

**Diplomski studij**

**Računarstvo**

Znanost o mrežama

# Komunikacijski protokoli

**Ogledna pitanja**

**2. ciklus predavanja**

ak. god. 2021./2022.

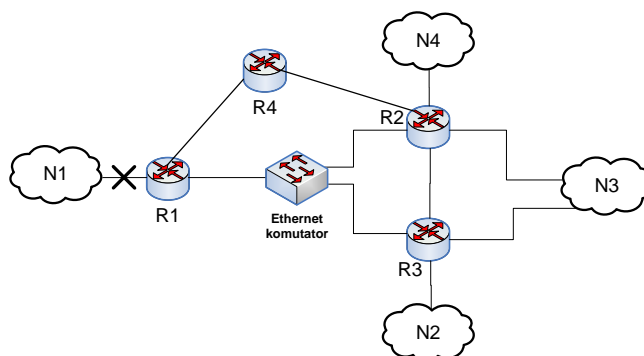
**Napomena:** Preporučena literatura, uz bilješke s predavanja, su knjiga „Osnovne arhitekture mreža“ (poglavlje 8), radna inačica udžbenika „Komunikacijski protokoli“ te RFC-dokumenti navedeni u slajdovima s predavanja.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

**Fakultet  
elektrotehnike i  
računarstva**

**Zadatak 1** Za mrežu na slici popunite tablice usmjeravanja usmjeritelja R1, R2 i R3 za trenutak kada neposredni usmjeritelj shvati da je došlo do prekida veze. Usmjeritelji koriste protokol RIP.

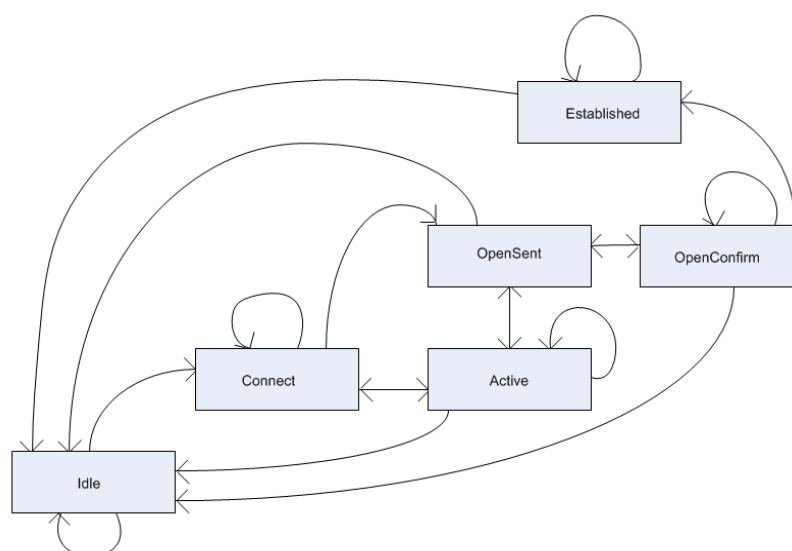


R1	Prvi skok	Metrika
Mreža N1		16
Mreža N2	R3	2
Mreža N3	R3	2
Mreža N4	R2	2

R2	Prvi skok	Metrika
Mreža N1	R1	2
Mreža N2	R3	2
Mreža N3		1
Mreža N4		1

R3	Prvi skok	Metrika
Mreža N1	R1	2
Mreža N2		1
Mreža N3		1
Mreža N4	R2	2

**Zadatak 2** Objasnite model konačnog automata s kojim je predočena komunikacija BGP usmjeritelja u Internetskoj mreži.



Slika predstavlja automat stanja komunikacije BGP usmjeritelja. 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*. U stanju *Connect* usmjeritelj čeka da se uspostavi TCP veza 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*.

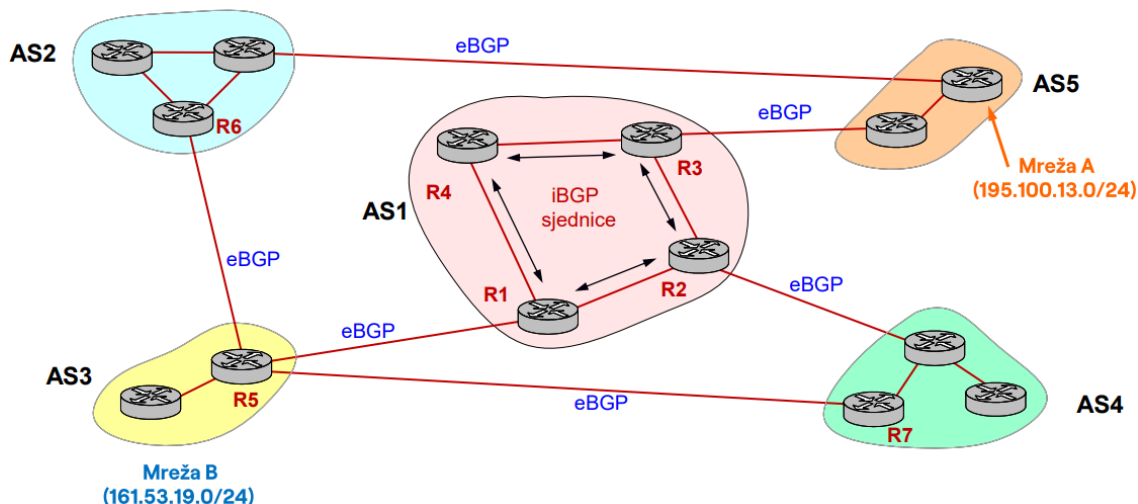
U stanju *Active* usmjeritelj se nalazi ako TCP veza s *drugim usmjeriteljem* nije uspostavljena u prvom pokušaju. Usmjeritelj ponovno pokušava uspostaviti TCP vezu sa susjednim. Ako je TCP veza uspješno uspostavljena, lokalni sustav poništava brojač *ConnectRetry*, dovršava inicijalizaciju, šalje poruku 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*.

### Zadatak 3 Navedite glavne značajke protokola SIP (*Session Initiation Protocol*).

SIP je protokol aplikacijskog sloja koji služi za pokretanje, promjenu i raskid sjednice s jednim ili više sudionika, a njegove glavne značajke su:

- 1) pronalazak korisnika u mreži putem jedinstvene adrese (neovisno o trenutnom položaju) radi uključivanja u sjednicu,
- 2) razmjena podatka/parametra o sjednici (pregovara o sjednici),
- 3) upravljanje sudionicima u sjednici: upućuje poziv korisniku za sudjelovanje u sjednici i raskida sjednicu s korisnikom,
- 4) mijenjanje parametara sjednice u toku sjednice.

**Zadatak 4** Za mrežu na slici odaberite stazu koja će se odabrati za usmjeravanje od usmjeritelja R5 u AS3, koji koristi protokol BGP, prema autonomnom sustavu AS5 ako u neobrađenim stazama postoje staze AS3 - AS1 – AS5 (origin IGP-0, MED=2) i AS3 - AS4 - AS1 – AS5 (origin IGP-0, MED=3), a proces donošenja odluke o stazi glasi: odaberi stazu koja je domaćeg porijekla (*origin*), a ako se staza ne može odrediti na temelju ovog kriterija odaberi stazu s najkraćim atributom *AS path*. Opišite postupak odabira staze te navedite koje se vrste popisa staza nalazi u BGP bazi RIB.



Kako se staza ne može odabrati na temelju prvog kriterija, jer su obje staze domaćeg porijekla, odabrana staza je AS3 - AS1 – AS5 jer je kraća.

U RIB bazi se nalazi:

- Popis neobrađenih staza koje su primljene od susjednih usmjeritelja – uzimaju se u obzir kod procesa odluke (Adj-RIBs-In)
- Popis staza s lokalnim informacijama o usmjeravanju do kojih se dolazi primjenom vlastitih pravila usmjeravanja i provođenjem procesa odluke nad popisom neobrađenih ruta (Loc-RIB)
- Popis staza koje se šalju susjednim usmjeriteljima slanjem *update* poruka (Adj-RIBs-Out)

**Zadatak 5** Navedite koje se poruke izmjenjuju između usmjeritelja BGP.

- OPEN
  - Uspostava veze (sjednice) između susjednih usmjeritelja i izmjena početnih postavki (identificiranje međusobnih mogućnosti)
- UPDATE
  - Razmjena informacija o stazama (objava novih i ukidanje zastarjelih) nakon uspostave sjednice
- KEEPALIVE
  - Održavanje sjednice između usmjeritelja, potvrda nakon poruke *open*

- NOTIFICATION
  - Obavijesti o pogreškama i zatvaranju sjednice

**Zadatak 6** Objasnite načelo upravljanja pokretljivošću u mreži UMTS te navedite protokole koji pritom sudjeluju.

Upravljanje pokretljivošću (Mobility Management, MM) uključuje sljedeće aktivnosti:

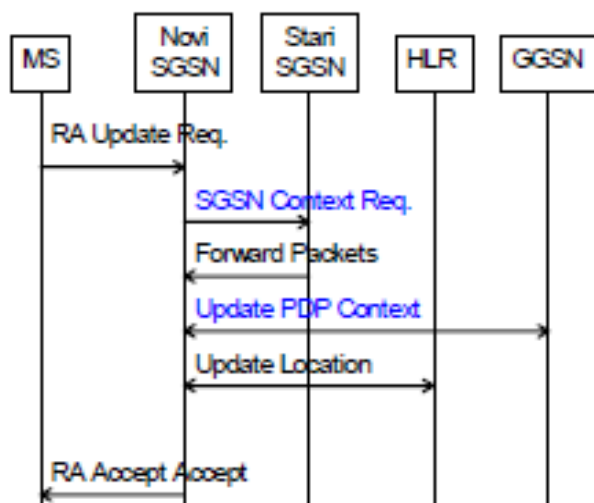
- uključivanje (attach),
- isključivanje (detach),
- ažuriranje lokacije (location update).

Uključivanje podrazumijeva pridruživanje sustavu, isključivanje izlaza iz sustava, a ažuriranje lokacije podrazumijeva ažuriranje područja usmjeravanja RA i ažuriranje ćelije. Područje usmjeravanja RA je pokriveno s jednom ili više ćelija i obuhvaća cijelo ili dio lokacijskog područja LA. Kada se MS uključi u sustav, omogućeno je slanje i primanje podataka. Postupak uključivanja pokretne postaje MS uključuje:

- informiranje mreže o zahtjevu uključivanja pokretne postaje,
- provjera identiteta pokretne postaje (EIR) i iniciranje rada za prijenos podataka,
- ukoliko SGSN nema podataka o pretplatniku, učitavanje informacija iz HLR,
- ažuriranje MSC/VLR,
- uspostava signala između pokretne postaje MS i SGSN.

Protokoli koji se pritom koriste su: SM, MM, LLC, RLC, MAC.

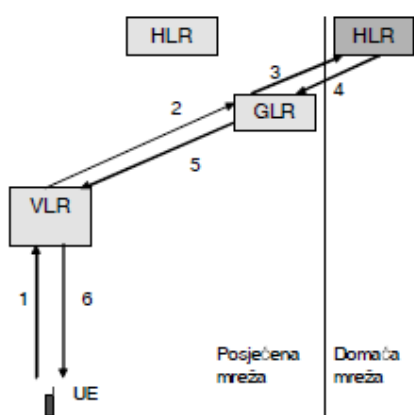
**Zadatak 7** Skicirajte i objasnite postupak ažuriranja lokacije korisnika u mreži GPRS kada pokretni korisnik prilikom kretanja ostvaruje paketsku komunikaciju. Pretpostavite da se prilikom promjene lokacije korisnika mijenja područje usmjeravanja, odnosno nadležni SGSN.



Prilikom kretanja, MS mijenja područje usmjeravanja RA i u tom slučaju je potrebno ažurirati lokaciju. Promjena područja usmjeravanja vrši se tako da MS SGSN-u šalje zahtjev za ažuriranjem lokacije (RA update request) koji sadrži oznaku ćelije i oznaku

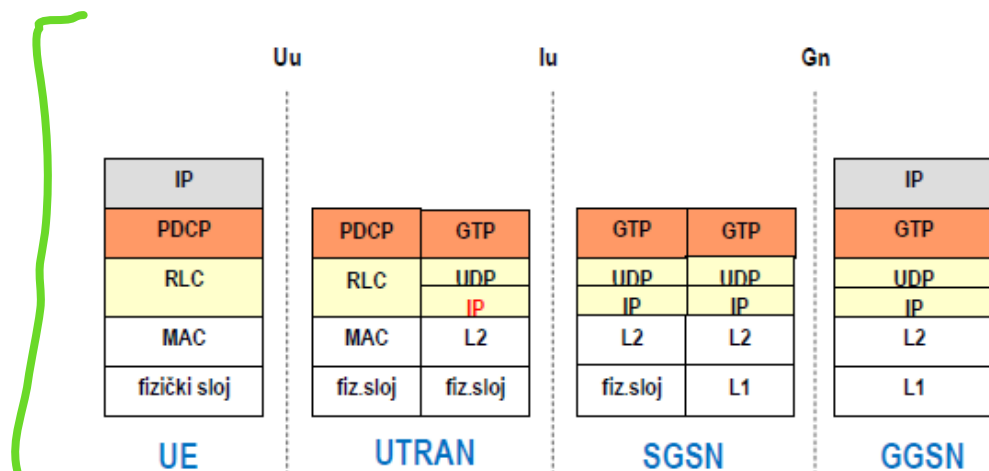
prethodne lokacije (stara RA). S obzirom da se novo područje usmjeravanja nalazi unutar različitog SGSN, u postupak ažuriranja se uključuje i GGSN. Novi SGSN šalje zahtjev starom SGSN za SGSN zapisom (SGSN context) i nakon toga stari SGSN briše sve informacije o dotičnom MS. Osim toga, stari SGSN mora poslati sve neisporučene podatke prema novom SGSN. Ažurira se nova lokacija u HLR i prebacuju informacije o pretplatniku novom SGSN. O promjeni moraju biti obaviješteni svi GGSN-ovi. Nakon toga, MS dobiva potvrdu o prihvatanju nove lokacije. Treba napomenuti da MS ne dobiva nikakvu informaciju o promjeni RA, odnosno SGSN.

**Zadatak 8** Skicirajte i objasnite postupak registracije pokretnog UMTS uređaja u posjećenoj mreži UMTS. Koji čvorovi mreže UMTS sudjeluju u procesu registracije?



GLR je lokacijska baza podataka koja sadrži privremeni zapis podataka o korisniku posjetitelju i njegovu trenutnu lokaciju (adresu VLR-a). Pri prvoj registraciji u posjećenoj mreži provodi se postupak dohvata korisničkih podataka od domaćeg HLR-a korisnika. Kao trenutna lokacija u HLR se zapisuje adresa GLR-a u posjećenoj mreži, a u GLR adresa VLR-a lokacijskog područja u kojem se korisnik trenutno nalazi.

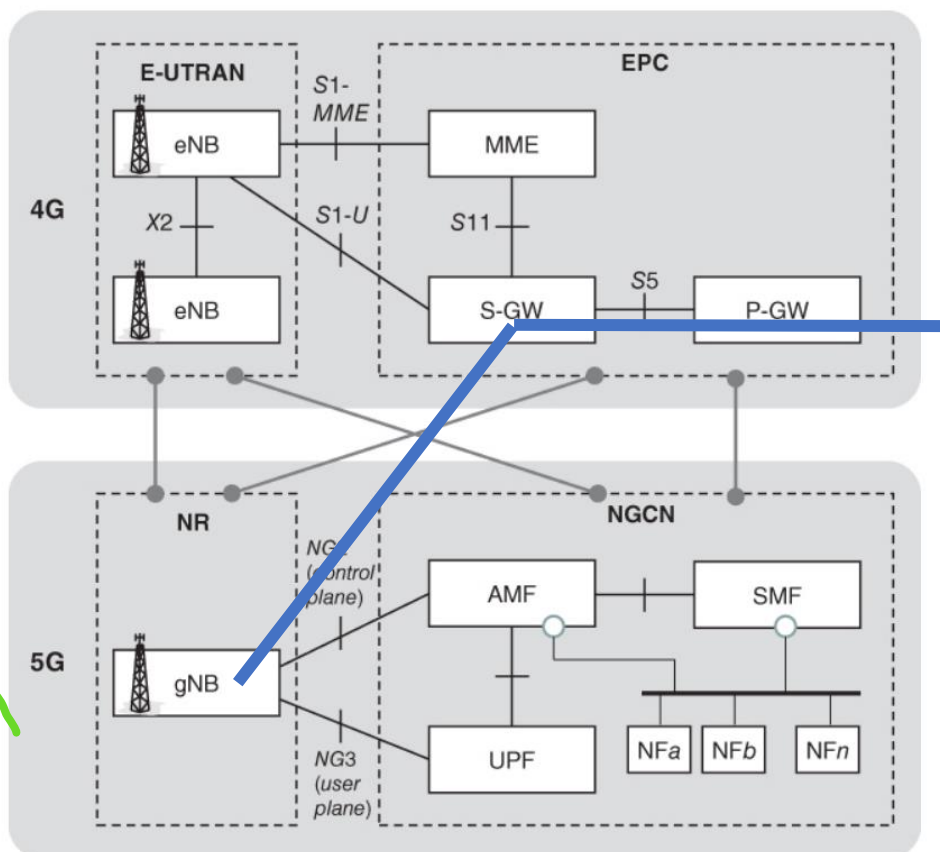
**Zadatk 9** Pokretni korisnik pristupa Internetu iz mreže UMTS. Skicirajte protokolni složaj i navedite protokole korisničke ravnine koji sudjeluju u komunikaciji UMTS korisnika s Internetom. Istaknite i objasnite funkcionalnost protokola važnih za ostvarivanje podatkovne komunikacije na relaciji UE-UTRAN te UTRAN-GGSN.



Na relaciji UE-UTRAN koriste se sljedeći protokoli: MAC (Medium Access Control) protokol zadužen je za raspoređivanje zahtjeva za kanal. Zadaća RLC (Radio Link Control) protokola je kontrola pristupa kanalu dok PDCP (Packet Data Convergence Protocol) protokol omogućava prijenos IP paketa između korisničkog terminala i radijske pristupne mreže, kompresiju i dekompresiju korisničkih podataka i zaglavlja višeg sloja te segmentiranje IP paketa u MAC/RLC blokove prikladne za radijski prijenos preko radijskog sučelja.

Na relaciji UTRAN-GGSN koristi se protokol GTP koji tunelira pakete između UTRAN-a i GGSN-a. Pritom se koristi UDP transportni protokol.

**Zadatak 10** Pokretni korisnik je spojen na pristupnu mrežu 5G. Operator pokretne mreže nije omogućio promet preko jezgrene 5G mreže (5GC), već se korisnički promet preusmjerava kroz evoluiranu paketsku jezgrenu mrežu četvrte generacije (4G). Navedite čvorove koji sudjeluju u prijenosu korisničkih podataka kroz pokretnu mrežu do Interneta.



Promet se preusmjerava od pristupne 5G mreže i čvora gNB do jezgrene 4G mreže i čvorova S-GW (uslužni prilazni čvor) i P-GW (paketski mrežni prilazni čvor) prema Internetu.