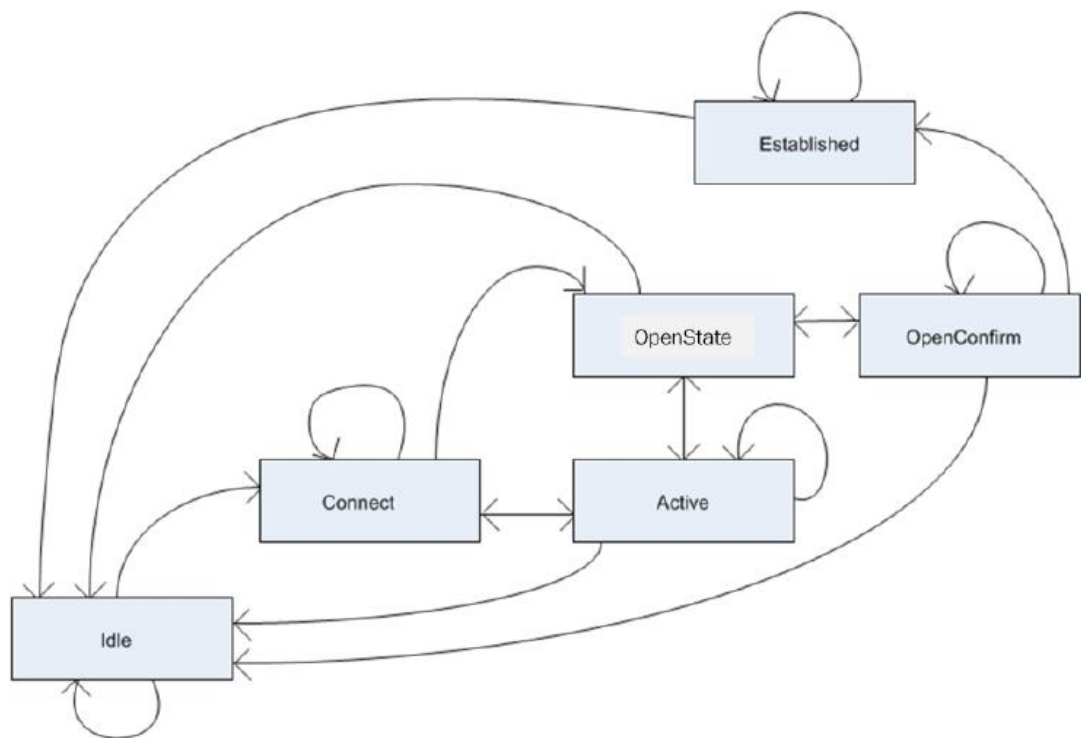


1. BGP

- temelji se na algoritmu vektora puta
- komunikacija usmjeritelja između autonomnih sustava (AS)
- jedini EGP u Internetu
- dva moda rada: unutarnji i vanjski
- komunikacija BGP usmjeritelja u internetskoj mreži može se predložiti modelom konačnog automata



• IDLE

BGP usmjeritelj se inicijalno nalazi u stanju *Idle*. U ovom stanju usmjeritelj odbija sve dolazne BGP konekcije. Kao odgovor na događaj *Start*, lokalni sustav inicijalizira sve BGP resurse, pokreće brojač *ConnectRetry*, te pokušava uspostaviti TCP vezu s konfiguriranim susjednim usmjeriteljima, i počinje slušati dolazne konekcije od udaljenih BGP usmjeritelja, te prelazi u stanje *Connect*. Ukoliko usmjeritelj otkrije pogrešku, zatvara vezu i prelazi u stanje *Idle*.

• CONNECT

U stanju *Connect* usmjeritelj čeka uspostavu TCP veze s drugim usmjeriteljem. Ako je TCP veza uspješno uspostavljena, lokalni sustav poništava brojač *ConnectRetry*, dovršava inicijalizaciju, šalje poruku *OPEN* usmjeritelju s kojim je veza uspostavljena, te prelazi u stanje *OpenState*. Ako TCP veza nije uspostavljena, lokalni sustav resetira brojač *ConnectRetry*, nastavlja čekati konekcije koje može pokrenuti udaljeni BGP *peer*, i prelazi u stanje *Active*. Ako se dogodi događaj *ConnectRetry timer expired* (istek vremena brojača *ConnectRetry*), lokalni sustav resetira brojač *ConnectRetry*,

pokreće uspostavu TCP veze s drugim usmjeriteljem, te nastavlja čekati konekciju koju može pokrenuti udaljeni usmjeritelj, i ostaje u stanju *Connect* .

- **ACTIVE**

U stanju *Active* usmjeritelj se nalazi ako TCP veza s *drugim usmjeriteljem* nije uspostavljena u prvom pokušaju. Usmjeritelj ponovno pokušava uspostaviti TCP vezu sa susjednim. Ako je TCP veza uspješno uspostavljena, lokalni sustav poništava brojač *ConnectRetry*, dovršava inicijalizaciju, šalje poruku OPEN usmjeritelju s kojim je veza uspostavljena, postavlja svoj brojač *Hold Timer* na neku veliku vrijednost (predlaže se 4 minute), te prelazi u stanje *OpenState*. Ako se dogodi događaj *ConnectRetry timer expired* (istek vremena brojača *ConnectRetry*), lokalni sustav resetira brojač *ConnectRetry*, pokreće uspostavu TCP veze s drugim usmjeriteljem, te nastavlja čekati konekciju koju može pokrenuti udaljeni usmjeritelj, i prelazi u stanje *Connect* . Ako TCP veza nije uspostavljena, vraća se u stanje *Idle*.

- **OPENSTATE**

Ako u stanju *OpenState* usmjeritelj primi od protokola TCP obavijest o prekidu veze, lokalni sustav zatvara BGP vezu, resetira brojač *ConnectTimer*, te nastavlja čekati konekciju koju može pokrenuti udaljeni usmjeritelj, i prelazi u stanje *Active* . Svaki put kad BGP *speaker* pređe iz stanja *OpenState* u stanje *Idle* zatvara se BGP veza i otpuštaju se svi resursi povezani s tom vezom.

- **OPENCONFIRM**

U stanju *OpenConfirm* usmjeritelj čeka poruku KEEPALIVE (potvrda usmjeritelja da je primio valjanu poruku OPEN) ili NOTIFICATION (u slučaju kad usmjeritelj primi poruku OPEN s neakvom pogreškom). Lokalni sustav prelazi u stanje *Established* ako primi poruku KEEPALIVE. Ako istekne vrijeme brojača *Hold Timer* prije nego lokalni sustav primi poruku KEEPALIVE, tada on šalje *peeru* poruku NOTIFICATION s kodom pogreške *Hold Timer Expired*, i prelazi u stanje *Idle*. Lokalni sustav prelazi u stanje *Idle* ako od *peera* primi poruku NOTIFICATION. Ako istekne vrijeme brojača *KeepAlive*, lokalni sustav šalje usmjeritelju poruku KEEPALIVE i resetira brojač *KeepAlive*. Ako od protokola TCP primi obavijest o prekidu veze, lokalni sustav prelazi u stanje *Idle*. Svaki put kad usmjeritelj prijeđe iz stanja *OpenConfirm* u stanje *Idle* zatvara se BGP veza i otpuštaju se svi resursi povezani s tom vezom.

- **ESTABLISHED**

U stanju *Established* usmjeritelj može razmjenjivati poruke UPDATE, NOTIFICATION i KEEPALIVE s usmjeriteljem s kojim je uspostavljena veza. Ako lokalni sustav primi poruku UPDATE ili KEEPALIVE, resetira vrijednost brojača *Hold Timer*. Lokalni sustav prelazi u stanje *Idle* ako primi poruku NOTIFICATION. Ako lokalni sustav primi poruku UPDATE i ako procesom provjere utvrdi grešku u toj poruci, tada on šalje poruku NOTIFICATION i prelazi u stanje *Idle*. Ako od protokola TCP primi obavijest o prekidu veze, lokalni sustav prelazi u stanje *Idle*. Ukoliko istekne vrijeme brojača *Hold Timer*,

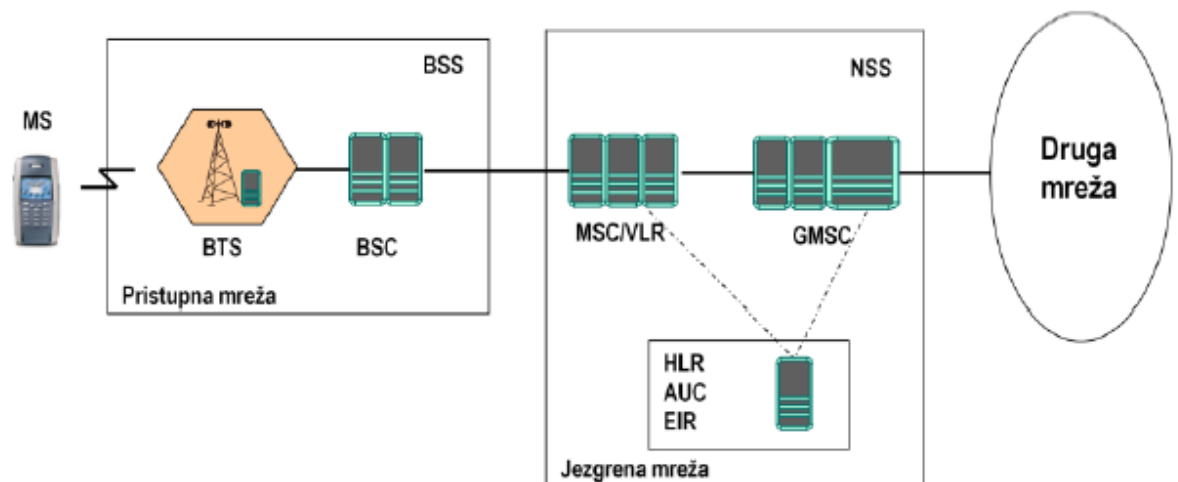
tada on šalje poruku NOTIFICATION s kodom pogreške *Hold Timer Expired*, i prelazi u stanje *Idle*. Ukoliko istekne vrijeme brojača *KeepAlive*, lokalni sustav šalje *peeru* poruku KEEPALIVE i resetira brojač *KeepAlive*. Svaki put kad lokalni sustav pošalje poruku UPDATE ili KEEPALIVE, resetira svoj brojač *KeepAlive*. Svaki put kad BGP *speaker* pređe iz stanja *Established* u stanje *Idle* zatvara se BGP veza i otpuštaju se svi resursi povezani s tom vezom, te se brišu sve rute izračunate tijekom trajanja te veze.

2. SIP

- Protokol aplikacijskog sloja koji služi za pokretanje, promjenu i raskid sjednice s jednim ili više sudionika
 - Pronalazi korisnika u mreži radi uključivanja u sjednicu
 - Razmjenjuje podatke/parametre o sjednici (pregovara o sjednici)
 - Upravlja sudionicima u sjednici - upućuje poziv korisniku za sudjelovanje u sjednici, raskida sjednicu s korisnikom
 - Mijenja parametre sjednice u toku sjednice
- Osnovna ideja: omogućiti pozivanje korisnika u sjednicu putem jedinstvene adrese (neovisno o trenutnom položaju)
- Omogućava osobnu pokretljivost korisnika

3. GSM

- Arhitektura GSM mreže

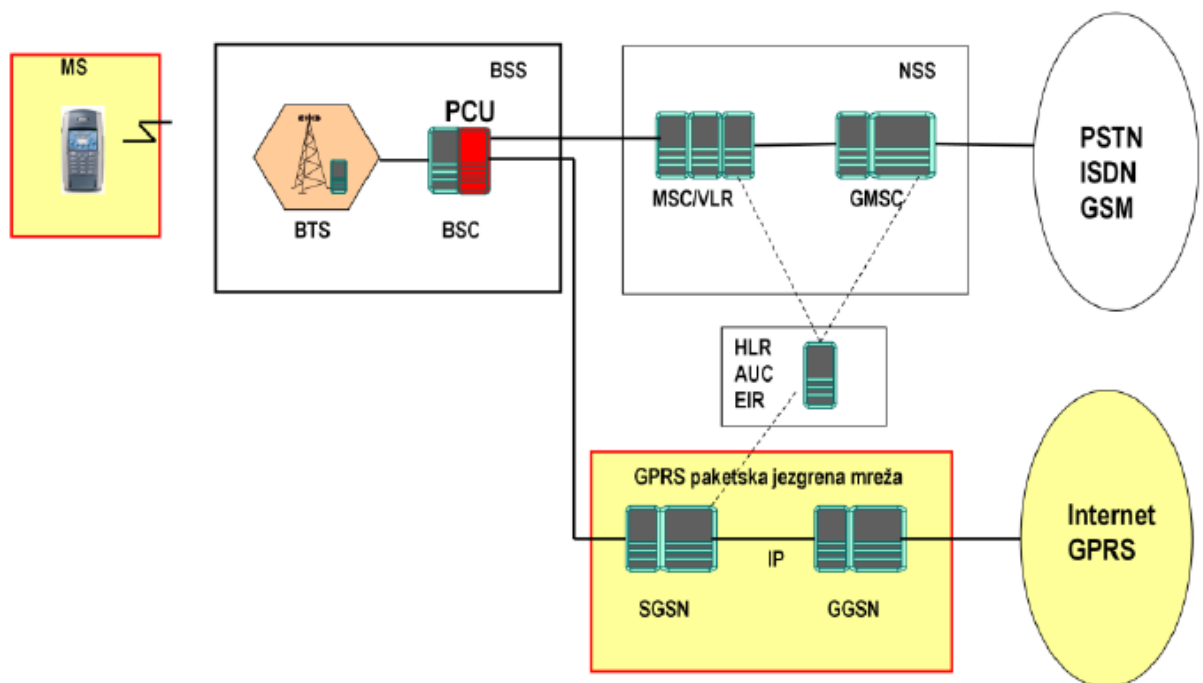


- Brzina prijenosa 13kbit/s

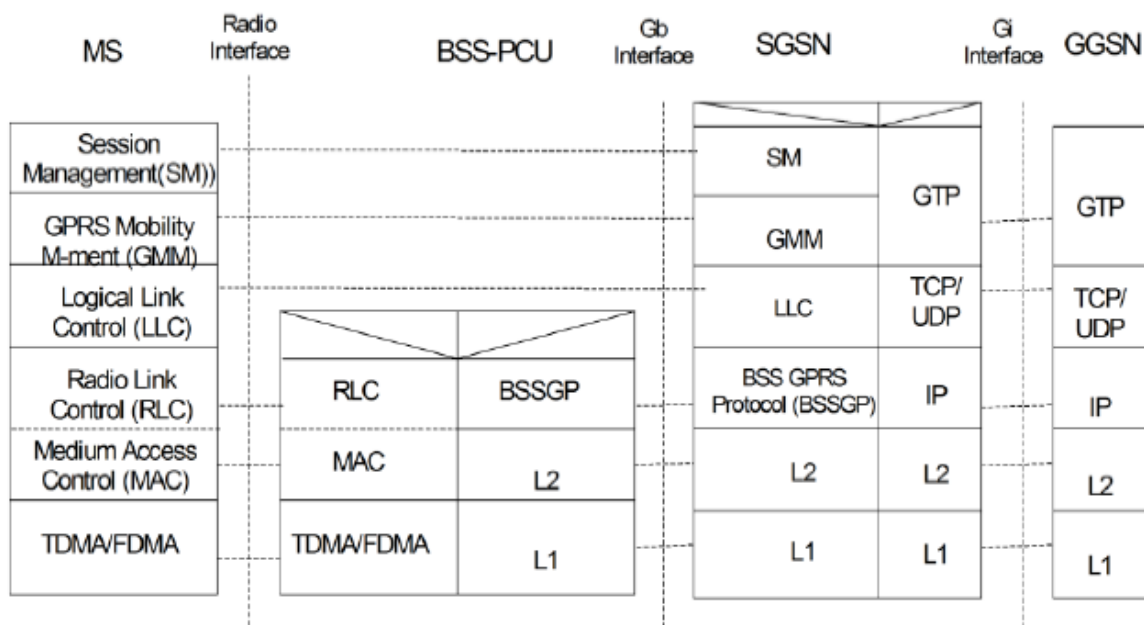
4. GPRS

- Proširenje GSM-a s komutacijom paketa
- Korištenje do 8 kanala iste frekvencije po jednom korisniku

- BSC se proširuje s paketskom kontrolnom jedinicom (PCU)
- Brzina prijenosa podataka 115,2 kbit/s
- SGSN poslužuje korisnika, GGSN povezuje korisnika s drugim podatkovnim mrežama
- Arhitektura mreže GPRS



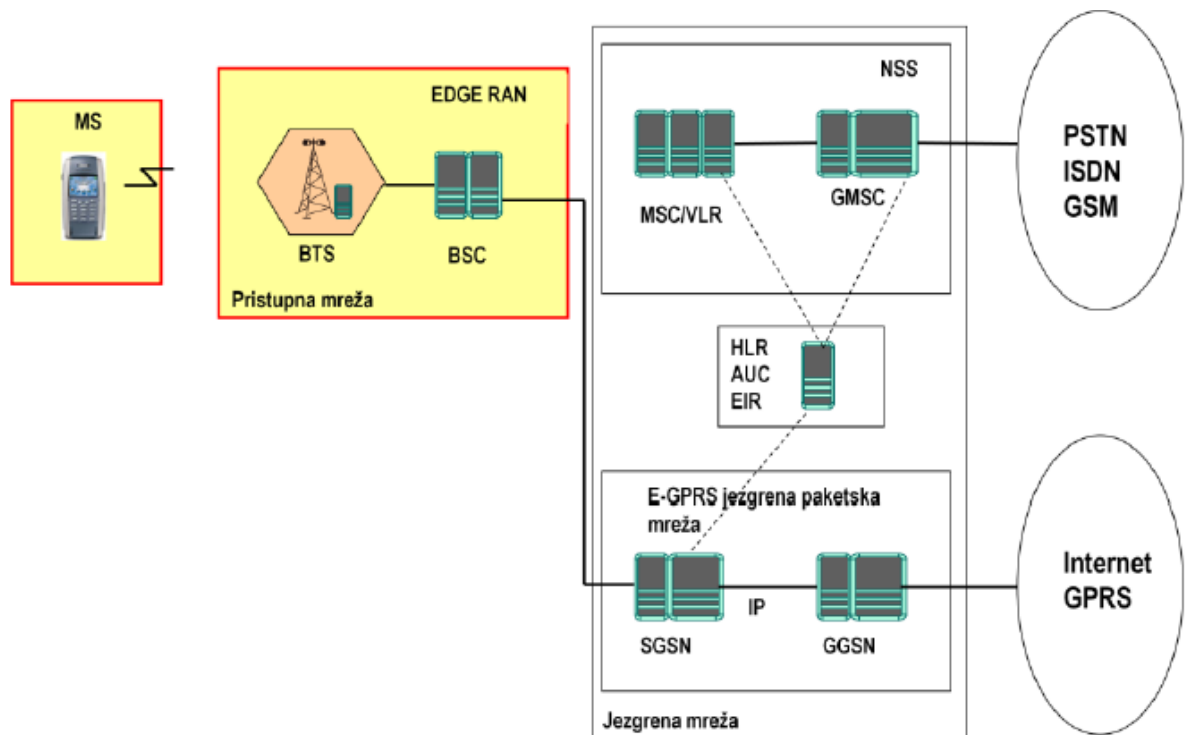
- SGSN je odgovoran za usmjeravanje paketa od/prema pokretnim postajama MS unutar svojeg područja pokrivanja. Poslužuje sve GPRS korisnike koji su locirani unutar SGSN područja usmjeravanja RA. GPRS korisnik može biti poslužen od strane bilo kojeg SGSN u mreži ovisno o lokaciji. Podaci se usmjeravaju od SGSN prema BSC i preko BTS do pokretne postaje MS.
- Sučelje Gs između MSC i SGSN je odgovorno za koordinaciju signalizacije za terminale koji imaju mogućnost komutacije kanala i komutacije paketa.
- HLR sadrži podatke o GPRS pretplatnicima i informacije o usmjeravanju. Svakom pretplatniku dodjeljuje jednog ili više GGSN elemenata.
- BSC sadrži novu funkcionalnost za paketsku kontrolu kanala, paketsku kontrolnu jedinicu PCU i novu funkcionalnost za upravljanje pokretljivošću MM.
- GGSN predstavlja sučelje prema drugim GPRS mrežama, ali isto tako i prema vanjskim IP mrežama. Kako bi omogućio komunikaciju s različitim mrežama, GGSN vrši translaciju formata podataka, signalizacijskih protokola i adresne informacije. Usmjerava promet određenom SGSN čvoru i vrši konverziju protokola. Može sadržati DNS i DHCP funkcije.
- **GPRS KONTROLNA / SIGNALIZACIJSKA RAVNINA**



- U kontrolnoj ili signalizacijskoj ravni prenosi se kontrolna i upravljačka informacija (signalizacija) kojom se omogućuje paketska komunikacija.
- Na radijskom sučelju 1. sloj predložen je GSM kanalom koji se naziva PDCH (*Packet Data Channel*). Kako svakom kanalu kao zajedničkom mediju može pristupiti više korisnika, potrebno je kontrolirati pristup, za što služi 2. sloj (MAC - *Medium Access Control*). Slijedi sloj kontrole radijske veze (RLC - *Radio Link Control*) između MS i BSS-PCU.
- Viši slojevi se ne obrađuju u BSS već se transparentno prenose do SGSN. Tako su riješene funkcije kontrole logičke veze (LLC - *Logical Link Control*) kojom teku paketi, zatim GPRS upravljanje pokretljivošću (GMM - *GPRS Mobility Management*) i upravljanje sesijom (SM - *Session Management*).
- Na Gb sučelju između BSS-PCU i SGSN donja dva sloja mogu se riješiti na različite načine (FR, ATM), dok je treći namijenjen za protokol BSSGP (*BSS GPRS Protocol*) kojim se izmjenjuju informacije o usmjeravanju i kvaliteti usluge (QoS - *Quality of Service*).
- Između SGSN i GGSN komunicira se mrežnim protokolom IP i transportnim protokolima TCP ili UDP. Paketi koji idu iz ili u vanjsku mrežu tuneliraju se protokolom GTP (*GPRS Tunneling Protocol*).

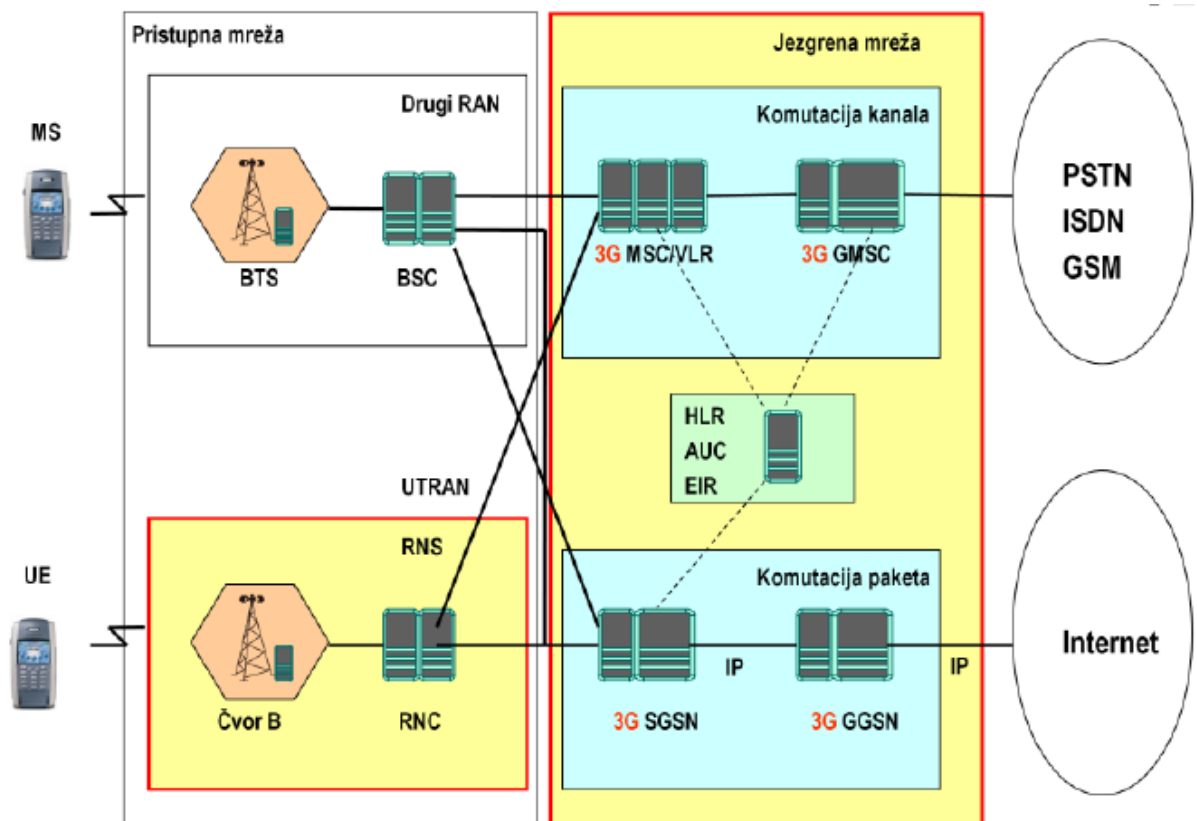
5. EDGE

- Zahtijeva veću promjenu radijskog dijela pristupne mreže (E-RAN)
- Uvodi promjenu modulacijskog postupka u GSM mreži
 - 8 kanala na istoj frekvenciji $8 \times 48 \text{ kbit/s} = 384 \text{ kbit/s}$
- Brzina prijenosa 384 kbit/s
- Nedostatak : poboljšanu brzinu prijenosa podataka nije moguće postići unutar cijelog područja pokrivanja ćelije
- Arhitektura mreže EDGE

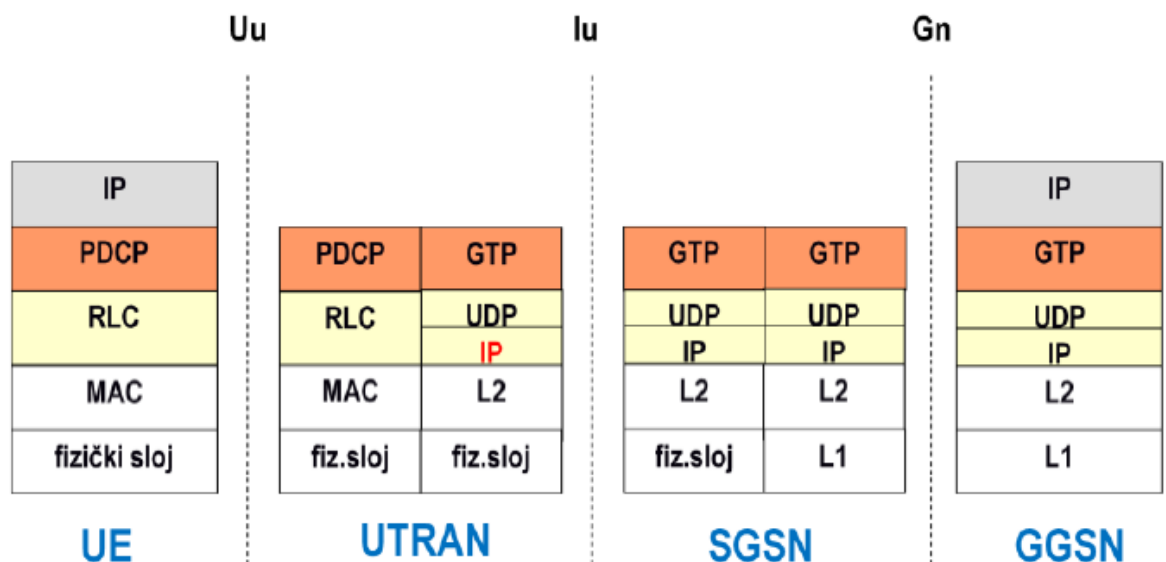


6. UMTS

- Promjene u radijskoj pristupnoj mreži
- Određene promjene i u jezgrenoj mreži
 - komutacija kanala – posluživanje 2G i 3G korisnika
 - komutacija paketa – nove funkcionalnosti SGSN-a i GGSN-a
- Uz pokretljivost terminala, riješena je osobna pokretljivost te pokretljivost, prenosivost i transparentnost usluga
- **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
 - više istodobnih usluga
 - koegzistencija s 2. generacijom (GSM)
 - brzi pristup Internetu u pokretu
 - fleksibilnost
- Arhitektura UMTS mreže



- **Protokoli korisničke ravnine**



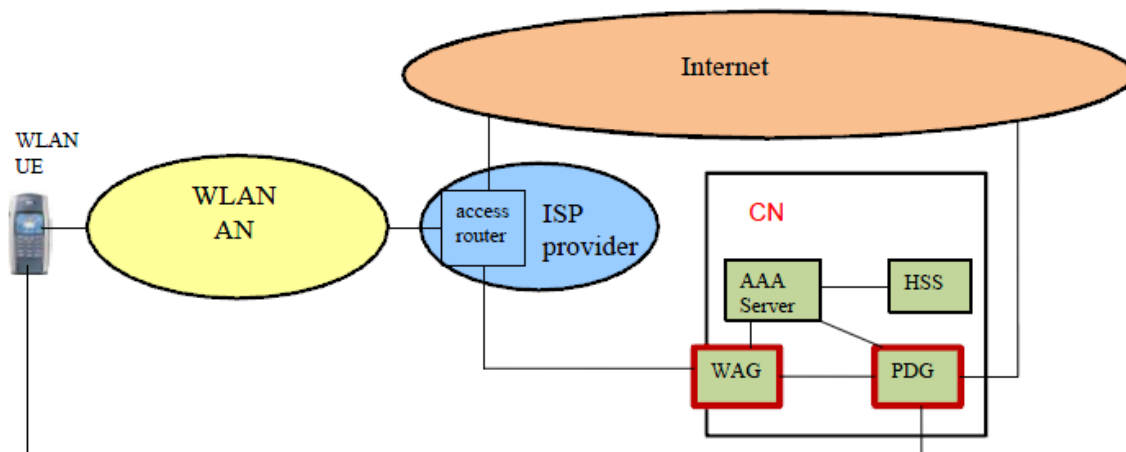
- **PDCP**

- funkcionalnost slična protokolima SNDCP i LLC u GPRS-u
- prijenos podataka (IP paketa) između korisničkog terminala i radijske pristupne mreže
- kompresija i dekompresija korisničkih podataka i zaglavlja višeg sloja
- segmentira IP pakete u MAC/RLC blokove prikladne za radijski prijenos preko zračnog sučelja

- **MAC**
 - MAC ima funkciju upravljanja fizičkim kanalom. Omogućava funkciju pristupa, odnosno raspoređuje zahtjeve za kanal, multipleksira promet različitim terminalima, brine se o prioritetima i selektira ćelije.
- **RLC**
 - Zadaća RLC protokola je kontrola pristupa kanalu.
- **GTP**
 - Tuneliranje podataka između entiteta jezgrene mreže (SGSN - GGSN).
- **FUNKCIONALNOSTI SGSN I GGSN**
 - ❖ GGSN
 - povezan s drugim mrežama
 - ❖ SGSN
 - područje usmjeravanja
 - obuhvaća nekoliko RNC-ova
 - upravljanje pokretljivošću
 - upravljanje sjednicom

7. LTE

- viša razina kapaciteta i performansi mreže
- brzina prijenosa podataka do 326 Mbit/s (DL), 86 Mbit/s (UL)
- zahtjevi:
 - Potpuna IP mreža, nema kanalske domene (samo komutacija paketa IP)
 - Više usluga, niže cijene, pojednostavljenje arhitekture, otvorena sučelja
 - Podrška pokretljivosti između različitih pristupnih mreža (2G/3G, LTE, non-3GPP, prebacivanje poziva GPRS <-> E-UTRAN)
 - Fleksibilnije korištenje postojećeg frekvencijskog pojasa (5 - 20 MHz)
- **WLAN tehnologije**
 - Pristup Internetu velikim brzinama (širokopojasni pristup)
 - WiFi
 - WiMAX (urbana i ruralna područja)
 - Ne omogućavaju pokretljivost korisnika
 - Mobile WiMAX (IEEE 802.16m) – uvođenje pokretljivosti korisnika
- Integracija WLAN pristupnih točaka s UMTS pristupnom mrežom
- Kombinacija s fiksnim pristupom (žičnim)
- Integracija s WLAN (I-WLAN)



- **Packet Data Gateway (PDG)**

- Provodi registraciju korisnika spojenih na WLAN (WLAN UE)
- Lokalnoj IP adresi korisničkog terminala spojenog na WLAN (WLAN UE) pridružuje javnu (remote) IP adresu kojom se WLAN UE spaja na javnu internetsku mrežu
- Omogućava pristup paketskim uslugama
- Sadrži informacije o usmjeravanju podataka za korisnike spojene preko mreže WLAN na Internet (WLAN-3G-Internet)
- Prihvaća/odbija zahtjeve od W-APN na temelju odluka AAA poslužitelja

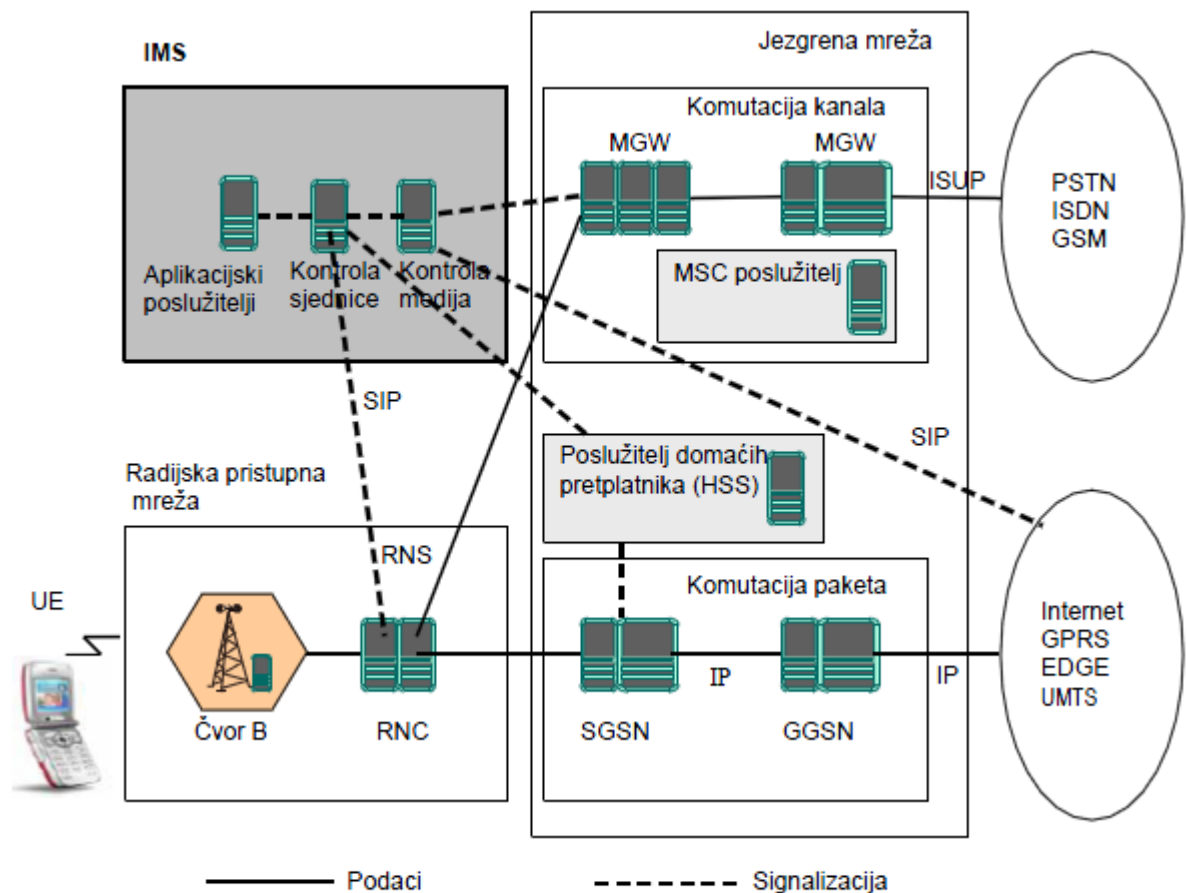
- **WLAN Access Gateway (WAG)**

- Usmjerava pakete od/prema WLAN pristupne mreže preko PDG do/iz internetske mreže radi pružanja usluga pokretnim korisnicima (WLAN UE) spojenih na Internet preko WLAN mreže
- Osigurava vezu s Internetom preko odgovarajućeg PDG
- Sadrži funkcionalnosti vatrozida
- Generira informacije o naplati za korisnike u prelaženju koji pristupaju Internetu preko WLAN pristupne mreže (WLAN AN)

8. IMS

- IP višemedijski sustav
- integracija Interneta i pokretnih mreža
- Omogućuje preusmjeravanje prometa
 - Komutacija kanala – Internet
 - Komutacija paketa – PSTN, ISDN
 - Integracija pokretnih telekomunikacija s Internetom
 - Pružanje usluga u stvarnom vremenu

- Višemedijske sjednice izmeću više korisnika
- SIP upravlja višemedijskim pozivima
- Arhitektura IMS-a u mreži UMTS



Arhitektura: 3 sloja:

1. Aplikacijski - AS (aplikacijski poslužitelji)
2. Upravljački sloj - HSS (domaći pretplatnički poslužitelj)
 - CSCF (funkcija za upravljanje sjednicom poziva) - (P-CSCF, S-CSCF, I-CSCF)
 - MGCF (funkcija za upravljanje medijskim pristupnikom)
 - BGCF (funkcija za upravljanje pristupnikom za prebacivanje veze)
 - SGW (signalizacijski pristupnik)
 - MGW (medijski pristupnik)
 - MRF (funkcija medijskih resursa)
3. Sloj povezanosti

- približava IP skroz do korisnika za razliku od UMTS-a koji dovodi do UTRAN-a
- komutacija kanala nije više rezervirana samo za govorne pozive kao ni komutacija paketa samo za podatke
- od ova tri čvora najvažniji je onaj koji SIP-om upravlja sjednicama jer omogućuje signalizaciju koja je temelj i sredstvo upravljanja (a kvalitetno upravljanje omogućuje da se MSC i GMSC zamijene MGW-ima)
- taj je standard posebno dobar za višemedijske tokove podataka u sjednicama (recimo Skype video konferencija)

9. NEKA PITANJA I ODGOVORI

1) Brzine prijenosa:

GSM:	13 kbit/s (ustvari 9,6 kbit/s za GSM 900, a 14,4 kbit/s za GSM 1800)
GPRS:	115,2 kbit/s
EDGE:	384 kbit/s
UMTS:	144 kbit/s u svim uvjetima 384 kbit/s na otvorenom prostoru 2 Mbit/s u zatvorenom prostoru
LTE:	326 Mbit/s

2) Zašto je GPRS brži od GSM-a

Zato jer koristi frekvencijsku podjelu, a GSM vremensku podjelu u fizikalnom kanalu.

3) Fragmentacija kod IPv4, IPv6

Riješena je s fragment zaglavljem; kod IPv4 izvorišni ali i ostali čvorovi mogu vršiti daljnju fragmentaciju, dok kod IPv6 fragmentaciju radi samo izvorišni čvor.

A ako se ipak dogodi da neki čvor pokuša napraviti fragmentaciju, paket se izbacuje iz mreže i šalje se ICMP poruka prema izvorištu.