

## **Prijenos govora protokolom IP - VoIP**

### **Internetski protokoli za prijenos signalizacije (kontrolne informacije) i podataka**

#### **1. Objasnite prednosti i nedostatke korištenja VoIP - a.**

Prednosti iz perspektive korisnika:

smanjenje troškova, dodatne usluge besplatne (skraćeno biranje, preusmjerenje),  
 olaksano prenošenje pozivnog broja, jednostavnije korištenje drugih vidova  
 komunikacije, gotovo neograničena dostupnost usluge

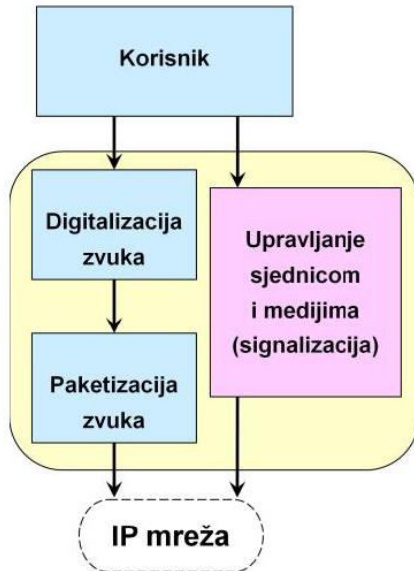
Prednosti iz perspektive poslužitelja:

smanjenje ukupnih troškova, jednostavnija instalacija i održavanje, jednostavnije  
 dodavanje/uvodjenje novih usluga

Nedostatci:

Kvaliteta usluge (kasnjenje, gubitci paketa), raspoloživost usluge (ovisno o pouzdanosti  
 mreže), nekompatibilnost VoIP sustava (nema jedinstvenog standarda), potreba stalnog  
 napajanja uređaja, upitna podrška za poziv upomoć, sigurnost (prisluskivanje)

#### **2. Skicirajte izvedbu krajnje točke u VoIP komunikaciji i opisite njen medijski i signalizacijski dio.**



Da bi se ostvarila komunikacija, prvo se moraju razmijeniti informacije o pozivu odnosno sjednici, npr o medijima, kodecima, adresama i sl. što se obavlja putem protokola SIP. SIP uspostavlja, održava i raskida poziv (sjednicu). SIP kao format koristi SDP (session description protocol)

#### **3. Objasnite uloge protokola RTP i RTCP u višemedijskoj sjednici.**

Real-time Transport Protocol (RTP)- koji pruža usluge prijenosa podataka sa stvarno-vremenskim svojstvima(audio-video) s kraja na kraj, koristeći pojedinačno ili viseodređeno razaslanje na mrežnom sloju. Definira osnovni format paketa. On je protokol aplikacijskog sloja, neovisan o protokolu transportnog sloja. RTP nije pouzdan i ne može garantirati isporuku u stvarnom vremenu.

RTP Control Protocol (RTCP)- kontrolni protokol koji nadzire kvalitetu usluge i prenosi podatke o sudionicima u tekućoj sjednici.

4. neznam

5. Pa RTP/RTCP su neovisni o transportnom sloju. Jedino sto oni cine je da ga nadopunjuju. A najcesce se oslanjaju i koriste na UDP protokol za slanje svojih mali mutavih paketica

6. identifikacija vrste tereta- polje "vrste tereta" (PT-payload type) oznacava o kojem se formatu tereta radi;

numeracija paketa- polje "broj u nizu" oznacava redosljed RTP paketa;

vremenska oznaka- sluzi za definiranje vremenske ovisnosti medija i implicitno medjuavisnosti;

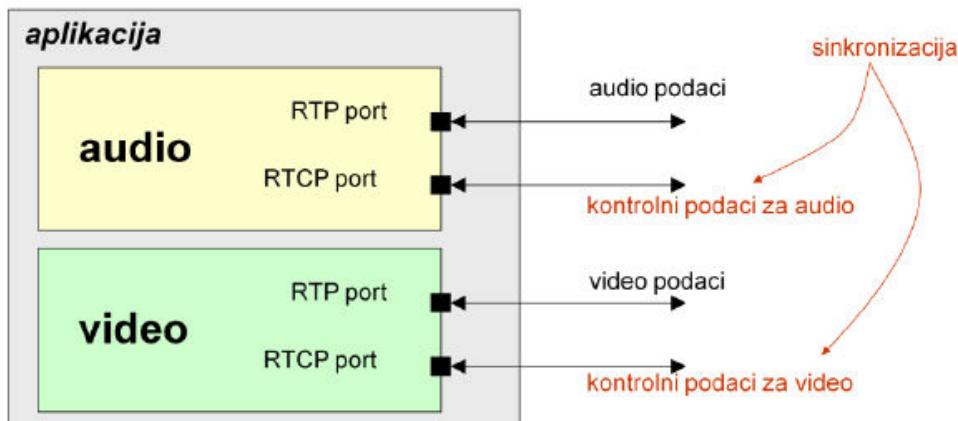
teret- nis bitova kodirane struje medija, uz dodatna zaglavlja po potrebi;

7. Posiljalatelj moze pruziti vise podataka o izvoru RTP prometa i samom prometu. Primatelji salju izvjesca o kvaliteti prijema natrag posiljalatelju.

Izvjesce primatelja- salju ga svi primatelji, sadrzi povratnu info o kvaliteti RTP paketa za svaki SSRC. U izvjescu se navodi statistika o podacima primljenim od predhodnog izvjesca (% izgubljenih paketa, kolebanje medjudolaznog vremena...)

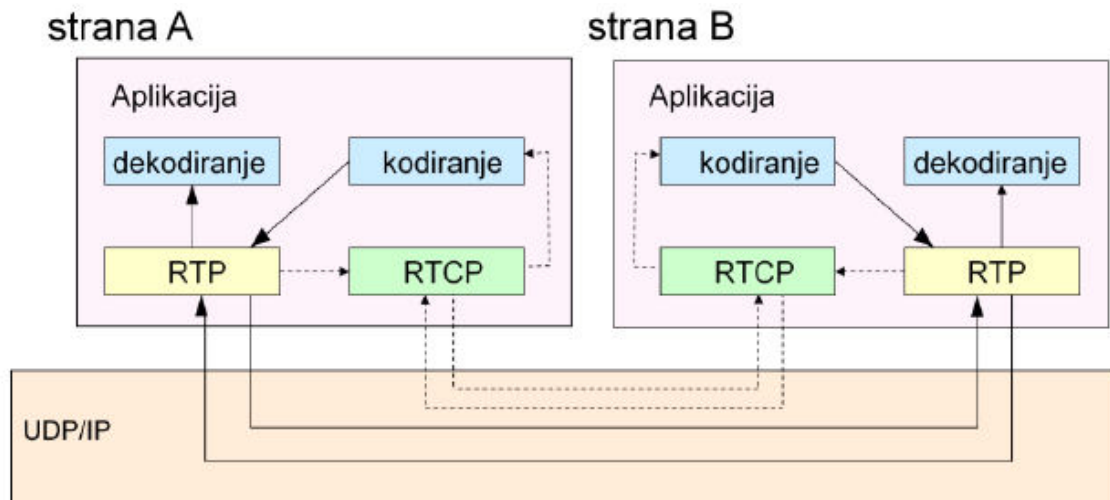
8. Oslanja se na UDP, neznam moze i TCP.

Ne postoji well-known port. Podatci o RTP sjednici (socket) saznaju se na drugi nacin- prema SDP fomratu. U visemedijskoj aplikaciji za svaki medij definira se posebna RTP sjednica.



9. Svi paketi RTP struje od istog SSRC dijele istu vremensku os. Ponovna sinkronizacija na odredistu se postize pomocu vremenskih oznaka u RTP struji podataka i podataka iz RTCP paketa

10.



Oznake:  
\_\_\_\_\_ podaci  
----- kontrola

ostalo neznam...

11. SDP specificira format za opis sjednice- format je neovisan o vrsti transporta(SAP, SIP, RTSP...). Opis sjednice SDP om je kratak, strukturiran (niz parova a3buda i vrijednosti) te u obliku čistog teksta. Podatci koji se navode u opisu: naziv i svrha; vrijeme održavanja; podatci o primanju medija(protocoli, kodeci, transportni parametri); dodatni podatci

#### Format SDPa:

niz parametara oblika <vrsta>=<vrijednost>. <vrsta> jedan znak koji označava atribut. <vrijednost> niz znakova

#### Opis sjednice sadrži redom:

-parametre sjednice(od v= do prvom m=)- vrijede za cijelu sjednicu, sve struje medija, osim ako je parametar medija izricito definiran drugacije

-parametre medija(m=)- po jedna skupina za pojedinačnu struju medija

Osnovni parametri:

v- verzija (obavezno)

o-vlasnik

s-naziv sjednice

m- naziv medija i transportna adresa

12. SIP, SAP, HTTP, e-mail+ MIME, RTSP

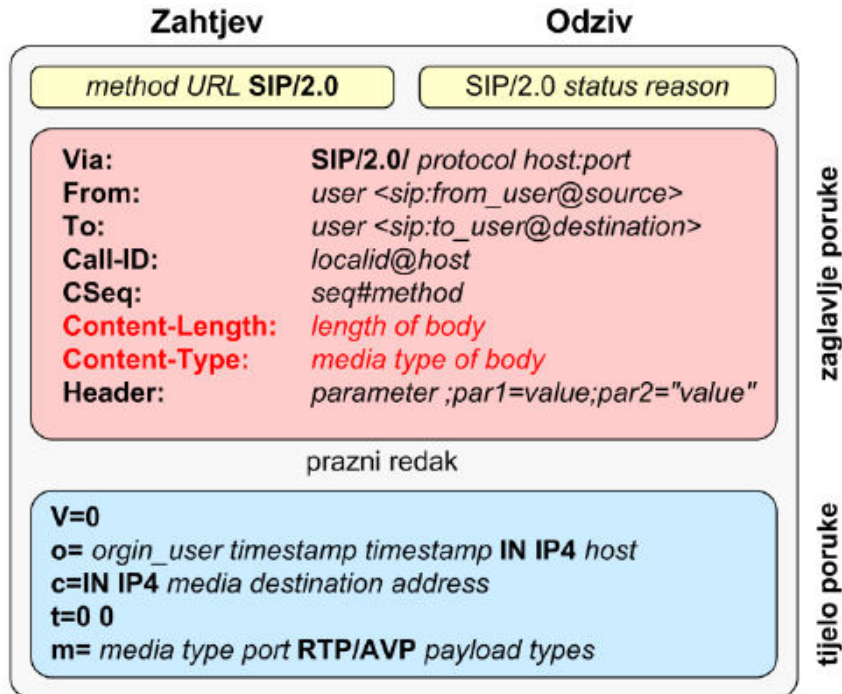
13. Izvorno nije namjenjen za pregovaranje o sadržaju. Nemože kombinirati kodeke prema ograničenjima propusnosti i mogućnostima obrade. Ne omogućuje označavanje manje odnosno više poželjnih mogućnosti. Nije dovoljno bogat za opis visemedijskih prezentacija.

14. Objava vremena održavanja (NTP timestamp) nije u skladu s drugim standardima za definiranje i uskladjivanje vremenskog rasporeda. Vremenske oznake (engl. *timestamp*)

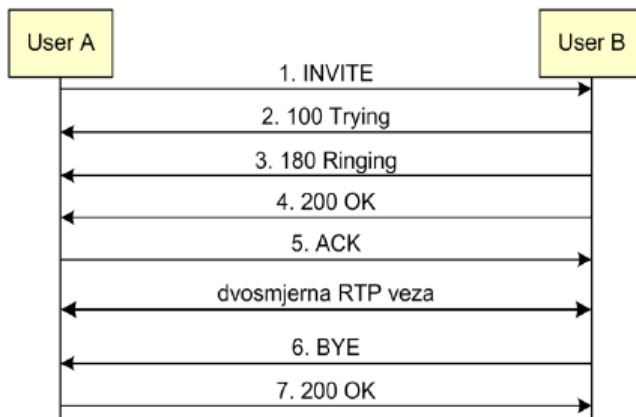
koje uvodi NTP imaju složen zapis koji nije čitljiv ljudima. Vremenske oznake (engl. *timestamp*) koje uvodi NTP imaju složen zapis koji nije čitljiv ljudima.

15. SIP je internetski protokol aplikacijskog sloja koji služi za uspostavu, promjenu i raskid sjednice između dvaju ili više sudionika.

Format:



16.



Korisnički agent na strani A započinje sjednicu slanjem poruke INVITE, te tom prilikom postavi vrijednosti zaglavlja To, From i Call-ID. Ove vrijednosti se koriste cijelo vrijeme trajanja sjednice i služe za njenu identifikaciju.

Opis sjednice sadrži tijelo poruke koje pak sadrži SDP

17. **Sip klijent**, odnosno korisnički agent- nalazi se u krajnjim točkama i on se uvijek dijeli na **2 segmenta**: korisnički agent klijent (UAC) i korisnički agent poslužitelj (UAS). UAC je odgovoran za generiranje zahtjeva, a UAS odgovara na njih.

### Sip poslužitelji:

**Registar**- entitet kojem korisnicki agenti prijavljuju trenutni položaj(IP) s ciljem ispravnog usmjeravanja zahtjeva; prihvaca REGISTER zahtjeve

**Poslužitelj preusmjeravanja**- prima odgovarajuće zahtjeve, na koje odgovara s popisom svih mogućih adresa korisnika (po registru)

**Posrednički poslužitelj**- usmjerava zahtjeve (i odgovore) do trenutnog položaja korisnika koristeći podatke iz registra; najvažnija funkcija mu je pronalazjenje korisnika i prevodjenje adresa

18. Opisano već. U trenutku nakon 5. ACK. Znaju preko SDP formata.

19.

<b>INVITE</b> sip:pgn@example.se <b>SIP/2.0</b> <b>Via:</b> SIP/2.0/UDP science.fiction.com <b>From:</b> Fingal <sip:ffl@fiction.com> <b>To:</b> Patric <sip:pgn@example.se> <b>Call-ID:</b> 1234567890@science.fiction.com <b>CSeq:</b> 1 INVITE <b>Subject:</b> Lunch at La Empenada <b>Content-Type:</b> application/sdp <b>Content-Length:</b> ...	<b>SIP/2.0 200 OK</b> <b>Via:</b> SIP/2.0/UDP sip:pgn@example.se <b>Via:</b> SIP/2.0/UDP science.fiction.com <b>From:</b> Fingal <sip:ffl@fiction.com> <b>To:</b> Patric <sip:pgn@example.se> <b>Call-ID:</b> 1234567890@science.fiction.com <b>CSeq:</b> 1 INVITE <b>Subject:</b> Lunch at La Empenada <b>Content-Type:</b> application/sdp <b>Content-Length:</b> ...
<div><div>v=0</div><div>o=</div><div>s=</div><div>c=IN IP4 128.2.3.1</div><div>t=</div><div>m=audio 5004 RTP/AVP 0 4</div><div>a=rtpmap:0 PCMU/8000</div><div>a=rtpmap:4 GSM/8000</div></div> <div>SDP</div>	<div><div>v=0</div><div>o=</div><div>s=</div><div>c=IN IP4 16.2.3.1</div><div>t=</div><div>m=audio 6004 RTP/AVP 0</div><div>a=rtpmap:0 PCMU/8000</div></div> <div>SDP</div>

20. Podpitanja redom: INVITE, ACK, OK; Tamo di pise dvosmjerni RTP; BYE, OK; SDP polja From To i Call-ID i preko Registar poslužitelja; Port se očita iz SDP formata

21. Uspostava veze kroz gateway je problematična jer je potrebno provesti prevodjenje signalizacija. Prevodjenje će biti drugacije za priključak na ISDN liniju ili na analognu liniju. Kada gateway primi INVITE zahtjev na drugoj strani (PSTN) aktivira DTMF biranje (IAM) kad je broj izbiran otvara se jednosmjerni RTP kanal prema korisniku na SIP korisničkom agentu. Bitno je uočiti da gateway ne šalje Ringing poruku jer se ona prenosi iz PSTN-a kroz otvoreni kanal. Posredstvom ovog kanala korisnik može čuti da telefon zvoni ili da je zauzet. Ako se netko javi na telefon to će biti indicirano ANM porukom iz PSTNa, što će dalje imati za posljedicu otvaranje dvosmjerne RTP komunikacije između gatewaya i SIP korisnika. Zatvaranje sesije pokreće SIP korisnik BYE porukom na što gateway proslijeđuje REL porukom prema komutacijskom cvoru. Ukratko- kvaka je u tome što čim dobijemo da zvoni telefon uspostavi se jednosmjerna RTP veza, a ako se neko javi onda nastane dvosmjerna. Gatewayevi prevode prouke između krajnjih uređaja.

Nesto složeniji slučaj jest enkapsulacija PSTN poziva u SIP te ponovo supstanje poziva u PSTN. Ova usluga se danas često može susresti, a njeni pružatelji prodaju najčešće za točno određena međunarodna odredista po manjoj cijeni nego pružatelji fiksne mreže. Logika ovakvog poziva obuhvaća enkapsulaciju signalizacije iz PSTNa u SIP zahtjeve. Ovdje može biti riječ i o prijenosu ISUP (ISDN user part) informacija tako da krajnji korisnici ne moraju biti svjesni da djelom komunikacijski put ide preko interneta.

## P2P

1. **Centralizirani**- Klijent šalje upit posebnom poslužitelju, koordinatoru, koji proslijeđuje upit u grozd računala te kreira rangiranu listu dokumenata koji sačinjavaju odgovor na upit. Indeks dokumenata je raspodjeljen, pretraživanje je raspodjeljeno u grozdu računala, no organizacija pretraživanja je centralizirana

**Decentralizirani**- 2 vrste- djelomično i potpuno decentralizirani. **Djelomično**:

Pretraživanje je i dalje centralizirano jer postoji centralizirani indeks s podacima o lokaciji datoteka, ali su resursno zahtjevne funkcije kao pohrana i razmjena datoteka decentralizirani. Pohrana i download je decentraliziran. **Potpuno**: Svi čvorovi sudjeluju u procesu pretraživanja (ne postoji centralizirani indeks), a posebno je pogodno rješenje za pronalaženje datoteka koje su replicirane na velikom broju čvorova. Ovo rješenje je skalabilno, čvorovi se po volji spajaju i odlaze iz sustava. Ne postoji posebna infrastruktura niti potreba za održavanjem sustava, a time ni jedinstvena točka ispada.

2. Web-tražilica je tipičan primjer centraliziranog raspodijeljenog sustava koji se temelji na modelu klijent-poslužitelj, a podržava veliki broj korisnika.

Prednosti- efikasnost, kratko vrijeme odgovora, relativno jednostavna organizacija indeksa, globalno rangiranje.

Nedostatci- cijena

3. Aplikacija za razmjenu datoteka Napster koristi drugačije rješenje da zadovolji veliki broj korisnika. Prednost ovog rješenja su dijeljenje resursa (svaki čvor tj. *peer* "plaća" sudjelovanje u mreži vlastitim resursima, npr. disk, mreža, datoteke) te znatno nižacija cijena infrastrukture i održavanja. No pretraživanje je i dalje centralizirano te postoji jedinstvena točka ispadanja iz sustava.

4. Svaki čvor "plaća" sudjelovanje u mreži nudeći dio vlastitih resursa (memorija, CPU, mreža) ostalim čvorovima.

5. Skalabilni su, jer su prilagođeni smanjenju i smanjenju mreže.

6. Sustavi s ravnopravnim sudionicima (*peer-to-peer*) su decentralizirani raspodijeljeni sustavi koje čini mreža računala u kojoj su svi sudionici međusobno jednaki, istovremeno vrše funkciju i poslužitelja i klijenta. DC++, BitTorrent nshit

7. Peeri čine mrežu koja je "samoorganizirajuća" i podržava dijeljenje resursa. Nastaje tzv. "prekrivajuća mreža" (*overlay network*) nad stvarnom mrežnom topologijom koja je vrlo dinamična i nestabilna, a čvorovi se po volji spajaju i odlaze iz sustava.

8. Dva peera su susjedi kada mogu komunicirati, npr. imaju otvorenu TCP konekciju za komunikaciju ili znaju adresu drugog peera. U načelu je dovoljno da peer pozna jednog susjeda te protokol za komunikaciju s tim susjedom i time postaje dio mreže P2P. No kako su ove mreže izrazito dinamične, susjedi često postaju nedostupni. Stoga je

potrebno povećavati i održavati listu poznatih susjeda, a za to svaki sustav P2P definira poseban algoritam.

9. Peerovi su međusobno neovisni. Dodavanje novih cvorova, izlazak cvora iz sustava te ispad cvora je podržano organizacijom P2P mreže i definiranim protokolima.

10. Problem pronalaska resursa u mreži peerova je osnovni problem u sustavima P2P. Resurs može biti bilo što (npr. datoteka, podatak) što se može jednoznačno identificirati jedinstvenim ključem. Kako bi pronašli resurs u mreži čvorova, treba znati vezu između ključa resursa i adrese peera koji je zadužen za resurs.

**Naivno rjesenje:** poslati upit svim peerovima u mreži (problem: moramo znati adrese svih peerova)

**Manje naivno rjesenje:** poslati upit odabranim peerovima u mreži (problem: kako odabrati peerove)

**Pametnije rjesenje:** pohraniti podatak d na odabrani peer p: dovoljno je znati adresu peera p da mu mozemo proslijediti upit; postoji algoritam koji povezuje peera p s podatkom d, a svi peerovi u mreži znaju taj algoritam; isti algoritam se koristi pri pohranjivanju i traženju podataka

11. Mrežna topologija nema definiranu strukturu (manje naivno rj). Mrežu peerova cini slucajan graf, npr peer poznaje svoja 4 susjeda i preko njih pretrazuje cijelu mrežu.

12. Mrežna topologija je definirana i ima posebnu strukturu. Podatku d mozemo pridjeliti kljuc k. Podatak d je pohranjen na peeru koji je zaduzen za kljuc k, a ne na peeru koji ga kreira

13. Strukturirani sustav

14. Algoritmi usmjeravanja temelje se na načelu **preplavlivanja**. Preplavljuju se svi susjedni čvorovi upitom "q", a svaki upit ima jedinstveni identifikator radi sprječavanja ponovljenog preplavlivanja istim upitom.

Osnovno nacelo: proslijedi upit svim susjedima osim onome od koga si upit primio.

Duplikati se ignoriraju jer upit "q" ima jedinstven identifikacijski broj koji služi za sprječavanje ponovljenog preplavlivanja susjeda

15. Jednostavnost- jednostavan protokol za pronalazenje podataka

Robusnotst- ne postoji jedna tocka ispada

Niska cijena objavljivanja novog podatka

Velika cijena prilikom pretrazivanja- nescalabilno rjesenje

Dobro rjesenje za pronalazenje podataka koji su replicirani na velikom broju peerova

16. Cijena pohranjivanja- 2 poruke

a) Cijena pretrazivanja-  $9 + 1$  povratna od cvora1

b) Cijena pretrazivanja-  $4 + 1$  povratna od cvora1

c) Ne moze se garantirati. Vjerojatnost povecemo sa povecanjem TTL-a i brojem peerova kojima saljemo upit

17. Za podatak d svaki peer moze izracunati kljuc k. Za dani kljuc k pronaci peera p koji je zaduzen za prostor kljuceva u koji spada k. Mreža peerova implementira metodu lookup(k) koja vraća identifikator peera za dani kljuc k. Metoda lookup(k) je implementirana raspodjeljeno, ako peer nezna odgovor na upit, zna ga usmjeriti prema peeru s odgovorom. Za pohranjivanje podatka pronalazimo nadležnog peera i

prosljedjujemo mu podatak. Prilikom pretraživanja pronalazimo nadležnog peera i prosljedjujemo mu upit koji opet sadrži podatak koji tražimo.

18. Promet koji generiraju strukturirani sustavi za pretraživanje je daleko manji od prometa koji generiraju nestrukturirani sustavi (poplavljanje), dok promet za pohranjivanje je manji kod nestrukturiranih sustava.

19. Skalabilno pretraživanje imaju strukturirani sustavi jer vezu između peerova i podataka čine ključevi. Komplexnost-  $O(\log n)$ ,  $n$  je broj peerova u mreži.

20. Ping- objavi dostupnost za ostale

Pong- odgovori na ping

Query- zahtjev pretraživanja

QueryHit- Odgovor na zahtjev od peerova koji imaju file

Push- download zahtjev

21. DHT- raspodjeljena hash tablica (na više čvorova). Svaki peerodržava dio globalnog DHT-a, odgovoran je za podskup ključeva ki njima pridruženih podataka d.

22. Pretpostavimo da imamo konačan broj ključeva (broj bitova za njihovo kodiranje je ograničen), a time i čvorova u mreži. Svi mogući ključevi čine adresni prostor ključeva, a prikazujemo ih prstenom poznatim pod nazivom Chordov prsten. Čvorovima i podacima pridjeljujemo ključeve koristeći 2 različite funkcije  $H_1$  i  $H_2$ . Te funkcije osiguravaju da 2 različita čvora tj. podatka ne mogu dobiti isti identifikator. Podaci se pohranjuju na čvorovima s istim ključem ako takvi čvorovi postoje u mreži. U suprotnom se pohranjuju na prvom sljedećem čvoru, tj. na prvom čvoru s većim ključem koji se nalazi u smjeru kazaljke na prstenu.

23.

$5 + 2^0 = 6 \rightarrow$  cvor 6

$5 + 2^1 = 7 \rightarrow$  cvor 10

$5 + 2^2 = 9 \rightarrow$  cvor 10

$5 + 2^3 = 13 \rightarrow$  cvor 15

24.  $2 \rightarrow 10 \rightarrow 15$

Cvor 2 će prema svojoj tablici poslat cvoru 10 (jer je najbliži broju 13), a 10 će poslat cvoru 15 (jer je najbliži za 13). Podatak ostaje na cvoru 15 jer je on zadužen za  $H(d)=13$ .

25.  $0 \rightarrow 10 \rightarrow 15$  Cijena- 3 koraka