



equicom
ICT MÉRÉSTECHNIKA

Korszerű Wi-Fi

Liskai János

| senior rendszermérnök, vállalati hálózatok |
| +36 20 267 7027 |
| liskai.janos@equicom.hu |

Tamási Ákos

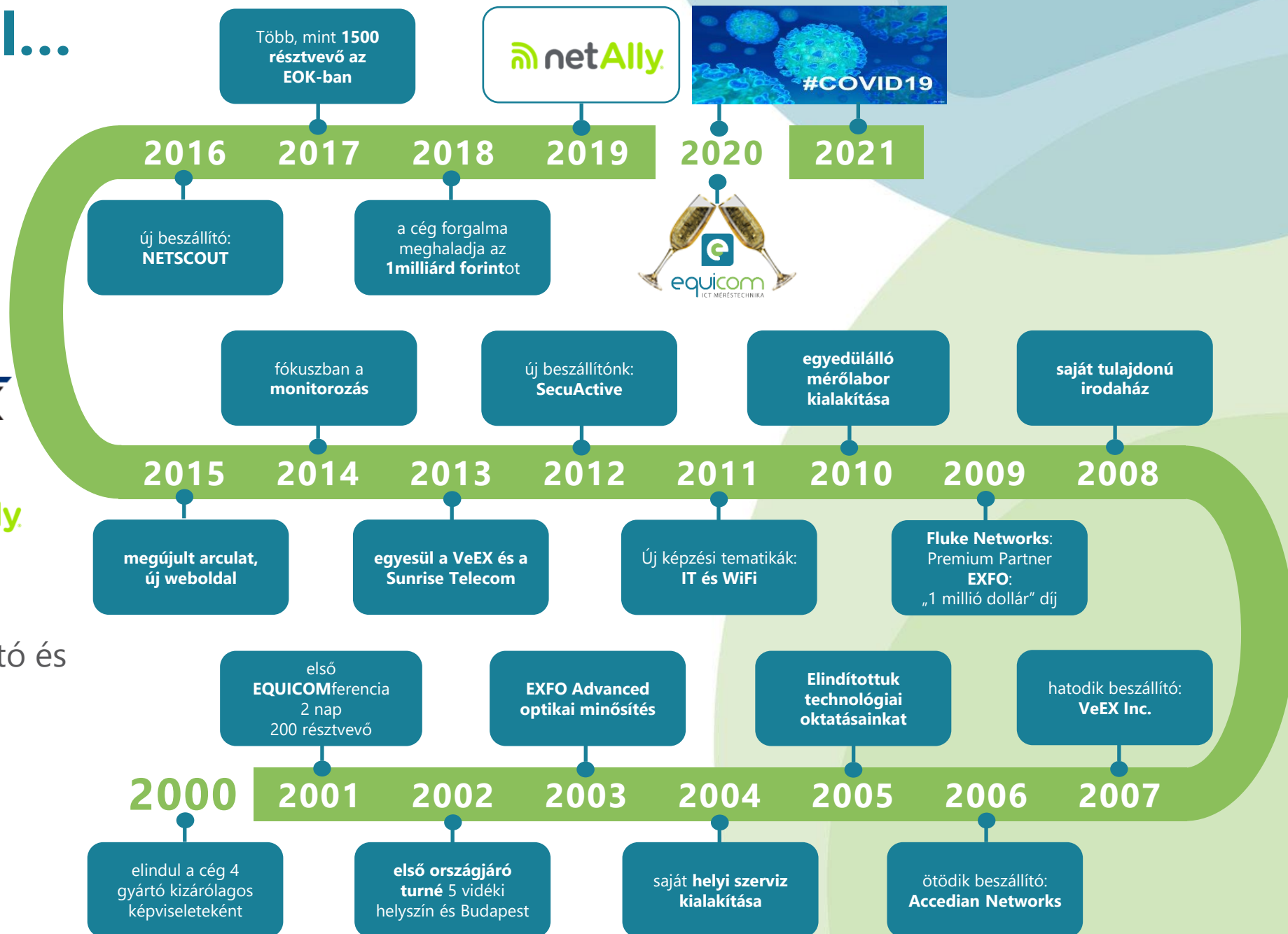
| mérnök konzulens, vállalati hálózatok |
| +36 20 938 0775 |
| tamasi.akos@equicom.hu |

az EQUICOM-ról...

- ICT mérés technikai megoldásokra szakosodva
- 20 éves szakmai múlt
- Piacvezető beszállítók képviselője



- Szolgáltatói és vállalati szegmens
- Közvetlen kapcsolat a gyártó és felhasználó között
- Szakértelem
- Tanácsadás
- Szakmai oktatások



WiFi jelene

- Többnyire IEEE 802.11 n/ac/ax eszközök
- 2,4 és 5 GHz
- BYOD – Bring Your Own Device
- Mobil eszközök száma drasztikusan nő
- WiFi hotspot – közösségi terek
- IoT – Internet of Things
- Sáv szélesség igény nő
- IPv6
- On-line tranzakciók
 - COVID-19
- Felhő szolgáltatások



WLAN technológiák és szabványok

Szervezetek, szabványok



Nemzetközi villamos és elektronikai mérnökök szervezete
IEEE 802 projekt elindító



Nemzetközi Szabványügyi Hivatal
Hozzájuk köthető a 7 rétegű OSI modell,
ami alapja minden számítógépes hálózatnak



Gyártói tömörülés, a 802.11 vezeték nélküli
protokollra épülő megoldások megfelelőségét vizsgáló és
megfelelőségi tanúsítványokat kiállító szervezet.

Wi-Fi (Wireless Fidelity)




Wi-Fi CERTIFIED™ Interoperabil

This certificate lists the features that have completed Wi-Fi Alliance interoperability tests.
Learn more: www.wi-fi.org/certification

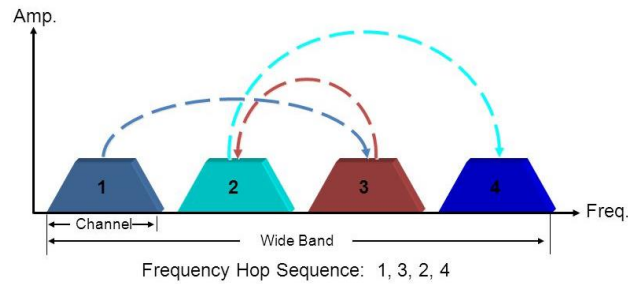


Wi-Fi CERTIFIED™ Interoperability Certificate

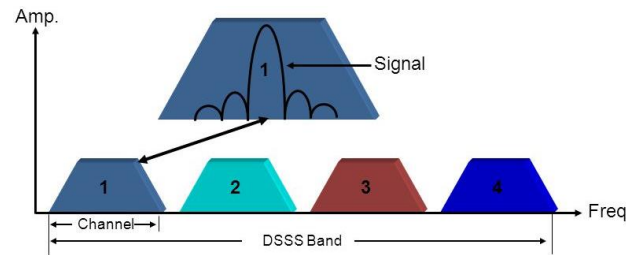


Certification ID: WFA59133		Certification ID: WFA59133		Page 2 of 2	
Date of Last Certification	December 17, 2015	Security WPA™ – Enterprise, Personal WPA2™ – Enterprise, Personal EAP Type(s) EAP-TLS EAP-TTLS/MSCHAPv2 PEAPv0/EAP-MSCHAPv2 PEAPv1/EAP-GTC EAP-SIM EAP-AKA EAP-AKA Prime EAP-FAST Protected Management Frames		Spectrum and Regulatory Features 802.11d 802.11h	
Company	Cisco Systems			Wi-Fi CERTIFIED™ ac Tx 2 tested Spatial Streams 5 GHz Rx 2 tested Spatial Streams 5 GHz Rx MCS 8-9 (256-QAM) Rx Short Guard Interval Tx STBC 2x1 Tx SU beamformer Tx LDPC Rx LDPC	
Product	Cisco 2500 Series WLAN Contr			WMM®	
Model Number	AIR-CT2500 and AIR-CAP1702			WMM®-Power Save	
Product Identifier(s)	AIR-CT2500 and AIR-CAP1702 (Passpoint™	
Category	Enterprise/Service Provider Ac				
Hardware Version	Product: 1, Wi-Fi Component: 1				
Firmware Version	Product: 8.2.1.120, Wi-Fi Comp				
Operating System	Proprietary / Other: AireOS an				
Frequency Band(s)	2.4 GHz, 5 GHz - Concurrent				
Summary of Certifications					
CLASSIFICATION	PROGRAM				
Connectivity	Wi-Fi CERTIFIED™ a, b, g, n, ac WPA™ – Enterprise, Personal WPA2™ – Enterprise, Personal	Wi-Fi CERTIFIED™ a Wi-Fi CERTIFIED™ b Wi-Fi CERTIFIED™ g Wi-Fi CERTIFIED™ n 2.4 GHz, 5 GHz - Concurrent Tx 2 tested Spatial Streams 2.4 GHz Rx 2 tested Spatial Streams 2.4 GHz Tx 2 tested Spatial Streams 5 GHz Rx 2 tested Spatial Streams 5 GHz Short Guard Interval TX A-MPDU STBC Transmit 40 MHz operation in 5 GHz OBSS on Extension Channel RIFS Test			
Optimization	WMM® WMM®-Power Save				
Access	Passpoint™				

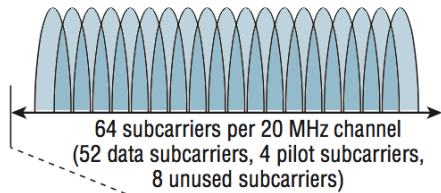
Adatátviteli eljárások



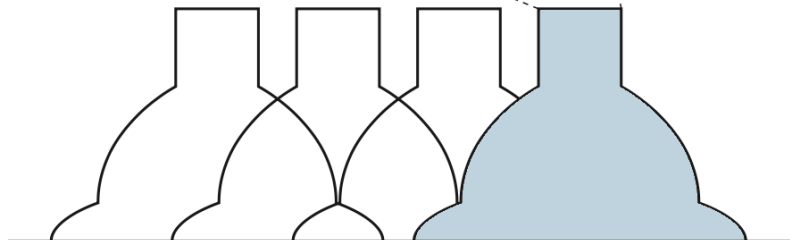
- Frequency Hopping Spread Spectrum
- 2.4 GHz ISM sáv használata
- Kis sáv szélesség
- Pl.: Bluetooth



- Direct Sequence Spread Spectrum
- 2.4 GHz ISM sáv használata
- Kis sáv szélesség
- Szélessávú jel

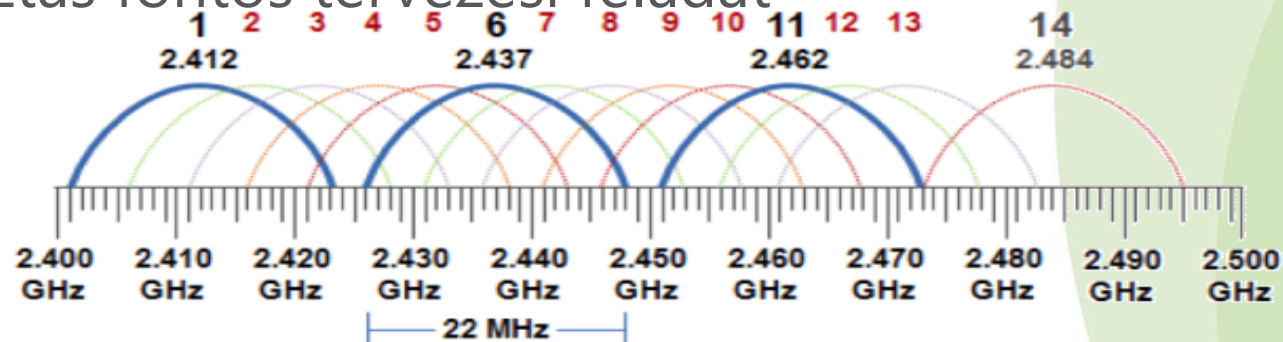
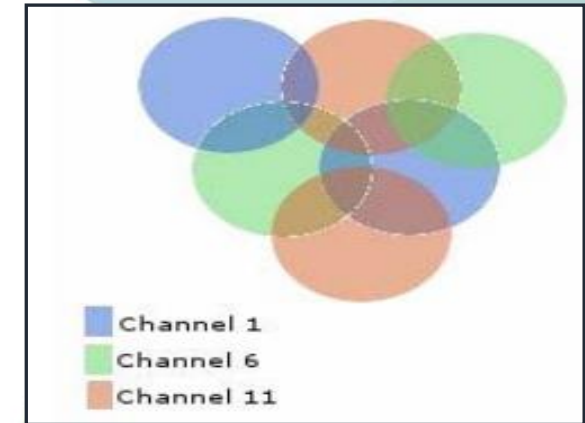


- Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- 5 GHz ISM sáv használata
- ~ 54 Mbps sáv szélesség
- Alvivők használata
- Mai WiFi szabványok



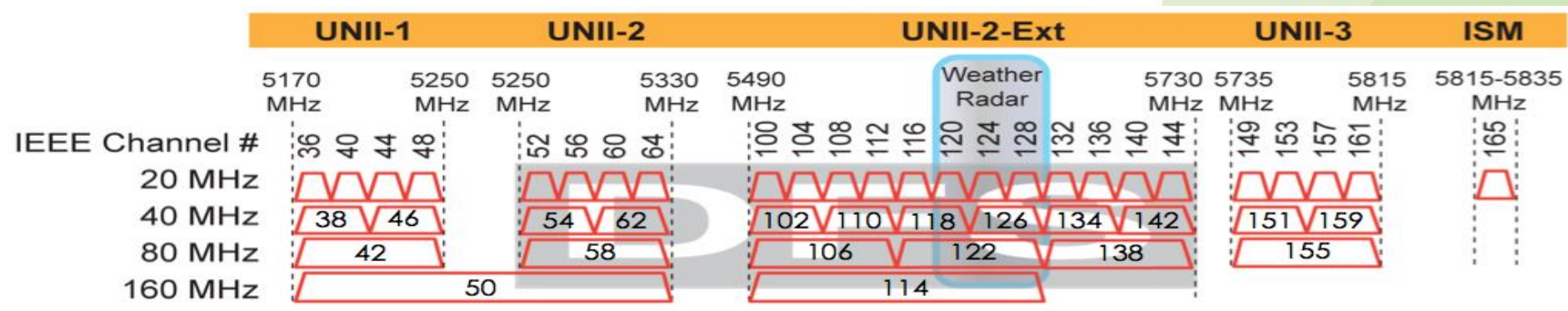
2.4 GHz

- 11 csatorna FCC (North America)
- 13 csatorna ETSI (Európában)
- 14 csatorna Japánban
- Minden csatorna 22MHz széles
- 3 nem átlapolódó csatorna
- 3 MHz „távolság” a nem átlapolódó csatornák közt
- 40 MHz csatornák használata nem javasolt 2.4GHz-en
- Csatornakiosztás fontos tervezési feladat



5 GHz

- Gyakran hivatkoznak így is
 - UNII – I -> 4 csatorna
 - UNII – II -> 4 elsődleges és 11 kiterjesztett csatorna
 - UNII – III -> 4 csatorna
- Minden csatorna 20MHz széles
- Nem átlapolódó csatornák (20 MHz-en!)
- FCC – DFS csatornák



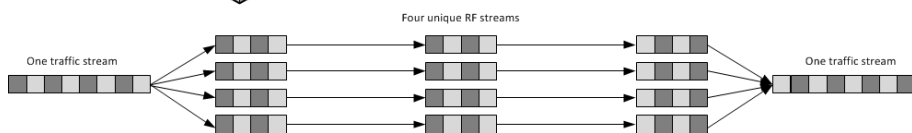
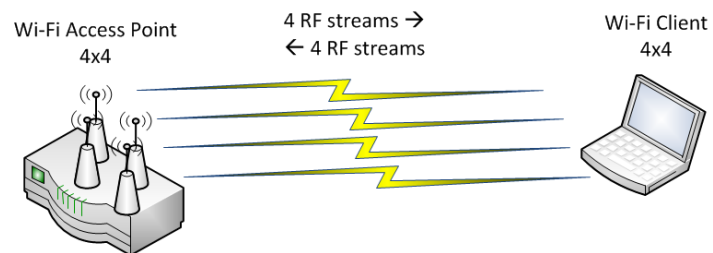
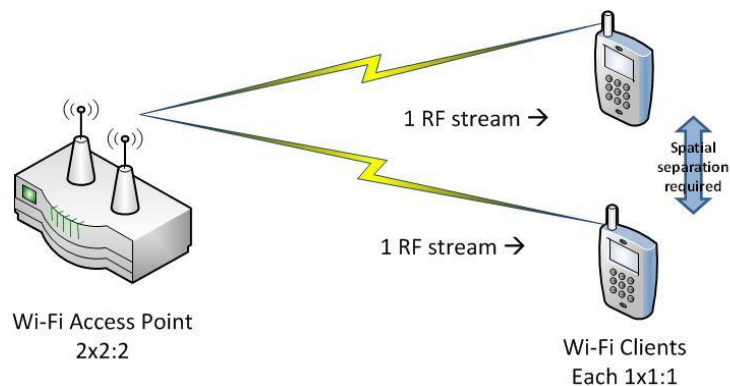
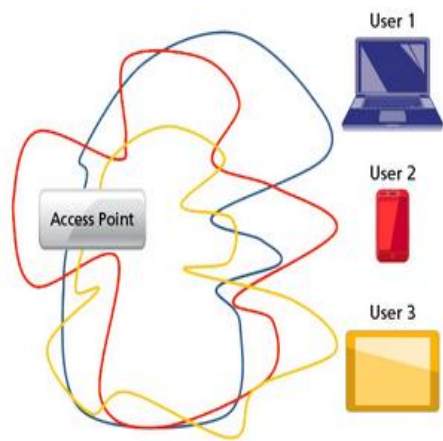
802.11g és 802.11n

IEEE 802.11g

- Megjelenés 2003
- ERP-OFDM technológia használata a 2.4GHz-es ISM sávban
- Visszafelé kompatibilis a DSSS/HR-DSSS-el
- Maximum átviteli sebesség 54Mbps

IEEE 802.11n

- 2009-ben ratifikálták. Nagy sebességű (100Mbps feletti) vezeték nélküli szabvány (elméleti maximum sebesség 600Mbps)
- 2.4 és 5GHz-es tartomány DSSS/OFDM átvitel
- MIMO (Multiple-Input, Multiple-Output)
- Block ACK, Spatial streams, stb.



- Wi-Fi 5
- Nagy átviteli kapacitású vezeték nélküli hálózatok
- Nagy méretű VoD és fájlátvitel kiszolgálására is
- 802.11n alap kiterjesztése
- 80MHz, 160MHz széles csatornák is
- MU-MIMO
- Spatial Stream max. 8
- 256QAM moduláció
- 6.9 Gbps átviteli sebesség

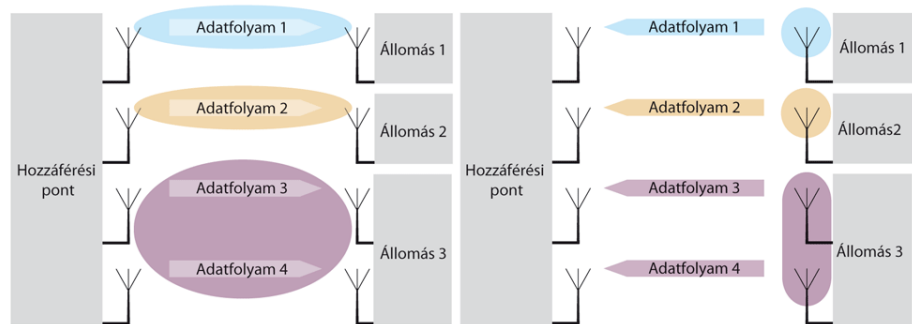


802.11ax

allows your smart devices
rest when they aren't needed.



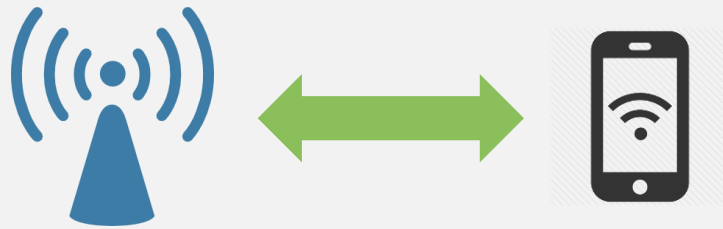
Nyalábformálás a lejtő ágban és MU-MIMO a felmenő ágban



- Wi-Fi 6
- 802.11ac képességeire épít
- Cél: sebesség és kapacitás növelés a NextGen alkalmazások számára
- Jelentős energia megtakarítás az eszközöknél TWT – Target Wake Time
- MU-MIMO már a felirányú kliens->AP kommunikációban az OFDMA segítségével
- Spatial Stream max. 8
- 1024QAM moduláció
- 9.6 Gbps átviteli sebesség
- Nagyobb biztonság – WPA3

WiFi – technológiai átalakulás

Tradicionális megközelítés
Elméleti csúcsebesség



Új megközelítés
Átlagos „kapacitás”



2,4GHz
/5GHz

802.11 g/n

802.11 ac

11ac MU-MIMO

802.11 ax

60 GHz

802.11 ad

802.11 ay

Wi-Fi életciklus



- Infrastruktúra független
- Teljesítmény
- Biztonság

24x7 monitorozás

Adatgyűjtés
Tervezés

- Hová és mire?
- User #, eszköz típus?
- Végpontok?
- Előzetes hatásvizsgálat!

WLAN Plan Services	Options	Data Fields
1. The type of connection used?		
2. Theoretical IP coverage plan with number of APs and antennas		
3. WLAN APs coverage plan with coverage area size (sqm)?		
4. Complete System Technology plan for whole wireless network infrastructure including APs		
WLAN Plan Services	Options	Data Fields
1. WLAN APs coverage plan with coverage area size (sqm)?		WLAN End User Applications
2. Channel		
3. Channel		
4. Channel		
5. Channel		
6. Channel		
7. Channel		
8. Channel		
9. Channel		
10. Channel		
11. Channel		
12. Channel		
13. Channel		
14. Channel		
15. Channel		
16. Channel		
17. Channel		
18. Channel		
19. Channel		
20. Channel		
21. Channel		
22. Channel		
23. Channel		
24. Channel		
25. Channel		
26. Channel		
27. Channel		
28. Channel		
29. Channel		
30. Channel		
31. Channel		
32. Channel		
33. Channel		
34. Channel		
35. Channel		
36. Channel		
37. Channel		
38. Channel		
39. Channel		
40. Channel		
41. Channel		
42. Channel		
43. Channel		
44. Channel		
45. Channel		
46. Channel		
47. Channel		
48. Channel		
49. Channel		
50. Channel		
51. Channel		
52. Channel		
53. Channel		
54. Channel		
55. Channel		
56. Channel		
57. Channel		
58. Channel		
59. Channel		
60. Channel		
61. Channel		
62. Channel		
63. Channel		
64. Channel		
65. Channel		
66. Channel		
67. Channel		
68. Channel		
69. Channel		
70. Channel		
71. Channel		
72. Channel		
73. Channel		
74. Channel		
75. Channel		
76. Channel		
77. Channel		
78. Channel		
79. Channel		
80. Channel		
81. Channel		
82. Channel		
83. Channel		
84. Channel		
85. Channel		
86. Channel		
87. Channel		
88. Channel		
89. Channel		
90. Channel		
91. Channel		
92. Channel		
93. Channel		
94. Channel		
95. Channel		
96. Channel		
97. Channel		
98. Channel		
99. Channel		
100. Channel		

- EUE
- Teljes ISM sáv
- #1: kapcsolódás
- #2: szolgáltatások

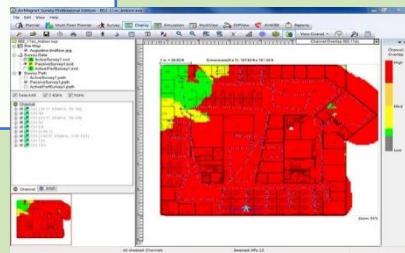
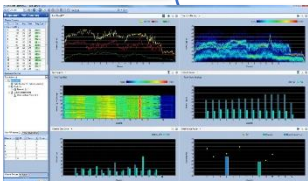
Üzemeltetés
Hibakeresés

Telepítés
Felmérés

- Szimuláció
- Telepítés
- Felmérés/audit
- Időszakos ellenőrzés



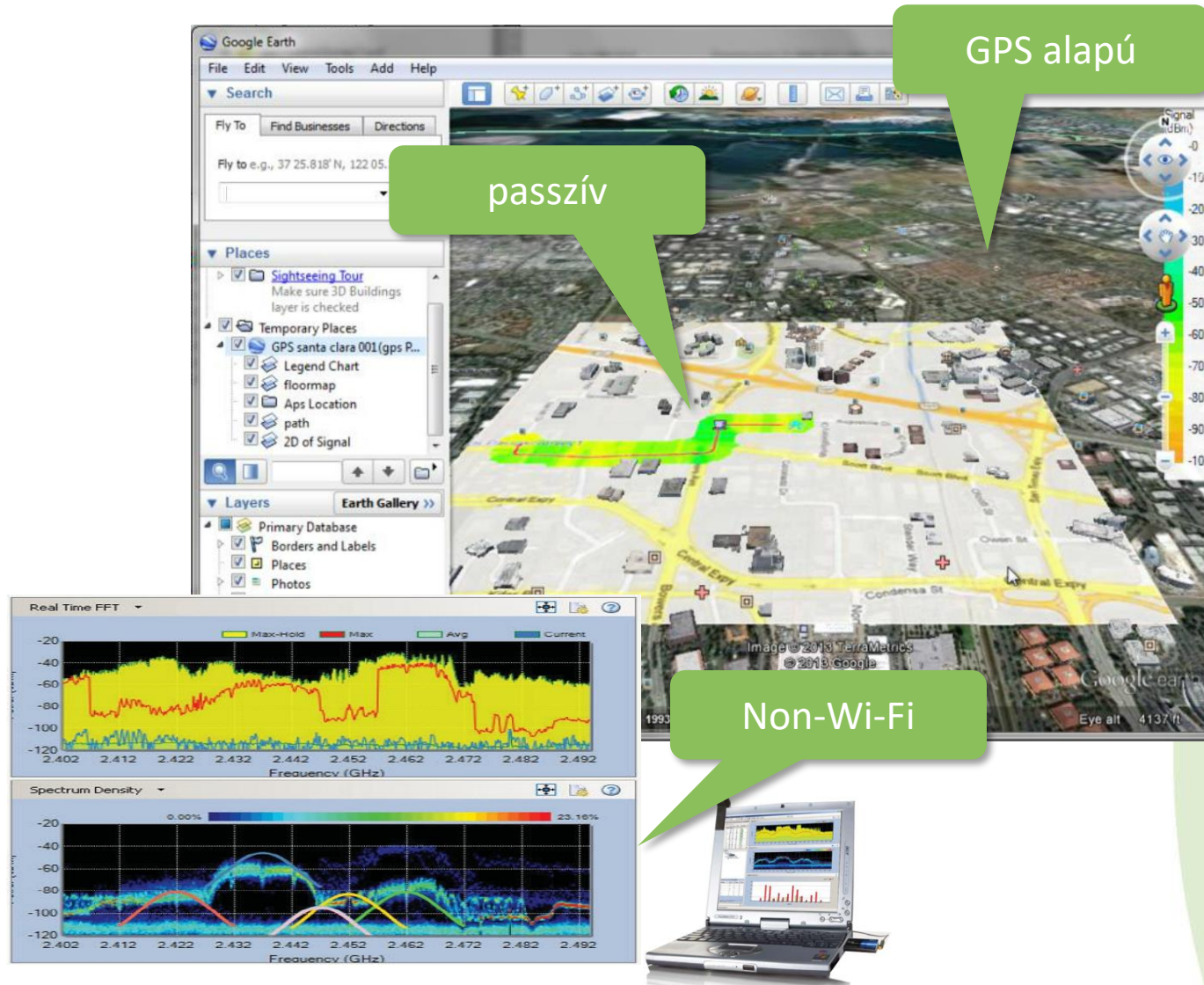
Layer	IPv4	IPv4	IPv4	IPv4
Layer 1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 2	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 3	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 4	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 5	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 6	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 7	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 8	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 9	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1
Layer 10	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1	192.168.1.1



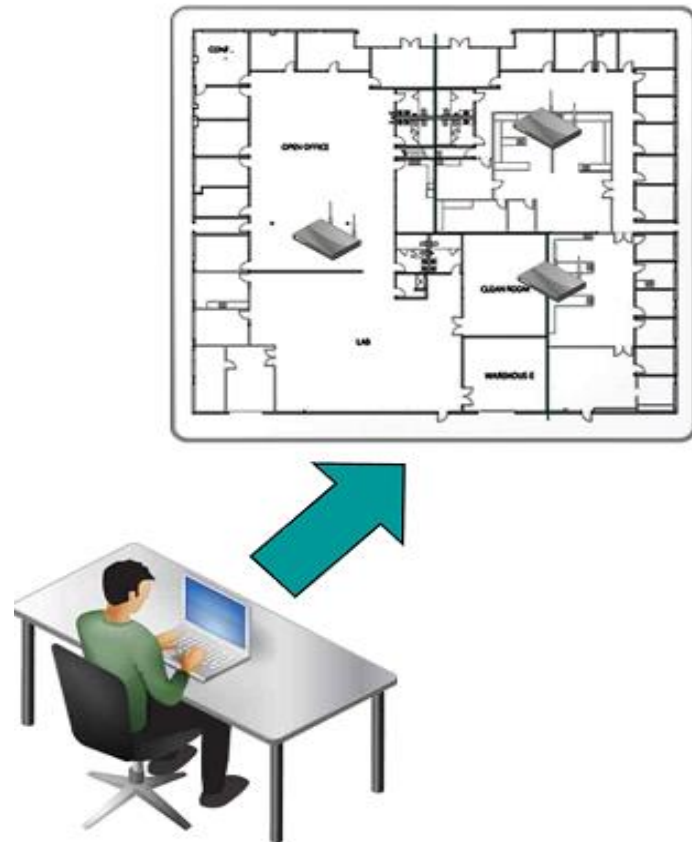
Előzetes vizsgálat, felmérés



Előzetes vizsgálat



Tervezés



Kapacitás tervezés




- Egyszerű RF lefedettség Site Survey kevés
- Mennyi kliens lesz?
- Mire képesek a kliensek? (smartphone, tablet, PC)
- Milyen alkalmazás(oka)t fognak használni?
- Milyen a környezet (sűrűn lakott <-> zöldmezős)
- Hogyan osszuk ki a csatornákat?

Alkalmazások sávszélesség igénye

Alkalmazás	Sávszélesség	Késleltetés	Jitter
VoIP	64 Kbps	> 150ms	> 30ms
Játék	0,1 Mbps	> 50ms	N/A
Videókoferencia	0,5-1 Mbps	> 75ms	> 150ms
SDTV	4 Mbps	> 300ms	> 500ns
HDTV	25 Mbps	> 300ms	> 500ns
Adat	Változó	TCP időzítés	N/A

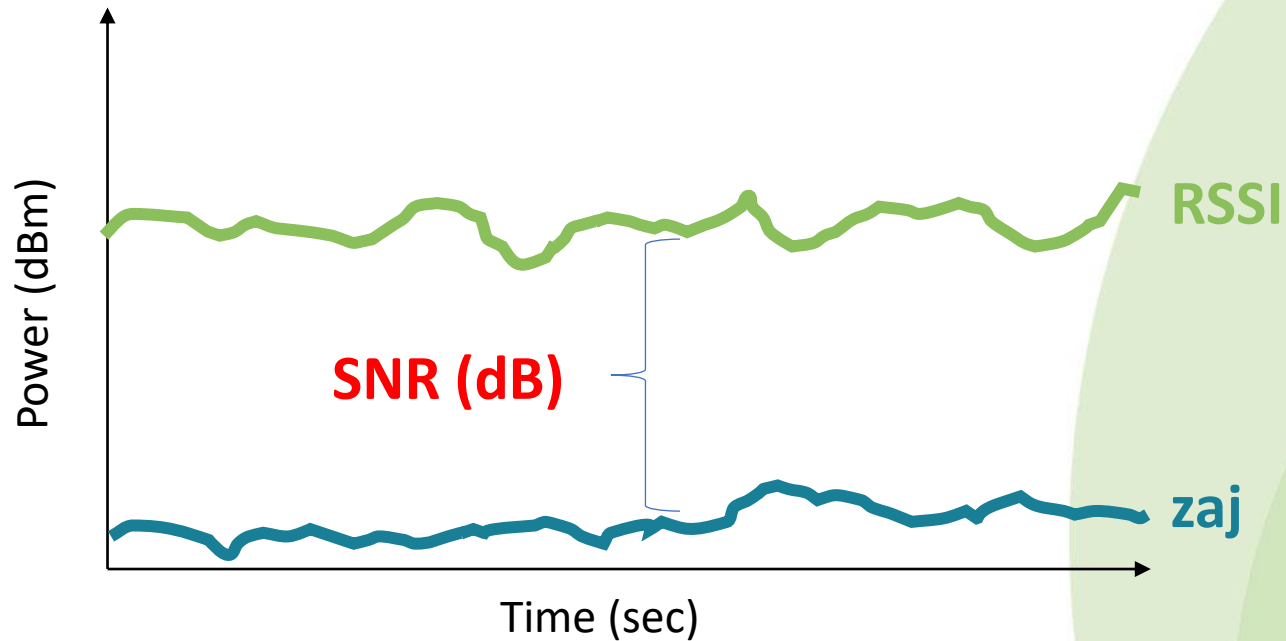
- VoIP: 64 kbps -> Késleltetés!!!
- HDTV: 25 Mbps -> Sávszélesség!!!

Csatorna sávszélesség

Sebesség	20 MHz	40MHz	80MHz	160MHz	eszköz
1 stream	87 Mbps	200 Mbps	433 Mbps	866 Mbps	
2 stream	173 Mbps	400 Mbps	866 Mbps	1733 Mbps	
3 stream	289 Mbps	600 Mbps	1300 Mbps	2600 Mbps	

Csatorna sávszélesség

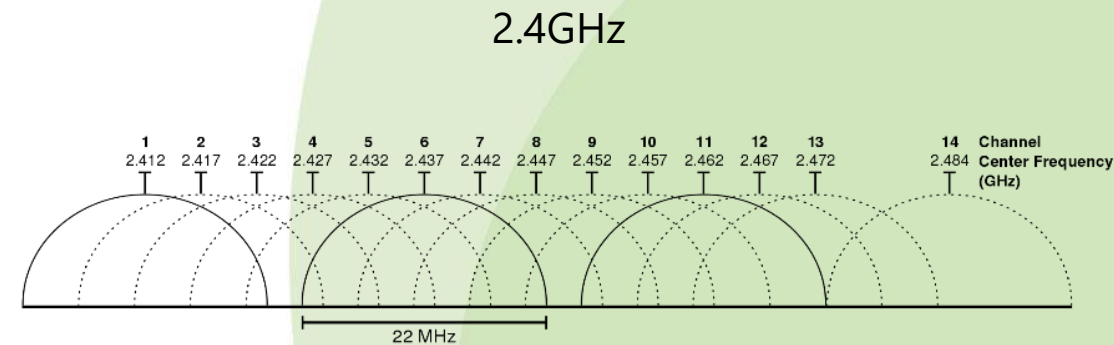
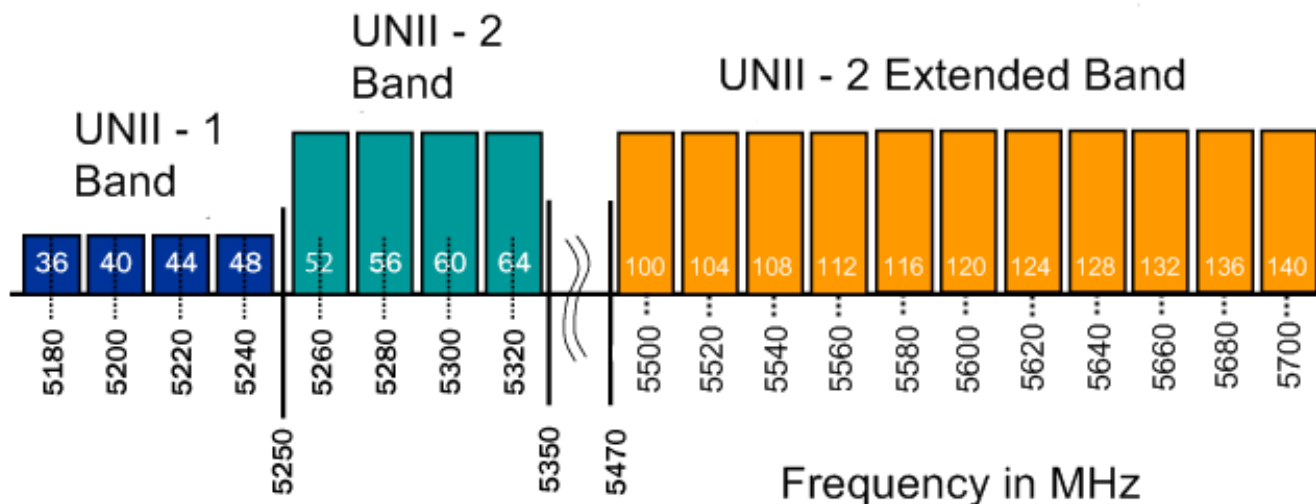
- Dupla csatorna szélesség = +3dB zajszint, -3dB RSSI
- Minél szélesebb csatornák, annál jobb SNR-re van szükség



Csatorna szélesség (20MHz és 40MHz)

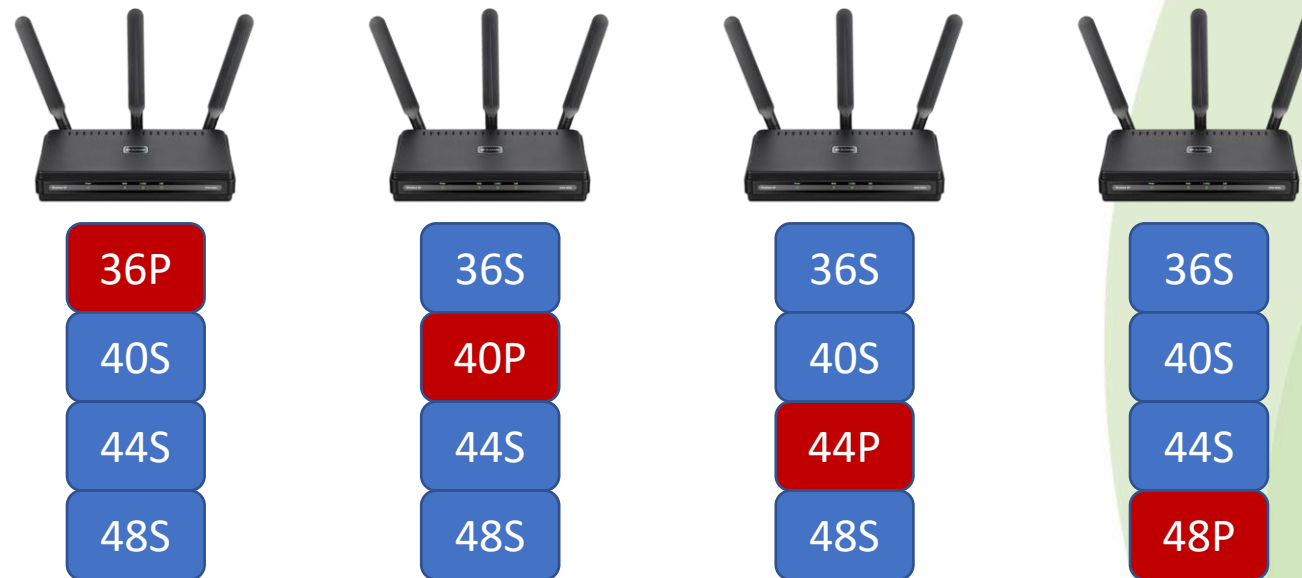
- Általában a legnagyobb kapacitást érjük el a 20MHz-es csatornával
- Azokat a klienseket is ki tudjuk szolgálni, akik nem támogatják a 40/80MHz-es csatornákat
- 5GHz-nél minimális CCI lesz DFS használatával (sum 27 ch, 11 outdoor)

5.x GHz ISM Band: Channels [36,140] in North America & Europe



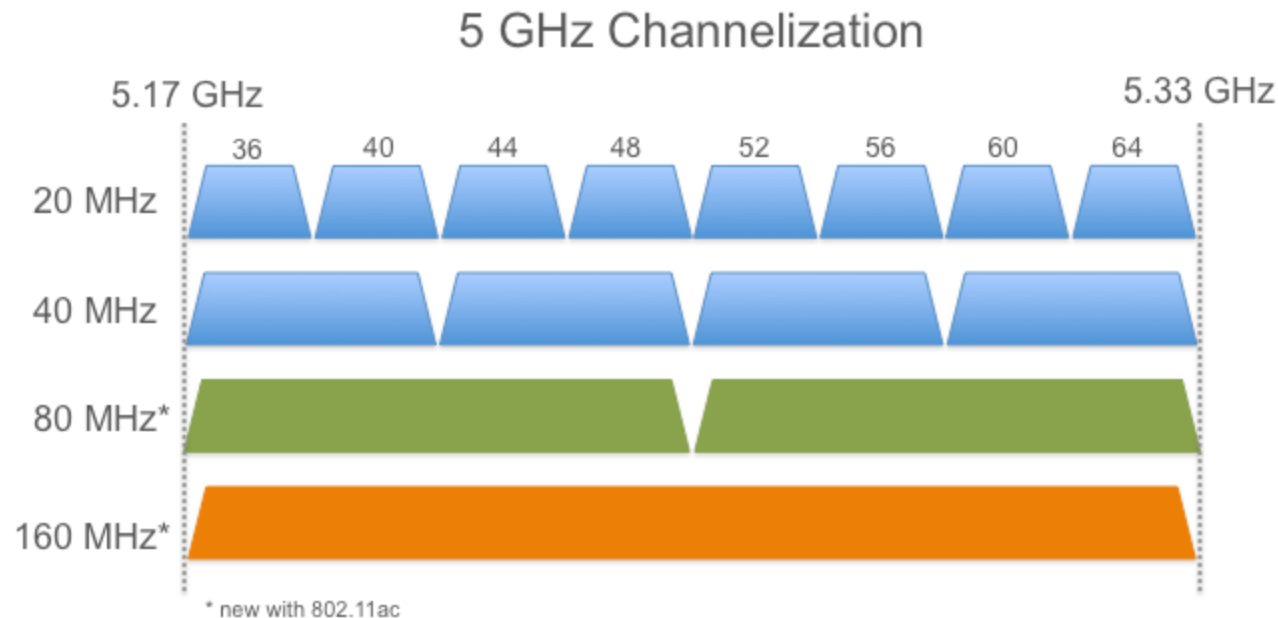
Csatorna szélesség (80MHz)

- 80MHz csatorna megfelelő
 - Kisebb irodákban, ahol pár AP van és kicsi a CCI
 - Bridge, MESH, greenfield
- Ezt NE!!!



Csatorna szélesség (160MHz)

- Ne használjuk vállalati környezetben!!!
 - Spektrumzabáló
 - Lehetetlen a szükséges SNR-t elérni
 - Újraküldések (retry) aránya nagyon magas lesz



Csatorna kiosztás

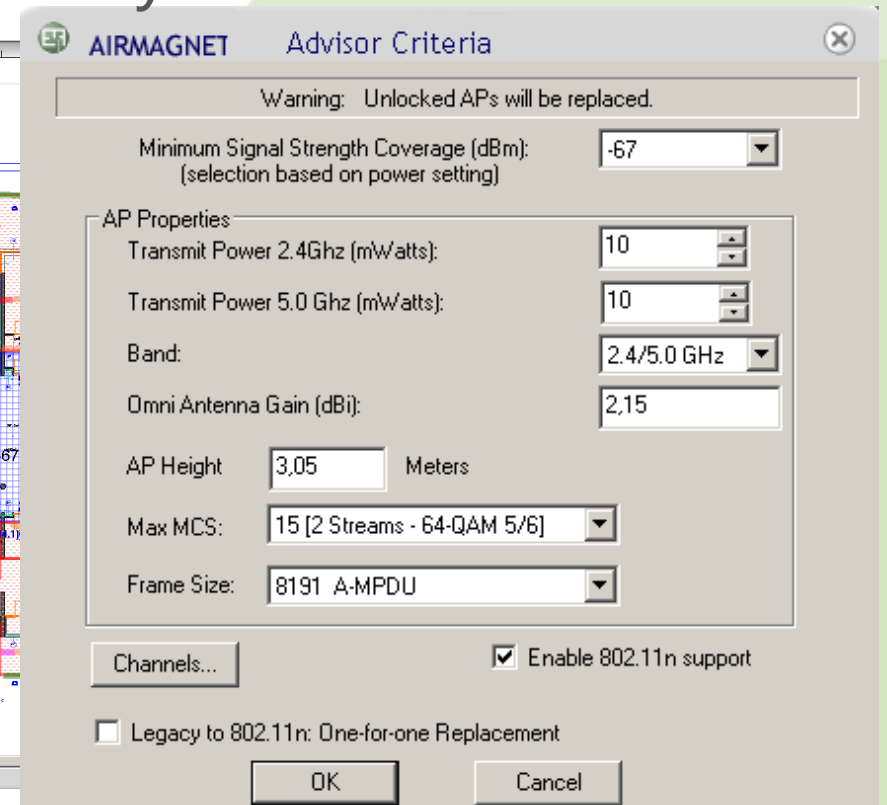
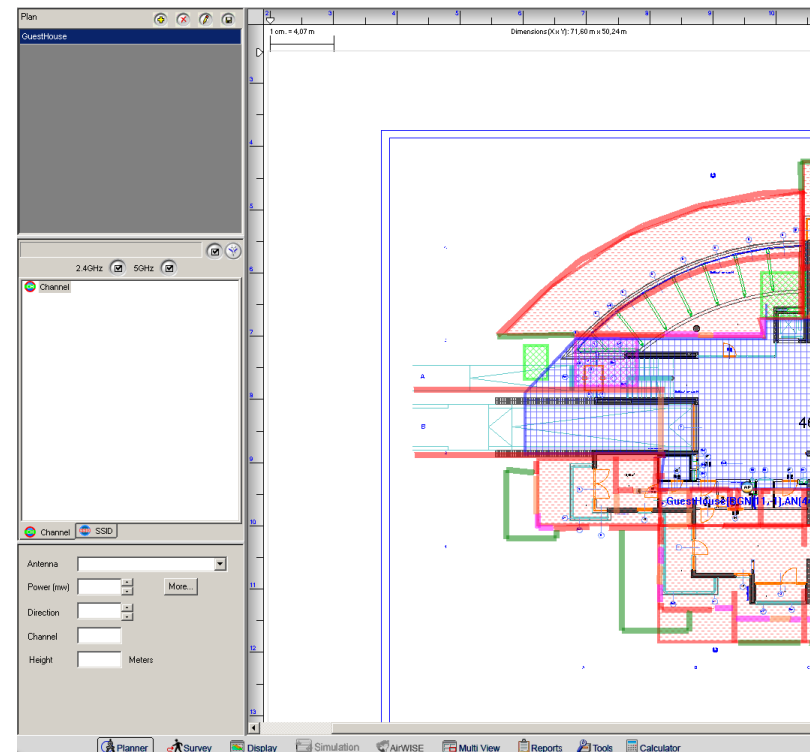
- Automatikus -> RRM (Radio Resource Management)
- Manuális kiosztás -> előzetes hatástanulmány

The screenshot displays the AirMagnet Survey Professional Edition - Indoor software interface. The main window shows a site map with a survey path and a heatmap overlay. A 'Channel Allocation' dialog box is open on the right, showing a table of channels (1-14) and their usability status. The dialog also includes buttons for 'Enable All', 'Clear All', and 'Default'. Below the map, there are four spectrum analysis graphs and a table of detected signals.

CH	Usable
1	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>
11	<input checked="" type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>

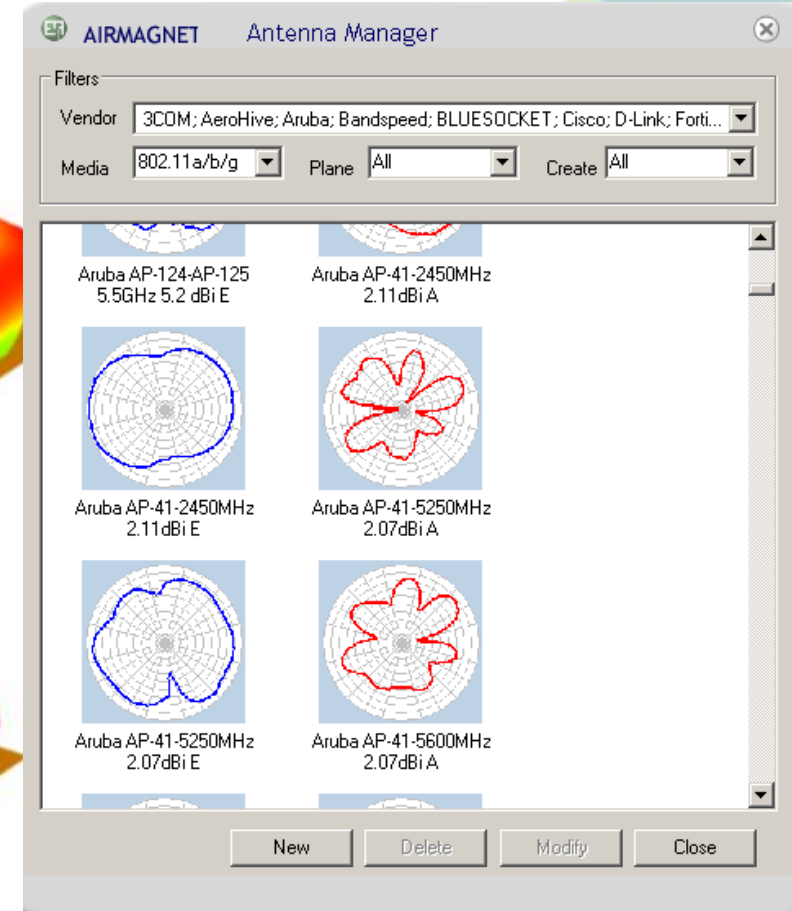
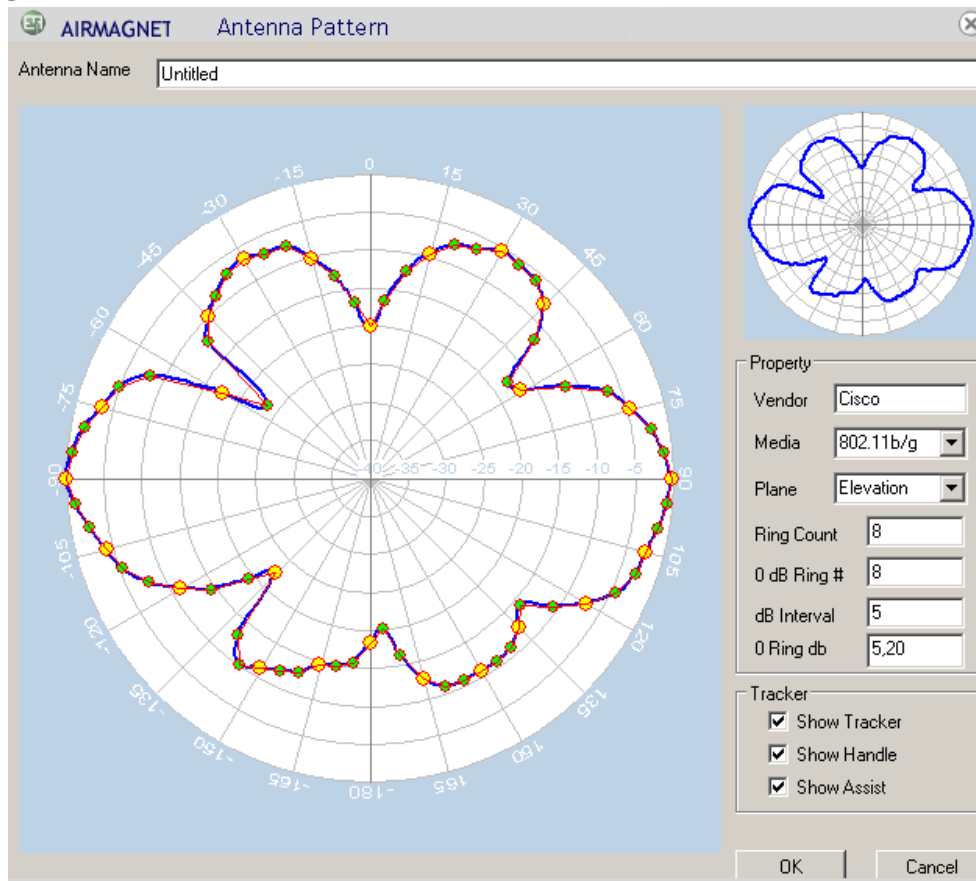
Type	Name	Description	Center Frequency
Microwave Oven	Conventional...		2454.97 MHz
Possible Interferer	Possible Interf...		2452.63 MHz
Digital Cordless Phon.	FHSS Cordles...		2476.66 MHz
Digital Cordless Phon.	FHSS Cordles...		5799.22 MHz

- Méretarányos alaprajzra épület jellemzők
- Hol legyen Wi-Fi és hol ne
- Automatikus (belső) vagy manuális AP elhelyezés

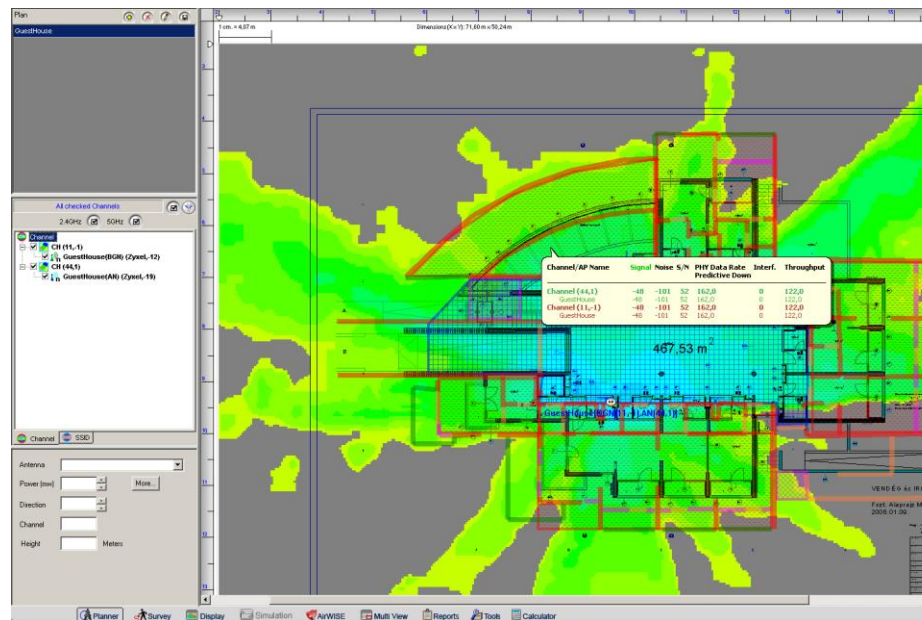


Antenna konfiguráció

- Irányított antennával javítható SNR
- Egyedi karakterisztikák



- AP-k helye, lefedettség és SNR térképek
- AP lista, konfiguráció, stb.



Planner Report

AirMagnet Survey

• Planner AP List

The table below lists the properties for each AP placed on the plan, including its name, location (as obtained from the grid on the previous page), MAC address, SSID, height, antenna type and angle of orientation, channel, and power.

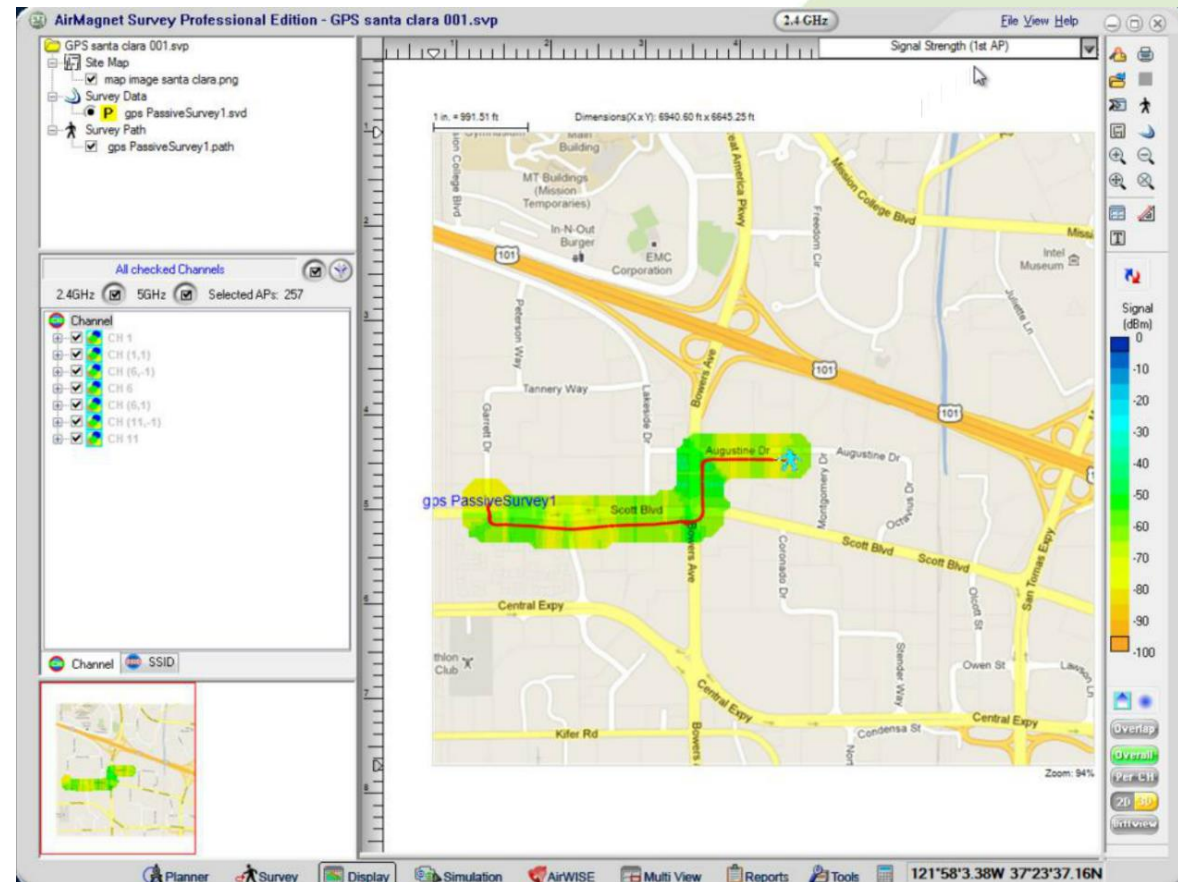
Note that some APs may have two listings: the first represents the AP's 802.11a antenna, and the second 802.11b/g. Since these two mediums may have different antenna types and properties, they are separated in the table. This list can be used as a 'shopping list' or 'bill of materials list' for the wireless equipment to be purchased.

	Name	Location	MAC	SSID	Height
1	MVM_JUN5(BG)	2-B	00:00:00:00:00:02	MVMNET	3
	Antenna: Juniper-Trapeze 2.4 GHz		CH: (1,1)	Angle: 0	Power: 10 (mWatts)
2	MVM_JUN5(A)	2-B	00:00:00:00:00:03	MVMNET	3
	Antenna: Juniper-Trapeze 5.0 GHz		CH: (48,1)	Angle: 0	Power: 12 (mWatts)
1	MVM_JUN4(BG)	3-A	00:00:00:00:00:04	MVMNET	3
	Antenna: Juniper-Trapeze 2.4 GHz		CH: (11,-1)	Angle: 0	Power: 10 (mWatts)
2	MVM_JUN4(A)	3-A	00:00:00:00:00:05	MVMNET	3
	Antenna: Juniper-Trapeze 5.0 GHz		CH: (44,1)	Angle: 0	Power: 12 (mWatts)

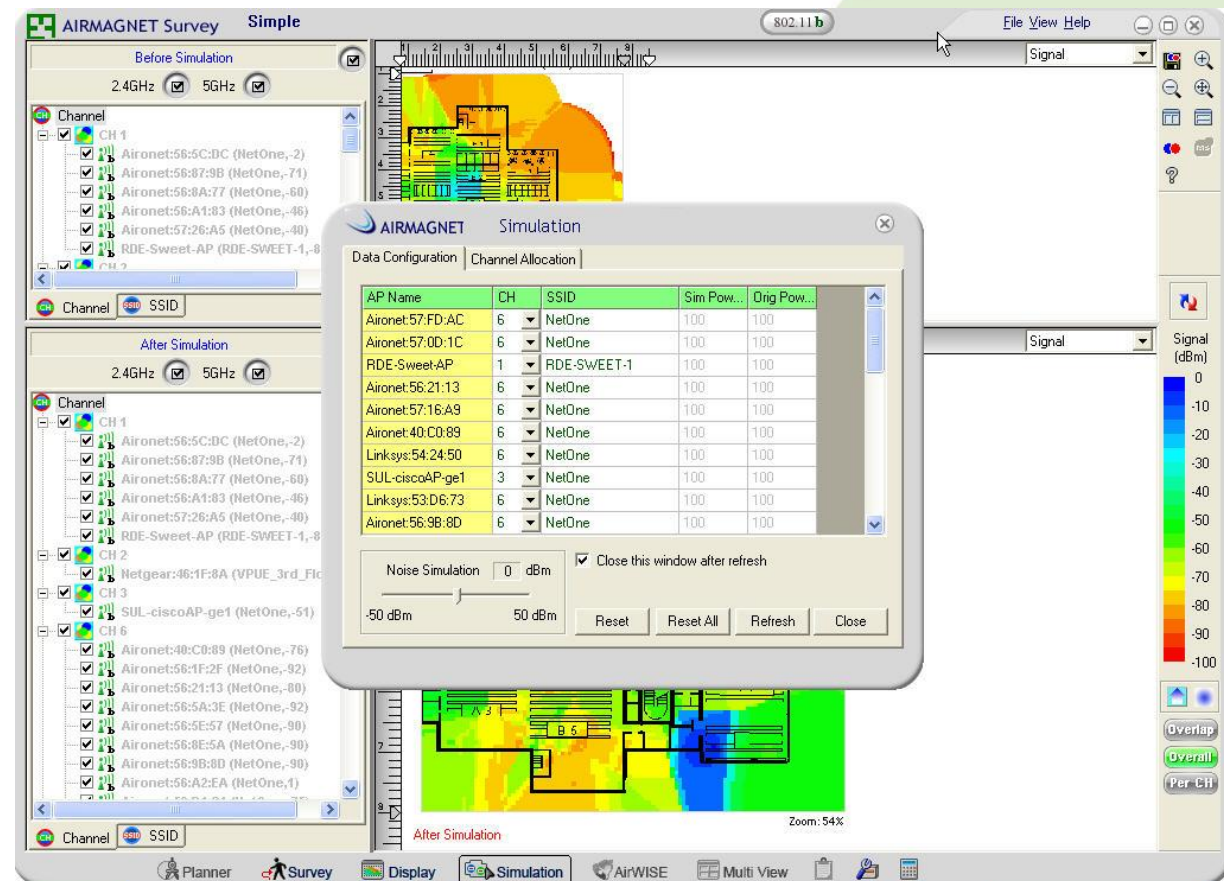


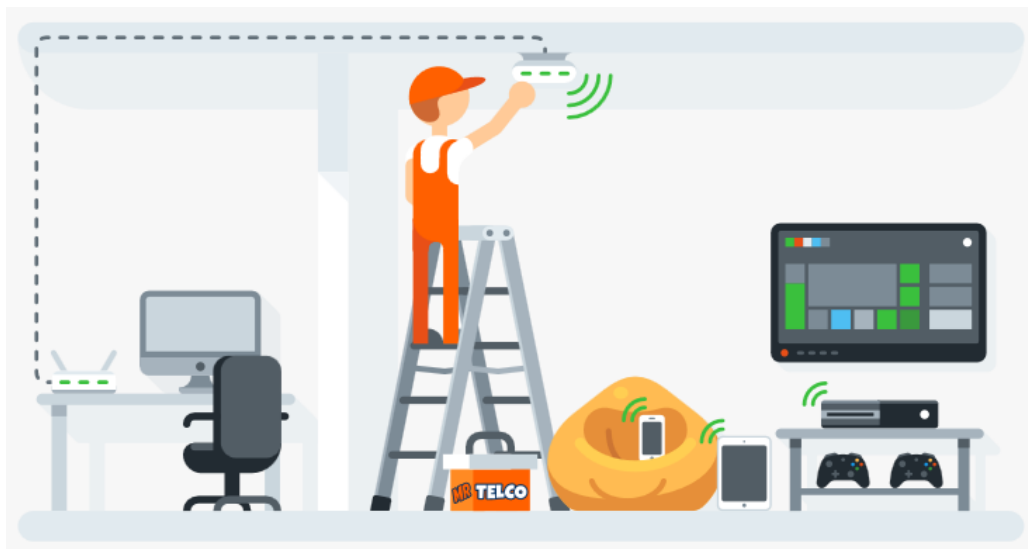
Szimuláció

- Terv alapján teszt AP elhelyezése
- RF konfiguráció beállítás
- Valós felmérés



- „Virtuális” AP elhelyezése
- Újratervezés

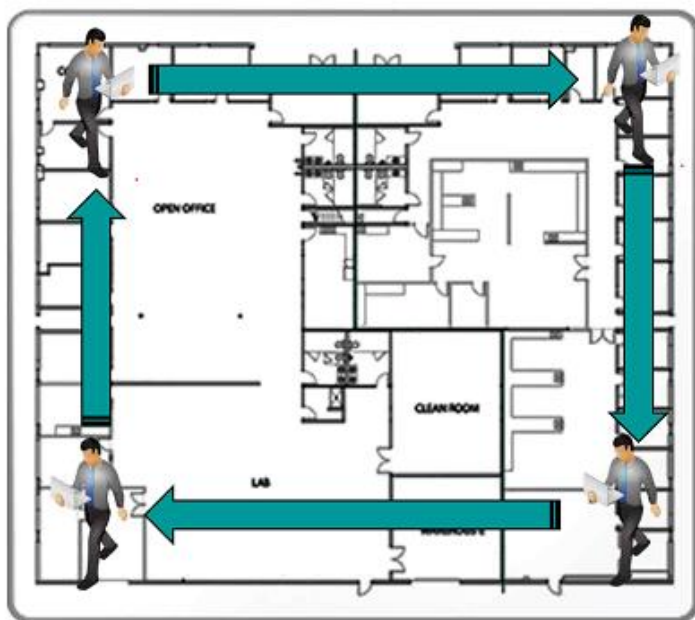




Telepítés

Telepítés





Felmérés, audit

- Követelmények beállítása

The screenshot displays the AIRMAGNET Survey Simple software interface. The main window is titled "802.11b" and contains a central text area with instructions: "This page provides a centralized place to review and modify the design requirements for your wireless LAN. The AirMagnet AirWISE engine will use these requirements to automatically analyze your site survey data for problem areas in the wireless LAN."

On the left side, there are two panels. The top panel, "AirWISE Requirements", shows a table of current performance metrics:

AirWISE Requirements	% of Good Area
(Default)	
Signal Coverage	41.4
Multiple AP Signal Coverage	6.9
Channel Interference	65.7
Speed Coverage	99.9
Signal Noise Ratio Coverage	45.2
Noise Level	100.0
User Capacity	100.0

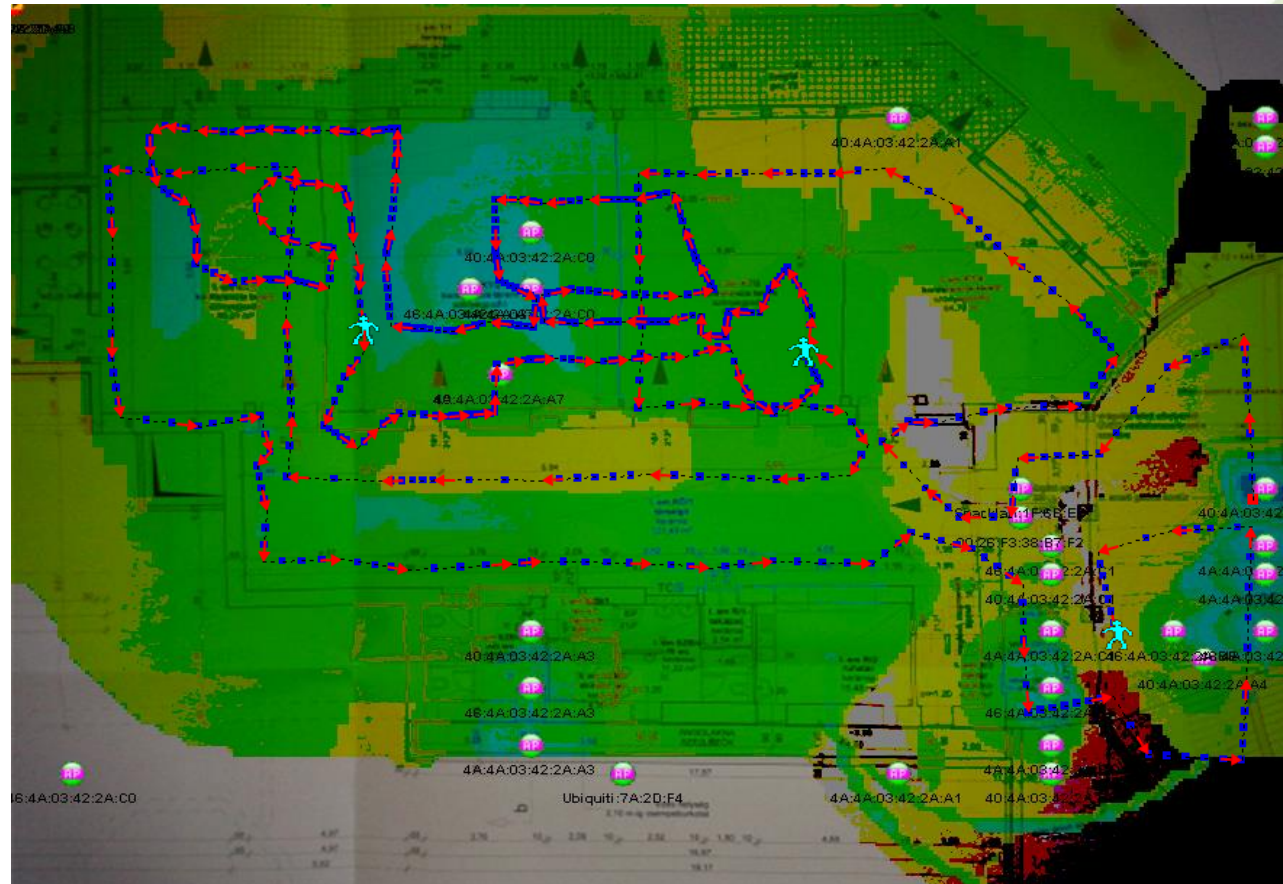
The bottom panel, "All checked Channels", shows a list of channels and their associated APs, with checkboxes for selection. Channels include CH 1, CH 2, CH 3, and CH 6, with various AP models like Aironet and Netgear listed.

The right side of the interface features a "Requirements" table with columns for "Description" and "Thres...". The requirements are listed as follows:

Description	Thres...
Signal Coverage	
Minimum AP signal strength required	-67
Multiple AP Signal Coverage	
Number of APs required to provide coverage	2
Minimum AP signal strength required to provide coverage	-67
Channel Interference	
Interfered APs: Exclude APs if signal strength is weaker than	-67
Interfering APs: Exclude APs if signal strength is weaker than	-85
Speed Coverage	
Minimum AP speed required	5.5
Signal Noise Ratio Coverage	
Minimum Signal Noise Ratio required	25
Noise Level	
Maximum Noise Level Allowed	-90
User Capacity	
Maximum Users Supported per AP	15
With Load Balancing	T...

At the bottom of the interface, there is a "User Count" color scale legend ranging from 0 (No Service) to 50 (red), and a navigation bar with icons for Planner, Survey, Display, Simulation, AirWISE, and Multi View.

- Terület bejárás (passzív és aktív felmérés)



- Dokumentáció

AirMagnet Survey HTE Konferencia ideiglenes WLAN kialakítás

4 WLAN Deployment Requirements

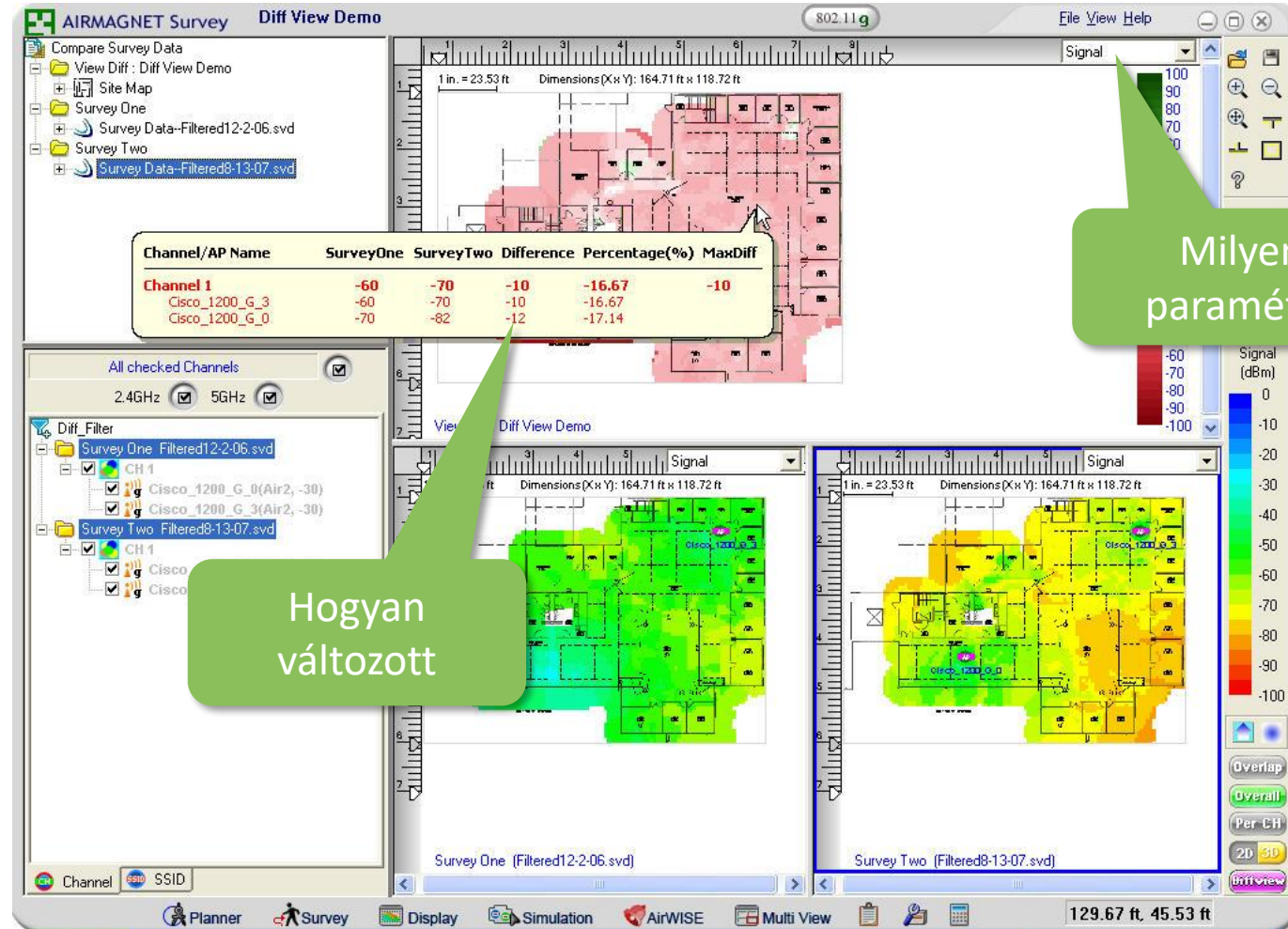
This section documents the user's stated requirements for satisfactory wireless network performance being surveyed. Note that these values can differ from site to site.

4.1 802.11n Deployment Requirements

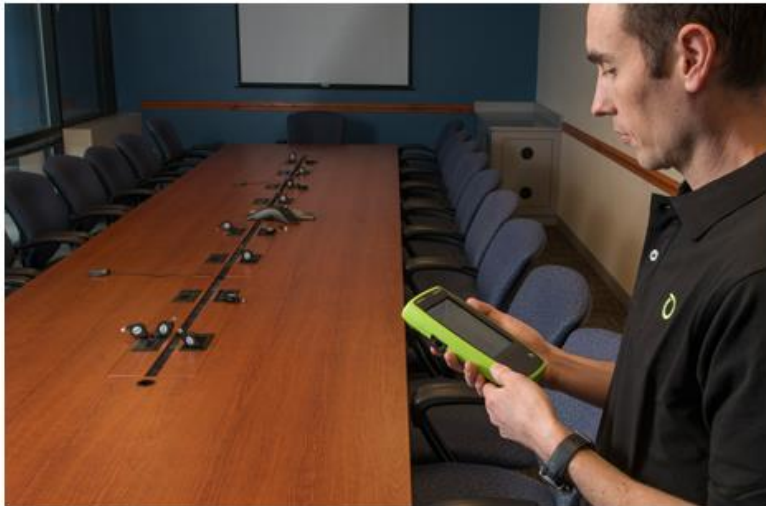
Description	
Desired Signal Coverage	
Number of APs required to provide coverage	
Multiple AP Signal Coverage	
Number of APs required to provide coverage	
Minimum AP signal strength required to provide coverage	
Channel Interference	
Interfered APs: Exclude APs if signal strength is weaker than	
Interfering APs: Exclude APs if signal strength is weaker than	
Measured PHY Data Rate Uplink Coverage	
Minimum AP PHY Data Rate required	5,5 Mbps
Measured PHY Data Rate Downlink Coverage	
Minimum AP PHY Data Rate required	5,5 Mbps

Requirement Policy	
Default	
AirWISE Requirements	% of Good Area
Signal Coverage	86,2
Multiple AP Signal Coverage	80,7
Channel Interference	2,1
Measured PHY Data Rate Uplink Coverage	N/A
Measured PHY Data Rate Downlink Coverage	N/A
Predictive PHY Data Rate Downlink Coverage	94,6
Signal Noise Ratio Coverage	78,5
Noise Level	100,0
User Capacity	N/A
Operating Mode	0,0
802.11n Channel Width	0,0
802.11n Highest MCS Index	64,1

- Időszakos felmérés



Üzemeltetés, hibakeresés

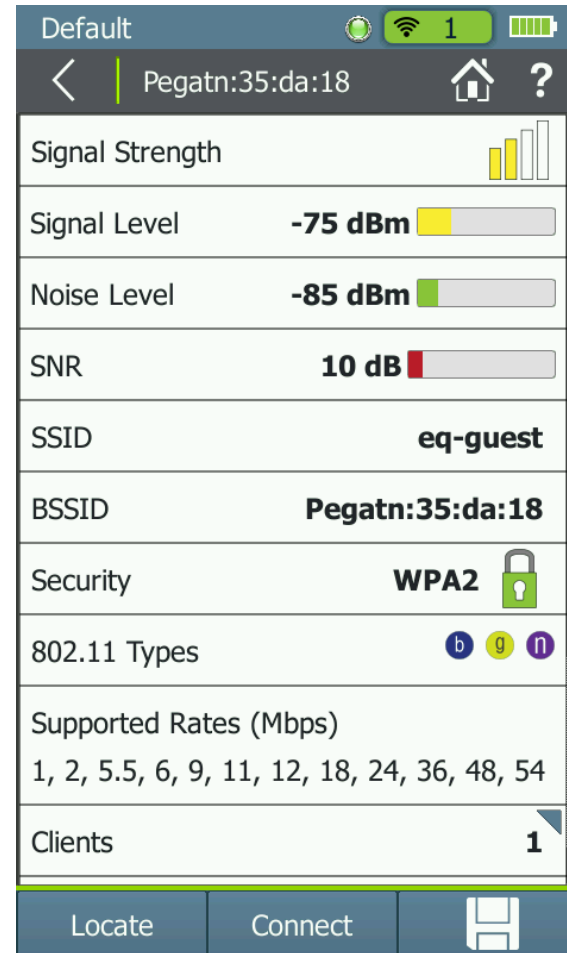


Mindennapos üzemeltetés

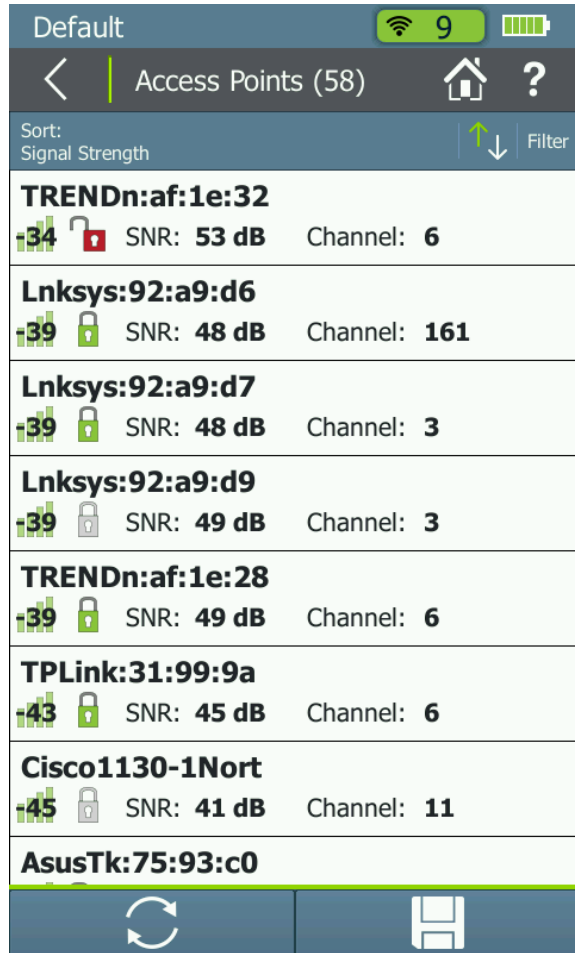
- Tesztelés kliens szemszögéből (beállítás, hozzáférési adatok)
- AP-k, hálózatok (P2P is), kliensek felfedezése, osztályozása
 - Saját és nemkívánatos eszközök
 - Lokalizálás
- Csatorna kihasználtság, interferencia
- Erőforrások elérhetőségének ellenőrzése
- Roaming
- Teljesítmény vizsgálat – iPerf, Speedtest, Y.1564
- Dokumentálhatóság

Tipikus problémák

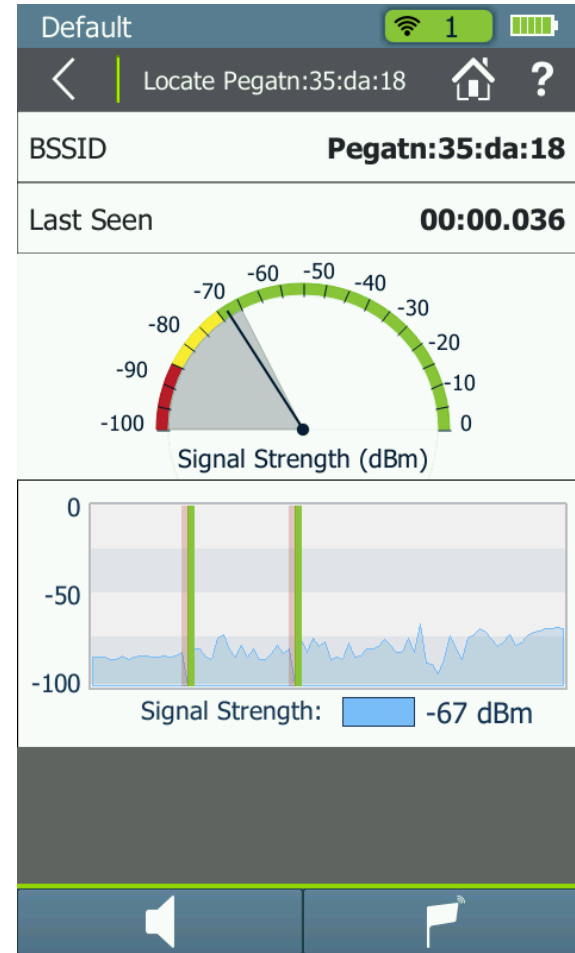
Beállítás



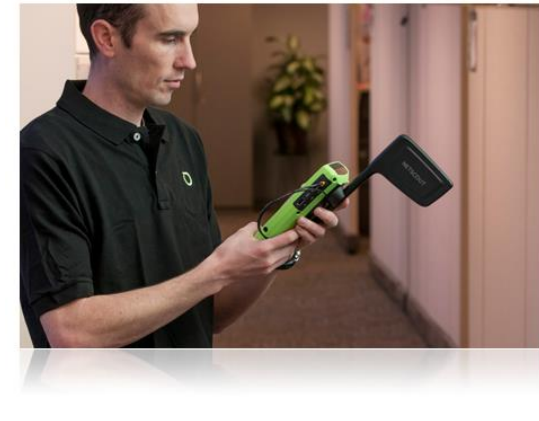
Nemkívánatos eszközök



Hálózatok/AP-k



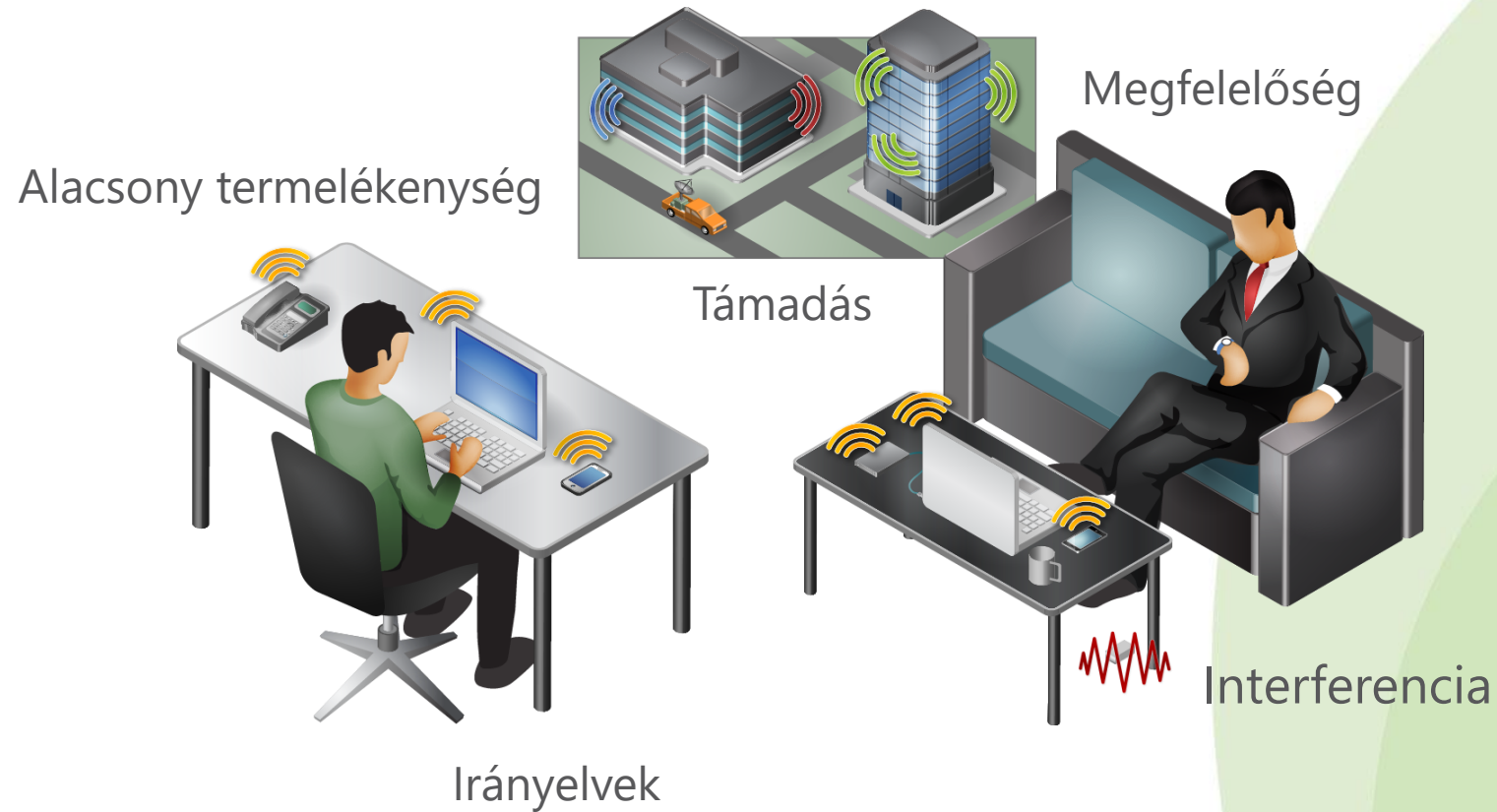
Lokalizáció



24x7 monitorozás



Veszélyek és problémák



Folyamatos monitorozás

- 24x7 felügyelet a problémák feltárása és megszüntetése érdekében
- A hálózaton történő események megértése és dokumentálása
- Könnyű integráció a meglévő infrastruktúrával és gyakorlattal
- Folyamatos biztonsági védetség a megfelelő frissítésekkel
- Költséghatékony megoldás a teljesítmény emeltetés

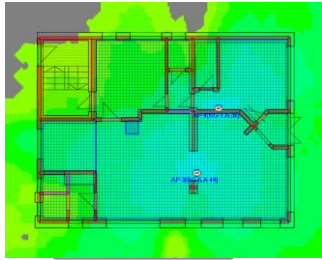
Biztonság

Megfelelőség

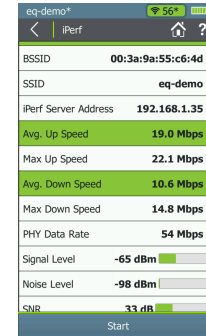


Teljesítmény

Élő bemutató



Tervezés



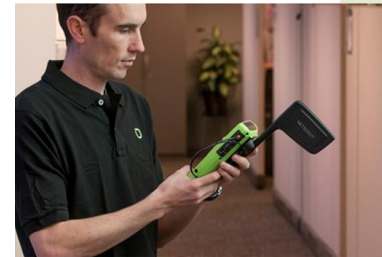
Metric	Value
BSSID	00:3a:9a:55:c6:4d
SSID	eq-demo
iPerf Server Address	192.168.1.35
Avg. Up Speed	19.0 Mbps
Max Up Speed	22.1 Mbps
Avg. Down Speed	10.6 Mbps
Max Down Speed	14.8 Mbps
PHY Data Rate	54 Mbps
Signal Level	-65 dBm
Noise Level	-98 dBm
SNR	33 dB

Start

Teljesítmény



Felmérés



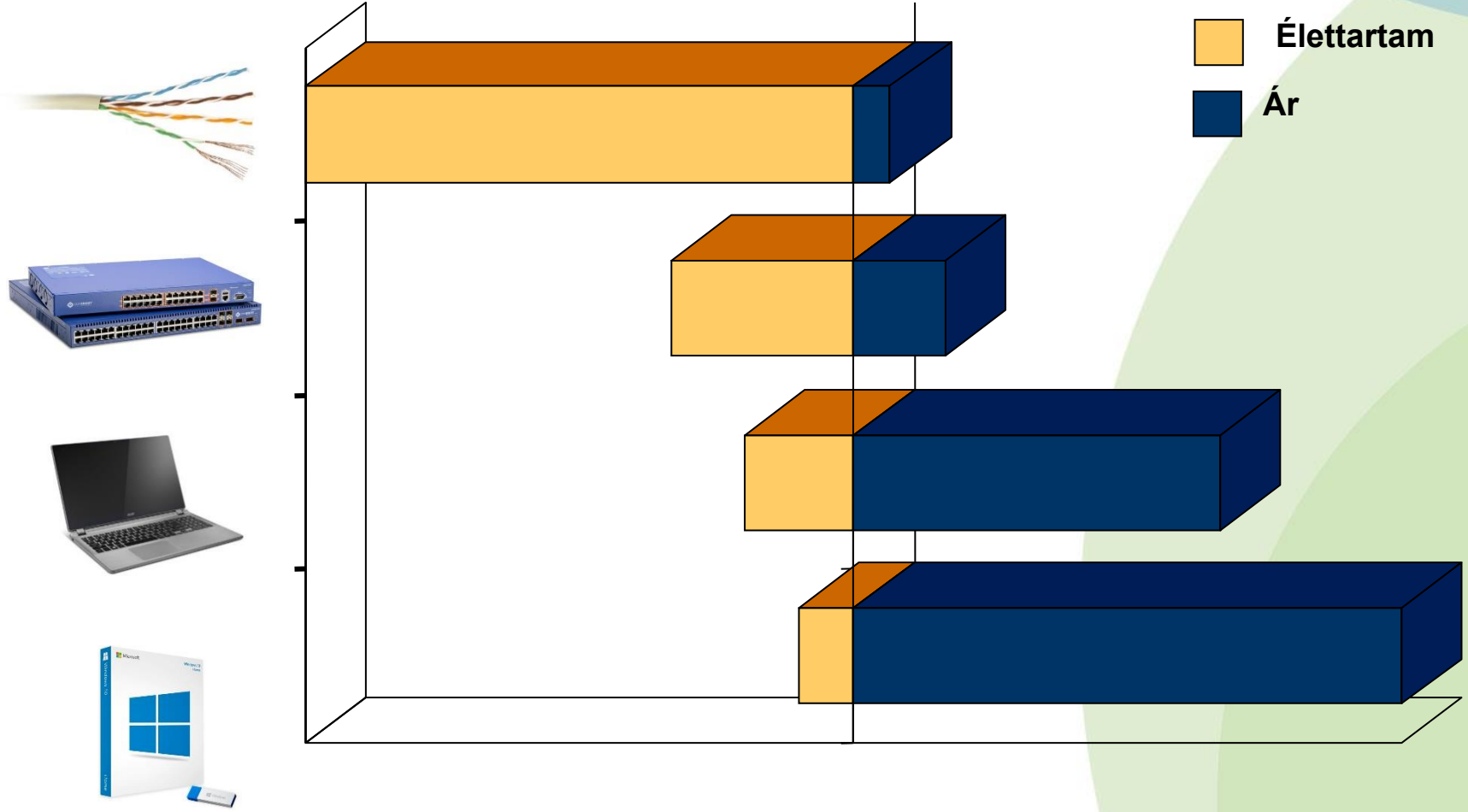
Lokalizálás



Kábelezés

Minden sikeres Wi-Fi hálózat mögött ott áll
egy megbízható strukturált kábelezés

Kábelezési rendszerek minősítése



Kábelezési rendszerek minősítése

• Minősítés

- A telepített link megfelel az átviteli teljesítmény kritériumoknak, melyeket az aktuális ipari szabvány meghatároz.
- A mérési eredmények dokumentálásra kerülnek a szabványnak megfelelően
- A teljesítményt és a teljesítmény szintjét (category) az ipari szabványok határozzák meg
 - TIA-568-C definiálja a Cat5e, Cat6-ot, stb.
 - ISO 11801 és ISO/IEC 61935 definiálja a Class C, D, E és F-et

• Hitelesítés

- A telepített link képes a kiválasztott technológiának megfelelően az adatok átvitelére (pl. IEEE 802.3bz 5GBASE-T)
- Nem minősíti az egyéb technológiákra, csak arra, amit kiválasztottunk a teszt során

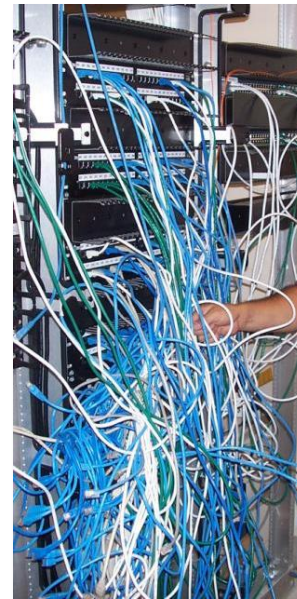
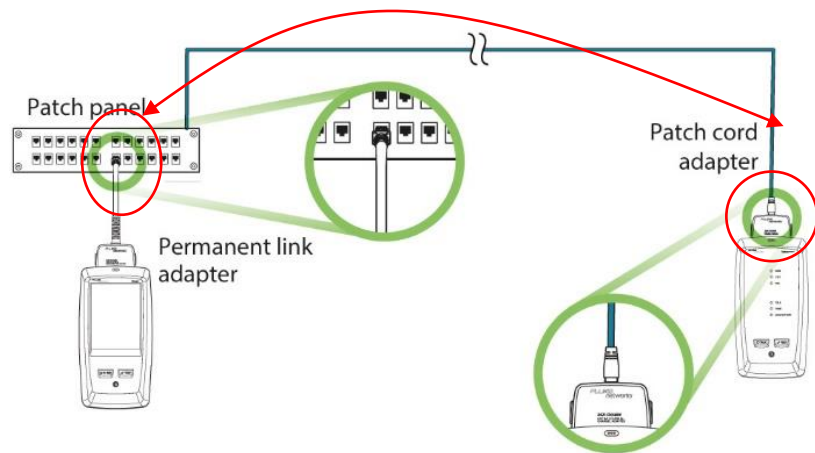
• Tesztelés

- A telepített link megfelel az alap folytonossági követelményeknek
- Nem foglalja magába a sávszélesség vagy átviteli paraméterek minőségének mérését



Kábelezési rendszerek minősítése

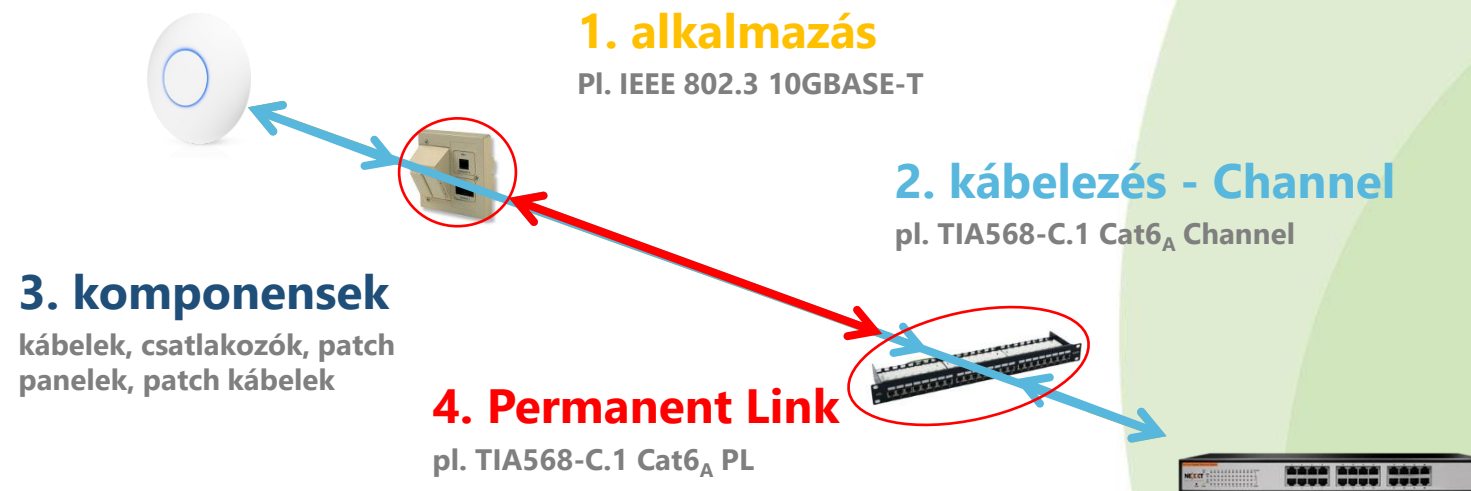
- Az installált kábel RENDSZER teljesítményének összehasonlítása a szabványokkal
 - A kábelezési rendszer magába foglalja a kábelt a falban, a csatlakozókat, patch kábeleket, patch paneleket.
 - A minőség függ az alkalmazott alkatrészek és a kivitelezés minőségétől.



Bővebben a digitális kábel-analizátorokról: <https://www.equicom.hu/dsx>

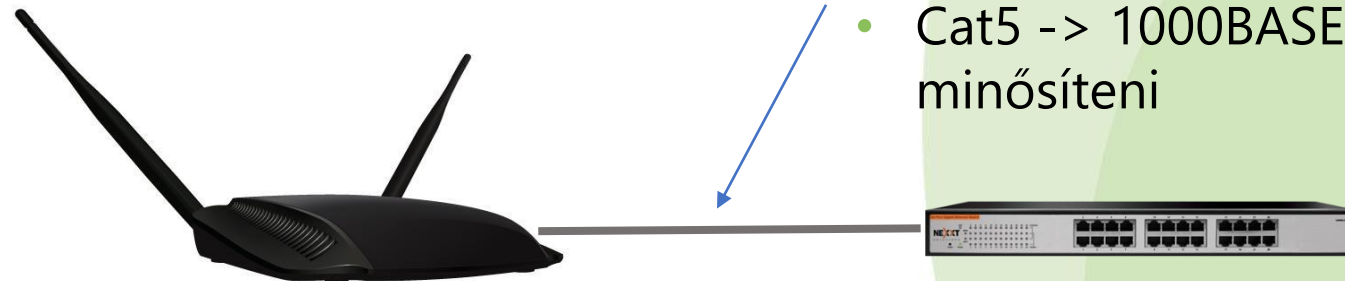
Kábelezés szabványok típusai

- Kábelezési szabványok: alkalmazástól független nyitott rendszerek
- Jövőbeni alkalmazások fejlesztések lehetősége, meglévő kábelezésre
- Egy szóval: kompatibilitás



Wi-Fi kábelezése

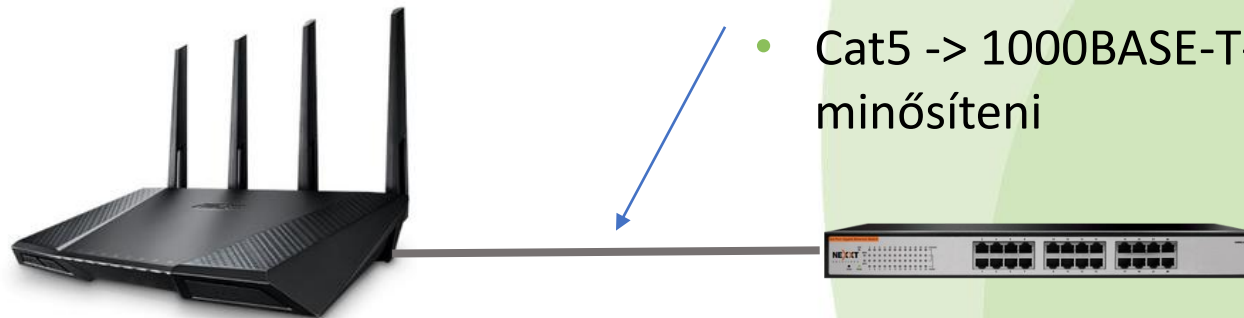
Technológia	802.11n
Frekvencia	2,4 és 5GHz
Moduláció	64 QAM
Térbeli stream	Max 4
Max. channel méret	40 MHz
MIMO	SU-MIMO
PHY Rate	600 Mbps
MAC Throughput	390 Mbps



- 10/100Mbps-os kábelezés nem elég
- Cat5 -> 1000BASE-T-re minősíteni

Wi-Fi kábelezése

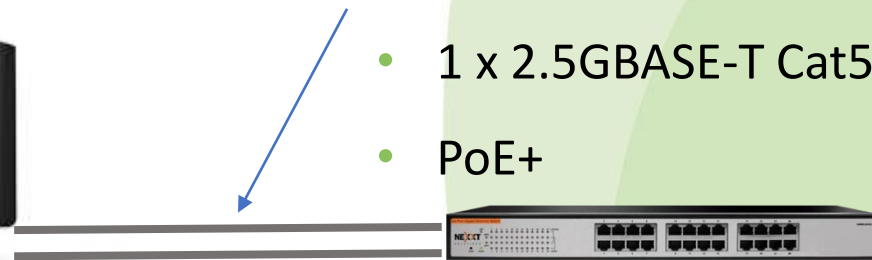
Technológia	802.11n	802.11ac Wave 1
Frekvencia	2,4 és 5GHz	5 GHz
Moduláció	64 QAM	256 QAM
Térbeli stream	Max 4	Max 3
Max. channel méret	40 MHz	80 MHz
MIMO	SU-MIMO	SU-MIMO
PHY Rate	600 Mbps	1.3 Gbps
MAC Throughput	390 Mbps	845 Mbps



- 10/100Mbps-os kábelezés nem elég
- Cat5 -> 1000BASE-T-re minősíteni

Wi-Fi kábelezése

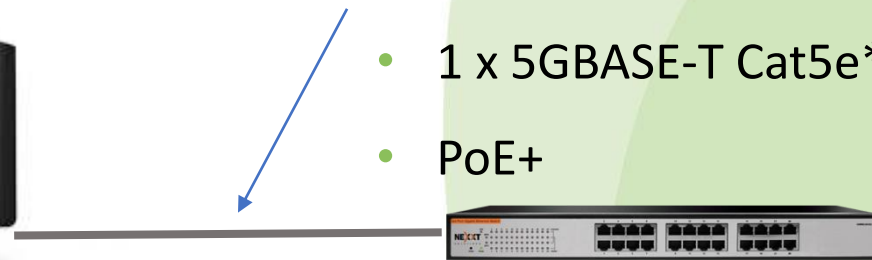
Technológia	802.11n	802.11ac Wave 1	802.11ac Wave 2
Frekvencia	2,4 és 5GHz	5 GHz	5 GHz
Moduláció	64 QAM	256 QAM	256 QAM
Térbeli stream	Max 4	Max 3	Max 3-4
Max. channel méret	40 MHz	80 MHz	160 MHz
MIMO	SU-MIMO	SU-MIMO	MU-MIMO
PHY Rate	600 Mbps	1.3 Gbps	2.34-3.47 Gbps
MAC Throughput	390 Mbps	845 Mbps	1.52-2.26 Gbps



- 2 x 1000BASE-T Cat5e
- 1 x 2.5GBASE-T Cat5e*
- PoE+

Wi-Fi kábelezése

Technológia	802.11n	802.11ac Wave 1	802.11ac Wave 2	802.11ac Wave 2
Frekvencia	2,4 és 5GHz	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Moduláció	64 QAM	256 QAM	256 QAM	256 QAM
Térbeli stream	Max 4	Max 3	Max 3-4	Max 8
Max. channel méret	40 MHz	80 MHz	160 MHz	160 MHz
MIMO	SU-MIMO	SU-MIMO	MU-MIMO	MU-MIMO
PHY Rate	600 Mbps	1.3 Gbps	2.34-3.47 Gbps	6.9 Gbps
MAC Throughput	390 Mbps	845 Mbps	1.52-2.26 Gbps	4.49 Gbps



- 1 x 10GBASE-T Cat6a
- 1 x 5GBASE-T Cat5e*
- PoE+

Kábelezés – alkalmazások

Típus	Adatsebesség	Média	Max. hossz
1000BASE-T	1 Gbps	Twisted Pair – Cat5e	100 m
2.5GBASE-T	2.5 Gbps	Twisted Pair – Cat5e	100 m
5GBASE-T	5 Gbps	Twisted Pair – Cat6(A)	100 m
10GBASE-T	10 Gbps	Twisted Pair – Cat6A	100 m*

* Category 6 kábelek esetében az idegen áthallás mérési eredményétől függ

Kábelezési szabványok – ISO

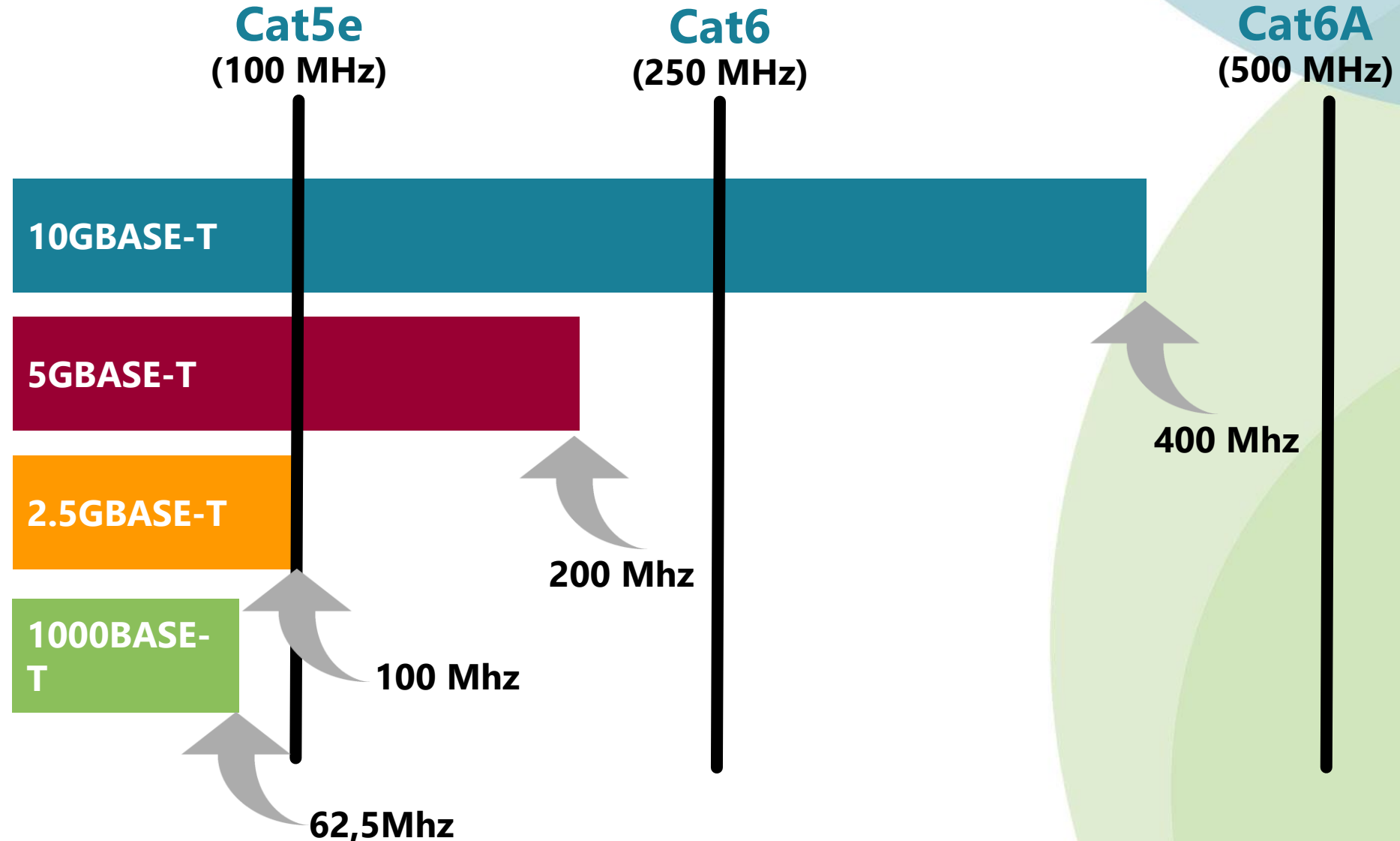
- **Class D:** link/channel 100 MHz-ig [Category 5e](#) kábelekből és csatlakozókból
- **Class E:** link/channel 250 MHz-ig [Category 6](#) kábelekből és csatlakozókból
- **Class E_A:** link/channel 500 MHz-ig [Category 6_A](#) kábelekből és csatlakozókból (Amendment 1 and 2 to ISO/IEC 11801, 2nd Ed.)
- **Class F:** link/channel 600 MHz-ig [Category 7](#) kábelekből és csatlakozókból
- **Class F_A:** link/channel 1000 MHz-ig [Category 7_A](#) kábelekből és csatlakozókból (Amendment 1 and 2 to ISO/IEC 11801, 2nd Ed.)
- **Class I:** link/channel 2000 MHz-ig [Category 8.1](#) kábelekből és csatlakozókból
- **Class II:** link/channel 2000 MHz-ig Category 8.2 kábelekből és csatlakozókból

Kábelezési szabványok – TIA/TSB

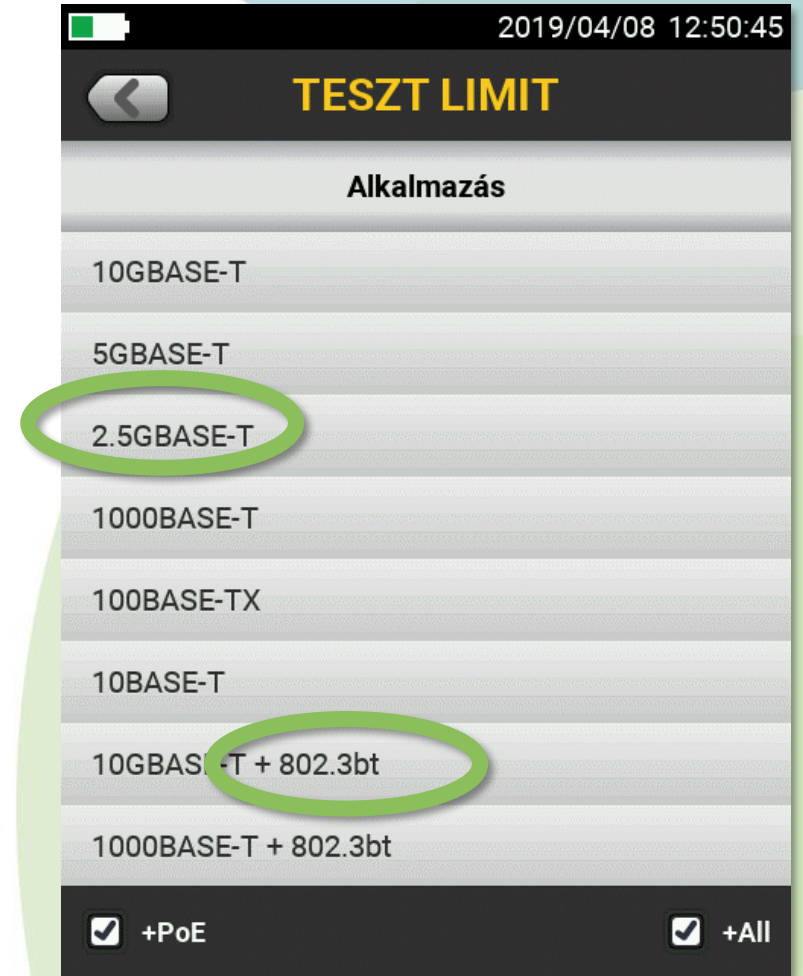
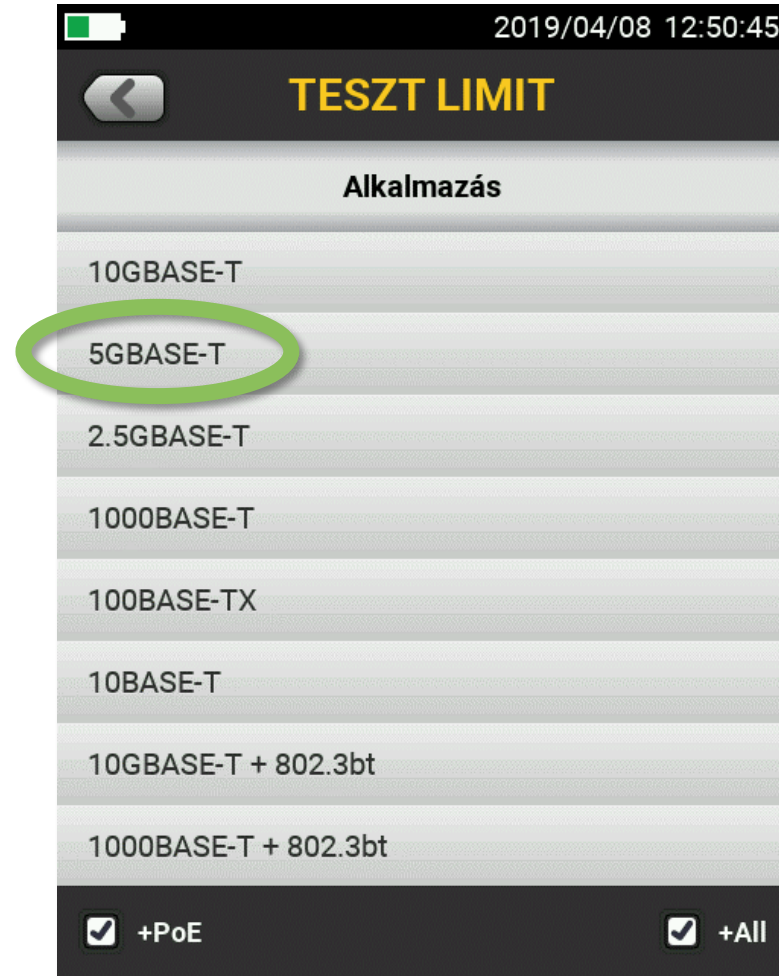
- TSB-95 - UTP Cabling Tests for 1000Base-T over Category 5 Cable – 1999. október
- Category 5e Rated UTP Cabling Tests – 2000. február
 - Támogatja az 1000BASE-T átvitelt
- Category 6 Rated UTP Cabling Tests – 2002. június 4.
- Category 6A – 2008. február
 - 10GBASE-T 2006-os megjelenését követő új kábel szabvány
- Category 8 – 2016–2017

Test Parameter – 'Old' Name	Test Parameter – 'New' Name
Insertion Loss (IL)	Insertion Loss (IL)
Near End Crosstalk (NEXT)	Near End Crosstalk (NEXT)
Power Sum Near End Crosstalk (PSNEXT)	Power Sum Near End Crosstalk (PSNEXT)
Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR)	Attenuation to Crosstalk Ratio – Near End (ACRN)
Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio (PSACR)	Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio – Near End (PSACR-N)
Far End Crosstalk (FEXT)	Far End Crosstalk (FEXT)
Equal Level Far End Crosstalk (ELFEXT)	Attenuation to Crosstalk Ratio – Far end (ACRF)
Power Sum Equal Level Far End Crosstalk (PSELFEXT)	Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio – Far End (PSACRF)
Return Loss (RL)	Return Loss (RL)
Wire Map	Wire Map
Propagation Delay	Propagation Delay
Delay Skew	Delay Skew
Length	Length

Alkalmazás szabványok követelményei

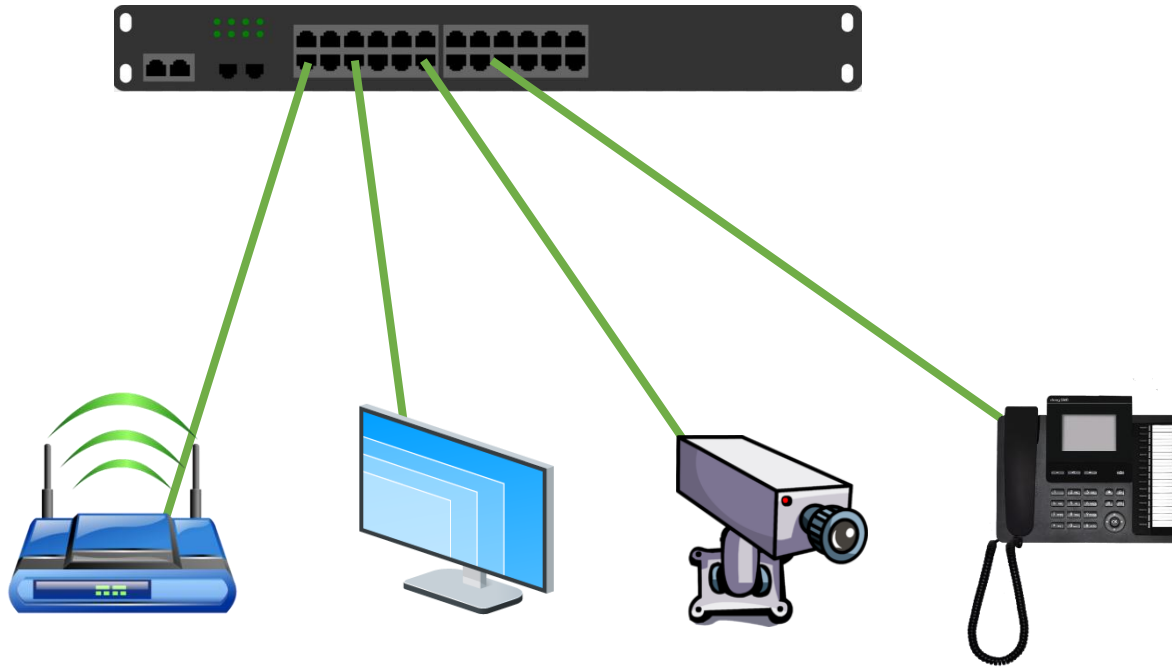


Alkalmazás szabványok követelményei



PoE (Power over Ethernet)

- 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T DTE Ethernet eszközök táplálása a fizikai rétegen keresztül.
- Vezetékes és vezeték nélküli technológiában is hasznos
- Kamerák, AP-k, VoIP telefonok, stb.



PoE osztályok

A PoE technológia összetetté vált:

- Új szabványok
- Nagyobb teljesítmény
- Több érpár
- Több típus

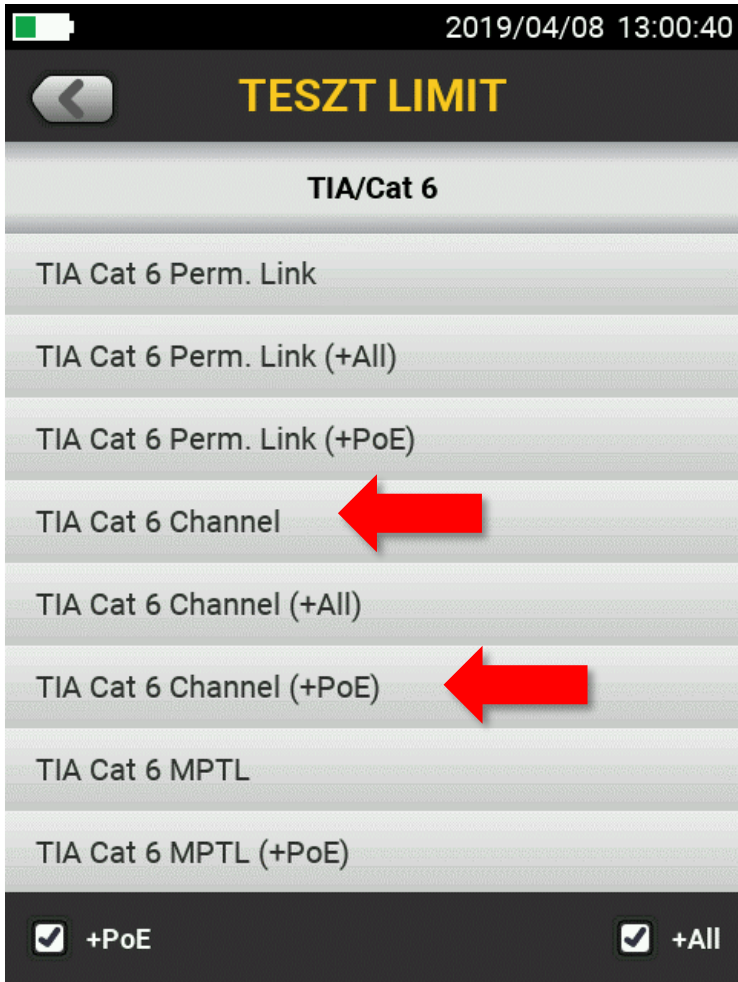


PoE osztály	Megtáplált eszköz maximális teljesítmény (PD – Powered Device)	Táp oldali maximális teljesítmény (PSE – Power Sourcing Equipment)	PD típus	IEEE szabvány
0	13	14	1	
1	3,84	4	1	802.3af (2 érpár PoE)
2	6,49	6,7	1	
3	13	14	1	
4	25.5	30	2	
5	40	45	3	802.3at (PoE+)
6	51	60	3	
7	62	75	4	802.3bt (4 érpár PoE, 4PPoE, PoE++)
8	71.3	90	4	

Olvassa el szakmai cikkünket a 4-érpáros POE-ről!

- <https://www.equicom.hu/ut-a-4-erparas-poe-hoz/>

PoE minősítés, ellenállás mérés



2019/04/08 13:04:25

BIT_Cat6_CH_all ROSSZ

HUOK	PÁROS UBL	P-P UBL
	ÉRTÉK (Ω)	LIMIT (Ω)
1,2-3,6	0,592	0,20
1,2-4,5	0,232	0,20
1,2-7,8	0,158	0,20
3,6-4,5	0,361	0,20
3,6-7,8	0,434	0,20
4,5-7,8	0,073	0,20

Köszönjük a figyelmet!

Tamási Ákos

| mérnök konzulens, vállalati hálózatok |
| +36 20 938 0775 |
| tamasi.akos@equicom.hu |

Lizskai János

| senior rendszermérnök, vállalati hálózatok |
| +36 20 267 7027 |
| lizskai.janos@equicom.hu |

| EQUICOM Méréstechnikai Kft.

| H-1162 Budapest, Mátyás király u. 12.
| T.:+36 1 272 1234
| F.:+36 1 272 1232
| www.equicom.hu