

Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland
BME TMIT

2016. március 22.



Önkormányzati WiFi hálózatok

- Sok amerikai városban tervezn(/t)ek önkormányzati forrásokból a város teljes területét lefedő WiFi hálózatot létrehozni
 - Los Angeles, Boston, Philadelphia, stb.
 - Budapesten is?
- Sokan ellenzik az ötletet
 - Sokba kerül, az adófizetők pénzéből
 - Az önkormányzati források szűkösek, sok mást lehetne csinálni a pénzzel
 - A technológia hamar elavulhat, anélkül hogy a befektetés megtérülne
 - Rossz hatással lenne a helyi, kis szolgáltatókra
 - Sokak szerint gazdasági fellendülést hozhat egy városnak a WiFi lefedettség
 - A közvetlen kapcsolat nem bizonyított
- B. Cox, et. al, "Not In The Public Interest - The Myths of Municipal Wi-Fi Wireless Networks, Why Municipal Schemes To Provide Wi-Fi BroadBand Services Are Ill-Advised, " New Millennium Research Council, Wash. D.C. Feb. 2005.
http://www.heartland.org/custom/semod_policybot/pdf/17737.pdf

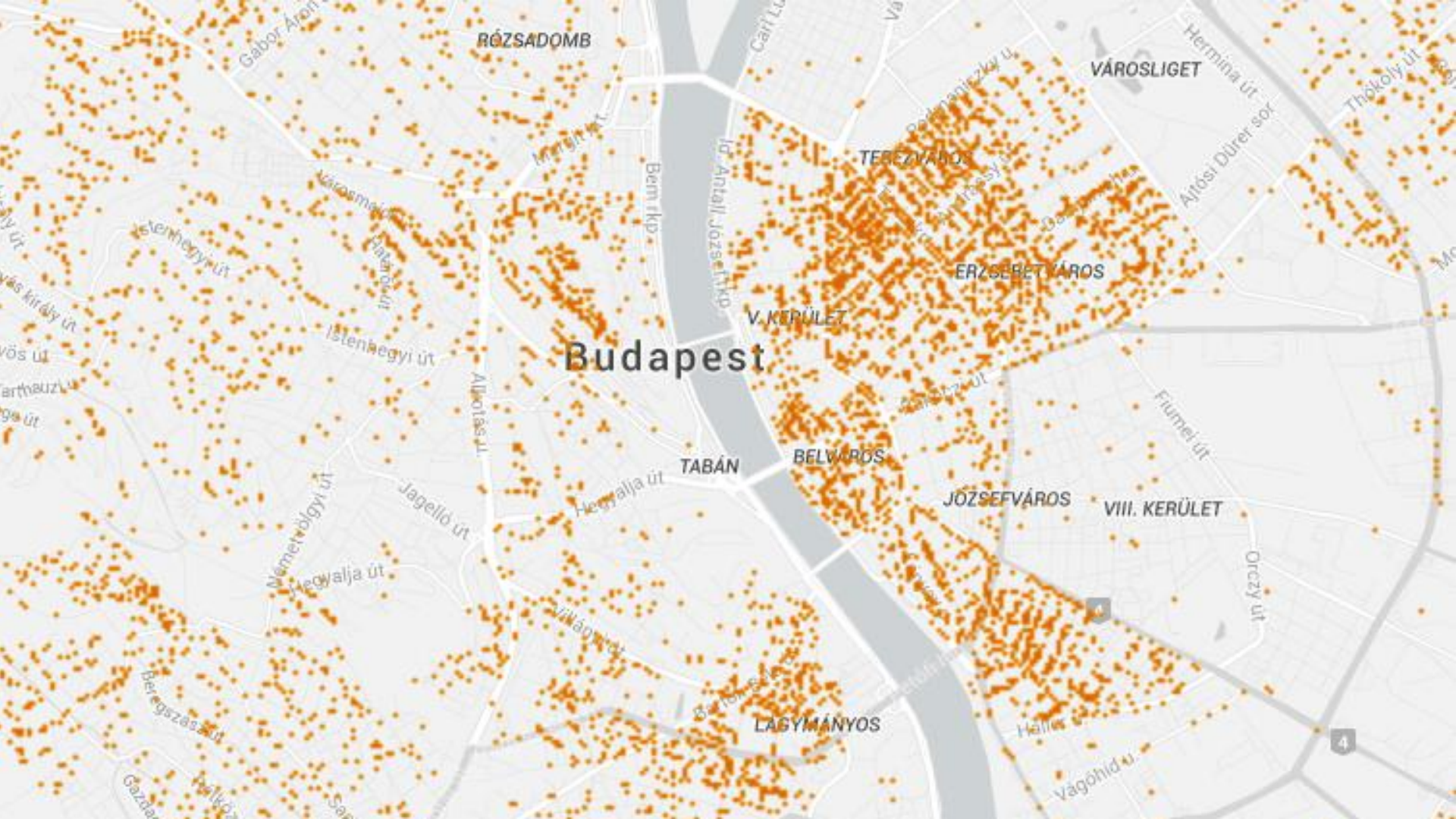
P2P alapú WiFi hálózat

- Központosított, egységes rendszer helyett bízzuk a felhasználókra
 - Pl. a FON nevű spanyol cég kezdeményezése
 - A Google és a Skype támogatásával (21.7 millió dollár, 2006 február)
 - Miért fizess egy hotspot-os hozzáférésért, ha már otthon van egy előfizetésed ?
- Speciális WiFi router (La Fonera)
 - Kezdetben 5 \$ vagy 5 €, ma már 39.95 €
 - Cserébe aktiválni kell a FON szolgáltatást
 - Meg kell osztani a hozzáférést

FON

- Három fajta FON felhasználó
 - Linus
 - A saját vezetékes internet hozzáférését kibővíti egy mini hotspottal
 - Ha azt megosztja, ő is ingyenesen hozzáfér a többi peer hotspotjához
 - Alien
 - Nem tudja/akarja megosztani a hozzáférését, de használni akarja a FON hálózatot
 - Alkalmi felhasználó, fizetni fog
 - Bill
 - Olyan felhasználó, akit nem érdekel az ingyenes roamingolás
 - Megosztja a hozzáférését, de roamingolás helyett pénzt kap cserébe
 - Az ő hozzáférését használó Alien-ek által fizetett összeg felét
 - **2014 óta nem támogatott**





Budapest

P2P alapú WiFi hálózat

- Az Internet szolgáltatók nem fognak örülni
 - Általában nem engedélyezik a megosztást
 - Ha megosztom a szomszédommal, elesnek egy potenciális előfizetőtől
 - Még kevésbé szeretik ha valaki „viszonteladó” lesz (Bill)
 - Lehet hogy mégis megérné nekik
 - Kaphatnának egy részt a bevételből
 - Minden peer amúgy is fizetne a vezetékes hozzáférésért amit megoszt
 - Annál hatékonyabb, minél több előfizető – **ma több tízmillió**
 - UPC wi-free – 400.000 felhasználó Magyarországon
 - » Több millió néhány más Európai országban
 - Biztonsági kérdések
 - Ki a felelős az esetleges illegális letöltésekért a WiFi routeremen keresztül?
 - Két külön jel, az egyik saját, a másik publikus

A kaotikus hálózatépítés hátrányai

- Több „kaotikus” módon létrehozott hotspot összekötése
 - Nem egy tervezett hálózat
 - Néhol nagyon sűrű, máshol gyér
 - Interferenciák a sűrűn lehelyezett AP-k között
 - Az AP-kat nem konfigurálják ezek minimalizálására
 - Nem egy menedzselte hálózat
 - A hotspotok menedzselése, karbantartása nincs összehangolva
 - SSID, biztonsági intézkedések, AP-k elhelyezése, teljesítményszabályozása
 - Legtöbbször az alapbeállításokat használják pl. a csatornaválasztásnál
 - Legtöbbször az 6-os csatornán
 - Egy önmenedzselő megoldás nagyban javítaná a hozzáférés minőségét

Bluetooth

- II. Harald Blaatand („Kékfogú”)
 - i.sz. 940 – 981
 - Viking király, egyesítette Dániát és Norvégiát
- Ericsson kezdeményezés (1994)
 - Összekötni mobiltelefonokat más eszközökkel vezeték nélküli kapcsolaton
 - Rövid hatósugarú, kis teljesítményű, olcsó rádiós adó-vevők
- SIG – Special Interest Group
 - Ericsson, IBM, Intel, Nokia, Toshiba
 - Ma > 25.000 cég tagja a csoportnak



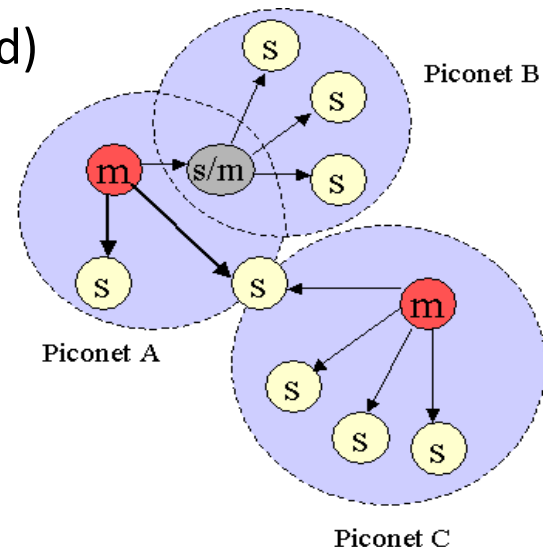
Bluetooth

- Eredeti cél – megszabadulni a kábelektől
 - PAN – Personal Area Network
 - Környezetünkben, egymáshoz közel elhelyezkedő eszközök hálózata
 - Betört a vezeték nélküli helyi hálózatok (WLAN) területére is
 - Versenytársa lett az IEEE 802.11-nek
- Bluetooth SIG specifikáció – 1999
 - 1500 oldalas doksi
 - Mindennel foglalkozik, a fizikaitól az alkalmazási rétegig
- IEEE 802.15.1 szabvány (2002)
 - Csak a fizikai és adatkapcsolati réteg
 - Ma már nem használják

Bluetooth hálózat

- **Piconet**

- egy mester (master) és max. 7 szolga csomópont (slave)
 - Szolgák 10 méteres távon belül a master-től
- Több piconet alkothat egy **scatternet**-et (szórt hálózat)
- Az aktív szolgák mellett legfeljebb 255 várakozó (parked) csomópont
 - A mester alacsony teljesítményű állapotba vitte őket
 - Kímelik az akkumulátort
 - Semmit nem csinálnak, csak a mester aktiválására várnak
- Más állapotok
 - Hold – tartás
 - Sniff – szimatolás



Bluetooth hálózat

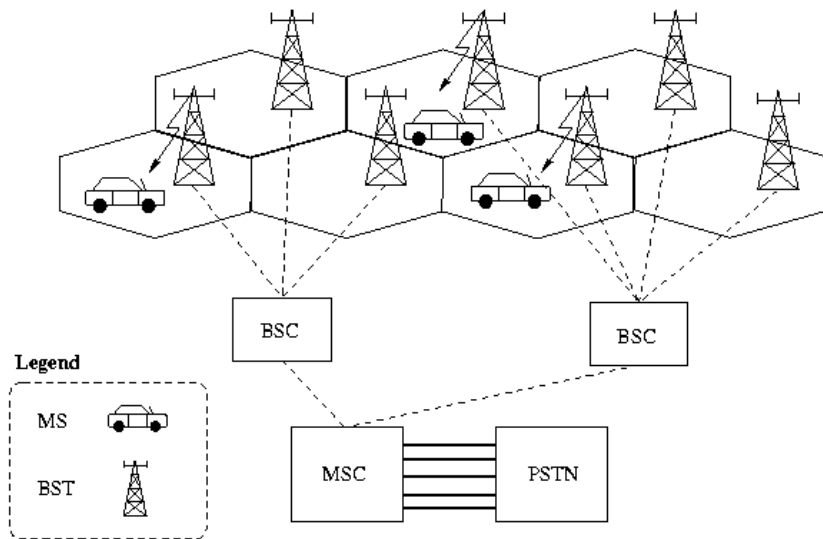
- Az architektúra lényege hogy olcsó legyen
 - 1 dollár alatt egy Bluetooth chip
 - Buta szolgák, azt csinálják amit a mester mond
 - Piconet – frekvenciaosztásos multiplexelés – FHSS
 - A mester vezérli az órát, kiosztja az időszeleteket ($625\ \mu\text{s}$)
 - A csomagok 1, 3 vagy 5 szelet hosszúak lehetnek
 - A mester páros szeletekben küld, páratlanokban fogad (TDD)
 - A szolgák fordítva
 - Egy mester az egyik piconet-ben lehet slave a másokban

Egymást zavaró technológiák

- Nem csak a közeli 802.11b eszközök zavarják egymást
- A Bluetooth és a 802.11b ugyanazt a 2.4 GHz-es ISM sávot használja
 - Az FHSS-t használó rendszerek (pl. Bluetooth) ki tudják szűrni a zavart frekvenciasávokat
 - Úgy állítják be a frekvenciaugratást hogy ne legyen gond
 - A DSSS-t használó megoldások (pl. 802.11b) érzékenyebbek
 - Minél hosszabb a csomag, annál nagyobb a valószínűsége, hogy egy FHSS eszköz „beugrik” a frekvenciatartományba
 - Az RTS/CTS sem zárja ki a zavarást
 - Egy lefoglalt adósávba is „beugorhat” egy Bluetooth eszköz

Cellás rendszerek

- A cellás rendszerek elemei:
 - Mobil állomás (MS)
 - Bázis állomás (BS, BST)
 - Bázisállomás vezérlő (BSC)
 - Kapcsolóállomás (MTSO, MSC)
 - Mobile Telephone Switching Office
- A lefedett terület cellákra osztva
 - Minden cellának saját bázisállomása
 - Minden cellának saját frekvenciatartománya
 - A szomszédos cellák más frekvenciákon
 - Elkerüljük az interferenciákat
 - Nem szomszédos cellák használhatják ugyanazt a frekvenciát
 - Cella újrahasznosítás (Cell-reuse)



A cellás rendszerek fejlődése

- **1G rendszerek**

- Analóg kommunikáció, csak hangátvitel
 - AMPS – Advanced Mobile Phone System
 - USA, 800 MHz, 1983, Bell Labs
 - » FDMA – minden hívás külön dedikált frekvencián
 - TACS – Total Access Communication System
 - UK, 900 MHz, 1985, Vodafone



A cellás rendszerek fejlődése

- **2G rendszerek**

- Digitális hang és adatátvitel

- **D-AMPS – Digital AMPS**

- Az USA-ban és Kanadában használták
 - Úgy tervezték, hogy kompatibilis legyen az AMPS-el
 - TDMA az AMPS csatornákon
 - 800 MHz-en (IS-54) és 1900 MHz-en (IS-136) is működött

- **CDMAOne – Code Division Multiple Access**

- IS-95 szabvány, az USA-ban használták a D-AMPS versenytársaként
 - Sprint (CDMAOne) vs. AT&T Wireless (D-AMPS)

A cellás rendszerek fejlődése

- **2G rendszerek**

- **GSM – Global System for Mobile Communication**

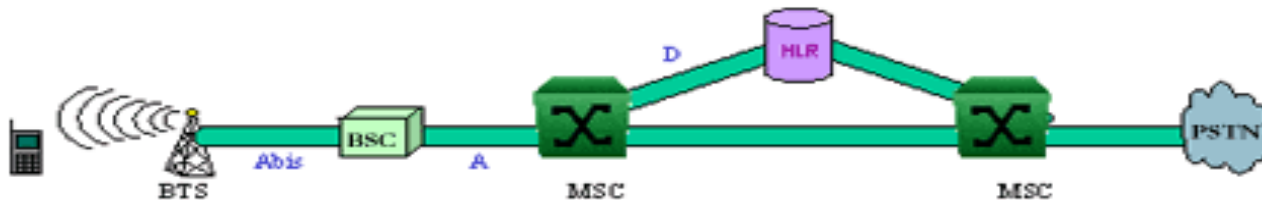
- Eredetileg európai megoldás, ma már globális rendszer
 - SINTEF – Torleiv Maseng
 - 1991 – az első hálózat



- 850/900/1800/1900 Mhz-en
 - 9,6 Kbps
 - A D-AMPS-hez hasonlóan FDM-et és TDM-et használ
 - A spektrumot csatornákra, a csatornákat időszeletekre bontjuk

A GSM hálózat elemei

- **BTS (Base Transciever Station) – Bázisállomás**
 - Rádiós kapcsolatot tart fenn a cellájában tartózkodó mobil állomásokkal
- **BSC (Base Station Controller) – Bázisállomás Vezérlő**
 - Konfigurálja és vezérli a rádiós interfészt, kezeli a frekvenciákat és a cellaváltást (két BTS között)
 - Lehet fizikailag a BTS-ben elhelyezve
- **MSC (Mobile Switching Center) – Mobil kapcsolóközpont**
 - Összeköti a GSM hálózatot a PSTN hálózattal
 - Kezeli a hitelesítést, helymeghatározást, cellaváltást (két BSC között), stb.
- **HLR (Home Location Register) – Honos Előfizetői Helyregiszter**
 - Adatbázis a felhasználókról és jogosultságaikról



A cellás rendszerek fejlődése

- **2.5G rendszerek**

- Digitális adatátvitel, nagyobb sebesség
 - A 2G hálózatokra épülő overlay infrastruktúra
- **GPRS – General Packet Radio System**
 - A GSM vagy D-AMPS hálózatra épülő csomaghálózat
 - Hatékonyabb csatornakihasználás, olcsóbb számlázás
 - Nem idő- hanem forgalomalapú
 - Csomagkapcsolt, nem áramkörkapcsolt
 - 56 - 114 Kbps sebesség

A cellás rendszerek fejlődése

- **2.5G rendszerek - GPRS**

- FDD + TDMA

- A felhasználó kap egy uplink és downlink frekvencia (csatorna) párt
 - Hagyományos TDM helyett statisztikus multiplexálás
 - » Hatékonyabb kihasználás, nagyobb átviteli sebesség
 - Fix hosszúságú csomagok
 - Downlink irányban first-come first-served
 - Uplink irányban Reservation-Aloha (-szerű)
 - » Javított Slotted-Aloha
 - » A megszerzett időszeletet ugyanaz használhatja, amíg van adat

A GPRS hálózat

- A BSC szétválasztja a csomagkapcsolt adatforgalmat és az áramkörkapcsolt hangforgalmat
- Kiegészítő elemek:
 - **SGSN (Serving GPRS Support Node)**
 - Kezeli a mobilitást, titkosítja és tömöríti az adatforgalmat
 - **GGSN (Gateway GPRS Support Node)**
 - Edge router a GPRS hálózatban
 - A bejövő IP csomagokat a megfelelő SGSN felé irányítja
 - Tűzfal és NAT funkciók, hitelesítés, számlázás, IP címkiosztás



A cellás rendszerek fejlődése

- **2.75G rendszerek**
 - **EDGE – Enhanced Data Rates for GSM Evolution**
 - 2003-ban vezették be az USA-ban
 - A GSM frekvenciákat támogatja (900/1800/1900 MHz)
 - Teljes GSM kompatibilitás a hálózat belsejében
 - A bázisállomásokat le kell cserélni
 - **Nagyobb sebesség**
 - A csatorna minőségétől függően más adatsebesség és más moduláció
 - A GSM/GPRS GMSK modulációt használ
 - Az EDGE emellett 8PSK modulációt is használ jó csatornaminőség esetén
 - » Elméleti max. sebesség 59,2 kbps / slot
 - » Elméletileg max. 8 slot – 473,6 kbps
 - Inkrementális redundancia
 - Újra küldés helyett több redundancia, ha szükséges

A cellás rendszerek fejlődése

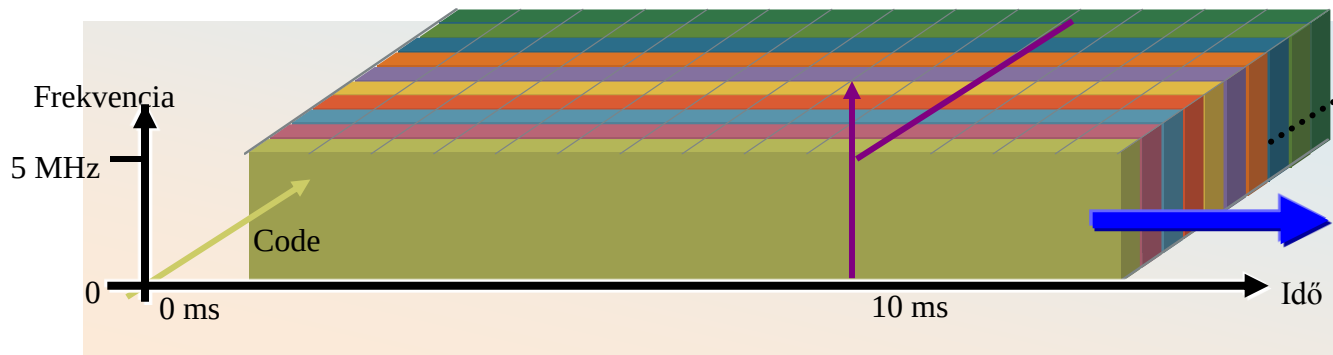
- **3G rendszerek**

- Az adatforgalom átveszi a vezető szerepet a hang felett, a mobil eszközökön is
 - Vezeték nélkül telefonálni, zenét hallgatni, filmet nézni és nagysebességen internetezni ugyanazon a mobiltelefonon
- ITU tervezet már 1992-ben
 - IMT-2000 – International Mobile Telecommunication
 - 2000-re tervezték, 2000 Mhz-en, 2 Mb/s-os sebességgel
- **UMTS – Universal Mobile Telecommunication System**
 - W-CDMA – Wideband CDMA
 - UMTS Forum, EU támogatás
 - FDD és TDD kombinációja
 - FOMA – NTT DoCoMo (2001)
 - Az első W-CDMA rendszer
 - Az elején nagy készülékek, rövid akkumulátor élettartam
 - 2007-ben 40 millió előfizető
- **CDMA2000**
 - Qualcomm javaslat, az IS-95 kiterjesztése

W-CDMA hozzáférési séma (FDD-ben)

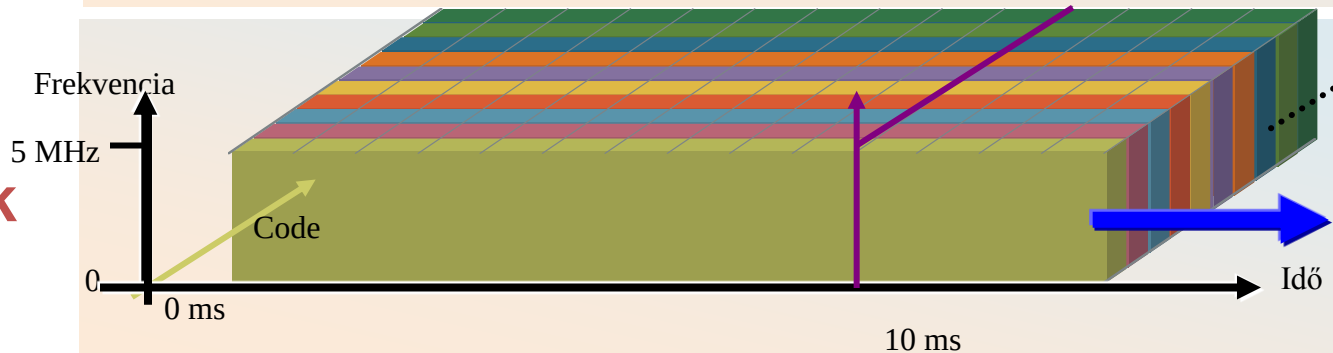
Uplink

1920 - 1980 MHz



Downlink

2110 - 2170 MHz

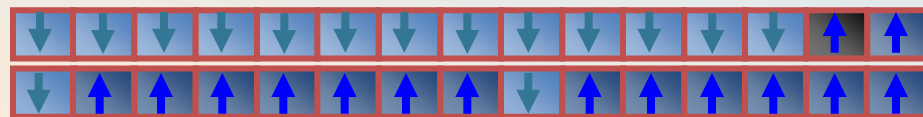
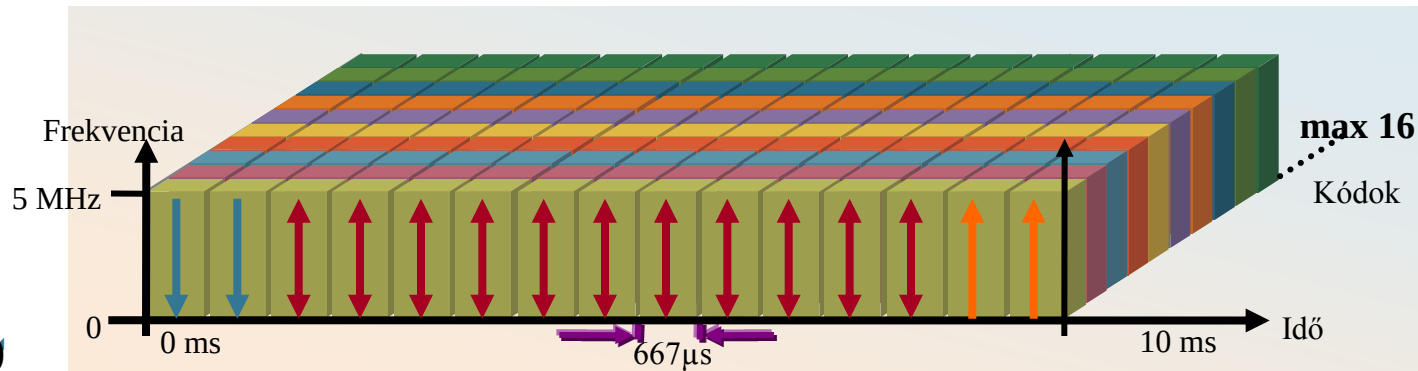


TD-CDMA hozzáférési séma (TDD-ben)

Uplink (↑)

Up-or
Downlink
(↑)(↓)

Downlink (↓)

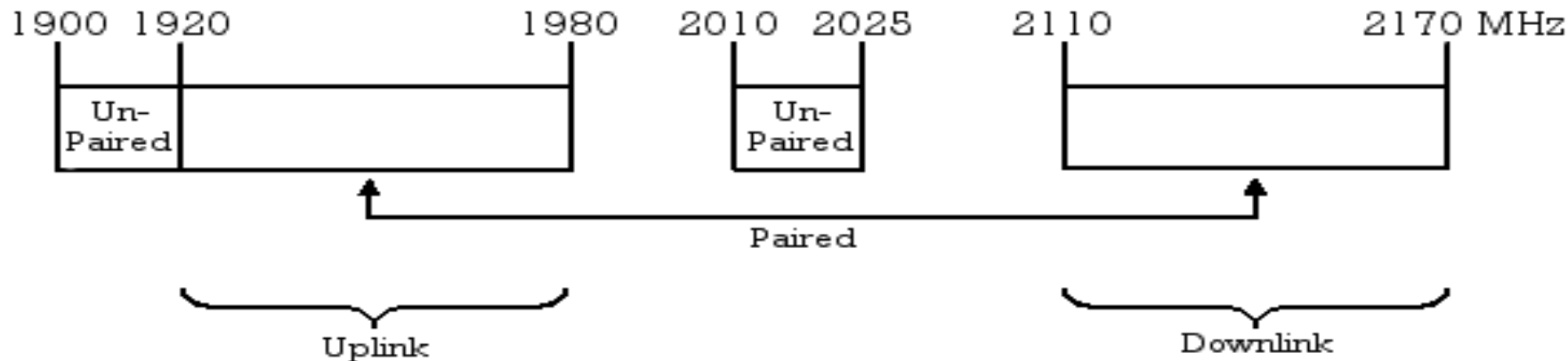


13 : 2

2 : 13

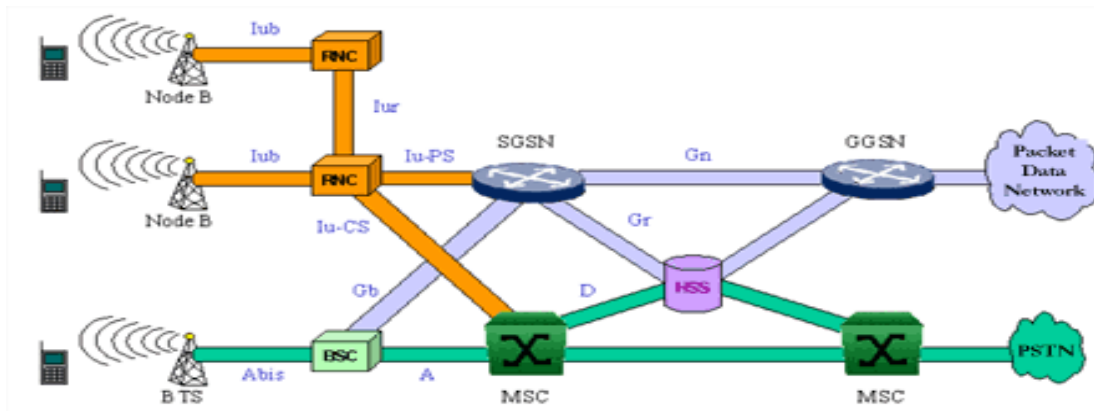
Aszimmetrikus

UMTS spektrumkiosztás Európában



Az UMTS hálózat

- Minden UMTS cellát egy **Node B** szolgál ki
 - Rádiós kapcsolat a mobil eszköz és az UMTS hálózat között
- **RNC (Radio Network Controller)**
 - Ellenőrzi a rádiós erőforrások kihasználását és megbízhatóságát
- **HSS (Home Subscriber Server)**
 - Több szükséges adatbázisfunkciót kezel: HLR, DNS, stb.
- Az UMTS hálózat kompatibilis a GSM hálózatokkal
 - Fokozatos kiépítést tesz lehetővé, egy GSM hálózat mellett



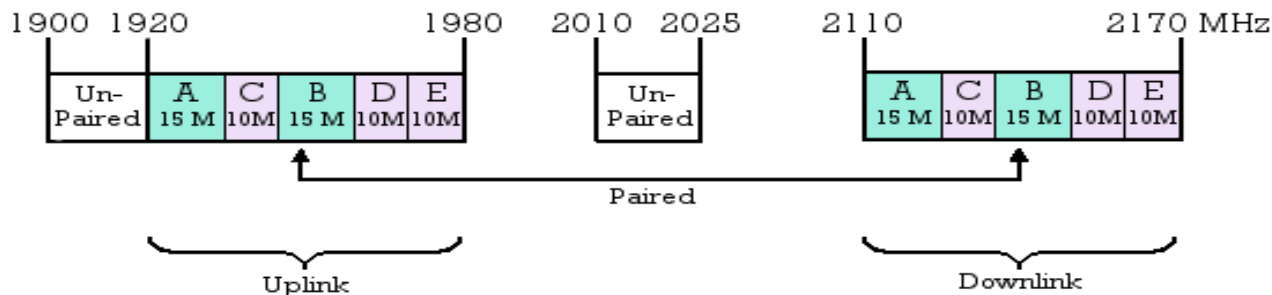
3G koncessziós eljárások

- Spektrumkiosztás az operátorok között
- Koncessziós eljárások:
 - Árverés
 - Ki ígér többet a spektrumért
 - „Szépségverseny”
 - Beauty contest, comparative bidding
 - A kormány egy kiépítési és üzemeltetési tervet kér az operátoroktól
 - Hány új munkahely létesül?
 - Milyen szolgáltatások lesznek elérhetőek, hol, mikor mennyiért?
 - Mennyire lesz elérhető a vidéki előfizetőknek?
 - Az a fontos, melyik pályázat jobb az államnak, nem az, hogy ki fizet többet
 - Vegyes, hibrid módszerek

3G koncessziós eljárások

- UMTS engedélyezés – UK
 - 5 engedély meghirdetése
 - Egyidejű, párhuzamos árverés
 - Dedikált sáv az új belépők számára
 - Árverési összbevétel: ~ 38,5 Md EUR !!! (22,5 Md GBP)

Licence Name	Frequencies	Winner	Final Amount Bid
Licence A (reserved for a new entrant to the industry)	2x15 MHz paired spectrum plus 5 MHz unpaired spectrum	Hutchison 3G	£4,384,700,000
Licence B	2x15 MHz paired spectrum	Vodafone	£5,964,000,000
Licence C	2x10 MHz paired spectrum plus 5 MHz unpaired spectrum	BT	£4,030,100,000
Licence D	2x10 MHz paired spectrum plus 5 MHz unpaired spectrum	One2One	£4,003,600,000
Licence E	2x10 MHz paired spectrum plus 5 MHz unpaired spectrum	Orange	£4,095,000,000



UMTS engedélyezés

- Németország
 - 6 engedély meghirdetése
 - Árverési összbevétel: ~ 51 Md EUR !!!
 - Nyertesek:
 - T-Mobil (DT)
 - Mannesmann Mobilfunk (Vodafone – D2)
 - Group 3G (Sonera + Telefonica)
 - E-Plus Hutchison (KPN + NTT + Hutchison)
 - Mobilcom Multimedia (Mobilcom + FT)
 - Viag Intercom (BT + Viag + Telenor)
- Olaszország
 - 5 engedélyre 6 jelentkező
 - 14,6 Md EUR árverési összárbevétel (10 licitkör!)

UMTS engedélyezés

- „Skandináv modell” – Svédország, Finnország
 - Szépségverseny (pénzügyi, technikai háttér vizsgálata)
 - Engedélyezési díj mellőzése (forgalom utáni befizetés)
 - Svédország – Telia „malőr”
 - A Telia nem nyert a versenyen, pedig 70%-ban állami tulajdon!!
- Ibéria – Spanyolország, Portugália
 - A skandináv modell adaptálása, jelképes engedélyezési díj, éves befizetés
- Magyarország
 - Mindhárom mobilszolgáltató kapott UMTS licenszet
 - T-Mobile, Pannon, Vodafone
 - 52.5 milliárd forint

Engedélyezési díjak

	<u>időpontja</u>	<u>tipus</u>	<u>száma</u>	<u>összbevétel</u>
Anglia	2000.04		A	5 ~ 38.5 Md EUR
Hollandia	2000. 07		A	5 2,7 Md EUR
Németország	2000. 08		A	6 ~ 51 Md EUR
Olaszország	2000.10		A	5 ~14,6 Md EUR
Ausztria	2000.11		A	6 ~830 m EUR
Svájc	2000.12		A	4 ~130 m EUR
Franciaország	2001.05		B	2 ~1,2 Md EUR
Spanyolország	2000.03		B	4 520 m EUR
Portugália	2000.12		B	4 400 m EUR
Belgium	2001.03		A	3 450 m EUR
Dánia	2001.		A	4 490 m EUR

A – Árverés

B - Szépségverseny

4G rendszerek

