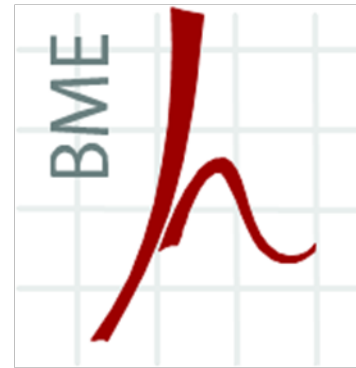




BWA- Broadband Wireless Access- szélessávú vezeték nélküli hozzáférés

WLAN – Wireless LAN

WPAN – Wireless PAN

WMAN – Wireless MAN

Dr. Simon Vilmos

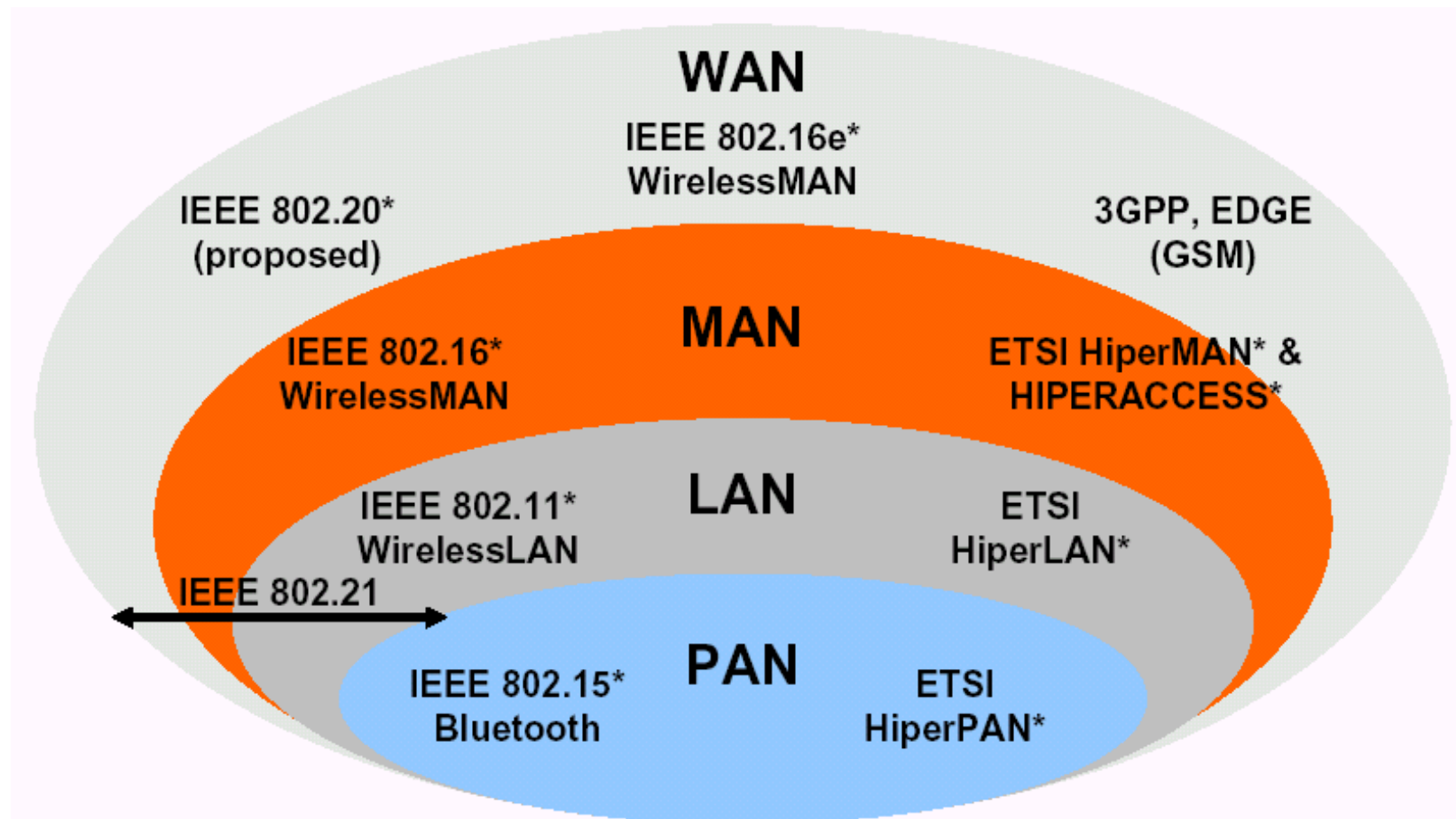
docens

BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

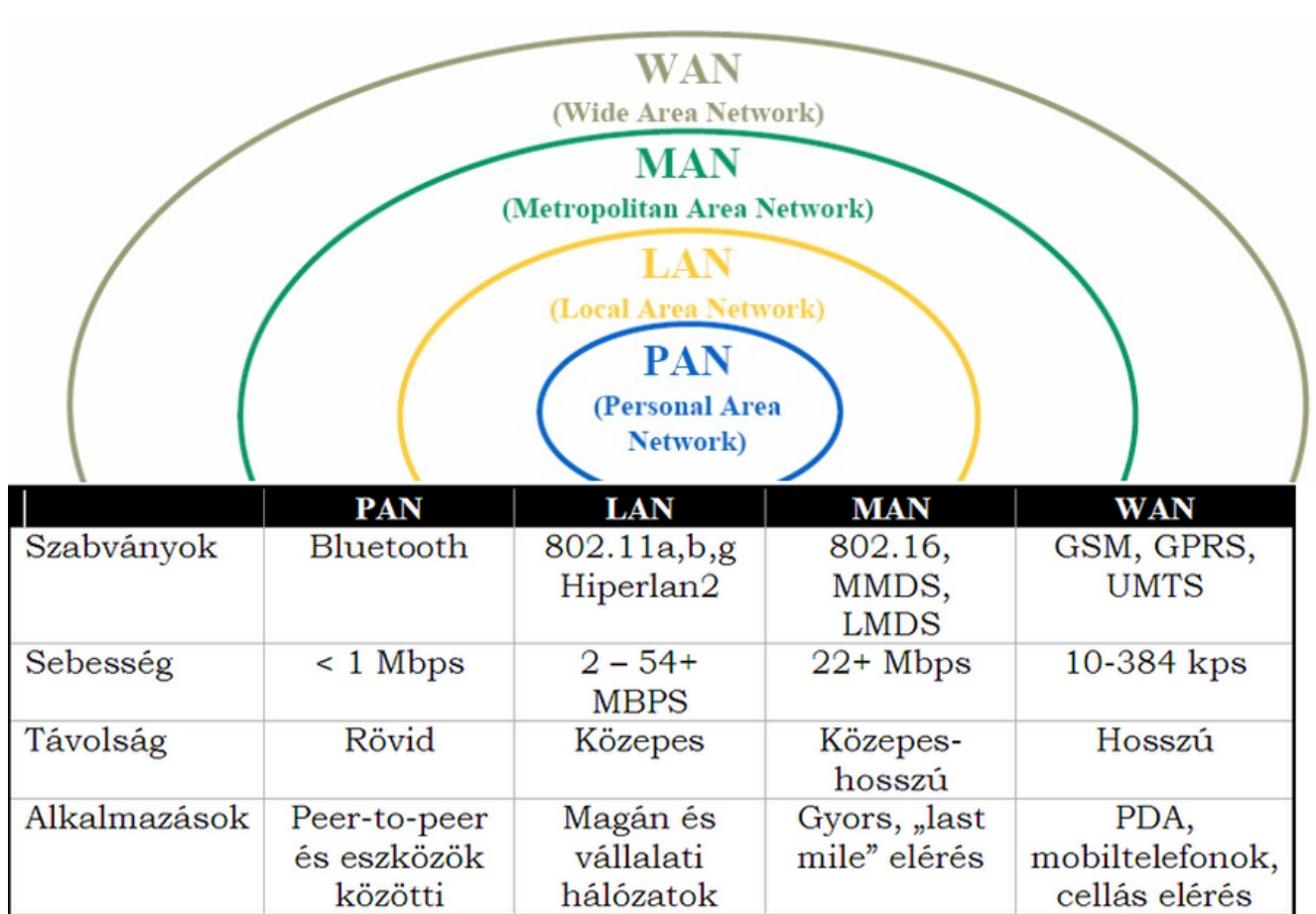
svilmos@hit.bme.hu

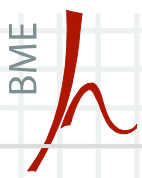
2014.március 13.

Vezeték nélküli hálózatok osztályozása kiterjedésük szerint

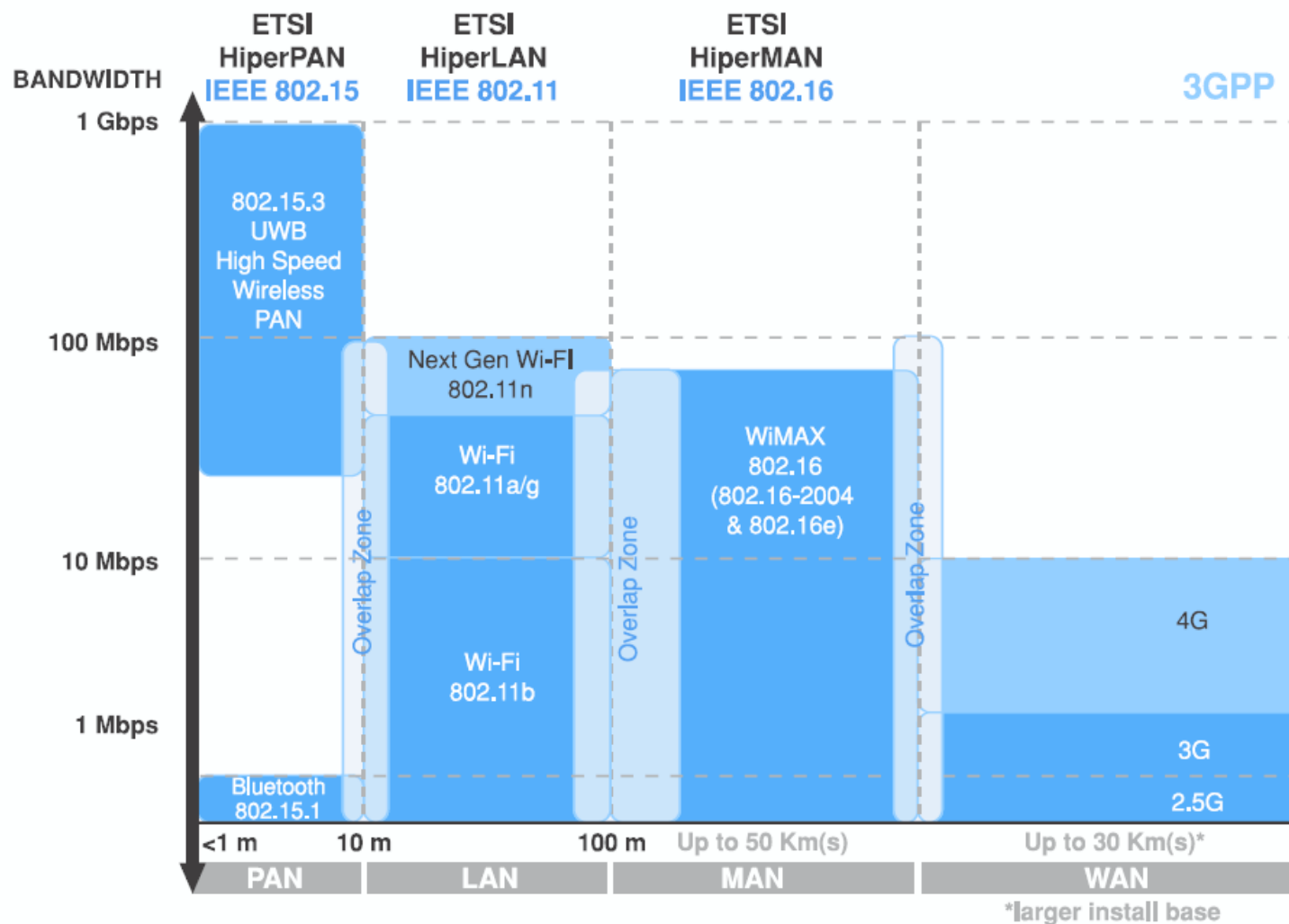


PAN, LAN, MAN, WAN

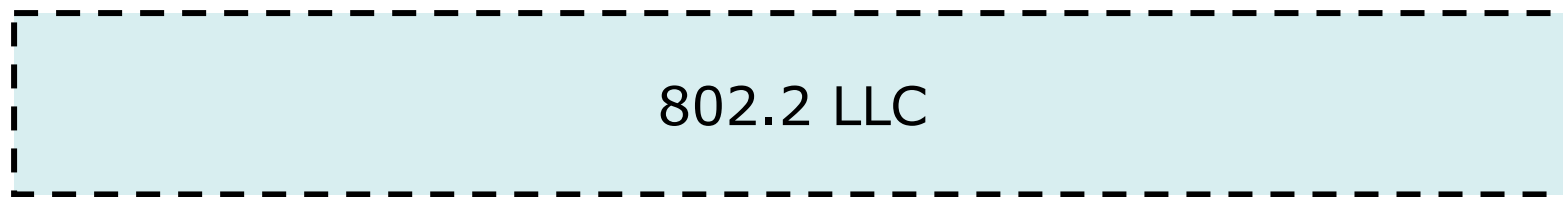




Szélessávú vezeték nélküli hozzáférési technikák összehasonlítása

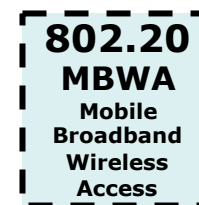
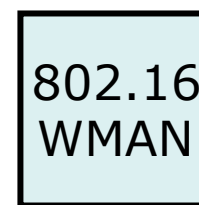
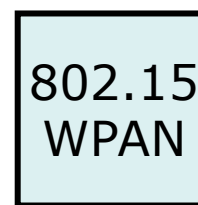
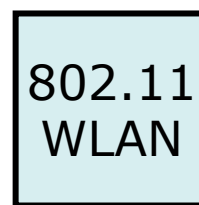


Az IEEE.802.xx BWA-k architektúrája



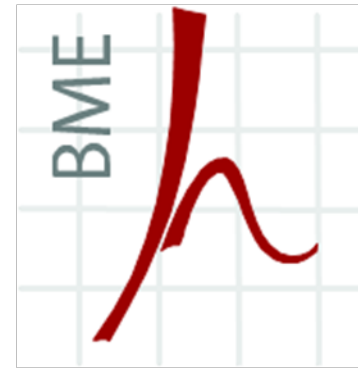
Ethernet

...



tárgyaltuk

Áttekintésük most
következik



Bluetooth – IEEE 802.15.1



2014.március 13.

- **Kékfogú ('bla-tand') Harald**
(Harald Blatand Gormsen) (940 - 981)
középkori viking király
(hasonló mint nálunk Szent István)



Wireless Personal Area Networks – WPAN – IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

- Alapja a Bluetooth specifikáció
 - Bluetooth: az Ericsson kezdeményezése 1998-1999-ben, majd csatlakozott az IBM, Toshiba, Nokia, Intel,...
 - Bluetooth SIG (Special Interest Group)
 - Ma 18 ezer cég a tagja!
- Célkitűzések:
 - olcsó eszközök (1-2 cm-es modul, pár \$)
 - rövidtávú kommunikáció (10 m)
 - max. 1 Mbit/s

- Internet-elérés mobilról és PDA-ról
 - Bluetooth-csatlakozás a notebookhoz, vagy desktop-hoz, ami LAN-ra vagy WLAN-ra csatlakozik, vagy ADSL-lel a nyilvános hálózaton keresztül
- Vezetéknélküli csatlakozások széles köre
 - fejhallgató
 - mobil kihangosító az autóban
 - fényképezőgép és notebook
 - PDA és notebook szinkronizálása
- Iparban:
 - gyógyászati műszerek
 - bar kód olvasók
 - vezérlésben: infravörös kapcsolat kiváltása
 - lokalizációs rendszerek (RTLS)
 - szenzorhálózatok

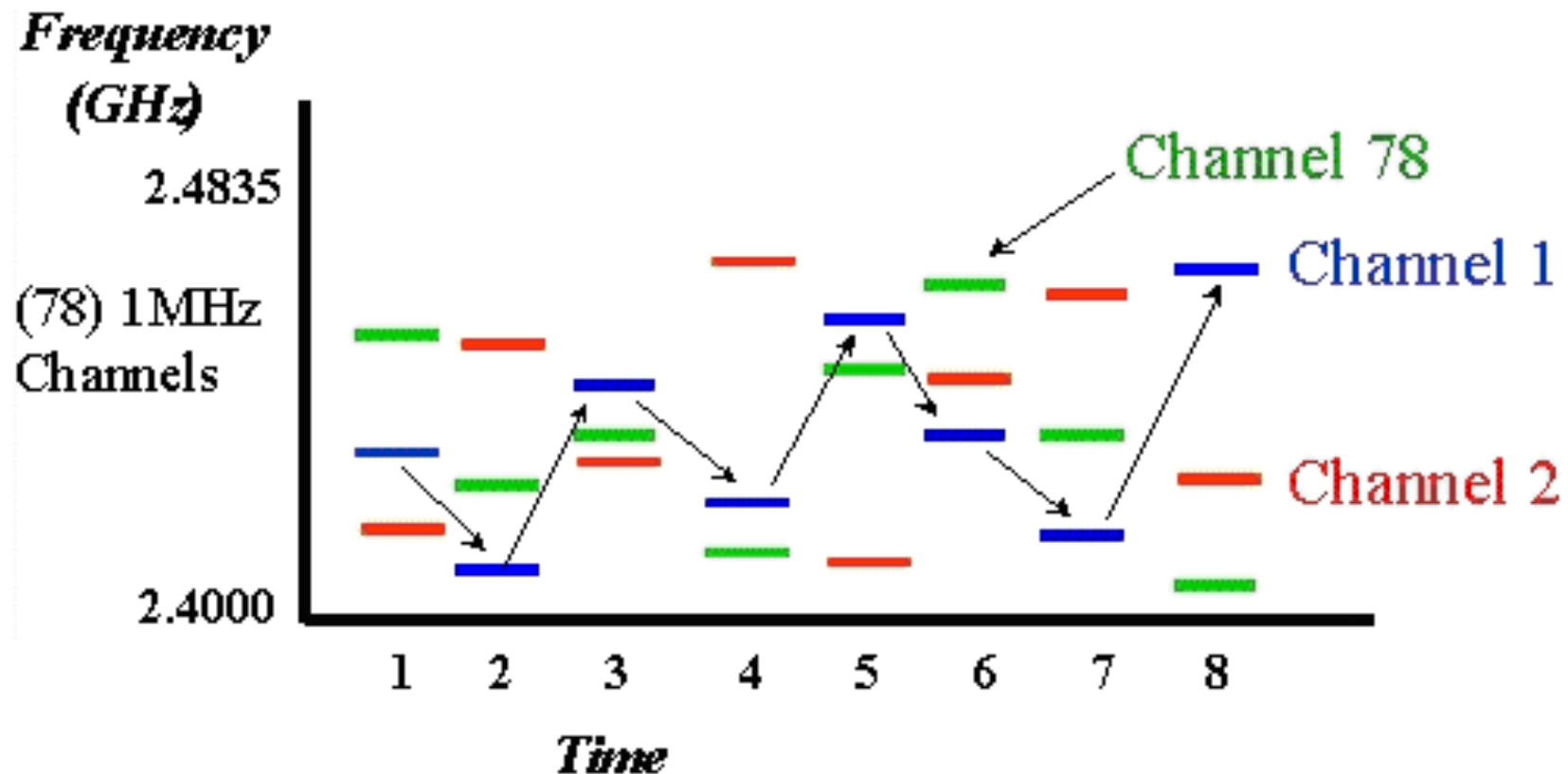
A rádiós interfész jellemzői

- Teljesítmény és távolság

Megnevezés	Teljesítmény [mW]	Teljesítmény [dBm]	Távolság [m]
Class 1	100	20	100
Class 2	2,5	4	10
Class 3	1	0	1

- **A 2,4 GHz-es ISM-sávban**
- **Frekvencia-ugratás**
 - 1600-szor mp-nként
 - álvéletlen jelsorozattal a kb. 2,4 GHz-nél kezdődő 79 MHz-es sávon belül: 79 x 1 MHz
- **TDD**, 625 μ s-os időrések, adás-vétel időben egymás után
 - master-slave, felváltva
 - Master órája alapján: páros időrésben master, páratlanban slave ad

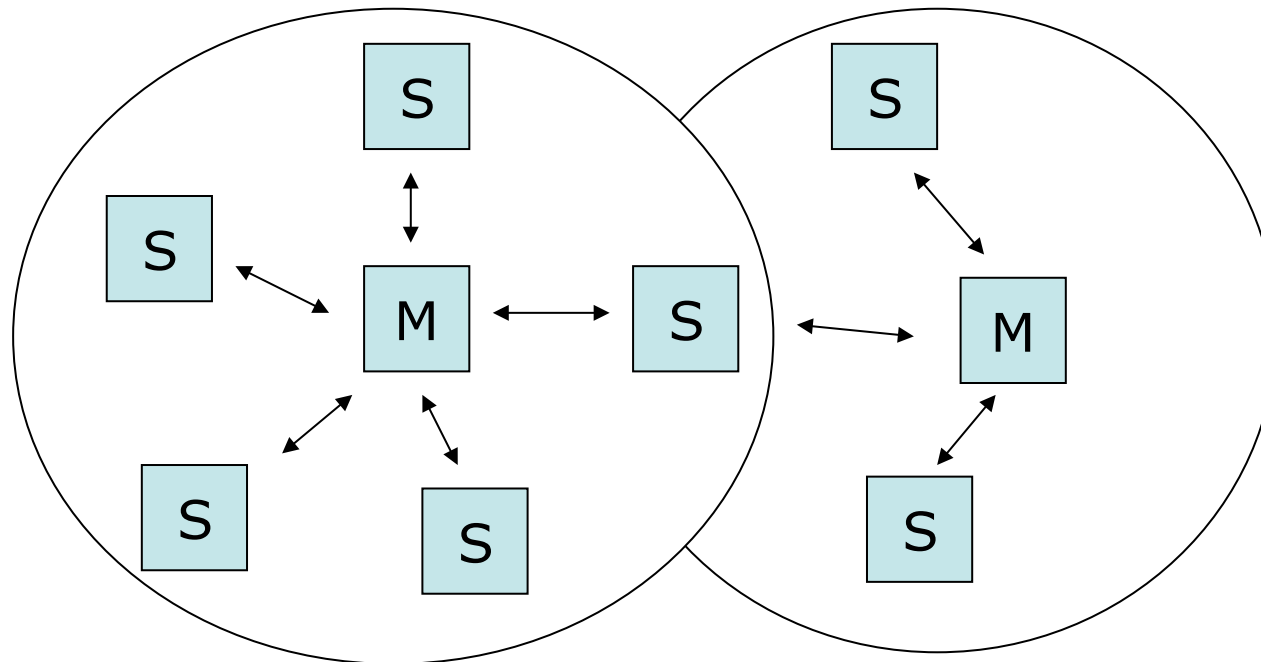
Frekvenciaugratás a Bluetoothban



- Alapráta (Base Data Rate):
 - GFSK (FSK Gauss szűrővel): 1Mbit/s
- Megnövelt adatrata (Enhanced Data Rate)
 - Bluetooth 2.0
 - $\pi/4$ -DQPSK: 2Mbit/s
 - 8DPSK: 3Mbit/s
- A kettő kombinációja BR/EDR radio

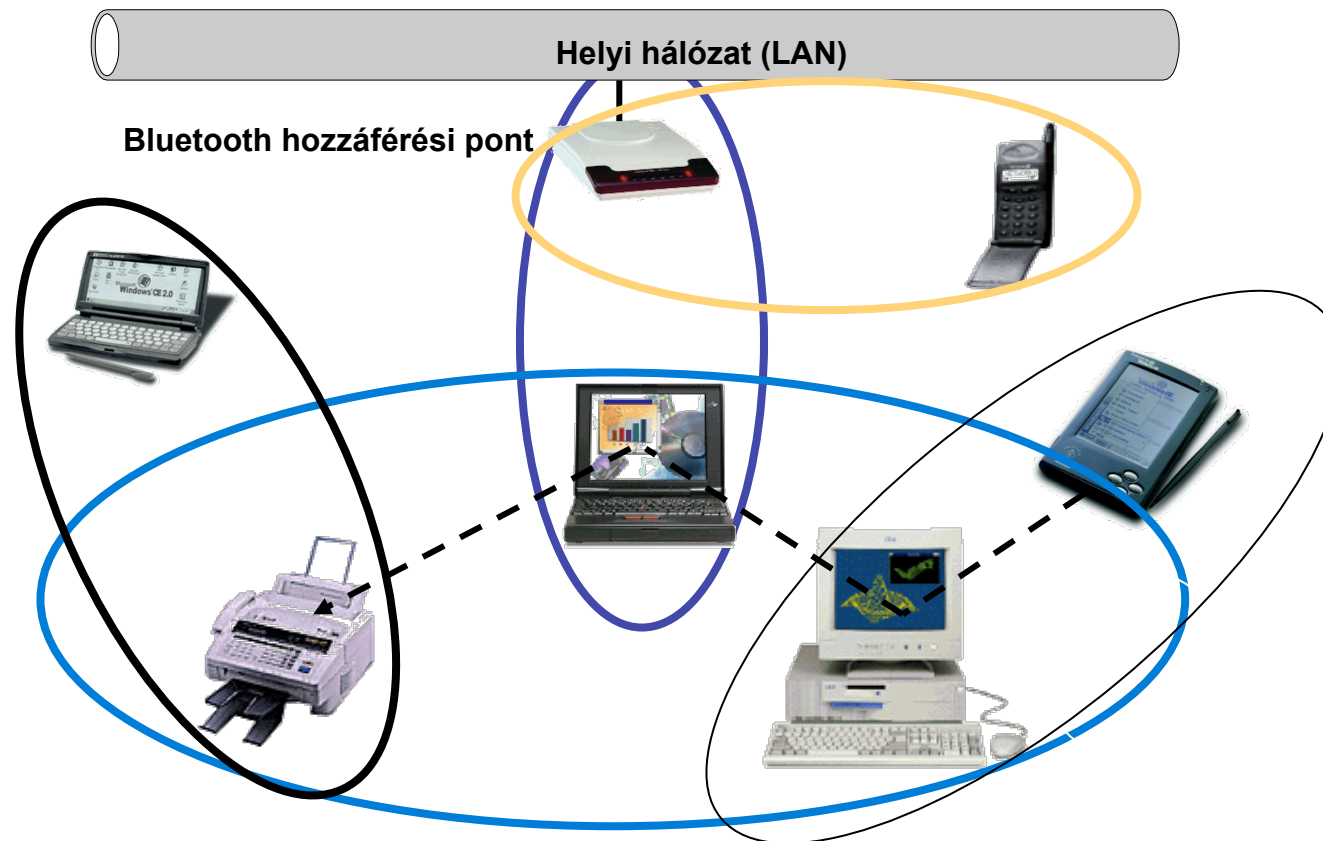
1. piconet

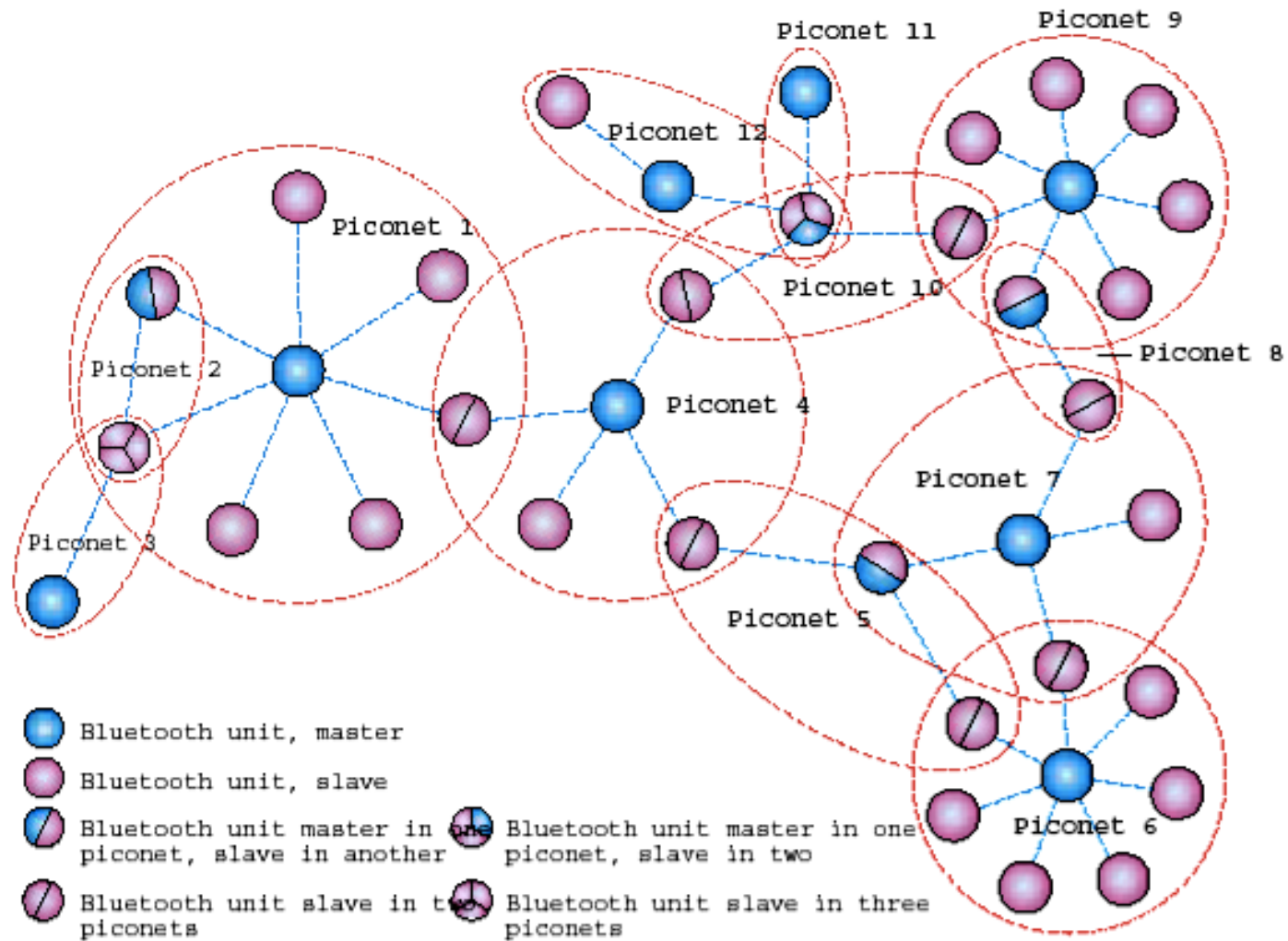
2. piconet



Max. 8 aktív állomás (255 „parkolt”)

M - master
S - slave





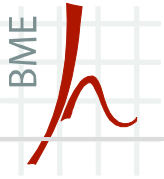
- Piconet: legfeljebb 8 aktív állomás egyszerre
- 1 master, a többi slave
- Scatternet: piconetek hálózata, dinamikus, ad-hoc alapon
- Van olyan node, amely >1 piconethez tartozik
- A Bluetooth nem rendelkezik a scatternetek kiépítésének módjáról

- Szinkronizációs eljárás az elején
 - a slave-ek megtudják a master azonosítóját
 - **órájukat összevetik**: képessé válnak a közös frekvencia-ugratásos sorozat előállítására
- Master megmondja: **melyik slave melyik időrésben**
- Hívásfelépítés:
 - *Inquiry*: további Bluetooth- eszközök felderítése a hatótávolságon belül
 - *Page*: felépíteni a kapcsolatot
 - pairing
- Kétféle összeköttetés:
 - SCO (*Synchronous Connection Oriented*) – hangátvitel, előre lefoglalt időrések
 - ACL (*Asynchronous Connectionless*) - adat

- Bluetooth 1.0
 - Interoperabilitási problémák
- 1.2
 - adaptív frekvencia ugratás
- 2.0
 - Enhanced Data Rate: 3Mbit/s!
 - kisebb energiafogyasztás
- 3.0
 - 24Mbit/s-ig, HS: vezérlési infók Bluetooth linken, adat WLAN-on
- 4.0
 - alacsony fogyasztású, orvosi és sportfelügyelet
 - Bluetooth Smart
- Jövő
 - Internet of Things Bluetooth átvitelével (gyógyászat, mezőgazdaság)

Nagysebességű PAN-ok → IEEE 802.15.3

- Célkitűzés: médiakommunikáció
 - digitális kamera – tv, MP3 ide-oda, videójátékok
- Új PHY specifikáció 55 Mbit/s-ig (11,22,33,44,55 Mbit/s), kb. 10 m-ig
- Másik munkacsoport: még nagyobb sebességek (110, 200, 480 Mbit/s) – házimozi, játékok
- A rádiós rétegre több lehetőség, egyik lehetőség az UWB

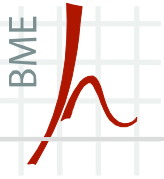


Nagy sávszélesség vs. SNR

- Shannon csatorna-kapacitással összefüggő egyenlete

$$C = B \cdot \log(1 + \text{SNR})$$

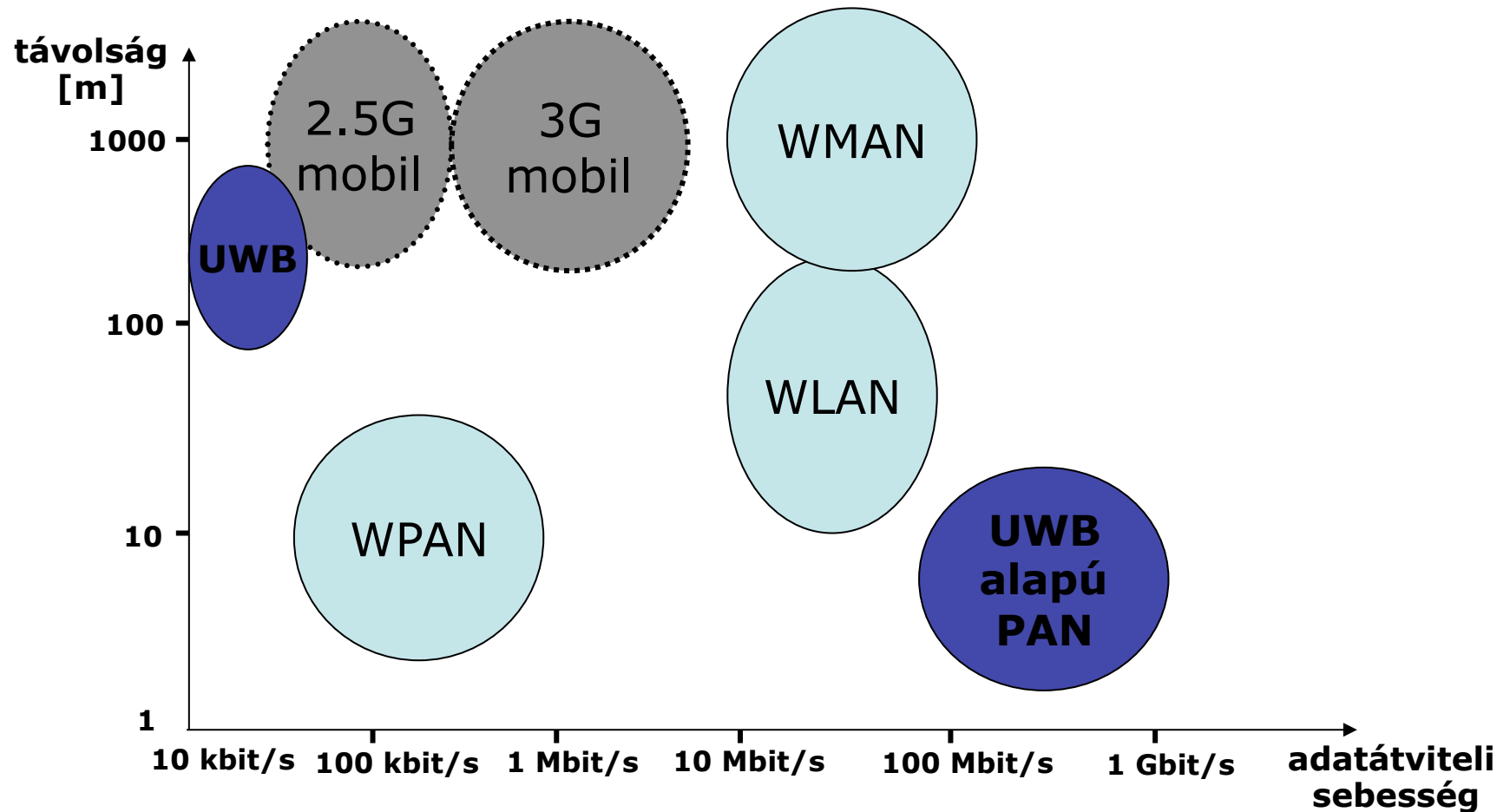
- Sávszélesség növelésével az adatátviteli sebesség lineárisan, míg a jel-zaj viszony növelésével csak logaritmikusan növekszik
- Konklúzió: „jobban megéri” a sávszélességet növelni, mint az SNR-t



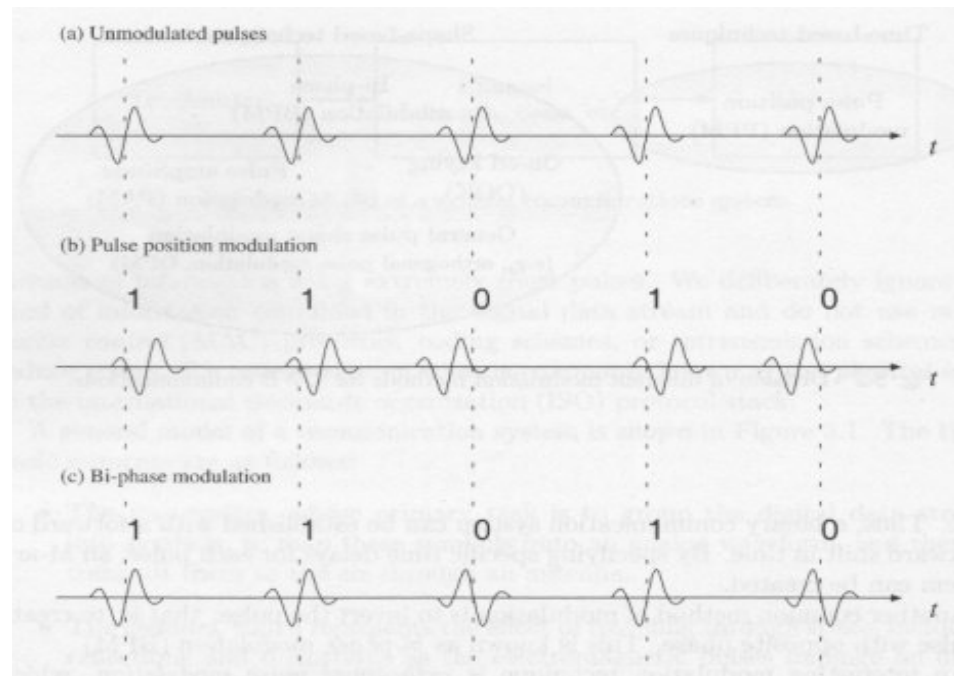
UWB (Ultra-Wideband)

- Nagy sávszélesség: min (>500 Mhz, sávközép+20%)
- Nincs vivő, igen rövid (pár ns), széles spektrumú impulzusok, kis teljesítmény
- Jelentős mértékben ellenáll a többutas terjedésnek
- FCC (USA) a 3,1...10,6 GHz-es sávban engedélyezi
- ETSI (Európa) hasonlóan
- Széleskörű elterjedésétől még évekre vagyunk

Az UWB helye – a kétféle UWB



- Time-based (idő-alapú)
 - UWB impulzusokat adott egyenlőközű időintervallumokhoz képest korábban, vagy késleltetve küldjük
 - egyszerű, de az impulzusok nanoszekundum pontosságú előállítása szükséges
- Shape-based (jelforma-alapú)
 - ellenfázisú impulzusokkal

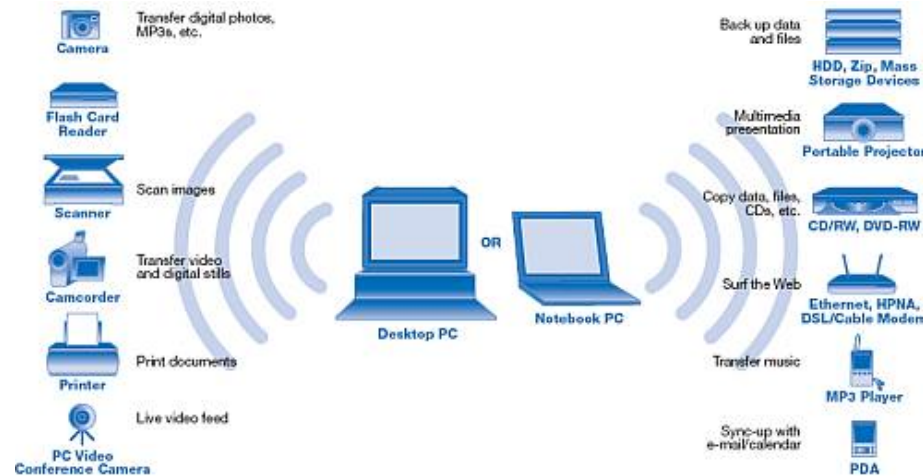


Adatátviteli sebesség

- Tipikus adatátviteli sebesség: 100 - 500 Mbps (~vezetékes Ethernet vagy az USB sebessége)
- Három szabványos adatátviteli sebesség létezik:
 - 110 Mbps 10 m-es minimális távolság esetén
 - 200 Mbps 4 m-es
 - 480 Mbps, ha kisebb
- Alacsony spektrális hatékonyság [b/s/Hz], de magas területi hatékonyság [b/s/m²]

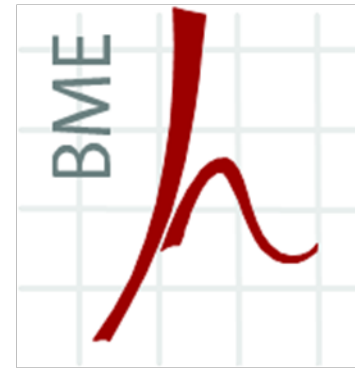
UWB alkalmazások

- Digitális Otthon
 - Wireless USB



- "Road Side Markers" (útszéli adóvevők)
 - információk az autósoknak pl. az időjárásról, az útviszonyokról vagy az aktuális útépitési munkálatokról
- "Through-the-wall Intrusion Sensor"
 - 1 W-os impulzusok segítségével képes érzékelni embereket akár több falon keresztül
- Eddig főleg katonai célokra használták

- Legnagyobb nehézség: az impulzusok sávközép-frekvenciájának és sávszélességének pontos kézben tartása
- WLAN sávval átlapolódnak
- Ha a távolság $> 50\text{cm}$ $\Rightarrow$ nem tapasztalható szignifikáns csökkenés az IEEE 802.11b csatorna jel-zaj viszonyában.
- Ha a távolság $< 50\text{cm}$ $\Rightarrow$ az IEEE 802.11b csatorna jel-zaj viszonya 10-15 dB-el csökken



WiMAX – IEEE 802.16

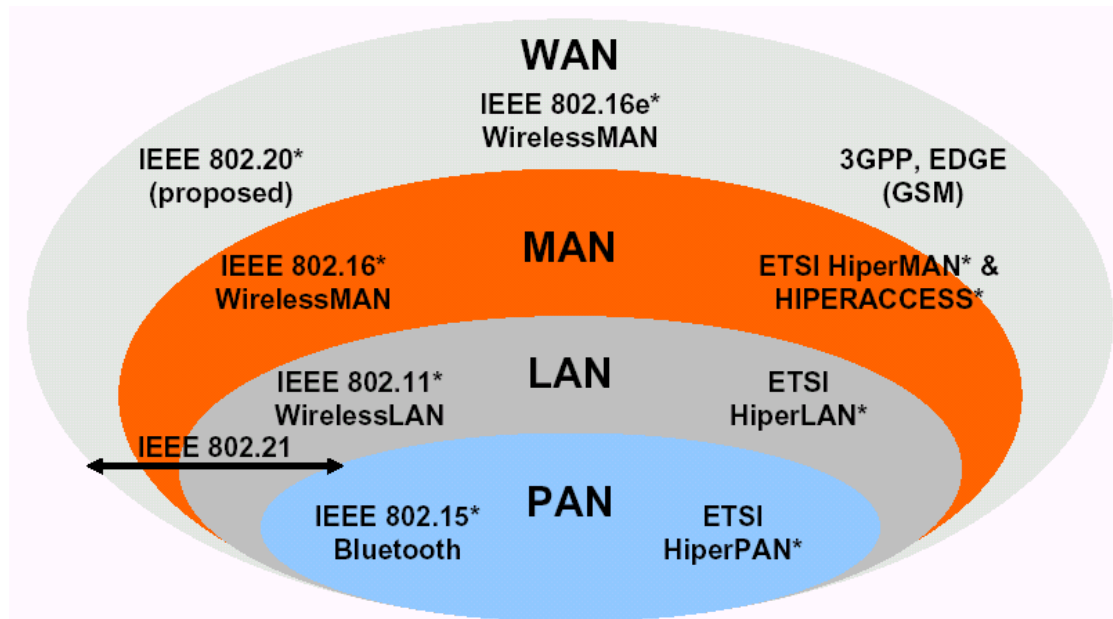
Egy WMAN technológia



2014.március 13.

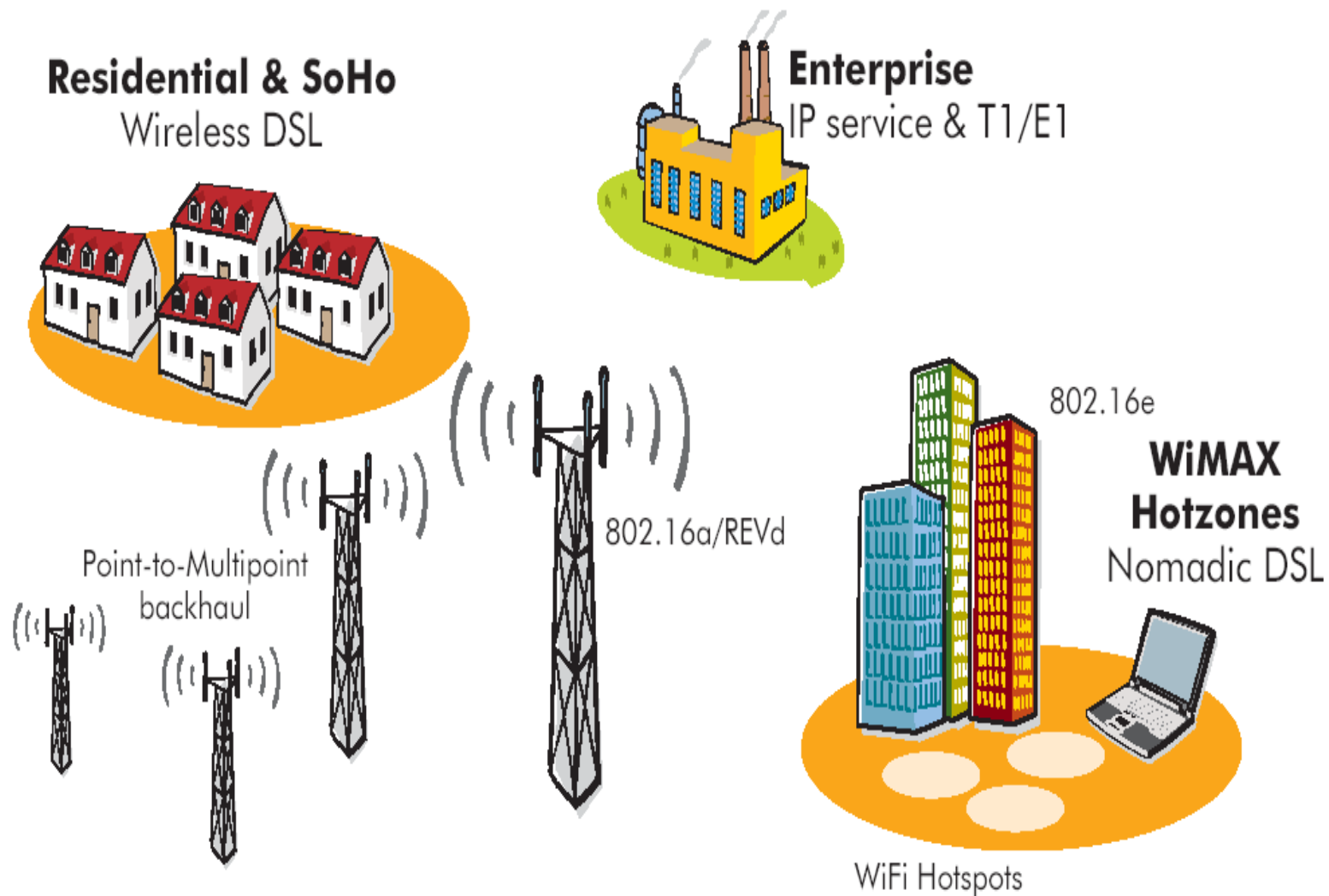
Nagyvárosi vezeték nélküli hálózat – WMAN és WiMAX

- WMAN – Wireless Metropolitan Area Network – IEEE 802.16
- **WiMAX - Worldwide Interoperability for Microwave Access**

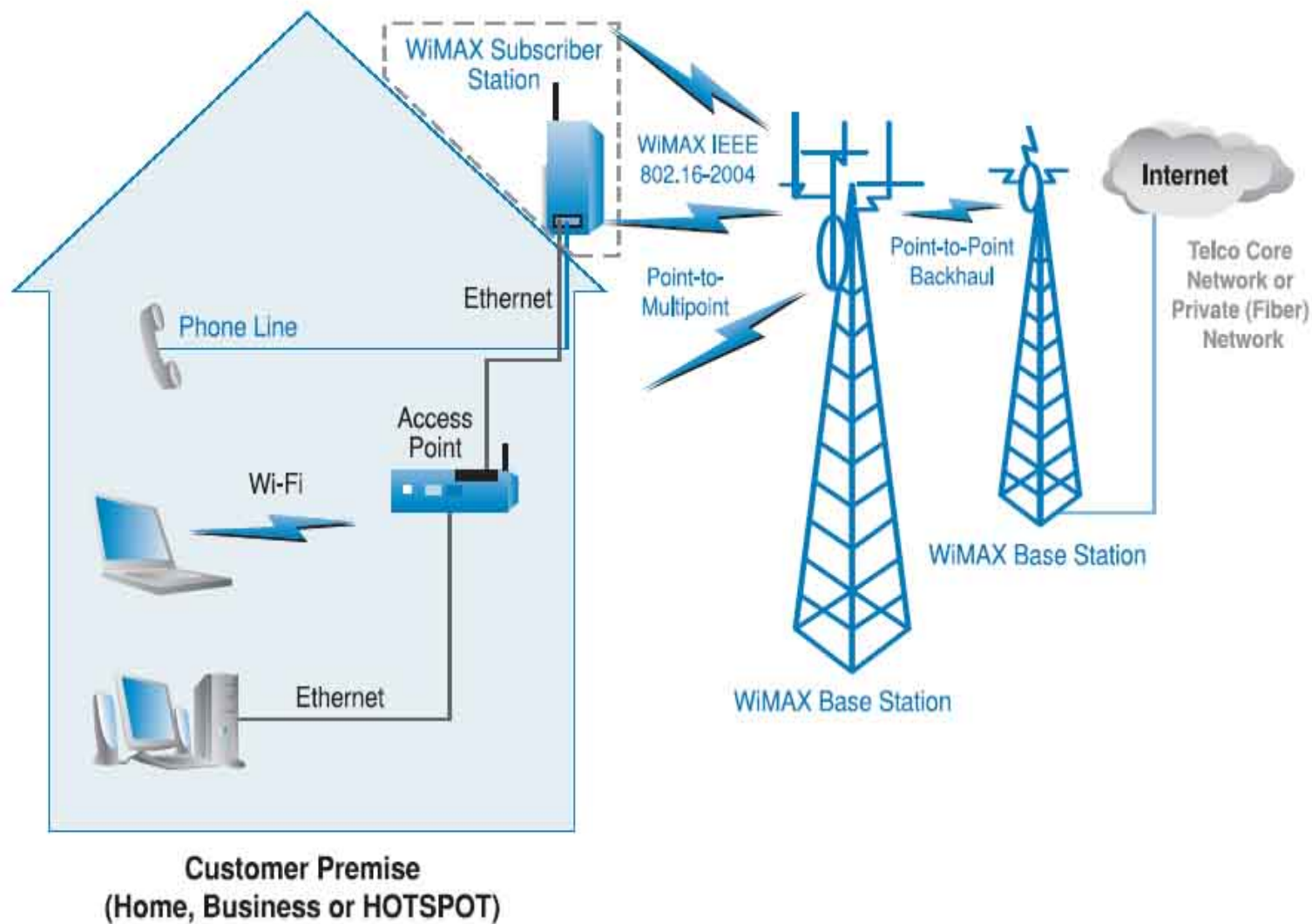


- WLAN: IEEE 802.11x
 - Wi-Fi – WiFi Alliance (Wi-Fi – „wireless fidelity” a Hi-Fi mintájára)
- WMAN: IEEE 802.16x
 - WiMAX – WiMAX Forum – „Worldwide Interoperability of Microwave Access”
- *Wi-Fi Alliance és WiMAX Forum: együttműködés a gyártók és a piac más szereplői között*
 - a technikák bevezetésére,
 - a szabványokkal való kompatibilitás tanúsítására
 - a különböző gyártók közötti együttműködés tanúsítására

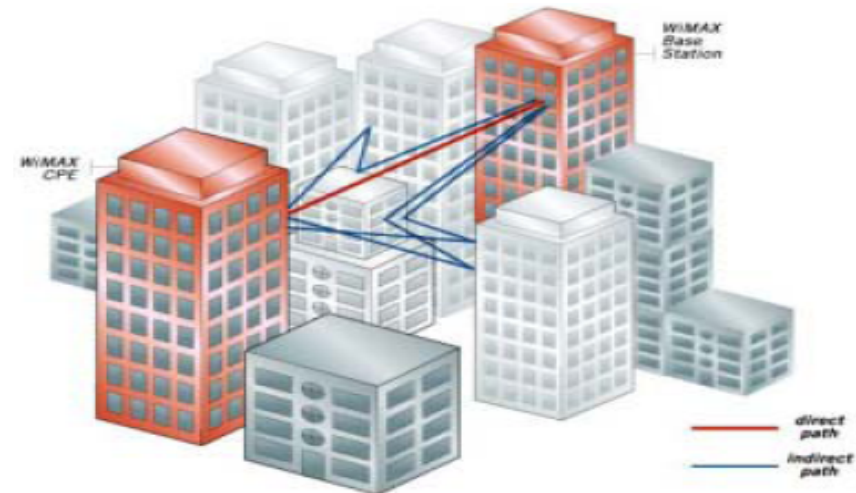
A WIMAX alkalmazási területei



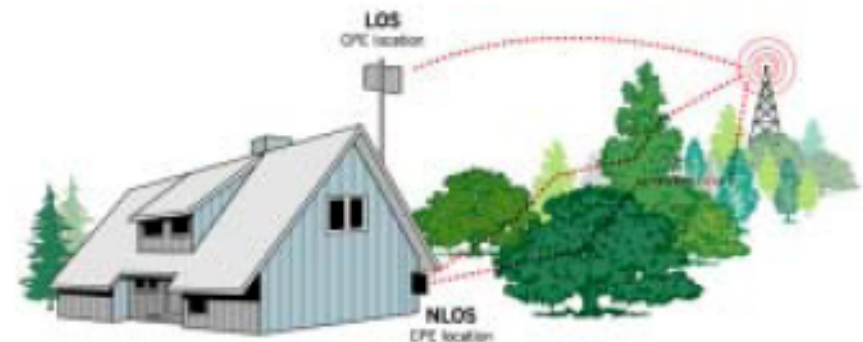
WIMAX alkalmazási területei: „hot zone”



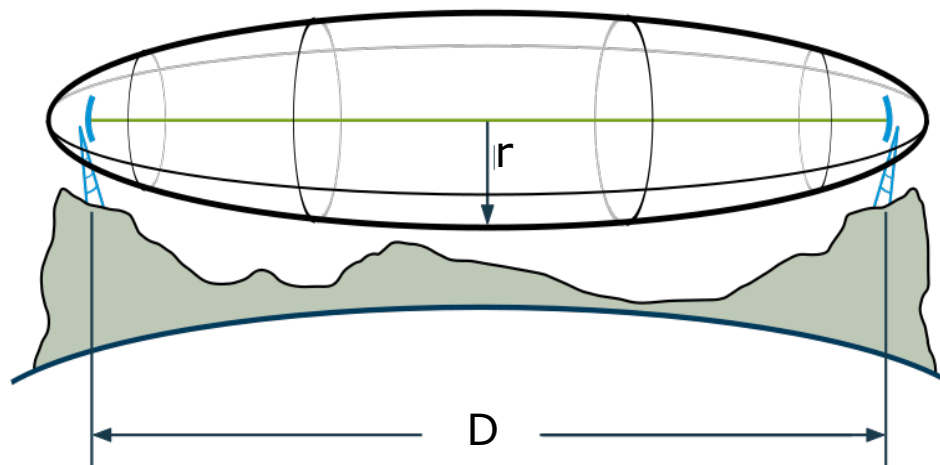
- LOS (line-of-sight)
 - Közvetlen rálátás
 - Nincs takarás a Fresnel-zónában
- NLOS (non-line-of-sight)
 - Nincs közvetlen rálátás (direkt jelút) csak reflektált hullámok
 - Így több jelút: többutas terjedés
- WiMAX-ban
 - speciális technikával a reflektált hullámok felhasználásával történik a vétel, ha nincs is direkt út (NLOS)



Közvetlen és többutas terjedés városi és rurális környezetben



Fresnel zóna *

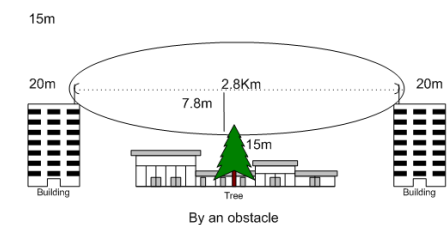
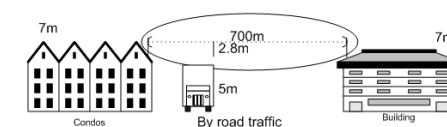
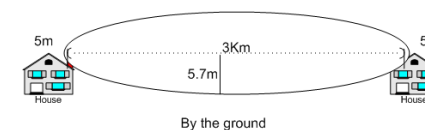
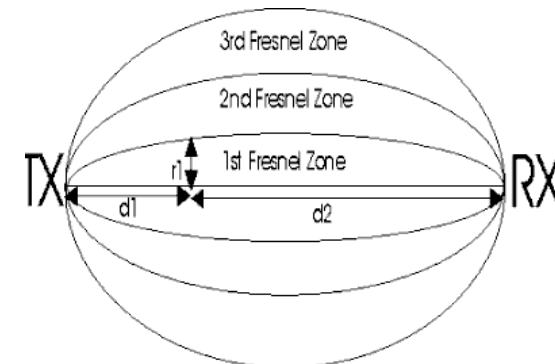


$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}}$$

r: Fresnel zóna sugara [m]

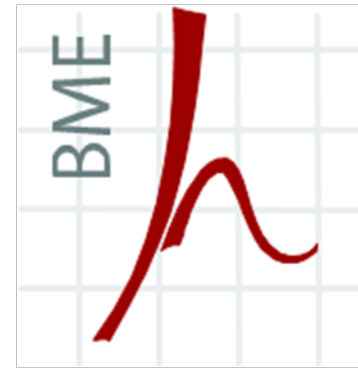
D: távolság [km]

f: frekvencia [GHz]



- „Fix” WiMAX
 - 802.16d, vagy IEEE 802.16-2004
 - OFDM

- „Mobil” WiMAX
 - 802.16e
 - +MIMO



A WIMAX működése

Fizikai és közeghozzáférési réteg

2014.március 13.

Fizikai réteg: OFDM

- Többvivős modulációs/multiplexálási technika
- A rendelkezésre álló sáv szélességet **alvivőkre** osztják
- A felhasználói adat soros-párhuzamos átalakítás és szimbólumformálás után
 - Külön alvivőkön kerül továbbításra
 - Ezeket alacsonyabb szimbólumsebességű moduláció
- **Adaptív moduláció:**
 - BPSK-QPSK-16QAM-64QAM

- A WLAN-al ellentétben: **ütemező algoritmus**
- Csak egyszer kell versenyezni, utána minden állomásnak a bázisállomás fog időrést biztosítani
- Időrés csökkenhet-nőhet, de csak az adott felhasználó használhatja
- Így lehet QoS-t is biztosítani
 - pl. VoIP-ot előnyben részesíteni a web böngészéssel szemben
- **Beengedés-szabályozás**: biztosítja, hogy az új adatfolyam ne rontsa a meglévők minőségét

- Engedélyköteles:

- 2,500-2,690 GHz (MMDS) – csak USA
- 3,410-3,600 GHz (ETSI) – csak EU

Szolgáltatás
minősége
garantálható

- Engedélymentes:

- 5,725-5,850 GHz (U-NII)
 - Egyelőre katonai célokra használt

QoS nem
garantált

- Automatikus teljesítményszabályozás (TPC)
ajánlott

Wi-Fi - WiMAX összevetés

Table 4- Comparison of WiMax and Wi-Fi Technologies			
	WiMax (802.16a)	Wi-Fi (802.11b)	Wi-Fi (802.11a/g)
Primary Application	Broadband Wireless Access	Wireless LAN	Wireless LAN
Frequency Band	Licensed/Unlicensed 2 G to 11 GHz	2.4 GHz ISM	2.4 GHz ISM (g) 5 GHz U-NII (a)
Channel Bandwidth	Adjustable 1.25 M to 20 MHz	25 MHz	20 MHz
Half/Full Duplex	Full	Half	Half
Radio Technology	OFDM (256-channels)	Direct Sequence Spread Spectrum	OFDM (64-channels)
Bandwidth Efficiency	≤5 bps/Hz	≤0.44 bps/Hz	≤2.7 bps/Hz
Modulation	BPSK, QPSK, 16-, 64-, 256-QAM	QPSK	BPSK, QPSK, 16-, 64-QAM
FEC	Convolutional Code Reed-Solomon	None	Convolutional Code
Encryption	Mandatory- 3DES Optional- AES	Optional- RC4 (AES in 802.11i)	Optional- RC4 (AES in 802.11i)
Access Protocol - Best Effort - Data Priority - Consistent Delay	Request/Grant	CSMA/CA	CSMA/CA
	Yes	Yes	Yes
	Yes	802.11e WME	802.11e WME
	Yes	802.11e WSM	802.11e WSM
Mobility	Mobile WiMax (802.16e)	In development	In development
Mesh	Yes	Vendor Proprietary	Vendor Proprietary

A WiMAX összefoglalása

- „Wi-Fi nagyban”
 - Eddiginél nagyobb adatsebesség (~70 Mbit/s)
 - Nagy távolságok (~50 km) áthidalása

- Minőségi különbségek
 - Közvetlen rálátás nélkül is jól működik
 - QoS-támogatás

Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Dr. Simon Vilmos

docens

BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

svilmos@hit.bme.hu