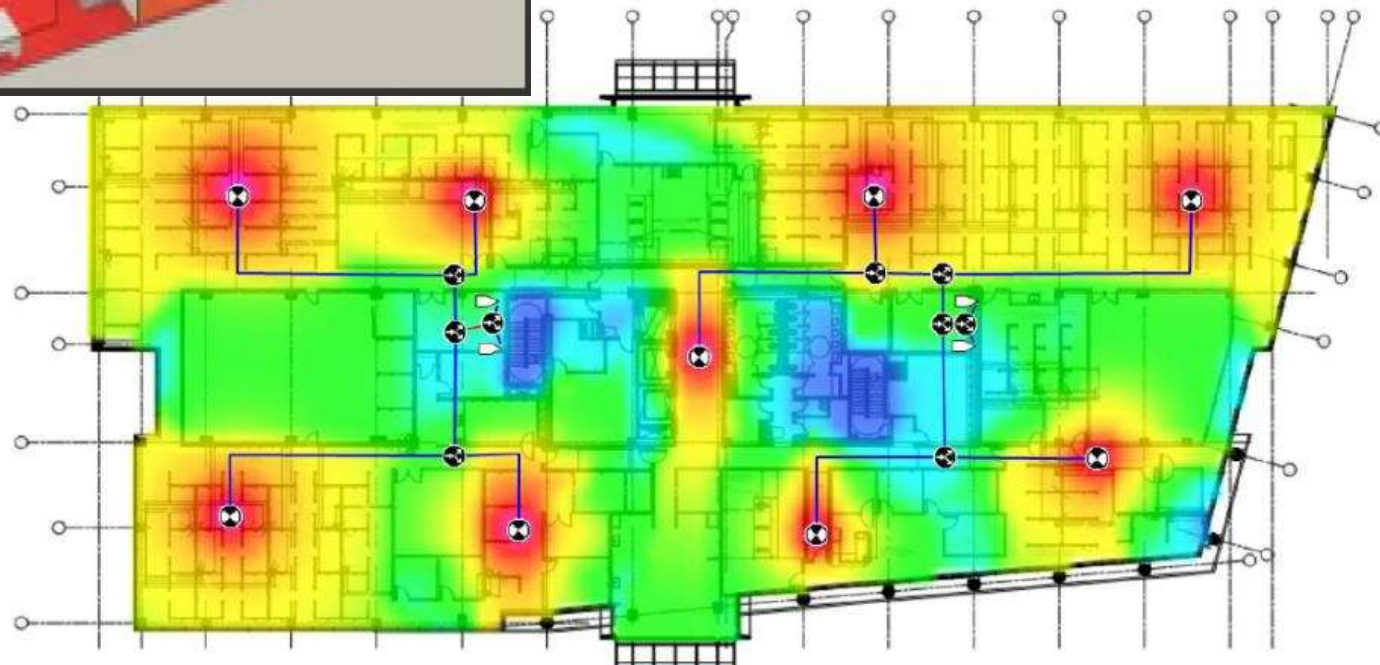
Non-802.11 devices compete for medium access.

Interferencia a 2,4 GHz-es ISM sávban

- Közelben működő WiFi AP-k
- Mikrohullámú sütő
- Bluetooth eszközök
- Bébiőrök, egészségügyi eszközök
- Vezeték nélküli otthoni telefonok

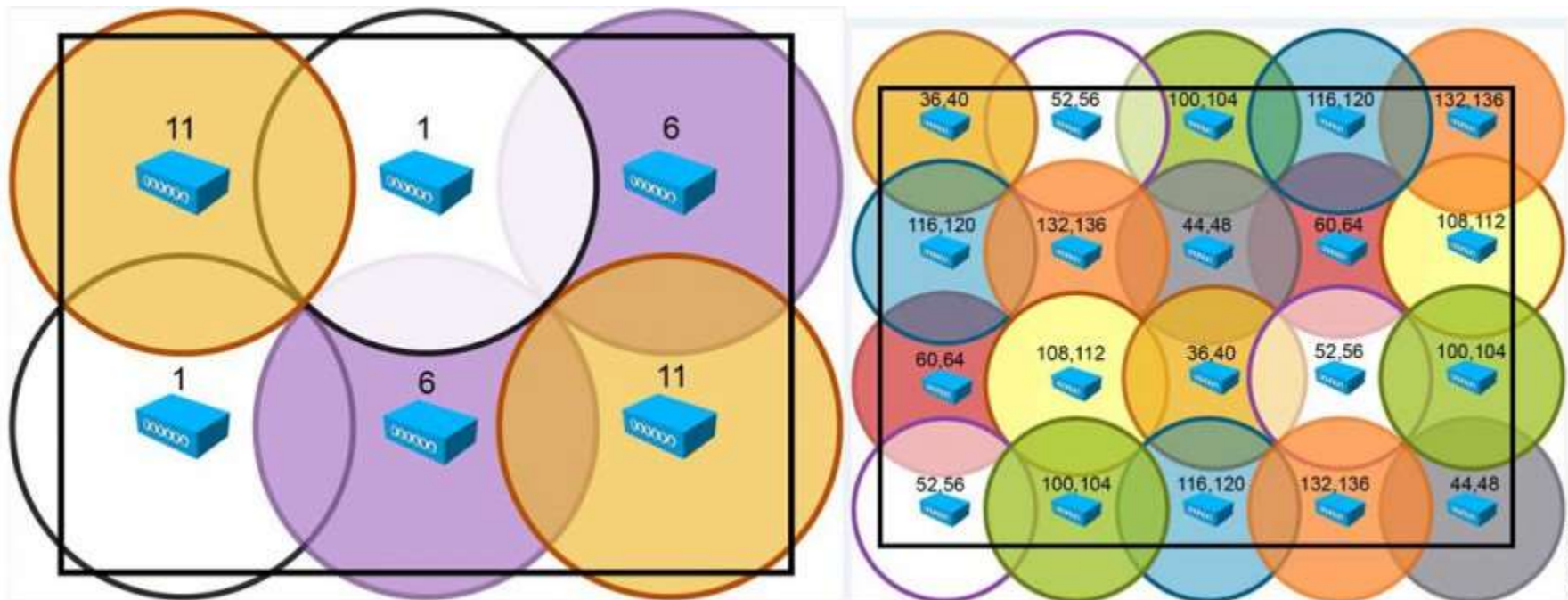


Lefedettség: rádiós hőtérkép



Szomszédos cellák csatornakiosztása

Szomszédos rádiós cellák közötti interferencia minimalizálása megfelelő csatornakiosztással (lásd a 7. diát)

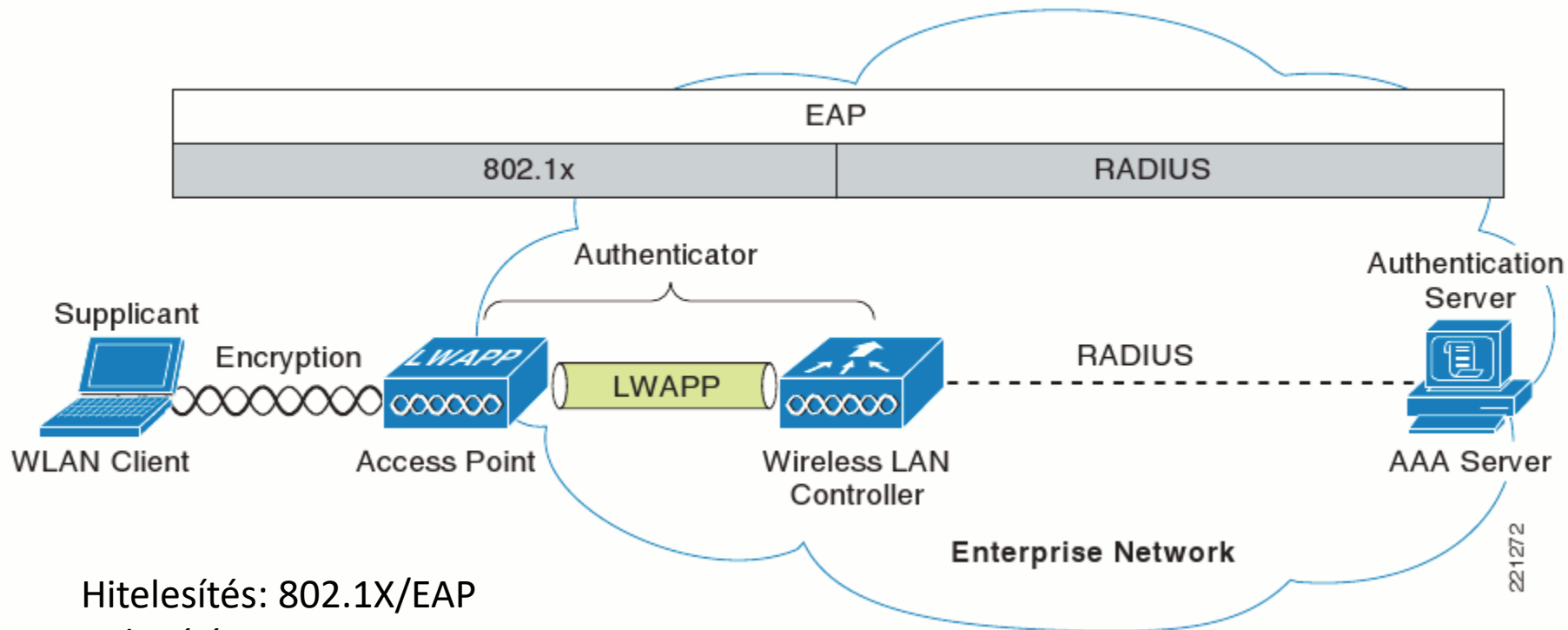


Eszközgenerációk egy hálózaton

Lassú (elavult technológiájú) eszközök visszafogják az azonos bázisállomáshoz kapcsolódó nagyobb sebességű eszközök átviteli teljesítményét.

Megoldás: Egyenlő adatmennyiség helyett egyenlő időrés mindenkinek (Airtime Fairness)

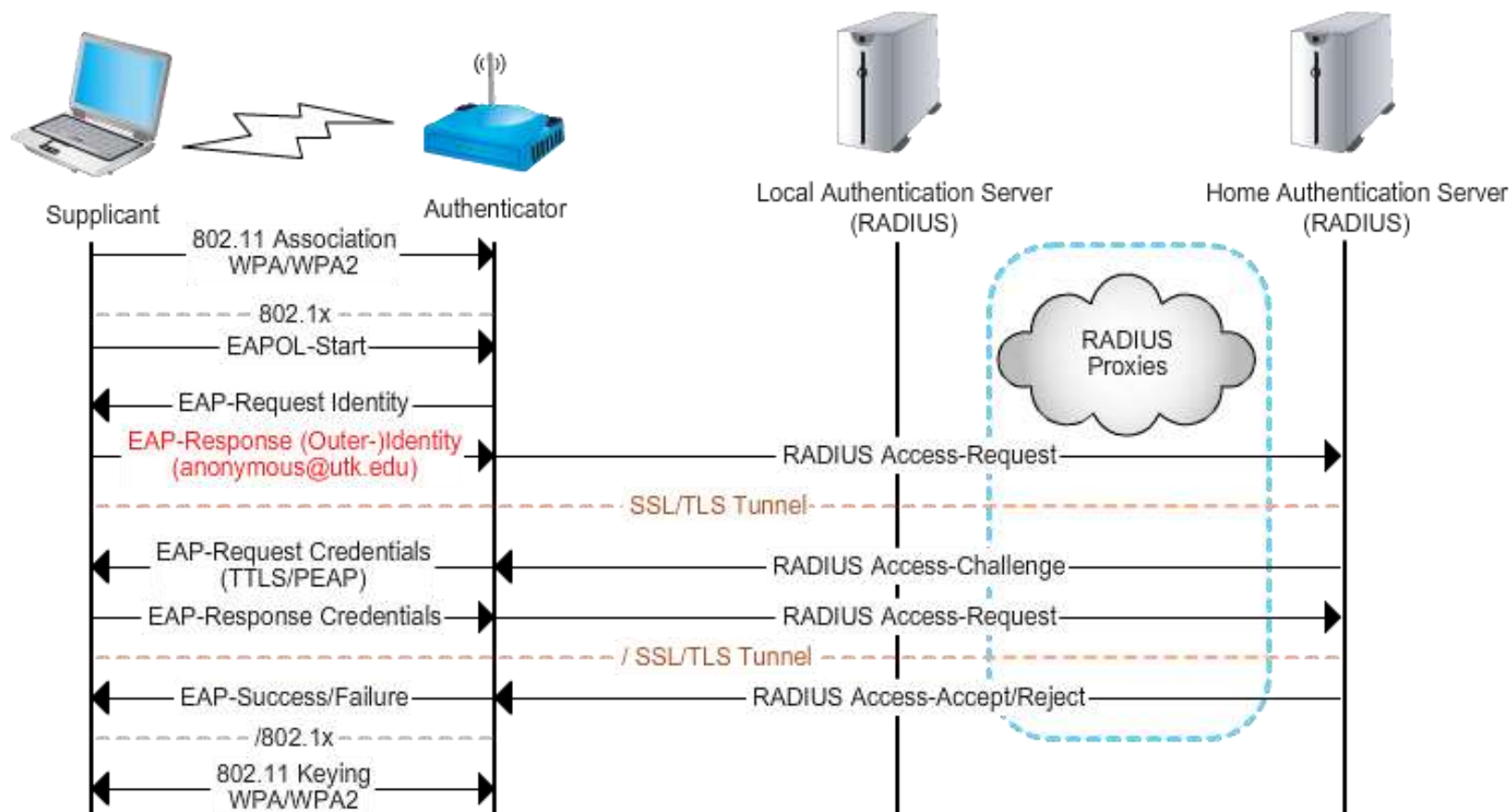
Hitelesítés és titkosítás: WPA2 PSK és Enterprise



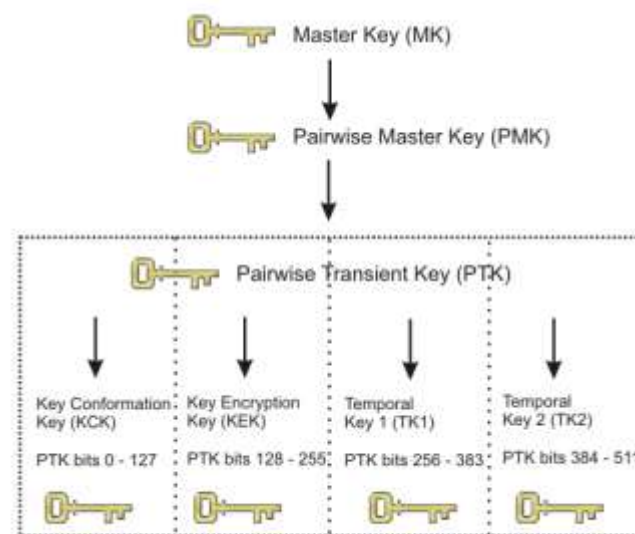
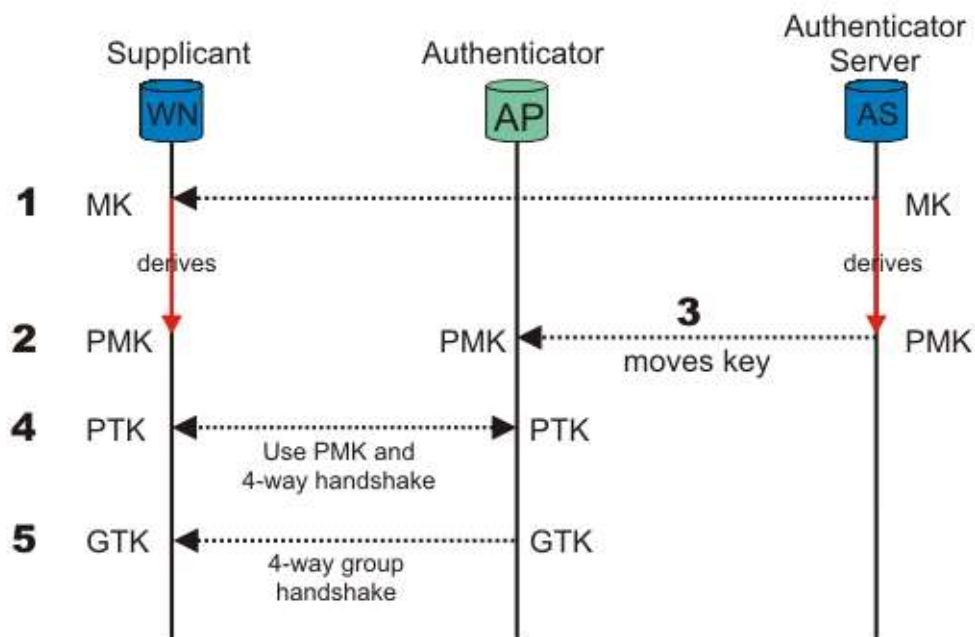
Hitelesítés: 802.1X/EAP
Titkosítás: TKIP, AES
Központi hozzáférés-
szabályozás: RADIUS, PKI

Forrás: cisco.com

Hitelesítés



Kulcsgenerálás



Multimédia WiFi hálózaton

QoS megfontolások:

- A 802.11 oszott közeghozzáférésű hálózat
- A rádiós kapcsolat half-duplex!
- Valós idejű alkalmazások által támasztott követelmények
 - Alacsony késleltetés és késleltetés-ingadozás
 - Alacsony csomagvesztés
 - Megfelelő átviteli ráta

QoS technológiák 802.11 hálózatokban

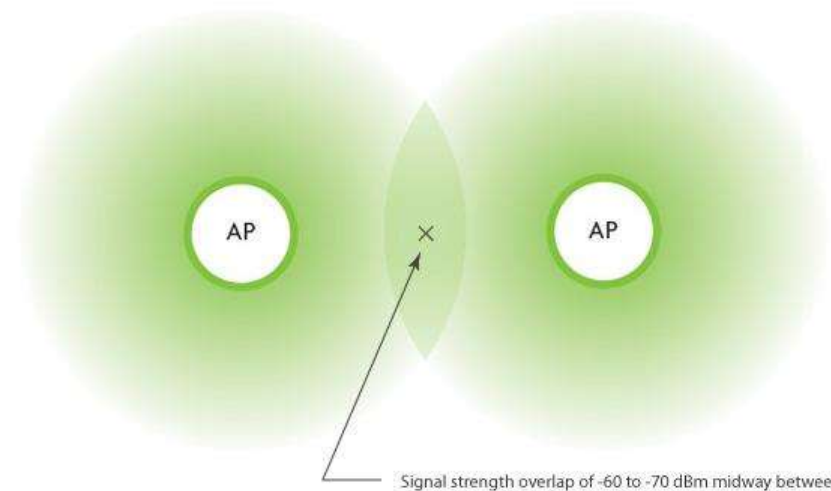
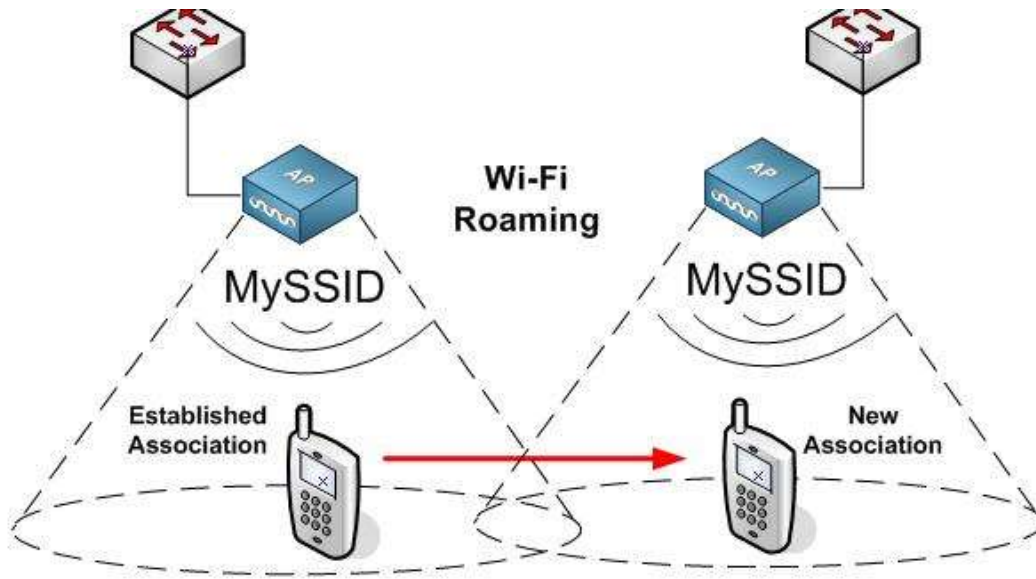
WMM (WME): Wireless Multimedia Extensions – 802.11e

Forgalmi prioritási szintek: voice, video, best effort, background

Mobilitás vezeték nélküli hálózatban

- Fizikai mozgás rádiós cellán belül
- Fizikai mozgás rádiós cellák (AP-k) között
 - Layer-2 roaming: bázisállomások azonos IP hálózatban
 - Layer-3 roaming: bázisállomások különböző hálózatban (mobil IP)

802.11 roaming



Signal strength overlap of -60 to -70 dBm midway between two APs.

Kérdések

- Milyen fázisai vannak a roaming folyamatnak?
- Mennyi ideig tart?
- Változik-e az IP címünk a cellaváltás hatására?
- Mi történik az alkalmazásokkal a cellaváltás folyamata során?
- Mit érzékel a folyamatból a felhasználó?

Barangolási sémák

Nomadic roaming

A rádiós cellaváltás ideje alatt a csomópont nem használja a vezeték nélküli hálózat erőforrásait.

Példa: vállalati környezetben működő WiFi hálózathoz kapcsolódó munkaállomásunkkal átmegyünk egy másik helyiségbe vagy épületbe

Seamless roaming

A céllaváltás ideje alatt is használjuk a hálózati szolgáltatásokat.

Pl. Mobilhálózati cellaváltás beszélgetés közben

WiFi roaming alapelvek

- Lekapcsolódás felkapcsolódás előtt: hurokmentes topológia, broadcast storm elkerülése
- Felkapcsolódás lekapcsolódás előtt: spanning tree alkalmazása a hurkok kezelésére, kettős üzemű kliens rádió (több csatorna elérése egyidőben – megnövekedett komplexitás)

Roaming fázisok

1. Csatorna-szkennelés
2. 802.11 hitelesítés
3. 802.11 kapcsolódás
4. 802.1X hitelesítés

Layer-2 roaming

- Mindig a kliens határoz a roaming végrehajtásáról
 - Miért jó ez?
- A kliens dönti el, hogy melyik szomszédos bázisállomáshoz kapcsolódik
 - Lehet-e támogatni a klienst a választásban?
- A kliens kezdeményezi a roaming folyamatot

Megjegyzés: a cellaváltási folyamatot bázisállomás oldalról lehet segíteni (erről később).

Roaming algoritmusok

- A 802.11 nem specifikál roaming algoritmust: egyedi gyártói implementációk alapvető együttműködés biztosítása mellett
- Az egyedi roaming implementációk növelik a piaci versenyt a gyártók között: gyorsaság/stabilitás
- Mérhető paraméterek: jelerősség, újraküldések száma, kihagyott beacon üzenetek száma, stb.
- Roaming idő vs. hálózati elérés stabilitása

Új bázisállomás keresése

Passzív keresés: A kliens minden érvényes csatornába belehallgat és várakozik az AP által küldött beacon keretekre.

(Beacon periódusidő alapesetben 100 ms!)

Aktív keresés: A kliens probe kérést küld és az AP-tól probe választ vár. Minden érvényes csatornán kb. 10-20 ms ideig várakozik a válaszra.

Keresési mód	Előnyök	Hátrányok
Passzív: beágyazott rendszerek	Energiatakarékos (nincs probe üzenet)	Hosszabb roaming idő, sikertelen roaming SSID-t nem tartalmazó beacon üzenet esetén
Aktív: PC kliensek, WiFi/VoIP telefonok	Rövidebb roaming idő, célzott kapcsolódás	A probe kérés kiküldésének energiaigénye jelentkezik a kliensen

Mikor keressük az új AP-t?

- Már a normál forgalmi viszonyok között, periodikus feltérképezéssel: preemptive scanning
- A roaming folyamat alatt: on-the-fly scanning

Preemptive scanning

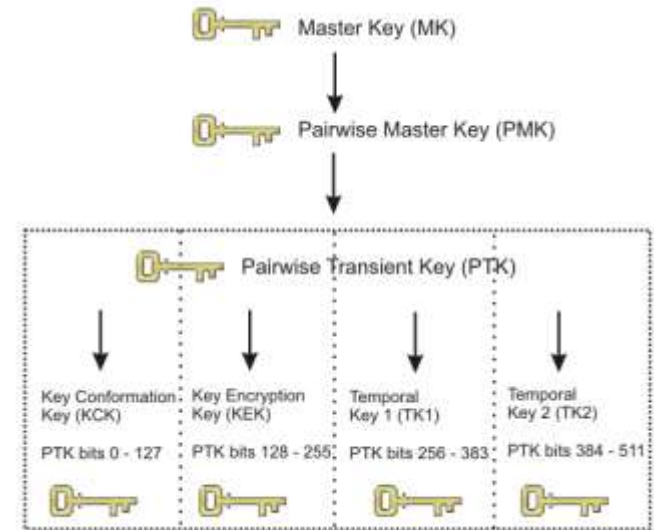
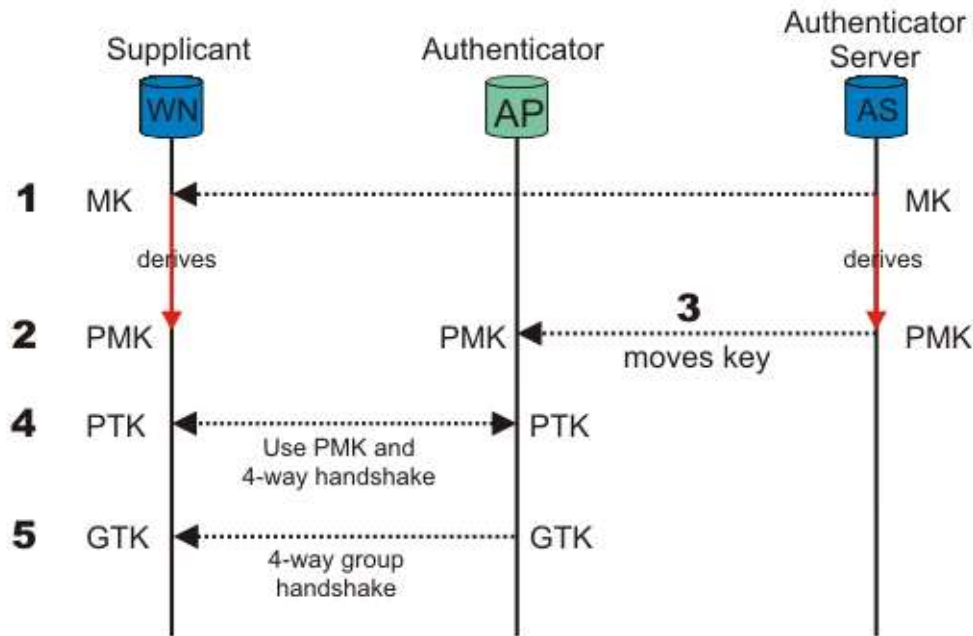
Előny

- Jelentősen lerövidül a roaming idő: valós idejű alkalmazások QoE-szintje kevésbé csökken.

Hátrányok

- A keresés miatt meg kell szakítani a normál forgalmazást.
- A keresést követően az AP-nak újra kell küldenie az elveszett üzeneteket.
- Ennek a fogalmi kiesésnek közvetlen hatása van az alkalmazás QoE szintjére: átviteli ráta csökkenése, többletkésleltetés
- Gyorsan mozgó kliens esetén a roaming megkezdésekor rendelkezésre álló AP lista nem tartalmazza az optimálist választást

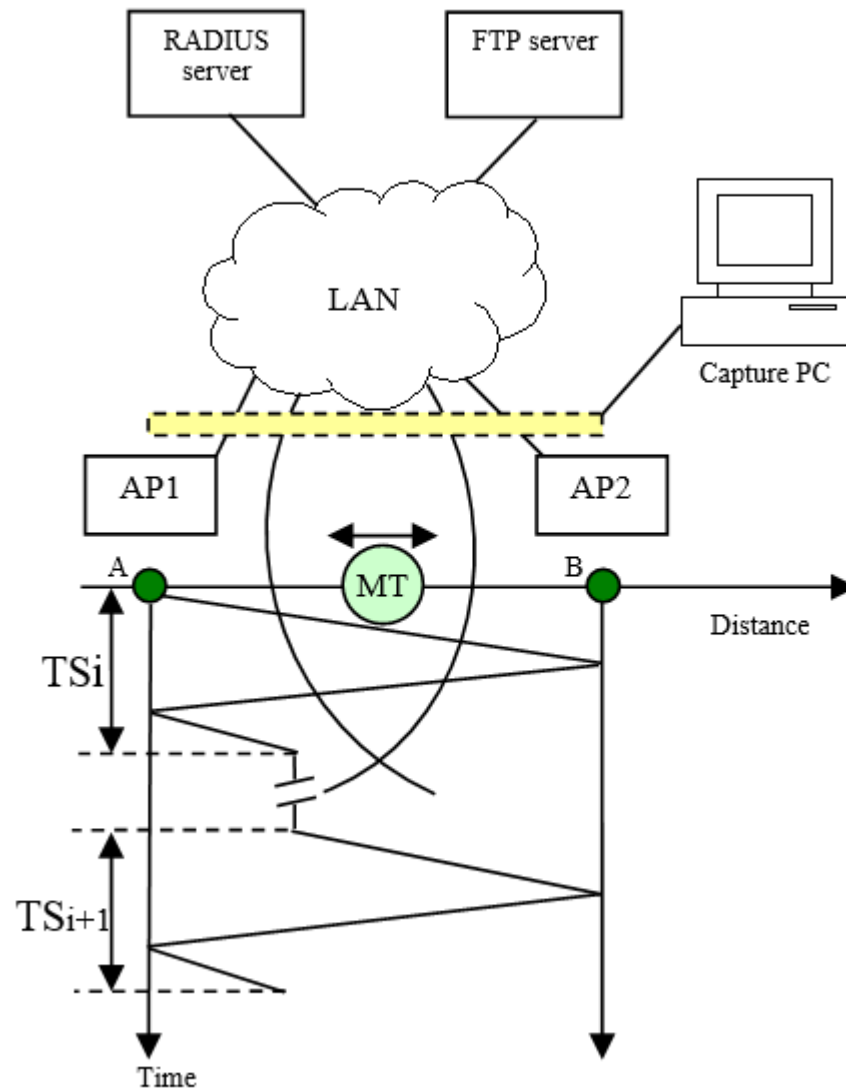
Kliens hitelesítése: 802.1X / 802.11i



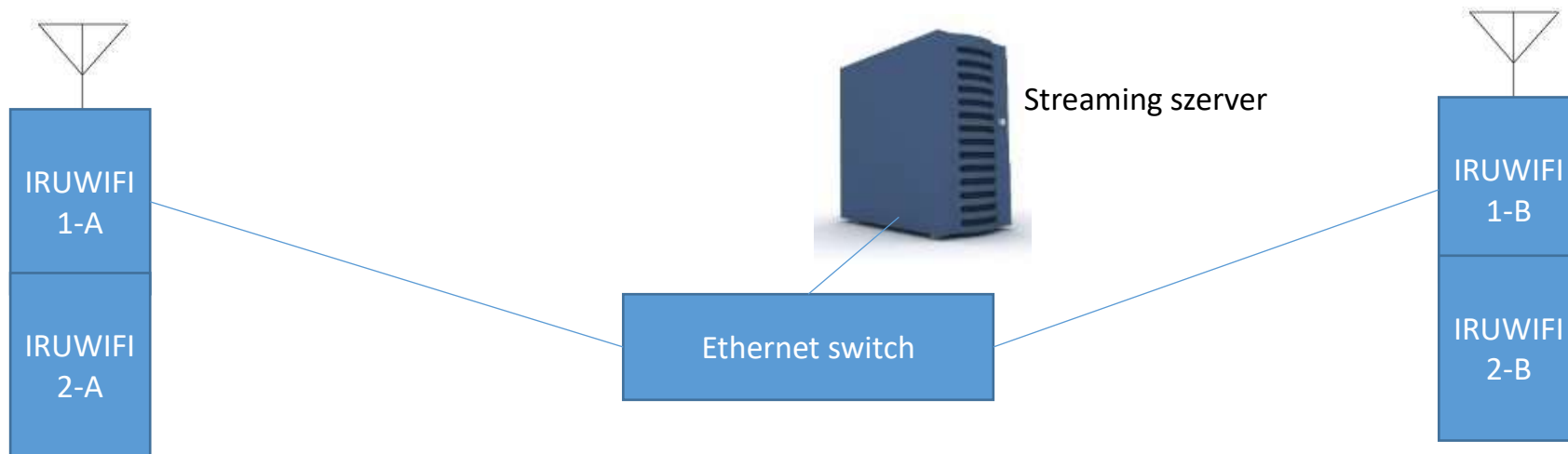
Gyorsított roaming

- 802.11k/802.11r – load balancing, fast transition
 - AP terhelések kiegyenlítése
 - Előrehozott kezdeti kézfogás: PMK előzetes előállítása
- Opportunistic Key Caching: PMK cache-elése broadcast tartományon belül
- Gyártói megoldás: zero handoff (Ubiquiti)

Roaming idő vizsgálata



Élő bemutató - topológia



Nem gyorsított roaming
SSID: IRUWIFI1
Security: WPA-PSK
(IRUWIFI1)



Gyorsított roaming
SSID: IRUWIFI2
Security: WPA-PSK
(IRUWIFI2)