

# **A jövő internete, BMEVITMAV74**

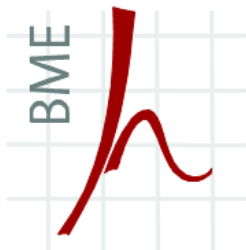
---

**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, 2015. tavasz**

# Kivonat

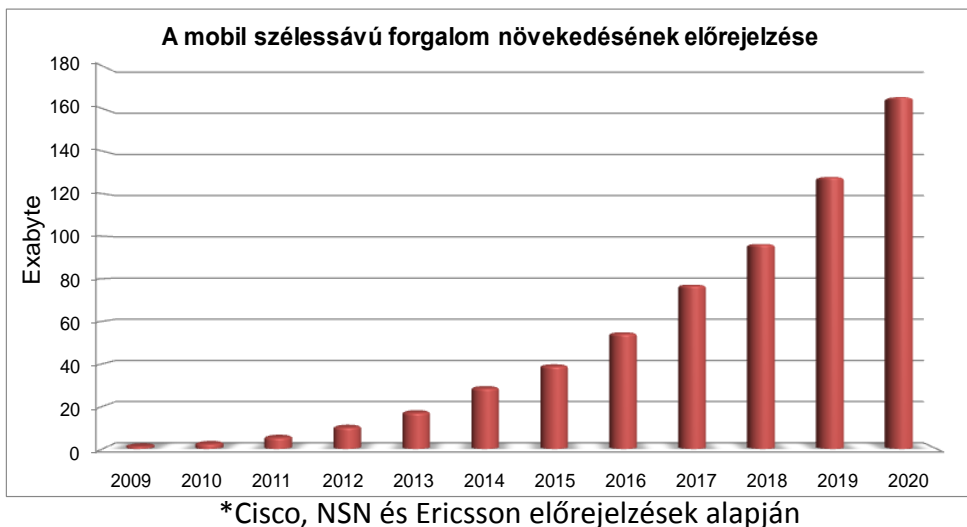
- Bevezetés
- A mobil Internet
  - forgalmi evolúciója
  - skálázhatósági problémái
  - mobilitáskezelési problémái
- Ubiquitous („mindenütt jelenlévő”) Internet
- Intelligent Transport Systems
- Az IP(v6) alapú mobilitásról röviden
- Főbb mobilitási esetek
- A Mobil IPv6 család alapvető tagjai
  - MIPv6
  - 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 fájlmeosztás
  - 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

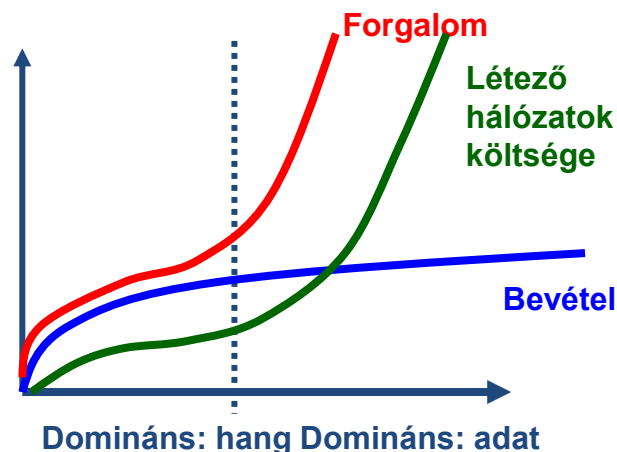
- 3 fő faktor: előfizetők; hálózatok/szolgáltatások; végberendezések
- A föld népességének
  - 25%-a (~ 2 milliárd ember) Internet-használó
  - 60%-a (~ 4,5 milliárd ember) használ valamilyen mobil szolgáltatást
- 2013 - 2018 között az IP forgalom 3,1-szeresére bővül (évi 25%!)
  - 2005-höz képest 102-szeres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

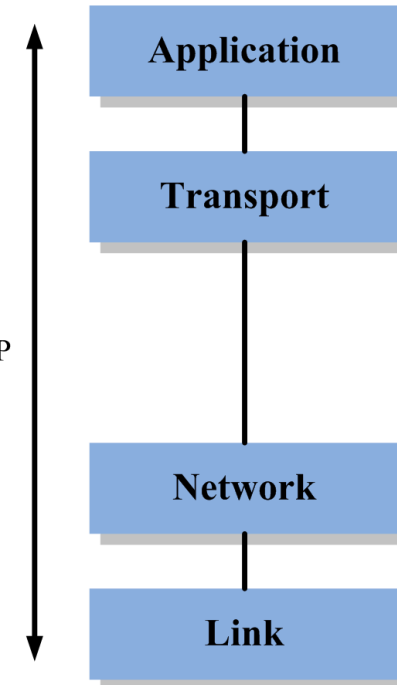
# A mobil Internet skálázhatósági problémái

- 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.)



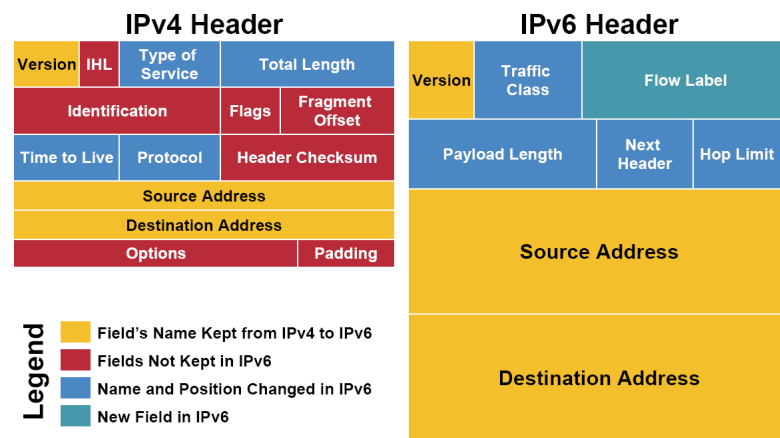
# A mobil Internet mobilitás-kezelési problémái

- IP szintű mobilitás
  - hálózati csatlakozási pont megváltozása = IP alhálózat megváltozása
  - IP alhálózat megváltozása = változások az útvonalirányításban
- Mindehhez a jelenlegi TCP/IP modellt adaptálni kell<sup>IP</sup>
  - 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



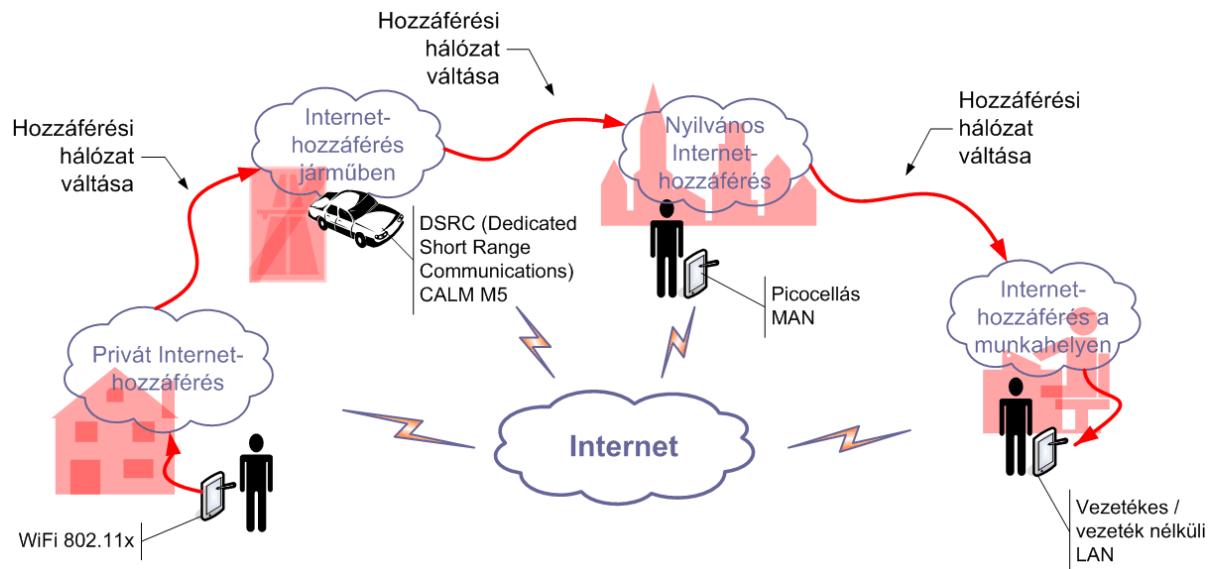
- IPv6 az előtérben, mert
  - több címre van szükség
  - végpont-végpont biztonságra van szükség
  - QoS-re van szükség
  - 3G és egyéb rendszerek közti mobilitás támogatására van szükség



# Ubiquitous („mindenütt jelenlévő”)

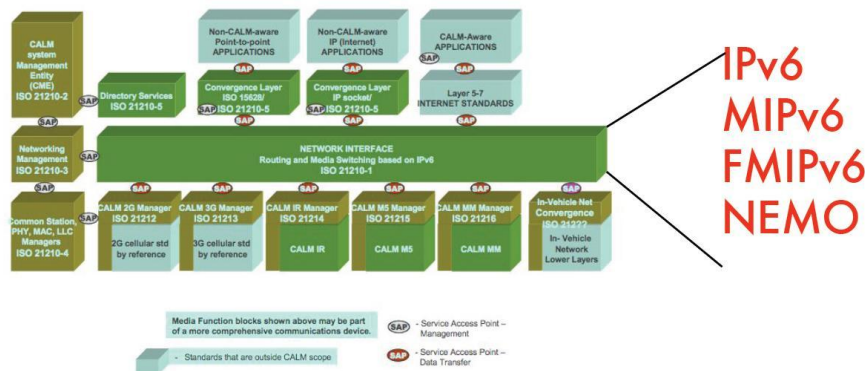
## Internet

- 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!

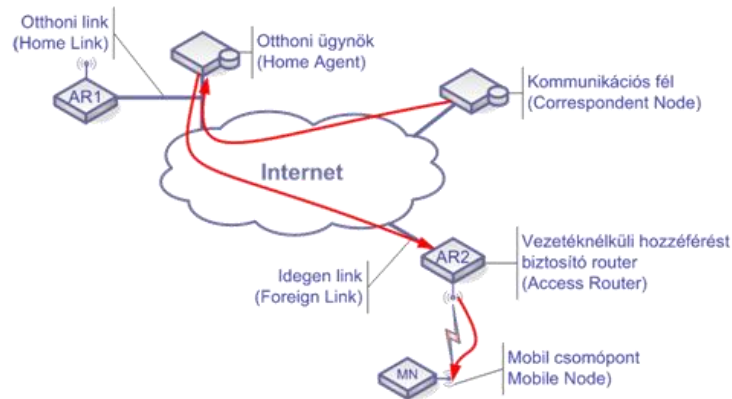


# Intelligent Transport Systems (ITS/C-ITS)

- Az intelligens forgalom irányítás egyre növekvő kommunikációs igényeket mutat
  - Intelligent Transport Systems – ITS
  - v2v, v2i 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 protokollokra épít

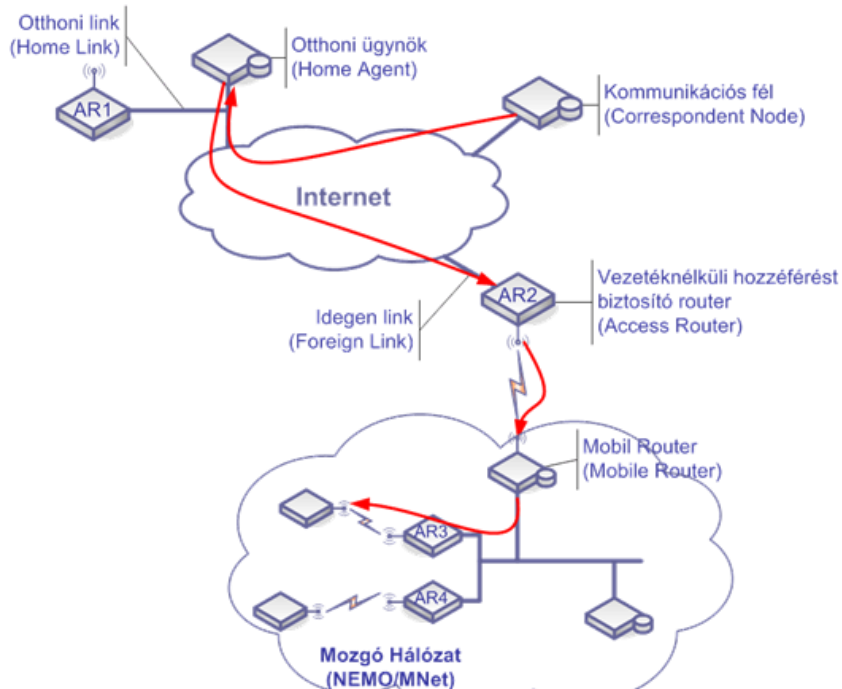


# Főbb mobilitási esetek



## ■ Hoszt mobilitás:

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

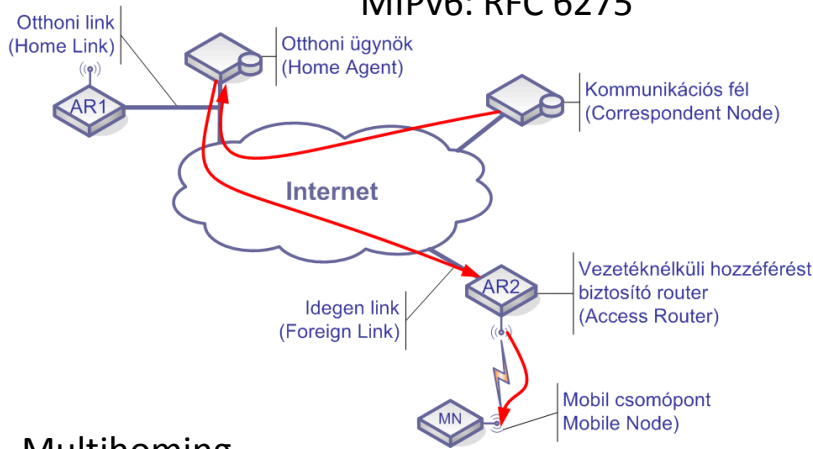


## ■ Hálózat mobilitás:

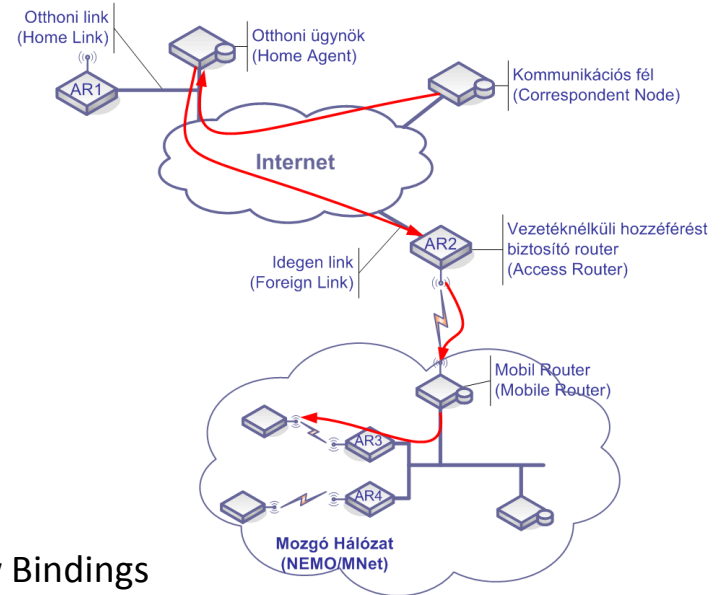
- egész hálózat, egyetlen egységet alkotva mozog
- Mobil útválasztó (Mobile Router) rejt el a hálózat belső jellemzőit a külvilág elől
- A hálózat mozgásakor:
  - az MR változtat IP címet
  - a mozgó hálózat belsejében lévő csomópontok nem érzékelik a változást, nincs feladatuk ezzel kapcsolatban

# A Mobil IPv6 család alapvető tagjai

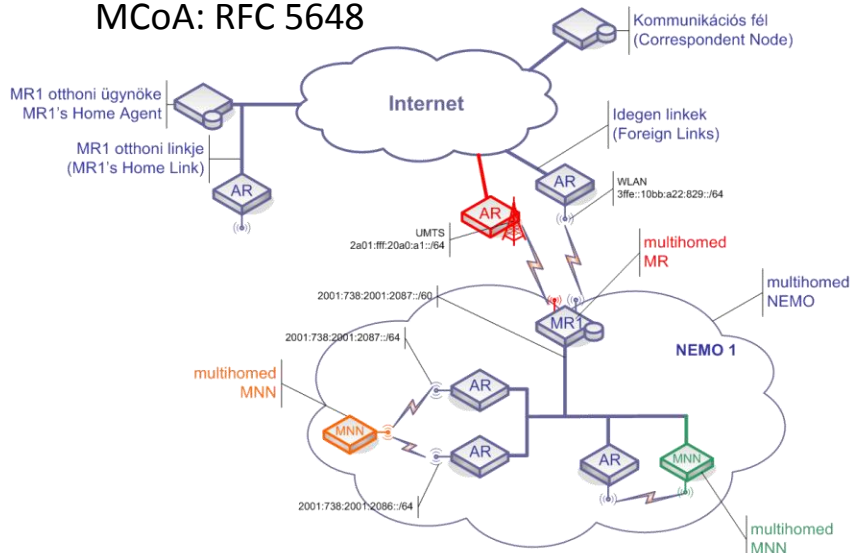
Hoszt mobilitás  
MIPv6: RFC 6275



Hálózat mobilitás  
NEMO BS: RFC 3963

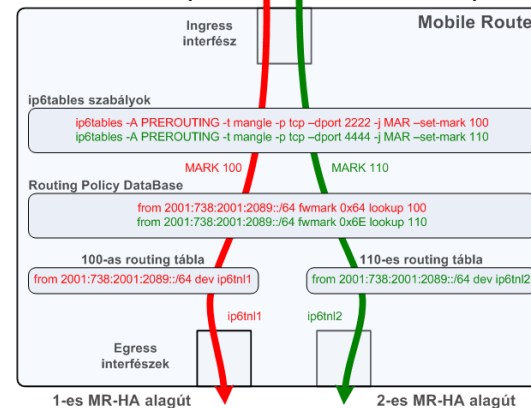


Multihoming  
MCoA: RFC 5648

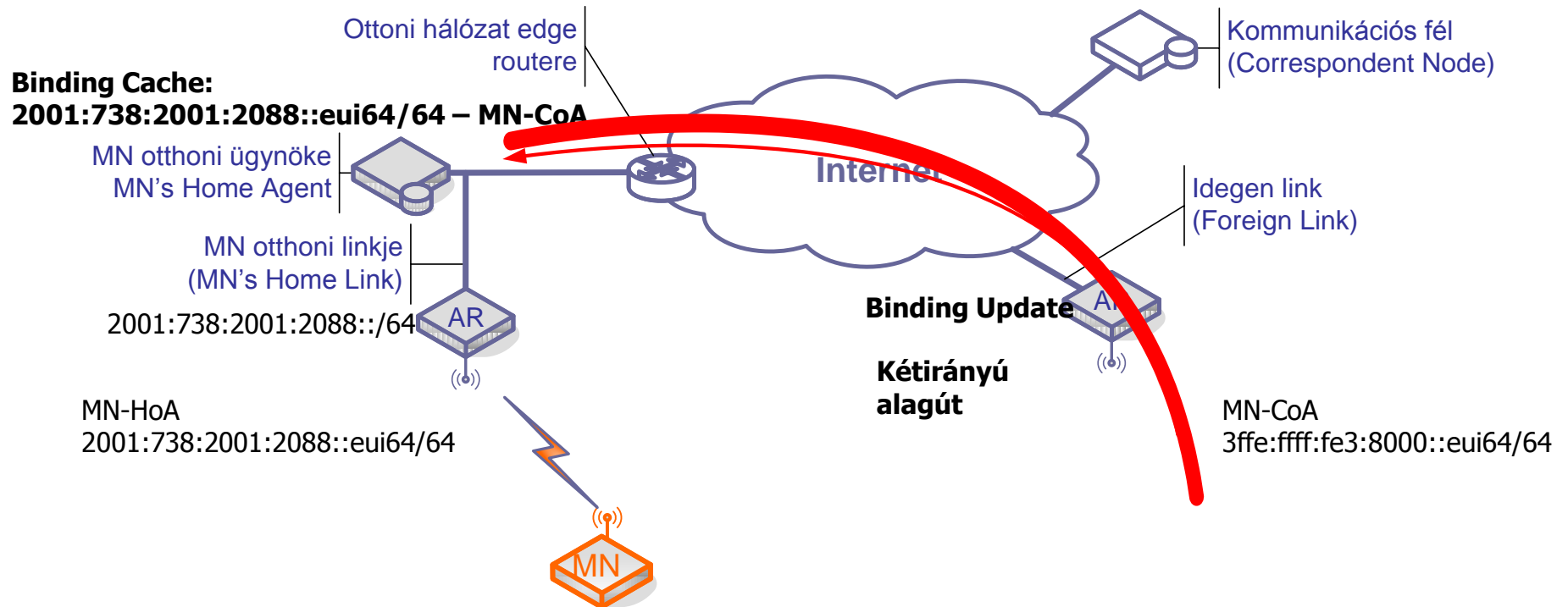


Flow Bindings

RFC 6089 (frissíti az 5648-at)

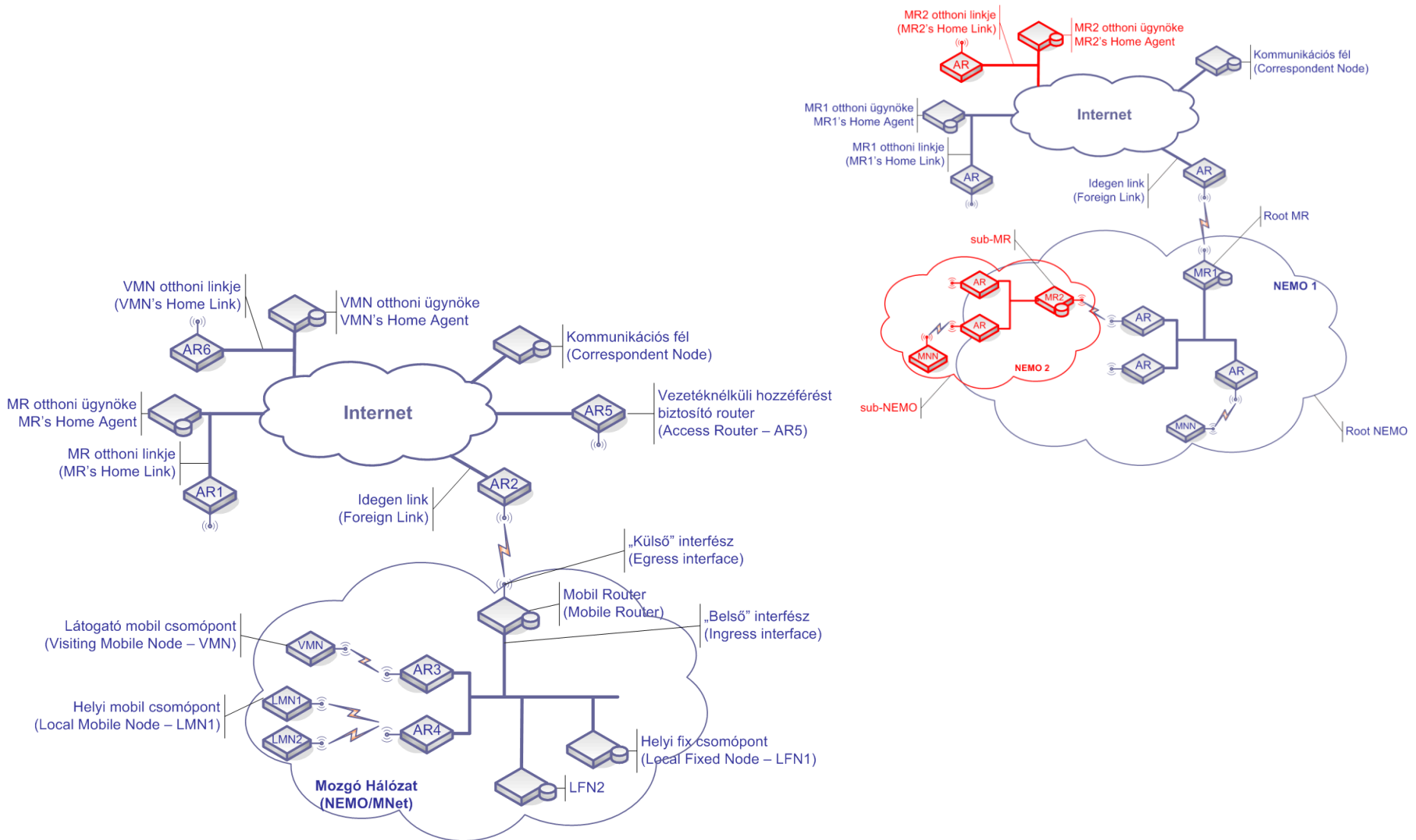


# Mobile IPv6

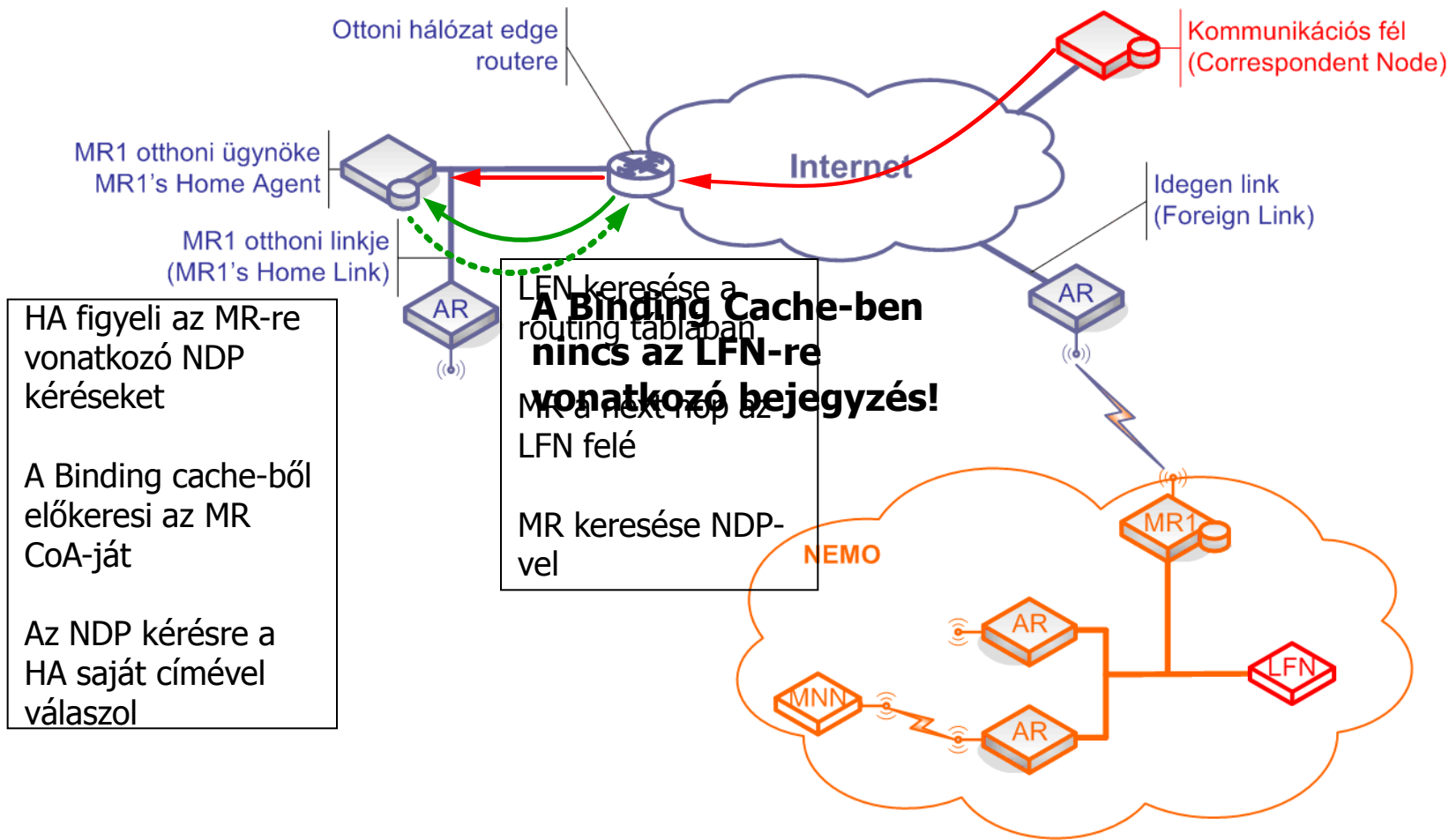


- Minden helyváltoztatást követően
  - A mobil terminál beregisztrálja a címét (helyét)
  - A kommunikációs fél az állandó címen (azonosítón) éri el a mobil terminált
  - Az otthoni ügynök (Home Agent) átirányítja a forgalmat

# 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!



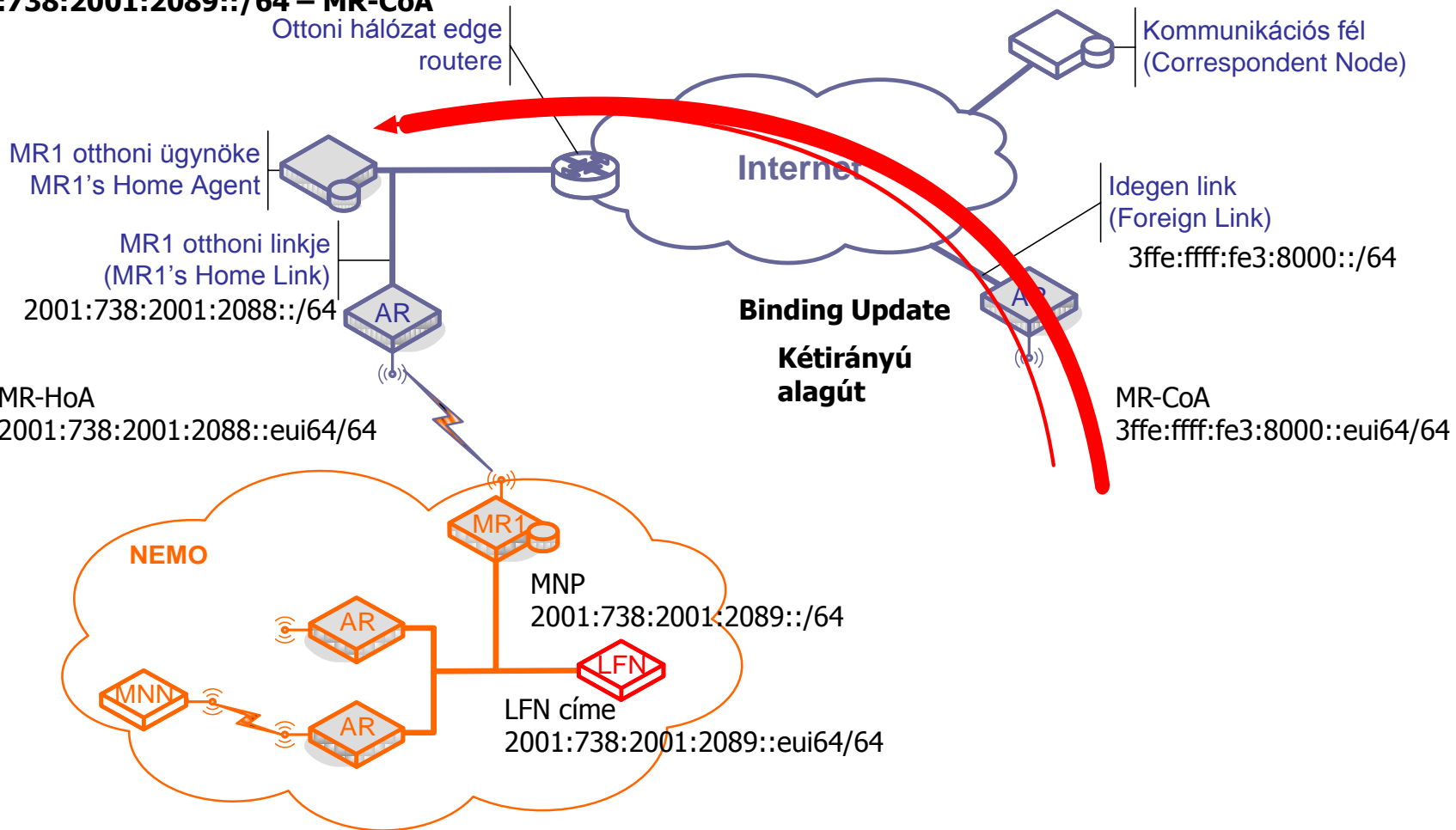
# A NEMO Basic Support protokoll működése

## Binding Cache:

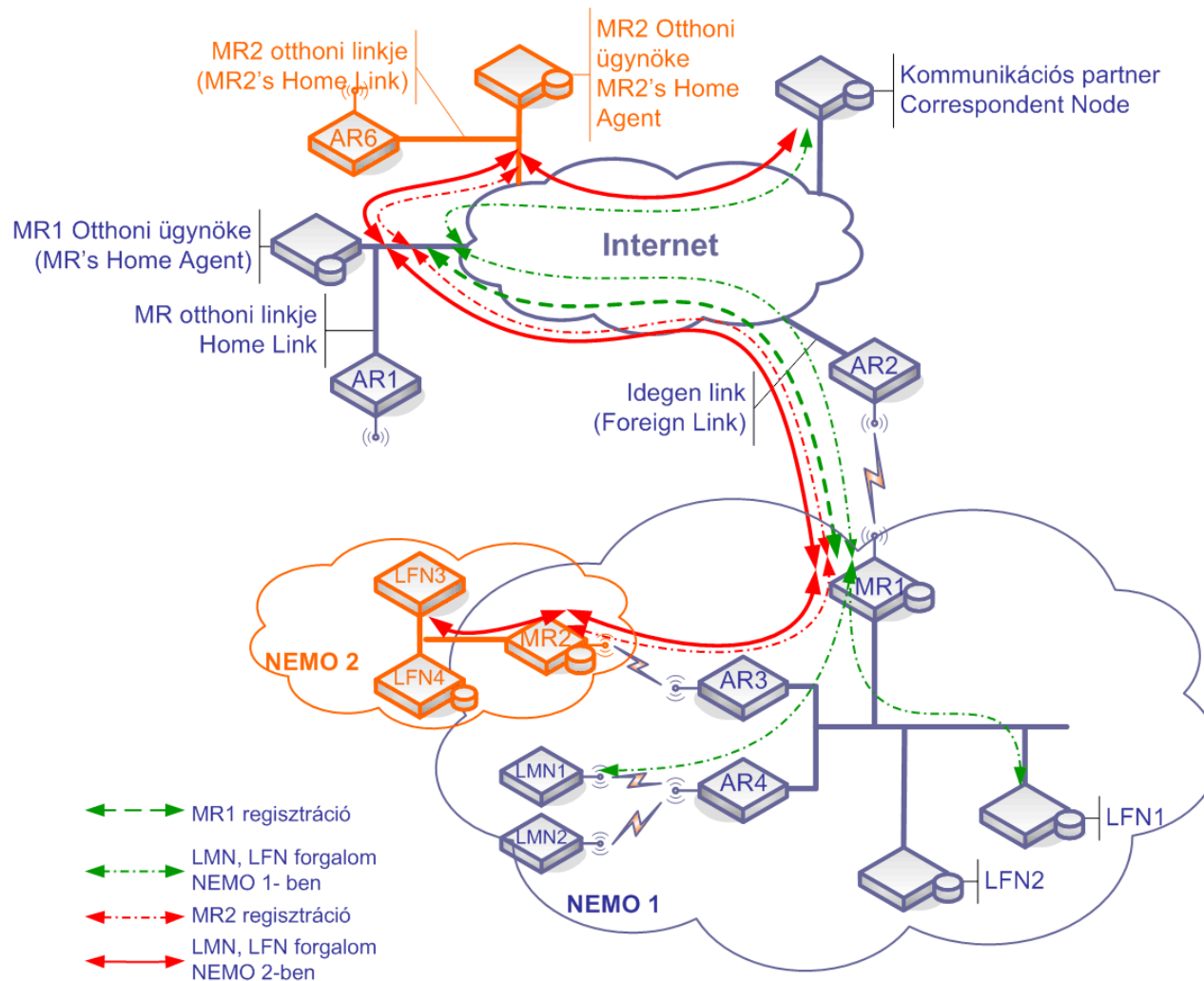
2001:738:2001:2088::eui64/64 – MR-CoA

2001:738:2001:2089::/64 – MR-CoA

Ottoni hálózat edge  
routere

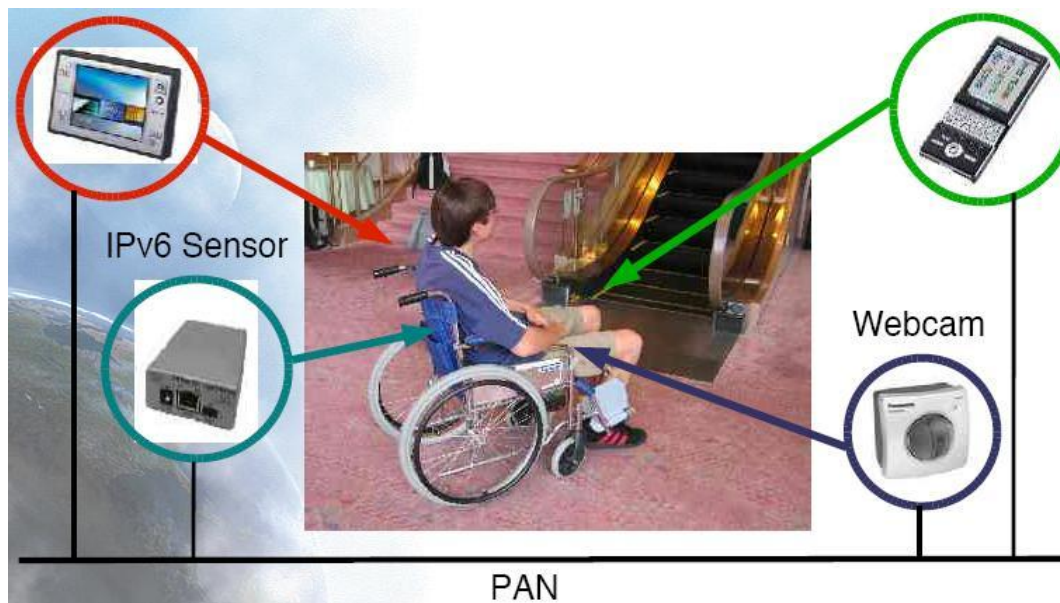


# NEMO BS problémák



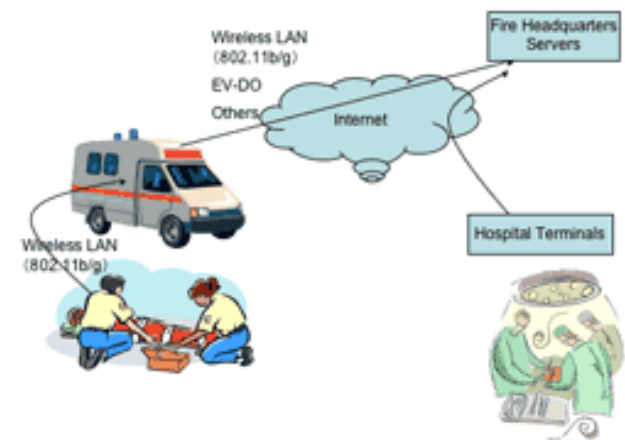
# A NEMO BS gyakorlati alkalmazásai, tesztrendszerek I.

- 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)

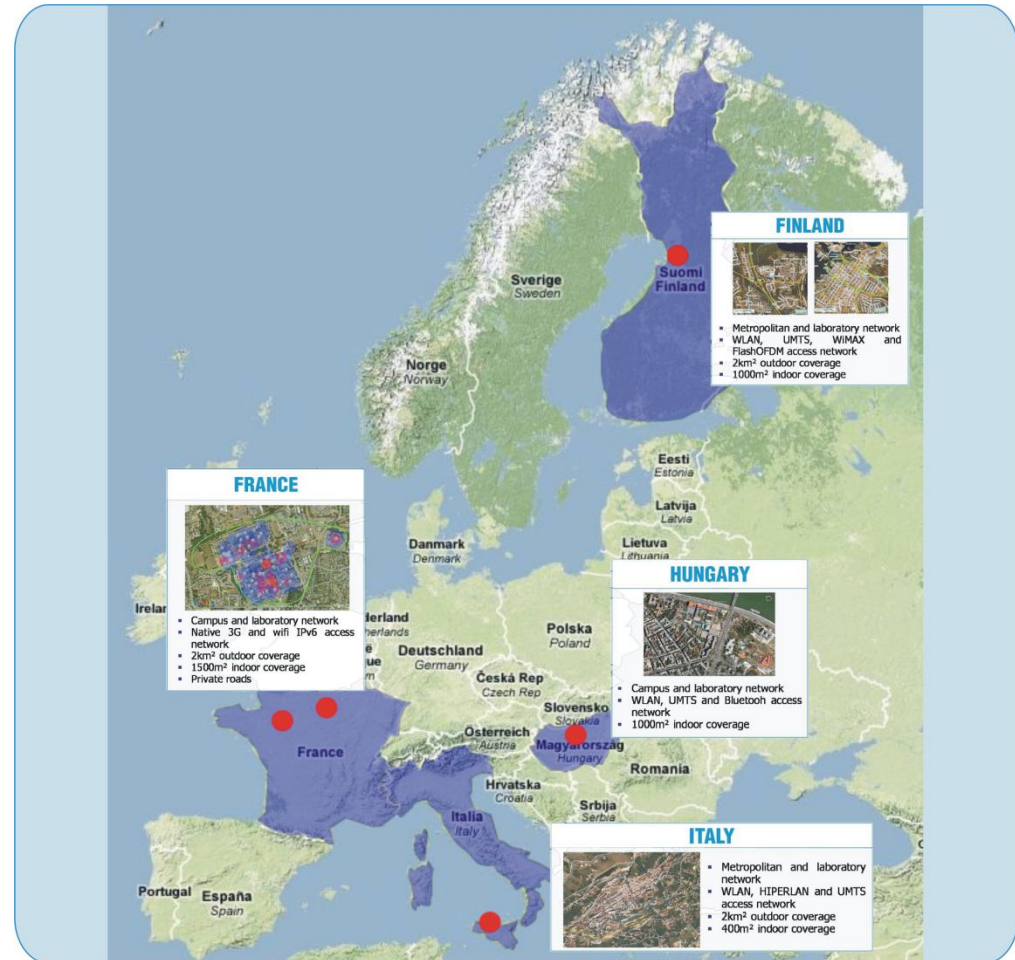
– ENST-Bretagne (France)

– INRIA (France)

SFR

– Thales Comm. (France)

VTT (Finland)

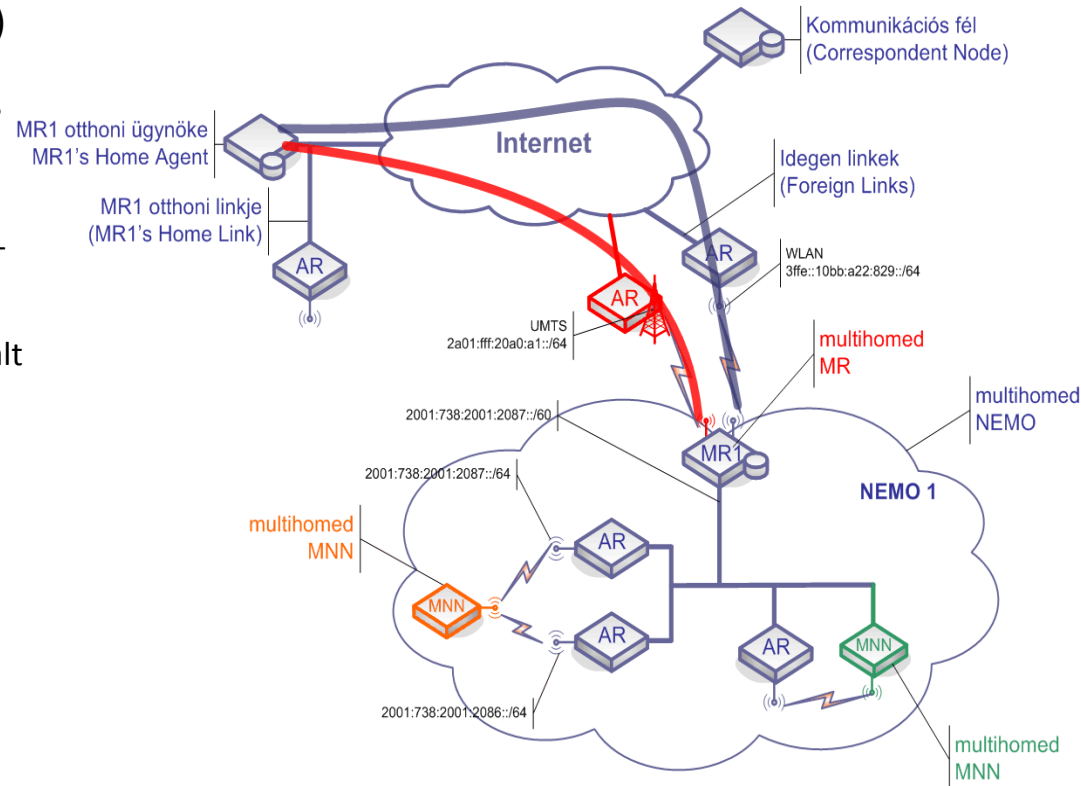


# Multihoming mobil hálózatokban

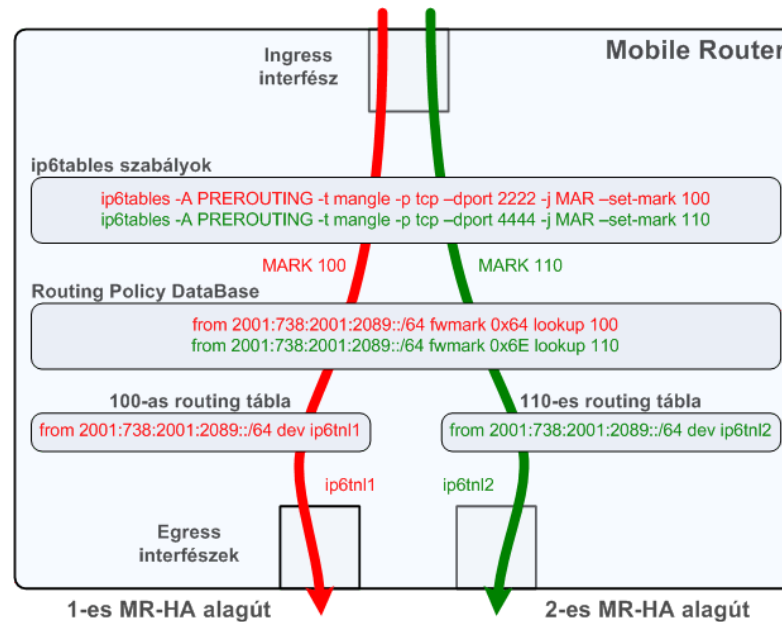
- Alapvető célok és előnyök:
  - Állandó és „ubiquitous” hozzáférés
    - Hálózati lefedettség technológiákon átívelve történő növelése
  - Megbízhatóság, hibatűrés
    - Hálózati komponens multiplikálása
  - Kommunikációs folyamatok átirányítása
    - A már kiépített folyamat leállítása és ismételt felépítése nélkül!
  - Terhelés-megosztás
    - A hálózat terhelésének több útvonal segítségével történő elosztása
  - Terhelés-kiegyenlítés / folyamatok szétoztása
    - 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 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

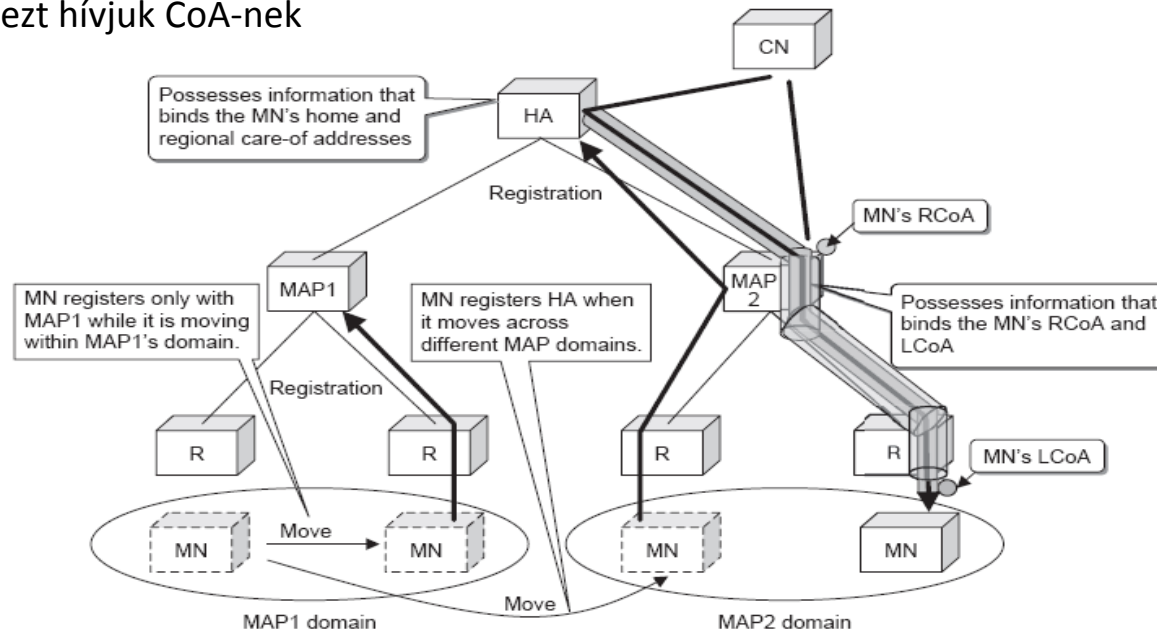


- A Flow Binding mechanizmusai lehetővé teszik, hogy egy vagy több adatfolyamot kössünk a mobil adott ideiglenes címéhez és felkészítsük az otthoni ügynököt is a mobil felé irányuló csomagok adott címre történő irányítására.
- Linux rendszeren ez a policy alapú útvonalválasztás a netfilter keretrendszer 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 szervezhető, 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

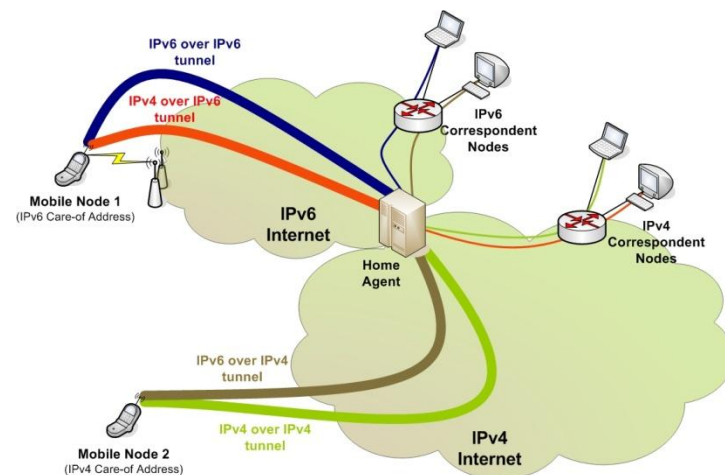


# FMIPv6

- Probléma a MIPv6-ban: lassú handoverek
  - IP-rétegű késleltetés (pl. Stateless Autoconf)
  - Binding Update késleltetés (hálózatba való bejelentkezés után)
- Az FMIPv6 ezeket próbálja lecsökkenti
- 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)

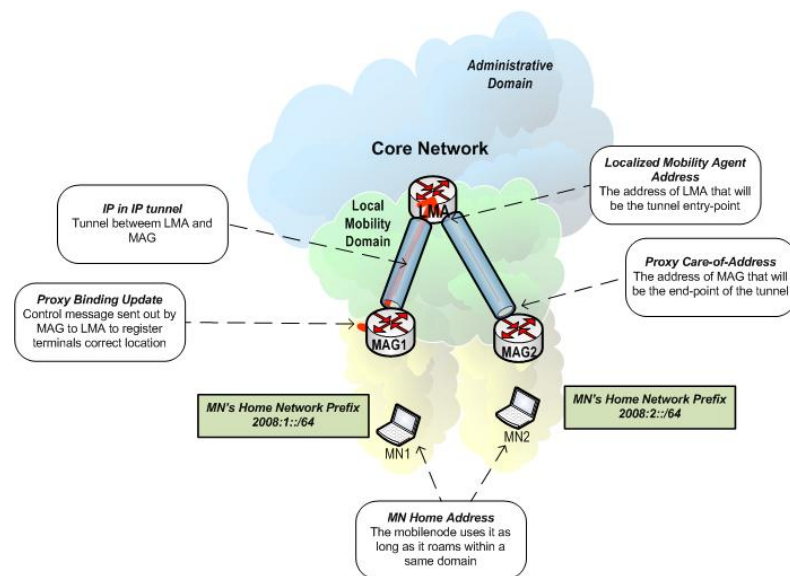
# Dual-Stack Mobile IPv6 (DSMIPv6)

- 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 újrahazsnosítása
  - 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)

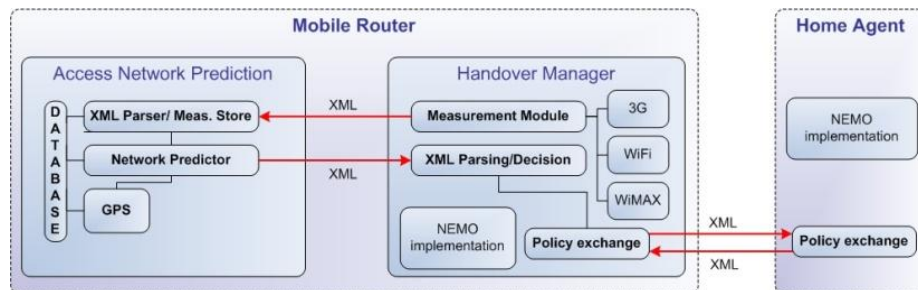
- MIPv6/DSMIPv6 problémák:
  - sokszor túl nagy terhet jelent az MN-nek (akku, jelzés, rádiós interfész terhelés tekintetében)
  - az operátor nem szólhat bele a folyamatba
  - a gyártók vonakodtak a támogatástól, új utakat kerestek
- Alternatív módszer: PMIPv6
  - Cisco, WiMAX, 3GPP, Juniper, IETF, 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

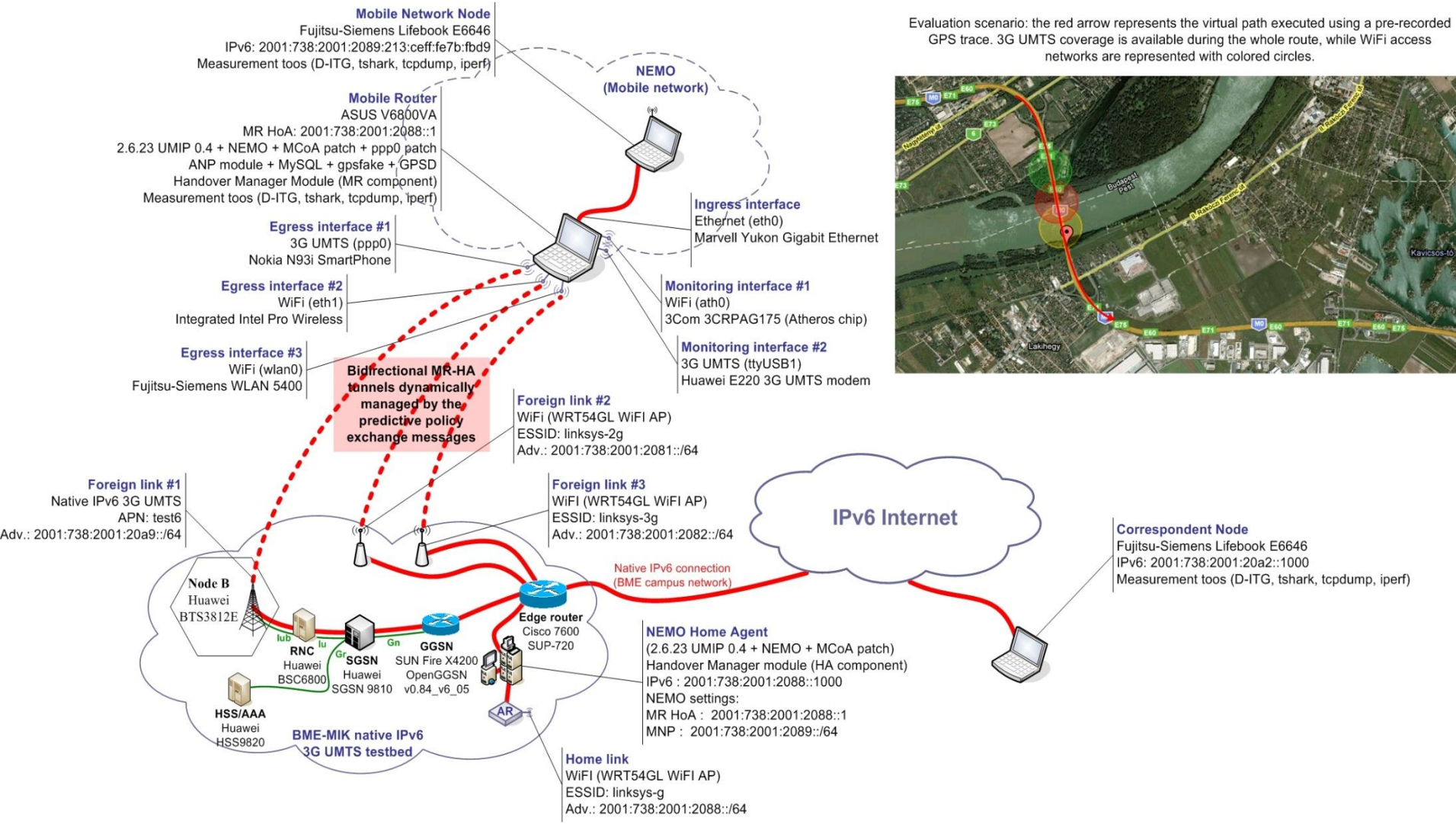
- A hálózatváltások során elvégzendő feladatok:
  - Új hozzáférési hálózatok keresése (scanning)
  - Hitelesítés, hozzáférés-menedzsment (authentication, authorization)
  - Csatlakozás (association)
  - IP címmel kapcsolatos műveletek
    - Új cím szerzése (acquiring Care-of Address)
    - Új cím ellenőrzése (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

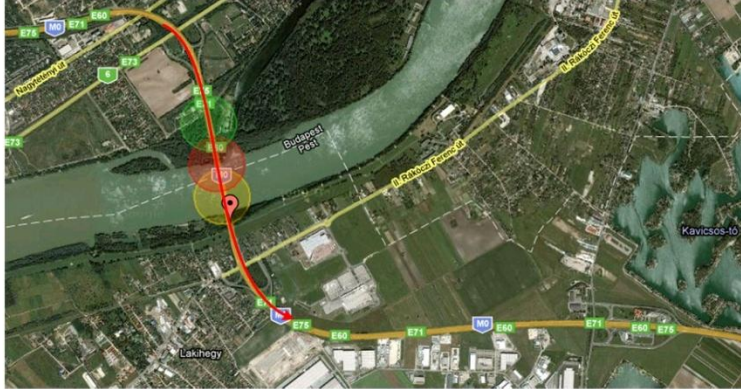


- Fókusz a NEMO-n:
  - Hosszú távon a NEMO lesz az elterjedt!
  - PAN, közlekedési eszközök mozgó hálózata, mozgó ad-hoc hálózatok, stb.
- Motiváció:
  - Tervezési probléma: IP cím szemantikailag túlterhelt (nem gondoltak a mobilitásra)
    - interfész azonosító szerep (identifier)
    - topológiai helymeghatározó szerep (locator)
  - Mozgó járművön időben változhat a használt csatlakozási pont (pl.: a vonat nagy távolságokat szel át)
    - Ez sokszor a használt IP cím változásához (alálózat váltáshoz) vezet
  - Az IP cím kommunikáció közbeni („on-the-fly”) módosítása megszakítja a futó kapcsolatokat
  - Eredmény: 3—5 másodperces késleltetés (= kapcsolat kiesési 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.)



Evaluation scenario: the red arrow represents the virtual path executed using a pre-recorded GPS trace. 3G UMTS coverage is available during the whole route, while WiFi access networks are represented with colored circles.



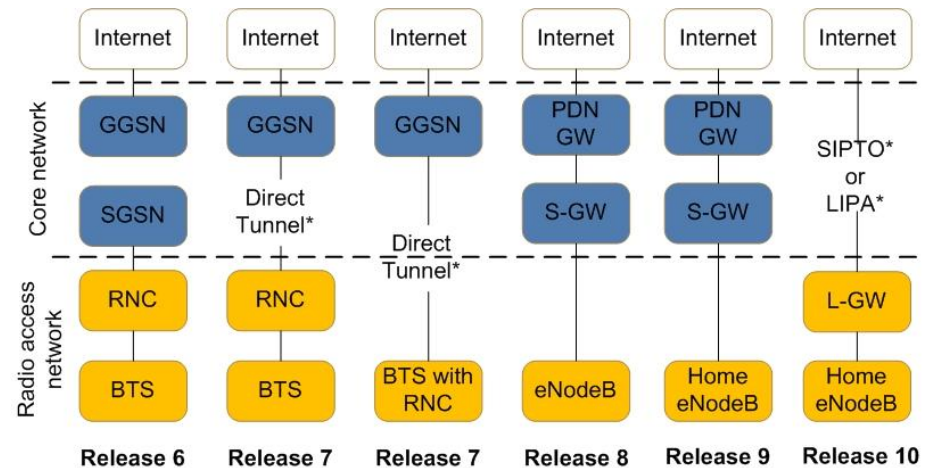
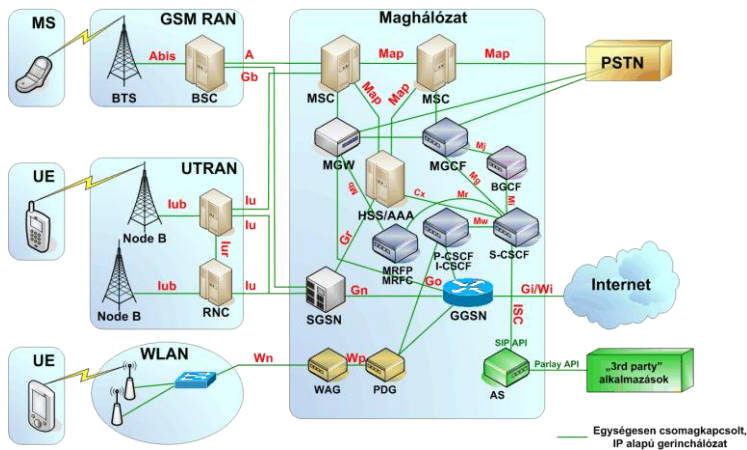
# Skálázhatósági problémák kezelése: egy régi-új megközelítés

- 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

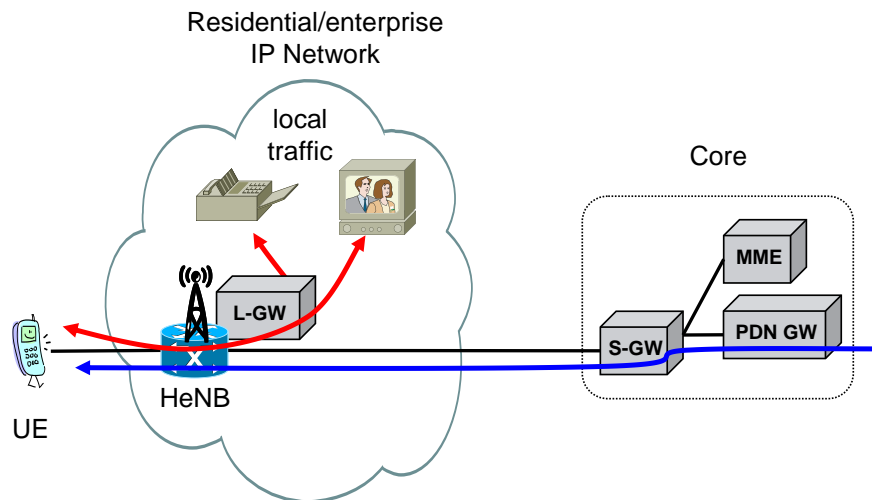
- Egy tipikus celluláris hálózat napjainkban:
  - nagyszámú, sokféle, drága entitás
  - hierarchikus/centralizált struktúrában
- Az architektúra javítása megkezdődött, 2010-re a rádiós hozzáférés (LTE, LTE-A) teljesen „flat” lett
  - Egyetlen kiszolgáló csomópont (eNodeB, Home eNodeB)
- A maghálózat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



\*Traffic offload mechanisms are optional

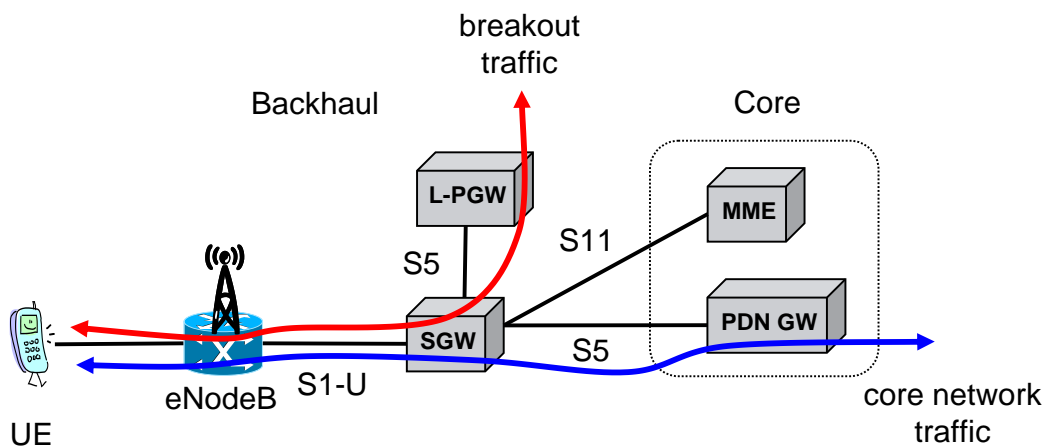
# Úton a „flat” hálózatok felé: LIPA

- 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



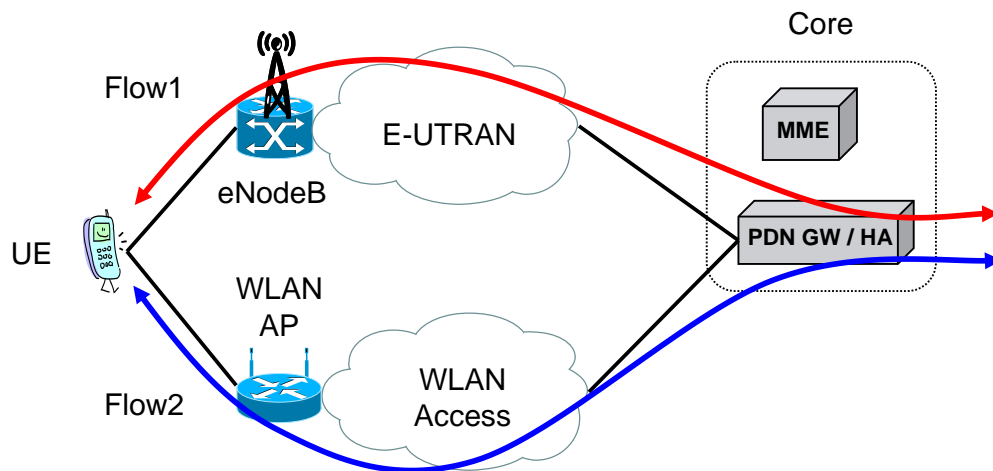
# Úton a „flat” hálózatok felé: SIPTO

- 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

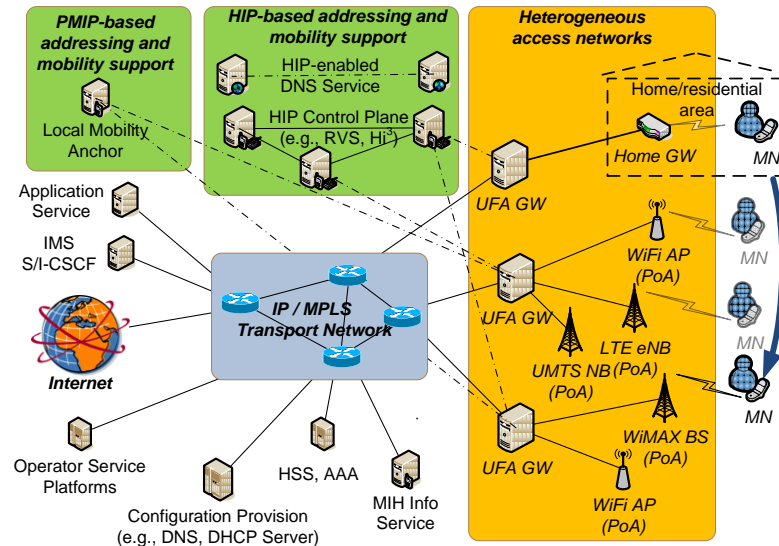
- A „flat” architektúrák új szemléletet igényelnek a mobilitás-kezelésben is
- Problémák a jelenlegi mobilitás-kezelési megközelítésekkel:
  - Felhasználói „anchor” csomópontok miatt sub-optimális utak
  - A centralizált működés rosszul skálázható
  - A mobilitás-kezelés nem kapcsolható ki (pedig nincs 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 topológiailag 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

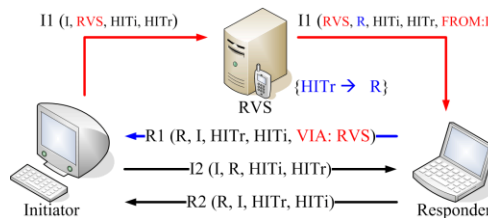
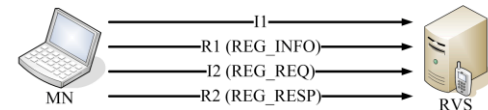
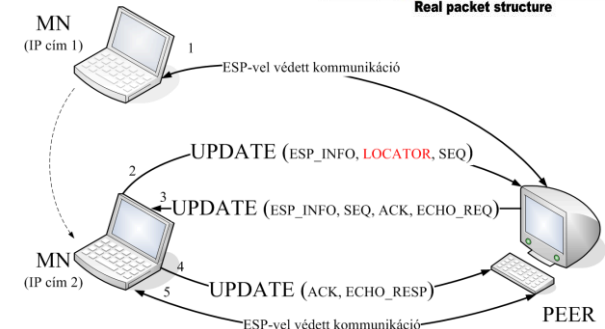
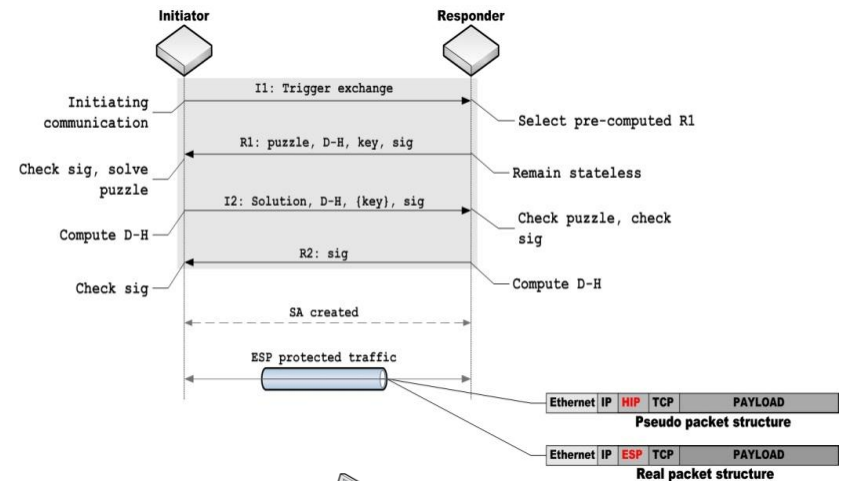
# Az „Ultra Flat” architektúra – Dióhéjban

- Maghálózati funkciók szétszórása a felhasználókhoz közel
- A hálózati erőforrások, a hozzáférés és a kapcsolatok kezelése, minden egyetlen csomópontban: UFA-GW
- IP funkciók szintén az UFA-GW-ben szétszórva
- 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

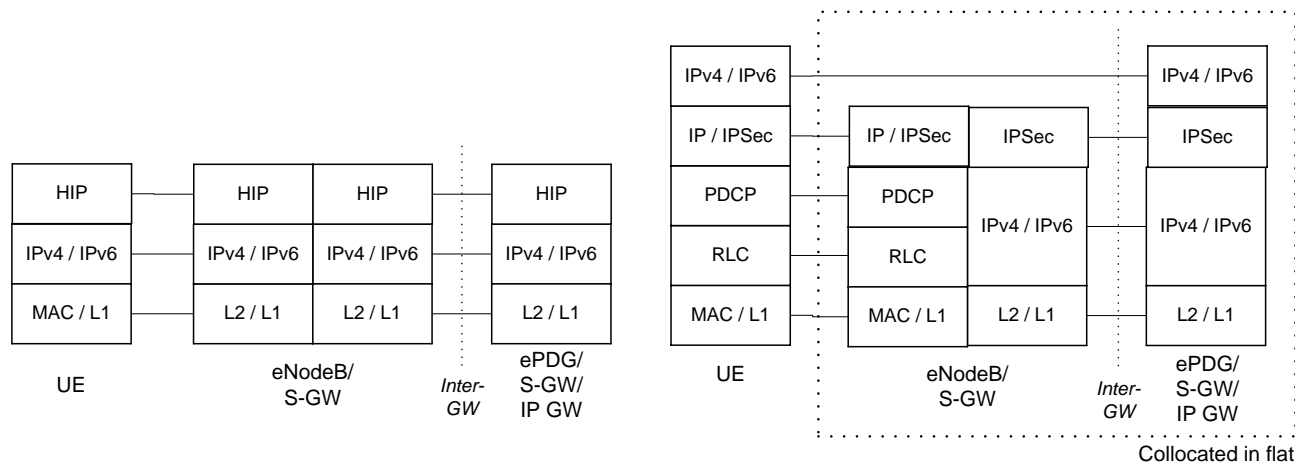
- Az új névtér neve „Host Identity”
  - absztrakt fogalom: az entitás „kiléte”
- Állomás-azonosító (Host Identifier)
  - publikus/privát kulcs pár publikus része
  - hossza az alkalmazott algoritmustól függ
- Állomás-azonosító címke (Host Identity Tag)
  - HIT – a HI 128 bites hash lenyomata
  - kulcsgeneráló 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

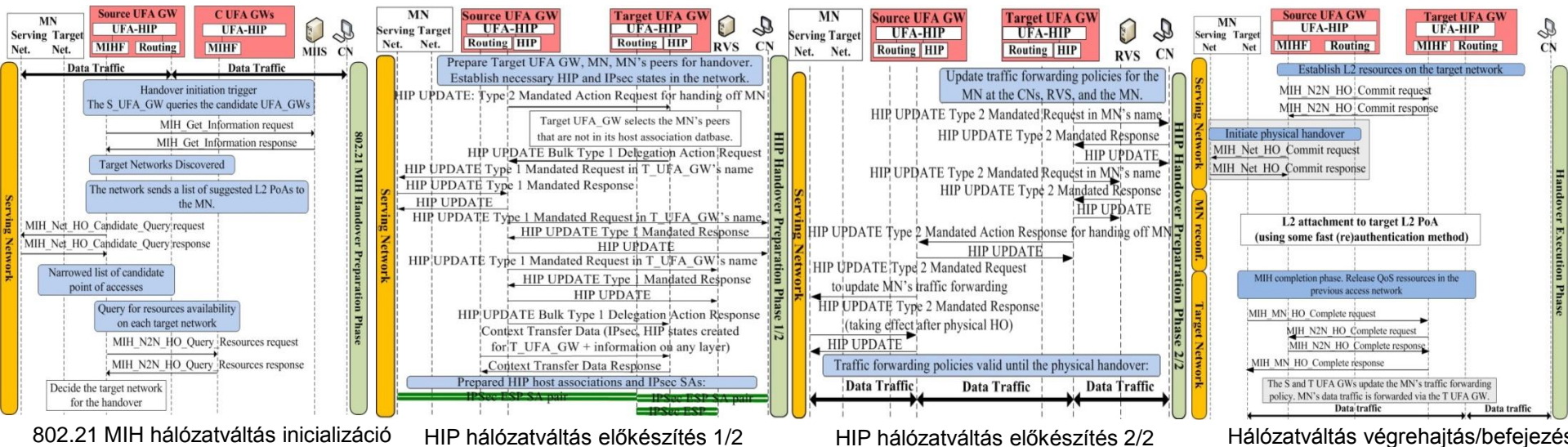
- Gyökeres változtatás, „green-field” megközelítés
- Teljesen megszünteti az IP horgonypontokat
- HIP jelzésdelegációra épít
- HIP UFA GW: E2E HIP vs. UFA HIP
- IEEE 802.21 MIH + HIP: hatékony inter-GW HO
- Többféle telepítési forgatókönyvet támogat



Teljesen flat EPC architektúra opció

# UFA HIP mobilitás-kezelési protokoll

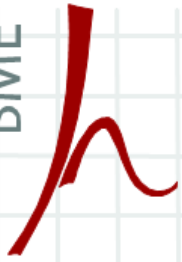
- UFA-HIP keretrendszerbe illeszkedő, proaktív, elosztott, IEEE 802.21 MIH alapú mobilitás-kezelési protokollt, mely
  - támogatja az elosztott és flat architektúrákat
  - a mobilitás-kezelés jelzésterhelésének nagy részét a felhordó- és maghálózati szegmensekben tartja
  - HIP jelzésdelegációt használva 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 hálózatvezetés
    - 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**