



LTE/EPC... in kaj potem?

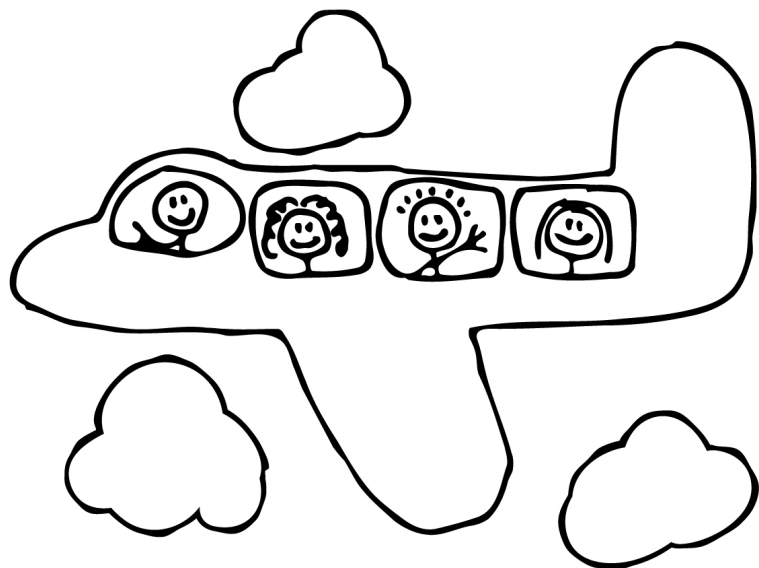
Janez Sterle

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za elektrotehniko

Laboratorij za telekomunikacije

Ljubljana, 2011





Gonilo razvoja mobilnih sistemov



Internet v žepu

- **Pametni mobilni terminal, ki ponuja napredne funkcionalnosti**
 - **zmogljivost osebnega računalnika izpred nekaj let**
 - **lastnosti sodobnih modelov**
 - standardiziran operacijski sistem
 - omrežni vmesniki: EDGE, UMTS, HSDPA/HSUPA, WiFi b/g/n, WiMax (ZDA)
 - množica senzorjev: fotoaparati, GPS, akcelerometer, kompas
 - velika procesorska zmogljivost
 - **Predstavniki: iPhone, Android, BlackBerry, Windows Phone 7**



iPhone 4S	Apple iMac G3/600
leta 2011	leta 2001
1 GHz dual-core	600 MHz
512 MB RAM	256 MB RAM
16/32/64 GB	40 GB
960 × 640	800 × 600
200 \$ - 800 \$	1000 \$ - 1300 \$





Podatki v oblaku & hibridne aplikacije

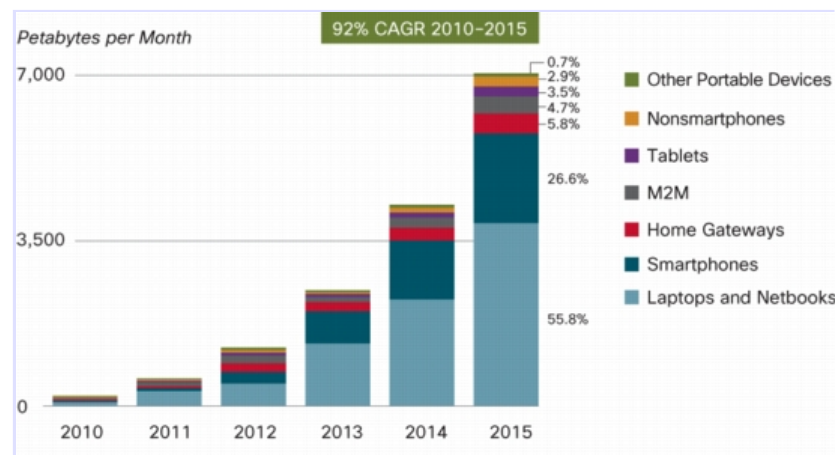
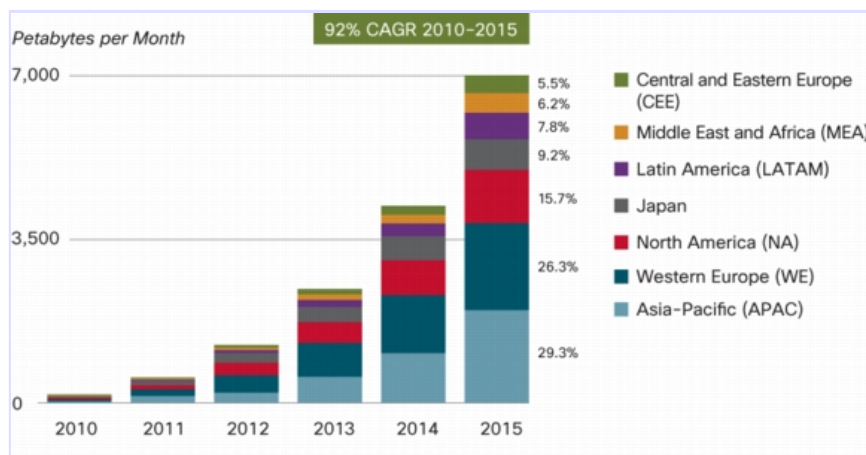
- Google mail, Docs, Facebook, Twitter, Office Live
- Google Chrome OS
 - operacijski sistem, ki je brskalnik
- ZumoDrive
 - omrežni disk, dostopen z različnih platform (PC, Mac, Linux, iPhone)
- Hibridne platforme: Evernote, Dropbox, Mobile Me
 - podatki pri uporabniku in v oblaku
 - sinhronizacija





Prometne značilnosti se spreminjajo

- Prek Youtube se naredi več poizvedb kot prek Yahoo!
 - Youtube 17 mrd. iskanj na mesec, Yahoo 9 mrd.
- Več kot 1 mrd. ogledov dnevno
 - na spletni strani in preko embeddov
 - prek aplikacij (npr. iPhone, Android)
- 20+ ur novega videa vsako minuto
- Ocena: mobilnih uporabnikov je 75 %

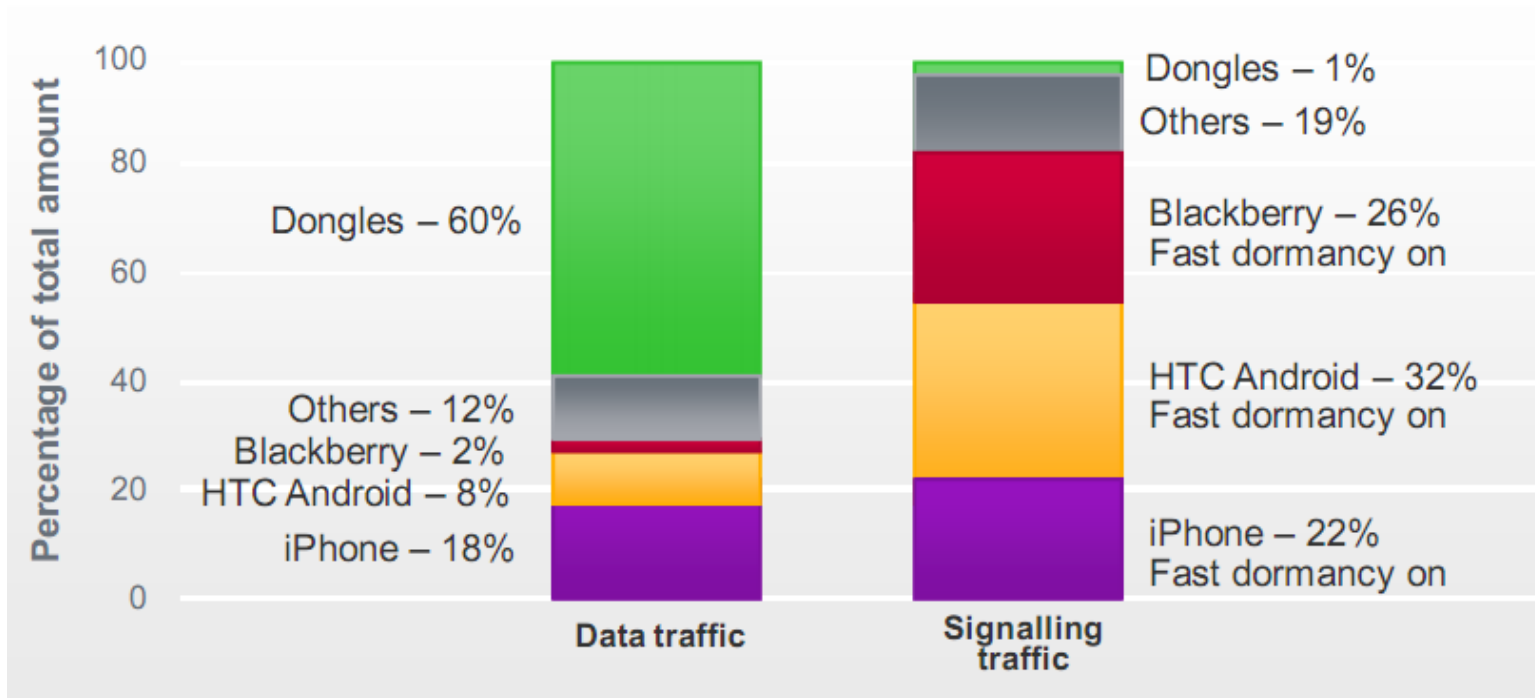


Vir: Cisco



Prometne značilnosti se spreminjajo

- Razmerje med prenesenimi podatki in signalizacijo za različne mobilne terminale



Vir: NSN



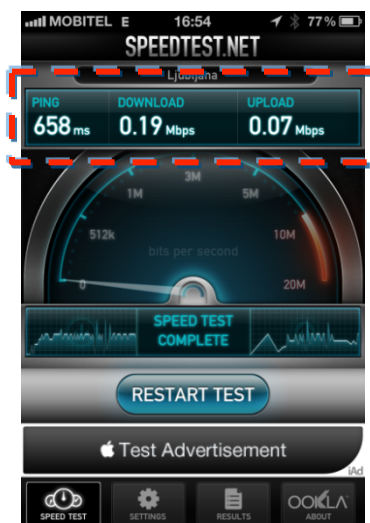
Mobilni sistemi danes



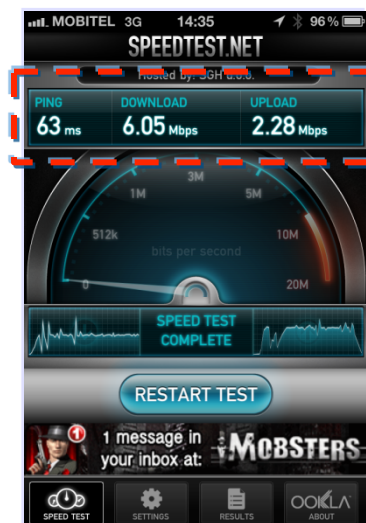
Mobilni internet z iPhone 4G

- Meritve dostopovnih tehnologij: speedtest.net
 - GPRS/EDGE vs UMTS/HSPA vs WiFi
- Lokacija: Ljubljana, Tržaška 25, 4 nadstropje
- Čas: 8. november 2011, ob 14h

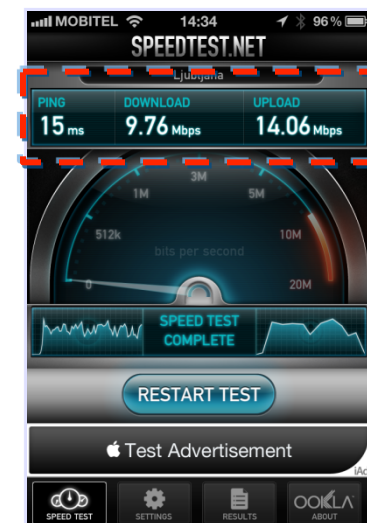
GPRS/EDGE



UMTS/HSPA



WiFi

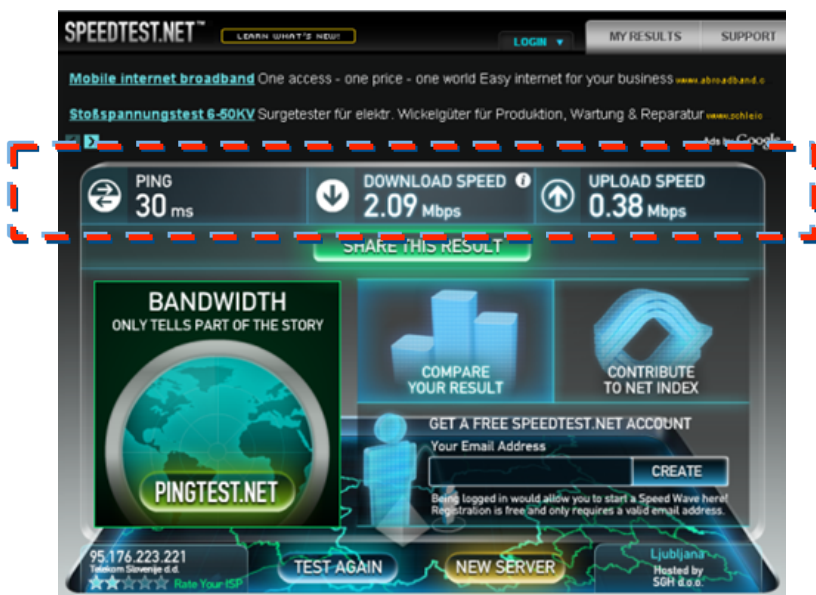




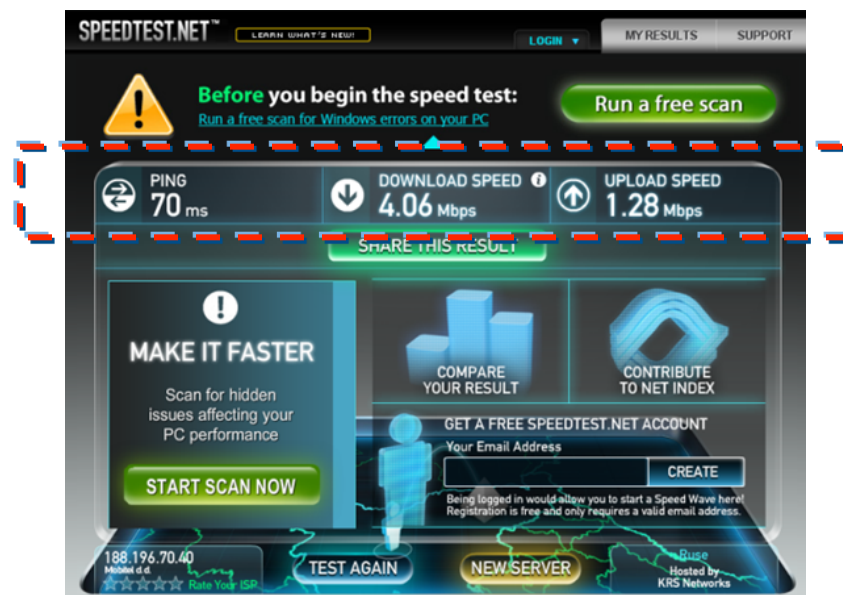
Mobilni vs fiksni internet

- Meritve dostopovnih tehnologij: speedtest.net
 - ADSL2+ (2 Mbit/s, 512 kbit/s) vs UMTS/HSPA (mobilni internet)
- Lokacija: Ljubljana, Črna vas, pritličje v hiši,
- Čas: maj 2011

ADSL2+



UMTS/HSPA





Zmogljivosti EDGE in UMTS 1/2

■ Prenosne hitrosti

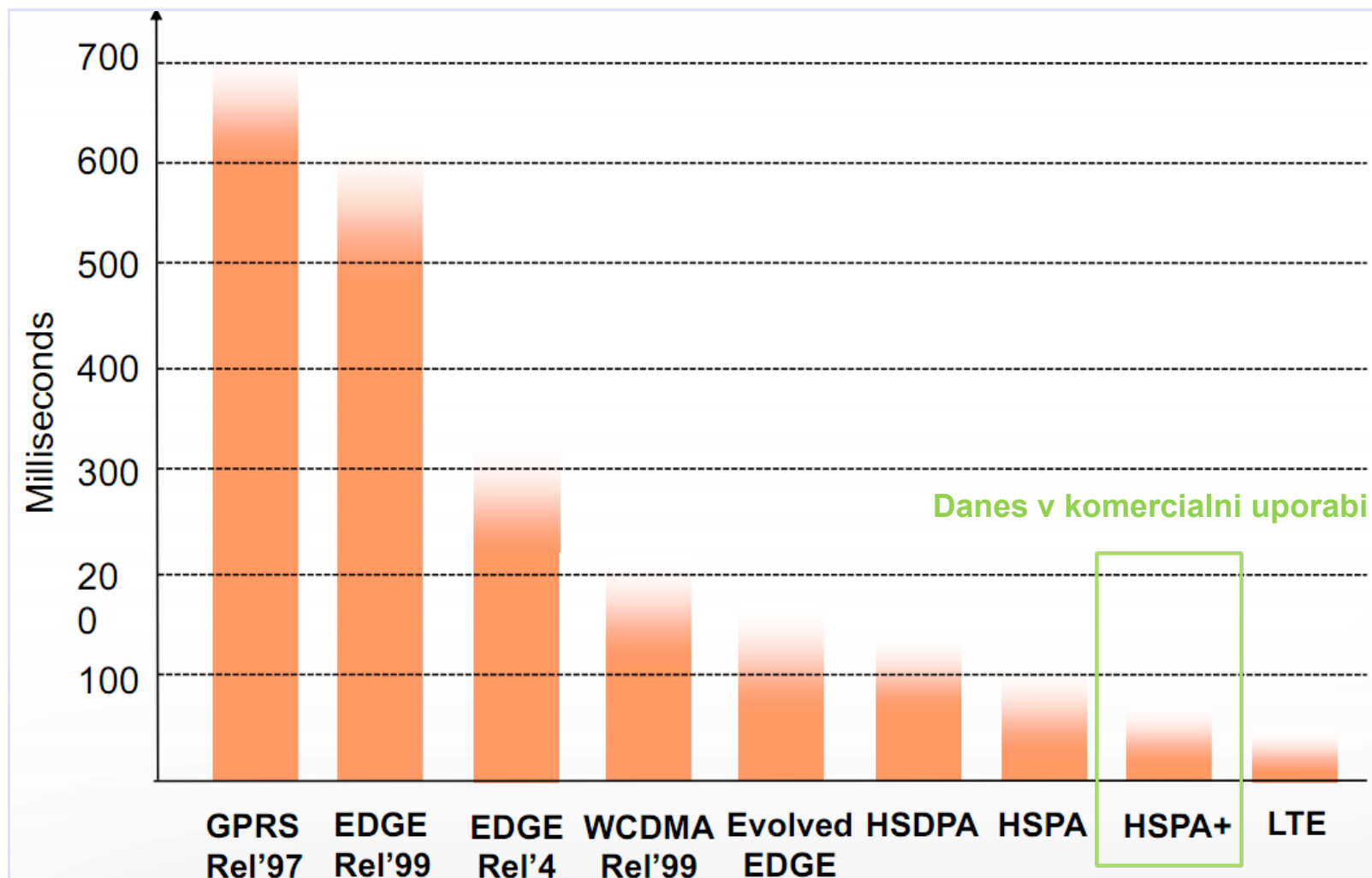
	Downlink		Uplink	
	Vršna hitrost sistema	Vršna in/ali tipična uporabniška hitrost	Vršna hitrost sistema	Vršna in/ali tipična uporabniška hitrost
EDGE (type 2 MS)	473.6 kbit/s		473.6 kbit/s	
EDGE (type 1 MS) (Practical terminal)	236.8 kbit/s	200 kbit/s vršna	236.8 kbit/s	200 kbit/s
Evolved EDGE (type 1 MS)	1184 kbit/s	1 Mbit/s vršna	473.6 kbit/s	400 kbit/s vršna
UMTS WCDMA Release 99	2.048 Mbit/s		768 kbit/s	
UMTS WCDMA Release 99 (Practical Terminal)	384 kbit/s	350 kbit/s vršna	384 kbit/s	350 kbit/s vršna
HSDPA	14.4 Mbit/s		384 kbit/s	
HSPA Initial Implementation	7.2 Mbit/s	> 5 Mbit/s vršna	2 Mbit/s	> 1.5 Mbit/s vršna
R6 HSPA	14.4 Mbit/s		5.76 Mbit/s	
R7 HSPA+ (DL 64 QAM, UL 16 QAM, 2 X 5 MHz)	21.6 Mbit/s	1.9 Mbit/s - 8.8 Mbit/s	11.5 Mbit/s	1 Mbit/s - 4 Mbit/s
R7 HSPA+ (2X2 MIMO, DL 16 QAM, UL 16 QAM, 2 X 5 MHz)	28 Mbit/s		11.5 Mbit/s	
R8 HSPA+ (2X2 MIMO, DL 64 QAM, UL 16 QAM, 2 X 5 MHz)	42 Mbit/s		11.5 Mbit/s	
R9 HSPA+ (2X2 MIMO, DL 64 QAM, UL 16 QAM, Dual Carrier, 2 X 10 MHz)	84 Mbit/s		23 Mbit/s	
R10 HSPA+ (2X2 MIMO, DL 64 QAM, UL 16 QAM, Quad Carrier, 2 X 20 MHz)	168 Mbit/s		23 Mbit/s	

Danes v komercialni uporabi



Zmogljivosti EDGE in UMTS 2/2

■ Zakasnitve





Evolucija mobilnih sistemov



Evolucija mobilnih tehnologij

Long Term Evolution



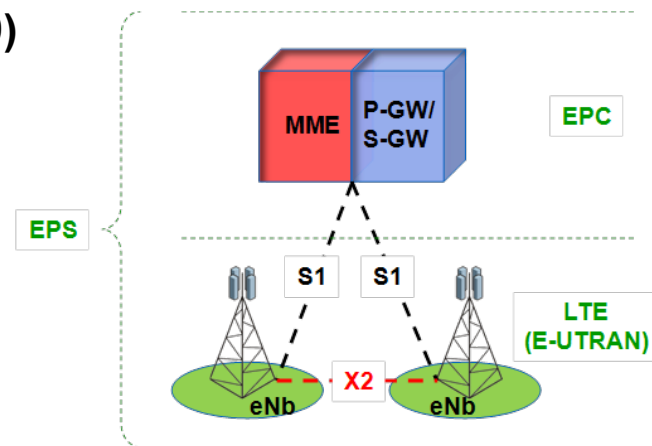
25 komercialnih omrežij
v 17 državah (julij 2011)



Izhodišča pri razvoju 4G 1/3

■ Novi radijski del omrežja (E-UTRAN)

- LTE – Long Term Evolution – Release 8 (2009)
 - 100 Mbit/s downlink
 - 50 Mbit/s uplink
- LTE-Advanced – Release 10 (marec 2011)
 - 1.5 Gbit/s downlink
 - 675 Mbit/s uplink



■ Manjše systemske zakasnitve

- zakasnitve podatkovne ravnine – radijski del omrežja UE – eNB;
 - RTT pod 10 ms
- zakasnitve kontrolne ravnine – iz “idle” v “active” pod 100 ms

■ Povečana spektralna učinkovitost sistema

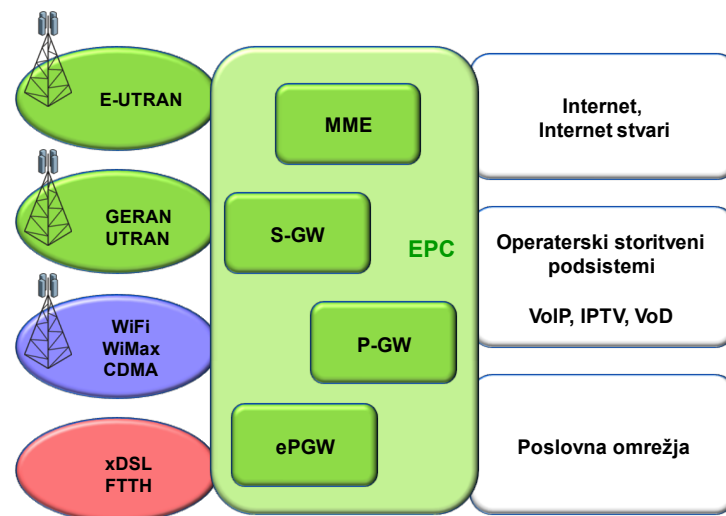
- 15 bit/s/Hz





Izhodišča pri razvoju 4G 2/3

- **Novo jedro mobilnega sistema (SAE)**
 - EPC – Evolved Packet Core
- **Združljivost z obstoječimi sistemi 3GPP**
 - GSM-EDGE, UMTS-HSPA
- **Integracija z ostalimi mobilnimi sistemi**
 - WiFi, WiMAX, CDMA, EVDO
- **Povezljivost „always on“**
 - sistem temelji na principih „All IP“
 - privzeta podpora za IPv6
- **Enostavnejše zagotavljanje QoS**
 - 9 storitvenih razredov
 - dinamičen QoS s PCC
- **Boljša razširljivost sistema**
 - kontrolna in podatkovna ravnina ločeni





Izhodišča pri razvoju 4G 3/3

■ Podpora za mobilnost

- optimizacija za hitrosti med 0 in 15 km/h
- velika učinkovitost med 15 in 120 km/h
- podpora do 350 km/h (kvaliteta UTRAN)

■ Različne velikost celic

- do 5 km – najboljša prepustnost, spektralna učinkovitost
- do 30 km – degradacija pri prepustnosti in spektralni učinkovitosti
- do 100 km – večje degradacije

■ Podpora za SON

- Avtomatizacija radijskega planiranja
- Samodejna nastavitve baznih postaj
- Samodejna optimizacija sistema
 - zmanjševanje interferenc
 - prerazporeditev kapacitet
 - optimizacija porabe energije



vir: 4G Neuron



Arhitektura LTE/EPC

EPS – Evolved Packet System



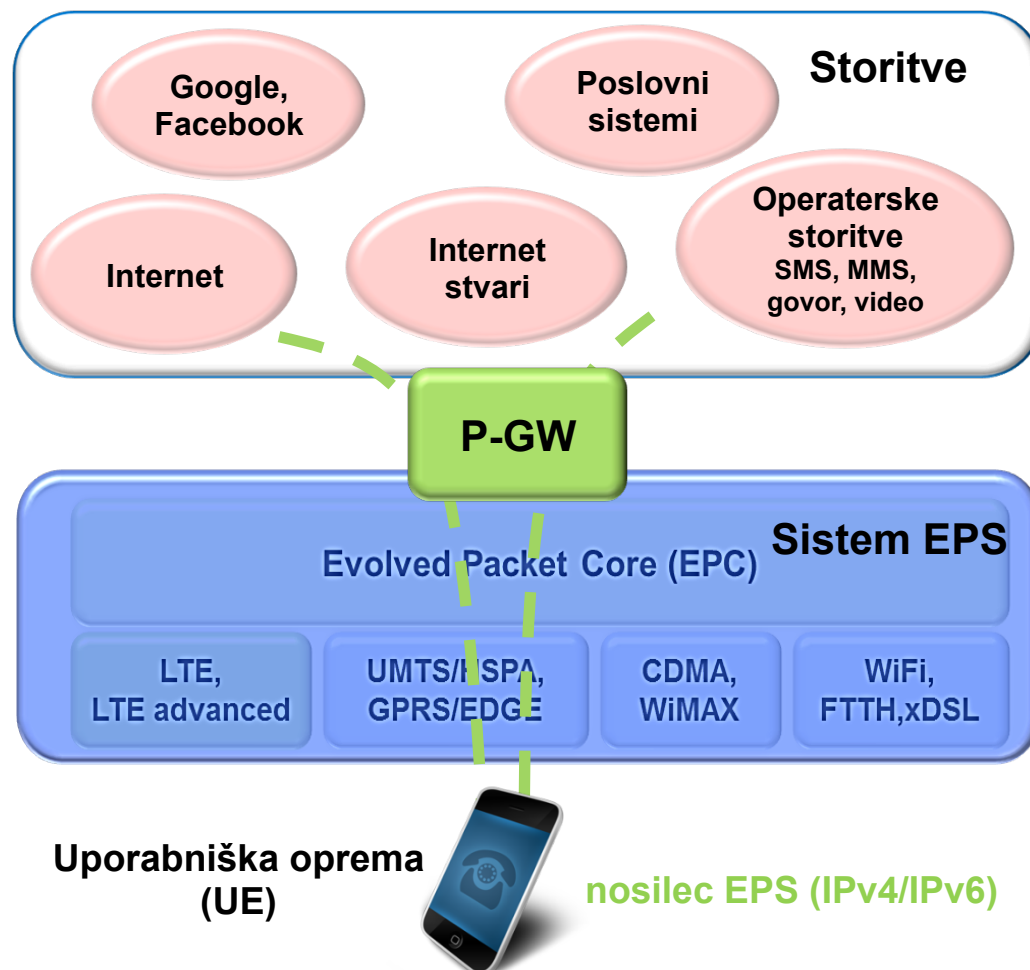
Sistem EPS

■ Enotna komunikacijska platforma

- združuje vse družine mobilnih tehnologij: GERAN, UTRAN, eUTRAN, WiFi, WiMAX, CDMA

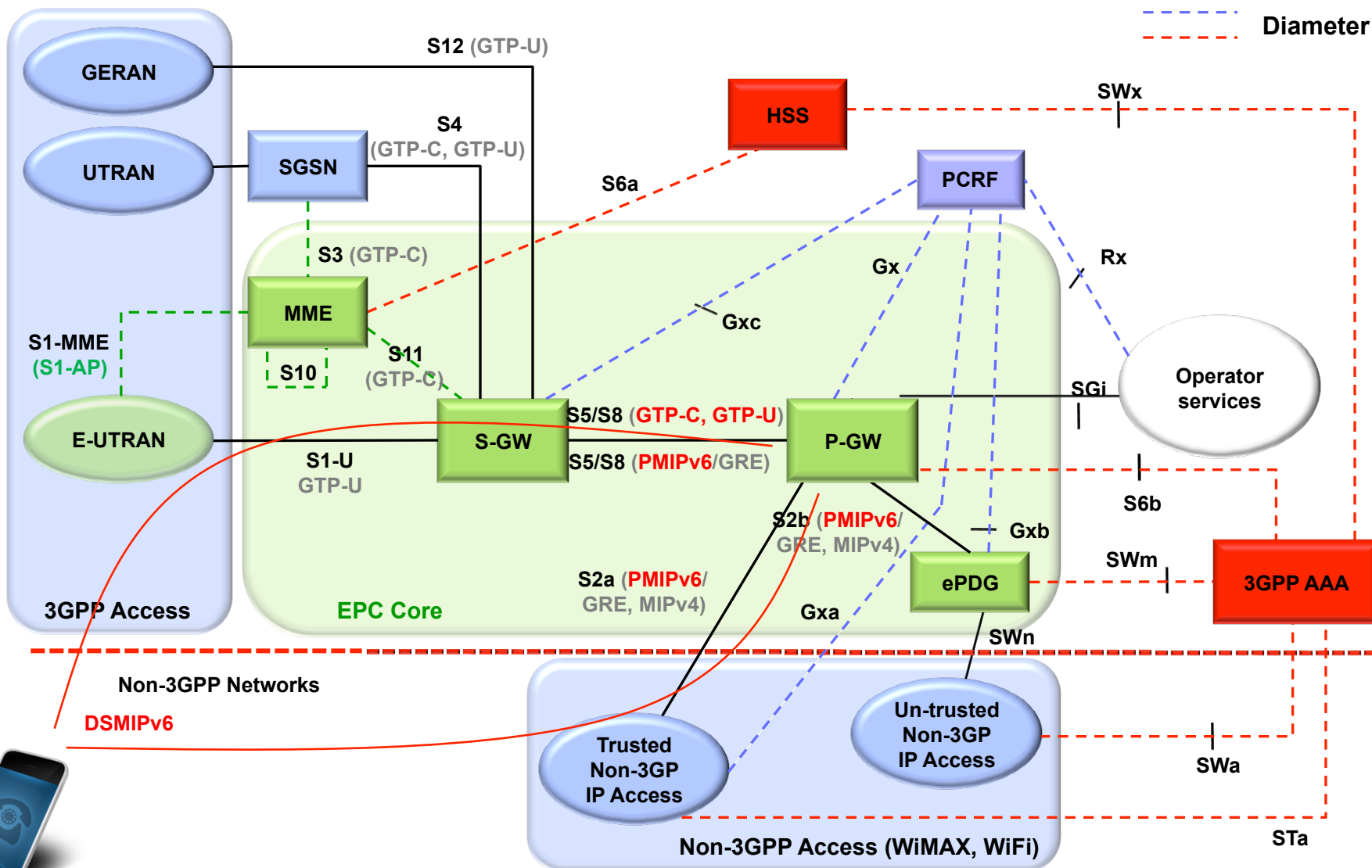
■ Nosilec EPS (bearer)

- mobilnost
- gostovanje
- QoS
- varnost
- zaračunavanje





Arhitektura LTE/EPC





Mobilnost



Mehanizmi za zagotavljanje mobilnosti

- **Ohranjanje uporabniške seje brez prekinitev delovanja**
 - enotna avtentikacija
 - dosegljivost na enotnem naslovu IPv4/IPv6
 - ohranjanje QoS

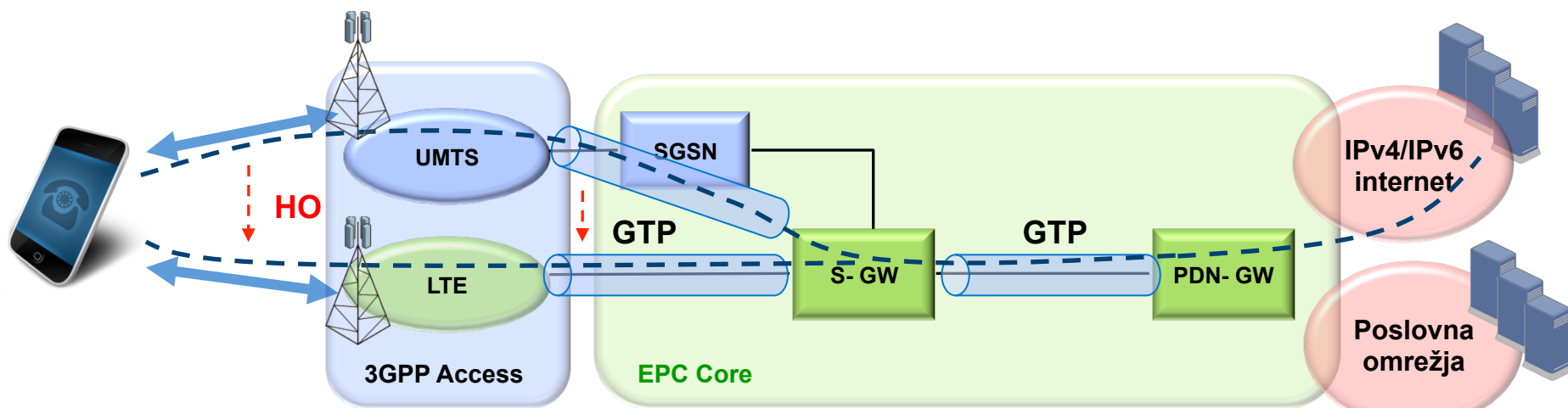
- **Omrežni mehanizmi**
 - Protokol **GTPv2**
 - zagotavljanje mobilnosti med GPRS, UMTS/HSPA in LTE (3GPP tehnologije)
 - Protokol **PMIPv6/GRE** (3GPP TS 29.275) in MIPv4 FA mode
 - zagotavljanje mobilnosti med 3GPP (HSPA, LTE) in non-3GPP sistemi (WiMAX, WiFi)

- **Mehanizmi na UE**
 - Protokol **DSMIPv6**
 - osnova za “Seamless IP Flow Mobility”
 - varnostne storitve na osnovi IPsec in IKE, v prihodnosti je predvidena podpora za TLS



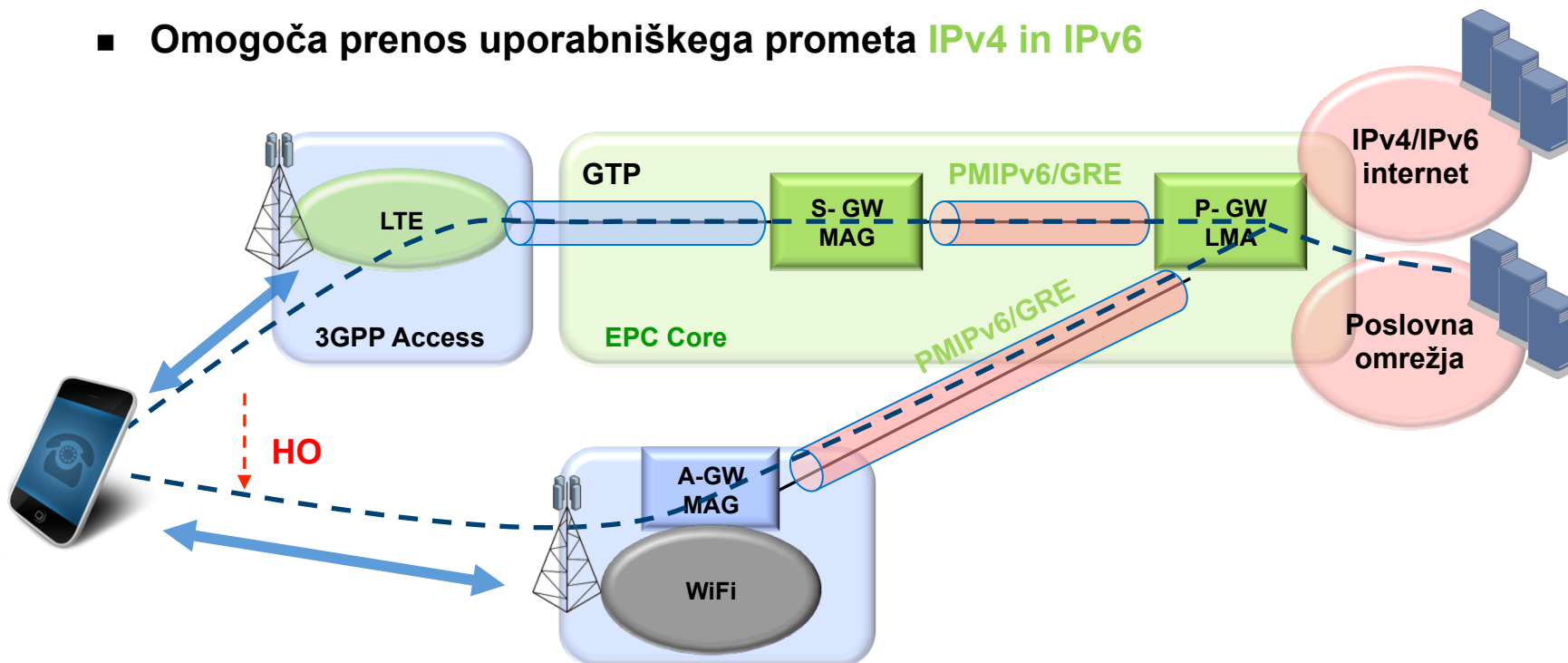
Mobilnost med sistemi EDGE/HSPA/LTE

- Mobilnost med HSPA in LTE na osnovi protokola GTP
 - S-GW izvaja preusmeritev tunela GTP med LTE in HSPA
 - Omogoča prenos uporabniškega prometa IPv4 in IPv6



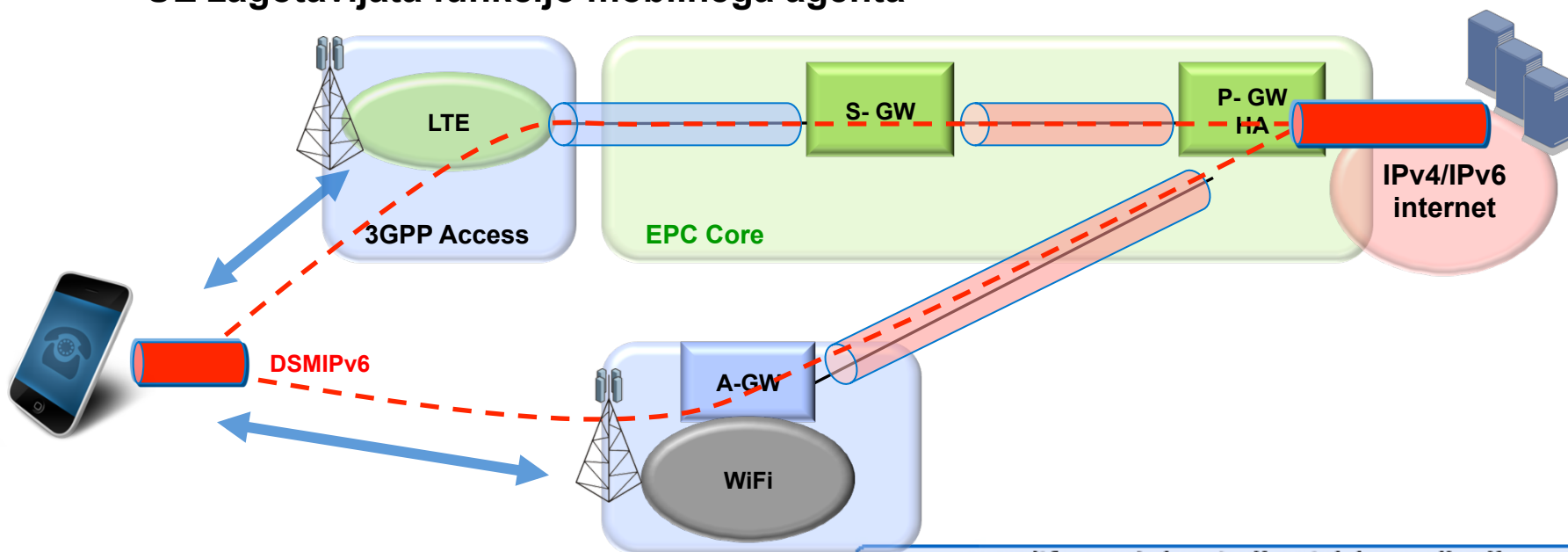
Mobilnost med HSPA/LTE in WiFi

- Mobilnost med HSPA/LTE in WiFi se izvaja na osnovi **PMIPv6/GRE**
 - P-GW izvaja preusmeritev prometa med S-GW in A-GW
- Funkcije PMIPv6
 - P-GW zagotavlja funkcijo LMA (Local Mobility Anchor)
 - S-GW in A-GW zagotavljata funkcijo MAG (Mobile Access Gateway)
 - Omogoča prenos uporabniškega prometa **IPv4 in IPv6**



Mobilnost na osnovi DSMIPv6

- Omogoča sočasno posredovanje uporabniškega prometa IPv4/IPv6 po več različnih dostopovnih sistemih
- Mobilnost med LTE in WiFi na osnovi DSMIPv6
 - P-GW izvaja sočasno posredovanje prometa med S-GW in A-GW
- Funkcije DSMIPv6
 - P-GW zagotavlja funkcijo HA
 - UE zagotavljata funkcijo mobilnega agenta



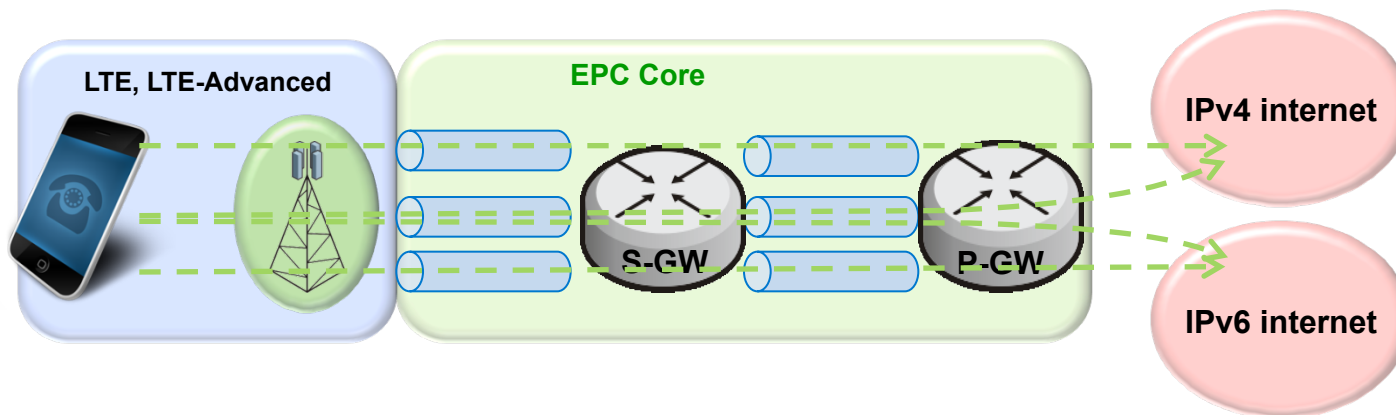


Uporabniške povezave



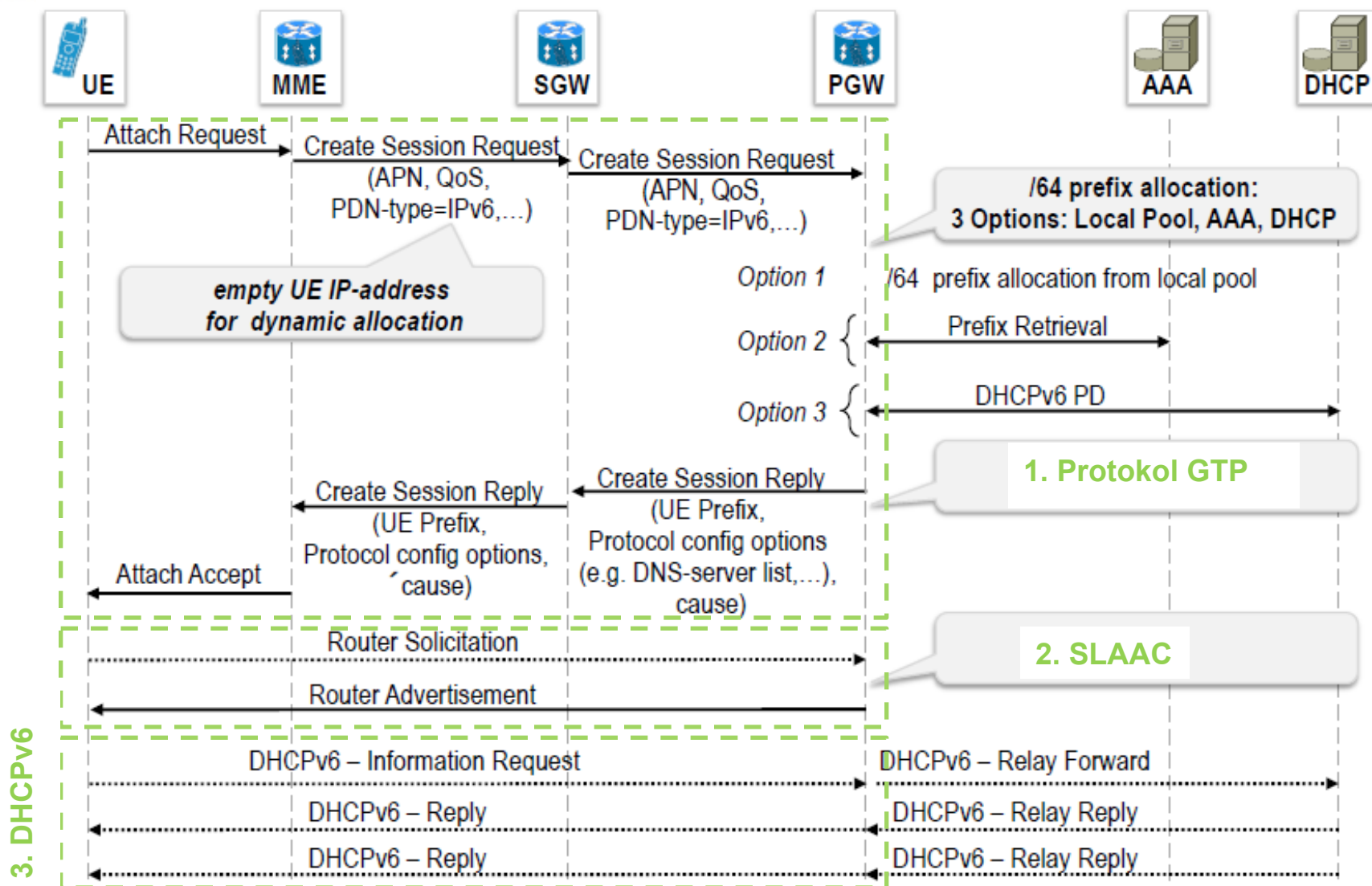
Uporabniške povezave v LTE/EPC

- Tipi PDN (storitvena podomrežja)
 - IPv4, IPv6 ter IPv4 in IPv6 (dvojni protokolni sklad)
- Opciji za dodeljevanje parametrov IP
 - dodelitev med proceduro „attach“ pri prijavi v omrežje
 - na osnovi protokola GTP
 - zunanji mehanizmi
 - StateLess Address AutoConfiguration (SLAAC)
 - Stateless DHCPv6 (Opcijsko)



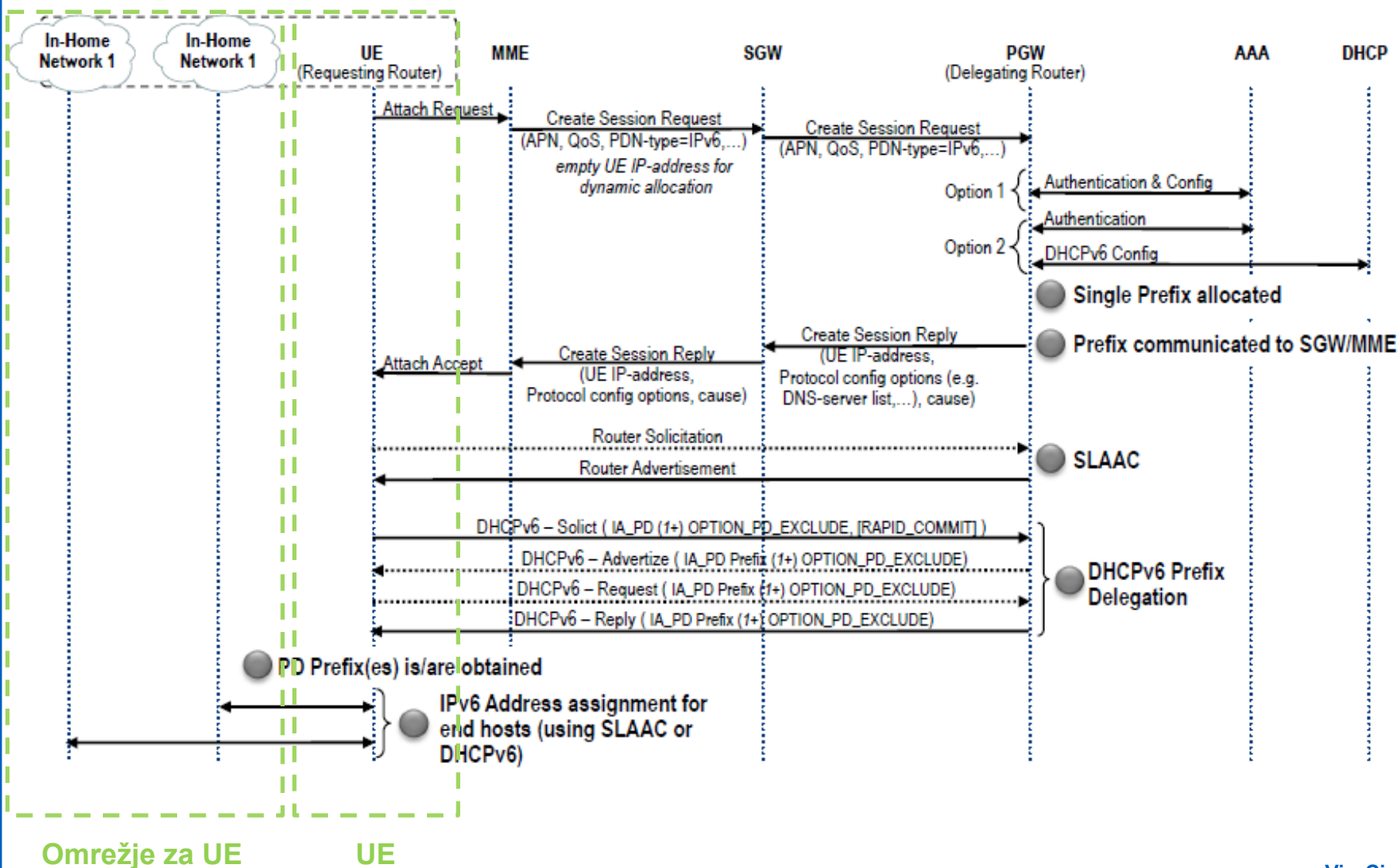


Dodeljevanje naslova IPv6 napravi UE





Dodeljevanje IPv6 Prefix napravi UE





Priložnosti



Izzivi in priložnosti

■ EPS združuje vse mobilne sisteme

■ Wifi, WiMAX so integrirani del sistema EPS

- mobilnost, gostovanje
- QoS (dinamičen QoS)
- varnost
- zaračunavanje

■ Vsak SmartPhone vsebuje WiFi vmesnik

- hitrosti 100+ Mbit/s

■ WiFi AP se nahaja v vsakem sodobnem CPE

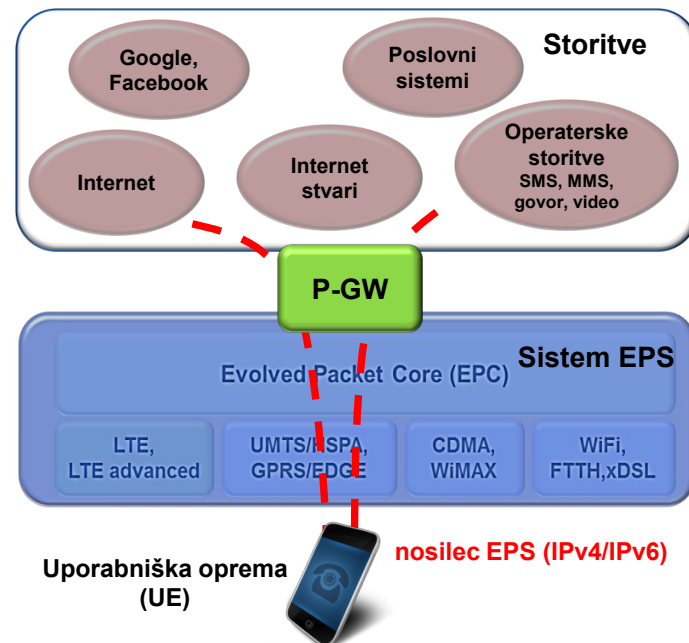
■ Privzeta podpora za IPv6

■ Mehanizmi za mobilnost na osnovi IPv6

- PMIPv6, DSMIPv6

■ IMS je operaterska storitvena kontrolna ravnina

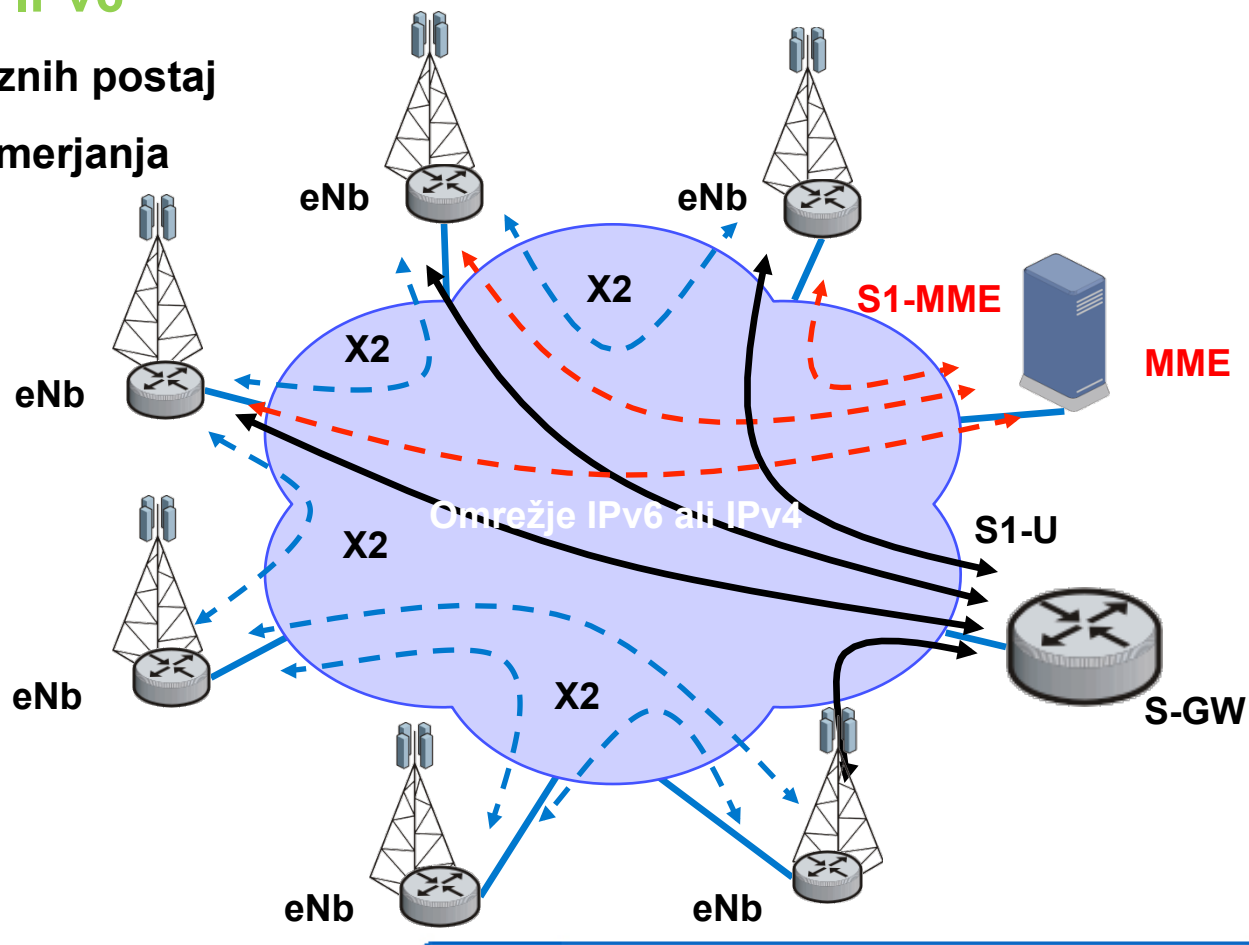
■ Dinamičen QoS (PCRF, PCEF)





Izzivi in priložnosti

- Bazna postaja eNb ima “IP backhaul” vmesnik
 - nov koncept načrtovanja mobilnega “backhaul” omrežja
- Prednosti uporabe IPv6
 - samonastavitev baznih postaj
 - samonastavitev usmerjanja
 - multicast





Smernice razvoja 4G+

■ Release 11

- BroadBand forum Accesses Interworking
- System Improvements to Machine-Type Communications (**M2M**)
- Network Provided **Location** Information for IMS
- Network-Based **Positioning** Support in LTE
- SIPTO Service **Continuity of IP Data Session**

■ Release 12

- IMS based **Peer-to-Peer** Content Distribution Services
- Study on Alternatives to E.164 for Machine-Type Communications (**M2M**)
- Study on Integration of **Single Sign-On (SSO)** frameworks with 3GPP networks
- Study on **Continuity of Data Sessions to Local Networks**



Smernice razvoja 4G+

- Povečevanje zmogljivosti prek 3 Gbit/s, zakasnitve ~ 1 ms
- **LTE/EPC postaja točka konvergence za fiksne in mobilne sisteme**
 - CDMA Development Group (CDG) se je pridružila 3GPP standardizaciji (2009)
 - LTE TDD je način, ki bo podprt na Kitajskem (TD-SCDMA Forum)
 - 3GPP sodeluje z Broadband Forum (BBF) na področju konvergence fiksnih in mobilnih hrbteničnih sistemov (EPC)
 - 3GPP sodeluje s Tele Management Forum (TMF) na področju konvergence fiksnih in mobilnih upravljavskih sistemov
 - Razvoj mehanizmov „IP Traffic Offload“ – temeljijo na mehanizmih IPv6
 - Local IP Access (LIPA), IP Flow Mobility and Seamless Offload (IFOM) in Selected IP Traffic Offload (SIPTO)
- **Razvoj profesionalnih komunikacijskih sistemov v smeri LTE**
 - Zahteva FCC v ZDA – profesionalni komunikacijski sistemi morajo zaradi medsebojne združljivosti temeljiti na tehnologiji LTE
 - TETRA Association – migracija na tehnologijo LTE
 - “We will work with people to investigate LTE and integrating aspects into TETRA,” said David Chater-Lea, TETRA MoU Association, June 2010

