

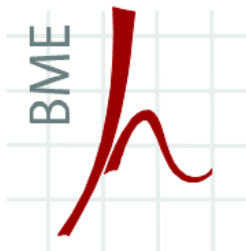
A jövő internete, BMEVITMAV74

BME-VIK és DE-IK közös szabadon választható tárgya

Jövő Internet hálózati architektúrák: Mobilitáskezelés

Dr. Bokor László

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Multimédia Hálózatok és Szolgáltatások Laboratórium**



Budapest, 2018. tavasz

Kivonat

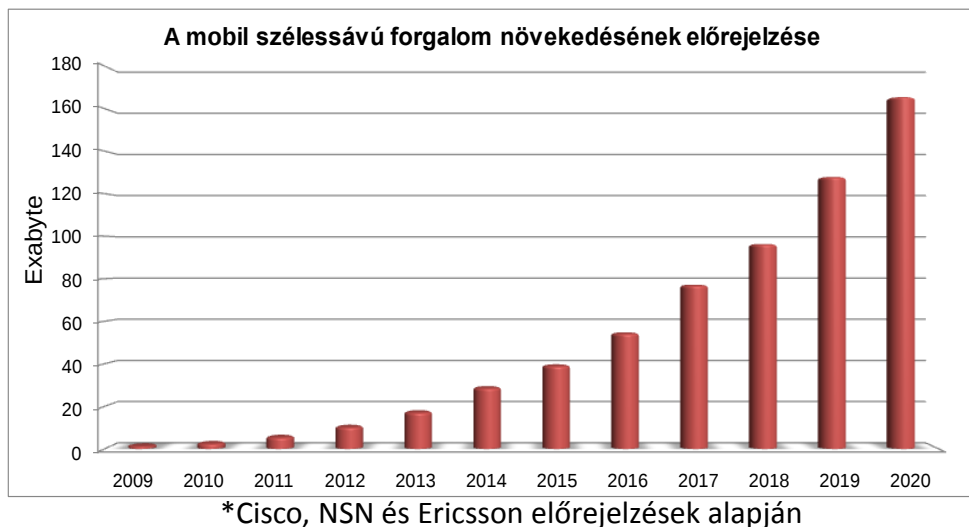
- Bevezetés
- A mobil Internet
 - forgalmi evolúciója
 - skálázhatósági problémái
 - mobilitáskezelési problémái
- Ubiquitous („mindenütt jelenlévő”) Internet
- Intelligent Transport Systems
- Az IP(v6) alapú mobilitásról röviden
- Főbb mobilitási esetek
- A Mobil IPv6 család alapvető tagjai
 - MIPv6
 - NEMO BS
 - DSMIPv6
- Multihoming, multi-access és folyam alapú mobilitáskezelés
 - MCoA
 - Flow Bindings
- Hálózat központú mobilitáskezelés
 - PMIPv6
- Hierarchikus és proaktív variánsok
 - HMIPv6
 - FMIPv6
- GPS alapú prediktív mobilitáskezelés
- Elosztott mobilitáskezelés
 - Megfontolások
 - UFA-HIP
- Összefoglalás

Bevezetés

- A mobil Internet valósággá vált
- Folyamatos fejlődés
 - A mobil Internet forgalom gyorsuló növekedése
 - mobil multimédia (TV, videó, zene)
 - új alkalmazások (M2M: eHealth, szenzorok, ITS, C-ITS)
 - P2P és egyéb fájlmegosztás
 - Új hozzáférési technikák
 - Heterogén, multi-access hozzáférések
 - Komplex mobilitási foratókönyvek
- Problémák
 - az új forgalmi igények/mobilitási foratókönyvek kiszolgálása
 - a mobil hálózatok skálázhatósága
 - a hatékony mobilitás-kezelés nélkülözhetetlen!

A mobil Internet forgalmának evolúciója

- 3 fő faktor: előfizetők; hálózatok/szolgáltatások; végberendezések
- A föld népességének
 - 25%-a (~ 2 milliárd ember) Internet-használó
 - 60%-a (~ 4,5 milliárd ember) használ valamilyen mobil szolgáltatást
- 2013 - 2018 között az IP forgalom 3,1-szeresére bővül (évi 25%!)
 - 2005-höz képest 102-szeres növekedés várható
- Egyre uralkodóbb a mobil környezet:

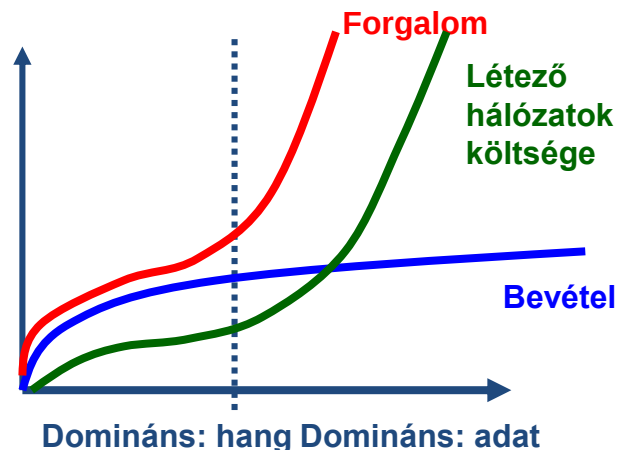


■ 2018-ra

- az IP forgalom 19%-át mobilok adják
- 12-szeres mobil IP forgalom növekedés (65%/év 2013-tól)
- a mobil IP forgalom 3-szor gyorsabban nő a vezetékesnél (2013-tól)

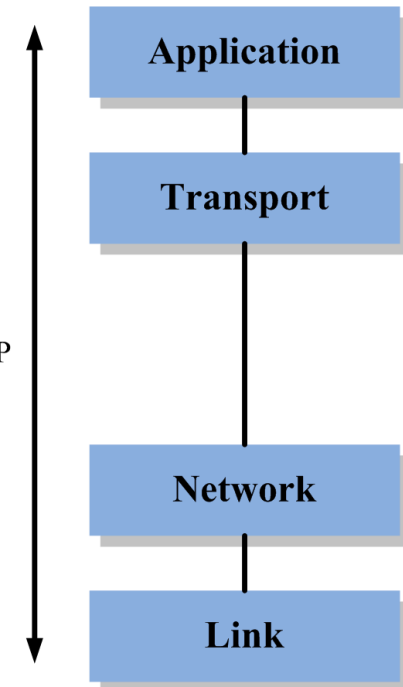
A mobil Internet skálázhatósági problémái

- A 3GPP, 3GPP2, WiMAX Forum a központosított architektúrákat terveztek
- A megváltozott követelmények azonban rávilágítottak a problémákra
- Felhasználói sík:
 - Egyetlen eszköz felel az IP címek kiosztásáért / kontextusok kezeléséért
 - GGSN – 3GPP UMTS, PDN GW – SAE, és CSN – WiMAX
 - Horgonypont („anchor”) viselkedés
 - Legalább 1 kontextus (pl. profil-IP leképzés, stb.) felhasználónként -> memória és CPU
 - Minden csomagra: útválasztás nem csak IP fejléc, hanem kontextus alapján is
- Vezérlési sík:
 - Központosított multimédia-vezérlés (IMS elemek jelzési horgonyok)
 - Pl. a P-CSCF végződteti az IPsec alagutakat minden felhasználóhoz
 - Komplex IMS-EPC együttműködés (sok interfész, bonyolult működés, stb.)



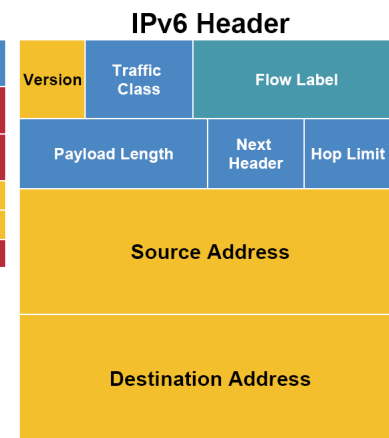
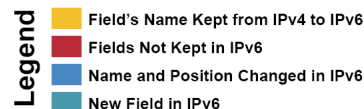
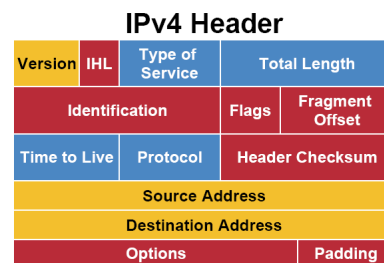
A mobil Internet mobilitás-kezelési problémái

- IP szintű mobilitás
 - hálózati csatlakozási pont megváltozása = IP alhálózat megváltozása
 - IP alhálózat megváltozása = változások az útvonalirányításban
- Mindehhez a jelenlegi TCP/IP modellt adaptálni kell^{IP}
 - az IP cím szemantikailag túlterhelt:
 - interfész azonosító szerep (Identifier)
 - topológiai helymeghatározó szerep (Locator)
- Heterogén hozzáférés, femto- és pico-cellás környezetek
 - potenciálisan sok IP címváltás
- Speciális kiegészítés, IP (vagy a fölötti) mobilitás-kezelés kell!
 - Mobile IPv6 (**MIPv6**), Host Identity Protocol (**HIP**), mSCTP, SIP, stb.



A közeljövő Internetének központi protokollja: Az IPv6 dióhéjban

- IP – Internet Protocol: az információs társadalom egyik alapvető infrastruktúrájának fő protokollja
- Az IPv4 korlátozott
 - ~4,3 milliárd cím, 60% az USA-ban
 - egyre növekvő felhasználói populáció (pl. xDSL, mobil készülékek, játék konzolok, M2M, stb.)
 - **Kevés cím** (a NAT nem megoldás)
- Az IPv6 bevezetése nem egy lehetséges alternatíva
 - biztosan be fog következni előbb – utóbb (nagyjából most 😊)
- Tehát nincs más választás – nézzük az előnyeit:
 - Több IP cím
 - IPv4: $2^{32} = 4,29 \cdot 10^9$ darab cím
 - IPv6: $2^{128} = 3,4 \cdot 10^{38}$ darab cím
 - Auto-konfiguráció
 - Biztonság (end-to-end IPsec)
 - **Mobilitás (xMIPv6)**
 - Multicast
 - Egyszerűbb fejléc struktúra – hatékonyabb routing
 - Csökkenő fenntartási költségek – hosszútávon
- Az innováció, a hálózatechnikai fejlődés alapja!



Miért használjunk IPv6-ot mobil hálózatokban?

- A mobil Internet-hozzáférés terjedése
 - sokszor a vezetékes hozzáférés helyett is!
- VoIP és adatszolgáltatások térnyerése
- Mobil végberendezések fejlődése
 - több interfész, nagyobb számítási kapacitás, játékkonzolok, stb.
- Új, speciális használati esetek megjelenése
 - M2M kommunikáció (Smart Grid, szenzorhálózatok)
 - ITS rendszerek

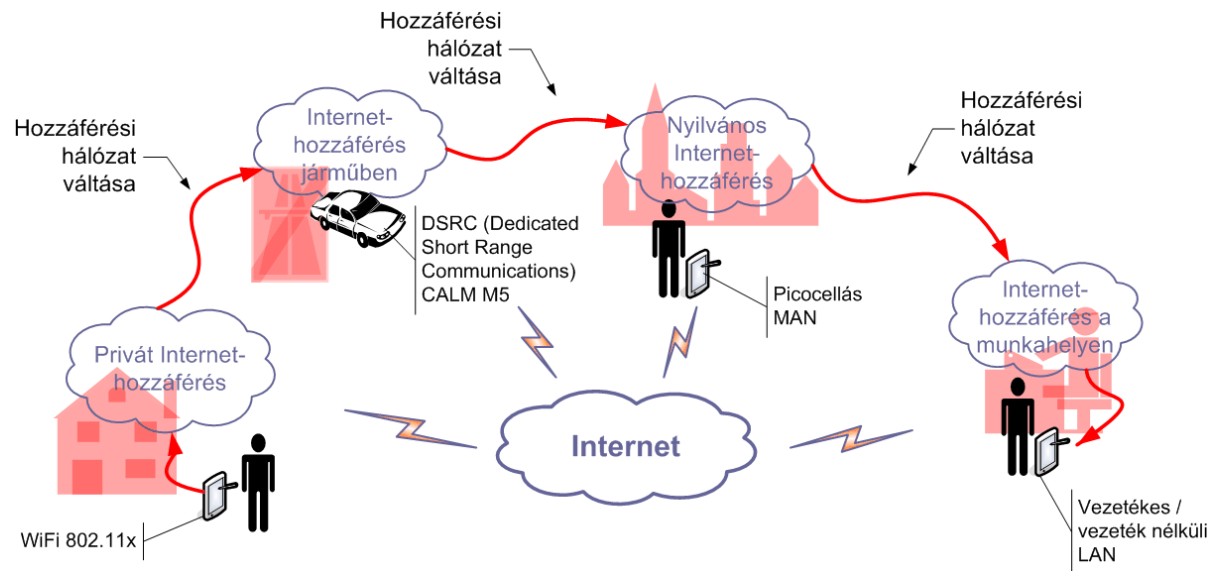


- IPv6 az előtérben, mert
 - több címre van szükség
 - végpont-végpont biztonságra van szükség
 - QoS-re van szükség
 - 3G és egyéb rendszerek közti mobilitás támogatására van szükség

Ubiquitous („mindenütt jelenlévő”)

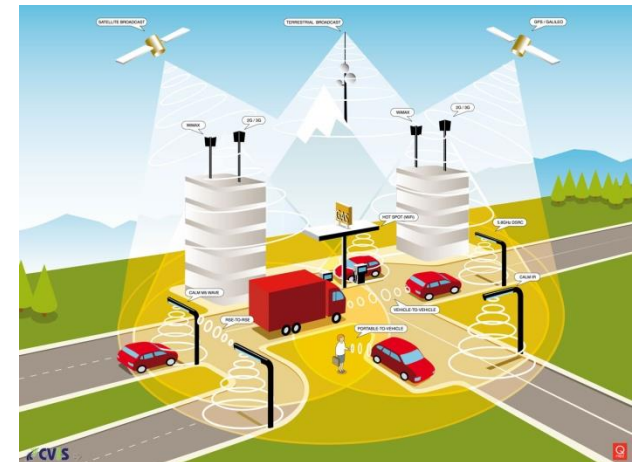
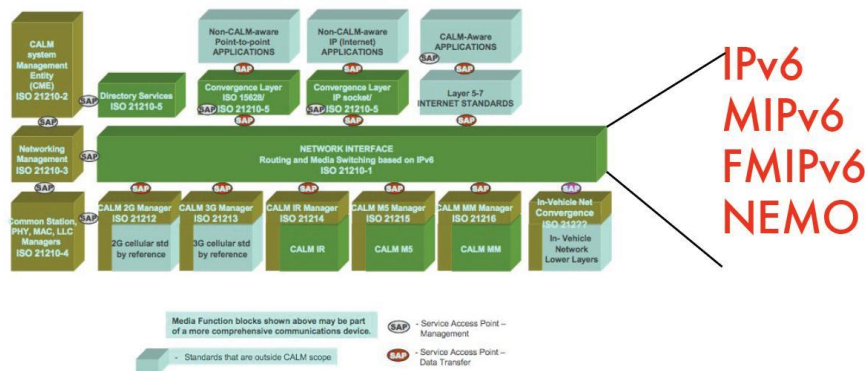
Internet

- Internet-hozzáférés mindig és mindenütt
 - háztartási eszközökben/berendezésekben
 - üzletekben, nyilvános helyiségekben (pl.: netcafé, utcai bútorok)
 - járművekben (pl.: gépkocsi, vonat)
 - embereken (pl.: PAN)
 - állatokon (pl.: nyomkövető megoldások)
- Kulcskérdések
 - átjárás különböző hozzáférési rendszerek között
 - az Internet protokolljainak mozgó környezetre való felkészítése: IP MOBILITÁS!

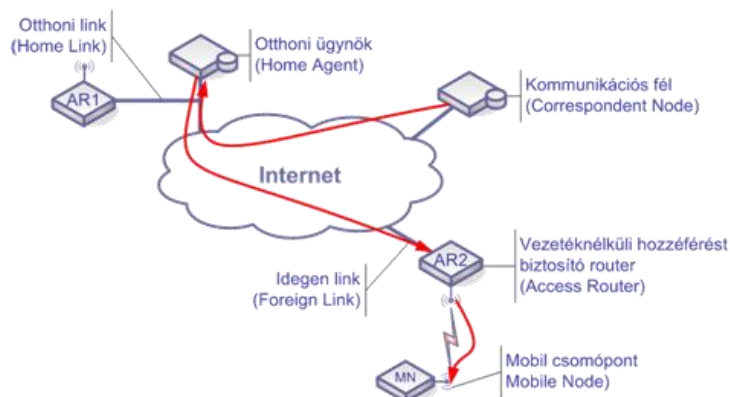


Intelligent Transport Systems (ITS/C-ITS)

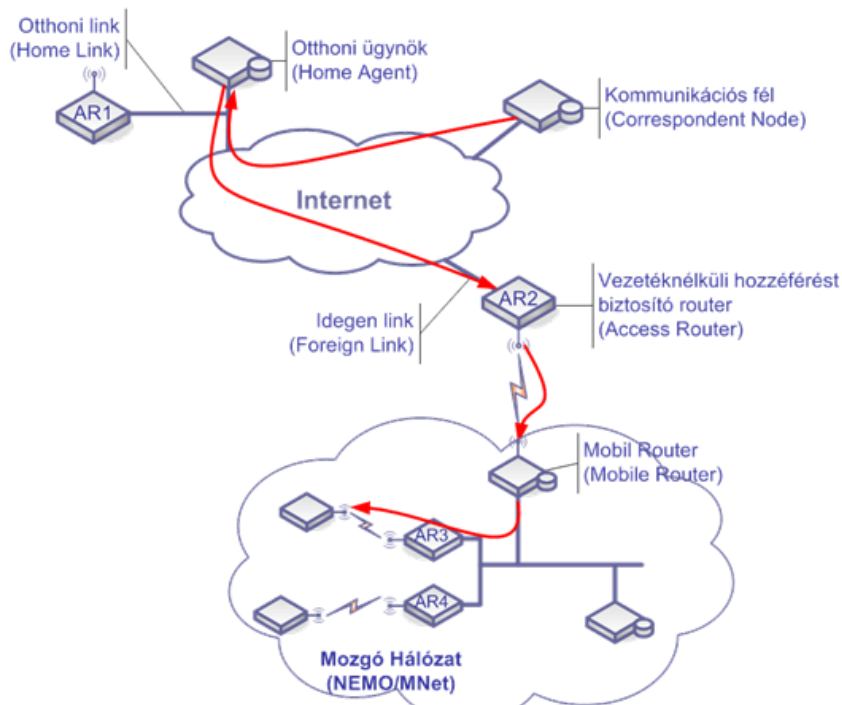
- Az intelligens forgalom irányítás egyre növekvő kommunikációs igényeket mutat
 - Intelligent Transport Systems – ITS
 - V2X (V2V, V2I, stb.) kommunikáció
 - A járművek számos hálózatot és eszközt hordozhatnak
 - Könnyíthetünk az eszközök fejlesztésén
- Nagyszámú és sokféle hozzáférési hálózat áll rendelkezésre
 - A CALM (Communications, Air-interface, Long and Medium range) szabványos architektúrája szintén IPv6 (és MIPv6, FMIPv6, NEMO stb.) hálózati rétegbeli protollokra épít



Főbb mobilitási esetek



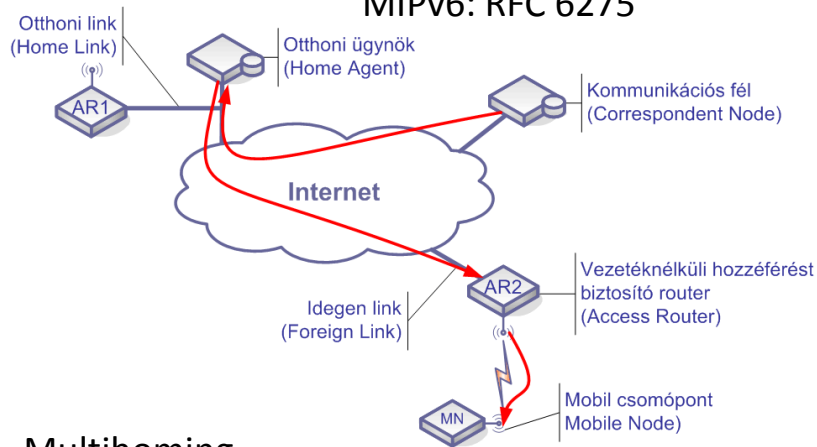
- Hoszt mobilitás:
 - egyetlen mobil terminál
 - alhálózat váltása esetén új, topológiailag helyes cím szerzése



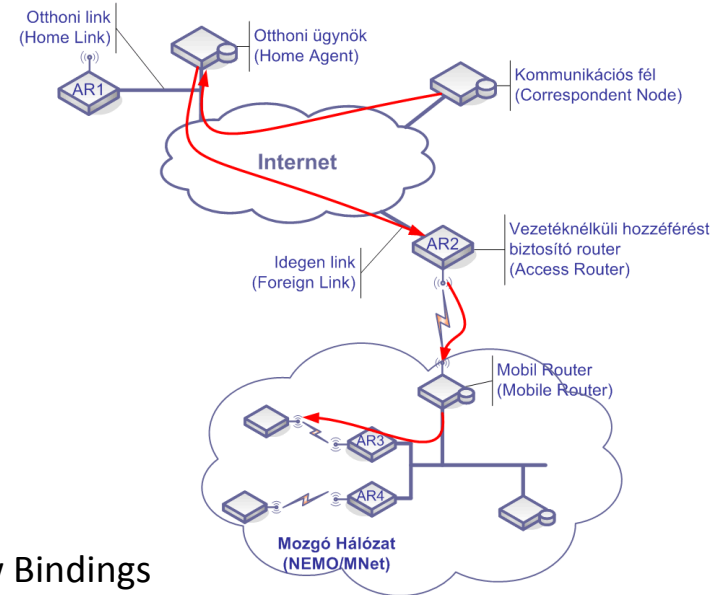
- Hálózat mobilitás:
 - egész hálózat, egyetlen egységet alkotva mozog
 - Mobil útválasztó (Mobile Router) rejti el a hálózat belső jellemzőit a külvilág elől
 - A hálózat mozgásakor:
 - az MR változtat IP címet
 - a mozgó hálózat belsejében lévő csomópontok nem érzékelik a változást, nincs feladatuk ezzel kapcsolatban

A Mobil IPv6 család alapvető tagjai

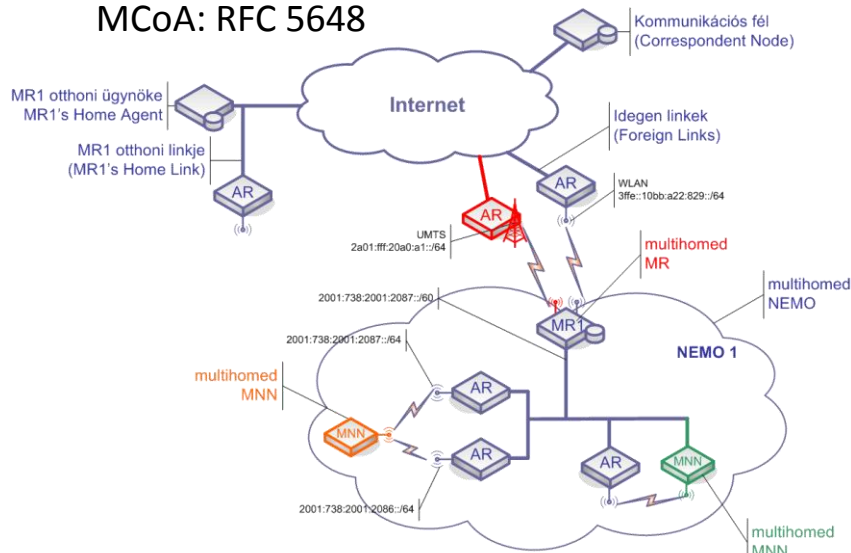
Hoszt mobilitás MIPv6: RFC 6275



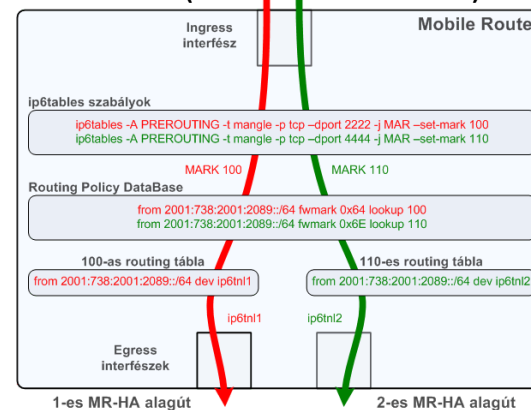
Hálózat mobilitás NEMO BS: RFC 3963



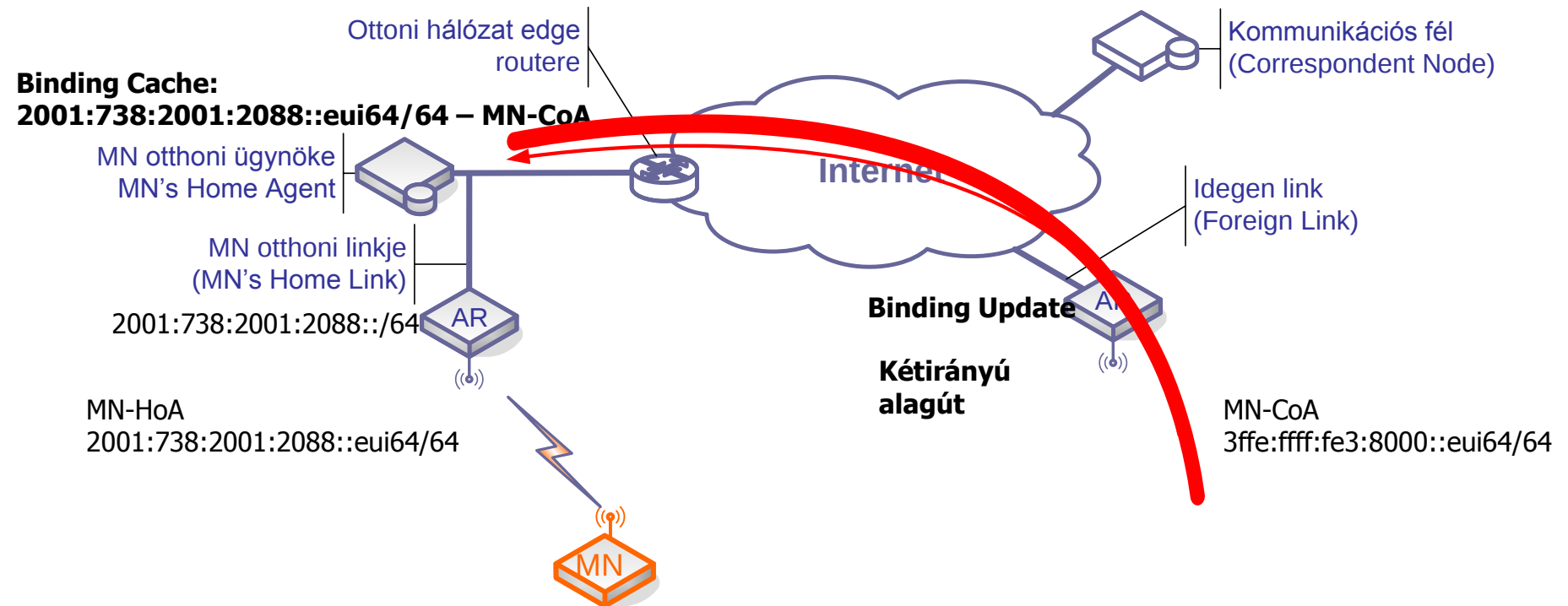
Multihoming MCoA: RFC 5648



Flow Bindings RFC 6089 (frissíti az 5648-at)

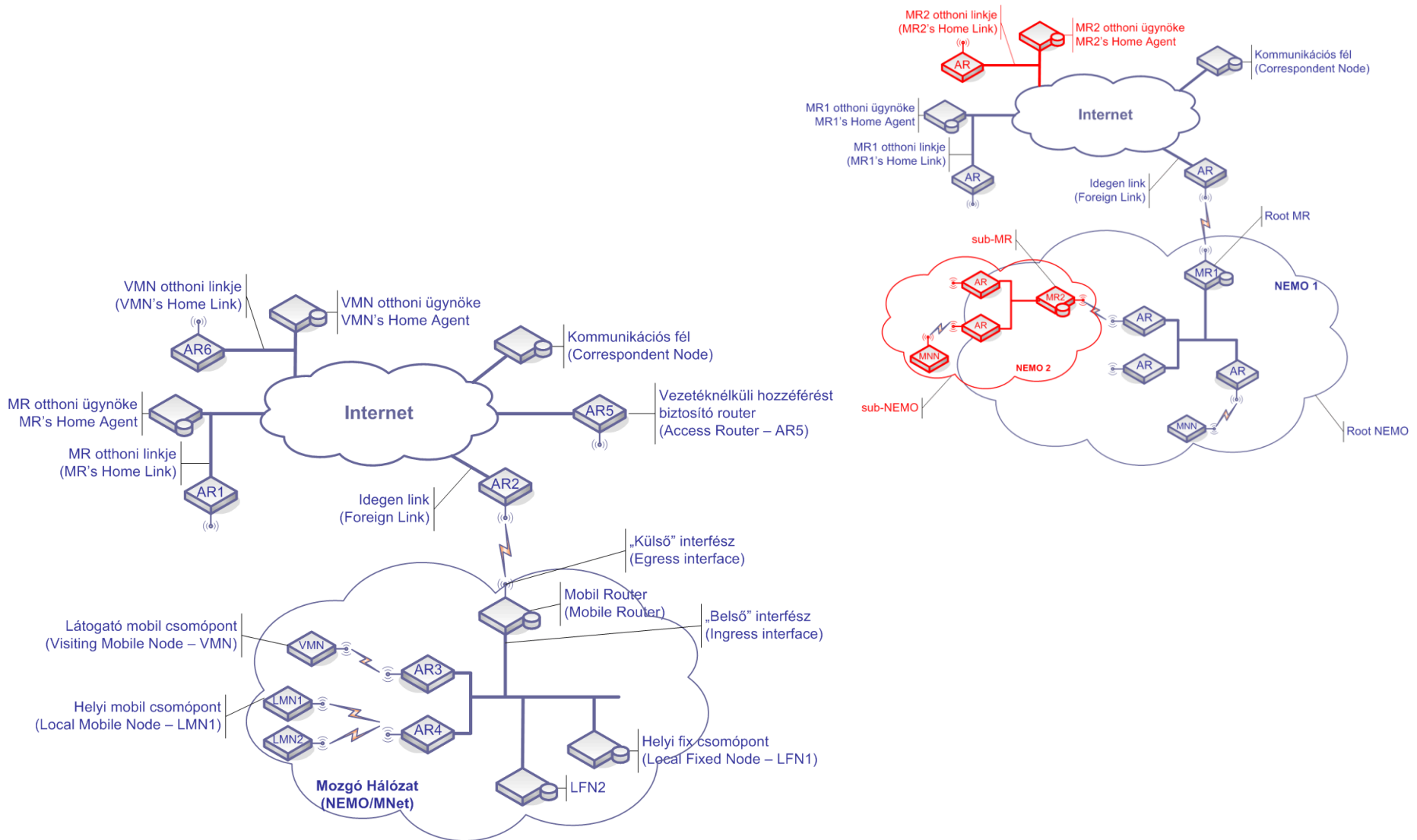


Mobile IPv6

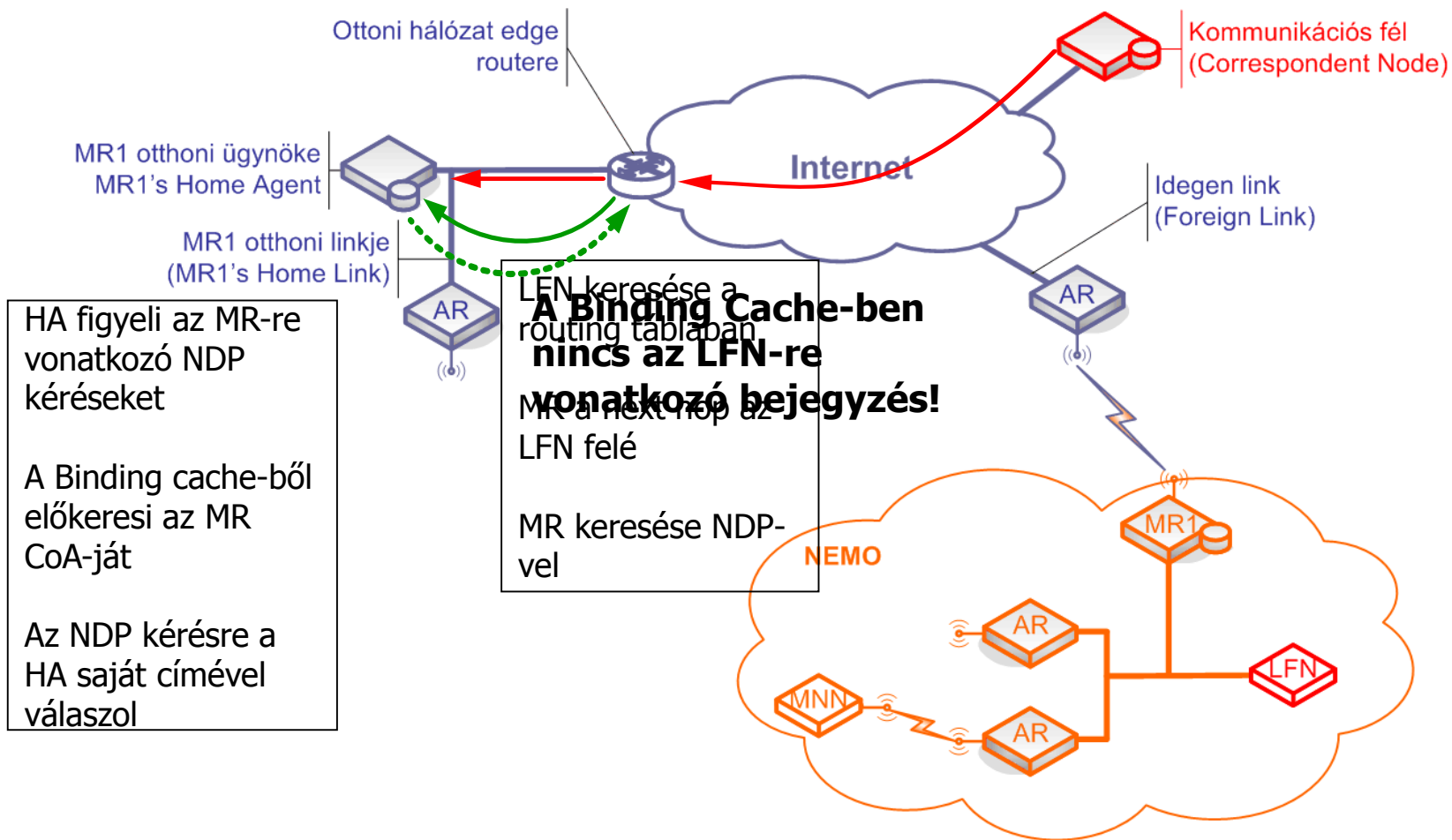


- Minden helyváltoztatást követően
 - A mobil terminál beregisztrálja a címét (helyét)
 - A kommunikációs fél az állandó címen (azonosítón) éri el a mobil terminált
 - Az otthoni ügynök (Home Agent) átirányítja a forgalmat

NEMO BS terminológia



Hálózat mobilitás: mi a probléma?



A NEMO Basic Support protokoll működése

- Amíg a mozgó hálózat az otthoni hálózatában van, hagyományos útvonalválasztást alkalmazunk.
- Amint a hálózat megváltoztatja a helyét a topológiában
 - Beregisztrálja a helyét és hálózati prefixét az otthoni ügynökénél (Home Agent)
 - A Home Agent az összes ilyen prefixre érkező csomagot alagutazza (tunnelezi) a Mobil Router (MR) felé
- Minden új helyen
 - Új ideiglenes címet rendelünk a Mobil Router állandó címéhez (location <-> identity)
 - A mozgó hálózat többi csomópontjának a címe változatlan, számukra a mozgás transzparens!

A NEMO Basic Support protokoll működése

Binding Cache:

2001:738:2001:2088::eui64/64 – MR-CoA

2001:738:2001:2089::/64 – MR-CoA

Otthoni hálózat edge
routerre

MR1 otthoni ügynöke
MR1's Home Agent

MR1 otthoni linkje
(MR1's Home Link)

2001:738:2001:2088::/64

MR-HoA

2001:738:2001:2088::eui64/64

Internet

Kommunikációs fél
(Correspondent Node)

Idegen link
(Foreign Link)

3ffe:ffff:fe3:8000::/64

Binding Update

Kétirányú
alagút

MR-CoA

3ffe:ffff:fe3:8000::eui64/64

NEMO

MR1

MNP

2001:738:2001:2089::/64

LFN címe

2001:738:2001:2089::eui64/64

AR

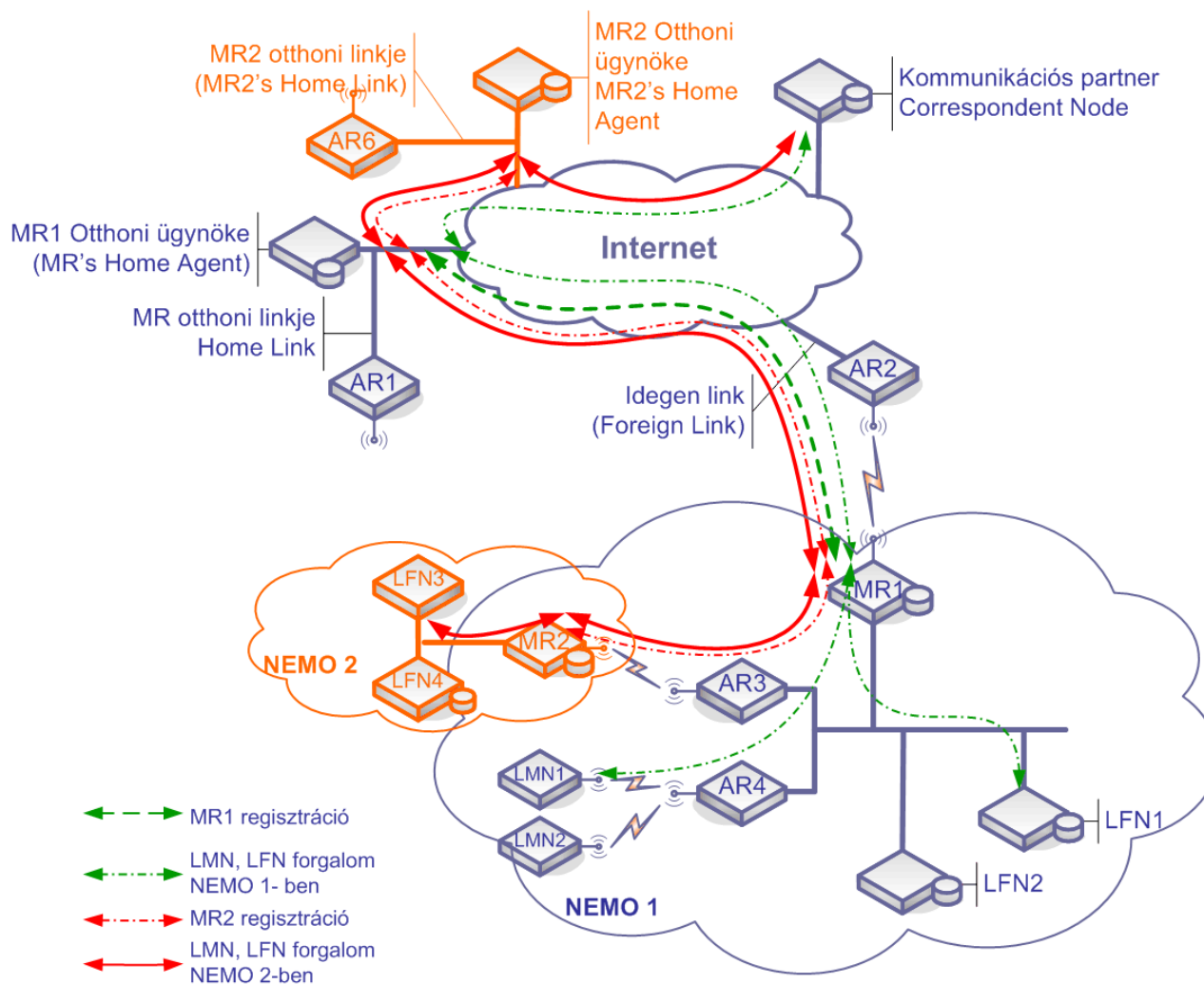
AR

MNN

AR

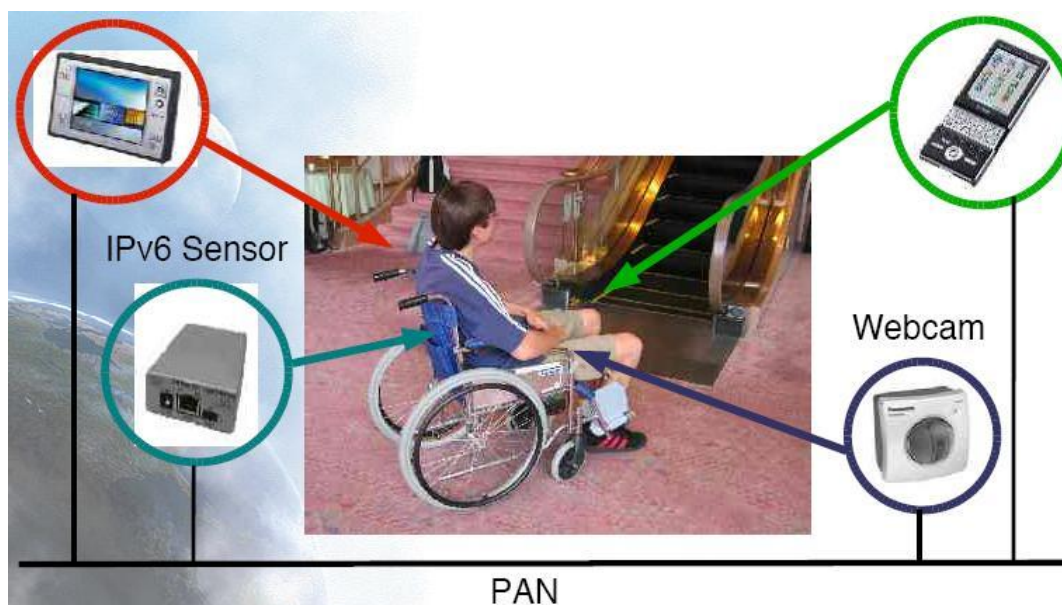
LFN

NEMO BS problémák



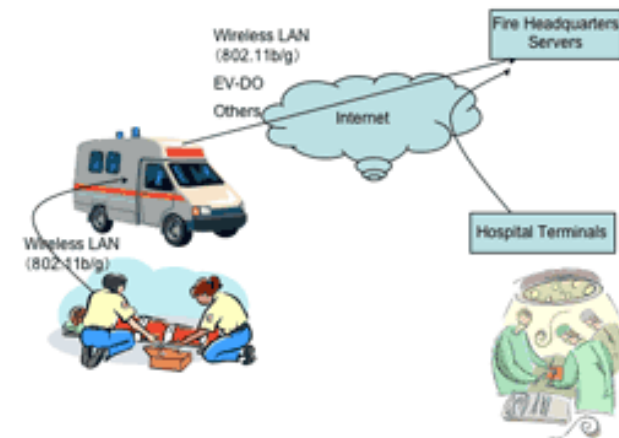
A NEMO BS gyakorlati alkalmazásai, tesztrendszer I.

- E-Wheelchair (Japán-Franciaország)
 - időskorúak, fogyatékkal élők egészségi állapotának monitorozása, felügyelete
 - távgyógyászat (kerekeszék érzékelői kapcsolatban a családdal/orvossal/kórházzal/ápolószeméllyel)



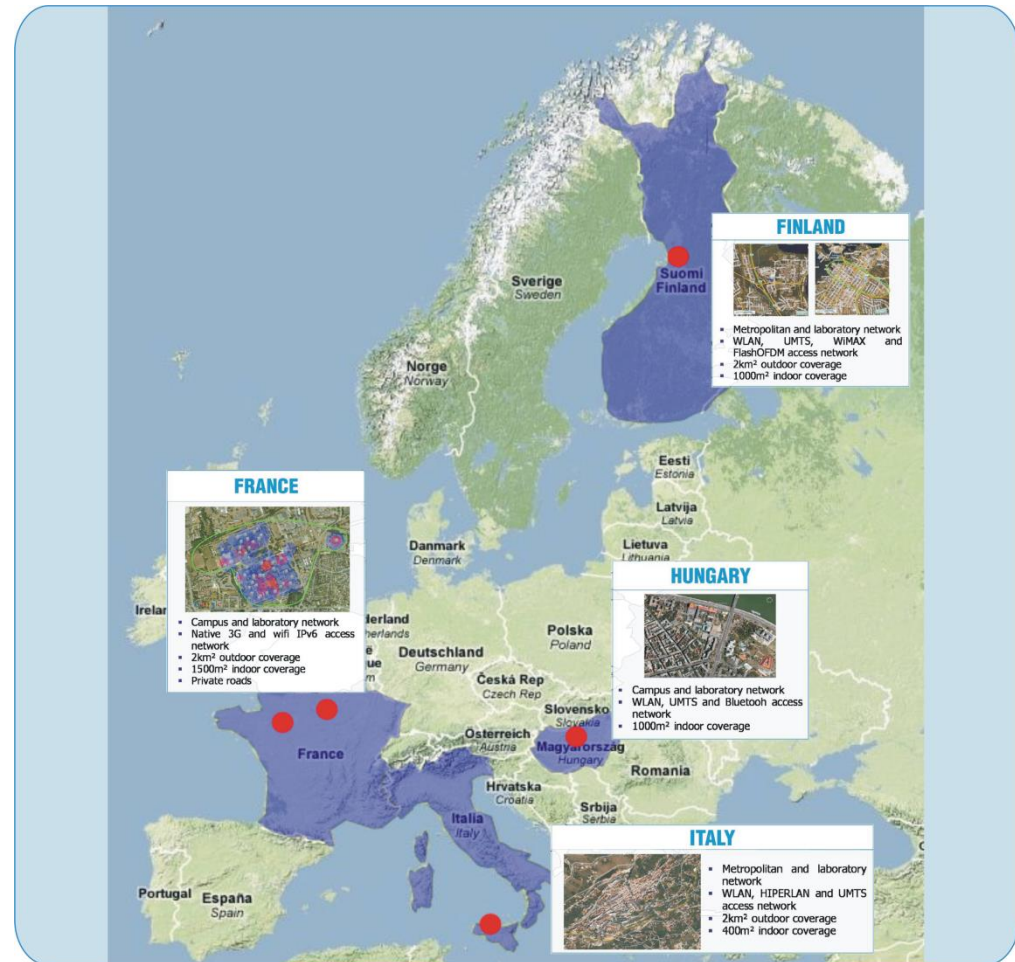
A NEMO BS gyakorlati alkalmazásai, tesztrendszerek II.

- Mobile ER Pilot Test (Japán)
 - viselhető eszközök a személyzeten (IP-telefon, laptop, GPS, szívverés-jelző)
 - mentőkocsi: 3G interfész
 - személyzet: WiFi
 - szolgáltatások:
 - interaktív és olcsó hang-kapcsolat
 - video/képek (multimédia) továbbítása a kórházba (pontosabb diagnózis, több orvos/vizsgálat, stb.)



A NEMO BS gyakorlati alkalmazásai, tesztrendszer III.

- ANEMONE (Advanced Next gEneration Mobile Open NEtwork - EU projekt)
- páneurópai teszthálózat IPv6 alapú mobilitási protokollok vizsgálatára



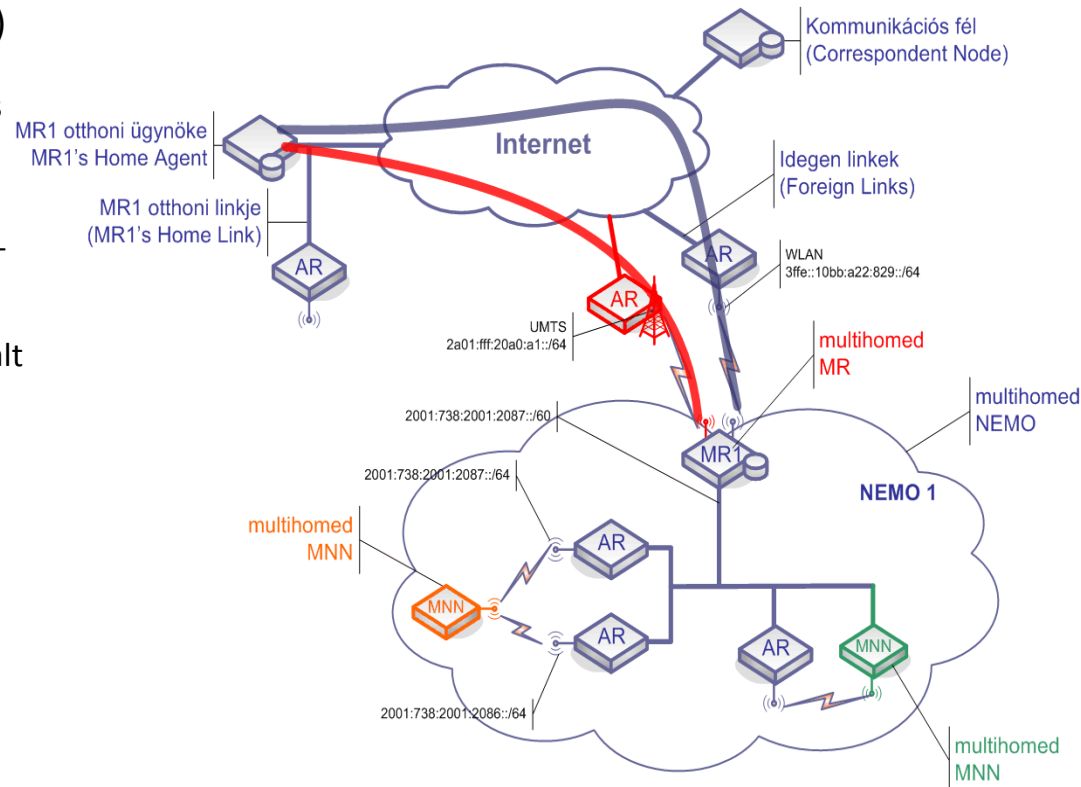
- BME (Hungary)
- CRES (Italy)
- ENST-Bretagne (France)
- INRIA (France)
- SFR
- Thales Comm. (France)
- VTT (Finland)

Multihoming mobil hálózatokban

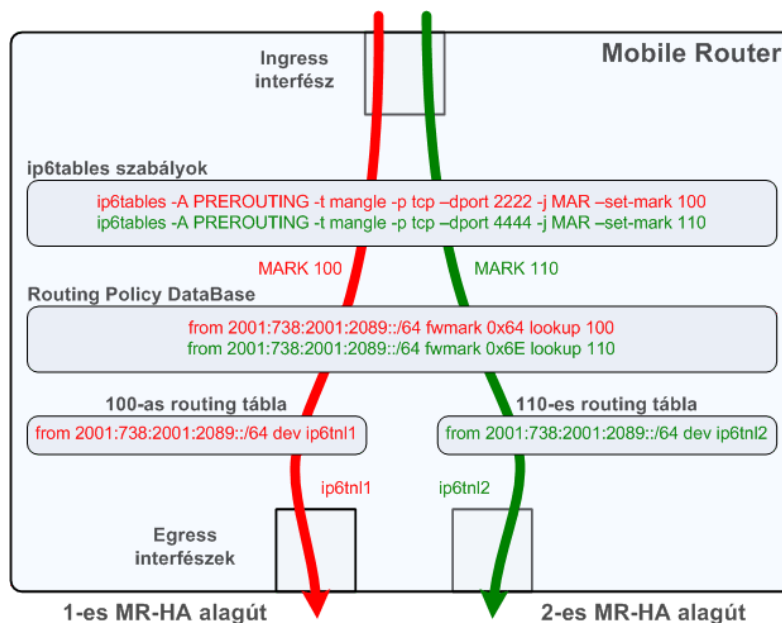
- Alapvető célok és előnyök:
 - Állandó és „ubiquitous” hozzáférés
 - Hálózati lefedettség technológiákon átívelve történő növelése
 - Megbízhatóság, hibatűrés
 - Hálózati komponens multiplikálása
 - Kommunikációs folyamatok átirányítása
 - A már kiépített folyamat leállítása és ismételt felépítése nélkül!
 - Terhelés-megosztás
 - A hálózat terhelésének több útvonal segítségével történő elosztása
 - Terhelés-kiegyenlítés / folyamatok szétozása
 - Adott folyamat több interfészen történő (együttes vagy szeparált) átvitele
 - Felhasználók választási lehetőségeinek bővítése
 - Felhasználói preferenciák alapján történő hozzáférés/hálózat kiválasztásának támogatása
 - Aggregált sávszélesség
 - Több interfész, több hozzáférés, több hálózat, nagyobb sávszélesség

MCoA (Multiple Care-of Addresses Registration)

- A MR továbbra is egy otthoni címmel rendelkezik de a kötés kiegészül egy BID (Binding Unique Identifier) azonosítóval, amivel a kimenő interfész és ezáltal a kétirányú NEMO alagutak (az MN kötése) beazonosíthatók.
 - BID tartozhat interfészhez vagy ideiglenes címhez.
 - Erről az azonosítóról az MN a BU (Binding Update) üzenetben értesíti a HA-t és a CN-eket, akik a BID-eket feljegyzik a Binding Cache-ükben
 - Az otthoni cím magát az MN-t azonosítja, míg a BID az ugyanazon MN által regisztrált egyes kötéseket különbözteti meg
 - Az ideiglenes IPv6-os címek megszerzése után az MN-ek legenerálják a CoA-khoz tartozó BID-eket, majd azokat eltárolják a Binding Update List-jükben
- A CoA-khoz tartozó BID-eket a Binding Unique Identifier al-opcióban helyezik el
- Sem a szabvány, sem az implementáció nem határozza meg, hogy mikor melyik interfészt kell használni a csomagtovábbításhoz!



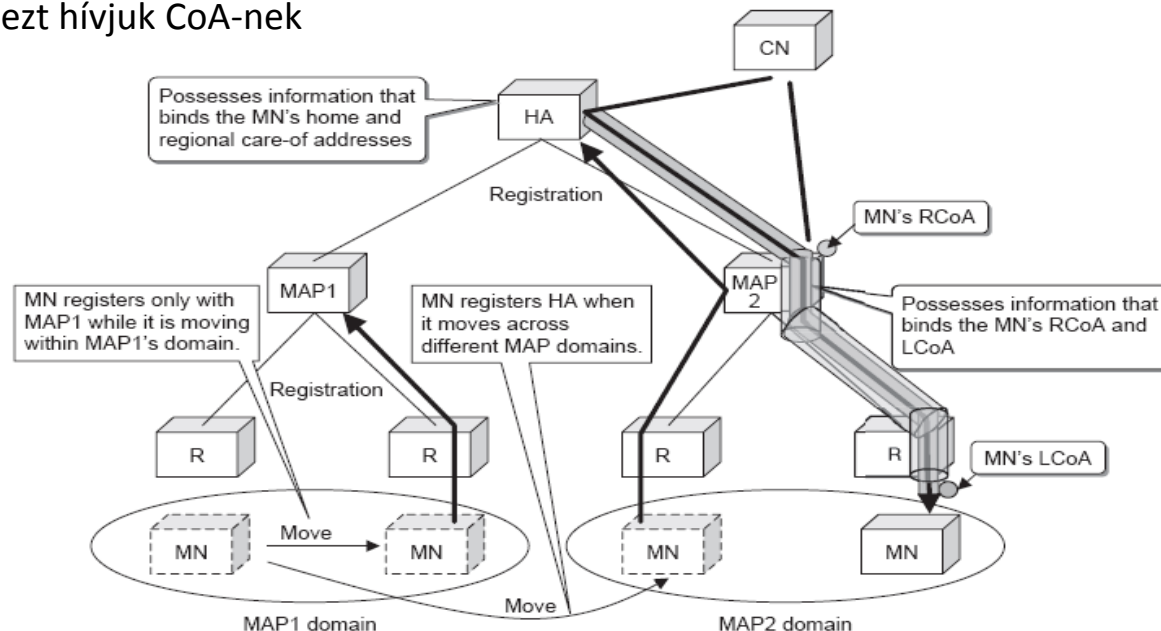
Flow Bindings



- A Flow Binding mechanizmusai lehetővé teszik, hogy egy vagy több adatfolyamot kössünk a mobil adott ideiglenes címéhez és felkészítsük az otthoni ügynököt is a mobil felé irányuló csomagok adott címre történő irányítására.
- Linux rendszeren ez a policy alapú útvonalválasztás a netfilter keretrendszer csomagjelölő (MARK) képességének segítségével valósítható meg
- A csomagok adott útvonalon való küldése érdekében a csomagokat az adott útvonalhoz tartozó interfész BID-jével jelöljük meg az útvonalirányítás előtt
- Az MCoA implementáció ezután már elvégzi a többit: az adott BID-del jelölt csomagokat az adott BID-hez tartozó útvonalirányítási szabályoknak megfelelően továbbítja.

HMIPv6

- MAP (Mobility Anchor Point):
 - Mobile IPv6-ban nincs idegen ügynök (FA), azonban mégis szükség lenne egy olyan elemre, amely segíti a Mobile IP-vel lezajló cellaváltásokat, csökkentve az adott idegen domain-en kívülre irányuló jelzési forgalmat. Ezt a feladatot látja el az új hálózati elem, a MAP
 - Hierarchiába szervezhetők, ezáltal növelve a lokalitás kihasználását!
- RCoA (Regional CoA):
 - Ez az a cím amit akkor szerez a MN, ha egy MAP subnetjébe kerül
 - A címet autokonfigurációval állítja be helyi MAP hirdetések alapján
- LCoA (On-Link CoA):
 - Az éppen aktuális hely default routerének hirdetései alapján autokonfigurációval beállított cím
 - MIPv6-ban ezt hívjuk CoA-nek

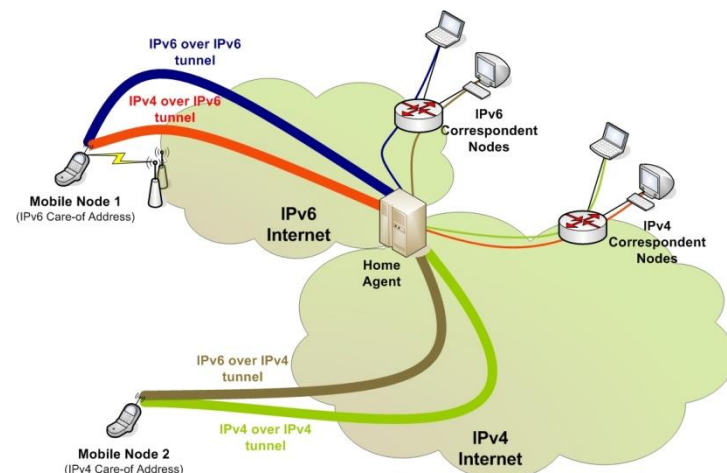


FMIPv6

- Probléma a MIPv6-ban: lassú handoverek
 - IP-rétegű késleltetés (pl. Stateless Autoconf)
 - Binding Update késleltetés (hálózatba való bejelentkezés után)
- Az FMIPv6 ezeket próbálja lecsökkenteni
- Az FMIPv6 szintén csak kiterjesztése a MIPv6 protokollnak
- Független az alatta lévő rétegektől
- Mi lenne ha előre tudnánk, hogy hová megyünk majd?
 - Lehetőség van rá, hogy előre megtudja a MN, hogy mely hálózatok vannak a közelében
 - Sőt arra is, hogy egy adott célhálózathoz előre generáljon magának egy CoA-t
- Használjuk ki az előbbi információkat!
 - Módosított BU üzenetekkel akár már „távolról” is bejelentkezhet a MN az új hálózatba
 - Az új üzenetekkel funkciókat is összevonhatunk (Neighbour Advertisement és bejelentkezés az új hálózatba)

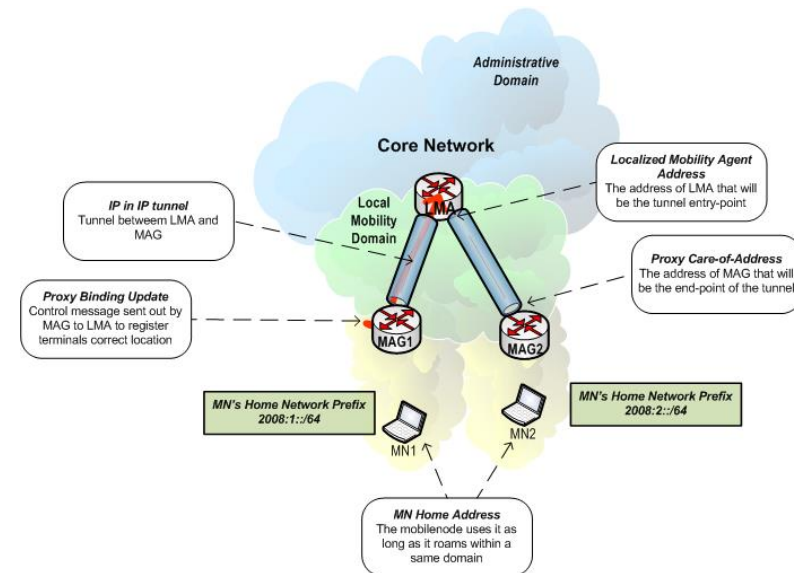
Dual-Stack Mobile IPv6 (DSMIPv6)

- A DSMIPv6 a Mobile IPv6 (RFC6275) és a NEMO BS (RFC3963) protokollokon alapul
- 3GPP R8-ban jelent meg először: kliens alapú mobilitás-kezelés 3GPP és non-3GPP hozzáférések között
- Főbb jellemzők:
 - MIPv6 jelzések újrahasznosítása
 - Az MN IPv4-es HoA címet is szerezhethet
 - A DSMIPv6 Home Agent és MN dual-stack
 - UDP beágyazás NAT-olt IPv4 hozzáféréshez
 - RO csak v6-os CN és v6-os MN között
- Előnyök:
 - Egyetlen, MIPv6 alapú protokoll v4/v6 hálózatokra
 - Hozzáférés-független (routerek, stb. nem érintettek)
 - NAT és tűzfalak átjárása biztosított
 - RO lehetséges v6 vagy dual-stack hálózatokon
 - MCoA + Flow Bindings is használható: IFOM (3GPP R10)
- Hátrányok:
 - MN-HA alagutak okozta terhelés (fejléc tömörítés segíthet)
 - Kliens alapú, tehát a végberendezésnek aktívan támogatnia kell
 - NAT-olt IPv4 hálózatokon plusz jelzésterhelés (keep-alive + UDP)



Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6)

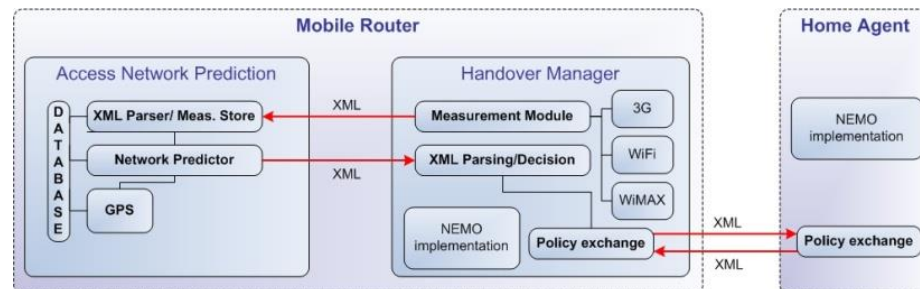
- MIPv6/DSMIPv6 problémák:
 - sokszor túl nagy terhet jelent az MN-nek (akku, jelzés, rádiós interfész terhelés tekintetében)
 - az operátor nem szólhat bele a folyamatba
 - a gyártók vonakodtak a támogatástól, új utakat kerestek
- Alternatív módszer: PMIPv6
 - Cisco, WiMAX, 3GPP, Juniper, IETF, stb. támogatás
 - Nem kliens, hanem hálózat alapú mobilitás-kezelés!
 - Két új entitás:
 - LMA (a Home Agent a PMIP domain-ben + prefix alapú útválasztás)
 - MAG (emulálja az otthoni linket az MN-ek számára)
- Előnyök:
 - A kliens nem vesz részt a mobilitási jelzésekben
 - A kliensben nincs szükség szoftver upgrade-re
 - Nincs alagutazás miatti overhead a rádiós interfészen
 - Újrahasznosítja a MIPv6-ot
 - MN hagyományos IPv6 host-ként viselkedik (ND-vel vagy DHCPv6-tal címet szerez az új linken és kész)
- Hátrányok:
 - Csak a Per-MN prefix modell támogatott (a prefix követi az MN-t)



Hálózatváltások optimalizálása

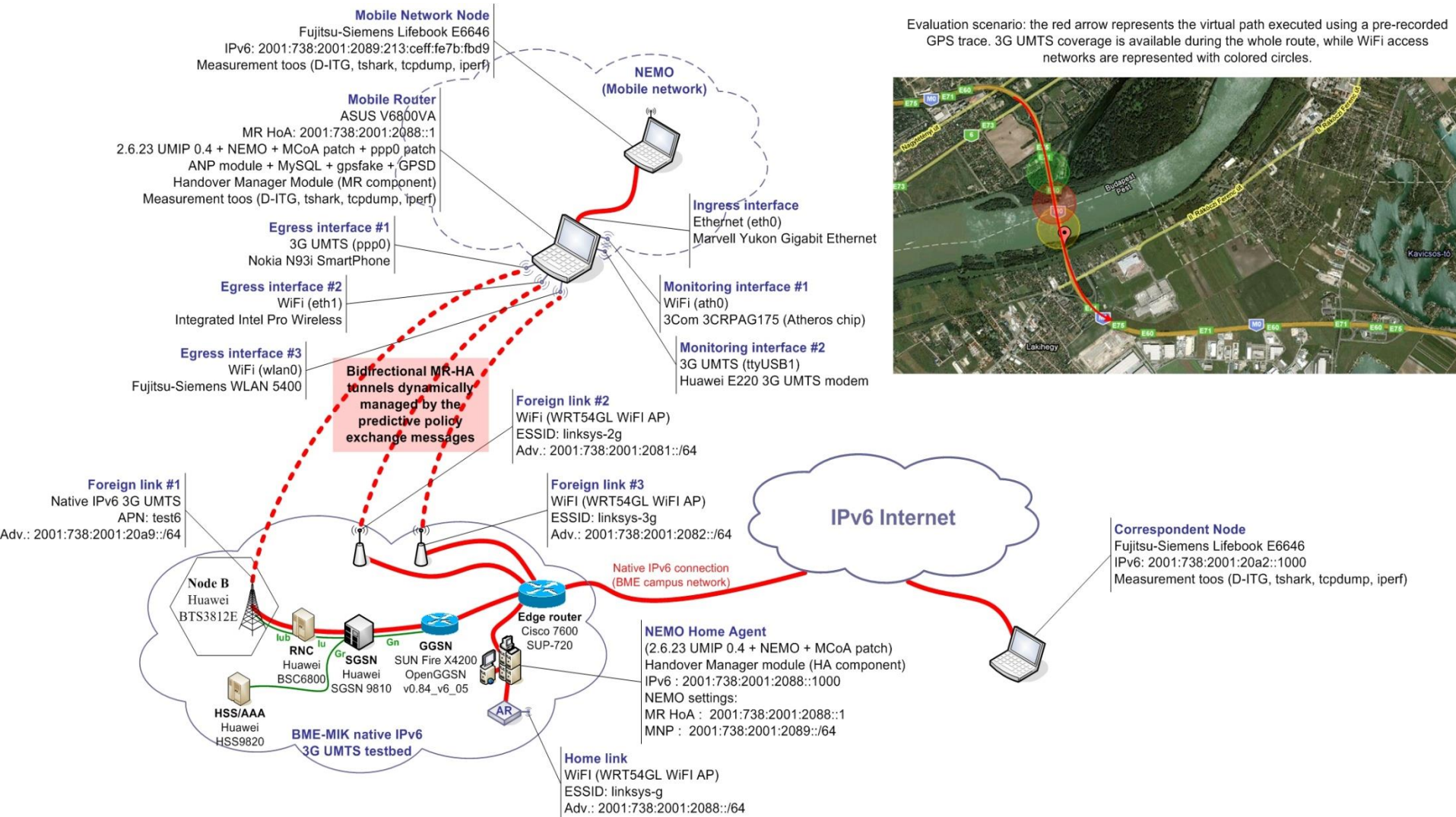
- A hálózatváltások során elvégzendő feladatok:
 - Új hozzáférési hálózatok keresése (scanning)
 - Hitelesítés, hozzáférés-menedzsment (authentication, authorization)
 - Csatlakozás (association)
 - IP címmel kapcsolatos műveletek
 - Új cím szerzése (acquiring Care-of Address)
 - Új cím ellenőrzése (Duplicate Address Detection)
 - Régi cím (és a hozzá tartozó routing bejegyzések) törlése (deletion of previous entries)
 - IP szintű mobilitáskezelés
 - Regisztráció az otthoni ügynöknél (registration to HA)
 - Regisztráció a kommunikációs partnereknél (registration to CNs)
- A mobilitás kezelése időigényes, ami a valós idejű (real-time) kommunikációt az okozott csomagvesztés, késleltetés miatt könnyen ellehetetlenítheti!

GPS alapú prediktív mobilitás-kezelés



- Fókusz a NEMO-n:
 - Hosszú távon a NEMO lesz az elterjedt!
 - PAN, közlekedési eszközök mozgó hálózata, mozgó ad-hoc hálózatok, stb.
- Motiváció:
 - Tervezési probléma: IP cím szemantikailag túlterhelt (nem gondoltak a mobilitásra)
 - interfész azonosító szerep (identifier)
 - topológiai helymeghatározó szerep (locator)
 - Mozgó járművöknél időben változhat a használt csatlakozási pont (pl.: a vonat nagy távolságokat szel át)
 - Ez sokszor a használt IP cím változásához (alhálózat váltáshoz) vezet
 - Az IP cím kommunikáció közbeni („on-the-fly”) módosítása megszakítja a futó kapcsolatokat
 - Eredmény: 3—5 másodperces késleltetés (= kapcsolatkiessési idő) a handoverok során
- Megoldás:
 - Meg kell jósolni a hálózatváltásokat és előre el kell végezni a műveleteket (pl. alagút kiépítés)
- A kötött útvonalon (1) közlekedő mozgó hálózatok esetében ha többször megyünk ugyanazon (2) az úton, akkor az előző utazások tapasztalatai (3) felhasználhatóak
 - (1) Pl. vonat, a villamos, a trolibusz
 - (2) Folyamatosan tudnunk kell, hogy hol vagyunk: GPS
 - (3) Hálózati mérésekre (L1/L2, L3) és azokat tároló adatbázisra van szükségünk

GPS alapú prediktív mobilitás-kezelés (folyt.)

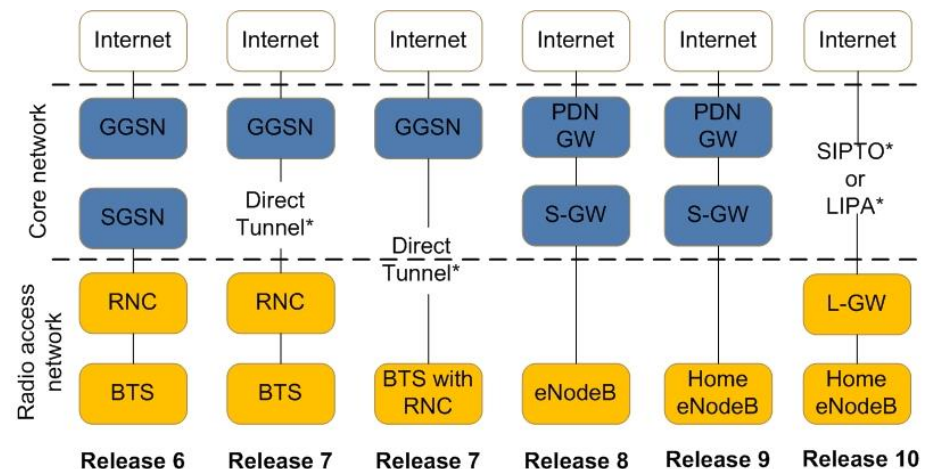
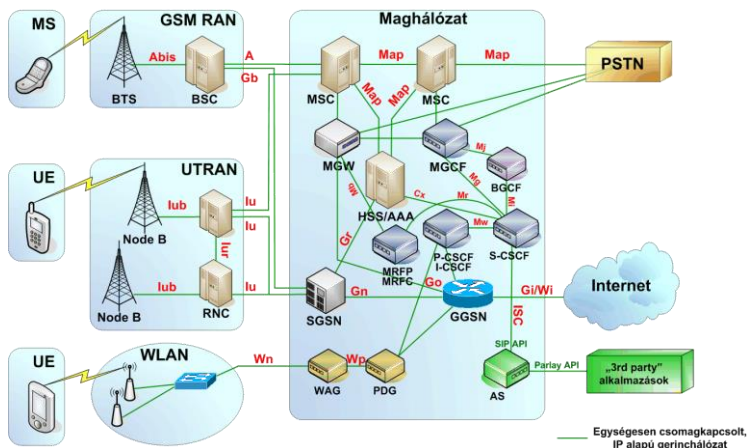


Skálázhatósági problémák kezelése: egy régi-új megközelítés

- 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 végződtes közel a felhasználóhoz, onnan natív IP routing a felhasználói síkban is -> elosztott, skálázható, flexibilis!

A 3GPP/3GPP2 PS domain evolúciója

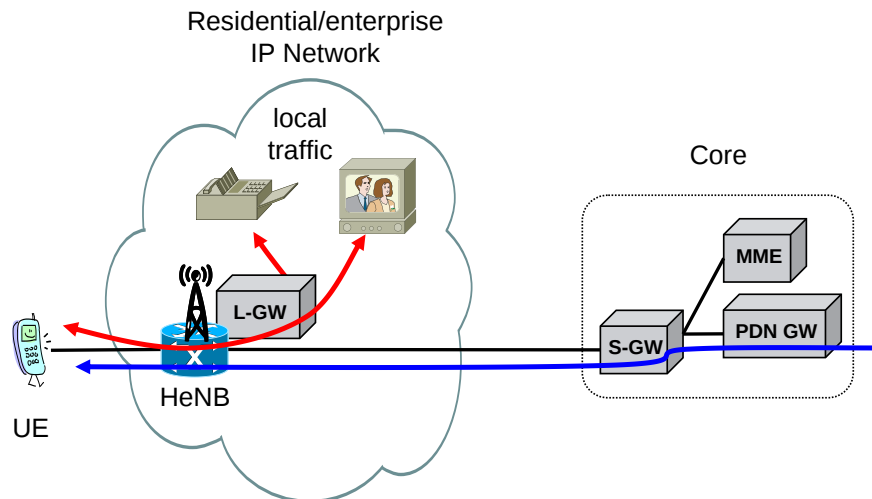
- Egy tipikus celluláris hálózat napjainkban:
 - nagyszámú, sokféle, drága entitás
 - hierarchikus/centralizált struktúrában
- Az architektúra javítása megkezdődött, 2010-re a rádiós hozzáférés (LTE, LTE-A) teljesen „flat” lett
 - Egyetlen kiszolgáló csomópont (eNodeB, Home eNodeB)
- A maghálózat még mindig központosított
 - Az offloading technikák igyekeznek javítani a helyzeten
- Az architektúra további optimalizációja aktuális kérdés!



*Traffic offload mechanisms are optional

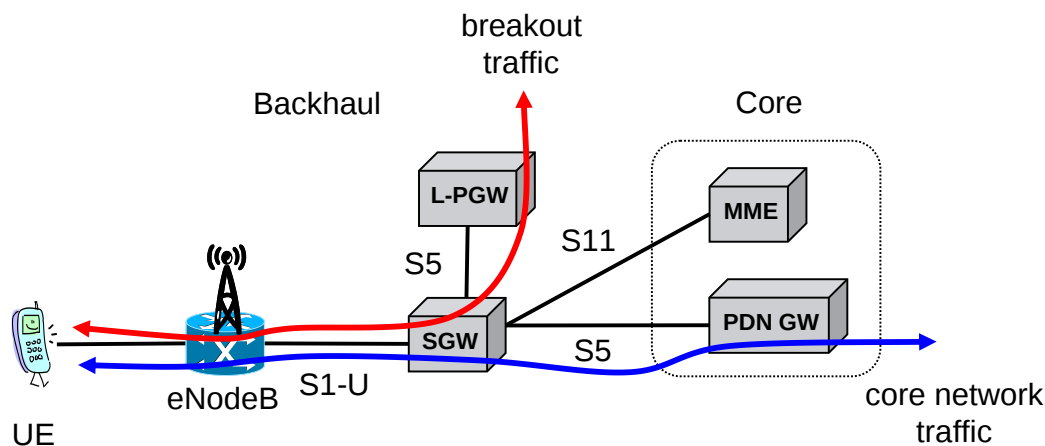
Úton a „flat” hálózatok felé: LIPA

- 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



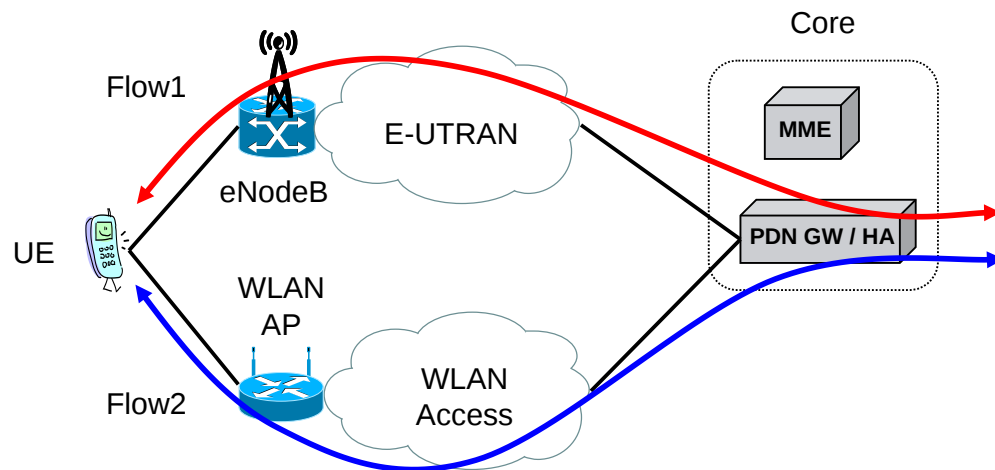
Úton a „flat” hálózatok felé: SIPTO

- 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)



Úton a „flat” hálózatok felé: IFOM

- 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: IP alapú mobilitás-támogatás!!



Elosztott mobilitás-kezelés – Motivációk

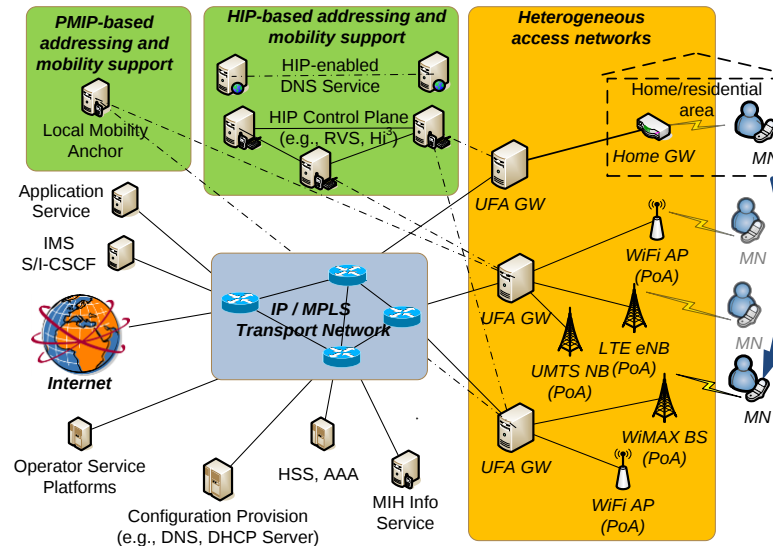
- A „flat” architektúrák új szemléletet igényelnek a mobilitás-kezelésben is
- Problémák a jelenlegi mobilitás-kezelési megközelítésekkel:
 - Felhasználói „anchor” csomópontok miatt sub-optimális utak
 - A centralizált működés rosszul skálázható
 - A mobilitás-kezelés nem kapcsolható ki (pedig nincs mindig szükség rá!)
 - Nehézkes telepítés, üzembe helyezés
 - A centralizált csomópontok potenciális hibaforrások
- Egy integrált megoldás: dinamikus és elosztott mobilitás-kezelés
 - 2010 augusztus: új IETF non-working group: DMM
 - 2011 március: DMM beolvad a MEXT (Mobility EXTensions for IPv6) munkacsoportba (DMM mint új „work item”)
 - 2012 március: a MEXT munkacsoport DMM munkacsoporttá alakul

Elosztott mobilitás-kezelés – Forgatókönyvek

- Alkalmazási sémák
 - Funkciók elosztása a maghálózatban
 - Az „anchor” csomópontok topológiaiilag elosztottak (adott területért felelnek), de a maghálózatban foglalnak helyet
 - Funkciók elosztása a hozzáférési hálózatban
 - Okos bázisállomások
 - Funkciók elosztása a hoszt szintjén (P2P)
 - A kapcsolat felépítése után útvonal-optimalizáció a kommunikáló felek között: közvetlen kapcsolat
- Az elosztás szintjei
 - Részlegesen elosztott működés: csak a felhasználói sík funkciót osztjuk el
 - Teljesen elosztott működés: felhasználói és vezérlési sík egyaránt elosztott

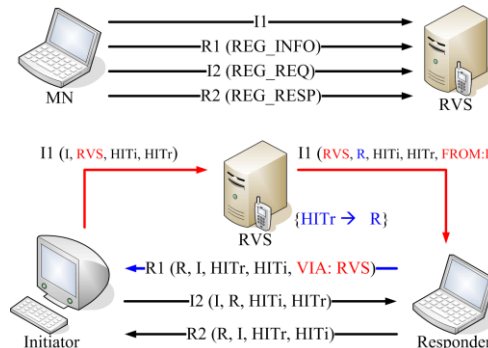
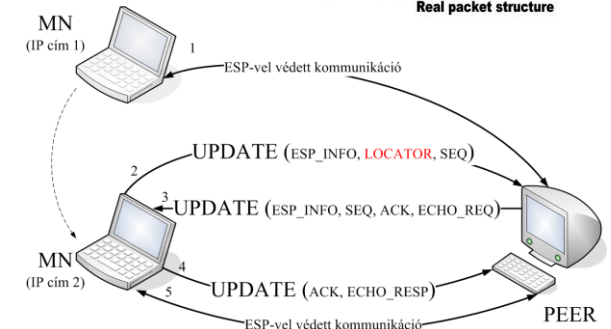
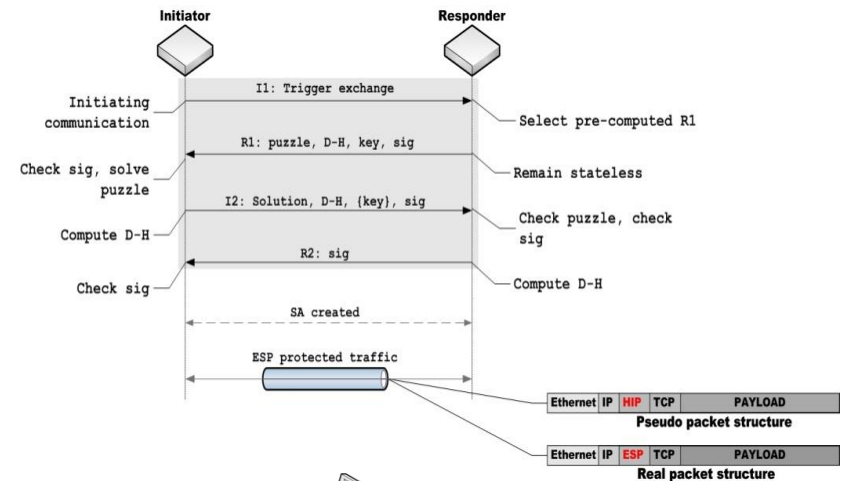
Az „Ultra Flat” architektúra – Dióhéjban

- 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
- **UFA HIP: a Host Identity Protocol alapú UFA javaslatunk**



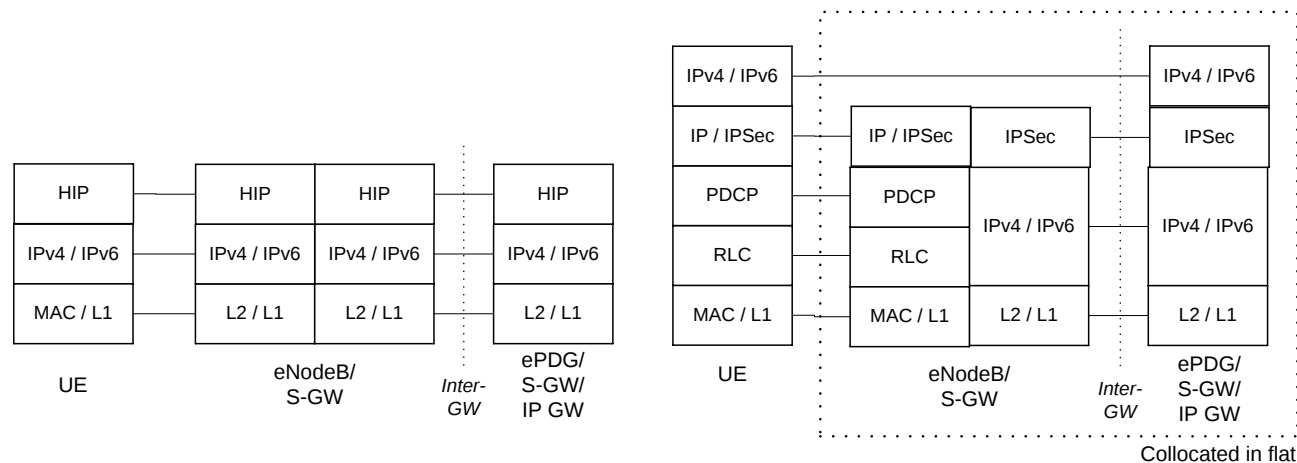
A Host Identity Protocol dióhéjban

- Az új névtér neve „Host Identity”
 - absztrakt fogalom: az entitás „kiléte”
- Állomás-azonosító (Host Identifier)
 - publikus/privát kulcs pár publikus része
 - hossza az alkalmazott algoritmustól függ
- Állomás-azonosító címke (Host Identity Tag)
 - HIT – a HI 128 bites hash lenyomata
 - kulcsgeneráló algoritmustól független, fix hossz
- A végpontok megbízható hitelesítése
- Diffie-Hellman kulcscsere
- Azonosítás és helymeghatározás elkülönítése
- A socket-ek a HIT-ekhez kötődnek, nem IP-hez
 - Könnyű és biztonságos mobilitás-kezelés
- Lehetséges jövő Internet architektúra
 - Új réteg L3 és L4 közé
 - DNS kiegészítés
 - Biztonság-centrikus



HIP-alapú Ultra Flat Architektúra

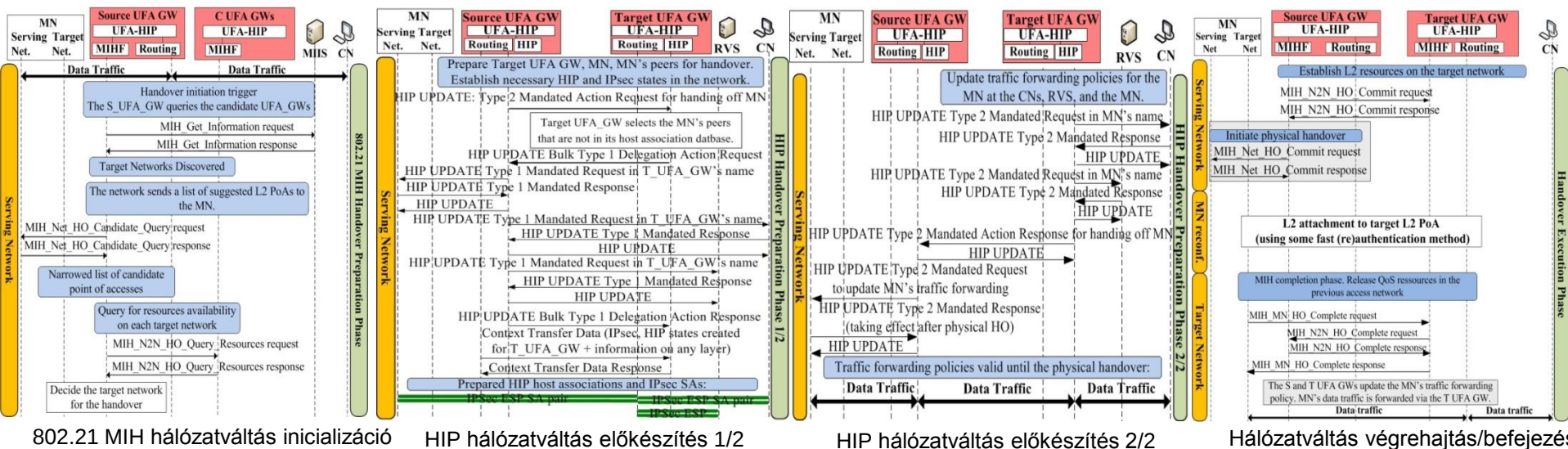
- Gyökeres változtatás, „green-field” megközelítés
- Teljesen megszünteti az IP horgonypontokat
- HIP jelzésdelegációra épít
- HIP UFA GW: E2E HIP vs. UFA HIP
- IEEE 802.21 MIH + HIP: hatékony inter-GW HO
- Többféle telepítési forgatókönyvet támogat



Teljesen flat EPC architektúra opció

UFA HIP mobilitás-kezelési protokoll

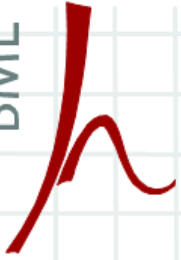
- UFA-HIP keretrendszerbe illeszkedő, proaktív, elosztott, IEEE 802.21 MIH alapú mobilitás-kezelési protokoll, mely
 - támogatja az elosztott és flat architektúrákat
 - a mobilitás-kezelés jelzésterhelésének nagy részét a felhordó- és maghálózati szegmensekben tartja
 - HIP jelzésdelegációt használva csökkenti a szükséges BEX-ek számát és a rádiós interfész jelzésterhelését
 - szervesen támogatja a cross-layer optimalizálás lehetőségeit.



Összefoglalás

- A mobil Internet fejlődése új architektúrákat hív életre
- A „flat” és architektúrák és a DMM megoldások előnyei
 - OPEX/CAPEX csökkenés
 - Egyszerűbb hálózattervezés
 - A cella és a speciális GW entitások közti forgalom limitált
 - Optimális útvonalak, lehetőség szerint a maghálózat kihagyásával
 - FMC támogatás: ugyanazon procedúrák vezetékes és mobil használatra
 - Optimalizált hálózatváltások
- Az IP alapú mobilitás-kezelés azonban még mindig vet fel kérdéseket:
 - Multihoming, multi-access, multi-path
 - NEMO és összetett struktúrái (egymásba ágyazott mozgó hálózatok!)
 - Speciális ID/Loc splitting (Host Identity Protocol)
 - Distributed and Dynamic Mobility Management
- Aktuális kutatási irányok:
 - DMM módszerek használata SDN hálózatokban
 - OpenFlow alapú DMM módszerek
 - Mobility Management as a Service

BME



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Multimédia Hálózatok és Szolgáltatások
Laboratórium



Jövő Internet hálózati architektúrák:
Mobilitáskezelés

Köszönöm a figyelmet
bokorl@hit.bme.hu