

Komunikacijski protokoli

10. Podatkovna komunikacija i
protokoli u pokretnoj mreži (2G/3G)

Creative Commons



- **slobodno smijete:**
 - **dijeliti** – umnožavati, distribuirati i javnosti priopćavati djelo
 - **remiksirati** – prerađivati djelo
- **pod sljedećim uvjetima:**
 - **imenovanje.** Morate priznati i označiti autorstvo djela na način kako je specificirao autor ili davatelj licence (ali ne način koji bi sugerirao da Vi ili Vaše korištenje njegova djela imate njegovu izravnu podršku).
 - **nekomercijalno.** Ovo djelo ne smijete koristiti u komercijalne svrhe.
 - **dijeli pod istim uvjetima.** Ako ovo djelo izmijenite, preoblikujete ili stvarate koristeći ga, preradu možete distribuirati samo pod licencom koja je ista ili slična ovoj.

U slučaju daljnog korištenja ili distribuiranja morate drugima jasno dati do znanja licencne uvjete ovog djela. Najbolji način da to učinite je linkom na ovu internetsku stranicu.

Od svakog od gornjih uvjeta moguće je odstupiti, ako dobijete dopuštenje nositelja autorskog prava.

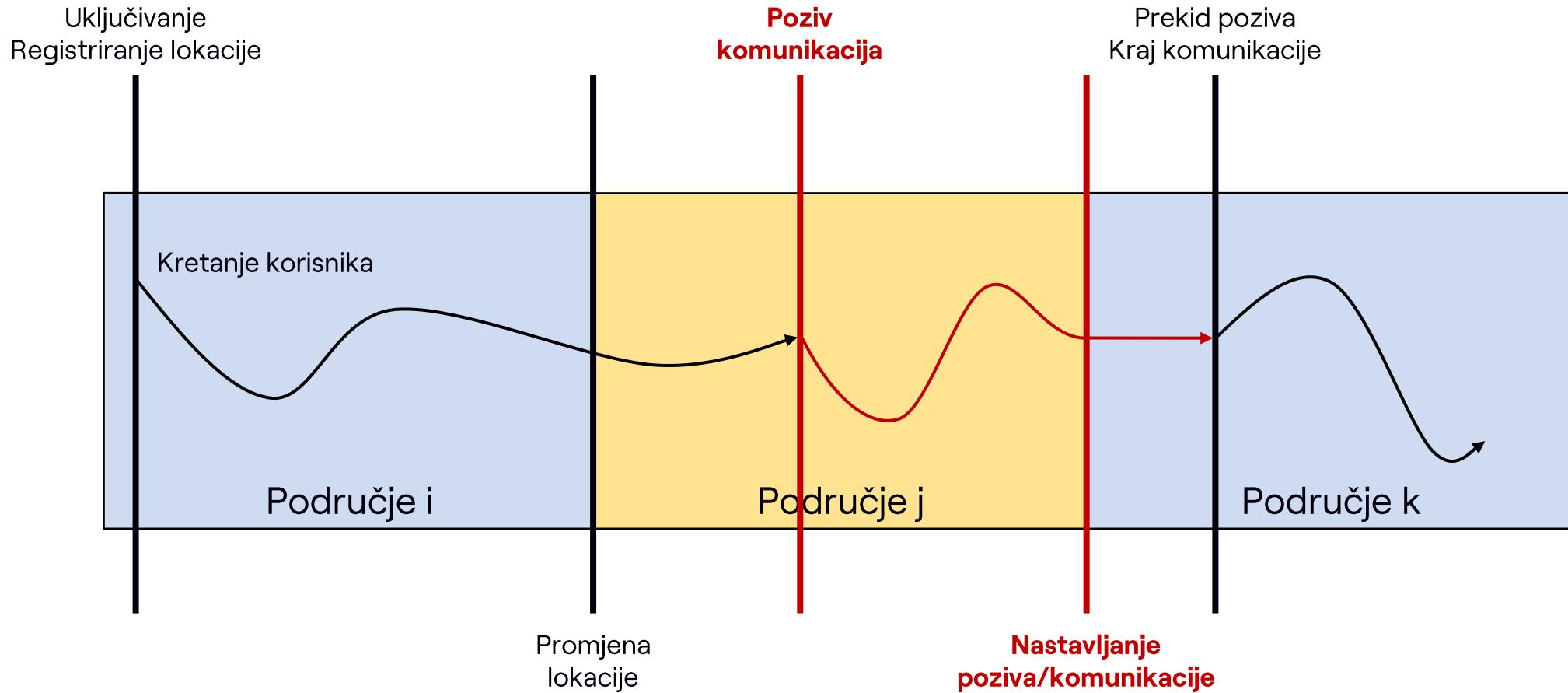
Ništa u ovoj licenci ne narušava ili ograničava autorova moralna prava.

Tekst licencije preuzet je s <http://creativecommons.org/>.

Sadržaj predavanja

- Evolucija sustava pokretnih telekomunikacija
- Globalni sustav pokretnih komunikacija – GSM
- Opće paketske radijske usluge – GPRS
 - Protokoli SNDCP i GTP
 - Postupak pristupa Internetu
- Sustav poboljšanih brzina prijenosa podataka – EDGE
- Pokretna mreža UMTS
 - UMTS radijska pristupna mreža
 - Sučelja i protokoli jezgrene mreže UMTS

Model pokretljivosti



Pokretljivost terminala, osoba i usluga

- **Pokretljivost terminala (*Terminal Mobility*)**

- Bežični pristup – prijenosni terminal
- Inteligencija mreže: određivanje lokacije terminala i praćenje kretanja

- **Pokretljivost osoba (*Personal Mobility*)**

- Žični ili bežični pristup
- Inteligencija mreže: identifikacija osobe i dostup osobi

- **Pokretljivost usluga (*Service Mobility*)**

- Usluga se ostvaruje u kretanju te pri prijelazu između mreža
- Inteligencija mreže: odabir najpovoljnijeg pristupa

- **Pokretljivost sjednice (*Session Mobility*)**

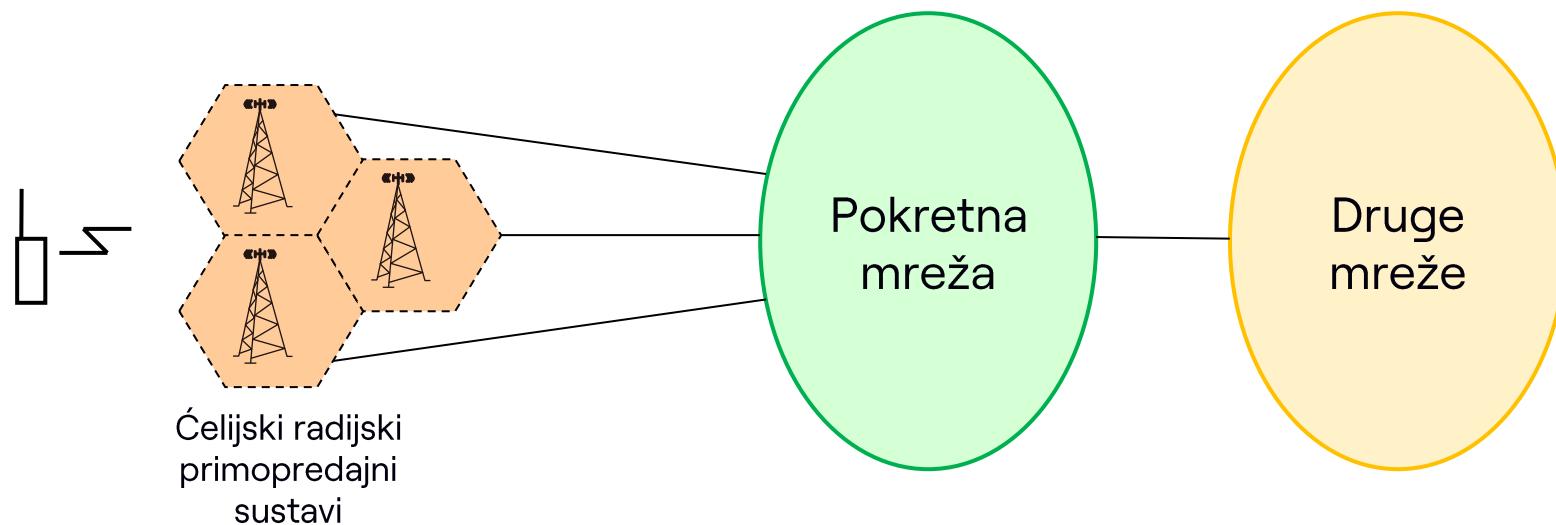
- Prebacivanje sjednice sa jednog uređaja na drugi na zahtjev korisnika
- Inteligencija mreže: određeni događaj pokreće prebacivanje poziva na temelju definiranih pravila od strane korisnika

Pokretna mreža (*Mobile Network*)

- **Javna mreža** u kojoj se pristup zasniva na **radijskoj komunikaciji** koja omogućuje pokretljivost korisničke opreme – terminala na području pokrivanja radijskim signalom
- **Jezgrena mreža**
 - Izvodi se kao fiksna mreža
- **Pristupna mreža**
 - Radijska pristupna mreža temeljena na sustavu ćelija

Opća arhitektura pokretne mreže

- Ćelijski radijski primopredajni sustav
- Čvorovi za povezivanje unutar pokretne mreže i s drugim mrežama



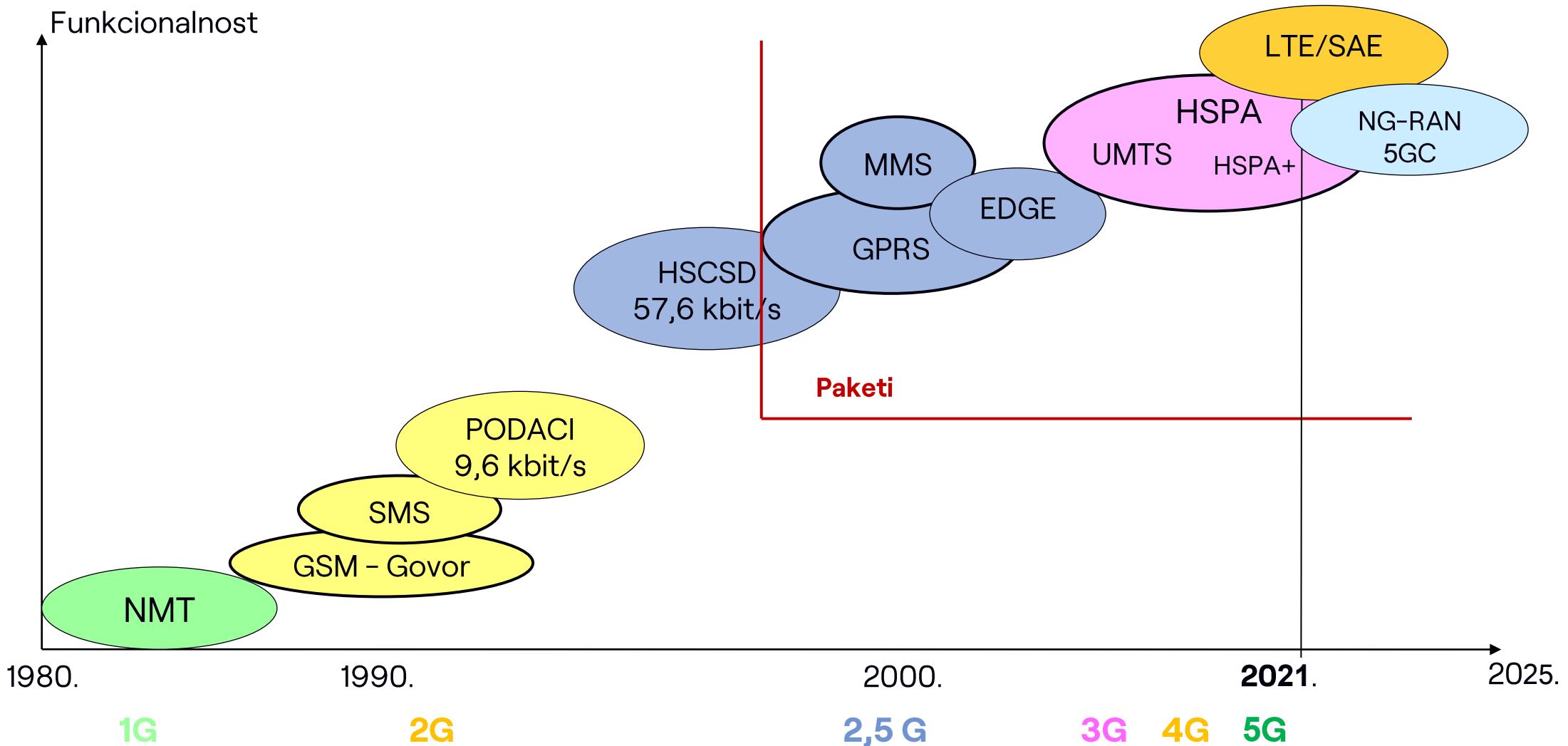
Evolucija sustava pokretnih telekomunikacija (1)

- Generacije sustava: u svim generacijama **višestruki pristup** – više korisnika pristupa skupini komunikacijskih kanala
- **Prva generacija 1G**
 - **Analogni sustavi**, višestruki pristup u **frekvencijskoj** podjeli (*Frequency Division Multiple Access, FDMA*)
- **Druga generacija 2G**
 - **Digitalni sustavi**, Višestruki pristup u **vremenskoj** podjeli (*Time Division Multiple Access, TDMA*), 124 frekvencije x 8 kanala = 992 kanala, GSM (*Global System for Mobile communications*), GSM-900/DCS-1800 (*Digital Communication System*)
 - **Prijenos govora dominantan, komutacija kanala**
 - 2,5G – HSCSD, GPRS, EDGE – **podaci**

Evolucija sustava pokretnih telekomunikacija (2)

- Treća generacija, 3G
 - Međunarodne pokretne telekomunikacije 2000 (International Mobile Telecommunications 2000, IMT-2000)
 - Europa: Opći pokretni telekomunikacijski sustav (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS)
 - Širokopojasni višestruki pristup u kodnoj podjeli (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA)
- 3,5G: Brzi paketski pristup - High Speed Packet Access, HSPA (HSDPA/HSUPA)
- Evolucija brzog paketskog pristupa - High Speed Packet Access Evolution, HSPA+
- 4G: Dugoročna evolucija radijske pristupne mreže - Long Term Evolution, LTE
- 5G

Evolucija mreže



Globalni sustav pokretnih komunikacija

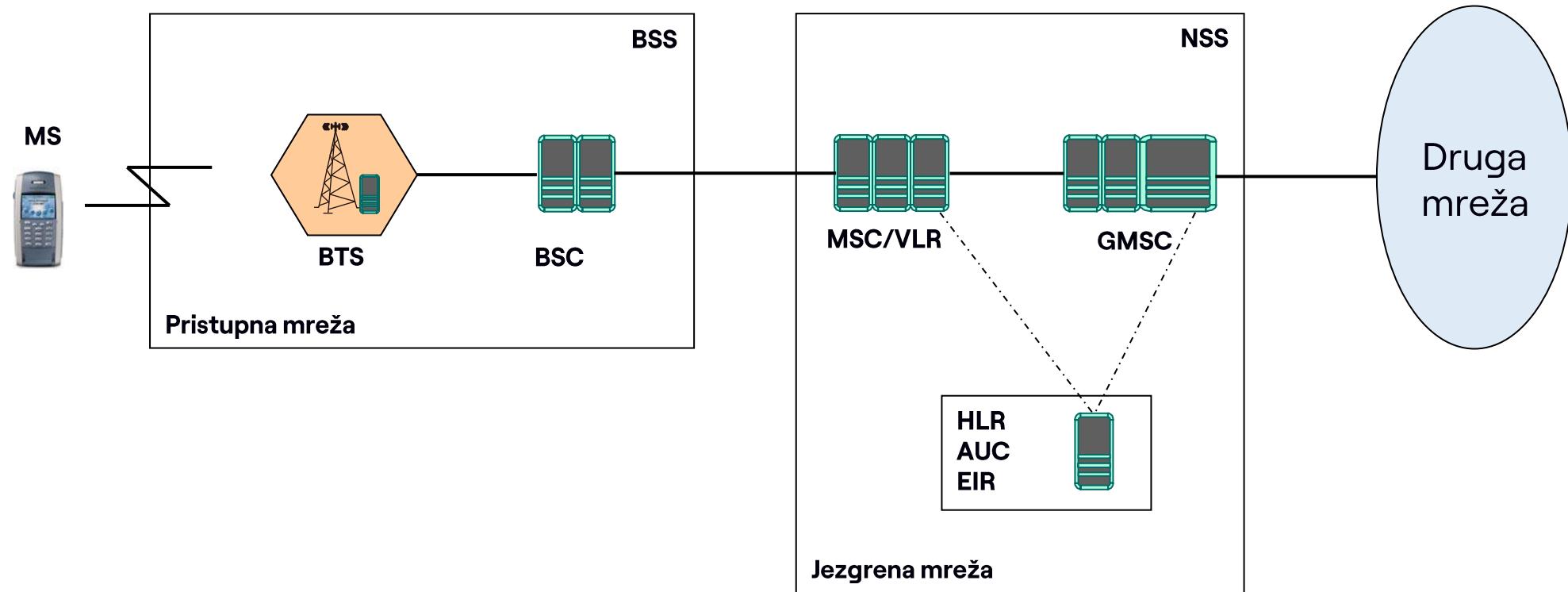
Global System for Mobile communications, GSM

- **Mrežni sustav** (*Network System, NSS*)
 - Prilazni pokretni komutacijski centar (*Gateway Mobile Switching Centre, GMSC*)
 - Pokretni komutacijski centar (*Mobile Switching Centre, MSC*)
- **Sustav baznih postaja** (*Base Station System, BSS*)
 - Upravljač bazne postaje (*Base Station Controller, BSC*)
 - Primopredajna bazna postaja (*Base Transciever Station, BTS*)
- **Pokretna postaja** (*Mobile Station, MS*)
 - Korisnički terminal (pokretni telefon)

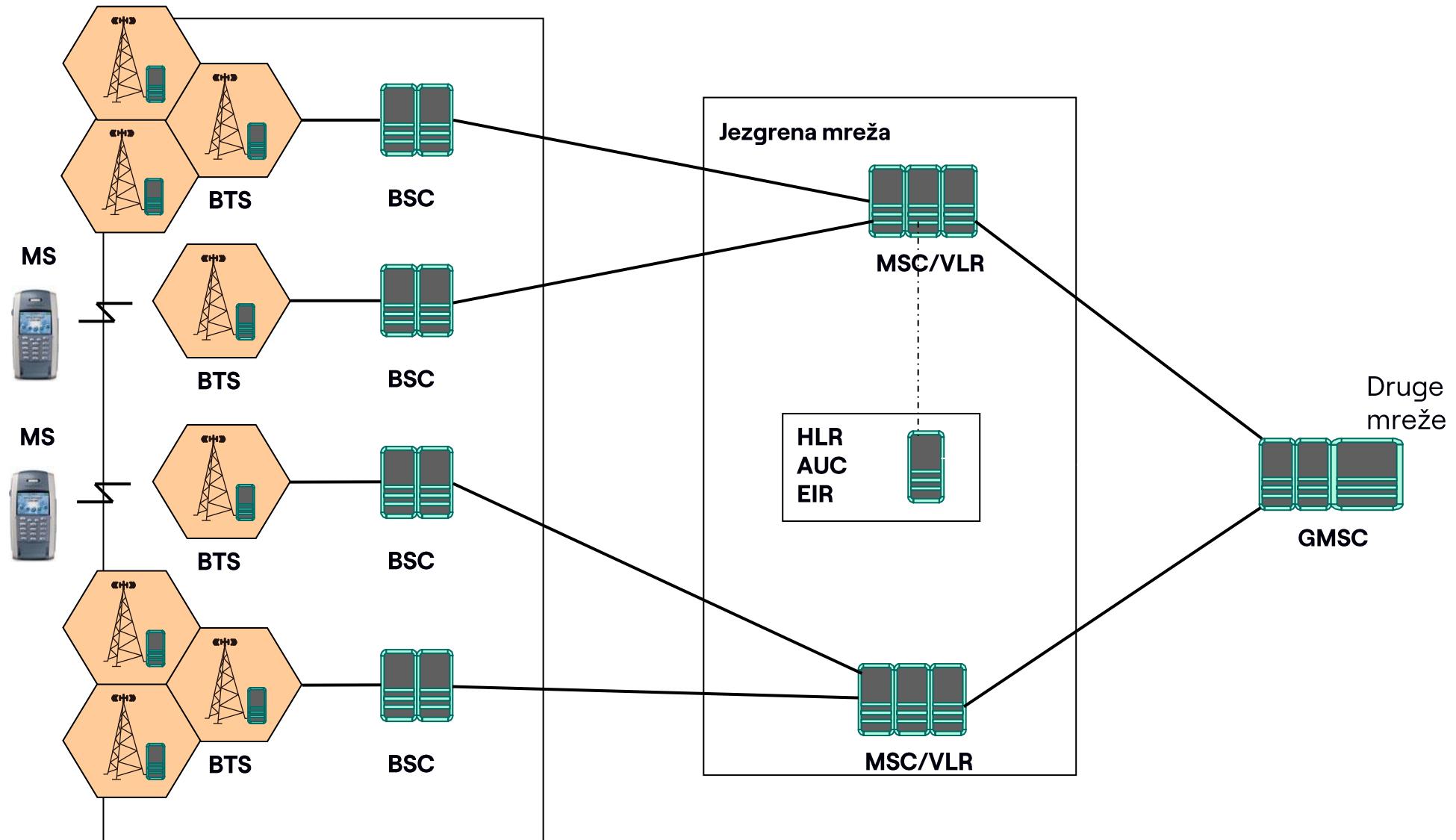
Arhitektura GSM mreže (1)

- **Domaći lokacijski registar** (*Home Location Register, HLR*)
 - Podaci o vlastitim (domaćim) pretplatnicima
- **Gostujući lokacijski registar** (*Visitor Location Register, VLR*)
 - Uz svaki MSC,
 - Podaci o vlastitim pretplatnicima i pretplatnicima drugih mreža
- **Centar za provjeru autentičnosti** (*Authentication Centre, AUC*)
 - Provjera autentičnosti pretplatnika
- **Registar identifikacije opreme** (*Equipment Identification Register, EIR*)
 - Provjera vlasnika pokretne postaje

Arhitektura GSM mreže (2)



GSM mreža



Upravljanje pokretljivošću

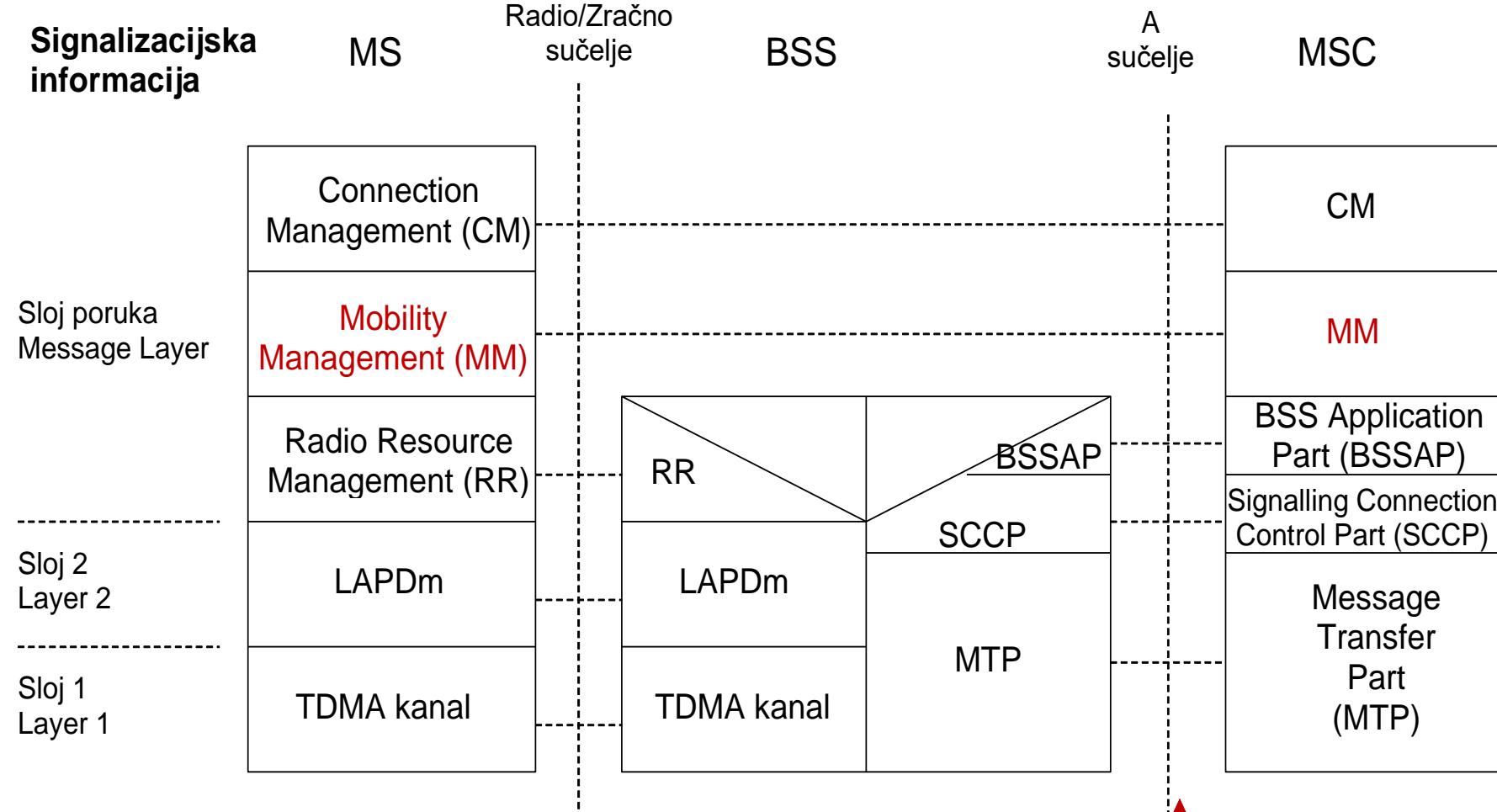
Domaći lokacijski registar (HLR - *Home Location Register*)

- Trajni zapis pretplatničkih podataka vlastitih pretplatnika
- Trenutna lokacija vlastitih pretplatnika

Posjetiteljski lokacijski registar (VLR - *Visitor Location Register*)

- Privremeni zapis dijela pretplatničkih podataka vlastitih i tuđih pretplatnika koji su trenutno u lokacijskom području
- Tuđi pretplatnici se poslužuju temeljem ugovora o prelaženju između mreža

Komunikacijski protokoli GSM-a



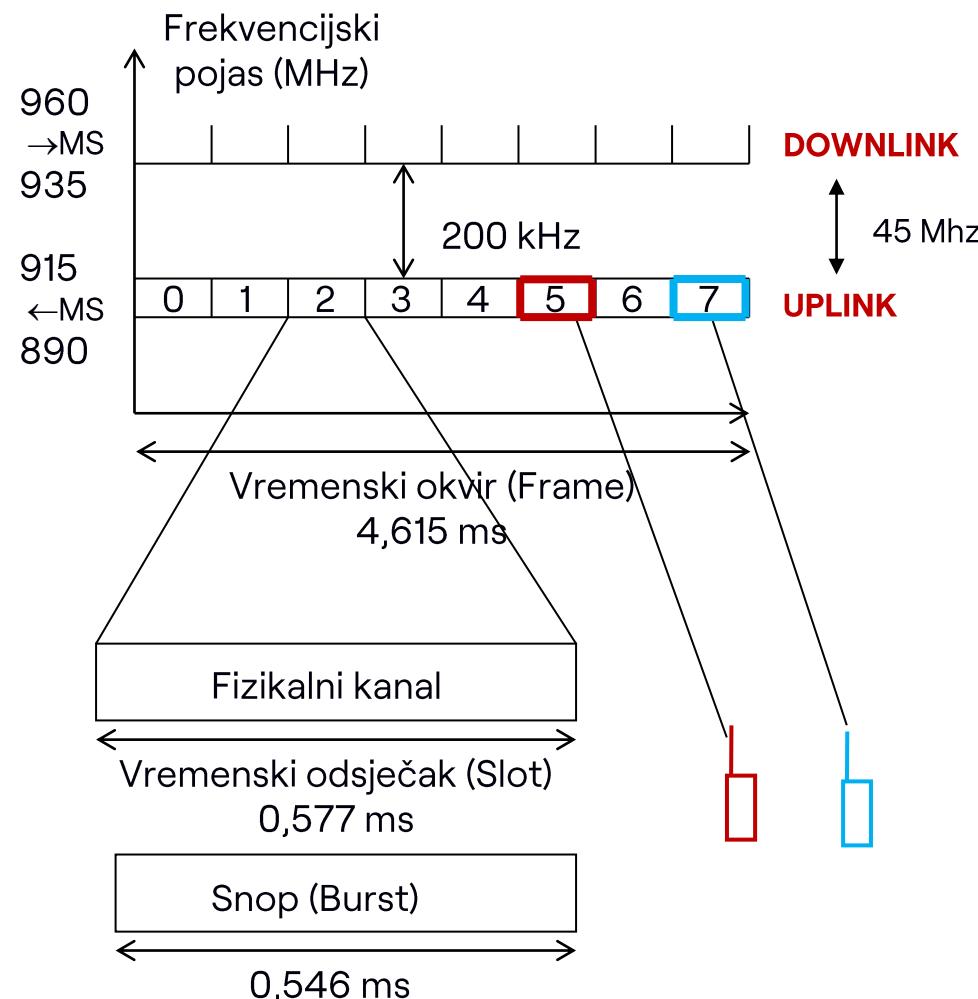
Korisnička informacija

MS – BSS: TDMA kanal

BSS – MSC – GMSC: 64 kbit/s govorni kanal

Sustav signalizacije zajedničkim kanalom
SS7

Fizikalni kanal (sloj 1)



Fizikalni kanali:
124 frekvencijskih x 8 vremenskih = 992

Kapacitet

- broj frekvencija u ćeliji, ograničeni broj
- **izbjegavanje interferencije**
- uplink-downlink odvojeni 45Mhz (890-935Mhz)
- kanali razmaknuti 200kHz u istom smjeru
- susjedne ćelije – različite frekvencije
- udaljene ćelije – iste frekvencije

Širina pojasa (bandwith)

- $2 \times 25 \text{ MHz}$

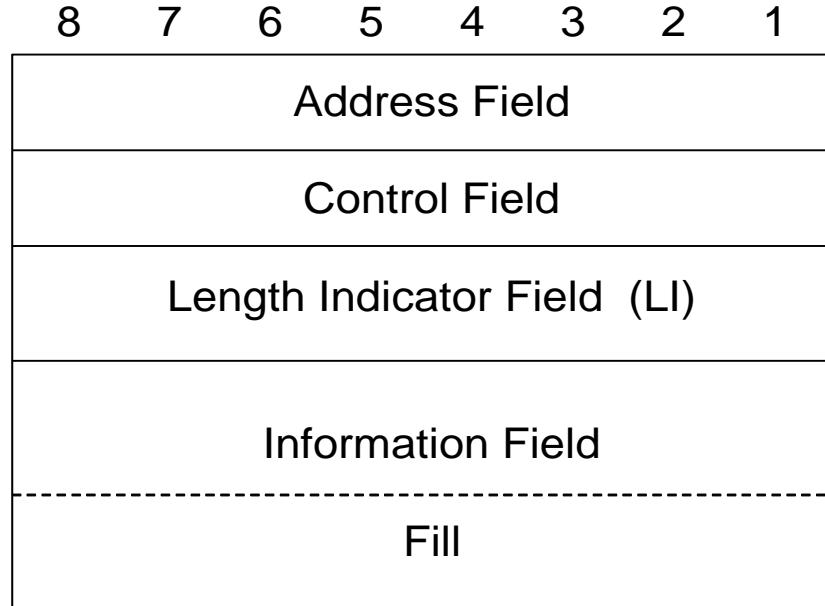
Modulacija

- GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying Modulation)

Prometni i kontrolni kanali

- spajanje MS – skenira cijeli frekv. spektar i prihvata najjači kontr. kanal

Protokol sloja veze (sloj 2)



LI - označava duljinu Information Field
Fill - punjenje do 23 okteta

LAPDm (*Link Access Protocol D mobile*)

- izведен iz ISDN LAPD

Rješenje za radio kanal

- Fiksna duljina – razgraničavanje okvirom
- Bez zastavica (*flag*) na početku/kraju
- Informacijsko polje od 184 bita se kriptografski kodira u 456 bita, koji stanu u 4 snopa (4 x 114 bita)

Protokoli sloja poruka (sloj 3)

- **Podsloj za upravljanje radijskim resursima** (*RR - Radio Resource Management Sublayer*)
 - uspostavljanje fizikalne veze preko radijskog kanala za prijenos signalizacije između MS i BSS
- **Podsloj upravljanja pokretljivošću** (*MM - Mobility Management Sublayer*)
 - uspostavljanje, održavanje i prekidanje veze, uključivanje, lociranje, isključivanje između MS i MSC
- **Podsloj upravljanja vezom** (*CM - Connection Management Sublayer*)
 - dodatne usluge i SMS između MS i MSC

Opće paketske radijske usluge

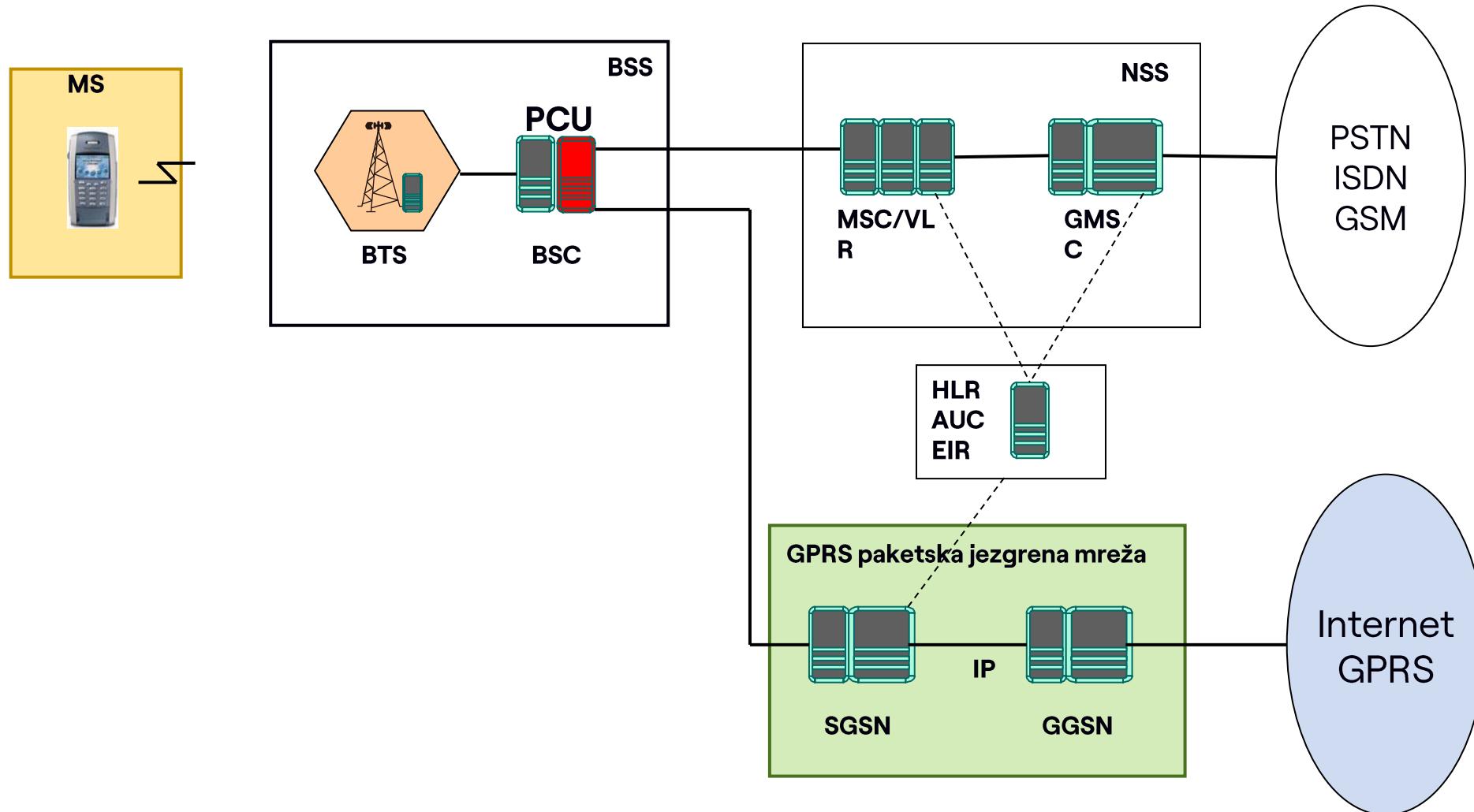
General Packet Radio Service, GPRS

- Proširenje GSM-a s **komutacijom paketa**
- Korištenje do 8 kanala iste frekvencije po jednom korisniku
- Male promjene u pristupnoj mreži
 - BSC se proširuje s **paketskom kontrolnom jedinicom** (Packet Control Unit, PCU)
 - PCU se povezuje s paketskim dijelom mreže protokolom IP
- Brzina prijenosa podataka do 115,2 kbit/s
- Naplata po količini prometa

GPRS čvorovi

- **Uslužni GPRS potponi čvor** (Serving GPRS Support Node, SGSN)
 - Poslužuje korisnika
- **Prilazni GPRS potporni čvor** (Gateway GPRS Support Node, GGSN)
 - Povezuje korisnika s drugim podatkovnim mrežama

Arhitektura mreže GPRS



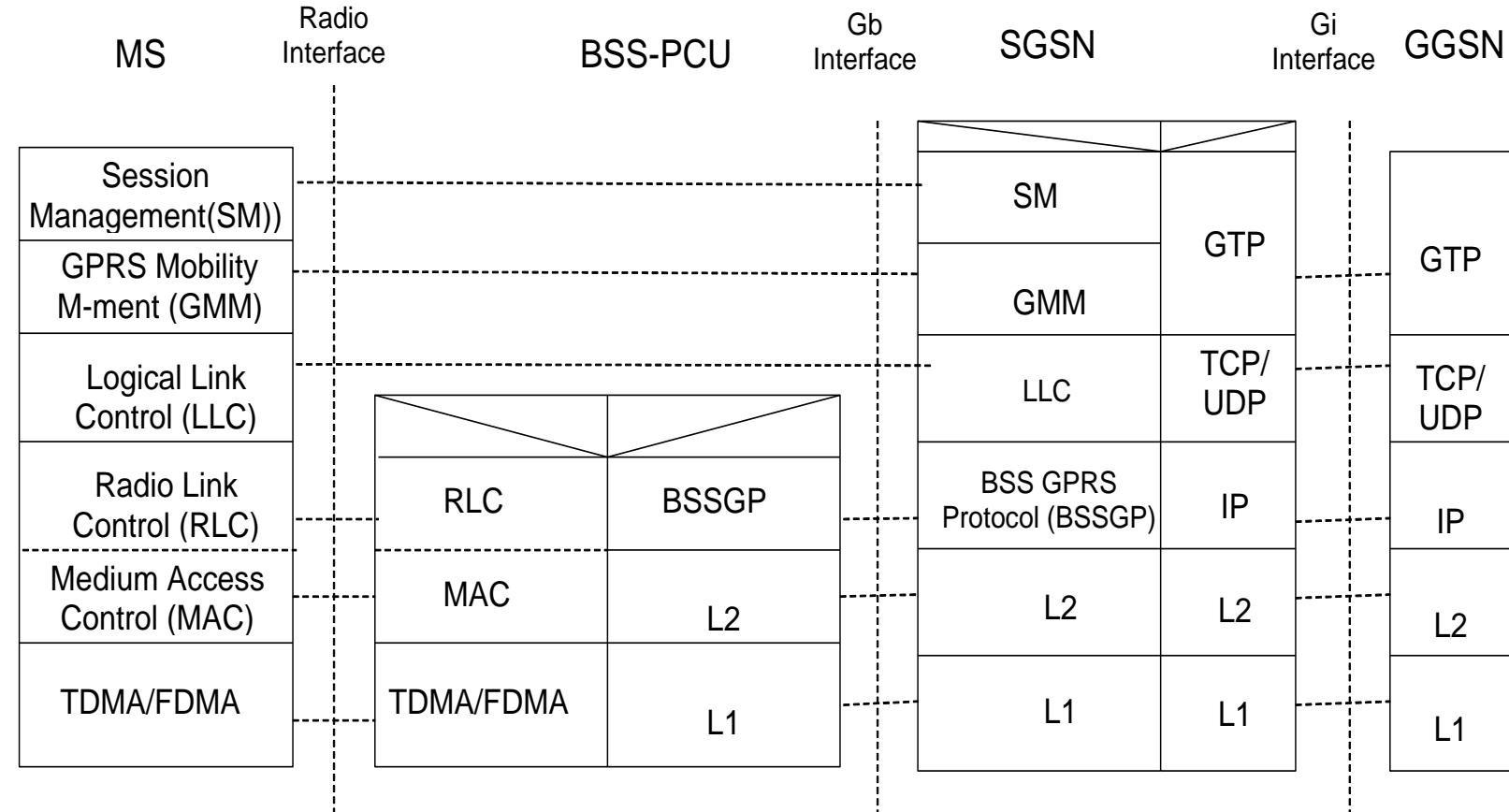
Uslužni GPRS potporni čvor (SGSN)

- Usmjeravanje paketa iz/u područje usmjeravanja (RA) od/prema MS
- Kriptografska zaštita i provjera autentičnosti
- Upravljanje sjednicom
- Upravljanje pokretljivošću
- Upravljanje logičkom vezom prema MS
- Prikupljanje podataka za naplatu
- Suradnja s HLR, MSC, BSC, GMSC i GGSN

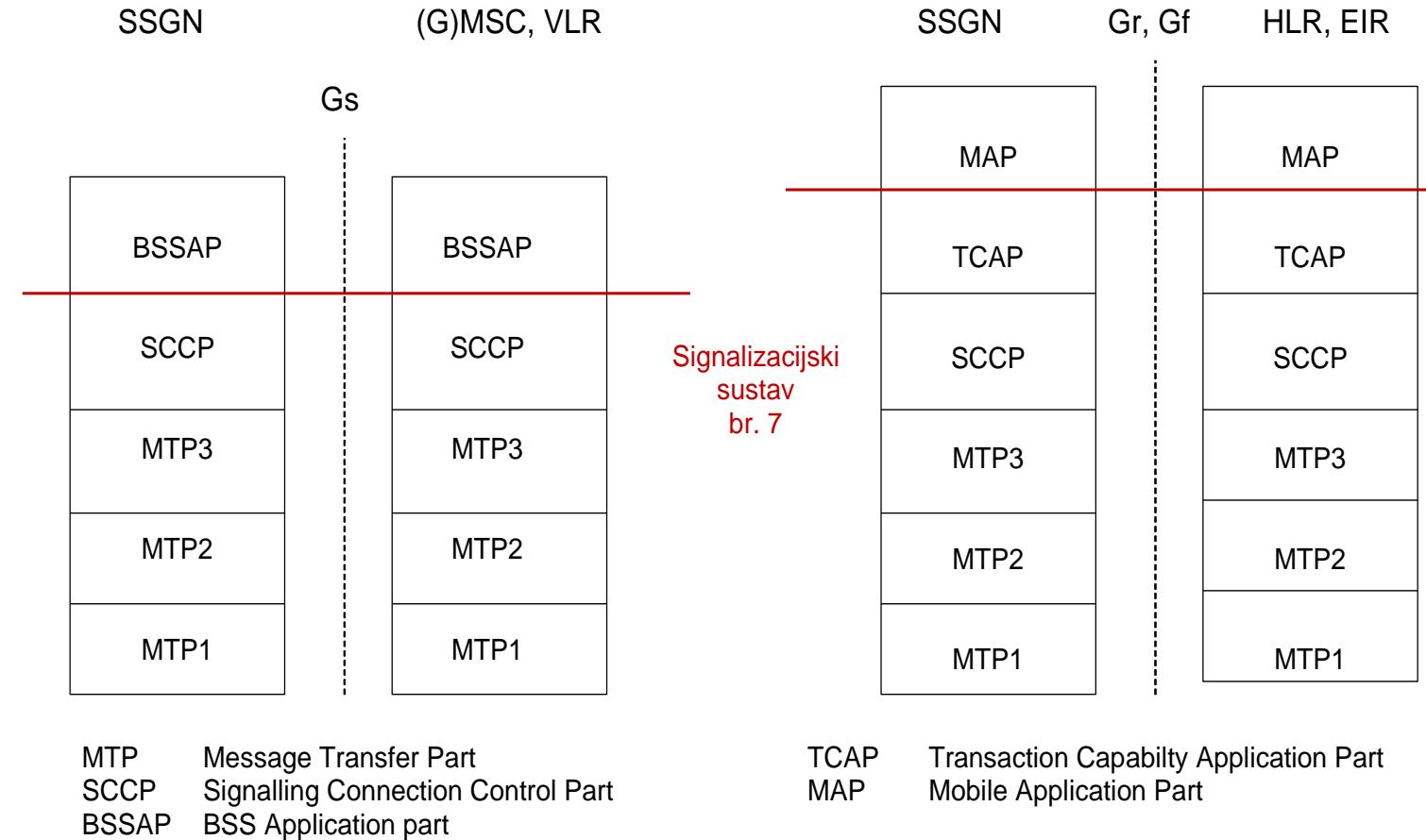
Prilazni GPRS potporni čvor (GGSN)

- Sučelje prema vanjskim IP mrežama
- Upravljanje GPRS sesijom i uspostavljanje komunikacije prema vanjskim mrežama
- Pridruživanje korisnika pravom SGSN-u
- Upravljanje pokretljivošću
- Upravljanje logičkom vezom prema MS
- Prikupljanje podataka za naplatu
- Suradnja s SGSN-om

GPRS protokoli: kontrolna/signalizacijska ravnina (1)



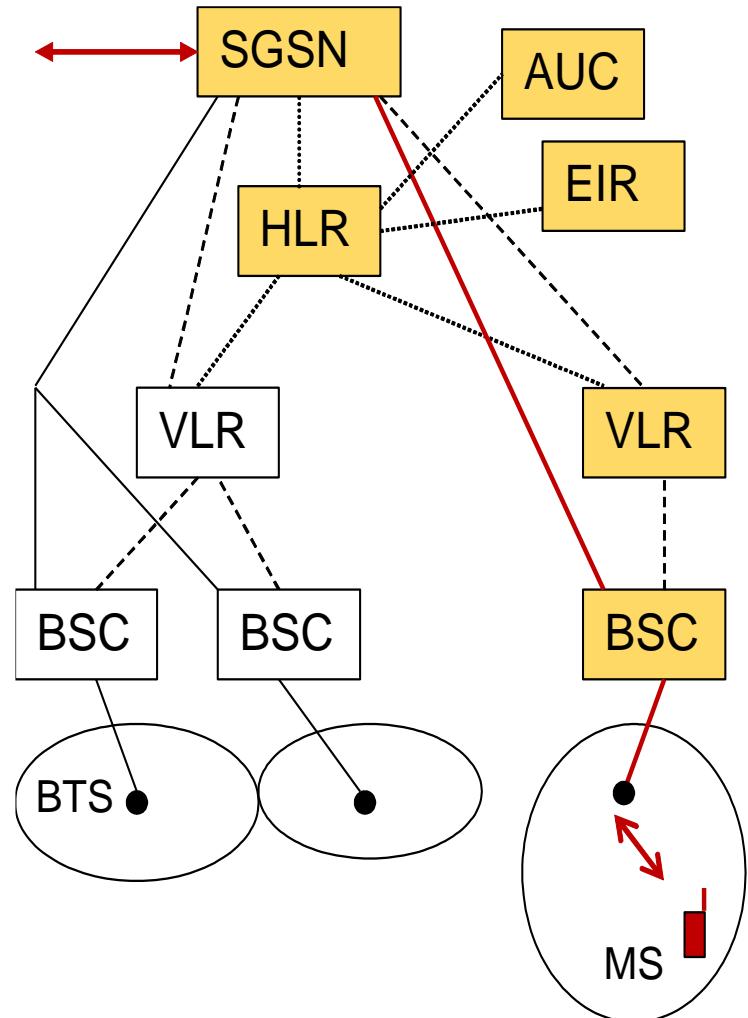
GPRS protokoli: kontrolna/signalizacijska ravnina (2)



Paketska komunikacija u pokretnoj mreži

- Kanalska komunikacija: upravljanje vezom
 - GSM: Connection Management
- Paketska komunikacija: **upravljanje sjednicom**
 - GPRS: Session Management
- Pokretljivost: **zapis o kretanju**
 - GPRS: Mobility Management Context
- Protokoli: **zapis o paketskom protokolu** (karakteristikama veze)
 - GPRS: Packet Data Protocol Context
- Radijski kanal: **podatak o fizikalnom kanalu**
 - GPRS: Temporary Block File

Uključivanje MS-a



Uključivanje (Attachment)

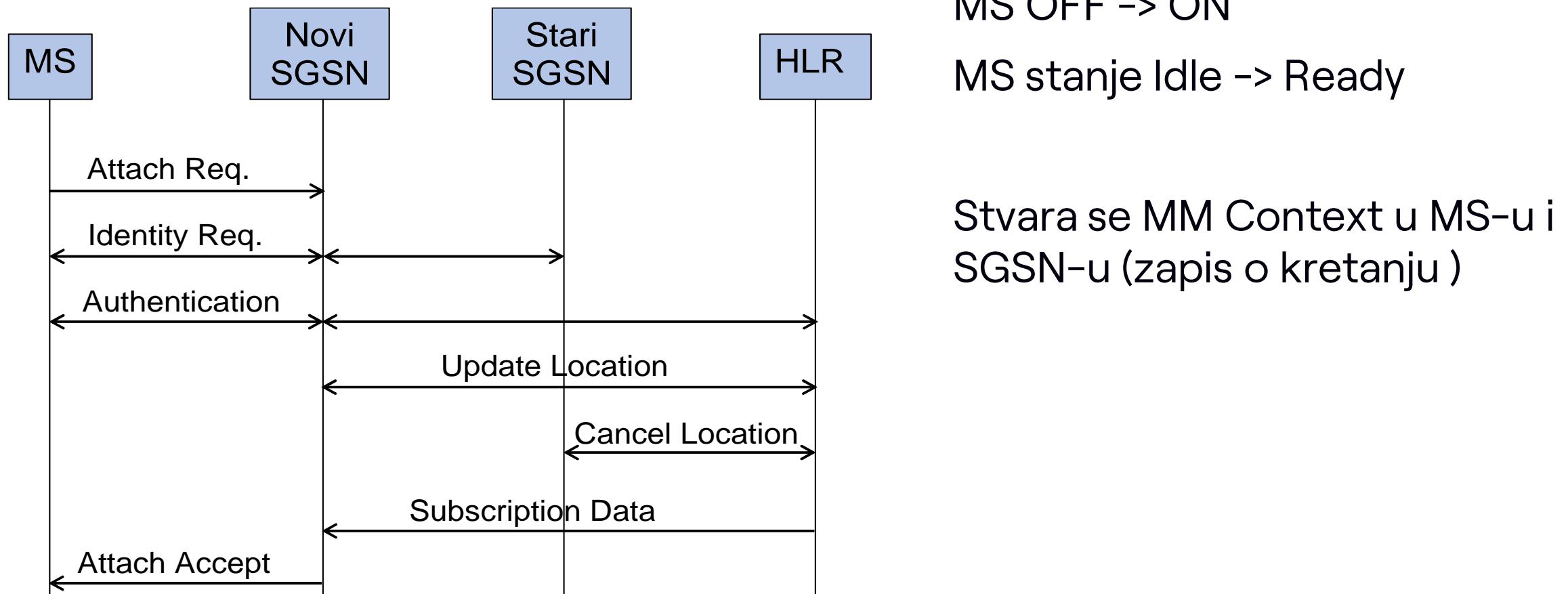
MS šalje zahtjev SGSN-u

- provjera autentičnosti (AUC) i identiteta opreme (EIR)
- nova lokacijska informacija u VLR i HLR
- SGSN vraća potvrdu

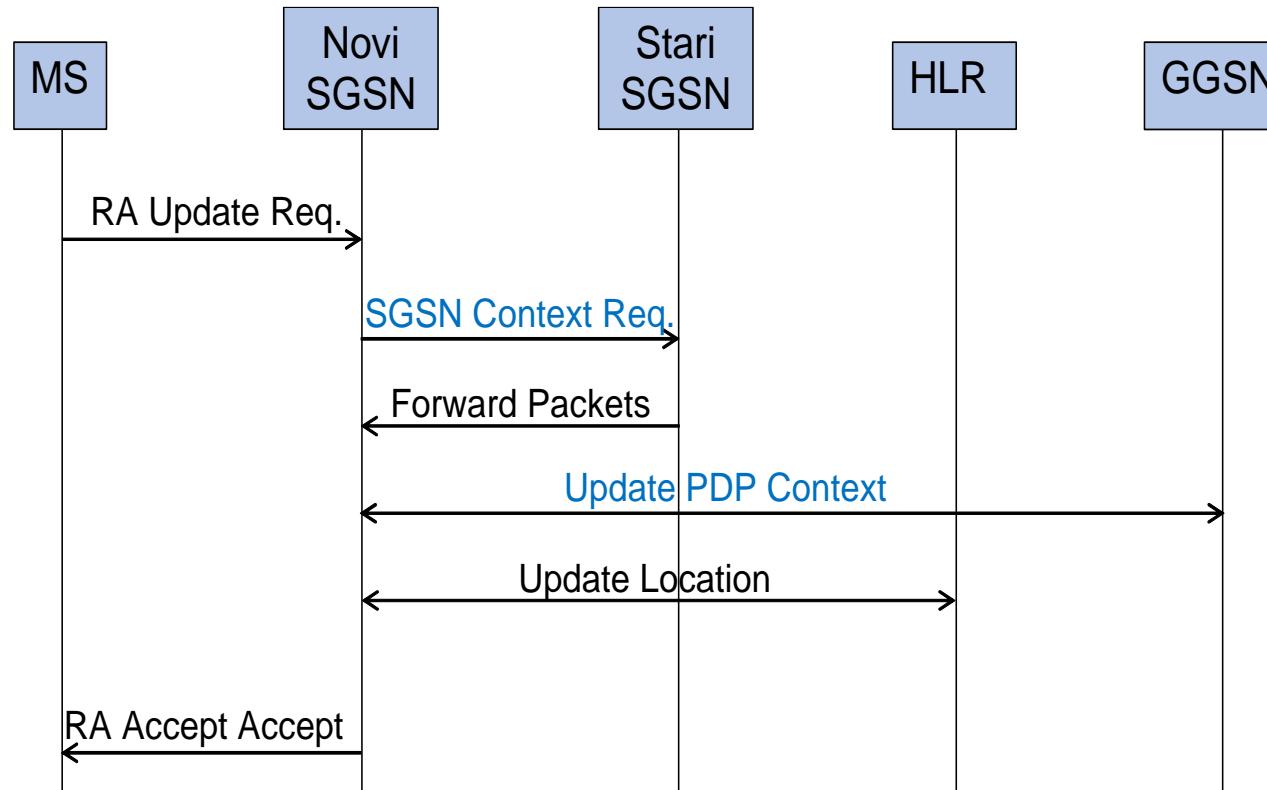
Rezultat:

- RA u kojem je MS je poznat
- pokrenuto upravljanje pokretljivošću

Uključivanje MS-a u području novog SGSN-a



Ažuriranje lokacije kod promjene SGSN-a



SGSN Context sadrži:

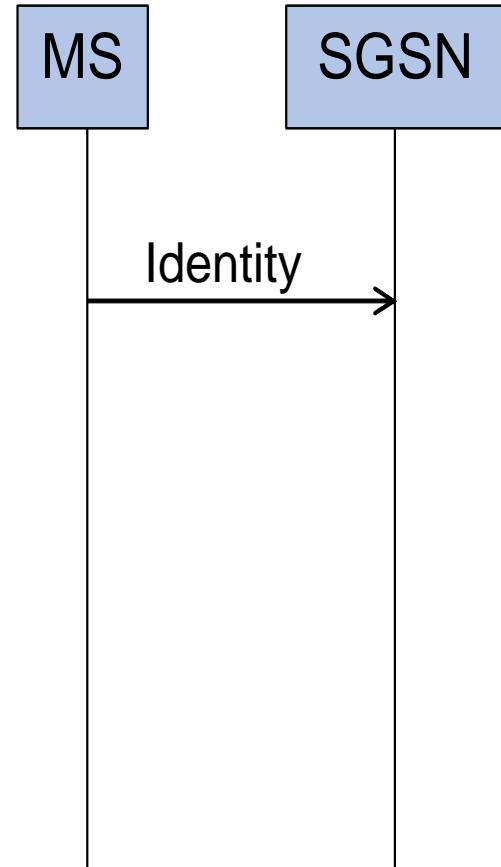
MM Context

PDP Context

PDP Packet Data Protocol

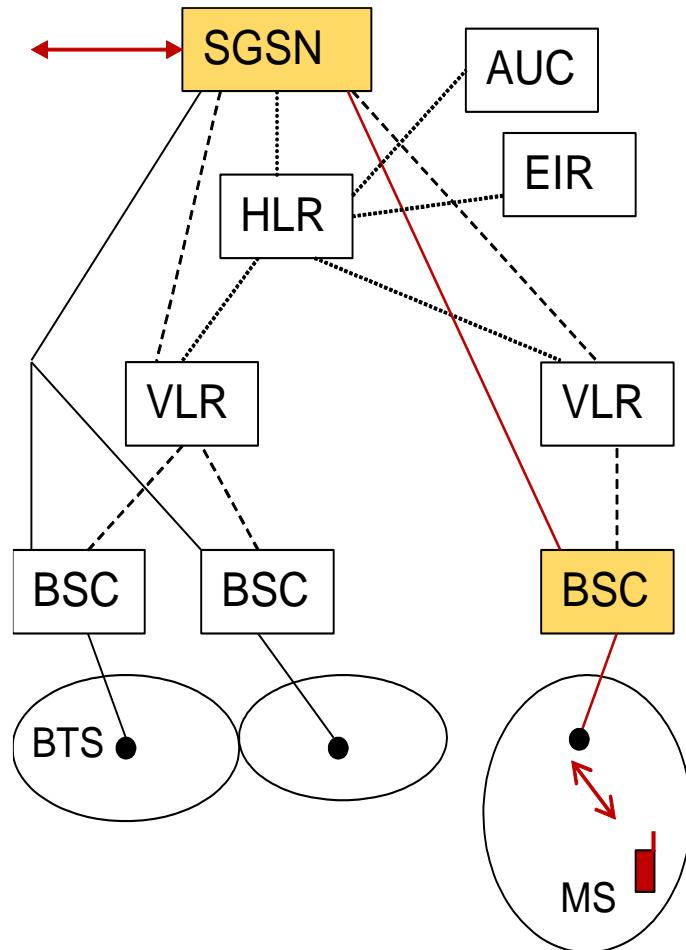
Zapis karakteristika veze

Promjena ćelije



- Promjena lokacije unutar RA

Komunikacija



MS odašilje pakete prema mreži

- MS zahtijeva kanal BTS – BSC
- MS dobiva kanal
- MS odašilje pakete prema SGSN

MS prima pakete iz mreže

- SGSN šalje zahtjev do BSC
- MS dobiva kanal
- SGSN šalje podatke prema MS

Zapis o paketskom protokolu

Packet Data Protocol Context

- zapis o karakteristikama veze pohranjen u MS, HLR, SSGN i GGSN
- određuje komunikaciju MS – GGSN
- koristi se za komunikaciju MS s vanjskom mrežom (Internet)
- aktivira se pri uključivanju MS ili komandom prije početka komunikacije

Podatak o fizikalnom kanalu

TBF (Temporary Block Flow)

- dodijeljuje PCU za prijenos paketa od/prema MS
- MS može imati TBF u jednom ili oba smjera

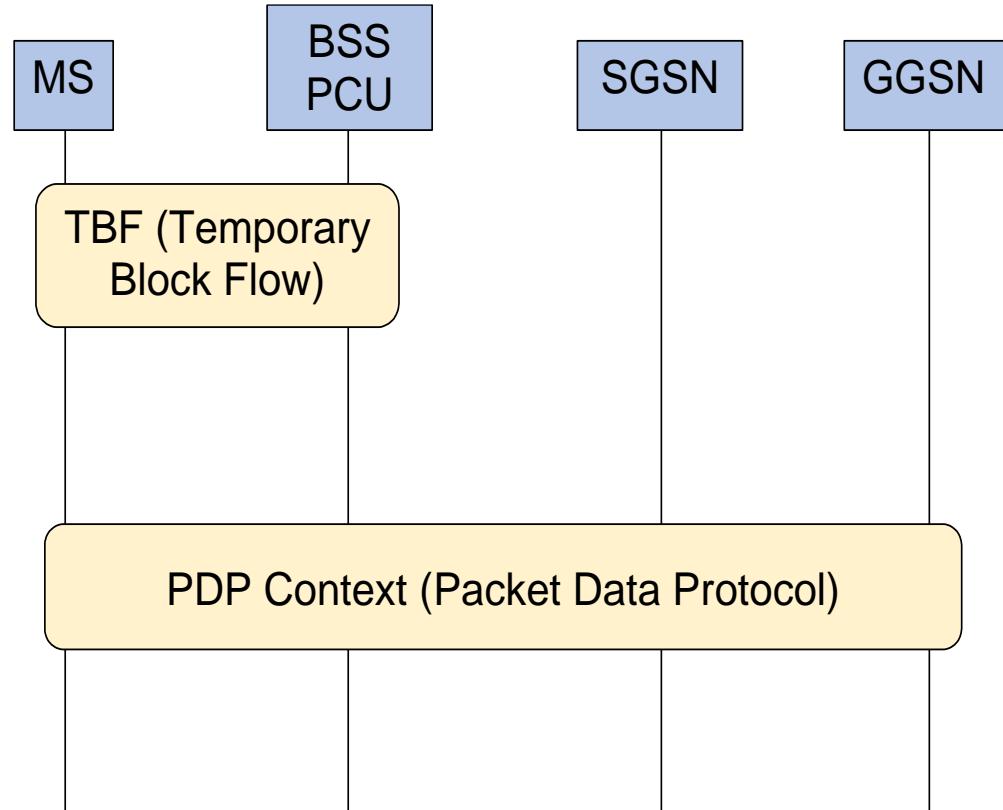
TFI (Temporary Flow Identity)

- označava pojedini TBF
- MS pri dodjeli TBF dobiva informaciju o PDCH koje koristi i TFI

Acknowledged/Unacknowledged Transfer

- retransmisijska/bez retransmisijska na radijskom sučelju

PDP kontekst i TBF



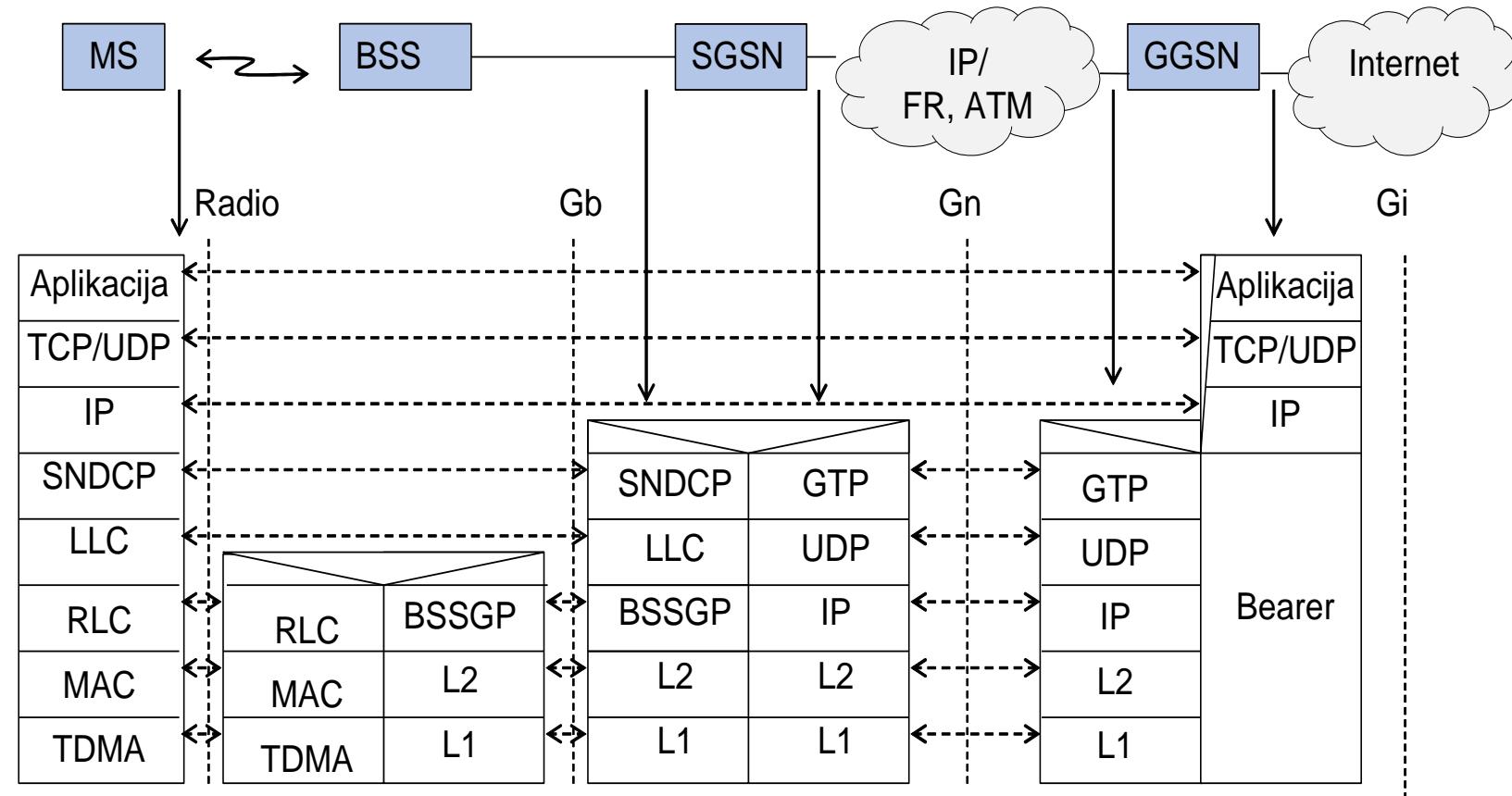
TBF

- opis komunikacije na radijskom sučelju (PDCH kanali za MS)

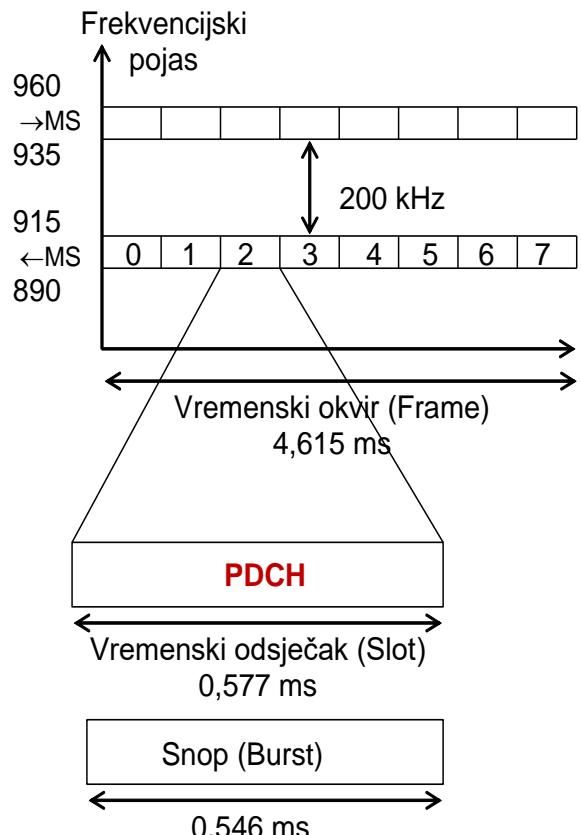
PDP Context

- zapis o karakteristikama veze: vrsta mreže, adresa pristupne točke, protokoli, QoS, ... (MS, BSS-PCU, SGSN, GGSN)

GPRS protokoli: korisnička/transmisijska ravnina



Fizikalni kanal (sloj 1)



Fizikalni kanali:
124 frekvenčijskih x 8 vremenskih = 992

PDCH (Packet Data CHannel)

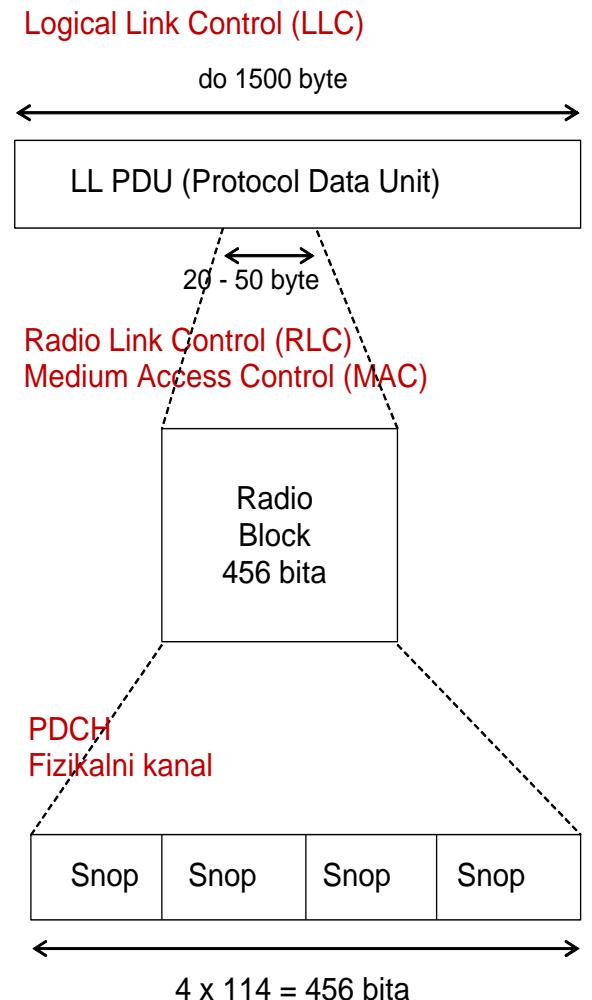
- jedan vremenski odsječak (kao GSM kanal)
- svaki PDCH mogu rabiti svi korisnici u ćeliji/više PDCH jedan korisnik
- broj PDCH u ćeliji: fiksani ili se mijenja dinamički (do 4, 8)

Logički kanali

Multiokvir (Multiframe)

$$52 \times \text{okvir} = 240 \text{ ms}$$

Kontrola i pristup mediju (sloj 2)



Logical Link Control (LLC)

- “najviši” GPRS protokol
- prijenos LL PDU između MS i SGSN

Radio Link Control (RLC)

- kontrola pristupa kanalu

Medium Access Control (MAC)

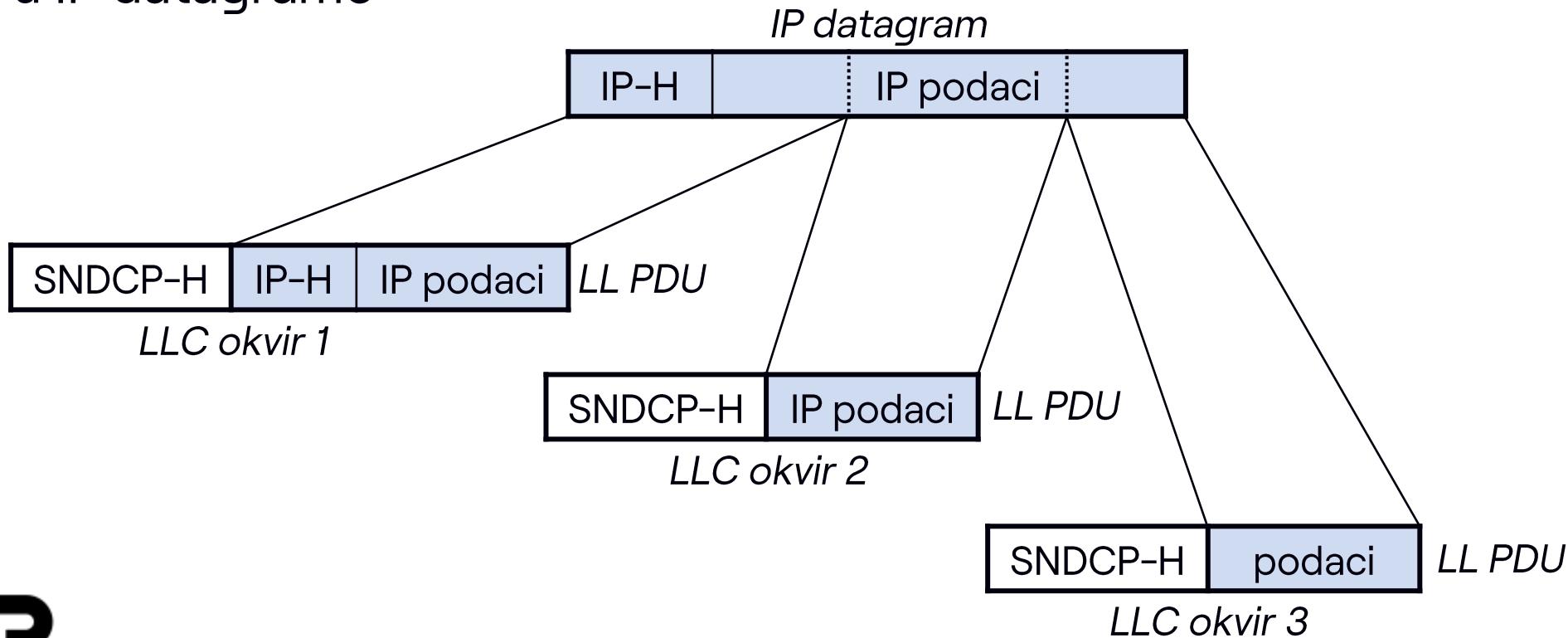
- raspoređivanje zahtjeva za kanal

Protokol SNDCP (sloj 3)

- **SNDCP – Sub-Network Dependent Convergence Protocol**
 - Između protokola IP i najvišeg GPRS protokola (LLC)
 - Prilagođava protokol IP radu u GPRS-u
 - Prenosi podatke između MS-a i SGSN-a
 - Multipleksira više konekcija mrežnog sloja (PDP konteksta) u jednu logičku vezu sloja LLC
 - Komprimira i dekomprimira korisničke podatke i zaglavlja višeg sloja
 - Fragmentira IP pakete koji se prenose u obliku LLC okvira i opet spajaju u IP pakete na drugoj strani

Prijenos podataka MS – SGSN

- IP datagrami se **komprimiraju** (IP zaglavje i podaci) na izvorišnoj strani (MS ili SGSN), **fragmentiraju** na LLC okvire (LL PDU ≤ 1500 okteta) i u obliku prikladnom za radijski prijenos opet dijele na MAC/RLC blokove veličine 20-50 okteta te šalju preko BSS do SGSN (i obratno) gdje se ponovo sastavljaju u IP datagrame



Protokol GTP

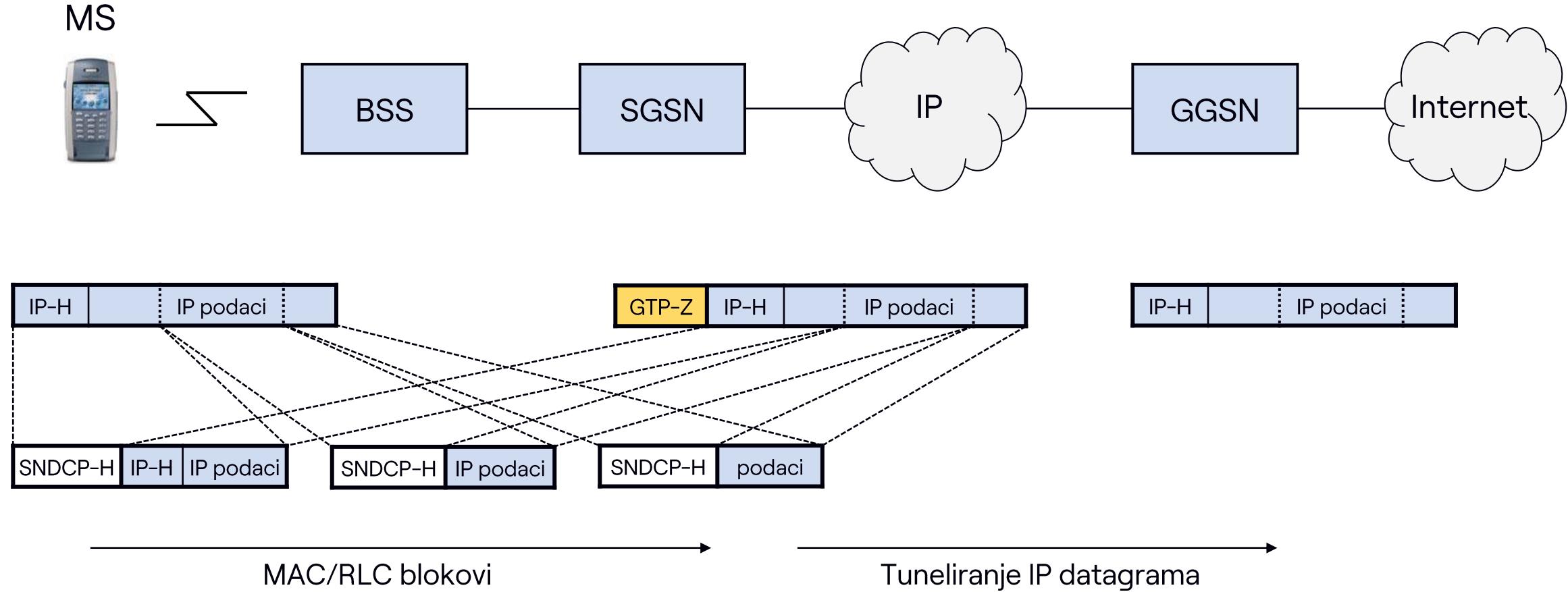
- **GTP – GPRS Tunneling Protocol**

- Prijenos podataka između SGSN-a i GGSN-a
- Ovija pakete mrežnog sloja
- Tunelira korisničke podatke i odgovarajuće signalizacijske informacije između mrežnih čvorova
- Kreira, modificira i briše tunel
- IP paketima dodaje GTP zaglavlje

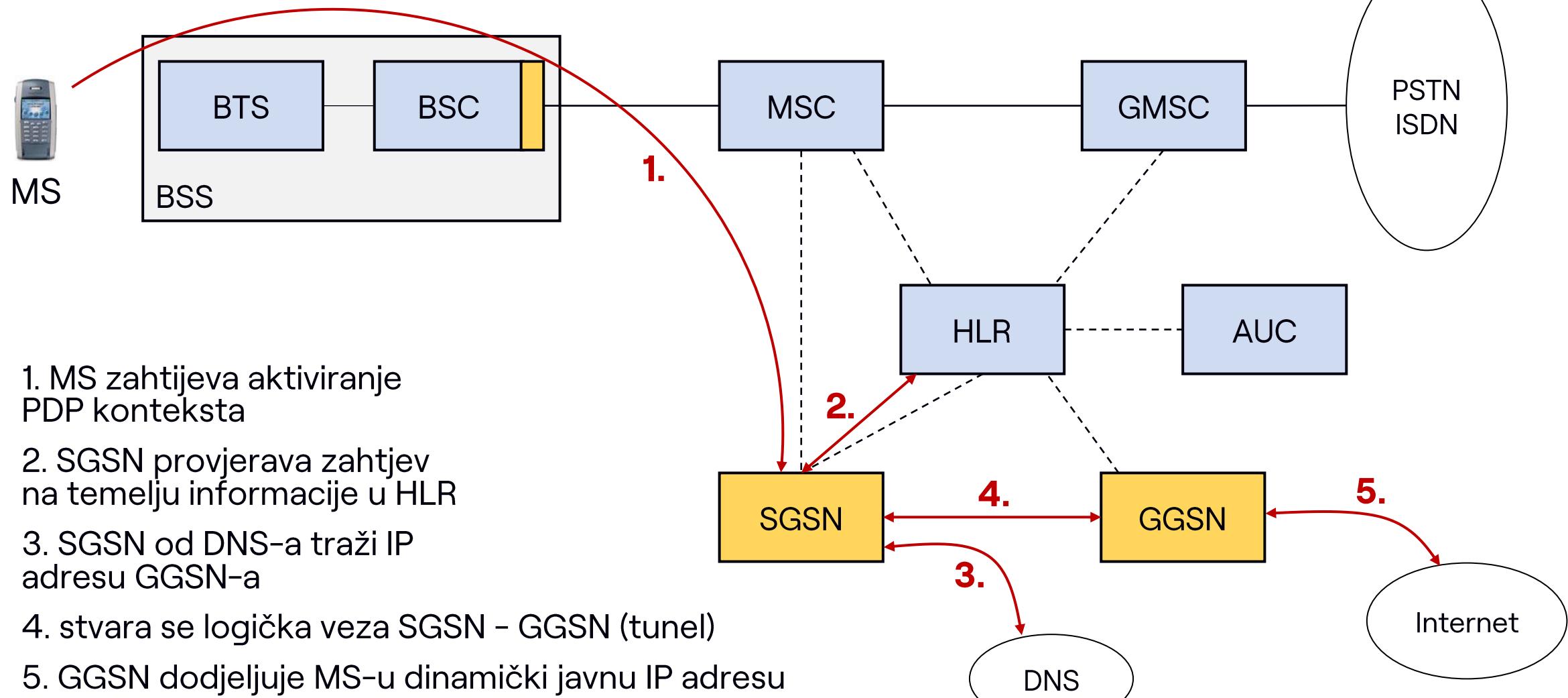
IP datagram



Podatkovna komunikacija korisnika s Internetom



Postupak pristupa Internetu



Sustav poboljšanih brzina prijenosa podataka

Enhanced Data rates for Global Evolution, EDGE

- Zahtjeva **veću promjenu radijskog dijela** pristupne mreže
 - Sustav baznih postaja E-RAN (EDGE Radio Access Network)
- Uvodi **promjenu modulacijskog postupka** u GSM mreži
 - Umjesto GMSK primjenjuje se 8PSK (*8 Phase Shift Keying*)
 - Umjesto 14,4 kbit/s dobiva se 48 kbit/s po jednom kanalu
 - Zauzimanje 8 kanala na istoj frekvenciji, $48 \times 8 = \mathbf{384 \text{ kbit/s}}$
- Nedostatak
 - Poboljšanu brzinu prijenosa podataka **nije moguće postići unutar cijelog područja pokrivanja ćelije**

Komunikacija porukama

- **Usluga kratkih poruka**
 - (*Short Messaging Service, SMS*)
- **Poboljšana usluga izmjene poruka**
 - (*Enhanced Messaging Service, EMS*)
- **Usluga višemedijskih poruka**
 - (*Multimedia Messaging Service, MMS*)

SMS usluga

- Uvodi se **posebni centar za uslugu kratkih poruka** (*Short Message Service Centre*, SMS-C)
 - Primanje i slanje SMS pruka od/prema pokretnoj postaji
 - Zadržava poruku dok ne dobije poruku o primitku ili dok ne istekne definirano vrijeme valjanosti poruke
- Duljina poruke je **160 znakova**, uz mogućnost ulančavanja
- EMS proširuje sadržaj poruke
 - Uz tekst, točkaste slike i kratke melodije

Standardizacija 3. generacije

- International Telecommunication Union
 - ITU (www.itu.org) - **IMT-2000**
- European Telecommunications Standard Institute ETSI
 - (www.etsi.org) - **UMTS**
- UMTS Forum (www.umts-forum.org)
 - neprofitna udruga operatora, proizvođača i regulacijskih tijela
- 3GPP (3. Generation Partnership Project)
 - standardizacijska tijela i neprofitne udruge
- OHG (Operators Harmonisation Group)

Opći pokretni telekomunikacijski sustav

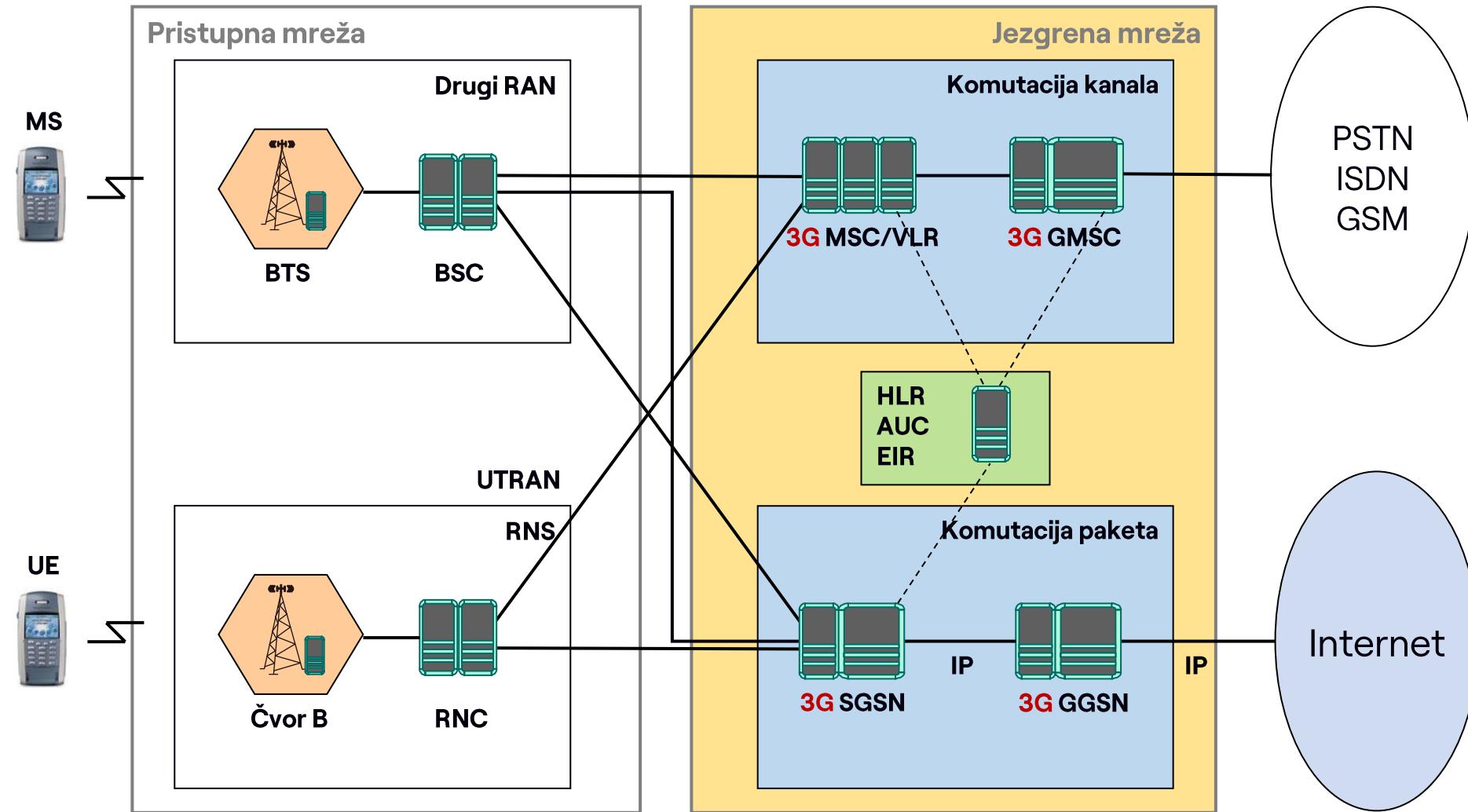
Universal Mobile Telecommunication System, UMTS

- Nova **radijska pristupna mreža u odnosu na pristupnu mrežu 2G**
- Određene promjene i u jezgrenoj mreži
 - Komutacija kanala – posluživanje 2G i 3G korisnika
 - Komutacija paketa – nove funkcionalnosti uslužnog i prilaznog čvora
- Uz pokretljivost terminala, riješena je **osobna pokretljivost te pokretljivost, prenosivost i transparentnost usluga**

UMTS zahtjevi

- Velika brzina prijenosa, osobna pokretljivost uz prijenos govora, podataka i multimedije
- do 144 kbit/s u svim uvjetima, do 384 kbit/s na otvorenom prostoru, do 2 Mbit/s u zatvorenom prostoru
- komutacija kanala i paketa
- simetrični i asimetrični prijenos
- kvaliteta govora usporediva s onom u fiksnoj mreži
- više istodobnih usluga
- integracija s fiksnom mrežom
- koegzistencija s 2. generacijom (GSM)
 - prebacivanje poziva između GSMA u UMTSa
- brzi pristup Internetu u pokretu

Arhitektura mreže UMTS (3GPP R99)



UMTS zemaljski radijski pristup

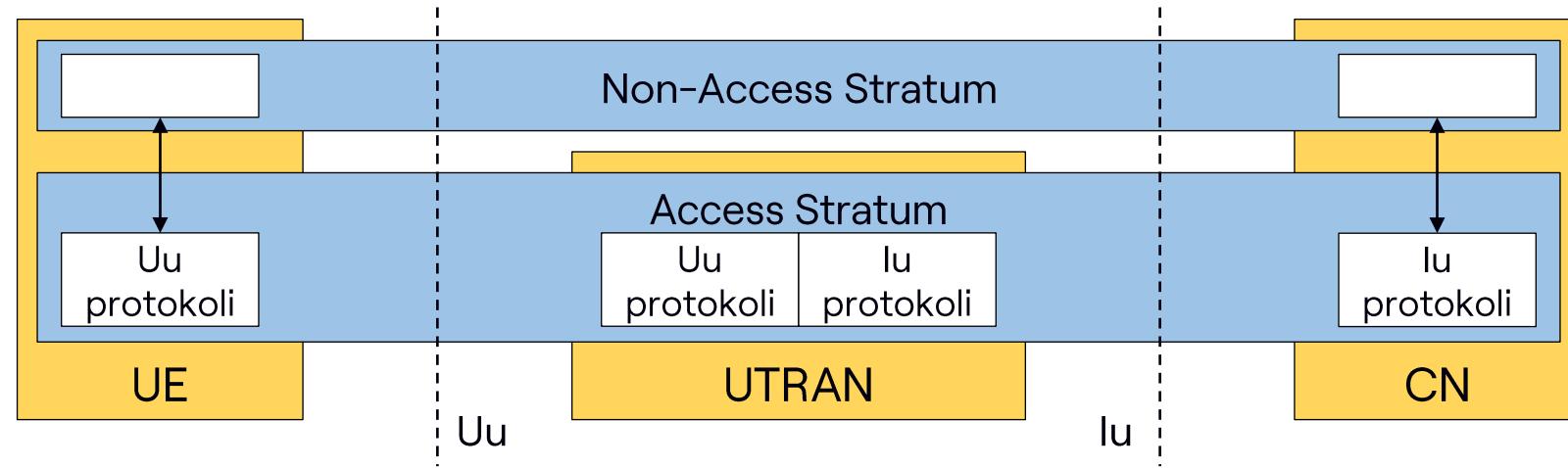
- **Zemaljski radijski pristup** (*UMTS Terrestrial Radio Access, UTRA*)
 - Širokopojasni višestruki pristup u kodnoj podjeli (*Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA*)
 - Veći kapacitet i bolja pokrivenost u odnosu na pristupnu mrežu 2G
 - Mogućnost varijabilne brzine prijenosa
 - Prikladnost za paketski i kanalski prijenos
 - Višestruke istodobne usluge u jednom terminalu
 - Hijerarhijsko strukturiranje ćelija
 - Protokol IP uvodi se u radijsku pristupnu mrežu

UTRAN funkcije

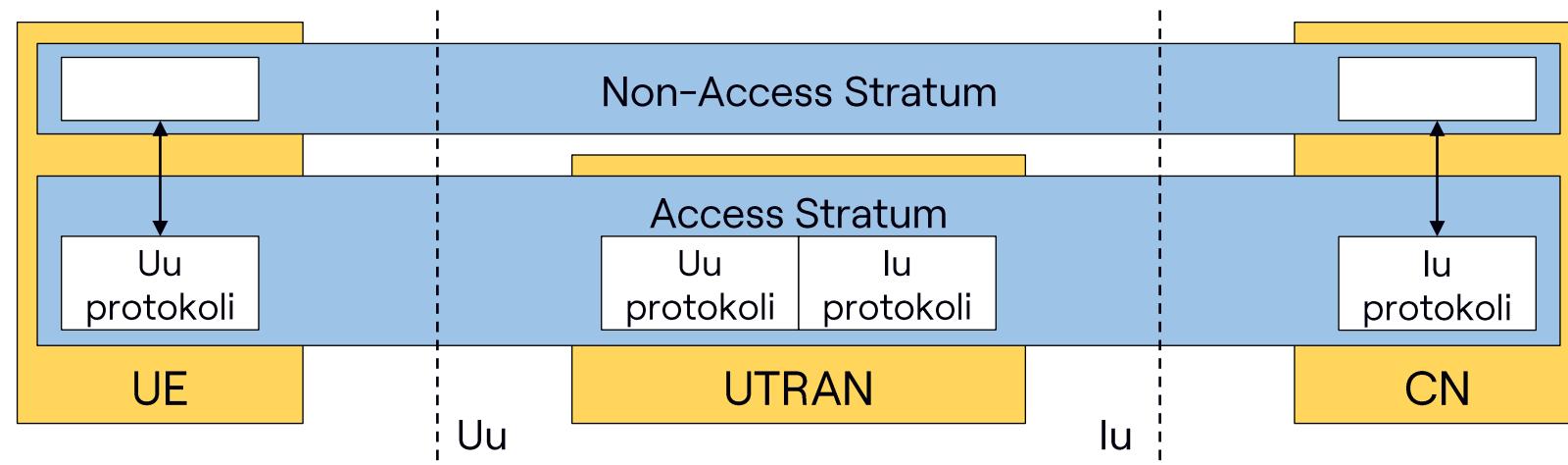
- Sustavna kontrola pristupa
- Sigurnost i privatnost
- Upravljanje i kontrola radijskih resursa
- Kontrola radijskog prijenosa i veze između korisničke opreme i mreže
- Prijenos korisničkih podataka između korisničke opreme i mreže

UTRAN arhitektura protokola

Korisnička ravnina (User Plane)



Kontrolna/signalizacijska ravnina (Control/Signalling Plane)

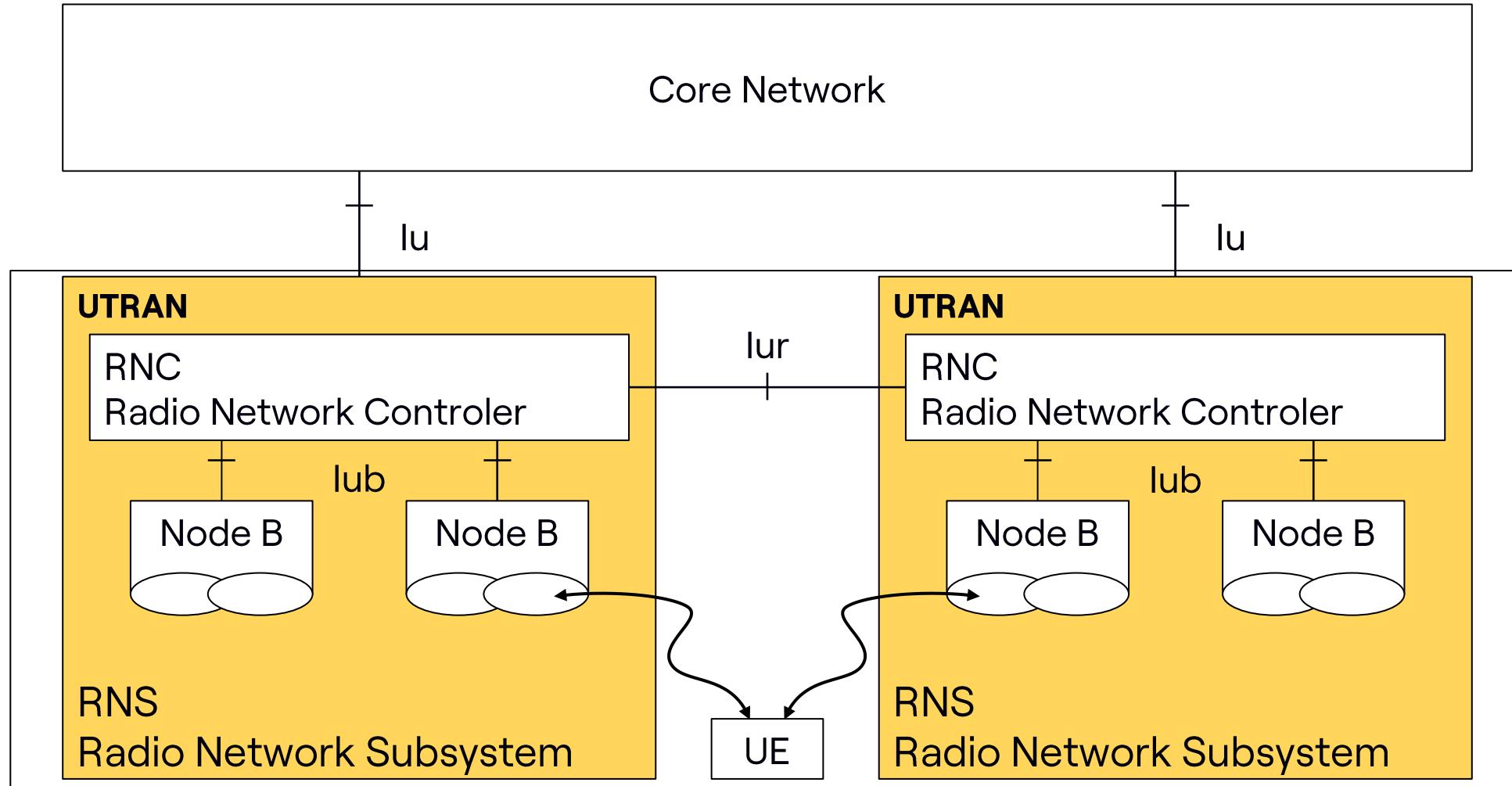


Radijski mrežni podsustav

Radio Network Subsystem, RNS

- **Osnovni element UMTS** zemaljske radijske **pristupne mreže** (*UMTS Terrestrial Radio Access Network, UTRAN*)
- Sadrži
 - Upravljač radijske mreže (*Radio Network Controller, RNC*)
 - Kontrolni RNC (CRNC – Controlling RNC)
 - Uslužni RNC (SRNC – Serving RNC)
 - Prihvativni RNC (DRNC – Drifting RNC)
 - Čvor B s radijskim primopredajnim dijelom (*Node B*)
 - Pokriva više ćelija (3-6)

UTRAN arhitektura pristupne mreže



Čvor B

- Pretvorba podatkovnog toka između sučelja lub i Uu
- Upravljanje radijskih resursa
- Modulacija
 - Podržava FDD, TDD i CDMA
- Fizikalni i transportni kanali
- Korekcija pogrešaka u radijskom prijenosu
- Povezivanje poziva s UE
- Prikupljanje prometnih podataka

UTRA - UMTS Terrestrial Radio Access

W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access)

- širokopojasni višestruki pristup s kodnom podjelom
- otvoreni prostor, široko područje, javna mreža
- 1920 –1980 MHz (up) , 2110 – 2170 MHz (down)
- FDD (Frequency Division Duplex)

TD-CDMA (Time Division Code Division Multiple Access)

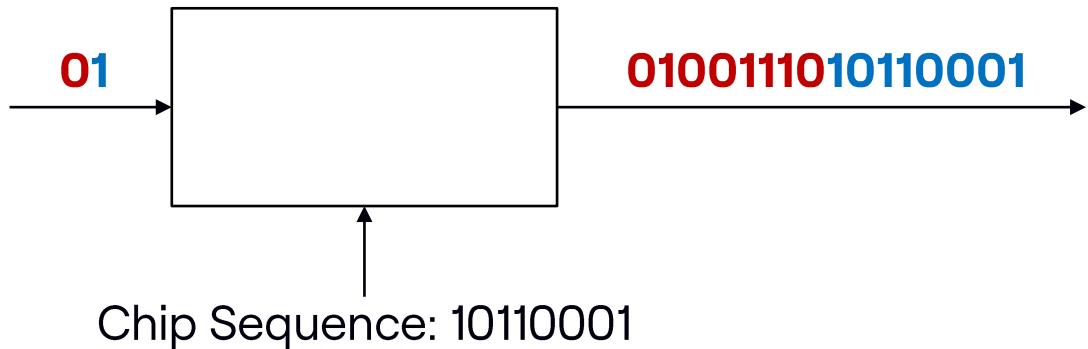
- višestruki pristup s kodnom podjelom i vremenskom podjelom
- zatvoreni prostor, uže područje, privatna mreža
- 1900 – 1920 i 2010 – 2025 MHz
- TDD (Time Division Duplex)

CDMA (Code Division Multiple Access)

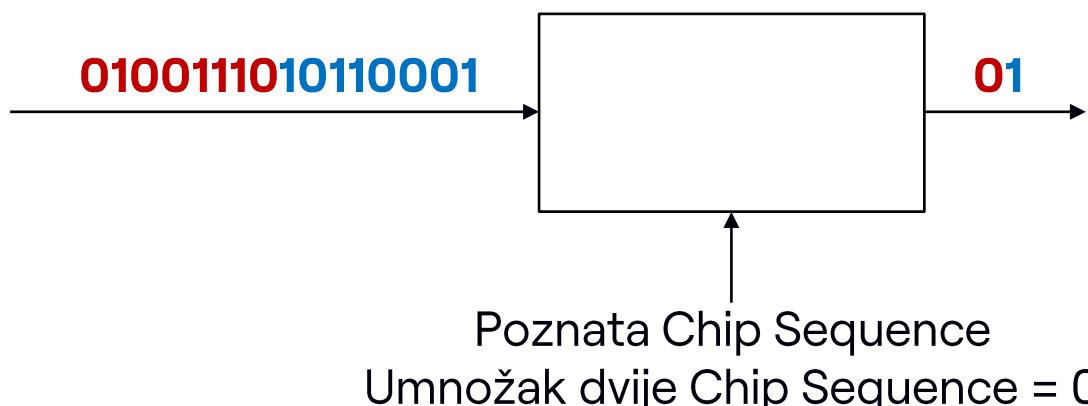
- Korisnici dijele isti frekvencijski spektar u isto vrijeme, a razlikuju se po dodijeljenim kodovima
- Različiti tipovi kodova
 - Orthogonal Variable Spreading Factor, OVSF
 - “Scrambling” kodovi
- Modulacijska tehnika
 - *Quadrature Phase Shift Keying*, QPSK
- “Soft” handover – “meko” prebacivanje poziva
 - Nema prekida veze prilikom mijenjanja bazne stanice
 - Korisnički terminal ima vezu s više baznih stanica istovremeno

CDMA (Code Division Multiple Access)

Predaja

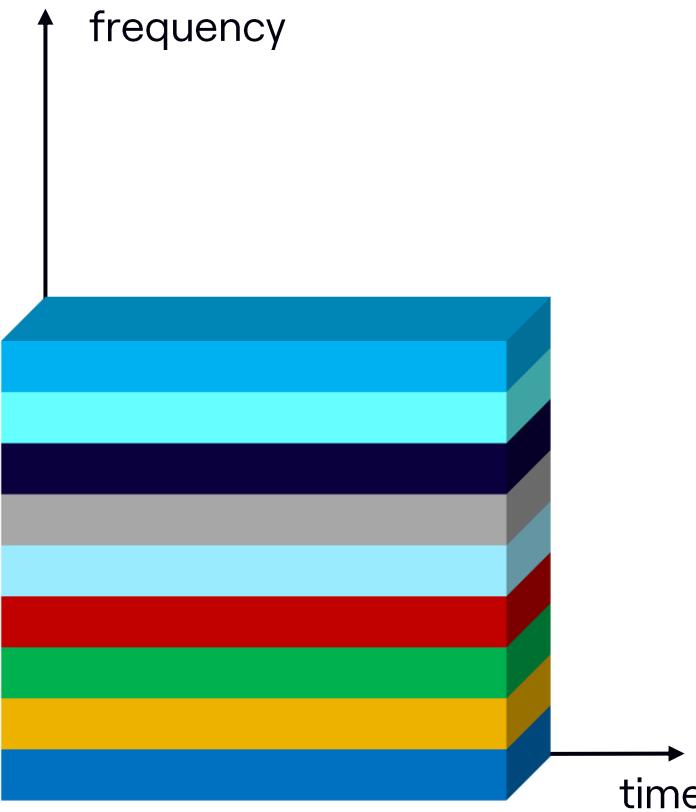


Prijam

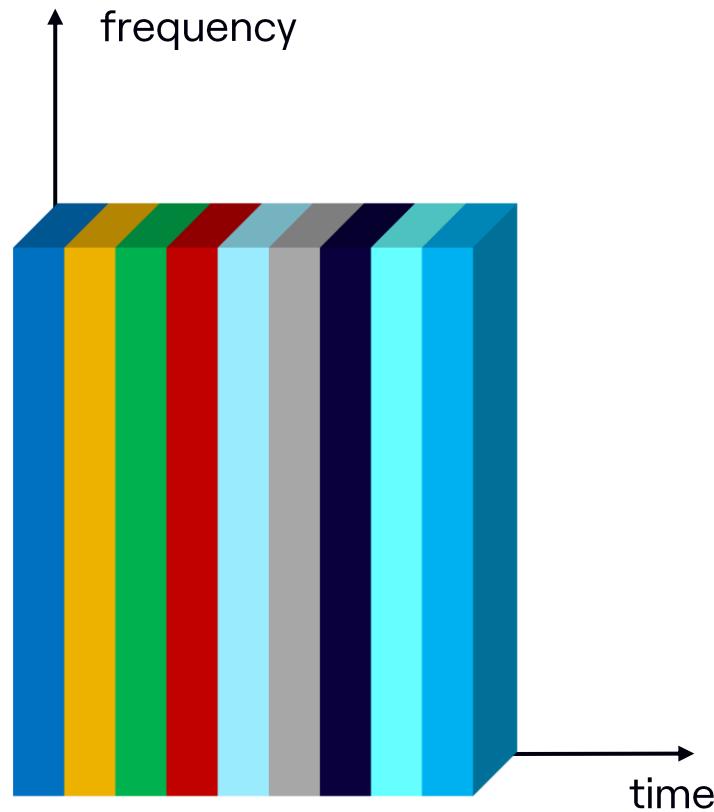


- svakoj MS dodjeljuje se jednoznačni kod (Chip Sequence)
- "1" u prijenosu zamjenjuje se s **Chip sequence**, "0" s **komplementarnom Chip sequence**
- prošireni frekvencijski spektar – raspršeni spektar (Spread Spectrum)

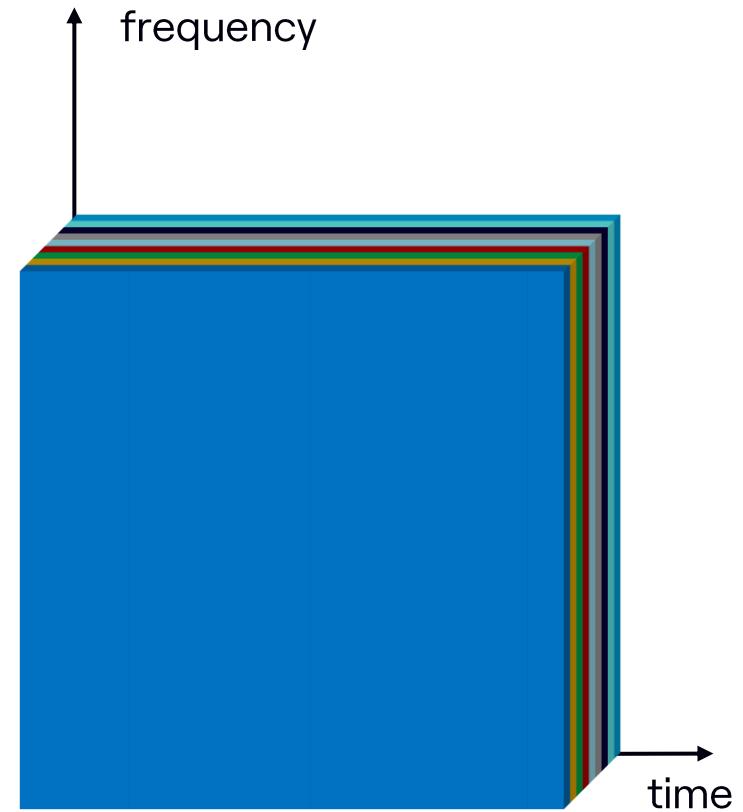
Usporedba višestrukih pristupa



FDMA



TDMA



CDMA

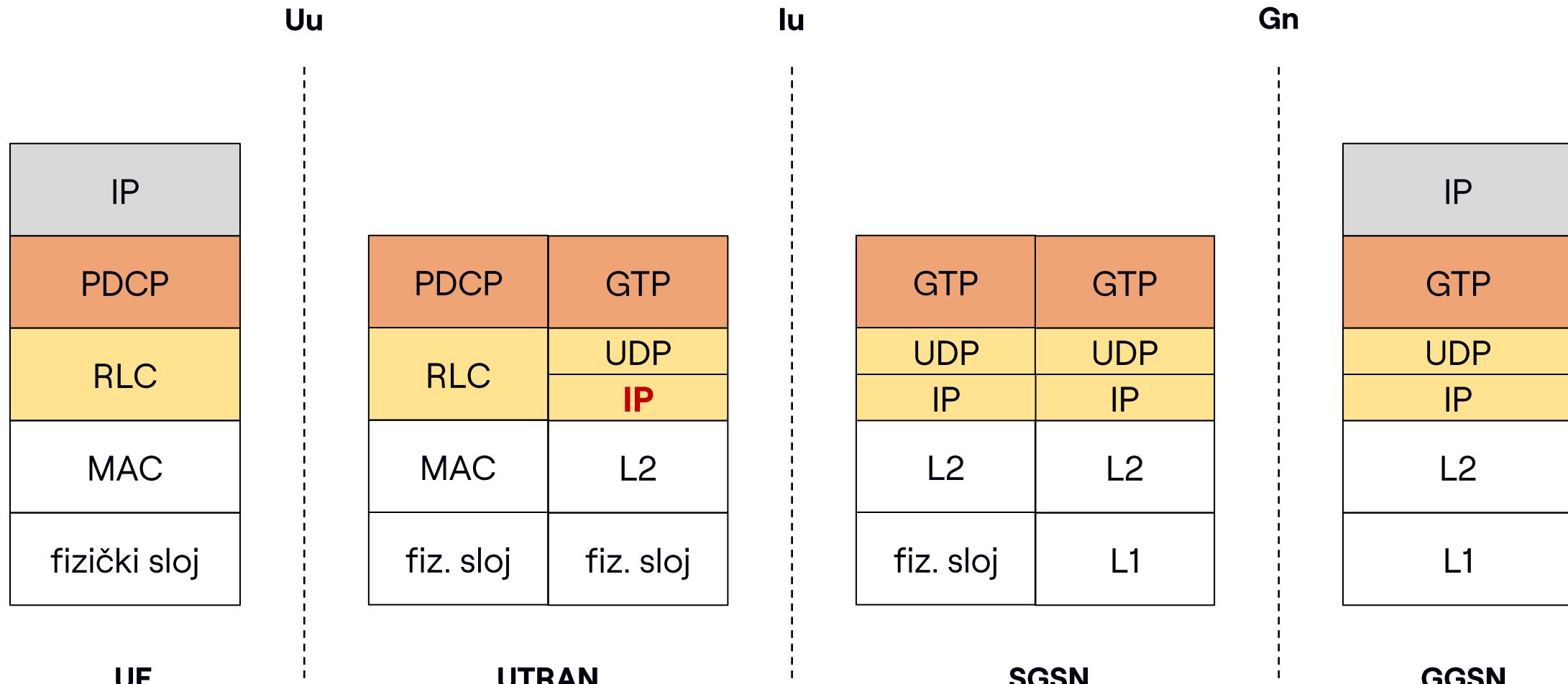
Razlozi WCDMA

- veći kapacitet i bolja pokrivenost od TDMA i drugih CDMA rješenja
- varijabilna i visoka brzina prijenosa
- paketski i kanalski prijenos
- višestruke istodobne usluge u jednom terminalu
- hijerarhijsko strukturiranje ćelija
- širina frekvencijskog pojasa 5 MHz
- prošireni frekvencijski spektar – raspršeni spektar (*spread spectrum*) –
 - manja osjetljivost na uskopojasne interferencije i prigušenje
 - nema fiksnog ograničenja kapaciteta (broja istovremenih korisnika)
- nedostatak
 - povećanje razine interferencije od drugih pretplatnika

Jezgrena mreža

- **Dio s komutacijom kanala**
 - Izведен iz rješenja za GSM
- **Dio s komutacijom paketa**
 - Izведен iz rješenja za GPRS
- Dio funkcija upravljanja pokretljivošću preuzima RNC
- Rješenja ovise o načinu uvođenja UMTS-a
 - Potpuno nova mreža
 - Uz postojeći GSM i sl.

Protokoli korisničke ravnine



Protokol PDCP

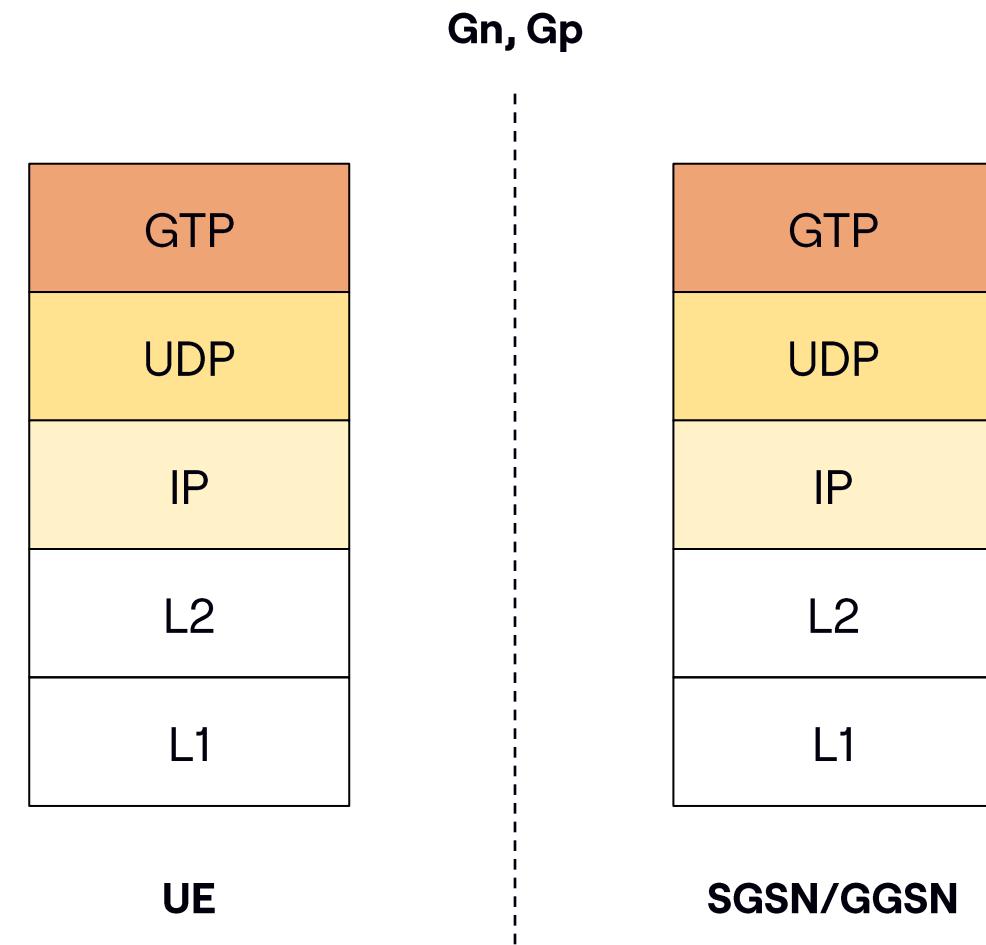
- **Packet Data Convergence Protocol – PDCP**

- Funkcionalnost slična protokolima SNDCP i LLC u GPRS-u
- Prijenos podataka (IP paketa) između korisničkog terminala i radijske pristupne mreže
- Sažimanje (kompresija) korisničkih podataka i zaglavljiva višeg sloja
- Segmentiranje IP paketa u MAC/RLC blokove prikladne za radijski prijenos preko zračnog sučelja

Mrežni elementi

- GGSN
 - Povezan s drugim mrežama
- SGSN
 - Područje usmjeravanja
 - Obuhvaća nekoliko RNC-ova
 - Upravljanje pokretljivošću
 - Upravljanje sjednicom
 - QoS
 - tuneliranje

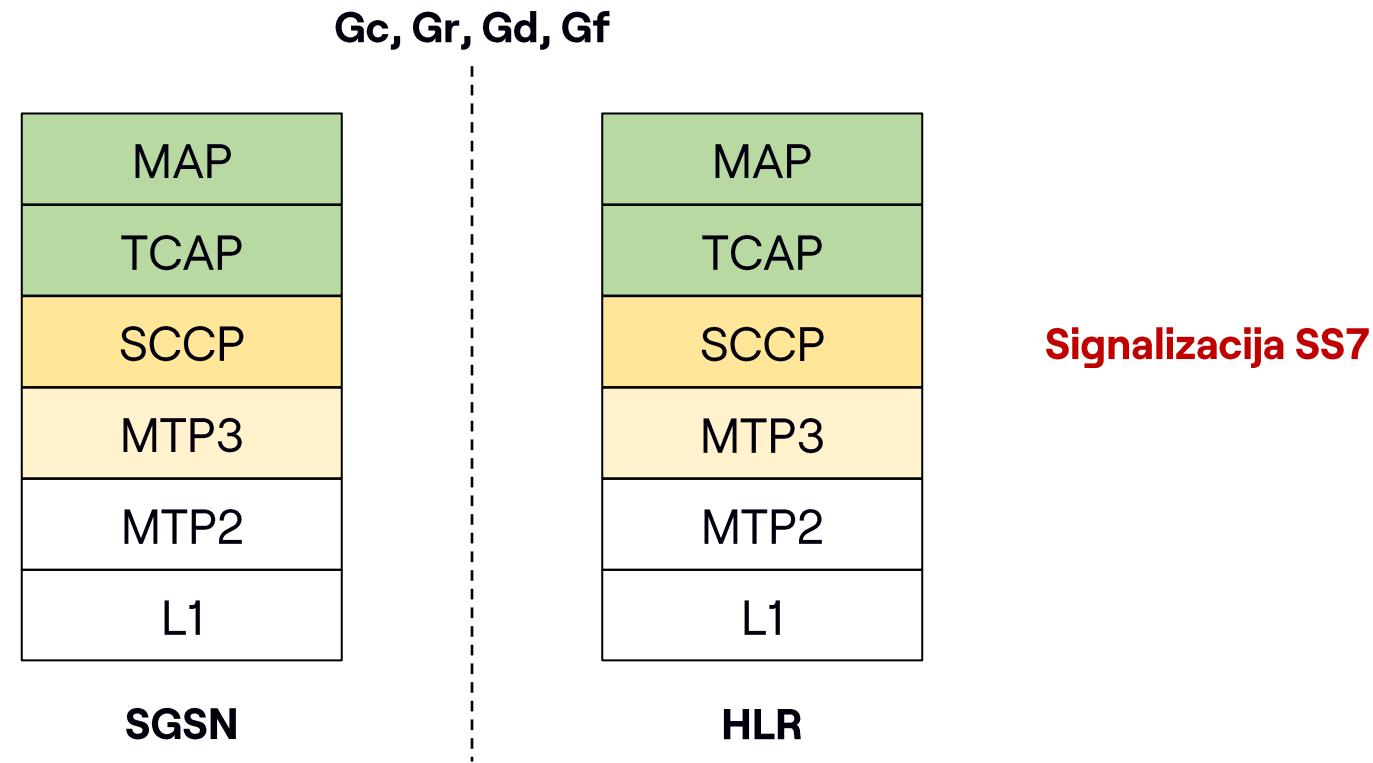
Protokoli paketske komunikacije



Gn i Gp sučelja

- Komunikacija SGSN i GGSN-a te između SGSN-ova unutar iste PLMN
 - GTP – tuneliranje podataka između entiteta jezgrene mreže
 - Upravljačke poruke
- Gp sučelje
 - Između SGSN različitih PLMN
 - Funkcija kao kod Gn uz dodatne sigurnosne funkcije

Protokoli paketskog dijela sučelja MAP



MAP – Mobile Application Part

TCAP – SS7 Transaction Capabilities Application Part

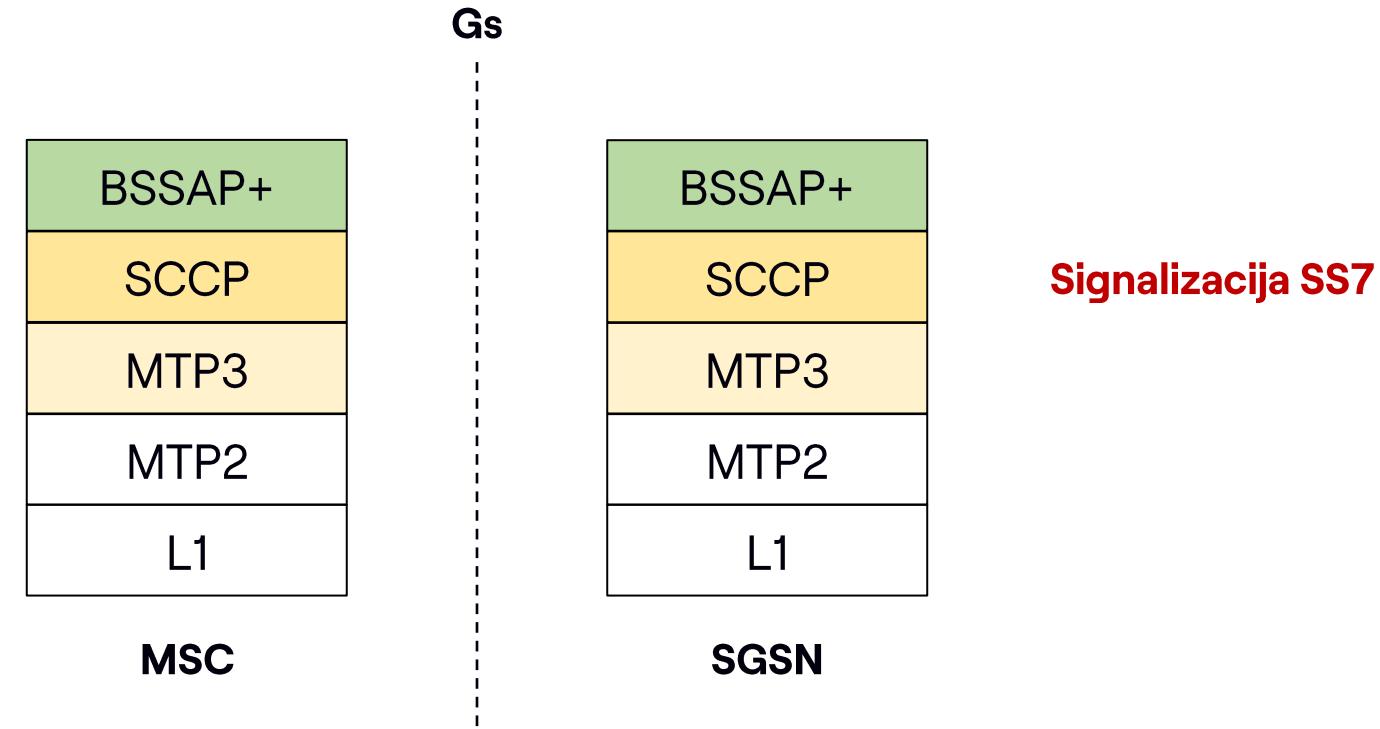
SCCP – Signaling Connection Control Part

MTP – Message Transfer Part

Sučelja MAP

- Gc sučelje: GGSN – HLR (tuneliranje preko SGSN-a)
 - Informacije o usmjeravanju za komutaciju paketa
- Gr sučelje: SGSN – HLR
 - Lokacija korisnika
- Gd sučelje: SGSN – SMS prilaz
- Gf sučelje: SGSN – EIR

Protokoli između kanalskog i paketskog dijela mreže



BSSAP – BSS Application Part

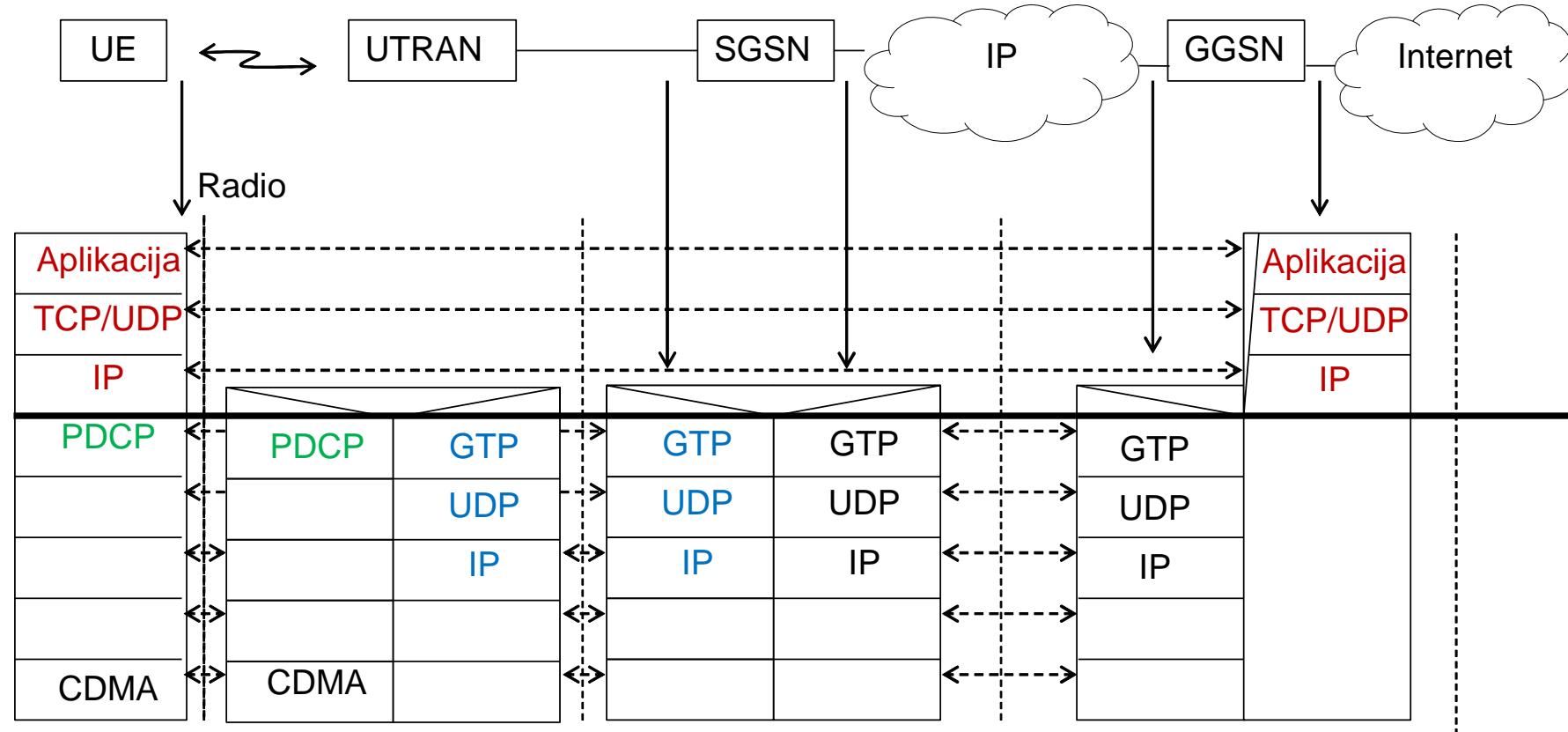
SCCP – Signaling Connection Control Part

MTP – Message Transfer Part

Gs sučelje

- MSC – SGSN sučelje
 - Proširenje BSSAP
 - Koordinacija kanalske i paketske komunikacije
 - Reduciranje upravljačke informacije o lokaciji korisnika
 - Reduciranje signalizacije s HLR-om

Pristup Internetu iz mreže UMTS



Opći pokretni telekomunikacijski sustav – UMTS

- Pokretni sustav s kraja na kraj
- Međunarodno prelaženje
- Integrirana sigurnost i naplata
- Višemedijske usluge
- Standardizacija
 - ITU, ETSI, UMTS Forum, 3GPP, OHG
 - Izdanja (release), odlike (feature)
 - R99, R4, R5 – IP u pristupnoj mreži, uvođenje IMS-a u R5, HSDPA
 - R6 – UMTS – WLAN, MBMS, HSUPA
 - R7 – UMTS – fiksni pristup
 - R8, R9, R10 – “sve IP”, LTE/SAE

Pregled izdanja 3GPP specifikacija UMTS-a

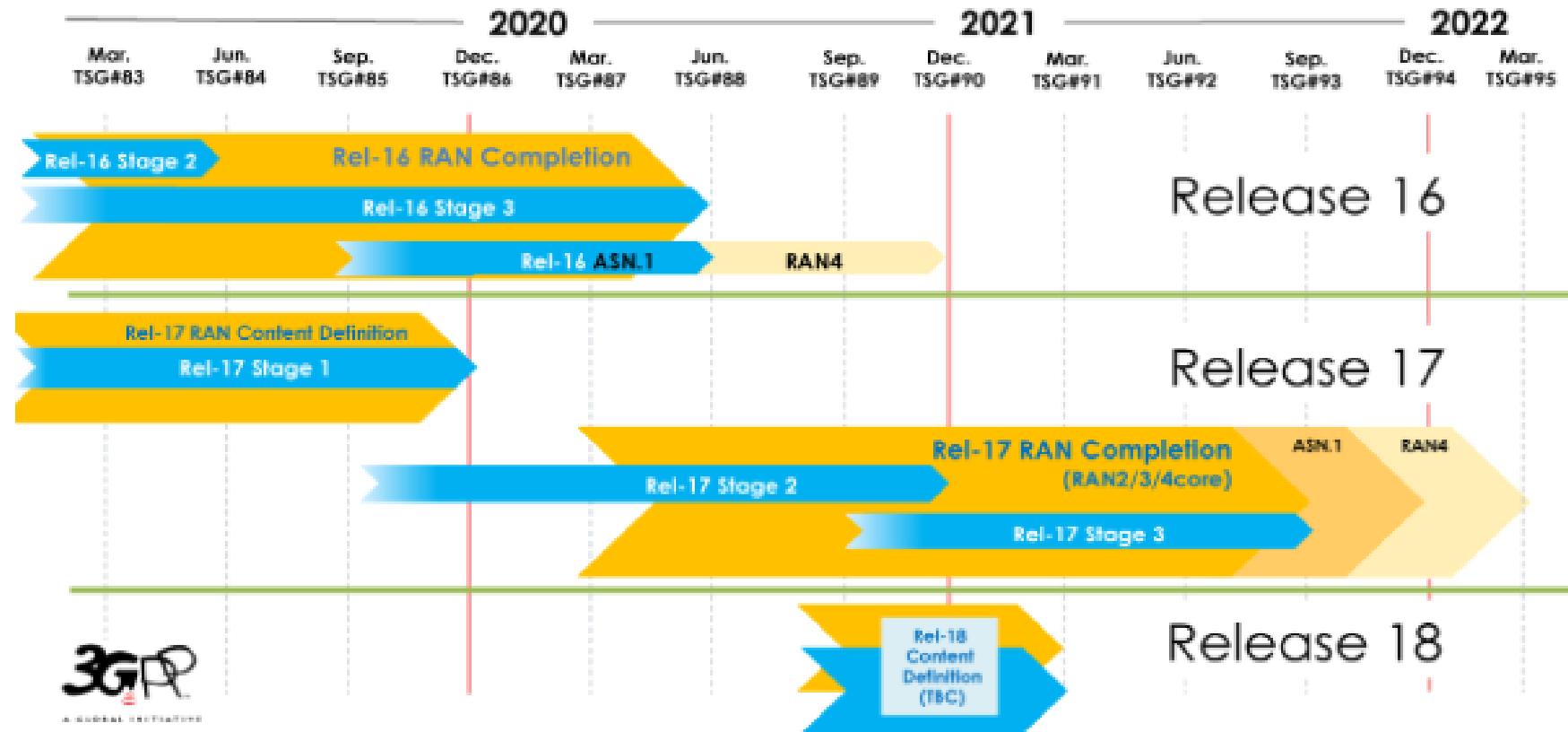
Izdanje UMTS	Najvažnije odlike
Release 99 (1999.)	Prvo izdanje UMTS standarda, temelji se na tehnologiji W-CDMA.
R4 (2001.)	Razdvaja kanalsku i paketsku domenu u jezgrenoj mreži.
R5 (2003.)	Prvo izdanje koje uključuje IMS, višemedijske usluge, IP u pristupnoj mreži UTRAN, SIP. Upravljanje kvalitetom usluge i napredne mogućnosti upravljanja uslugama i njihove naplate. Uvodi se HSDPA.
R6 (2004-2005.)	Integracija s WLAN-ovima. Poboljšanja u upravljanju kvalitetom usluge i podrška za usluge trenutnog poručivanja, prisutnosti, MMS. Uvodi se MBMS, HSUPA i napredniji načini naplate.
R7 (2006-2007.)	Dodaje se širokopojasni fiksni pristup kroz IMS. Glatko prebacivanje govornog poziva između kanalne i paketske domene uz osiguranu kvalitetu usluge. HSPA
R8 (2007-2008.)	Prelazak na sve-IP mrežu. Razrada dugoročne evolucije 3G mreže. Višemedijska konferencija u IMS-u, sustav javnog upozoravanja, HSPA+ (Evolved HSPA), Long Term Evolution (LTE).
R9 (2008-2009.)	Dugoročna evolucija radijske pristupne mreže (LTE), implementacija LTE. Jezgrena mreža SAE. Evolucija IMS-a. Unaprijeđenje pokretljivosti između WLAN/WiMAX mreža i UMTS/LTE pokretne mreže (I-WLAN), HSUPA, LTE/EPC.
R10 (2010. – 2011.)	Napredni LTE (LTE-A), početak razvoja četvrte generacije pokretnih mreža (4G), OFDMA, prošireni MIMO, femtocelije, Voice over LTE (VoLTE)

Pregled izdanja 3GPP specifikacija UMTS-a

Izdanje UMTS	Najvažnije odlike
R11 – R14 (2011. – 2017.)	Napredni LTE (LTE-A), razvoj četvrte generacija pokretnih mreža (4G), OFDMA, prošireni MIMO, razvoj IMS-a, sigurnost, QoS, Machine-Type Communication, femtoćelije, Voice over LTE (VoLTE).
R15 (2017. – 2020.)	Unapređenje pokrivenosti, kapaciteta i brzine prijenosa HET-NET: Heterogeneous Network, 5G, LTE-M, IoT
R16 (2018. – 2020.)	5G, Massive MTC, Vehicle-to-Everithing Communication, IoT
R17 (2019.-2021.)	5G, Cellular IoT, 5G-RAN, NR, 5GC, IoT

Izvor: <http://www.3gpp.org/>

Pregled izdanja 3GPP specifikacija UMTS-a

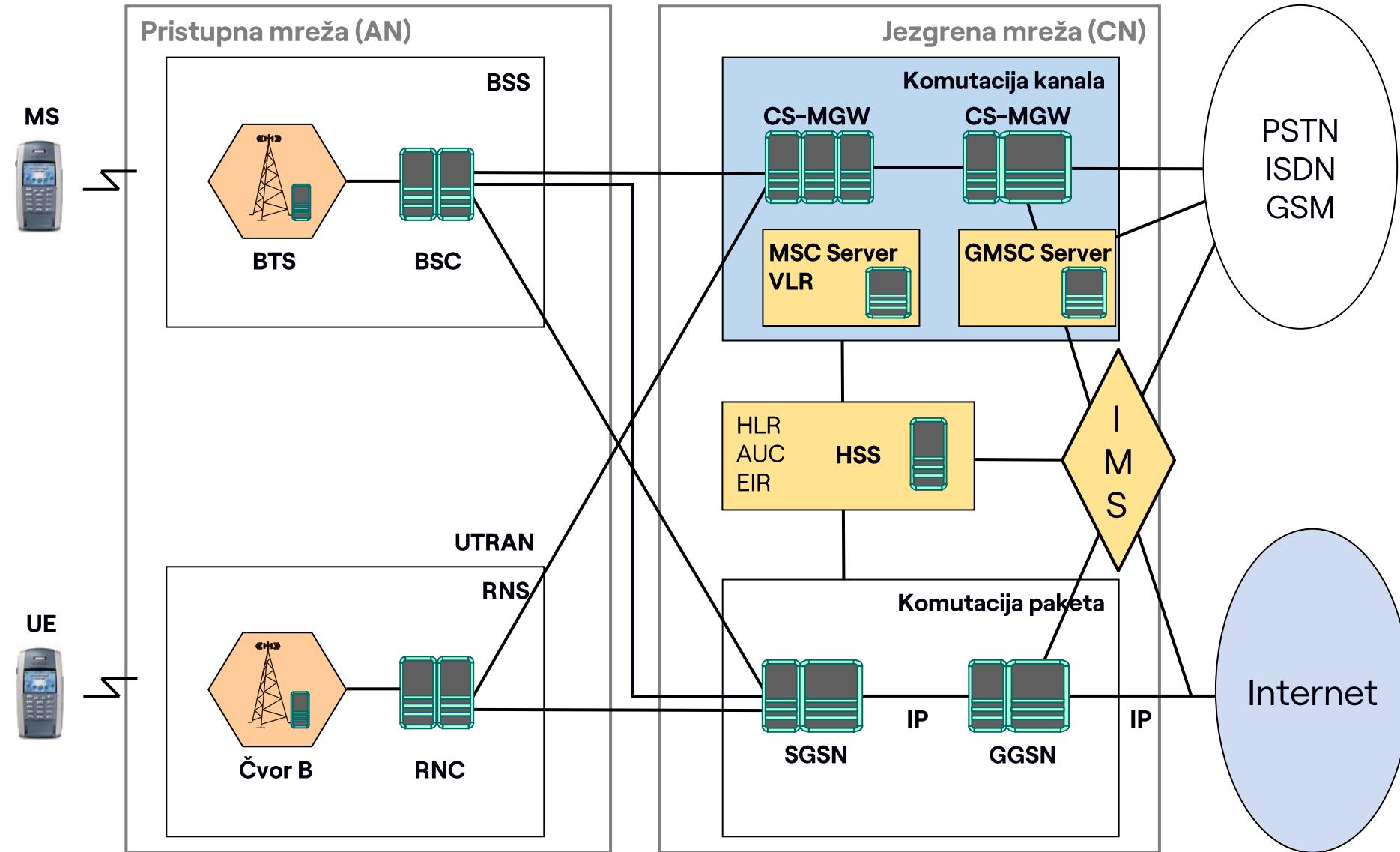


Source: 3GPP TSG SA#87e, 17-20 March 2020, e-meeting document SP-200222

© 3GPP 2020

Izvor: <http://www.3gpp.org/>

Arhitektura mreže (3GPP R8)



Poslužitelj pretplatničkih podataka (HSS)

- **Glavna baza podataka o korisnicima**
 - Identifikacija korisnika, numeracija, adresiranje
 - Kontrola pristupa mreži
 - Informacija o autentifikaciji i autorizaciji korisnika
 - Informacija o lokaciji korisnika
 - Repozitorij korisničkih profila (*user profile*)
 - Upravljanje pokretljivošću
 - Podrška za uspostavu poziva i sjednice
 - Podrška sigurnosti
 - Podrška pružanja usluge