

SKÁLÁZHATÓ FUTURE MOBILE INTERNET ARCHITEKTÚRÁK

*Előadás a Jövő Internet Platform által rendezett workshopon
(Workshop a Future Internet week-ről)*

Bokor László
BME Híradástechnikai Tanszék
bokorl@hit.bme.hu



2011. július 8.,
Budapest

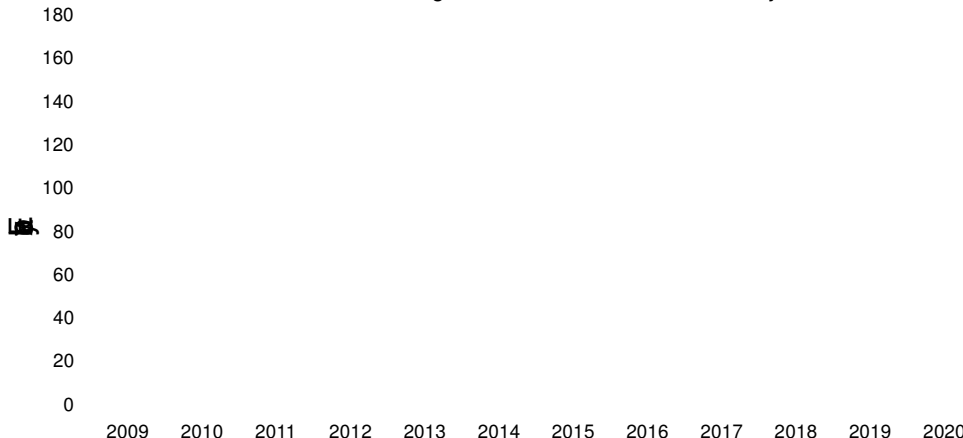
- Bevezetés
- A mobil Internet forgalmának evolúciója
- A mobil Internet skálázhatósági problémái
- A régi-új megközelítés: „flat” és elosztott architektúrák
- A 3GPP/3GPP2 mobil hálózatok fejlődése
- Úton a „flat” hálózatok felé: offloading
 - LIPA
 - SIPTO
 - IFOM
- A 3GPP/3GPP2 PS domain evolúciója
- „Ultra flat” architektúrák
- Elosztott és dinamikus mobilitás-kezelés (DMM)
- Záró gondolatok

- A mobil Internet valósággá vált
 - Okostelefonok, táblagépek, laptopok elérhető áron, 3G modemmel, olcsó előfizetéssel
- Folyamatos fejlődés
 - A mobil Internet forgalom növekedési üteme megelőzi a vezetékes Internet forgalmának növekedési ütemét
 - mobil multimédia előretörése (TV, videó, zene)
 - új alkalmazások megjelenése (M2M: eHealth, szenzorok, ITS)
 - P2P és egyéb fájlmegosztás terjedése
 - Új hozzáférési technikák (HSPA, LTE, LTE-A, pico- és femtocellák, WiFi/WiMAX, stb.)
- Probléma
 - A mai mobil Internet architektúrákat alapvetően hangszolgáltatásra tervezték, az adatszolgáltatások támogatása később, centralizált elemekben került a szabványokba
 - az új forgalmi igények kiszolgálása egyre nehezebb!
 - a mobil hálózatok skálázhatósága alapvető kérdés!

A mobil Internet forgalmának evolúciója

- 3 fő faktor: előfizetők száma; hálózatok/eszközök/szolgáltatások fejlődése; végberendezések száma (M2M)
- A föld népességének
 - 25%-a (~ 2 milliárd ember) Internet-használó
 - 60%-a (~ 4,5 milliárd ember) használ valamilyen mobil távközlési szolgáltatást
- A föld népessége 2020-ra elérheti a 7,6 milliárdot!
- A vezetékes Internet szolgáltatásait és alkalmazásait átveszi a mobil környezet
- A fejlett országokban 2015-re telítődhet a mobil Internet piaca*, de a forgalom tovább fog nőni
 - A fejlődő országok piaca folyamatosan nő
 - Eszközök, alkalmazások és szolgáltatások folyamatosan fejlődnek (pl. videó, M2M)

A mobil szélessávú forgalom növekedésének előrejelzése

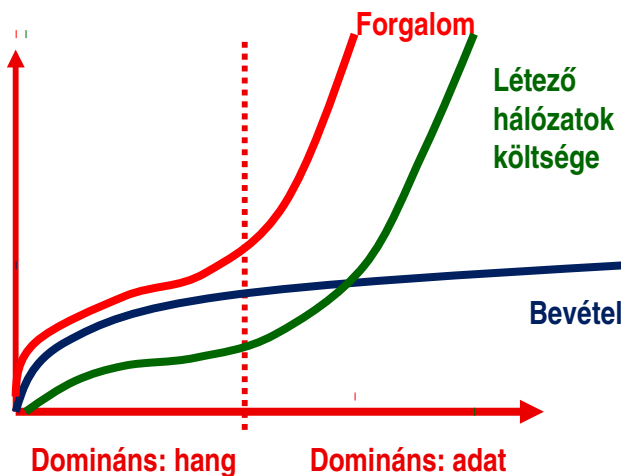


*Cisco, NSN és Ericsson előrejelzések alapján

- PI. videó forgalom
 - 2014-re a mobil internet forgalom 66%-a lesz videó (YouTube és társai)*
 - Az összes videó forgalom (IPTV, VoD, P2P streaming, interaktív videó, stb.) a teljes Internet forgalom 90%-át teheti ki 2012-re*
 - Új technológiák (HDTV, 3D)
 - Közösségi hálózatok (videó + hang + szöveg)

A mobil Internet skálázhatósági problémái

- A 3GPP, 3GPP2, WiMAX Forum szabványosító szervezetei a központosított architektúrákat részesítették előnyben
- A megváltozott követelmények rávilágítottak a problémákra
- Felhasználói sík:
 - Egyetlen eszköz felel az IP címek kiosztásáért és a kontextusok kezeléséért (GGSN - 3GPP UMTS, PDN GW - SAE, és CSN - WiMAX)
 - Magához köti a felhasználók adatforgalmát („anchor” csomópont)
 - Legalább 1 kontextus felhasználónként -> leképzés a felhasználói profil, IP cím, alagút azonosító, stb. között -> memória és CPU
 - Minden egyes felhasználói csomagra: útválasztás nem csak IP fejléc, hanem kontextus-jellemzők alapján is!
- Vezérlési sík:
 - Központosított multimédia-vezérlés (az IMS elemek jelzési „anchor” csomópontok)
 - Pl. a P-CSCF végződteti az IPsec alagutakat minden felhasználóhoz a SIP jelzések védelméért
 - Komplex IMS-EPC együttműködés (rengeteg szabványosított interfész, bonyolult működés)

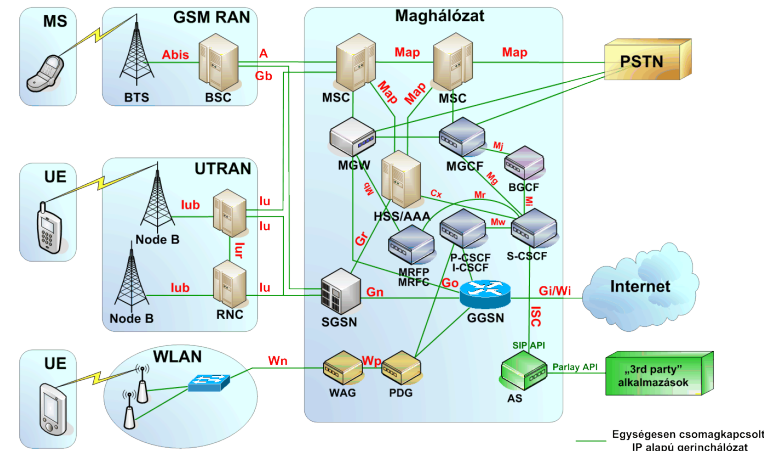


A régi-új megközelítés

- A rendszerek egyre nagyobb terhelés alatt
 - Növekvő forgalom
 - Komplex mobilitási forgatókönyvek (VHO, NEMO, stb.)
 - Új és innovatív IP alapú alkalmazások
- A jelenlegi rendszerek mind centralizáltak és/vagy hierarchikusak
 - Lehetetlen a skálázhatóság gazdaságos biztosítása
 - Felmerült az architektúrák újragondolása: **„flat” és elosztott mobil Internet architektúrák!**
- A megközelítés nem új: xDSL hálózatok
 - 1999: központosított, ATM alapú, kliens-szerver architektúra
 - 2006: DSL végződés közel a felhasználóhoz, onnan natív IP routing a felhasználói síkban is -> elosztott, skálázható, flexibilis!

A 3GPP/3GPP2 mobil hálózatok fejlődése

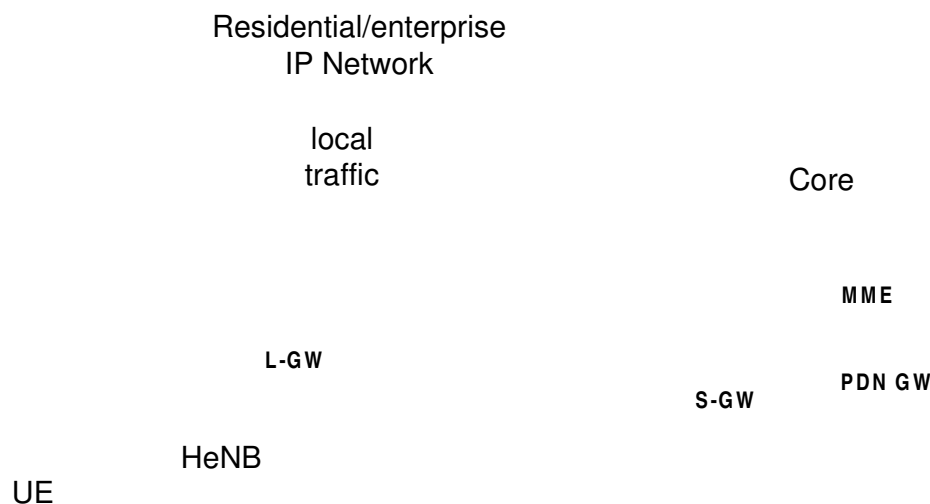
- Egy tipikus celluláris hálózat napjainkban:
 - nagyszámú, sokféle, drága entitás
 - hierarchikus/centralizált struktúrában
- A Release 7 megjelenésével (2008) megindult az xDSL-nél már tapasztalt folyamat
- A fejlődés főbb lépései



- 1995/1996 – GSM CS Phase 1/2: alap GSM architektúra
- 1997 – Phase 2+: megjelenik a PS domain, GPRS
- 2002 – Release 1999: UMTS architektúra (CS és PS elkülönül)
- 2003 – Release 4: szolgáltatások konvergenciája, média GW
- 2003 – Release 5: IMS, FMC
- 2005 – Release 6: WLAN interworking, MBMS
- 2008 – Release 7: megindult a „flattening” (RNC+BTS integrálása, „Direct Tunnel” alapú offloading), PCRF (IP alapú számlázás és QoS)
- 2010 – Release 8: EPC (kevesebb „anchor”: eNodeB, S-GW, PDN-GW)
- 2010 – Release 9: Home (e)NodeB (femtocell alapú offloading)
- 2010 – Release 10: SIPTO, LIPA, IFOM alapú offloading

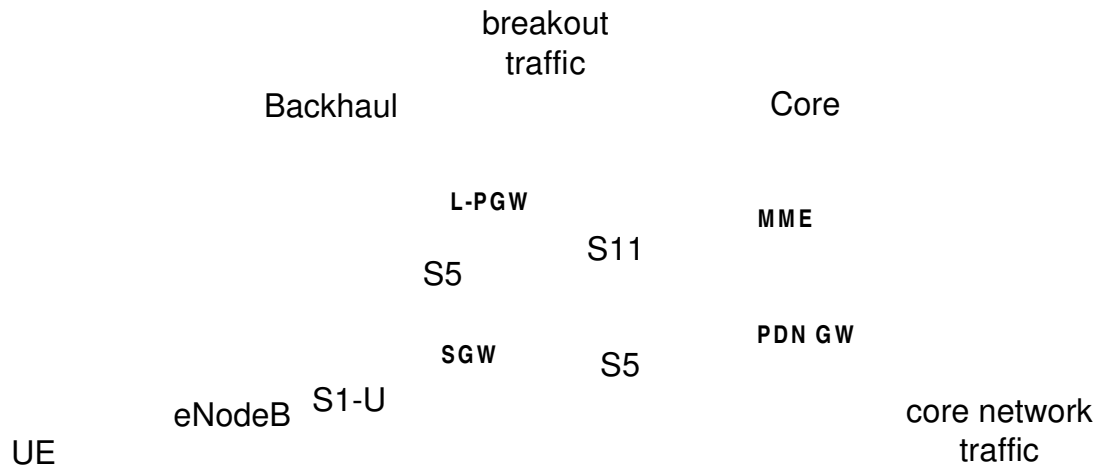
Úton a „flat” hálózatok felé: LIPA

- LIPA: Local IP Access (3GPP 23.829, 3GPP 22.220)
 - Egyszerűsített hozzáférés a helyi/otthoni/vállalati hálózat erőforrásaihoz
 - Cél: sub-optimális útvonalak eliminálása, maghálózati elemek terhelésének csökkentése
 - UE hozza létre (új PDN kapcsolat a LIPA APN-hez: biztonságos összeköttetés a HeNB és az L-GW között)
 - A LIPA sikere nagyban függ a femtocellák terjedésének ütemétől

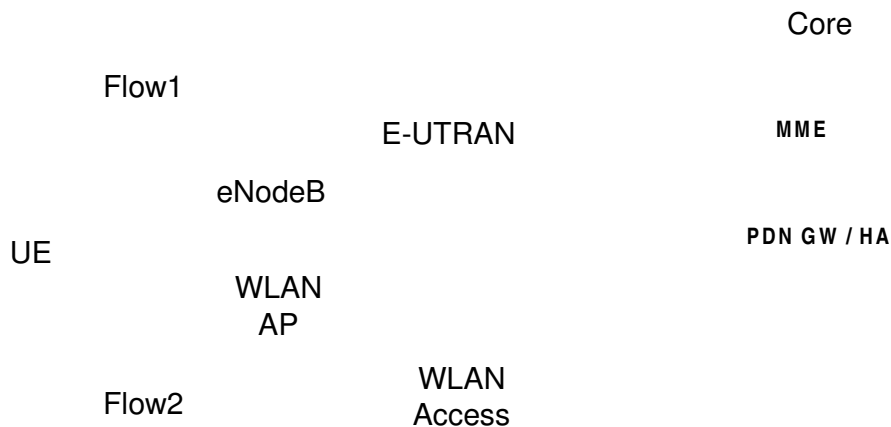


Úton a „flat” hálózatok felé: SIPTO

- SIPTO: Selected IP Traffic Offload (3GPP 23.829, 3GPP 22.220)
 - Szabadon választott IP forgalmakhoz alternatív útvonal rendelése
 - Cél: az elsődleges hozzáférés és maghálózati utak terhelésének csökkentése
 - SIPTO + HeNB
 - előfizetés vagy operátor által megadott forgalmak közvetlenül a külső IP hálózatra való továbbítása (LIPA-hoz hasonló)
 - SIPTO + eNB
 - maghálózat (PDN-GW) kihagyása, S-GW közelében „shortcut” a külső IP hálózat felé (lényege a felhasználóhoz közeli PDN-GW kiválasztása)

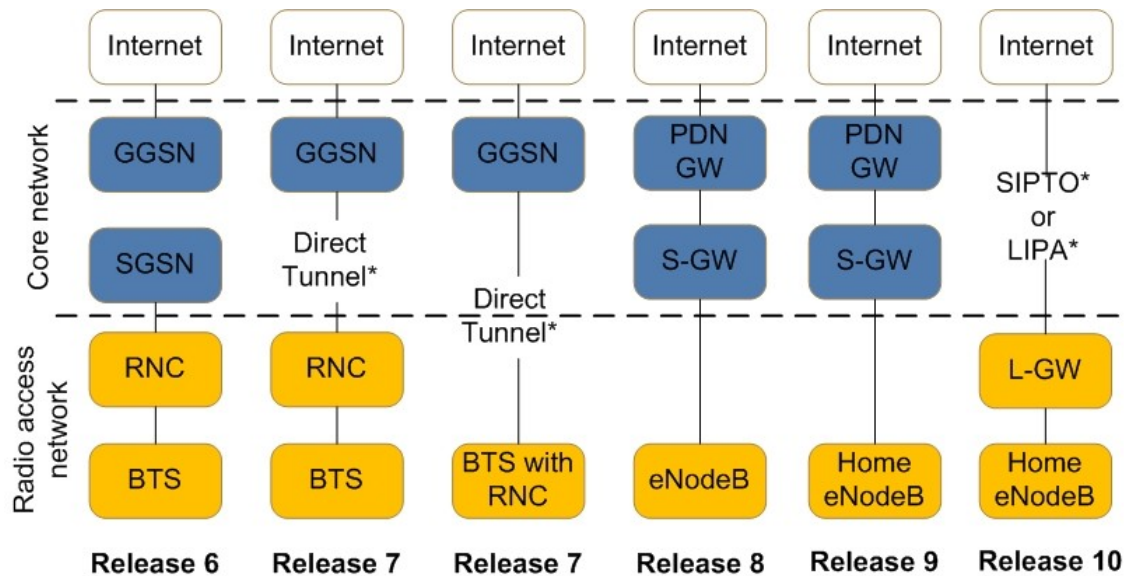


- IFOM: IP Flow Mobility (3GPP 23.261)
 - Különböző forgalmak különböző hozzáférési hálózatokhoz rendelése, hálózati szempontok alapján
 - Cél: a különböző hozzáférésekhez egyidejű csatlakozási lehetőség (és a köztük való átjárás) biztosítása, ennek segítségével a rádiós hozzáférés terhelésének optimalizálása
 - Szükség van az UE nagyfokú módosítására: DSMIPv6 támogatás



A 3GPP/3GPP2 PS domain evolúciója

- 2010-re a rádiós hozzáférés (LTE, LTE-A) teljesen „flat” lett
 - Egyetlen kiszolgáló csomópont (eNodeB, Home eNodeB)
- A maghálózat még mindig központosított
 - Az offloading technikák igyekeznek javítani a helyzetet
- Az architektúra további optimalizációja aktuális kérdés!



*Traffic offload mechanisms are optional

- Gyökeres változtatás, „green-field” megközelítés
- Nagy bitsebességű IP szolgáltatások skálázható támogatása mind a felhasználói, mind a vezérlési síkban
- FMC támogatása
 - Szolgáltatás-független
 - Hozzáférés-független (LTE, WiMAX, UMTS, WiFi, xDSL, stb.)
- Seamless intra és inter-system hálózatváltás, QoS támogatással
- OPEX csökkentése: ön-konfiguráló és ön-optimalizáló hálózat
- IMS támogatás
- Energiahatékonyság
- Egyéb mobilhálózati rendszerkövetelmények
 - AAA, biztonság, roaming, stb.

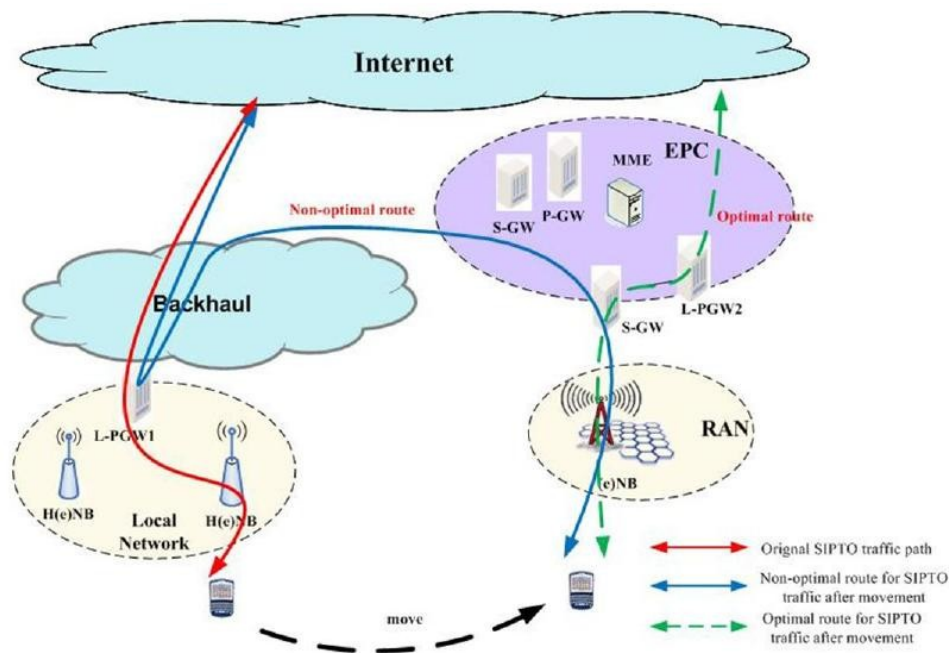
Az „Ultra Flat” architektúra – Rendszerterv

- Maghálózati funkciók szétosztása a felhasználókhoz közel
- A hálózati erőforrások, a hozzáférés és a kapcsolatok kezelése, minden egyetlen csomópontban: UFA-GW
- IP funkciók szintén az UFA-GW-ben szétosztva
- FMC kompatibilitás
 - Vezetékes és vezeték nélküli interfészek egyaránt integrálhatóak
 - IMS együttműködés
- A skálázhatóság biztosítására az UFA-GW-k az Access Node-okhoz közel helyezkednek el
 - Többféle telepítési forgatókönyv lehetséges
- Nincs több IP „anchor” csomópont az Access Node és a kommunikációs partner között

- A „flat” architektúrák új szemléletet igényelnek a mobilitás-kezelésben is
- Problémák a jelenlegi mobilitás-kezelési megközelítésekkel:
 - Felhasználói „anchor” csomópontok (pl. Home Agent, GGSN) miatt sub-optimális utak (nehézzé téve pl. a CDN-ek támogatását)
 - jelzési üzenetek
 - hasznos adatcsomagok
 - A centralizált működés (pl. binding kezelés, kontextusok) rosszul skálázható
 - A mobilitás-kezelés nem kapcsolható ki (pedig nincs mindig szükség rá!)
 - Nehézkes telepítés, üzembe helyezés (pl. xMIPv6 variánsok)
 - A centralizált csomópontok potenciális hibaforrások
- Mindez jelzésterhelést, késleltetést, hálózati hibákat, rossz skálázhatóságot, költségnövekedést, sub-optimális útválasztást okoz
- Egy integrált megoldás: dinamikus és elosztott mobilitás-kezelés
 - 2010 augusztus: új IETF non-working group: Distributed Mobility Management (DMM)
 - 2011 március: DMM beolvad a MEXT (Mobility EXTensions for IPv6) munkacsoportba (DMM mint új „work item”)

- Alkalmazási sémák
 - Funkciók elosztása a maghálózatban
 - Az „anchor” csomópontok topológiailag elosztottak (adott területért felelnek), de a maghálózatban foglalnak helyet (pl. Home Agent distribution: Global HA to HA protokoll)
 - Funkciók elosztása a hozzáférési hálózatban
 - Okos bázisállomások (pl. UFA-GW)
 - Funkciók elosztása a hoszt szintjén (P2P)
 - A kapcsolat felépítése után útvonal-optimalizáció a kommunikáló felek között: közvetlen kapcsolat (pl. MIPv6 RO)
- Az elosztás szintjei
 - Részlegesen elosztott működés: csak a felhasználói sík funkciót osztjuk el
 - Teljesen elosztott működés: felhasználói és vezérlési sík egyaránt elosztott

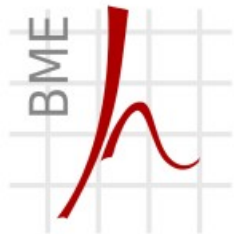
- UE a Home eNodeB-n keresztül csatlakozik a hálózathoz
- Az UE átvált egy macro-cellába (eNodeB-re)
 - Minden UE forgalom a régi L-PGW-n keresztül tud kijutni az Internetre
 - Egy megfelelő DMM mechanizmus eltüntethetné a sub-optimális utakat!



- A mobil Internet fejlődése miatti forgalom-növekedés új architektúrákat hív életre
 - Cél: a jövő mobil Internet architektúrái maximalizálják a QoE-t, az energiahatékonyságot, a hálózati teljesítményt és a skálázhatóságot, és minimalizálják a CAPEX/OPEX költségeket
- A „flat” és „ultra flat” architektúrák előnyei
 - CAPEX csökkenés: gyéren lakott helyeken a fix és mobil hozzáférés együttes biztosítása is egyszerűsíthető
 - OPEX csökkenés: eszközvalidáció időigénye csökken, együttműködési tesztek egyszerűsödnek, kevesebb személyzet
 - A cella és a speciális GW entitások közti forgalom limitált
 - Egyszerűbb hálózattervezés
 - IP útválasztás: optimális útvonalak, lehetőség szerint a maghálózat kihagyásával
 - FMC támogatás: ugyanazon procedúrák vezetékess és mobil használatra
- Nemzetközi kapcsolataink a témában:
 - EURESCOM P1857 (2008–2009, vezető: France Telecom)
 - CELTIC-Plus MEVICO: Mobile Networks Evolution for Individual Communications Experience (2010–2013 vezető: NSN)
 - FP7 CONCERTO (2011–2014, vezető: THALES France)

Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



Híradástechnikai Tanszék

Bokor László
BME Híradástechnikai Tanszék
bokorl@hit.bme.hu

