

# Információs rendszerek üzemeltetése

## WiFi hálózatok üzemeltetése

Orosz Péter

2017.04.20.

# Áttekintés

- 1. 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
- 2. rész:** Központosított WiFi infrastruktúra
  1. Hitelesítés és hozzáférés-szabályozás: WPA2-PSK és WPA2 Enterprise
  2. Roaming konfiguráció és QoS hatások
- 3. rész:** Multimédia WiFi hálózatokban

## Small Office – Home Office eszközök

- Teljesítmény, felhasználók száma
  - Biztonsági kérdések: hitelesítés, hozzáférés-szabályozás
  - Hatótávolság: néhányszor 10 méter
- 
- Broadband router-be integrált WiFi 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:

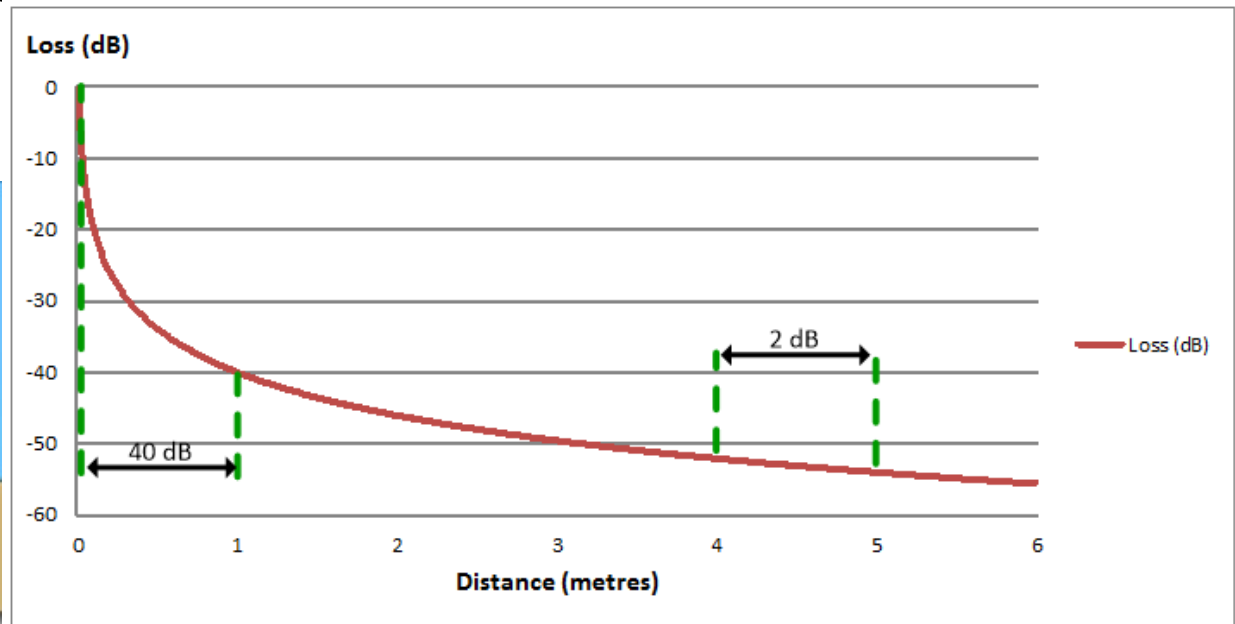
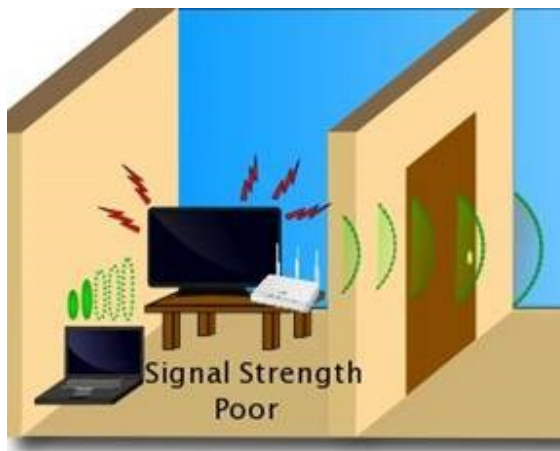
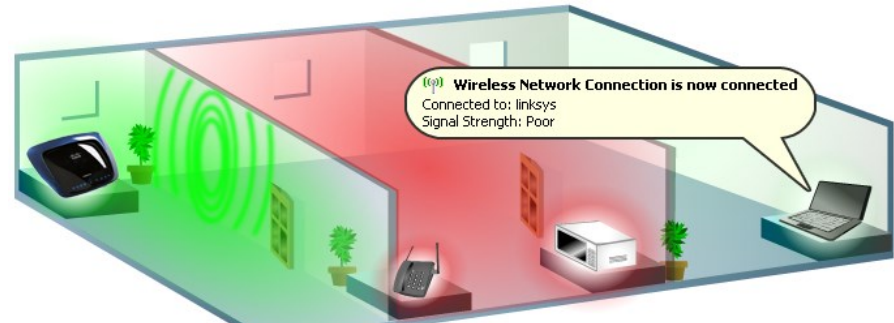
- szakaszcsillapítás
- építőanyagok csillapító hatása
- esetenként, időszakonként magas nem 802.11 forrású interferencia

# 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



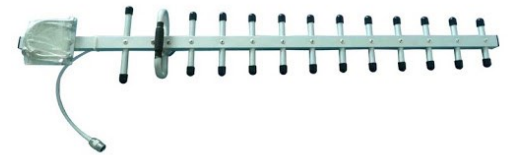
parabola



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)



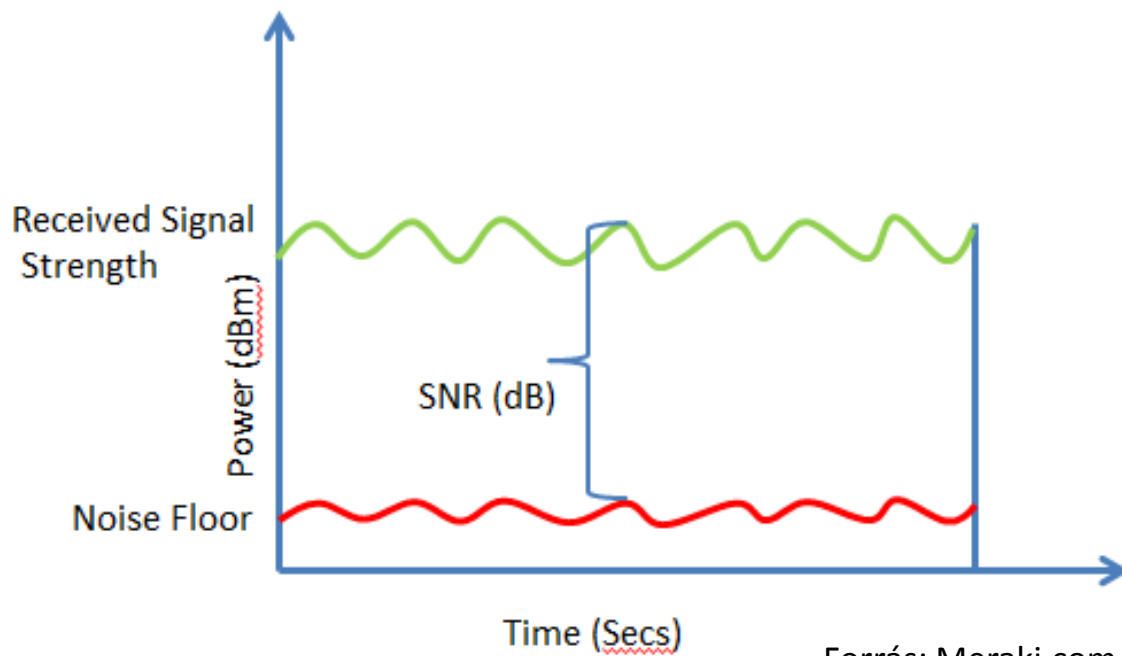
EU: 13 csatorna  
USA: 11 csatorna

1, 6, 11 csatornák  
használata: interferencia  
minimalizálása

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

- 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)

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

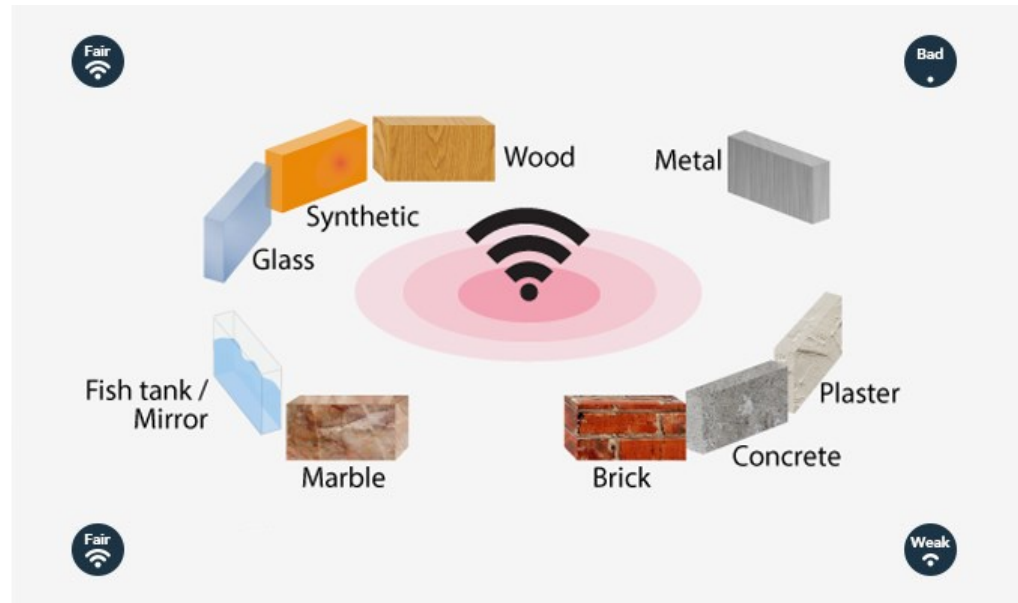
$$x = 10 \log_{10} \frac{P_{ad\acute{o}}}{1 \text{ mW}},$$

$$P_{ad\acute{o}} = 1 \text{ mW} \cdot 10^{\frac{x}{10}}$$

30 dBm	1 W
20 dBm	100 mW
10 dBm	10 mW
<b>0 dBm</b>	<b>1 mW</b>
-10 dBm	0,1 mW
-20 dBm	0,01 mW
-30 dBm	1 $\mu$ 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



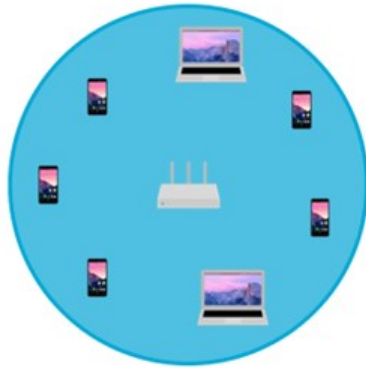
Signal Strength:  
**Fair**  
-60 to -70 dBm



Signal Strength:  
**Poor**  
< -70 dBm

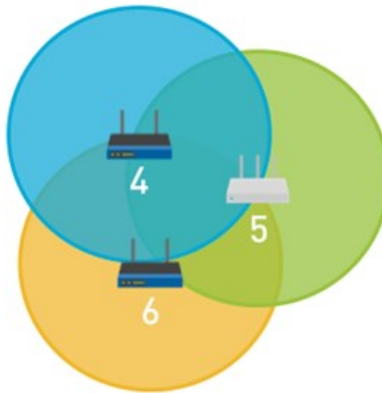
<http://www.hometoys.com/article/2015/10/installer-tips-understanding-wireless-ap-placement/32425/>

### Co-Channel



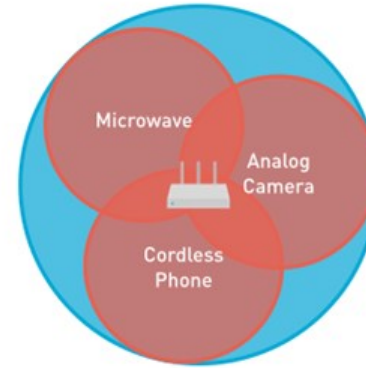
Every client and access point on the same channel competes for time to talk.

### Adjacent-Channel



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

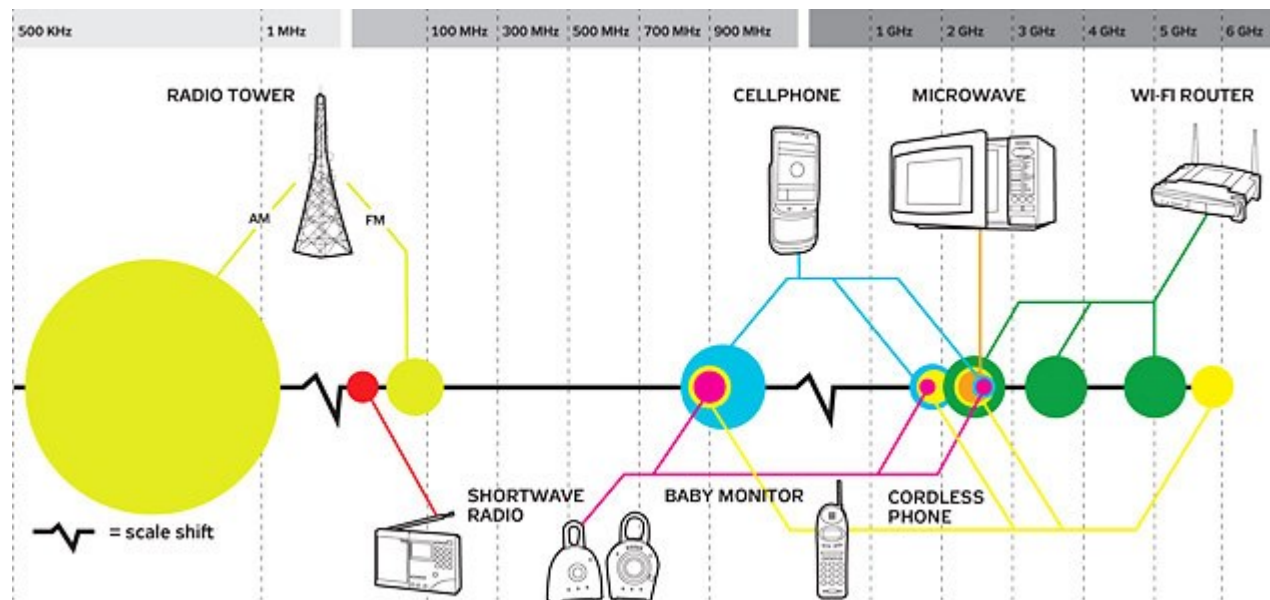
### Non-Wi-Fi



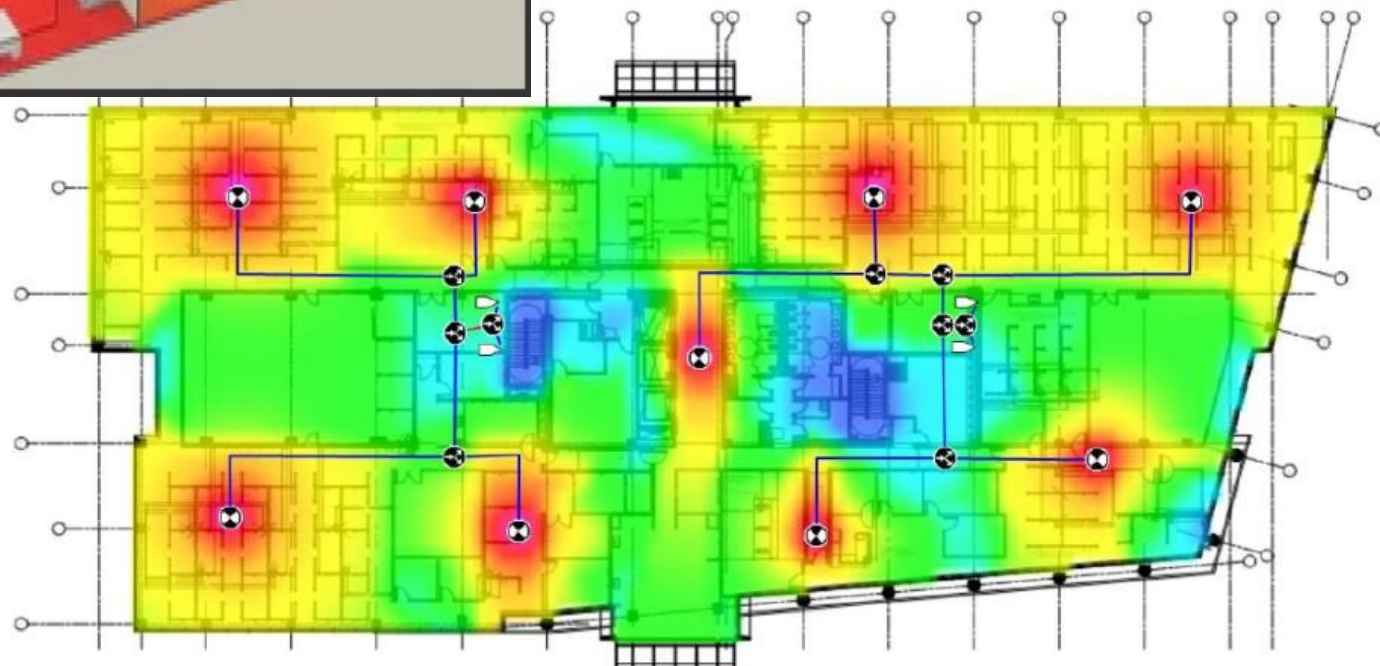
Non-802.11 devices compete for medium access.

# Interferencia a 2,4 GHz-es ISM sávban

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



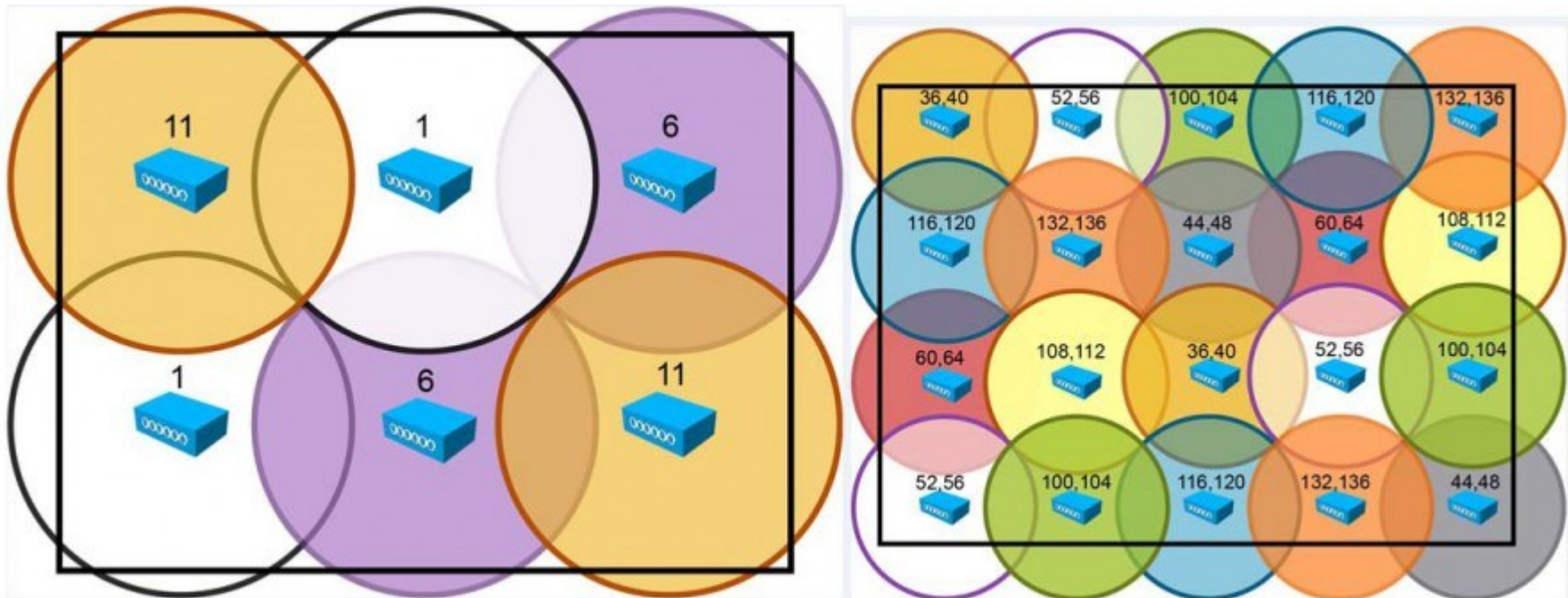
# Lefedettség: rádiós hőtérkép





# Szomszédos cellák csatornakiosztása

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

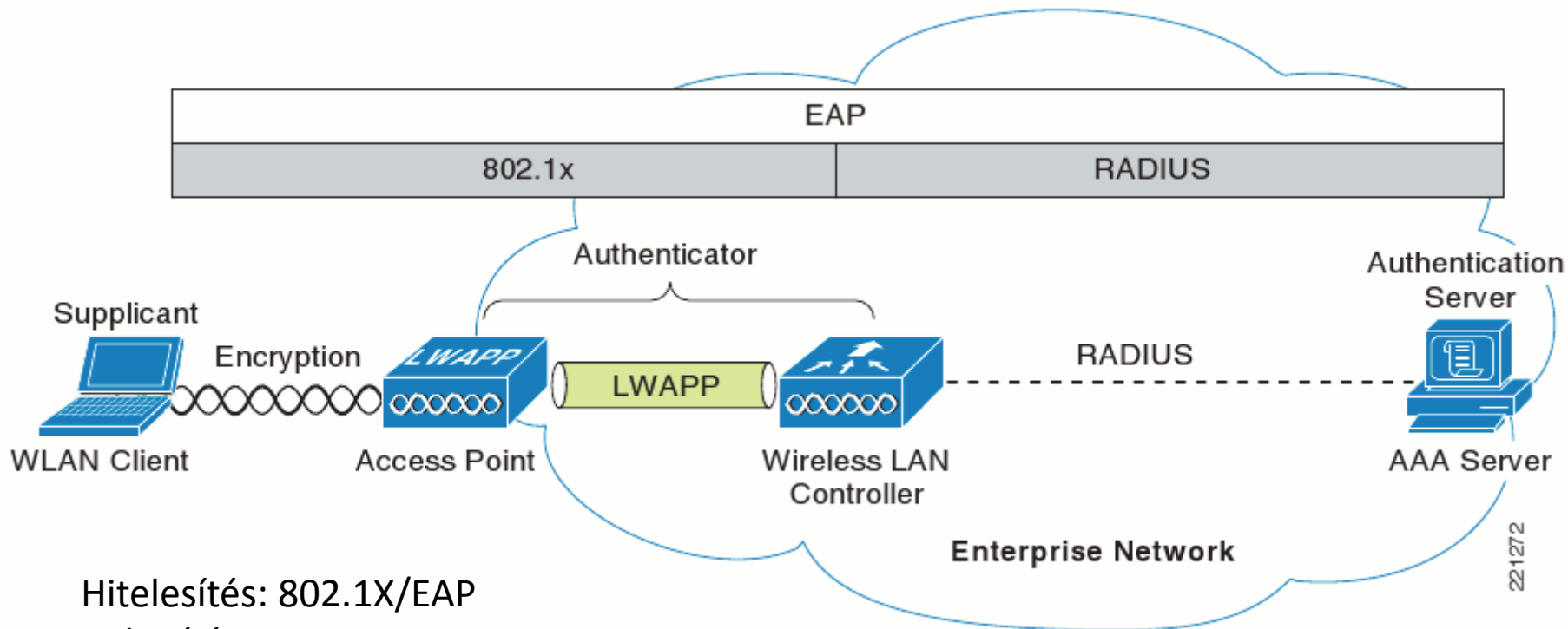


# Eszközgenerációk egy hálózaton

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

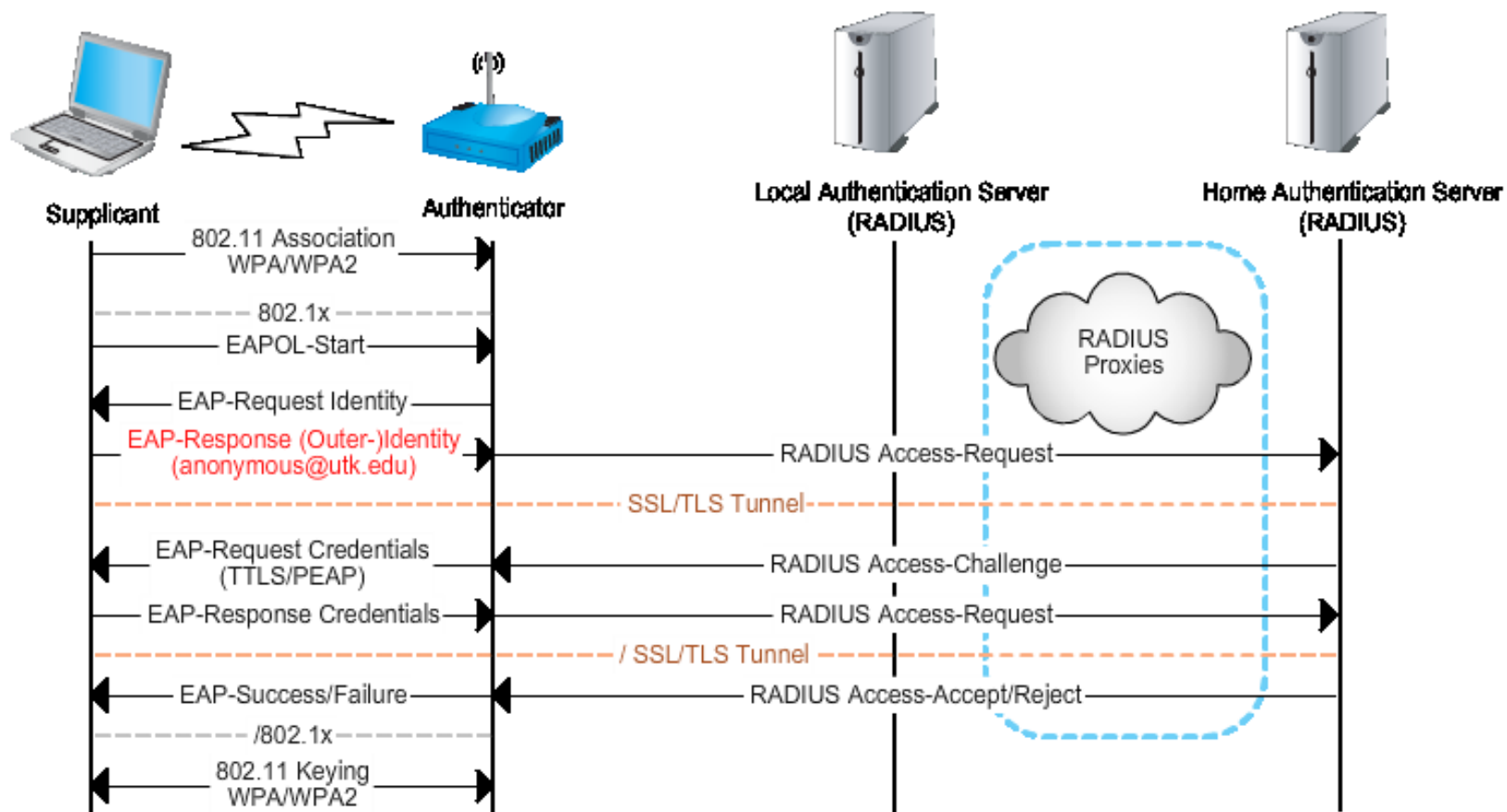


Hitelesítés: 802.1X/EAP  
Titkosítás: TKIP, AES  
Központi hozzáférés-  
szabályozás: RADIUS, PKI

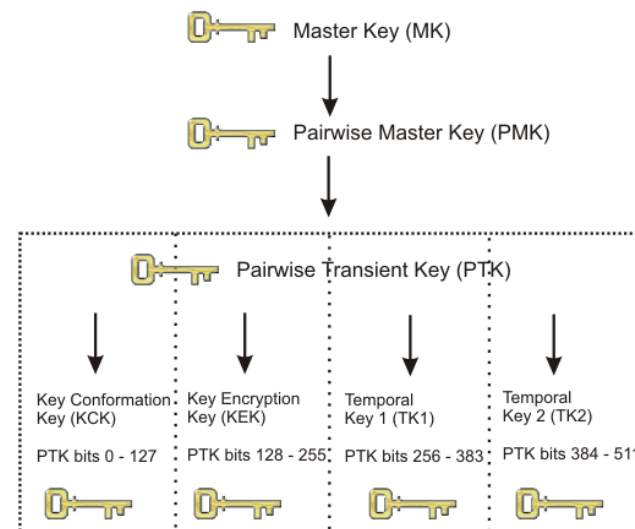
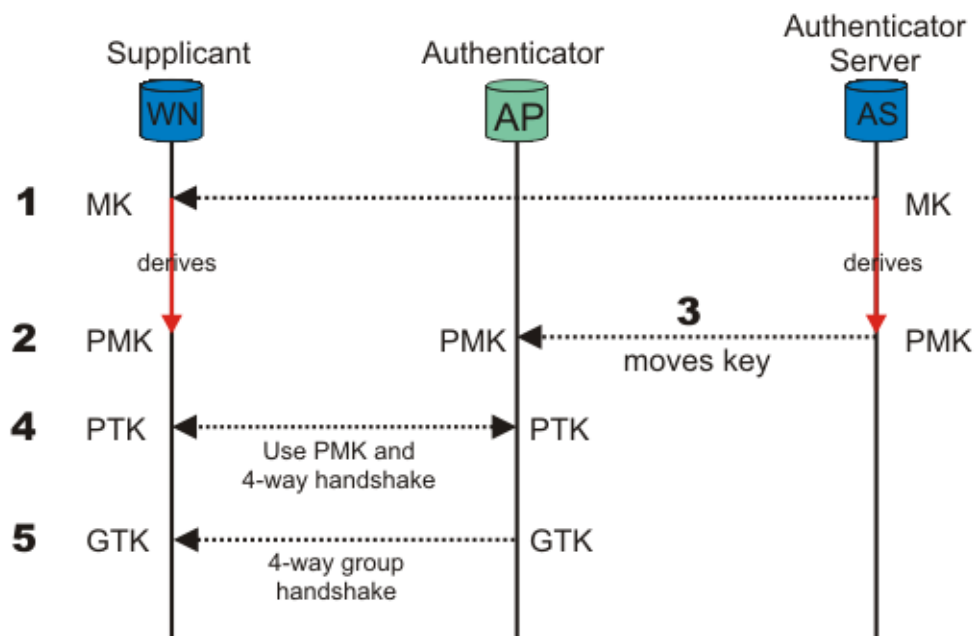
Forrás: cisco.com



# 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

# Élő bemutató - áttekintés

## SOHO AP teljesítményteszt

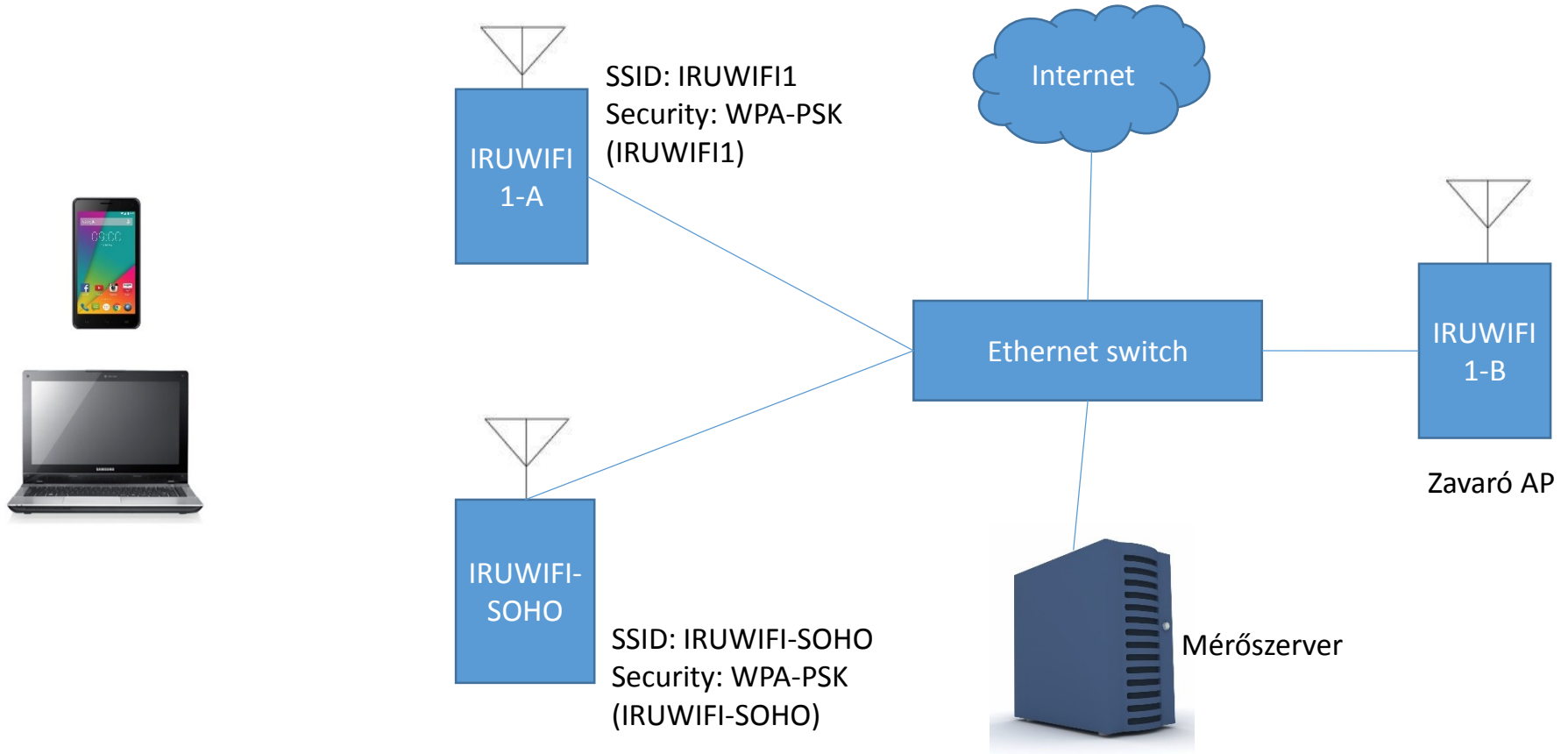
1. Egy kliens kapcsolódása és sebességteszt
2. További 25 kliens kapcsolódása, párhuzamos sebességteszt

## Kültéri professzionális AP teljesítményteszt

1. Egy kliens kapcsolódása és sebességteszt
2. További 25 kliens kapcsolódása, párhuzamos sebességteszt
3. Interferencia hatása az átviteli teljesítményre
4. Teljesítményteszt az 5 GHz-es sávban (1 és 25 kliens)

## Emberi test hatása az átviteli sebességre

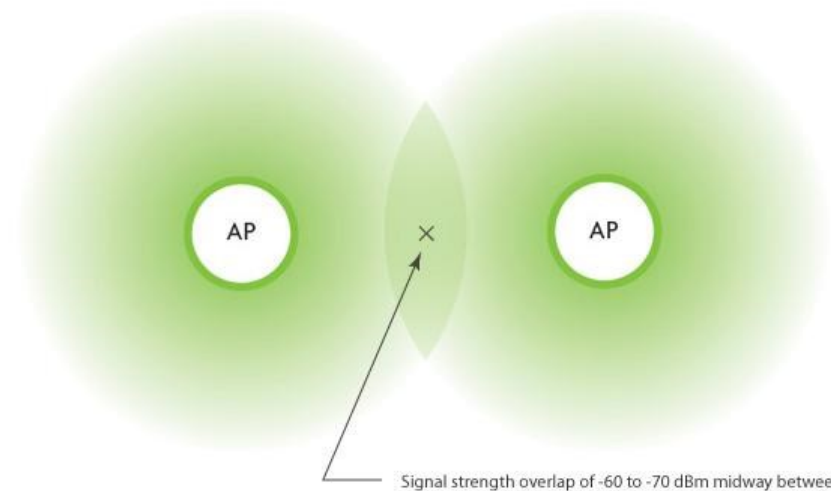
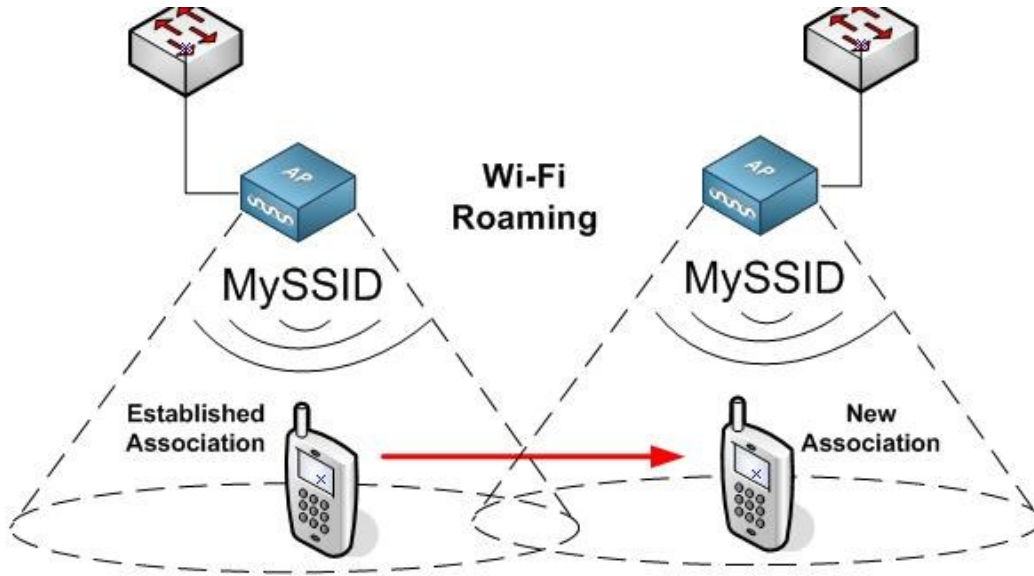
# Élő bemutató - topológia



# 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

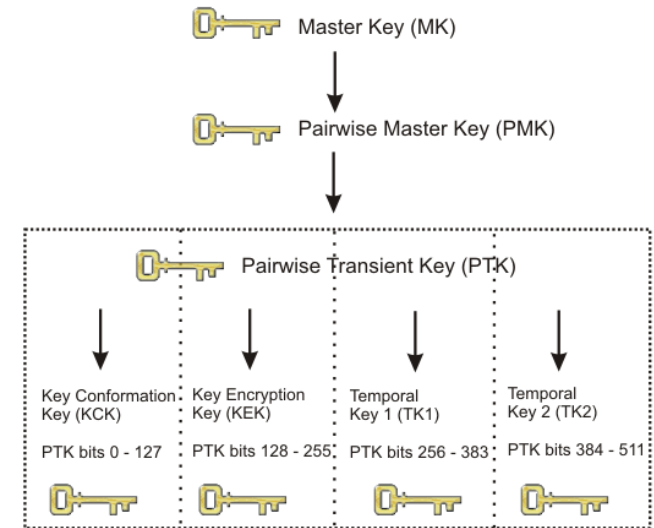
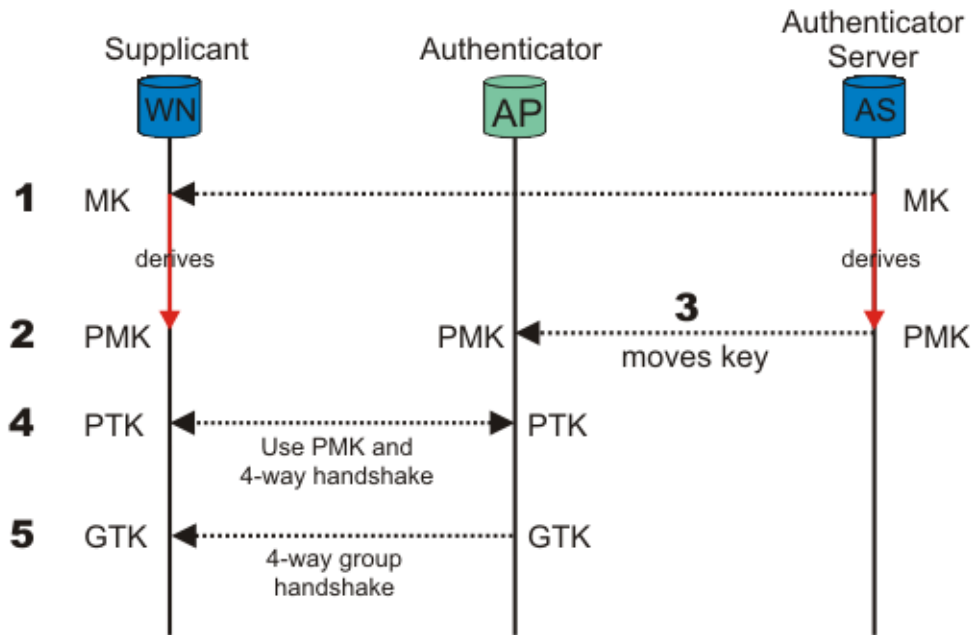
## **Előny**

- 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

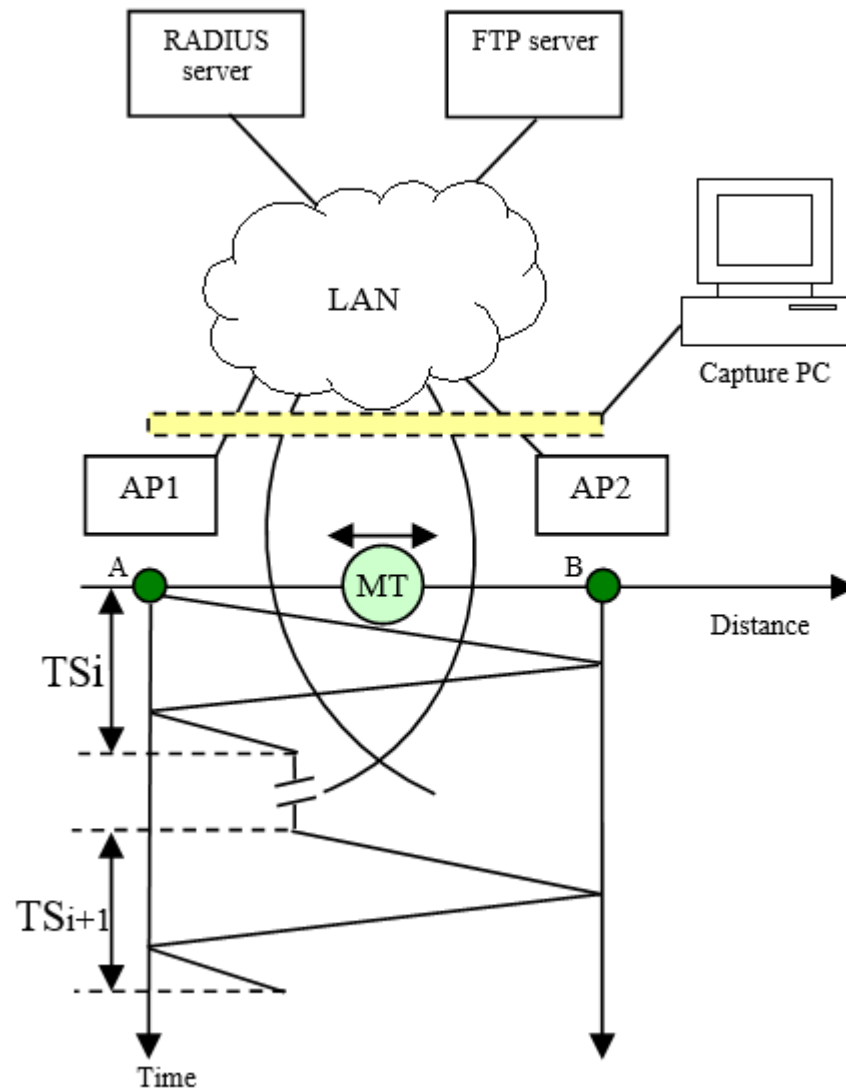
# Kliens hitelesítése: 802.1X / 802.11i



# 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 - áttekintés

L2-es roaming AP oldali támogatás nélkül:

Fizikai mozgás két rádiós cella között

Vizsgált forgalom:

- Ping teszt
- Élő videó streaming teszt, QoE hatások vizsgálata

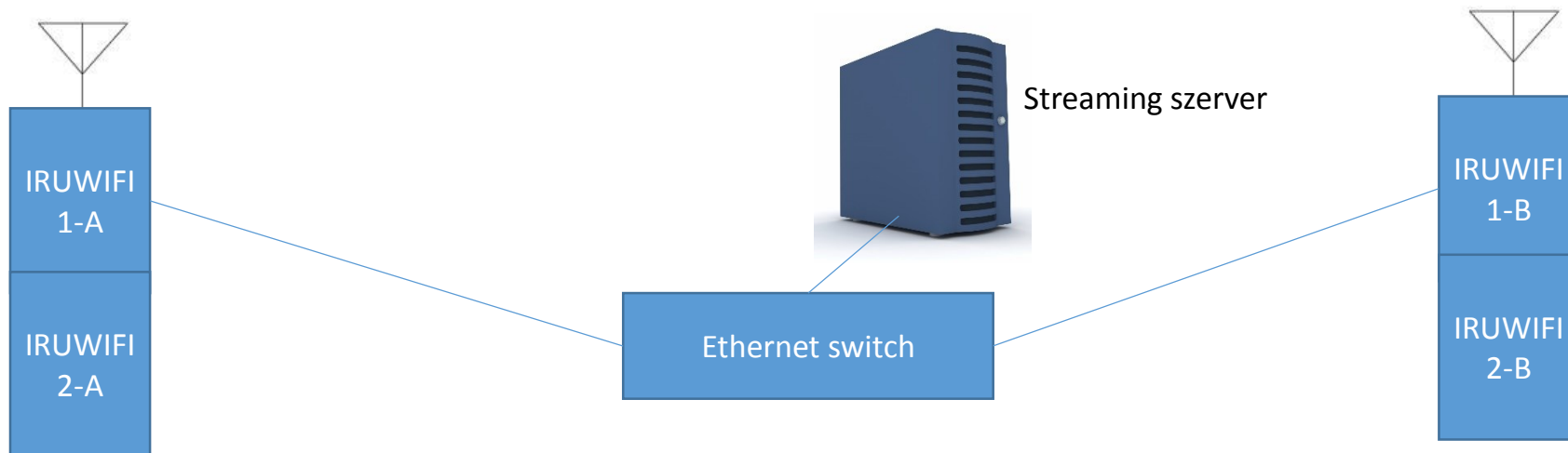
AP oldalon támogatott L2 roaming:

- 802.11k/r
- OKC
- Seamless roaming

Vizsgált forgalom:

- Ping teszt
- Élő videó streaming teszt, QoE hatások vizsgálata

# Élő bemutató - topológia



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



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