

# GSM in brezžična omrežja

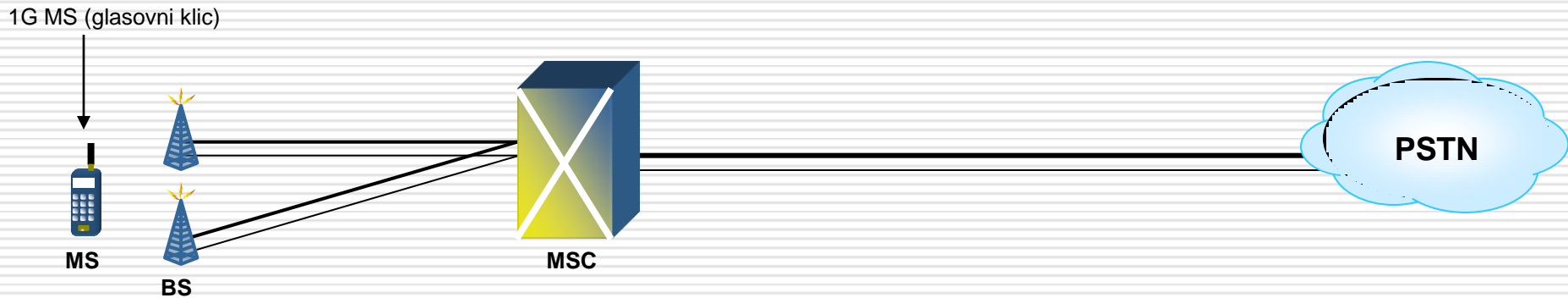
---

Urban Burnik



Laboratorij za digitalno obdelavo signalov, slik in videa  
<http://ldos.fe.uni-lj.si>

# 1G – bistveni deli mobilnega omrežja

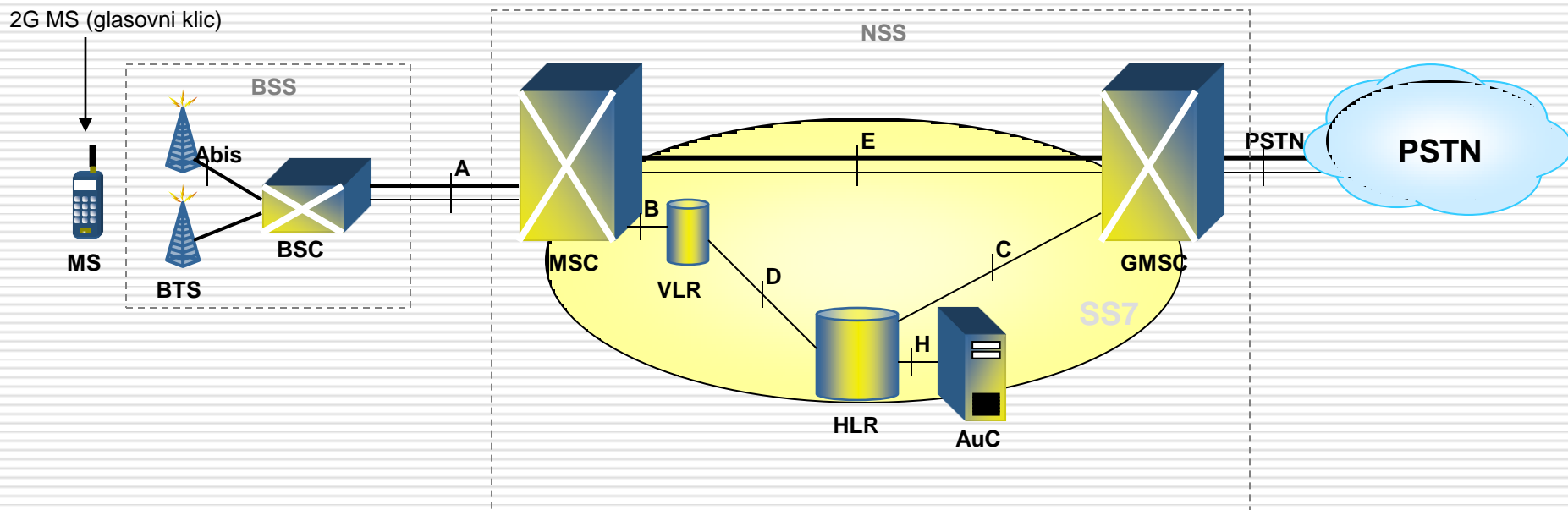


BS — Base Station  
MU — Mobile Unit

MSC — Mobile-service Switching Controller

PSTN — Public Switched Telephone Network

# 2G - GSM



*BSS — Base Station System*

**BTS — Base Transceiver Station**

**BSC — Base Station Controller**

*NSS — Network Sub-System*

**MSC — Mobile-service Switching Controller**

**VLR — Visitor Location Register**

**HLR — Home Location Register**

**AuC — Authentication Server**

**GMSC — Gateway MSC**

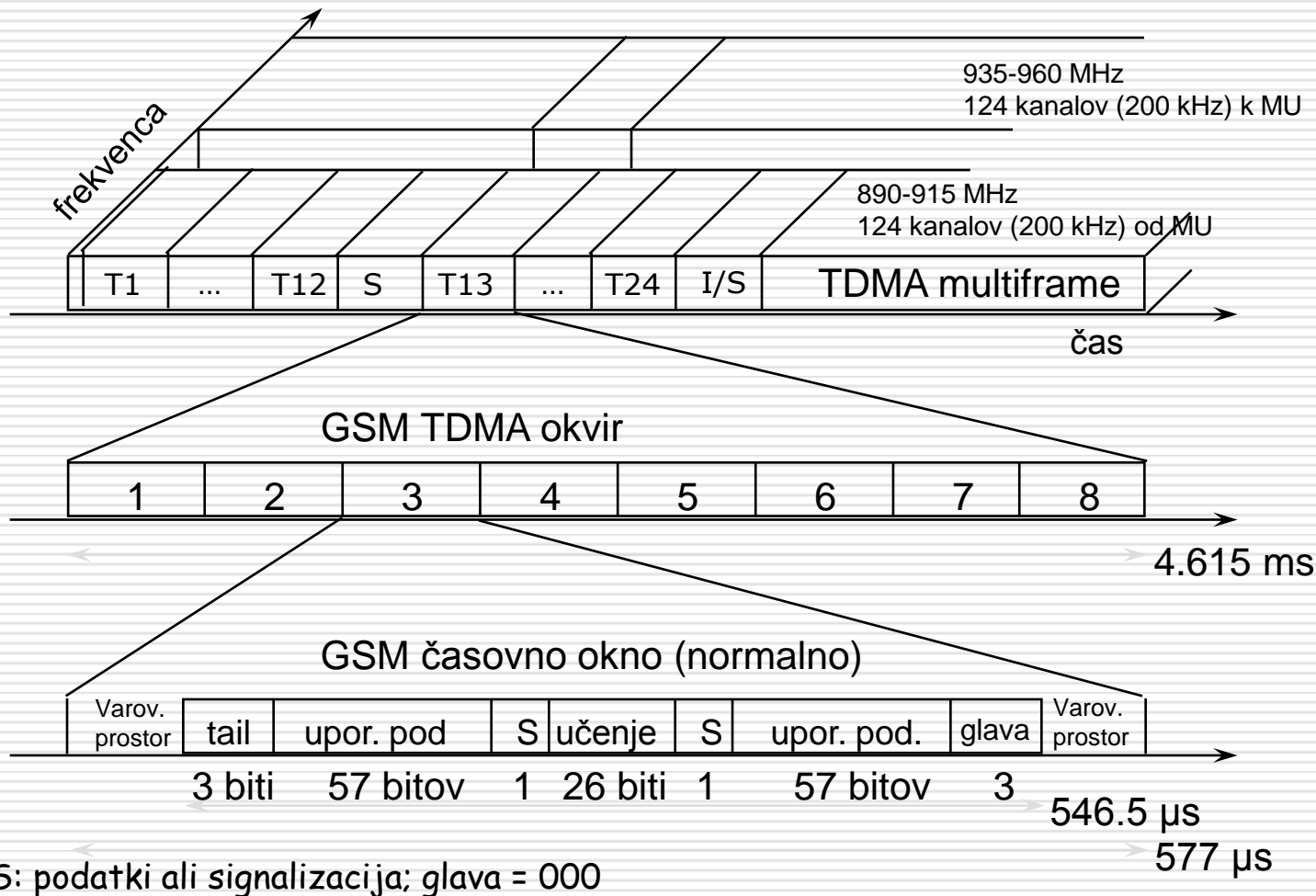
**PSTN — Public Switched Telephone Network**

# GSM FDMA

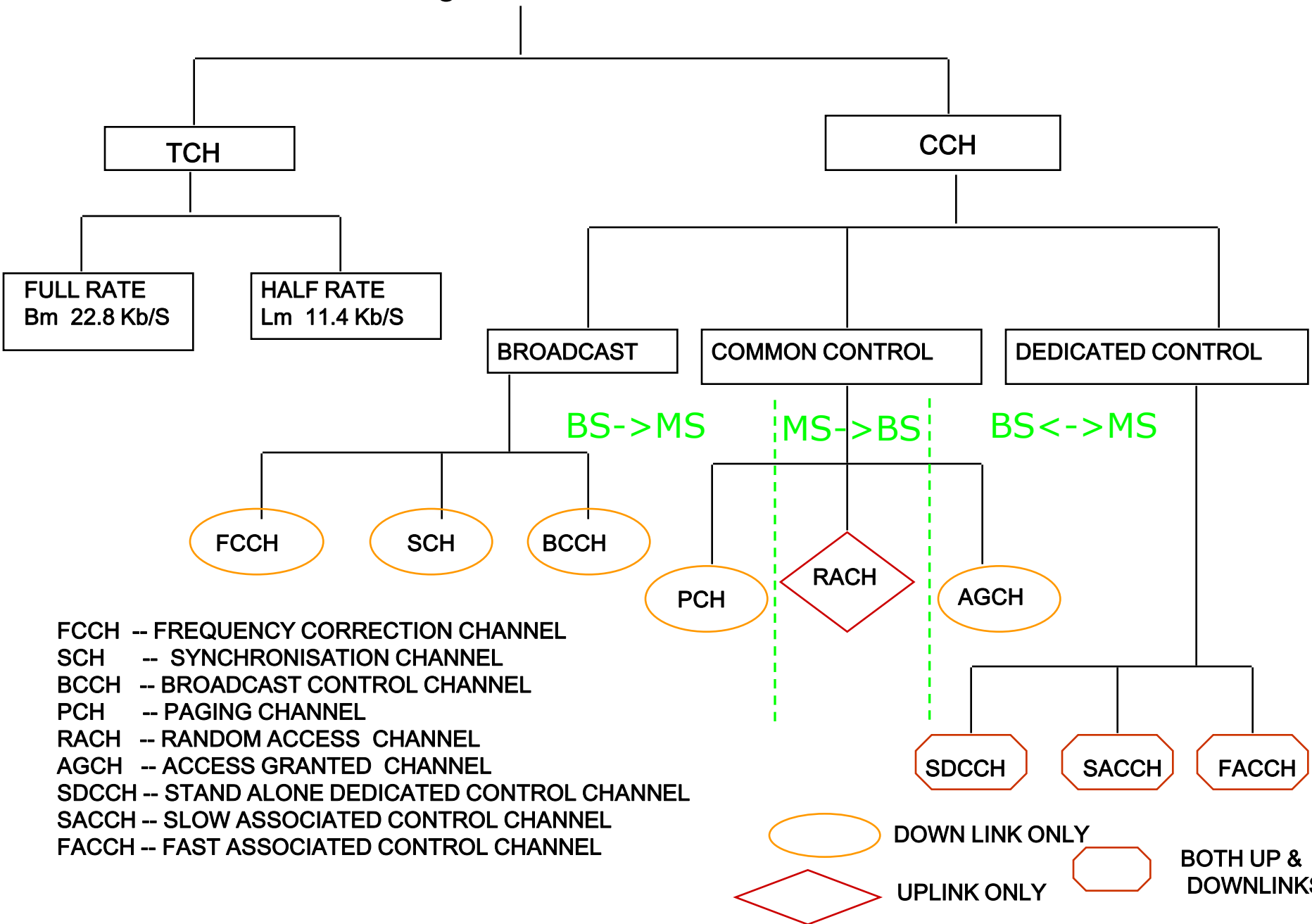
---

<b>System</b>	<b>Band</b>	<b>Uplink</b>	<b>Downlink</b>	<b>Channel Number</b>
GSM 400	450	450.4 - 457.6	460.4 - 467.6	259 - 293
GSM 400	480	478.8 - 486.0	488.8 - 496.0	306 - 340
GSM 850	850	824.0 - 849.0	869.0 - 894.0	128 - 251
GSM 900 (P-GSM)	900	890.0 - 915.0	935.0 - 960.0	1 - 124
GSM 900 (E-GSM)	900	880.0 - 915.0	925.0 - 960.0	975 - 1023, (0, 1-124)
GSM-R (R-GSM)	900	876.0 - 880.0	921.0 - 925.0	955 - 973
DCS 1800	1800	1710.0 - 1785.0	1805.0 - 1880.0	512 - 885
PCS 1900	1900	1850.0 - 1910.0	1930.0 - 1990.0	512 - 810

# GSM - TDMA – fizični kanali



# Logični kanali

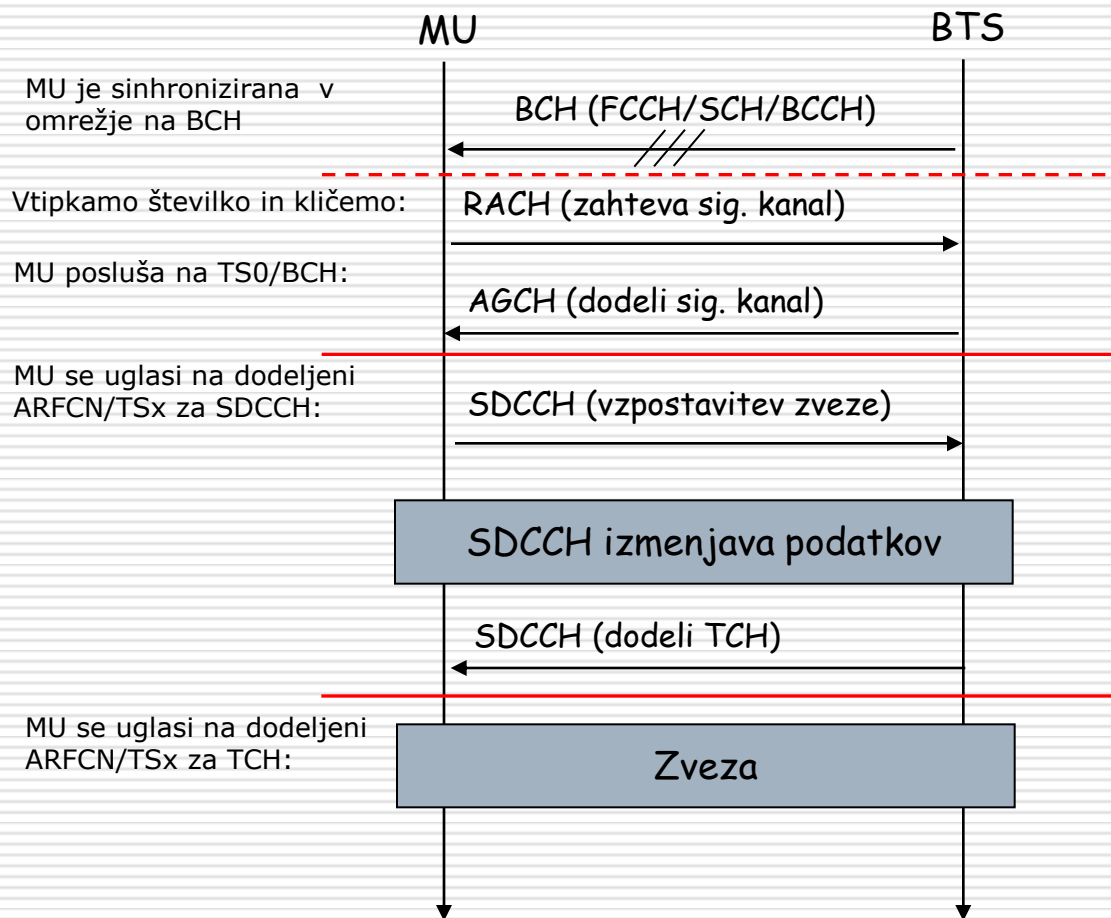


# Vrste logičnih kanalov

---

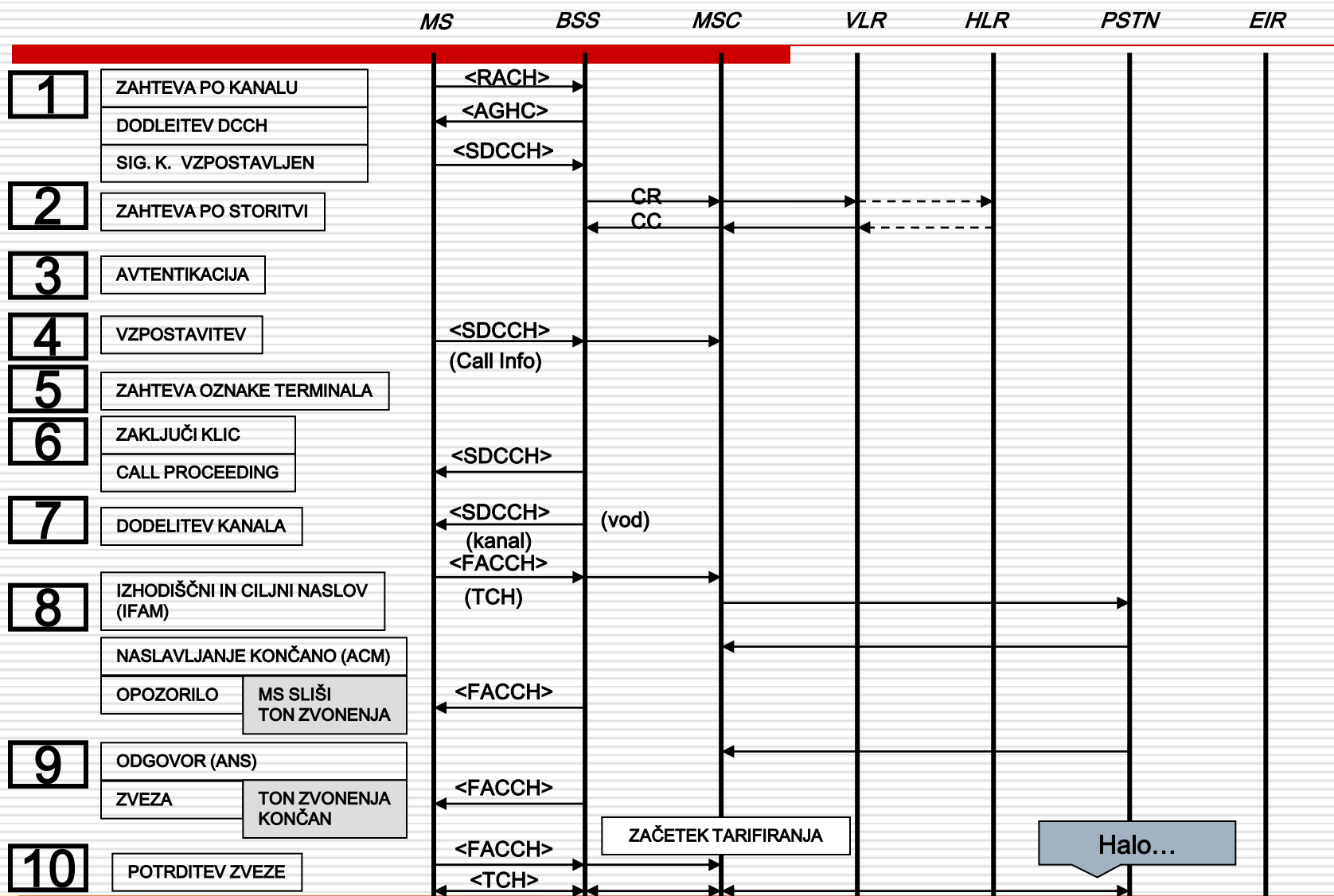
- Control Channels
  - broadcast control channel (BCCH)
    - Od bazne postaje (svetilnik), ID celice, sinhronizacija, frekvenčno skakanje,...
  - common control channels (CCCH)
    - random access channel (RACH): MS ob začetku zveze, slotted Aloha
    - access grant channel (AGCH): BTS dodeli kanal MS
    - paging channel (PCH): BTS pozive MS
  - dedicated control channels
    - standalone dedicated control channel (SDCCH): signalizacija in SMS med BTS in MS
- Traffic Channels (TCH)

# Vzpostavitev zveze na zahtevo MU



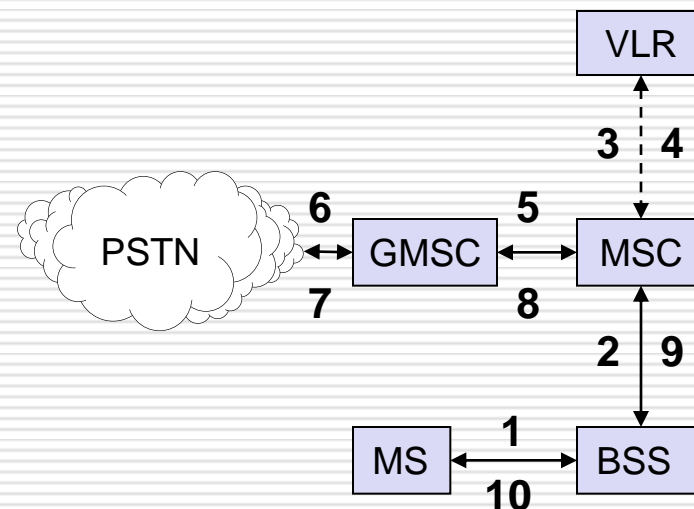


# Klic na zahtevo MU - podrobno

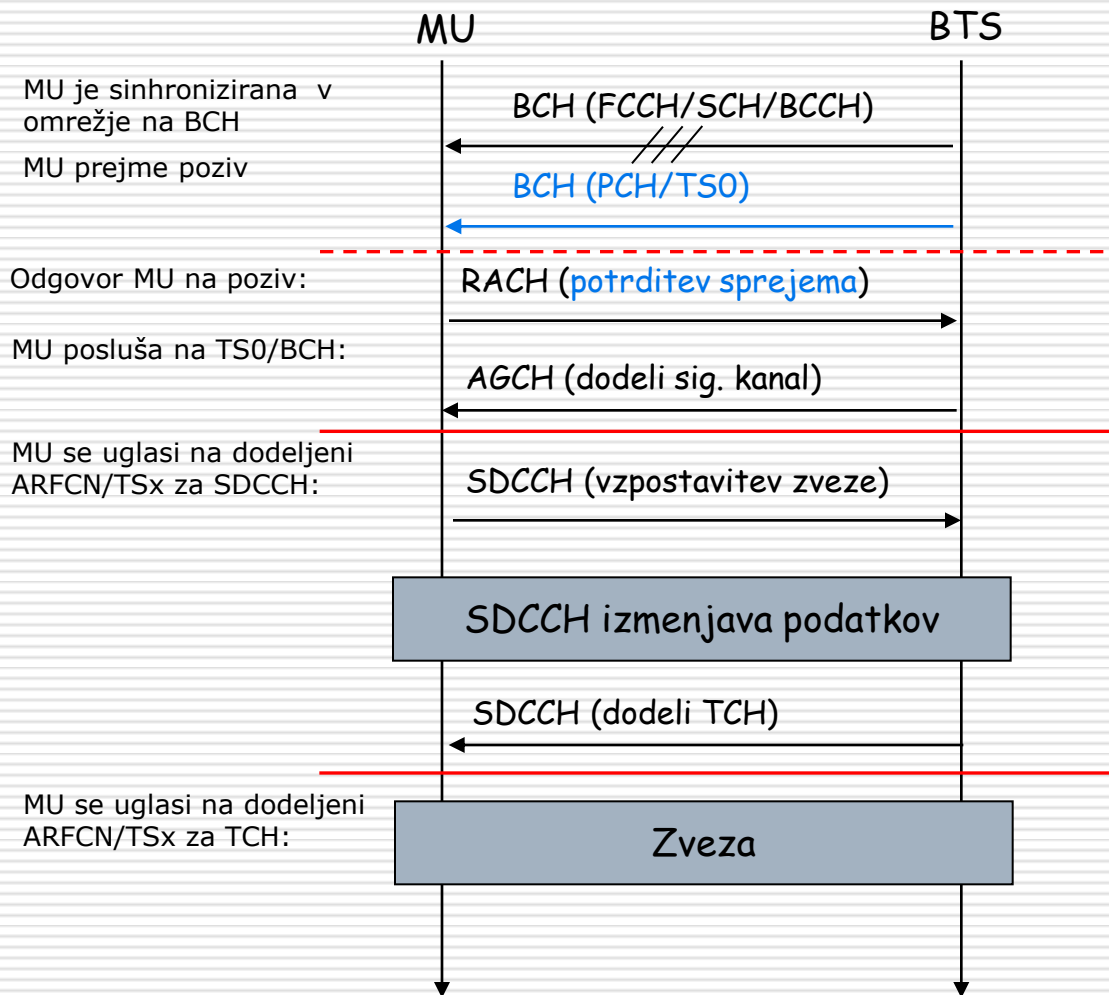


# Klic na zahtevo MU - signalizacija

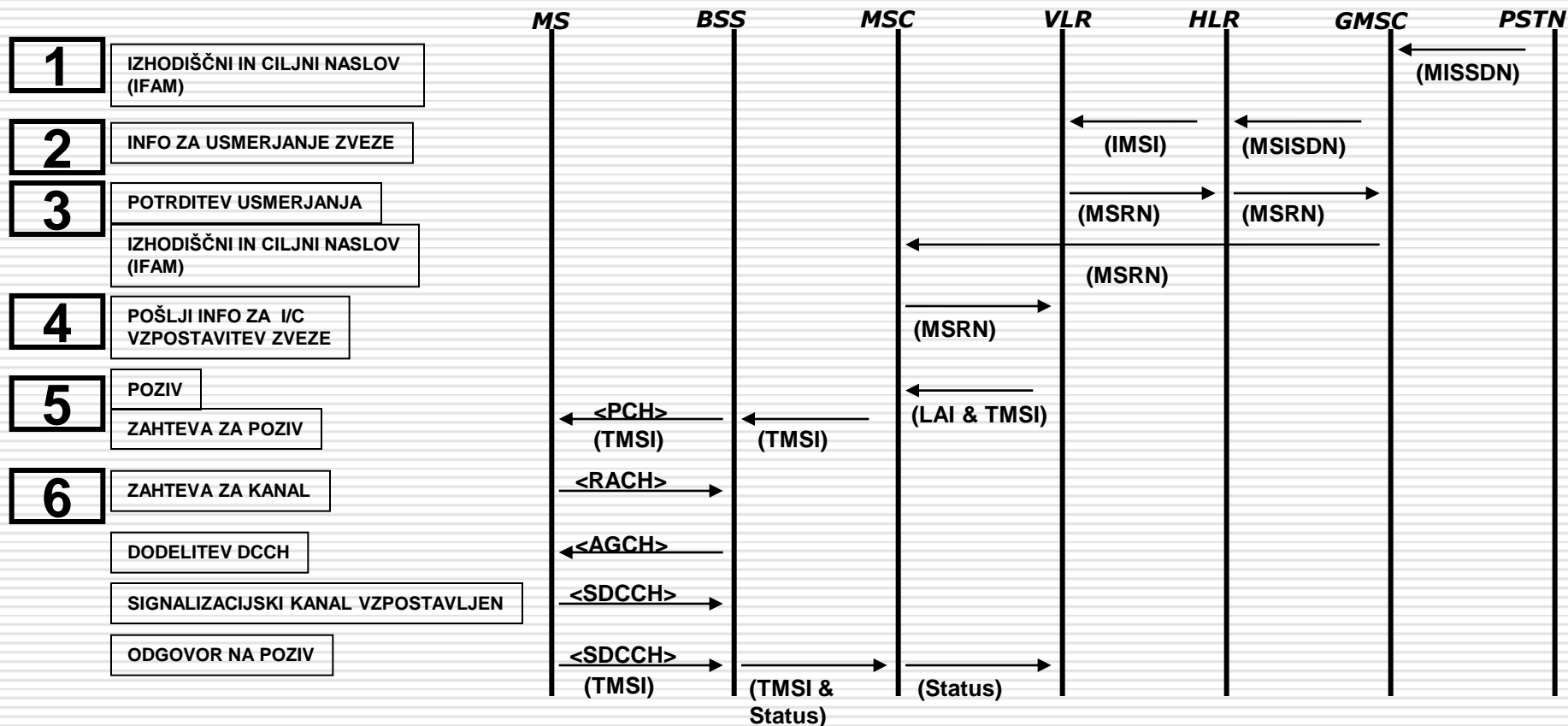
- 1, 2: zahteva zveze
- 3, 4: avtentikacija
- 5-8: preverjanje razpoložljivosti virov (proste linije)
- 9-10: vzpostavitev zveze

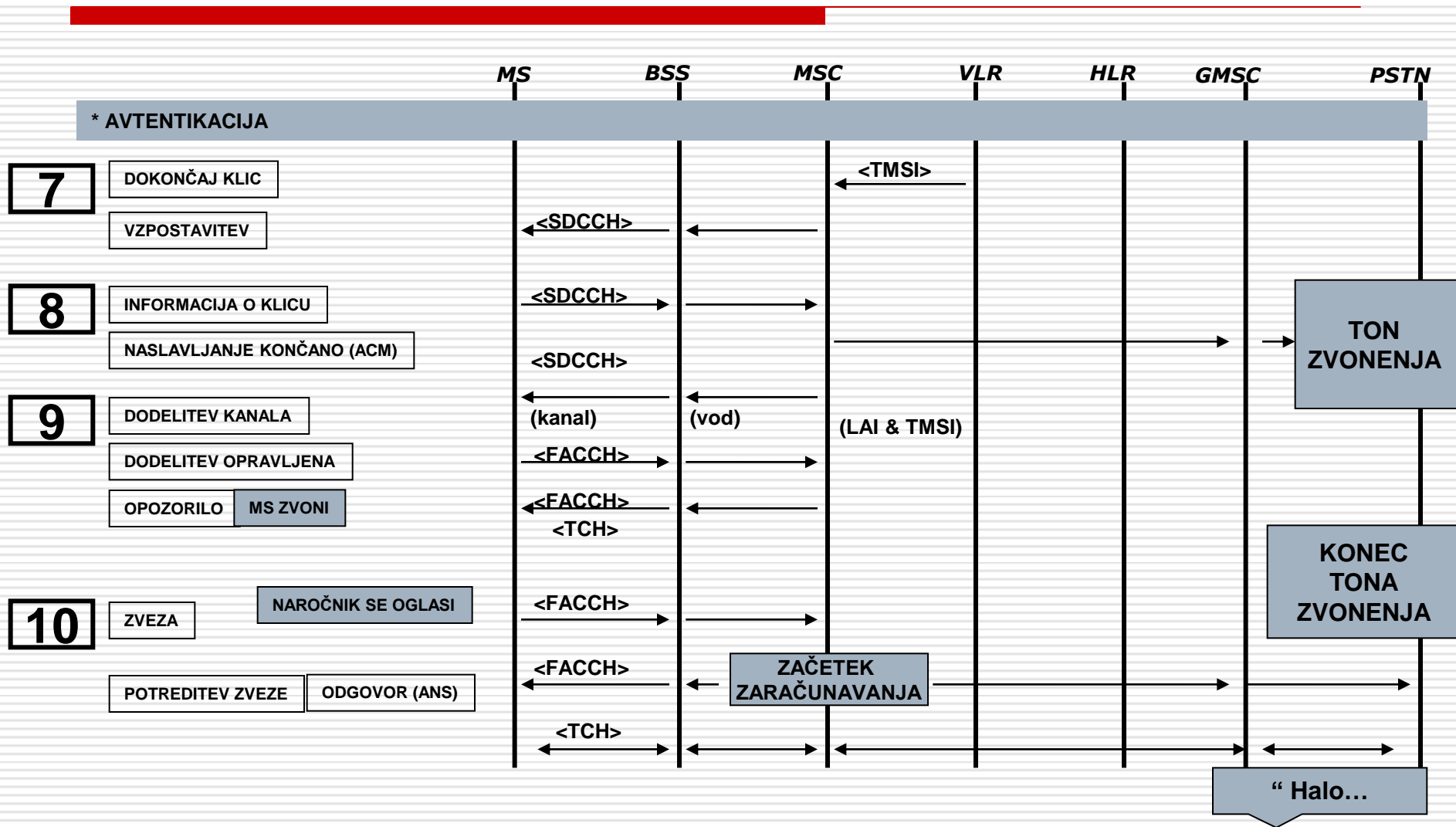


# Klic na MU



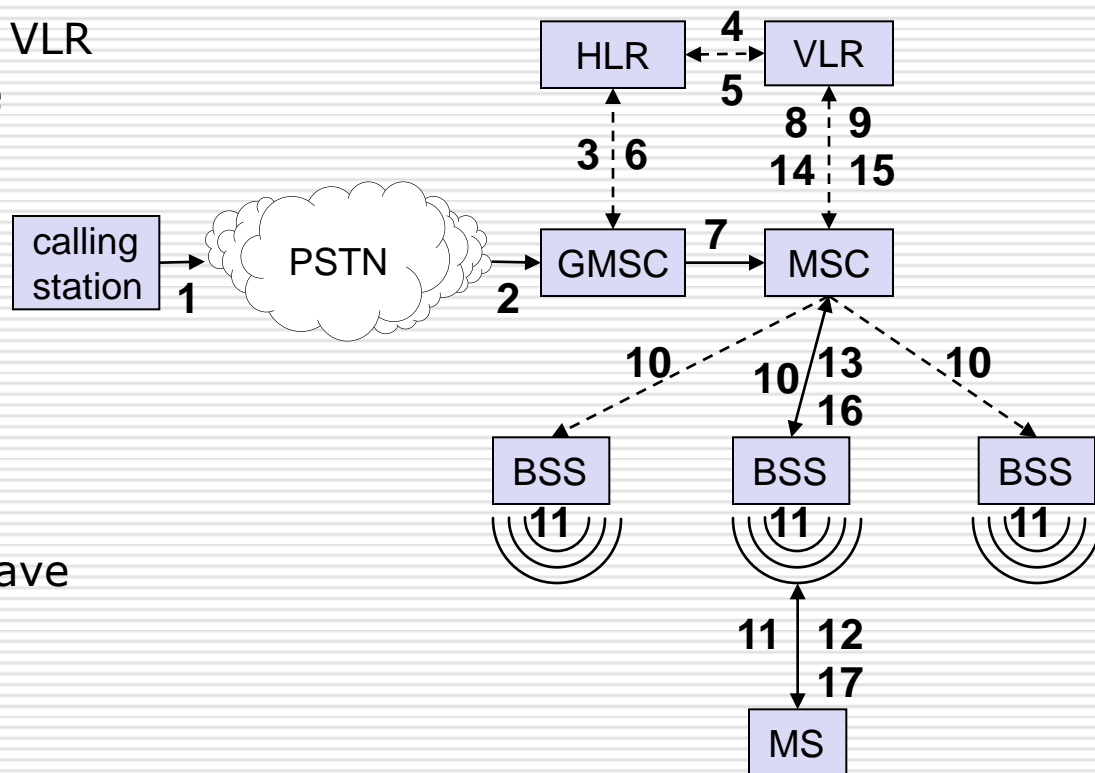
# Klic na MU - podrobno



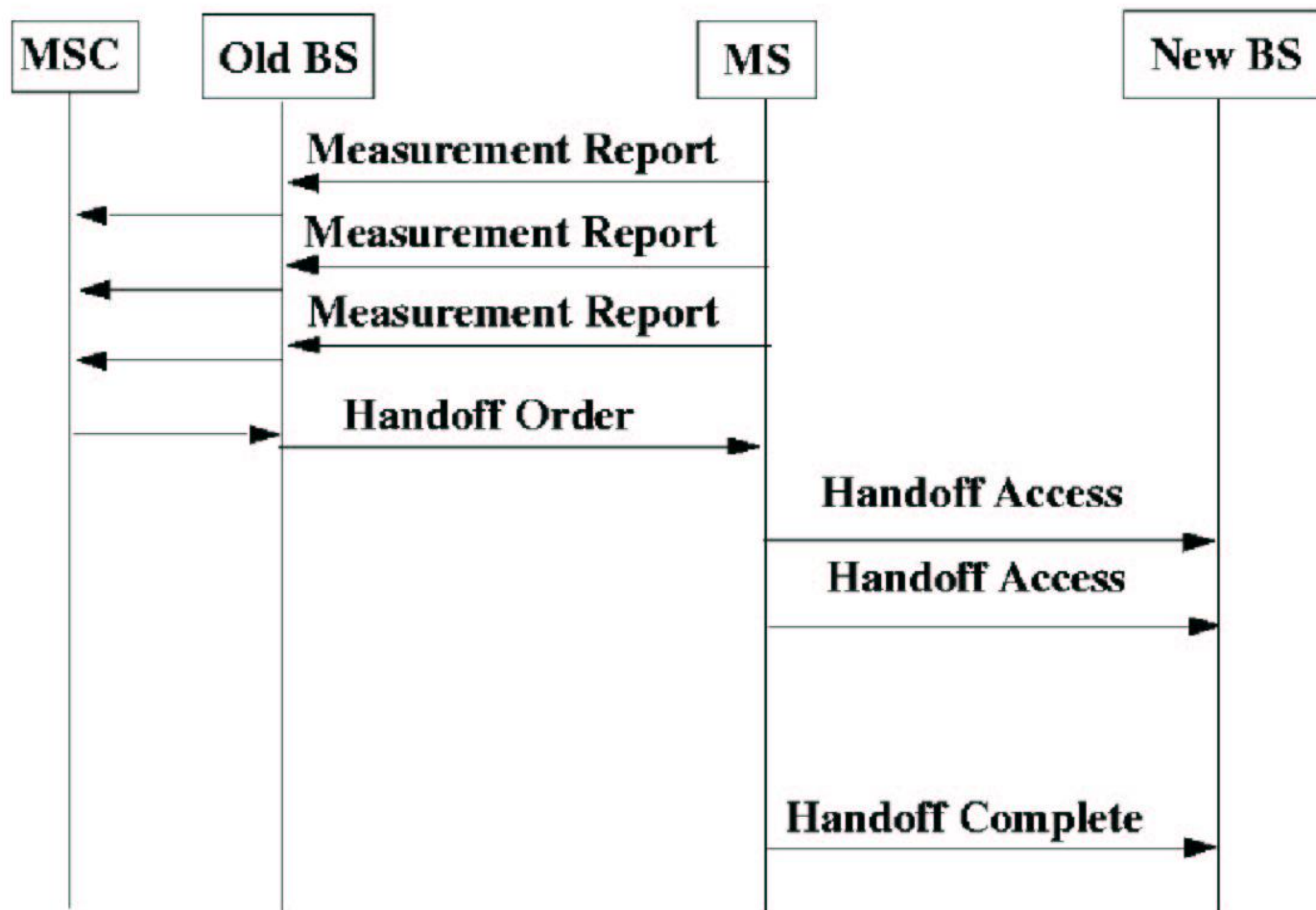


# Klic na MU - signalizacija

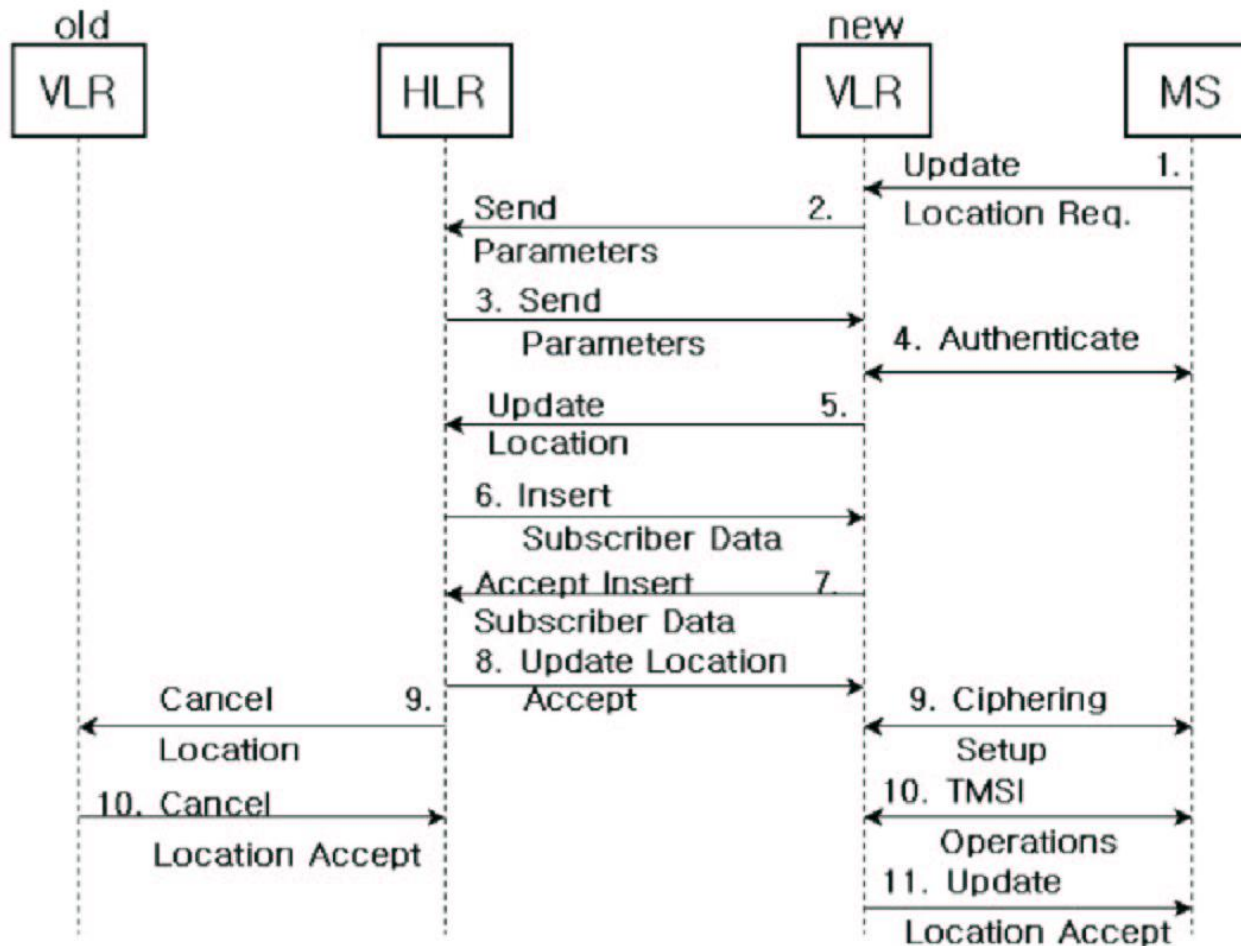
- 1: Klic GSM naročnika
- 2: posredovanje klica preko GMSC
- 3: Vzpostavitev povezave s HLR
- 4, 5: Povezava s trenutnim VLR
- 6: posredovanje odgovorne MSC ustrezni GMSC
- 7: predaja zveze trenutni MSC
- 8, 9: pridobitev statusa MS
- 10, 11: klic MS
- 12, 13: MS odgovori
- 14, 15: avtentikacija
- 16, 17: vzpostavitev povezave



# MAHO

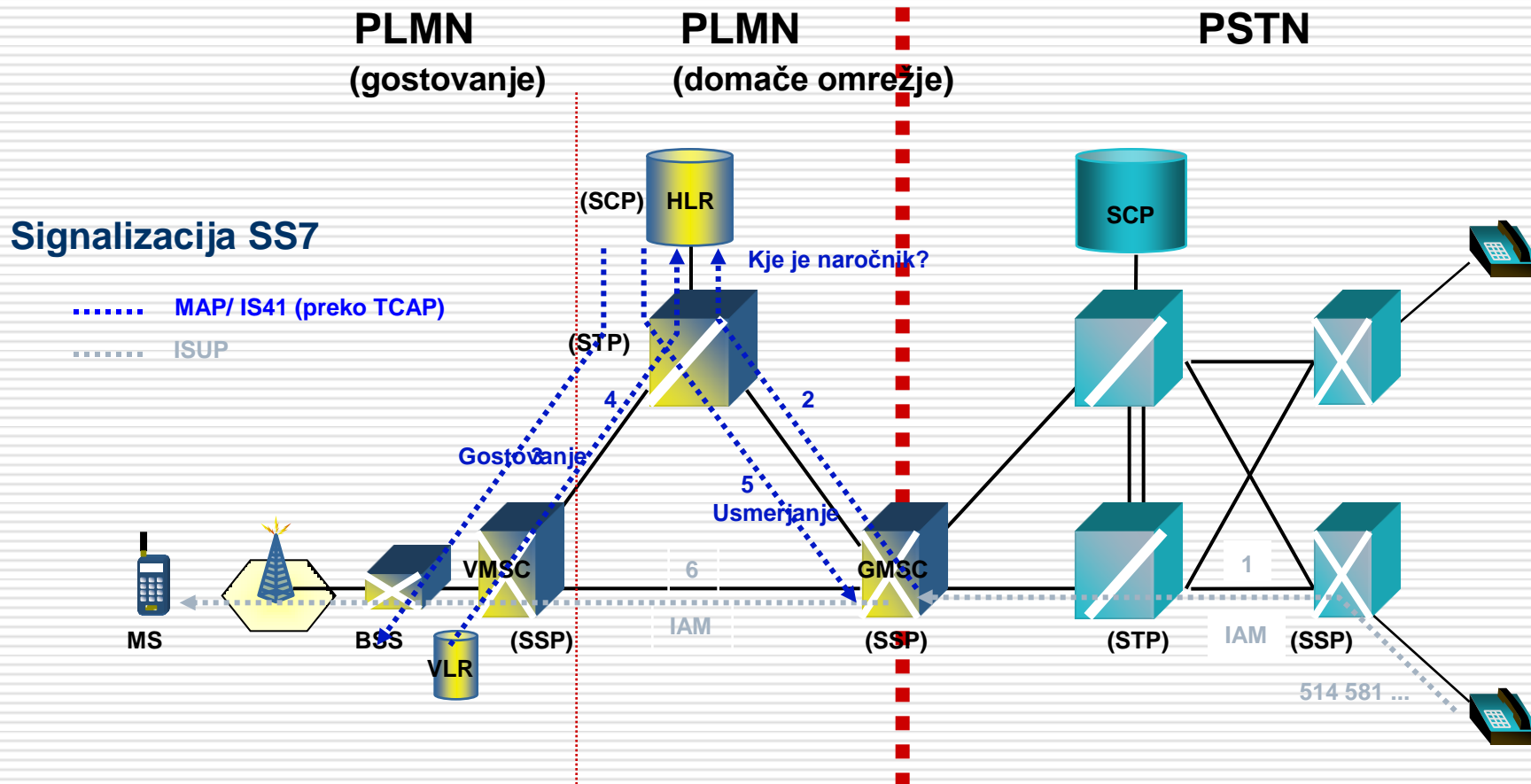


# Location Update

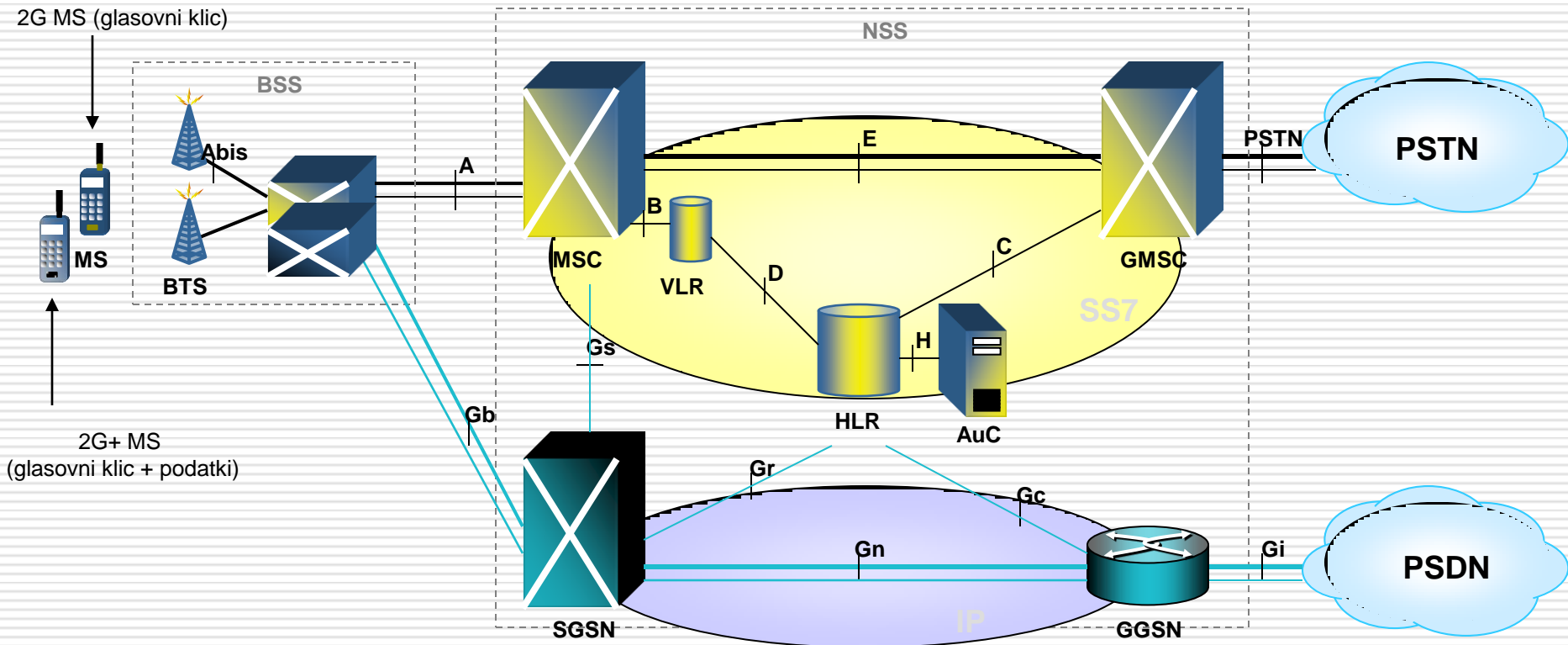




# Klic v GSM omrežje - gostovanje



# 2.5G - GPRS



*BSS* — Base Station System

**BTS** — Base Transceiver Station

**BSC** — Base Station Controller

*NSS* — Network Sub-System

**MSC** — Mobile-service Switching Controller

**VLR** — Visitor Location Register

**HLR** — Home Location Register

**AuC** — Authentication Server

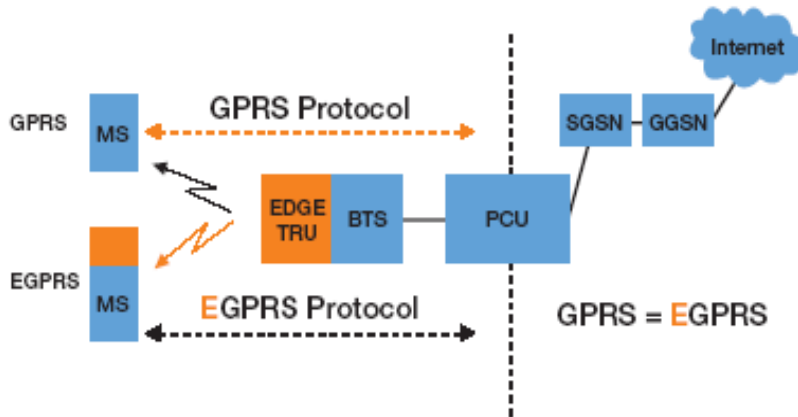
**GMSC** — Gateway MSC

**SGSN** — Serving GPRS Support Node

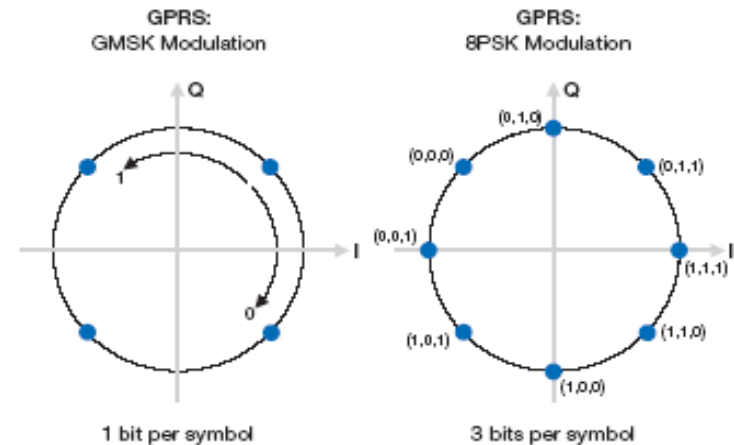
**GGSN** — Gateway GPRS Support Node

*GPRS* — General Packet Radio Service

# EDGE



LEGEND			
BTS	Base Station	PCU	Packet control unit
EGPRS	Enhanced GPRS	SGSN	Serving GPRS support node
GGSN	Gateway GPRS support node	TRU	Transceiver unit
MS	Mobile station		



	GPRS	EDGE
Modulation	GMSK	8-PSK/GMSK
Symbol rate	270 ksym/s	270 ksym/s
Modulation bit rate	270 kb/s	810 kb/s
Radio data rate per time slot	22,8 kb/s	69,2 kb/s
User data rate per time slot	20 kb/s (CS4)	59,2 kb/s (MCS9)
User data rate (8 time slots)	160 kb/s	473,6 kb/s
	(182,4 kb/s)	(553,6 kb/s)

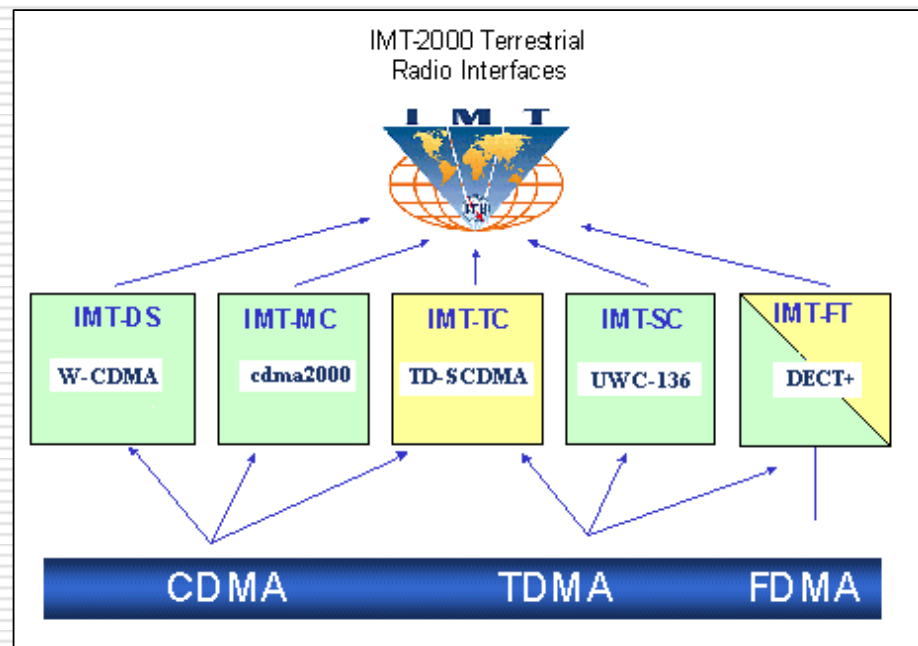
- Izboljšan GPRS
- Jedrno omrežje nespremenjeno
- BSS spremenjen
- Nove MU

*višja bitna / enaka simbolna hitrost*

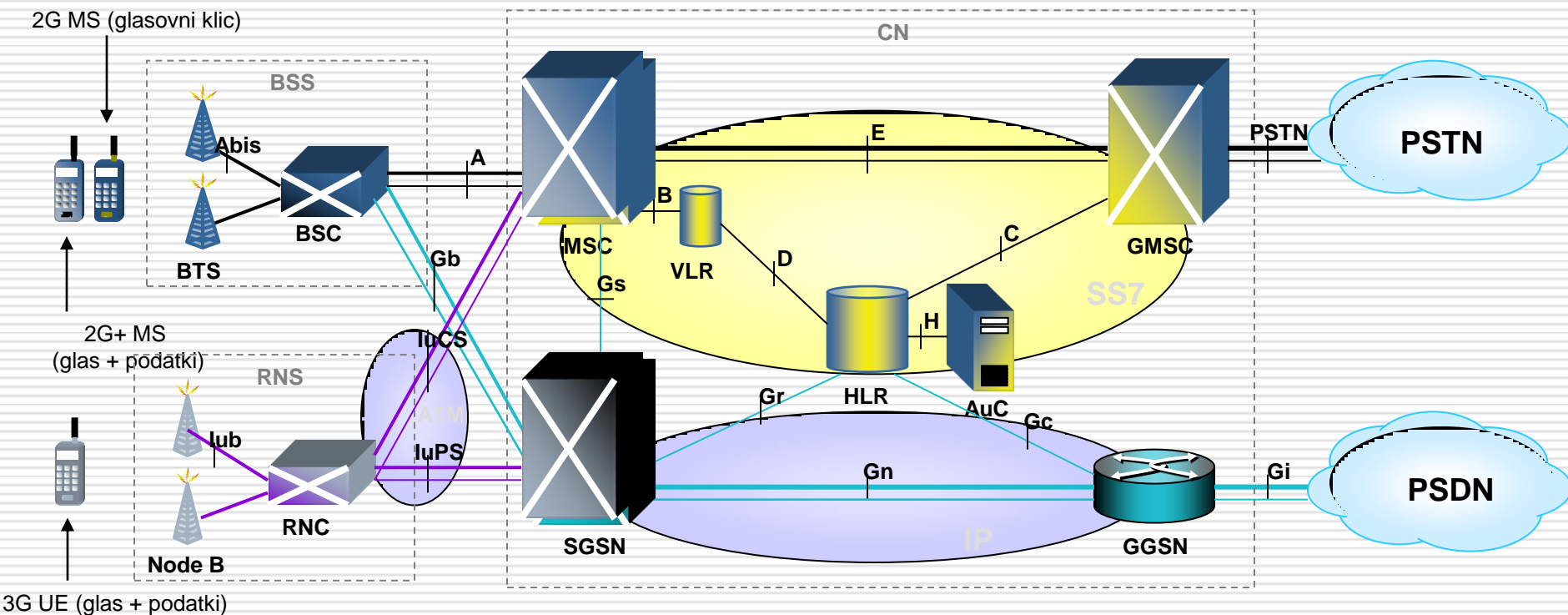
# 3G

## □ Integracija in hitrost

- Integracija 5 podatkovnih omrežij
- IMT 2000 (ITU)
- Ciljna hitrost: 384kbps mobilno, 2Mbps fiksno



# 3GPP rel99 arhitektura (UMTS)



**BSS** — Base Station System

**BTS** — Base Transceiver Station

**BSC** — Base Station Controller

**RNS** — Radio Network System

**RNC** — Radio Network Controller

**CN** — Core Network

**MSC** — Mobile-service Switching Controller

**VLR** — Visitor Location Register

**HLR** — Home Location Register

**AuC** — Authentication Server

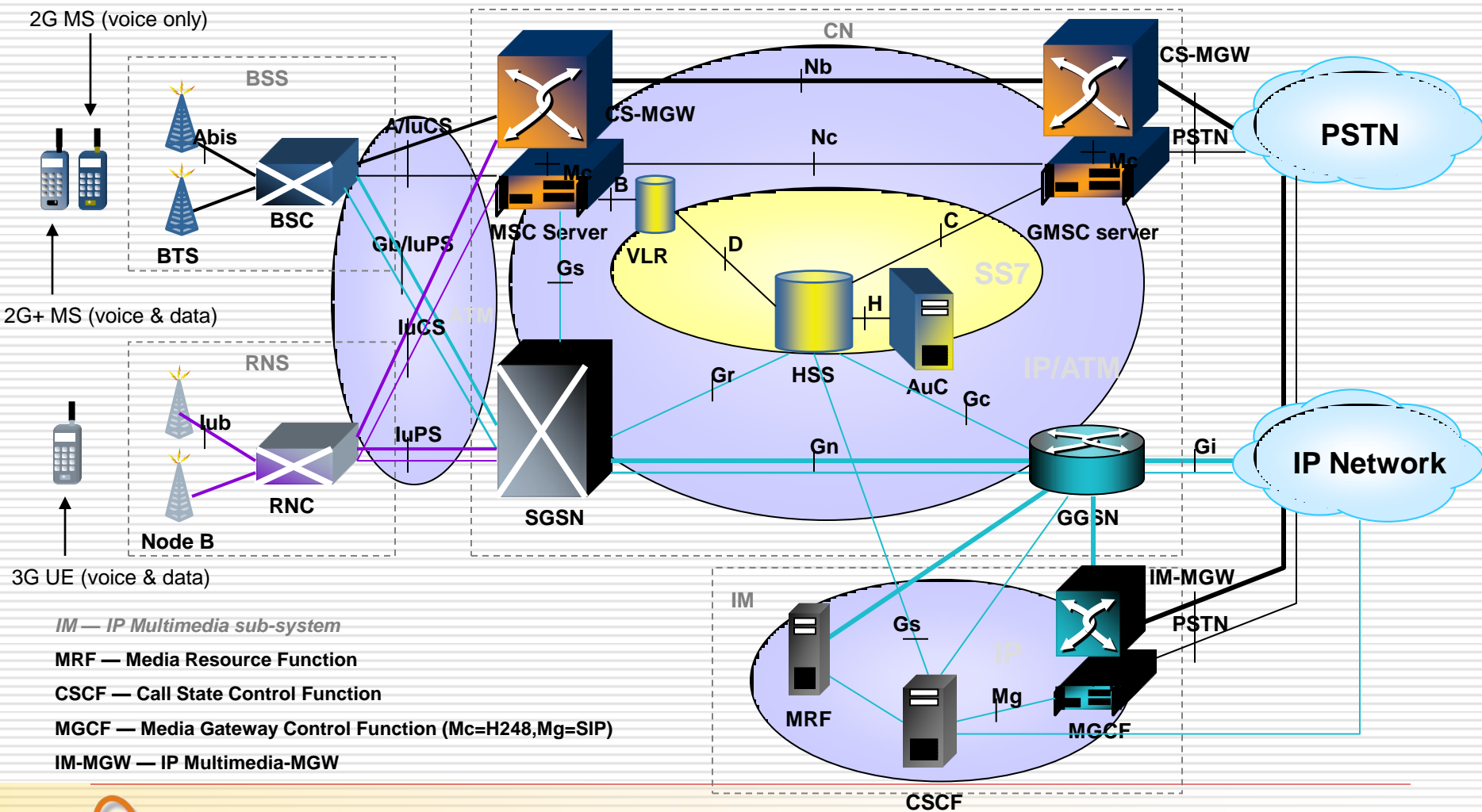
**GMSC** — Gateway MSC

**SGSN** — Serving GPRS Support Node

**GGSN** — Gateway GPRS Support Node

**UMTS** — Universal Mobile Telecommunication System

# 3GPP rel5 Architecture (UMTS) – IMS



# Pregled 3GPP

Verzija	Izdano	Info
<b>Release 98</b>	1998	Ta in prejšnje izdaje določajo pred-3G GSM omrežja
<b>Release 99</b>	2000 Q1	Specifikacija prvega <a href="#">UMTS</a> 3G omrežja, skupaj s <a href="#">CDMA</a> brezžično specifikacijo
<b>Release 4</b>	2001 Q2	Prvotno imenovana <b>Release 2000</b> - dodane možnosti predvsem <a href="#">all-IP</a> jedrno omrežje
<b>Release 5</b>	2002 Q1	Vpeljava <a href="#">IMS</a> in <a href="#">HSDPA</a> <sup>[6]</sup>
<b>Release 6</b>	2004 Q4	Združevanje z <a href="#">Wireless LAN</a> omrežji, <a href="#">HSUPA</a> , <a href="#">MBMS</a> , izboljšave v <a href="#">IMS</a> kot npr. <a href="#">Push to Talk over Cellular (PoC)</a> , <a href="#">GAN</a>
<b>Release 7</b>	2007 Q4	Zmanjšanje latence, izboljšave <a href="#">QoS</a> in aplikacij v realnem času <a href="#">VoIP</a> . <a href="#">HSPA+</a> (High Speed Packet Access Evolution), <a href="#">SIM</a> hitri protokol in brezkontaktni vmesnik ( <a href="#">Near Field Communication</a> , <a href="#">EDGE</a> izboljšave.
<a href="#">Release 8</a>	Zamrznjena Dec 2008	<a href="#">LTE</a> , All-IP Network (SAE). Release 8 refaktorira UMTS kot popolnoma IP zasnovano omrežje 4. generacije.
<b>Release 9</b>	Zamrznjena Dec 2009	SAES izboljšave, Wimax in LTE/UMTS interoperabilnost
<b>Release 10</b>	V pripravi	<a href="#">LTE Advanced</a>

# LTE

---

## LTE (2010): Long Term Evolution

- "3,9 G"
- novo radijsko dostopovno omrežje (eUTRAN)
  - Širokopasovni dostop, izboljšan QoS
- prenovljeno jedrno omrežje
  - Evolucija sistemske arhitekture (SAE), izključno paketno komutirano jedrno omrežje, "Sploščena" arhitektura, manjše število vozlišč, standardizirani vmesniki
- Ključne tehnologije:
  - OFDM, OFDMA, SC-FDMA, MIMO/beamforming, adaptivna izraba spektra



# Parametri LTE

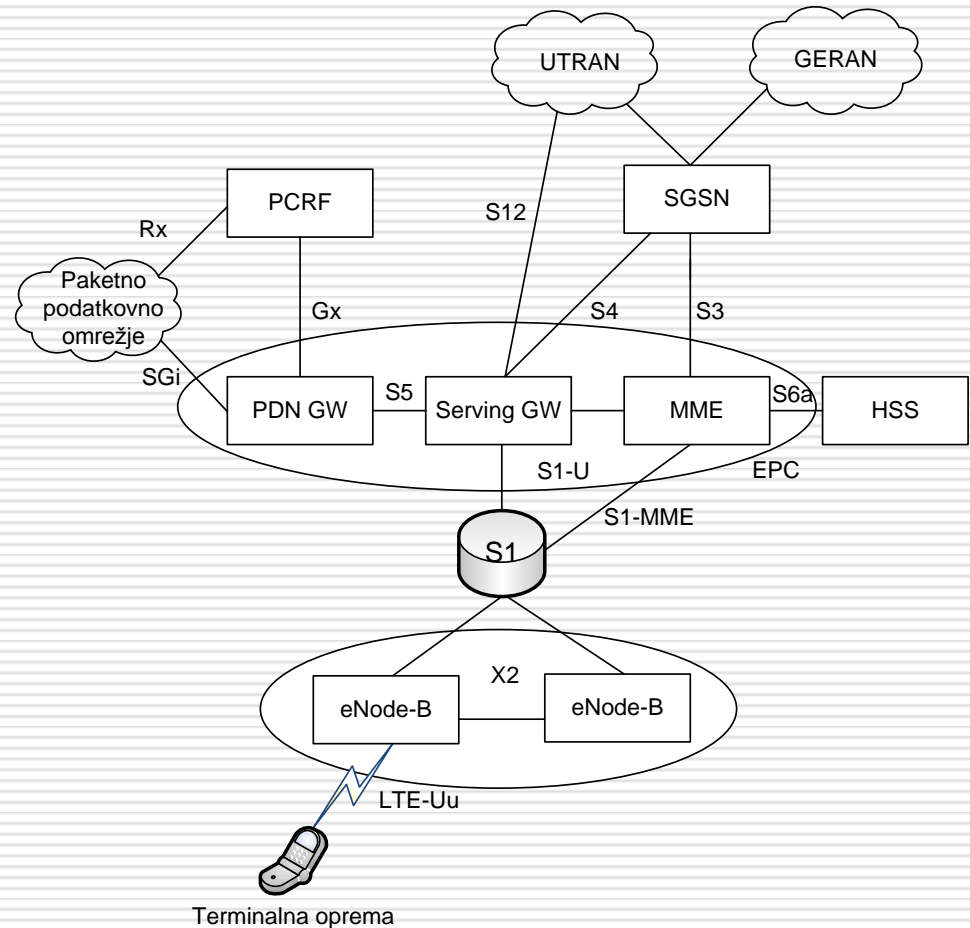
---

- Cilji LTE:
  - Zakasnitve pod 10ms, hitrosti: DL 100 Mbit/s, UL 50 Mbit/s v 20 MHz pasovni širini, spektralna učinkovitost 5 bit/s/Hz DL, 2.5 bit/s/Hz UL; domet 5 km, z omejitvami do 30 km, max do 100 km; optimizacija za hitrosti do 15 km/h, visoka učinkovitost do 120 km/h, povezava do 350 km/h; broadcast in multicast
- Trenutni parametri
  - 173 – 326 Mbit/s (hitrost proti uporabniku)
  - 86 Mbit/s (hitrost od uporabnika)
  - Odzivnost (manj kot 30 ms)

# Arhitektura omrežja (EPC)

## □ Napredno jedrno omrežje

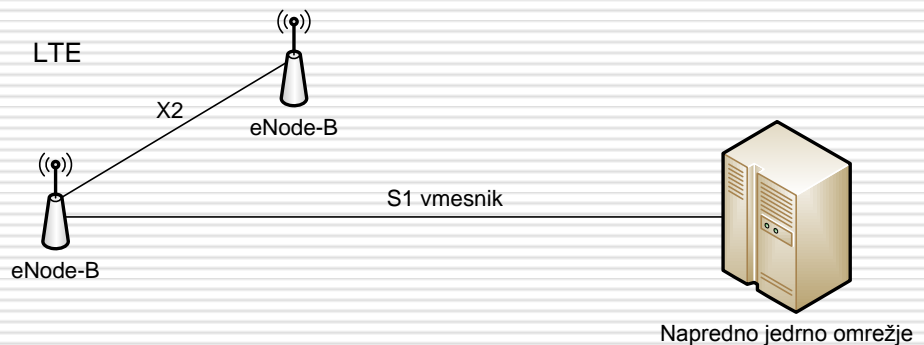
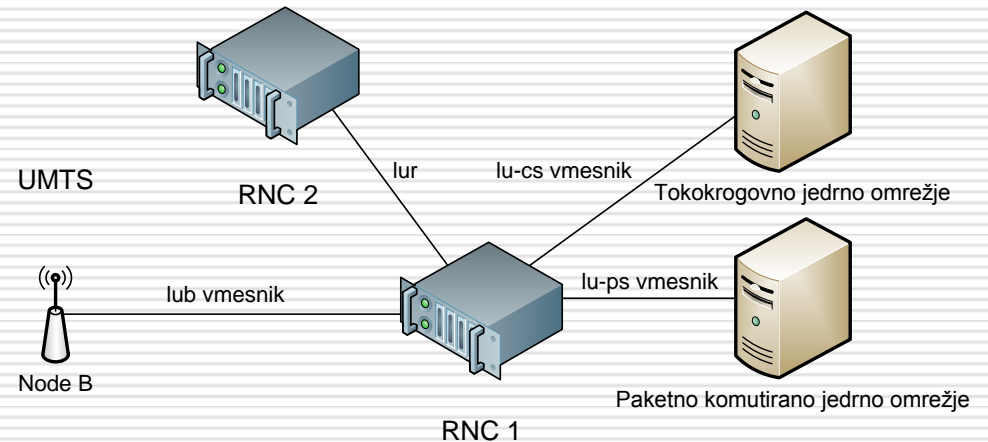
- SGW
- PDN GW
- MME



# Arhitektura omrežja

□ UMTS in LTE arhitektura

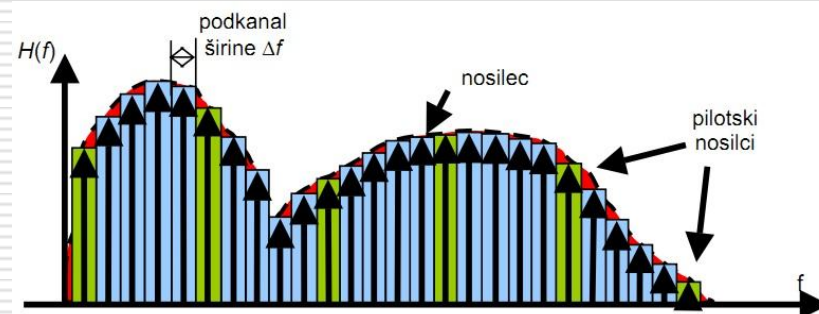
□ Vmesnik X2, S1



# Radijski vmesnik

## □ OFDM

- Visoke prenosne hitrosti
- Visoka odpornost proti motnjam zaradi refleksij in interferenc
- Dinamična pasovna širina (1,4 MHz – 20 MHz)
- Več enakih kanalov
- Podatki se prenašajo vzporedno
- Kvadratura amplitudna modulacija



# Radijski vmesnik (OFDM)

---

Klasično slabljenje

Implementacija

Popolna sinhronizacija

## □ OFDMA

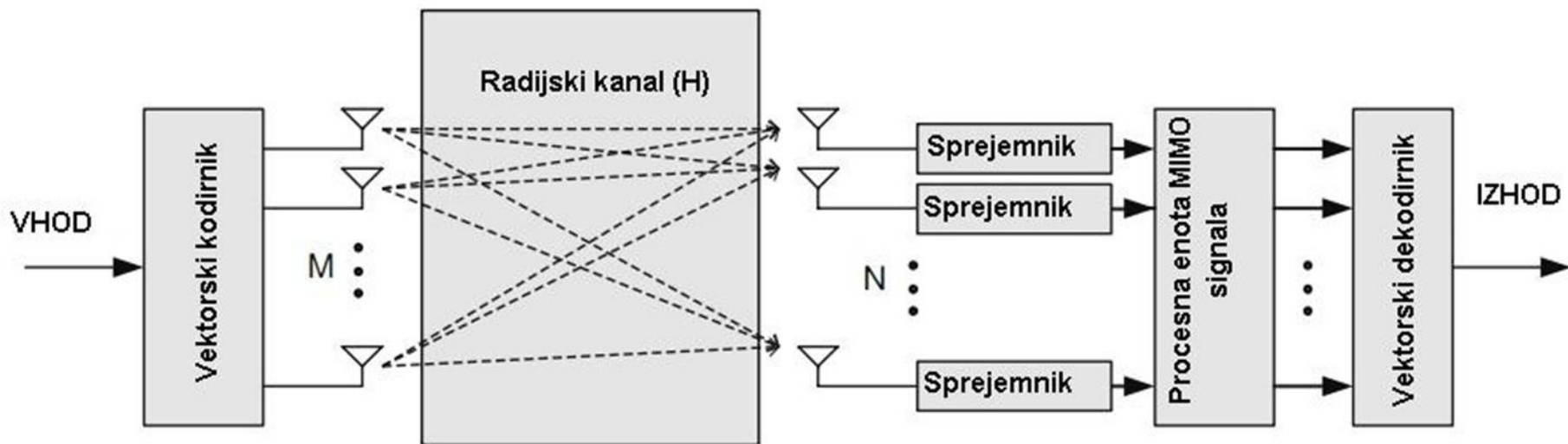
- Določeno število podnosilcev – določeno število časovnih okvirjev
- Blok fizičnih virov = 12 zaporednih podnosilcev (0,5 ms)

## □ SC-FDMA

- Zaporedni prenos podatkov
- Uporabnik dobi blok → najboljši del spektra

# Sistem pametnih anten (MIMO)

- ❑ Radijsko komunikacijska tehnologija
- ❑ Več vhodov, več izhodov
- ❑ Uporaba
  - WLAN, LTE, WiMAX, ...



# Uporaba MIMO v LTE

---

- Večje kapacitete
  - Podatke prenašamo preko več anten
- Večja podatkovna hitrost
  - Oddani podatki pripadajo enemu ali več uporabnikom
- Večji doseg pokrivanja
- Problem več signalov odpravljen (refleksija)

# Četrta generacija = LTE Advanced

---

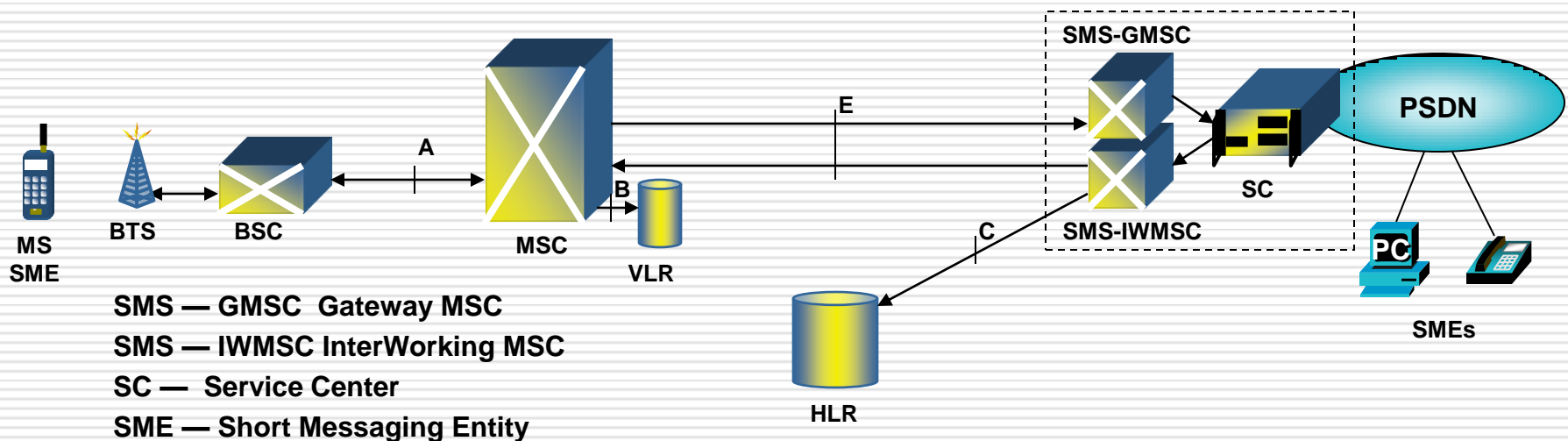
- Zahteve za 4G:
  - Hitrost proti uporabniku (mirovanje): 1 Gbit/s
  - Hitrost proti uporabniku (gibanje): 100 Mbit/s
  - Hitrost proti omrežju: 500 Mbit/s
  - IPv6
  - Kompatibilnost 2G in 3G
  - Neopazno prehajanje v različna omrežja



# Dodatne storitve v mobilnih omrežjih

## SMS – Short Message Service

- ❑ Kratka besedila
- ❑ Uporaba signalizacijskega kanala (MAP or IS-41)
- ❑ SMSC shrani in posreduje SMSe; potrditev dostave
- ❑ SME je katerikoli podatkovni terminal ali mobilna enota

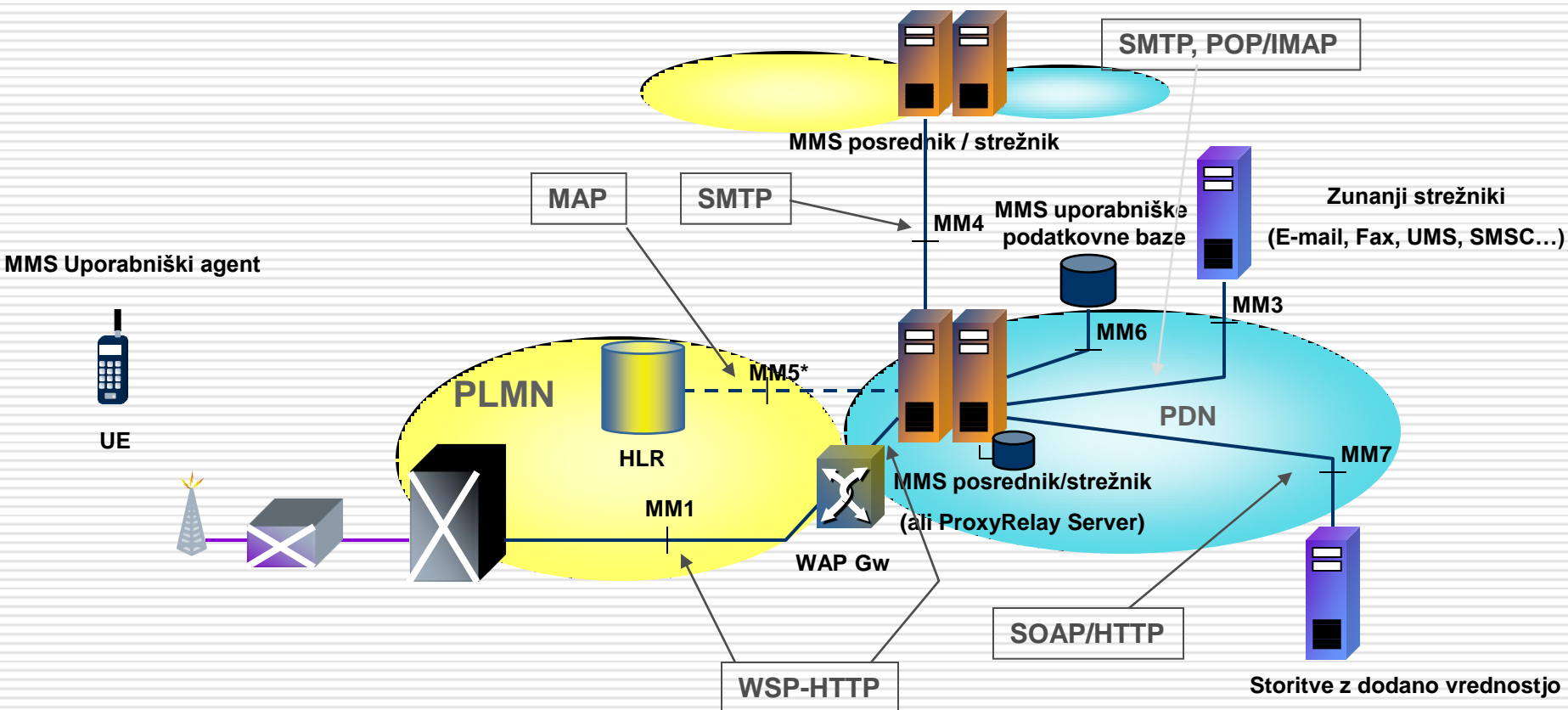


# MMS

---

- Multimedijška sporočila / ne v realnem času
  - Besedilo, govor, zvok, slika, video etc.
- Uporablja IP podatkovni prenos (ne SS7)
  - WAP, HTTP, SMTP, etc.
- Se prilagaja zmogostim terminala
  - Sprememba formata (JPEG -> GIF), medija (fax -> slika), interoperabilnost z SMS
- Posredovanje brez DL, rok trajanja
- En ali več naslovnikov
- Naslov: številka (E.164) ali email (RFC 822)
- Razširjeno poročanje
  - oddaja, shranjevanje, dostava, branje, brisanje
- Podpira MMBox, i.e. poštni predal
- Opcijska podpora pretočnim medijem (RTP/RTSP)

# MMS arhitektura



(\*) Opcija

# Druge storitve

---

- Prisotnost
- Lokacijske storitve
  - 3GPP
- 3G-324M Video storitve
  - Prehod: 3G-324M v MPEG4 over RTP
  - Video sporočila 3G-324M
- Konference
- Pretočni mediji / Najave
- Omrežne igre + govorna komunikacija

*Že znane širokopasovne "namizne" storitve?*

# «All IP» Storitve

---

- IP Multimedia Subsystem (IMS) — 3GPP
- Multi-Media Domain (MMD) — 3GPP2
  
- Zvok in slika / IP + QoS
  - Vodovno komutirana oprema postane zastarela
  
- Cilj: Zlitje dveh doslej ločenih jedrnih omrežij

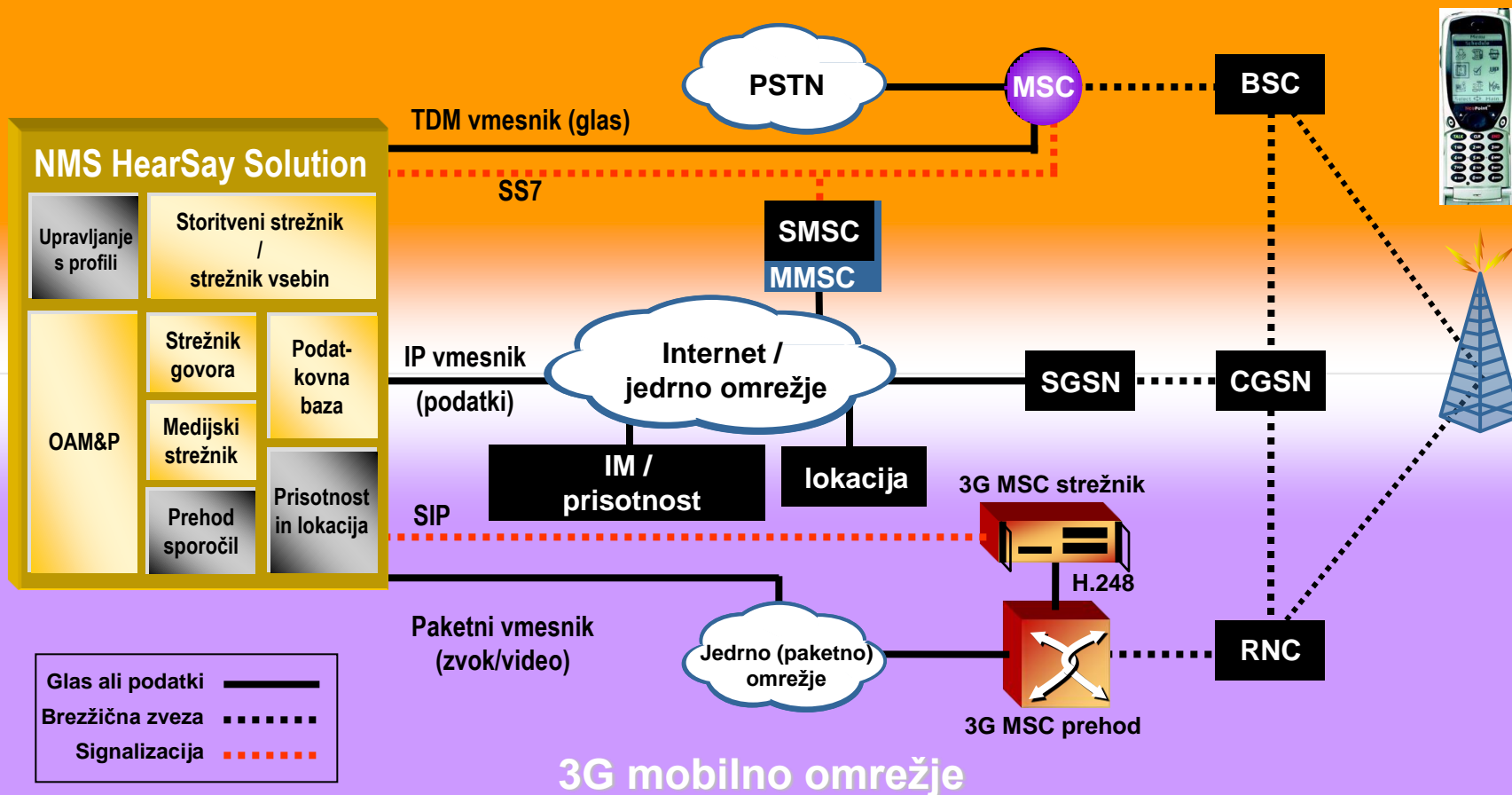
# IMS principi

---

- Jedrno omrežje izhaja iz Interneta
  - Neodvisno od vodovno komutiranih omrežij
  - Paketna komutacija za prenos signalizacije in podatkov
- Obstoječi radijski vmesnik
  - UTRAN — 3G (W-CDMA) radijsko omrežje
  - GERAN — GSM radijsko omrežje
- Izraba zmogljivosti prihajajočih mobilnih terminalov

# Multimodalne storitve v razvoju

## 2.5G mobilno omrežje



## 3G mobilno omrežje

# “Killer Applications?”

---

- Najpomembnejše: skupnosti in identiteta
  - Sporočanje, skupnosti, osebnost (zvonjenje, izgled)
- Informacije in zabava (TV, film, splet)
  
- Vsebine so pomembne, vendar ne najpomembnejše:
  - Filmi \$63B (svetovna ocena) (1997)
  - Telefonija \$256B (samo v ZDA)