

Távközlő hálózatok és szolgáltatások

Mobiltelefon-hálózatok

Németh Krisztián

BME TMIT

2009. okt. 28.



A tárgy felépítése



- p 1. Bevezetés
- p 2. IP hálózatok elérése távközlő és kábel-TV hálózatokon
- p 3. VoIP
- p 4. Kapcsolástechnika
- p 5. Mobiltelefon-hálózatok ←
- p 6. Forgalmi követelmények, hálózatméretezés
- p 7. Jelátviteli követelmények, kodekek
- p 8. Jelzésátvitel
- p 9. Hálózati szolgáltatások (Henk Tamás)
- p 10. Gerinchálózati technikák (Cinkler Tibor)
- p 11. Távközlő rendszerek telepítése és üzemeltetése (Cinkler Tibor)

Mobil távközlő hálózatok

p Mobiltelefon-hálózatok áttekintése



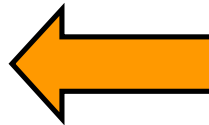
p Első generációs mobiltelefon-hálózatok



p GSM (2G)



p UMTS (3G)



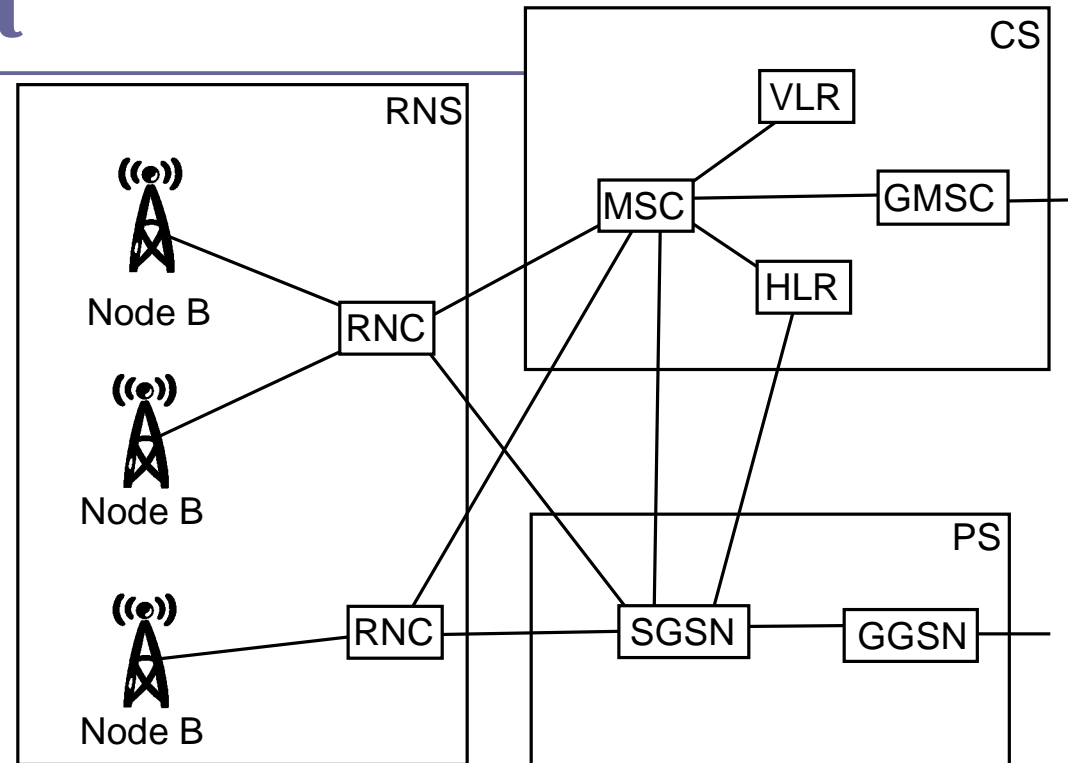
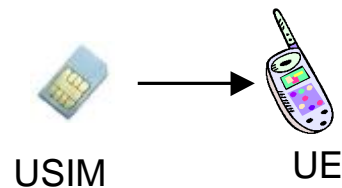
p Műholdas mobil információközlő hálózatok



p Mobil, zárt célú hálózatok



Az UMTS hálózat



UE: User Equipment

USIM: UMTS SIM

Node B: mint a bázisállomás GSM-ben

RNC: Radio Network Controller, Rádiós hálózati vezérlő (mint a bázisállomás-vezérlő GSM-ben)

RNS: Radio Network Subsystem, Rádiós hálózati alrendszer

MSC, HLR, VLR: mint GSM-ben

GMSC: Gateway MSC: MSC és egyben átjáró más hálózatok felé (pl. ISDN)

CS: Circuit Switched, áramkörkapcsolt alrendszer

SGSN: Serving GPRS Support Node, csomagkapcsolást végez

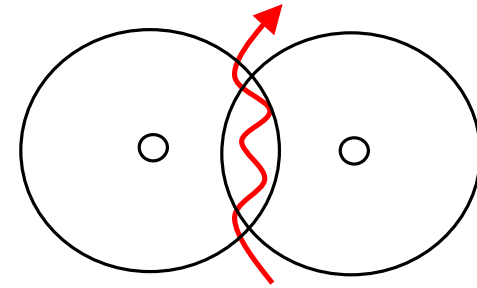
GGSN: Gateway GPRS Support Node, csomagkapcsolást végez és egyben átjáró más hálózatok felé (pl. Internet)

PS: Packet Switched, csomagkapcsolt alrendszer

Hívásátadás áramkörkapcsolt esetben



- p GSM: „kemény hívásátadás” (hard handover)
 - n egyik pillanatban egyik bázisállomással kommunikál a mobil állomás, kisvártatva a másikkal
 - n az átadás olyan gyors, amilyen gyors csak lehet
 - n cellaváltás hiszterézissel: egy cellahatáron kószáló mobil esetében se legyen sok felesleges átadás

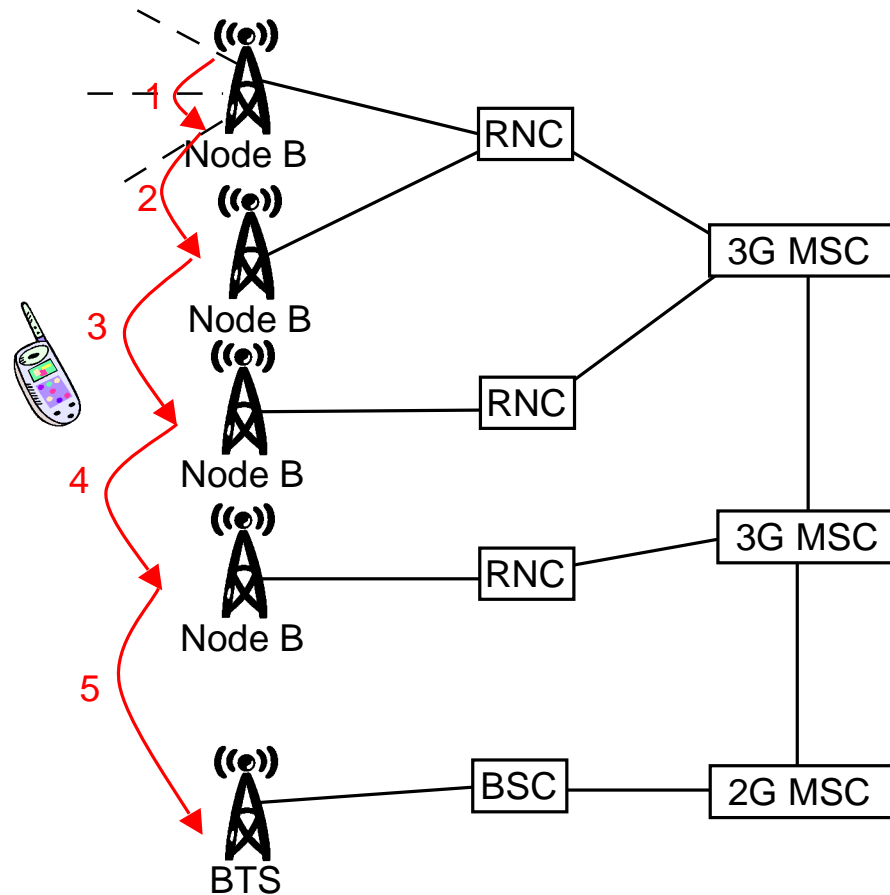


UMTS puha átadás



- p UMTS: puha átadás (soft handover)
 - n egyszerre több bázisállomással tart fenn kapcsolatot
 - n max. 3-mal egy időben
 - n a le irányú adatot minden bázisállomás sugározza (ugyanazt), a mobil így többször is megkapja
 - p az egyik adótól érkezett és esetlegesen elveszett információ így más forrásból pótolható
 - n a fel irányú adatot minden bázisállomás veszi (ugyanazt)
 - p a hálózat összerakja a különböző bázisok által vett adatot, így egy esetleges adatvesztés az egyik cellában könnyen korrigálható a többiben vett adatokkal
 - n ez az állapot viszonylag sokáig is tarthat
- p Azért is fontos a redundancia, mert épp a cella legszélén vagyunk, ilyenkor a legrosszabb a vétel
 - n igaz, ez némi sáv szélesség-pazarlással jár (redundáns adás)
- p Mindezt a kódosztás teszi lehetővé:
 - n azonos a frekvencia a szomszédos cellákban

UMTS átadási típusok



1. Node B-n belül, szektorok (cellák) között (intra-Node B)
 2. Inter-Node B, Intra-RNC
 3. Inter-RNC, Intra-3G MSC
 4. Inter-3G MSC
 5. 3G→2G
(2G→3G nem olyan kritikus)
- puha vagy kemény
- csak kemény

UMTS teljesítményszabályozás



- p Nem tökéletes az alkalmazott keverő kód ortogonalitása
- p Emiatt más egy adott mobil eszköz jelét figyelve a bázisállomáson a többi mobil jele zajként jelentkezik
- p Ezért az kell, hogy minden mobil jele kb. egyforma teljesítménnyel érkezzon a Node B-hez
 - n különben az erősebb jel elnyomja az összes gyengébbet
- p Megoldás: Node B felszólítja a mobil eszközt a teljesítmény növelésére/csökkentésére
- p 1500/sec gyakorisággal(!)
 - n Különben pl. egy épület mögül előbukkanó, eddig erősen adó eszköz tönkretenné az egész cella kommunikációját
- p GSM-ben is van ilyen:
 - n telep kímélésére, élettani kockázat csökkentésére
 - n más, távoli de azonos frekin üzemelő cellákkal való interferencia elkerülésére
 - n 2/sec gyakorisággal (!)

Teljesítményszabályozás puha átadásnál



- p A mobil eszköz a puha átadásban lévő Node B-ktől különböző parancsokat kaphat: teljesítmény csökkentése / szinten tartása / növelése
- p Mit tegyünk??
- p Az alkalmazott szabály:
 - n Ha bárki csökkentésre utasítja, csökkent
 - n Amúgy, ha bárki szinten tartásra utasítja, szinten tart
 - n Amúgy növel
- p Az ötlet: minimális teljesítménnyel adni, hogy ne tegyünk egy cellában sem tönkre a kommunikációt.
 - n Viszont a fenti algoritmusból következik, hogy legalább egy cellában a teljesítmény elégséges lesz.

UMTS cellalégzés



- p Több felhasználó egy cellában
- p → nagyobb „háttérzaj”
 - n hisz nem tökéletesen ortogonálisak a keverő kódok
- p → kisebb cella használható csak effektíven
 - n a távol lévő állomások kirekesztődnek
- p ⇒ a cella mérete változik a forgalomtól függően
 - n a cella „lélegzik”
- p megnehezíti a cellatervezést

HSPA



- p HSPA (High-Speed Packet Access, nagy sebességű csomagkapcsolt hozzáférés)
- p UMTS továbbfejlesztése nagyobb adatsebességek felé
- p 2 protokoll közös neve:
 - n HSDPA (High Speed Downlink Packet Access, nagy sebességű csomagkapcsolt letöltési hozzáférés)
 - p akár 14,4 Mb/s
 - n HSUPA (High Speed Uplink Packet Access, nagy sebességű csomagkapcsolt feltöltési hozzáférés)
 - p akár 5,6 Mb/s
- p Az UMTS része, annak részben továbbfejlesztése
 - n 3,5G néven is emlegetik
 - n Nem minden 3G képes mobil végberendezés tudja



HSPA



p Ma Magyarországon elérhető:

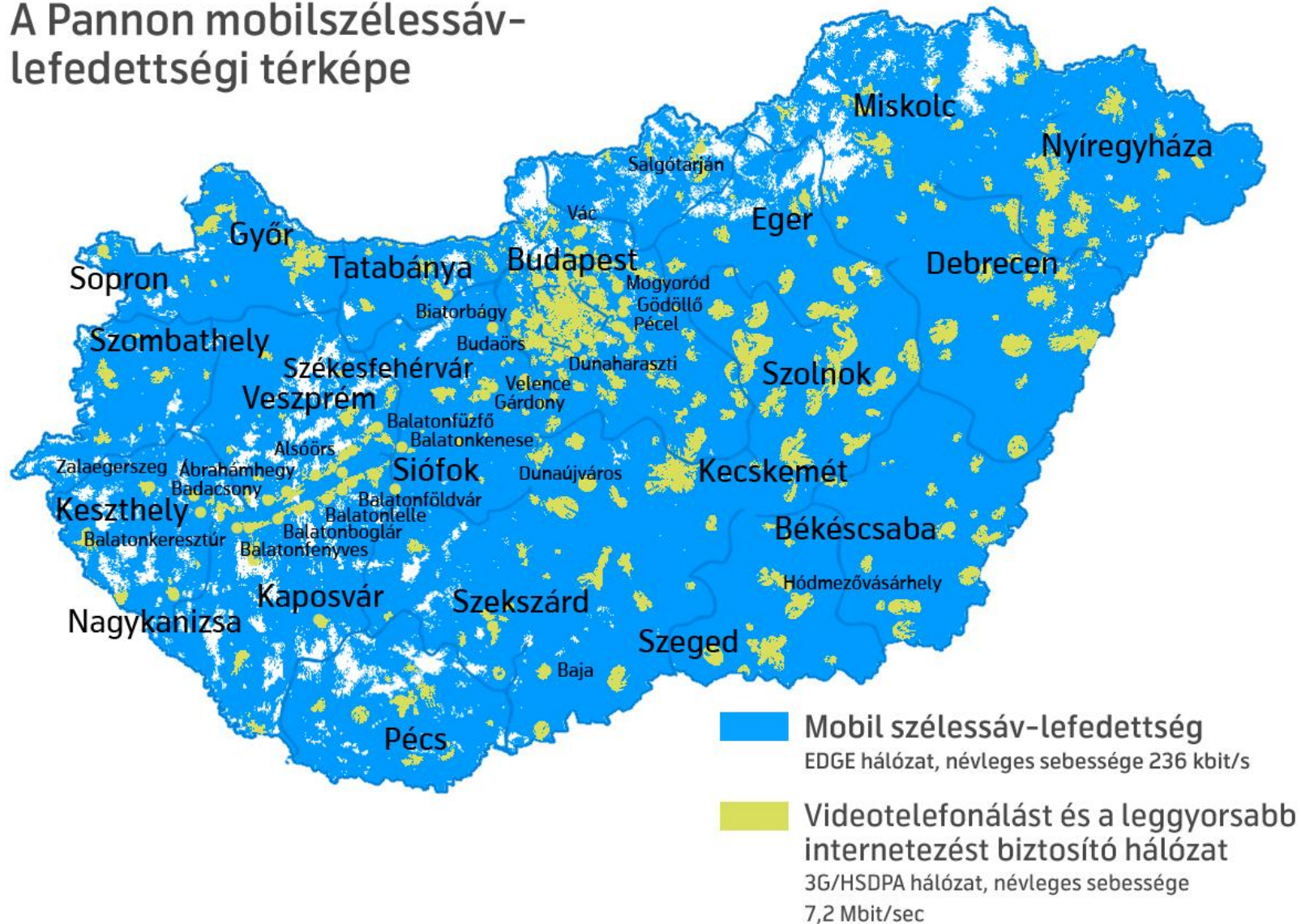
- n** letöltés max. 14 Mb/s
- n** feltöltés max. 1,44 Mb/s
- n** 14 Mb/s csak kevés helyen (a végberendezésnek is tudnia kell)
- n** amúgy 7,2 Mb/s vagy alacsonyabb (3,6) a max. sebesség
- n** a gyakorlatban tipikus a max. 1-3 Mb/s letöltési sebesség
- n** mindez nem túl drágán, ráadásul mobil

p A következő lépés: HSPA+

- n** akár 42 Mb/s le, 22 Mb/s fel
- n** 2009 második felében több országban elkezdték bevezetni

Lefedettség: Pannon, EDGE, UMTS/HSDPA

A Pannon mobilszélessáv-
lefedettségi térképe



Lefedettség: Pannon, UMTS/HSDPA

A Pannon mobilszélessáv-lefedettségi térképe Budapesten



Lefedettség: T-Mobile, EDGE

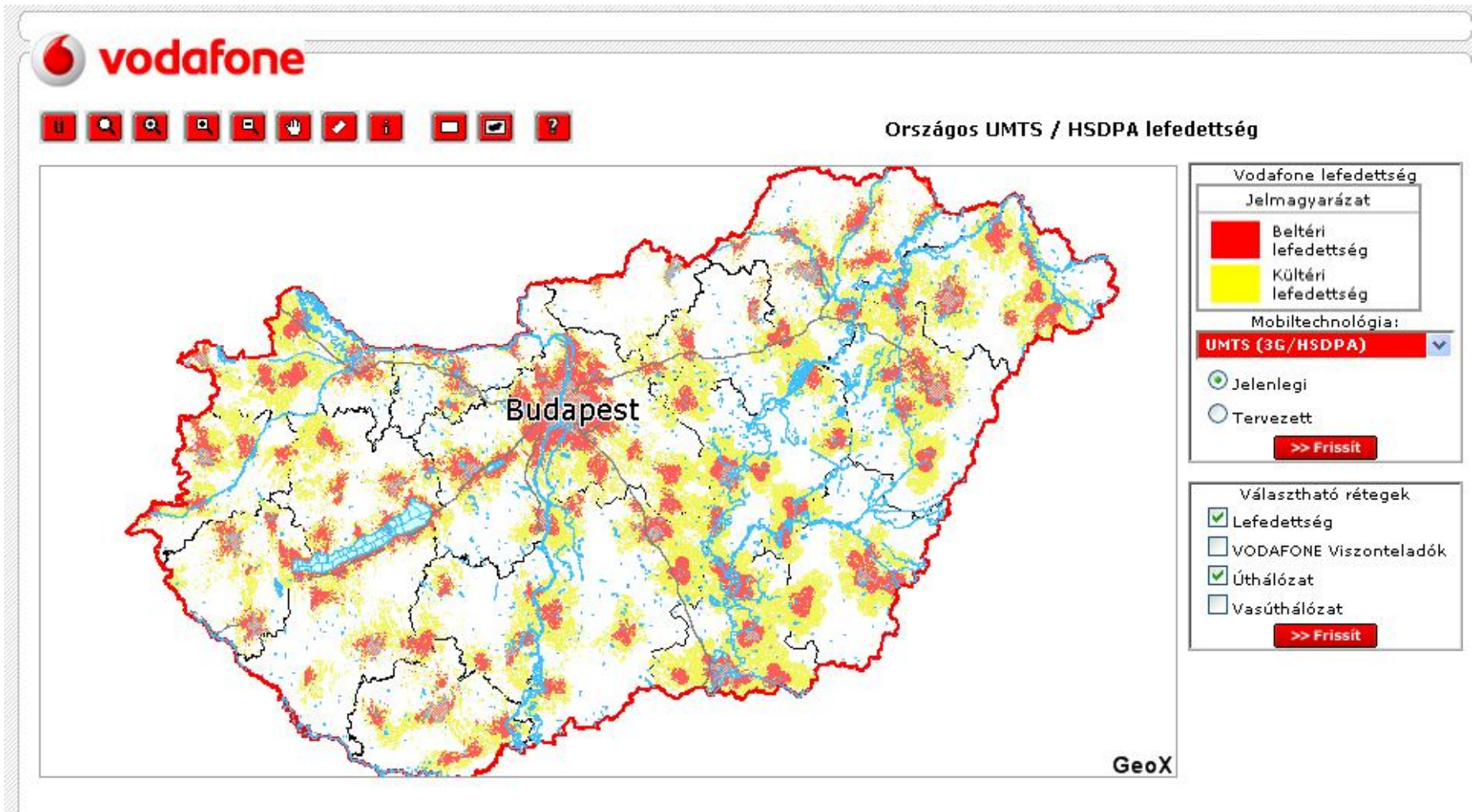


Lefedettség: T-Mobil, UMTS/HSPA

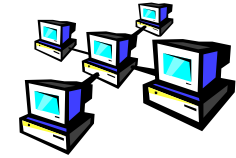
2009. június 30.



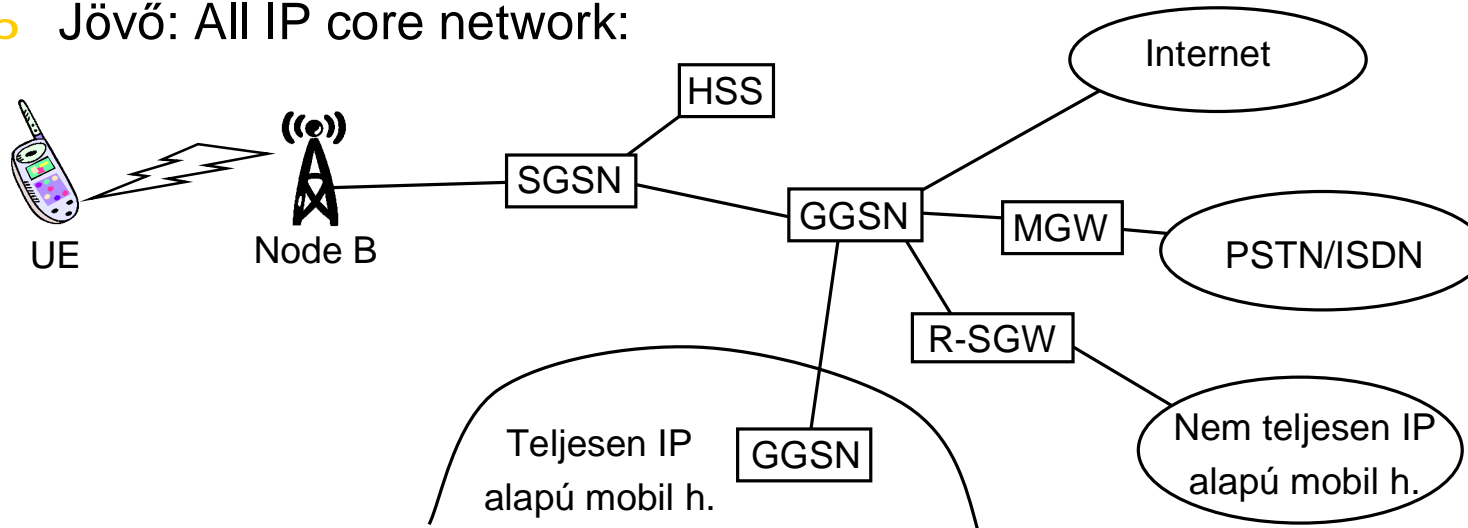
Lefedettség: Vodafone, UMTS/HSDPA



A jövő: teljesen IP alapú UMTS gerinch.



- Jelenlegi UMTS gerinc: ATM
- Jövő: All IP core network:



HSS: Home Subscriber Server (honos előfizetői szerver): HLR, VLR, stb. együtt

R-SGW: Roaming-Signalling Gateway, barangolás-jelzés átjáró

MGW: Media Gateway, médiaátjáró

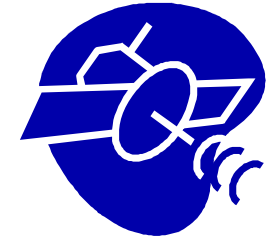
- IP gerinc előnyei:
 - több szolgáltatás
 - rugalmasabb
 - olcsóbb
- IP gerinc hátrányai:
 - újabb konverzió szükséges
 - megbízhatóság még nem magától értetődő

LTE



- p A következő lépés: LTE (Long Term Evolution, hosszú távú fejlődés)
 - n Ez lesz a 4G
 - n Friss szabvány
 - n Letöltés: akár 100 Mb/s, feltöltés akár 50 Mb/s
 - n Teljesen átdolgozott rádiós hálózati rész
 - n Teljesen IP alapú gerinchálózat
 - p kicsit más építőelemekből, mint az előző dián
 - n Jelenleg az első berendezések tesztjei zajlanak
 - n Nyilvános szolgáltatás 2010-2013 körül várható több szolgáltatónál

Mobil távközlő hálózatok



p Mobiltelefon-hálózatok áttekintése



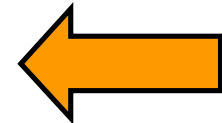
p Első generációs mobiltelefon-hálózatok



p GSM (2G) 

p UMTS (3G) 

p **Műholdas mobil információközlő hálózatok**

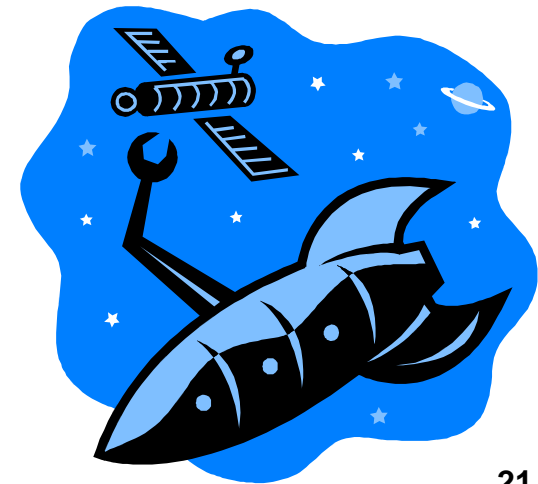


p Mobil, zárt célú hálózatok



Műholdas mobil információközlő hálózatok

- p „Bázisállomás” a műholdon
- p Előny:
 - n nagy földfelszíni lefedettség
- p Hátrány:
 - n drága
 - n nagyobb késleltetés
 - n nagyobb teljesítmény



Műholdas mobil inf.közlő hálózatok



- p Hálózattípusok:

- n SzigH és TH is

- p Hálózatrészek

- n Gerinchálózat

- p rögzített állomások, nagy sebesség

- n Hozzáférési hálózat

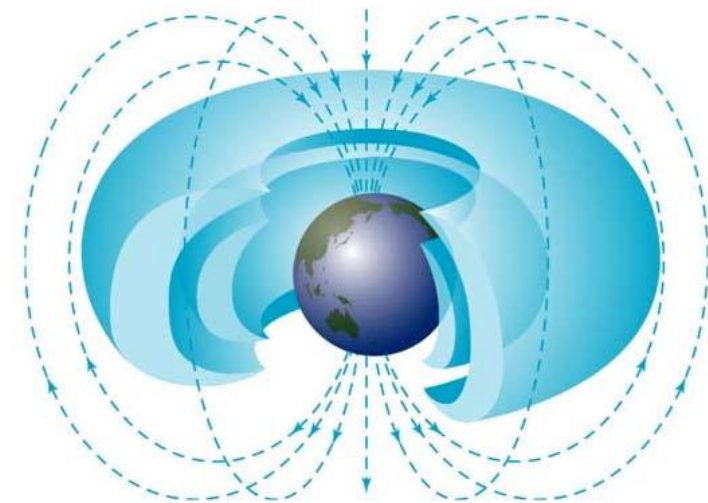
- p mozgó állomások, kisebb sebesség

- p ezt nézzük most

Műholdpályák



- p Pálya alakja:
 - n kör
 - n ellipszis (egyik gyújtópontban a Föld)
- p Pályamagasság
 - n „elvileg” „bármilyen”
 - n azonban:
 - p légkörön kívül kell: az fékezne
 - § nem hirtelen ér véget, nehéz meghatározni a tetejét (pedig ez jogilag is érdekes lehet)
 - § kb 100 - 1000 km
 - p van Allen sugárzási övek
 - § elektromosan töltött részecskékből
 - § belső: 3200 km körül (proton)
 - § külső: 15.000-19.000 km körül (elektron)
 - p túl nagy magasság felesleges



Műholdpályák



p 3 főbb műholdmagasság:

p LEO:

- n Low Earth Orbit, alacsony magasságú pálya
- n 400 - 1500 km (a Földfelszínhez képest)

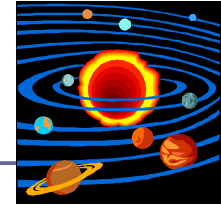
p MEO:

- n Medium Earth Orbit, közepes magasságú pálya
- n 5000 - 13.000 km

p GEO:

- n Geostationary Earth Orbit, geostacionárius pálya
- n egyenlítő felett, csak egy ilyen pálya!
- n a műhold szögsebessége egyezik a Föld forgási sebességével: mindig az egyenlítő ugyanazon pontja felett látszik
- n 35.785 km (kb.= 36.000 km)

A geostacionárius műholdpálya (kiegészítés)



$$G = m \cdot a \quad (\text{Newton II. törvénye})$$

$$a = a_{cp} = \frac{v^2}{r} \quad (\text{centripetális gyorsulás egyenletes körmozgásnál})$$

$$G = \frac{mM}{r^2} g \quad (\text{gravitációs erő})$$

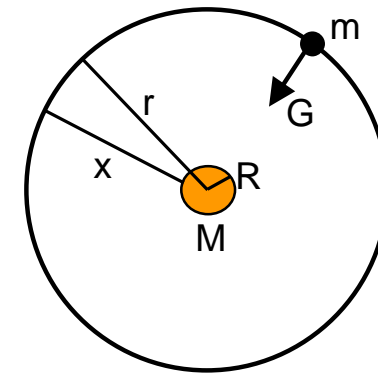
$$v = r \cdot \omega \quad (\text{sebesség, szögsebesség})$$

$$x = r - R \quad (x: \text{Föld feletti magasság, } R: \text{Föld sugara})$$

$$\Rightarrow x = \sqrt[3]{\frac{Mg}{\omega^2}} - R$$

$$M \approx 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}, \quad g \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}, \quad \omega \approx 2\pi / 24 \text{ óra} \approx 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ 1/s}, \quad R \approx 6378 \text{ km}$$

$$x \approx 35800 \text{ km}$$



Műholdpályák



p Magasabb pályák előnyei:

n kevesebb műhold elég

p Magasabb pályák hátrányai:

n nagyobb késleltetés

n nagyobb csillapítás, nagyobb teljesítmény kell

p GEO ezeken felül:

n nem kell antenna követés

n nincs műholdváltás

n de: sarkok nem fedhetőek le

- p International Maritime Satellite Telecommunication, nemzetközi tengerészeti műholdas rendszer
 - n 1979 óta
 - n később szárazföldi is
- p 4 db GEO műhold, globális lefedés
- p Különbéféle végberendezések, de általában nem kézben hordozhatóak
 - n Beszédátvitel
 - n Adatátvitel: max. 492 kb/s



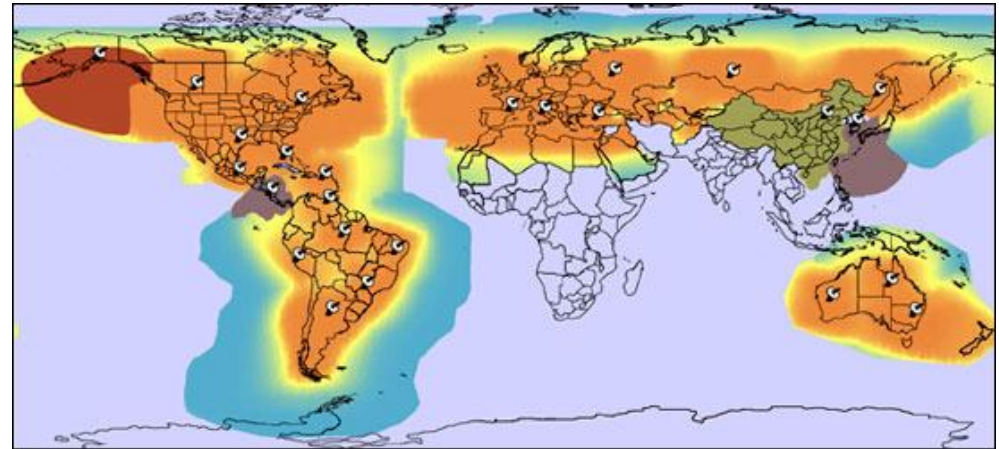
Iridium



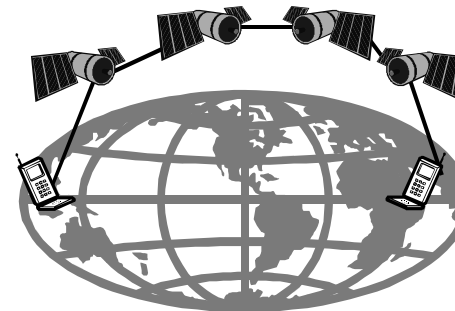
- p** Kézi készülékek, elsősorban beszédátvitelre
 - n** Adatátvitel: 2,4 kb/s
- p** 66 db műhold
 - n** eredetileg: 77 -- irídium, 66: diszprózium
 - n** globális lefedettség
- p** 780 km: LEO
- p** 2000. március (másfél év után): csőd
 - n** földi hálózatok túl gyorsan fejlődtek, rossz marketing
 - n** egy év után, Pentagon segítségével újra üzemben
- p** Rádiócsillagászatot zavarja
 - n** OH molekulák emissziós frekvenciája melletti fr.



- p Kézi készülékek, elsősorban beszédátvitelre
 - n Adatátvitel: 9,6 kb/s
- p 48 műhold
- p 1414 km -- LEO
- p A kézi készülékek ha lehet, földi rendszert (pl. GSM) használnak
 - n ha nem, akkor a műholdast
- p Nincs műhold-műhold kapcsolat:



Globalstar



Iridium

- p Jelenleg gyengélkedik a műholdak egy része, újat várhatóan 2009. második felében lőnek fel (?)

Thuraya



- p 2001-
- p GSM/műholdás átkapcsolás
- p Kézi készülékek, elsősorban beszédátvitelre
 - n Adatátvitel: 9,6 kb/s, max 144 kbps -- csomagkapcsolt
- p 1 db GEO műhold!!!
- p központ: Egyesült Arab Emirátusok
 - n 99 országot fed le



Mobil távközlő hálózatok

p Mobiltelefon-hálózatok áttekintése



p Első generációs mobiltelefon-hálózatok



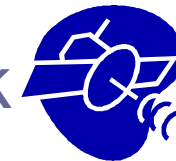
p GSM (2G)



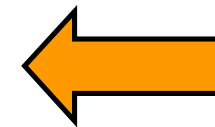
p UMTS (3G)



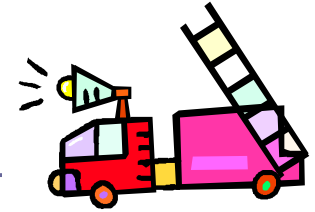
p Műholdas mobil információközlő hálózatok



p Mobil, zárt célú hálózatok



Mobil, zárt célú hálózatok



- p Készületi szolgálatok részére: tűzoltók, rendőrség, mentők, katasztrófavédelem, stb.
- p (Részben professzionális polgári alkalmazások, pl. szállítmányozás)
- p Megnövelt igények a GSM-mel szemben:
 - n kisebb hívásblokkolás
 - n híváspriorítások (fontos hívások megszakíthatják a kevésbé fontosakat)
 - n diszpécshívás
 - n csoporthívás (automatikus fogadás és kihangosítás)
 - n nagy megbízhatóság
 - n nagy adatbiztonság

Mobil, zárt célú hálózatok



Hazánkban is alkalmazott megoldás:

- p TETRA (Terrestrial Enhanced Trunked Radio, földfelszíni emelt szintű trónkölt rádió):
 - n A Motorola és a Nokia megoldása. Ez bizonyult a legjobbnak.
 - n 380-400 MHz
 - n 2005. okt. 17. Az Egységes Digitális Rádiótávközlő Rendszer (EDR) tendert megnyeri a T-Com/T-Mobile (+EADS Secure Networks, Nokia Tetra jogutódja)
 - n 2006. december: működő országos hálózat

