



Zoran Tripalo

Željko Solari  
Štambuk

Stipan Lerotić



Vladimir Marčić

**Zoran Tripalo, Željko Solari Štambuk,  
Stipan Lerotić, Vladimir Marčić**

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska  
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

#### ***Ključne riječi:***

**Protokol H.323  
Prijenos govora putem  
Internet  
protokola, VoIP  
Pristupnik  
Upravnik**

#### ***Key words:***

**H.323 Protocol  
Voice over  
Internet  
Protocol, VoIP  
Gateway  
Gatekeeper**

## **1 Uvod**

Dugi niz godina telekomunikacijske mreže korištene za uspostavu telefonskih poziva se, u osnovi, temelje na istoj tehnologiji – prospajanju ili komutaciji kanala. Naravno, za to postoji dobar razlog. Sve do sedamdesetih godina prošloga stoljeća, jedini promet u telekomunikacijskim mrežama bio je govorni promet – klasična telefonija. Zahtjevi koje ta usluga nameće rezultirali su rješenjem u kojem je prijenos govora bio zasnovan na prospajanju fizičkog puta (kanala) kroz telekomunikacijsku mrežu i stvaranju veze stalne pojasne širine između dva telefona za vrijeme trajanja poziva.

Pojavom računala pojavila se i potreba za njihovim povezivanjem i razmjenom podataka. Nastaju podatkovne mreže i, konačno, Internet. Dok je sam Internet temeljen na paketnom prijenosu, pristup Internetu, bilo pojedinaca, bilo kompanija, se zbog velike razgranatosti mreža s prospaja-

# Protokol H.323

## ***Sažetak***

Standardizirani okvir H.323 predstavlja skup ITU-T preporuka koje opisuju globalnu arhitekturu, mrežne elemente, signalizacijske protokole i procedure za višemedijske konferencijske sustave preko paketnih mreža, kao i njihovu integraciju s mrežama s prospajanjem kanala. Kao prvo standardizirano rješenje za prijenos govora putem Internet protokola (*VoIP – Voice Over Internet Protocol*), protokol H.323 je ubrzo preuzeo značajan dio toga tržišta. Zbog toga se i danas, u modernim IP softswitch rješenjima, zahtijeva podrška protokola H.323.

Institut za telekomunikacije u Ericssonu Nikoli Tesli je razvojem H.323 pristupnika u okviru EIN 3.1 projekta uvelike pridonio revitalizaciji dijela Ericssonovog portfelja u području rješenja za fiksne mreže.

## ***Protocol H.323***

### ***Abstract***

The H.323 framework is represented by a set of ITU-T recommendations defining global architecture, network elements, signalling protocols and procedures required for packet based multimedia conferencing systems. In addition, it describes the integration of H.323 networks with circuit switched networks. As the first standardized solution in this segment, H.323 has moved VoIP (Voice over Internet Protocol) communication away from proprietary solutions and has taken a large VoIP market share. This, even today, results in high demand for H.323 protocol support in modern IP softswitch solutions.

Ericsson Nikola Tesla's Research & Development Center has played a major role in the development of H.323 gateway solution within the EIN 3.1 project, thereby revitalizing the fixed network part of Ericsson's portfolio.

njem kanala, u velikoj mjeri temeljio na postojećim telekomunikacijskim mrežama i korištenju modema. Uz stalno povećavanje brzine pristupa, takvo rješenje je funkcioniralo relativno dobro dok eksplozija Interneta nije dramatično povećala podatkovni promet. Rješenje se nametalo u obliku nove digitalne paketne mreže i odvajanju podatkovnog prometa od mreže s prospajanjem kanala koja bi ostala rezervirana za prijenos govora.

Postojanje odvojenih mreža za prijenos govora i podataka bio je dodatni poticaj razmatranju temeljnih razlika između njih. Jedna od bitnih razlika je i način tarifiranja korištenja Internet veze i telefonskih razgovora. Dok u cijeni korištenje Internet veze komponenta udaljenosti nije bitna, u slučaju klasične telefonije, ona igra jako važnu ulogu. Upravo taj ekonomski aspekt je bio ključan za revoluciju koja se trenutno događa u telekomunikacijskoj industriji, a u kojoj se govor i podaci ponovno susreću, ali ovaj put u paketnim IP

mrežama. Tehnologija prijenosa govora paketnim mrežama naziva se i Internet telefonijom (*Internet Telephony*). Njena snaga je u rasprostranjenosti i popularnosti protokola IP i eksploziji Interneta koji je temeljen na tom protokolu. Brzi napredak tehnologije i izgradnja jakih IP okosnica uvodi IP tehnologiju u svijet govornih komunikacija.

S ekonomskoga gledišta, prijenos govora paketnim mrežama je dao priliku novim telekomunikacijskim igračima da se, pružanjem usluge uspostave međunarodnih poziva korištenjem Interneta, uključe u tržišnu utakmicu. Ovakva usluga je, zbog korištenja VoIP mreža, oslobođena stotina bilateralnih sporazuma između operatora javnih komutiranih telefonskih mreža (PSTN – *Public Switched Telephone Network*). Osim toga, paketne mreže su programski upravljane i njihova konfiguracija je mnogo fleksibilnija od tradicionalnih PSTN mreža.

Unatoč činjenici da takvo korištenje VoIP tehnologije danas prevladava, njen značaj nije samo u omogućavanju jeftinijih poziva nego novih usluga koje se uvode brže i lakše nego u slučaju tradicionalne telefonije. Uz to, korisnička baza se, kao i sama mreža, širi brže i uz veću troškovnu učinkovitost nego u slučaju tradicionalne PSTN mreže. Uz pojavu novih igrača, i ove činjenice potiču postojeće telekomunikacijske operatore i davatelje usluga na migraciju prema VoIP tehnologiji.

Kako uspostava i raskidanje poziva spada u najvažnije funkcije u telekomunikacijskoj mreži, signalizacija je, od samog početka, bila jedno od ključnih područja VoIP tehnologija. U prošlosti su u razvoj signalizacijskih protokola korištenih u javnim telefonskim mrežama s komutacijom kanala (PSTN mreže) uloženi značajni naponi. Ti protokoli, poput protokola ISUP i Q.931, su definirani u većem broju detaljnih specifikacija. To su protokoli koje su razvile i promovirale razne standardizacijske organizacije. Slični naponi se zadnjih desetak godina ulažu u definiranje VoIP signalizacijskih protokola. Do današnjega dana, prijenos govora preko Internet protokola je prošao kroz tri evolucijske faze:

- predkomercijalna (1980. – 1995.)
- računalno orijentirana (1995. – 1998.)
- potpuno komercijalna (1998. do danas).

Predkomercijalna faza je obilježena znanstvenim aktivnostima na različitim sveučilištima i znanstvenim organizacijama vezanim uz razvoj Interneta. Primarni zadatak je bila uspostava audio i video konferencije preko Interneta, tako da je u ovoj fazi povezivanje s PSTN mrežama bilo zanemareno. Većinu posla su koordinirale dvije radne skupine u organizaciji Internet Engineering Task Force (IETF), standardizacijskom tijelu za Internet protokole. Radna skupina za prijenos audio i video tokova (AVT – *Audio/Video Transport*) je definirala protokol za prijenos u stvarnom vremenu (RTP – *Real time Transport Protocol*). Radna skupina za upravljanje višemedijskim konferencijskim sesijama (MMUSIC – *Multiparty Multimedia Session Control*) je razvila obitelj protokola za ostvarenje višemedijskih konferencija preko Interneta, uključujući protokol za pokretanje sesije (SIP – *Session Ini-*

*tiation Protocol*). Protokol SIP je prošao mnoge izmjene prije nego što ga je u ožujku 1999. godine organizacija IETF predložila kao standard.

Računalno orijentirana faza je započela početkom 1995. pojavom komercijalnih VoIP programskih aplikacija. Ti proizvodi su omogućavali uspostavu poziva preko Interneta između dva višemedijska osobna računala. Sva «pamet», signalizacija i upravljačke funkcije, su bili smješteni na osobnom računalu. Prvotno je kvaliteta komunikacije bila nedovoljna, ali je sam princip privukao veliku pažnju javnosti uspostavljajući prvo područje VoIP primjene: komunikaciju između osobnih računala. Zbog nepostojanja standardiziranog signalizacijskog protokola, svaka VoIP aplikacija je bila zasnovana na nestandardnom (vlasničkom) signalizacijskom protokolu, što je onemogućavalo interoperabilnost različitih proizvođača i ograničavalo mogućnosti korištenja usluge.

Organizacija *International Telecommunication Union* (ITU) je odgovorila tom izazovu započevši u svibnju 1995. godine rad na standardizaciji VoIP signalizacijskog protokola. U lipnju 1996. Studijska grupa 16 telekomunikacijskog standardizacijskog sektora organizacije ITU (ITU-T) objavljuje prvu verziju protokola H.323 kao standarda za videokonferencije u stvarnom vremenu ostvarene preko lokalnih mreža bez garancije kvalitete usluge (QoS – *Quality of Service*). Već do kraja 1996. protokol H.323 je postao signalizacijski protokol većine videokonferencijskih programskih aplikacija.

Osim što je omogućio međusobnu komunikaciju različitih VoIP proizvoda i preuzeo tržište prvotnih nestandardnih rješenja, H.323 je postao ključni protokol koji je omogućio uzlet VoIP tehnologije u sljedećoj fazi koja započinje početkom 1998. godine.

Tada je izbjegavanje skupe PSTN mreže s vremenski i daljinski ovisnim tarifiranjem (*toll bypass*) i uspostava međunarodnih poziva korištenjem VoIP tehnologije ocijenjeno kao jedan od glavnih poticaja njenom globalnom prihvaćanju. Također, velik broj PSTN korisnika je dodatno podcrtao potrebu za spajanjem PSTN i IP mreža. To je jedan od razloga da je H.323 pristupnik sastavni dio H.323 arhitekture od samoga početka i da protokol H.323 stalno unaprjeđuje podršku za integraciju s PSTN mrežama. Točnost gornje procjene se očitovala u velikoj potražnji za H.323 pristupnicima, koji omogućuju prijelaz iz PSTN mreže u IP mrežu i obratno, i u naglom uzletu VoIP tehnologije. U ovom razdoblju su se pojavili i novi standardi i arhitekture od kojih su neke, poput protokola SIP i MEGACO (MEGACO – *Media Gateway Control*) arhitekture, i zaživjele.

VoIP je postao vrlo uspješna tehnologija za prijenos govora, o čemu svjedoči brzi rast tržišta računalnih telefonskih proizvoda. No, osim signalizacijskog protokola koji osigurava brzu i pouzdanu uspostavu i raskidanje poziva, i neki drugi aspekti igraju važnu ulogu. Kvaliteta i dostupnost usluge koju pruža PSTN mreža predstavljala velik izazov, a usporediva/slična razina se očekuje od svake nove mreže, pa tako i od VoIP mreže.

VoIP tehnologija na taj izazov odgovara korištenjem algoritama kodiranja visoke razine sažimanja koji zadržavaju zadovoljavajuću kvalitetu govora potrebnu za razgovijetnu i ugodnu komunikaciju. Pored toga, povećanje pojasne širine u pristupnim mrežama omogućuje postizanje kvalitete govora jednake PSTN usluzi pri komunikaciji VoIP pretplatnika s PSTN pretplatnikom, ili čak i bolje pri komunikaciji između VoIP pretplatnika.

Kako bi omogućili što bolju kvalitetu usluge, radne skupine standardizacijskih tijela, primjerice Diffserv (IETF), razvile su mehanizme osiguranja kvalitete usluge kojima se kasnije nastalo u paketnoj mreži smanjuje. IETF je razvio protokol MPLS kao podršku mehanizmima osiguranja kvalitete usluge. Pouzdana, robusna i stabilna hardverska platforma je još jedan od preduvjeta za visoko kvalitetno tržišno VoIP rješenje.

Činjenica je da VoIP tehnologija dobiva sve veći dio kolača, ali je isto tako činjenica da će VoIP i tradicionalna telefonija još dugo živjeti zajedno. Zbog toga je mogućnost povezivanja VoIP i PSTN mreža jedan od važnijih zahtjeva svakog telekomunikacijskog operatora, a VoIP pristupnici su vrlo traženi na tržištu. Ericssonov Telephony Softswitch (EIN 3.1) u potpunosti zadovoljava zahtjeve tržišta za H.323 pristupnikom vrhunskih mogućnosti.

## 2 Pregled protokola H.323

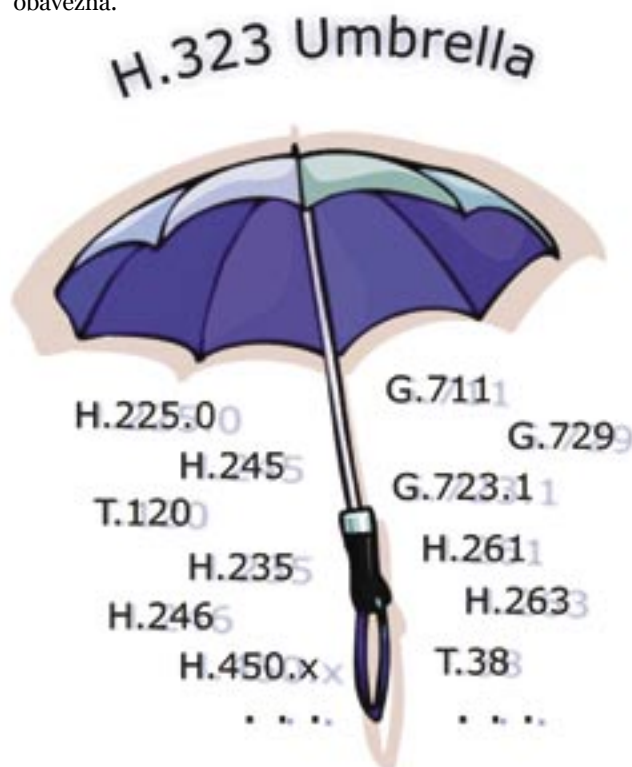
Kao što smo već spomenuli u uvodu, jedan od elemenata jako bitnih za uspjeh VoIP tehnologije bilo je standardiziranje. Usvajanje specifikacija za signalizacijske protokole i algoritme sažimanja audio i video signala omogućilo je komunikaciju između terminala različitih proizvođača. U uvodnom dijelu članka smo naveli razloge zbog kojih je protokol H.323, jedan od ključnih elemenata i zasigurno ključni protokol u razvoju VoIP tehnologije. Njegovu ulogu i prihvaćenost u VoIP svijetu odlično ilustrira podatak da je 2003. godine preko 90% sveukupnog VoIP prometa u javnim mrežama, koji se već tada mjerio u milijardama minuta mjesečno, bilo ostvareno korištenjem protokola H.323.

### 2.1 Krovna preporuka

Budući da se protokol definira kao skup potpuno određenih poruka od kojih svaka ima jasno značenje i pravila koja određuju dopušten način uporabe, nazivati H.323 protokolom nije sasvim točno. Unatoč tomu, takva praksa je zbog jednostavnosti uvriježena. H.323 je, zapravo, standardizirani okvir (*framework*) za višemedijsku komunikaciju i višestrane konferencije u stvarnom vremenu preko paketnih mreža, definiran kroz krovnu preporuku (*umbrella recommendation*) H.323 koja se poziva na brojne druge ITU-T preporuke (Sl. 1). Skup preporuka H.323 je izrastao iz rada organizacije ITU-T na video telefoniji i višemedijskim konferencijama. Nakon završetka rada na standardizaciji video telefonije za ISDN pristup do 2 Mbita/s u obliku H.320 standarda, ITU-T se usmjerio na sličnu višemedijsku komunikaciju preko

ATM mreža (H.310, H.321), preko analognih PSTN mreža uz uporabu modema (H.324), kao i preko lokalnih mreža koje osiguravaju kvalitetu usluge (H.322). Najšire zastupljena i najbolje prihvaćena mrežna infrastruktura – lokalna mreža (LAN – *Local Area Network*) s protokolom IP na mrežnom sloju - došla je u centar pažnje ITU-T organizacije početkom 1995. godine. Primarni cilj je bio povezivanje višemedijske opreme na LAN mrežama s već postojećom bazom na mrežama s komutacijom kanala. Prvotno su u fokusu bile lokalne mreže, jer mehanizmi osiguranja kvalitete usluge za IP temeljene globalne mreže poput Interneta, nisu bili definirani niti uspostavljeni u tom trenutku. Korištenje protokola H.323 preko Interneta je već tijekom 1996. eksplicitno uključeno u sadržaj preporuke, a temelji za H.323, kao VoIP protokol, su bili postavljeni.

Puni naziv H.323 preporuke je ITU-T *Recommendation H.323: Packet-based multimedia communications systems*. Ova preporuka opisuje globalnu arhitekturu, elemente, protokole i procedure za višemedijske konferencijske sustave preko paketnih mreža i njihovu integraciju s mrežama s komutacijom kanala. H.323 nije ograničen samo na IP mreže već se može koristiti i na IPX i ATM mrežama. H.323 se primjenjuje od lokalnih mreža, za koje je prvotno i bio namijenjen, do široko-područnih mreža (WAN – *Wide Area Network*). Sam H.323 okvir pruža brojne mogućnosti komunikacije, od isključivo govorne komunikacije (telefonija) preko govorne i video komunikacije (video telefonija) ili govorne i podatkovne, pa sve do govorne, video i podatkovne komunikacije. Podrška za govornu komunikaciju je obavezna, dok je ona za podatkovnu i video komunikaciju moguća, ali nije obavezna.



Slika 1. H.323 krovna (umbrella) preporuka

Iako H.323 okvir uključuje pedesetak preporuka, preporuke H.225.0 i H.245, koje definiraju glavne signalizacijske protokole, čine, uz preporuku H.323, njegovu jezgru. Preporuka H.225.0 opisuje protokol za uspostavljanje poziva (H.225.0 – CS) i protokol RAS (*Registration, Admission and Status*, H.225.0 – RAS) dok preporuka H.245 definira protokol za upravljanje višemedijskom komunikacijom. Bitan dokument u implementaciji H.323 aplikacija je i Vodič za implementaciju (H.323 *Series Implementers Guide*), koji se ažurira svakih 9 mjeseci, a dodatno pojašnjava neke aspekte i donosi ispravke.

Kako su brzi standardizacijski proces i integracija s postojećom bazom PSTN korisnika bili glavni ciljevi od samih početaka razvoja H.323, neki postojeći protokoli, kao što su RTP (*Real Time Transport Protocol*) i RTCP (*Real Time Transport Control Protocol*), su iskorišteni uz minimalne izmjene. Drugi, poput H.225.0 – CS i H.245 su «posuđeni» od H.320, dok su neki, primjerice H.225.0 – RAS, definirani od nule.

Kako je H.323 prvotno zamišljen kao protokol za višestrane višemedijske konferencije preko paketnih mreža, on pruža širok spektar mogućnosti i, shodno tome, prilično je složen. Sve te mogućnosti protokola H.323 nisu nužne za pružanje klasičnih telefonskih usluga. Stoga je organizacija ETSI, u sklopu projekta TIPHON, definirala telefonski profil za H.323 i kroz njega izdvojila dijelove protokola nužne za IP telefoniju. Cilj projekta TIPHON je osiguravanje komunikacije korisnika u IP mrežama s korisnicima u mrežama s komutacijom kanala, poput PSTN, ISDN ili GSM mreža.

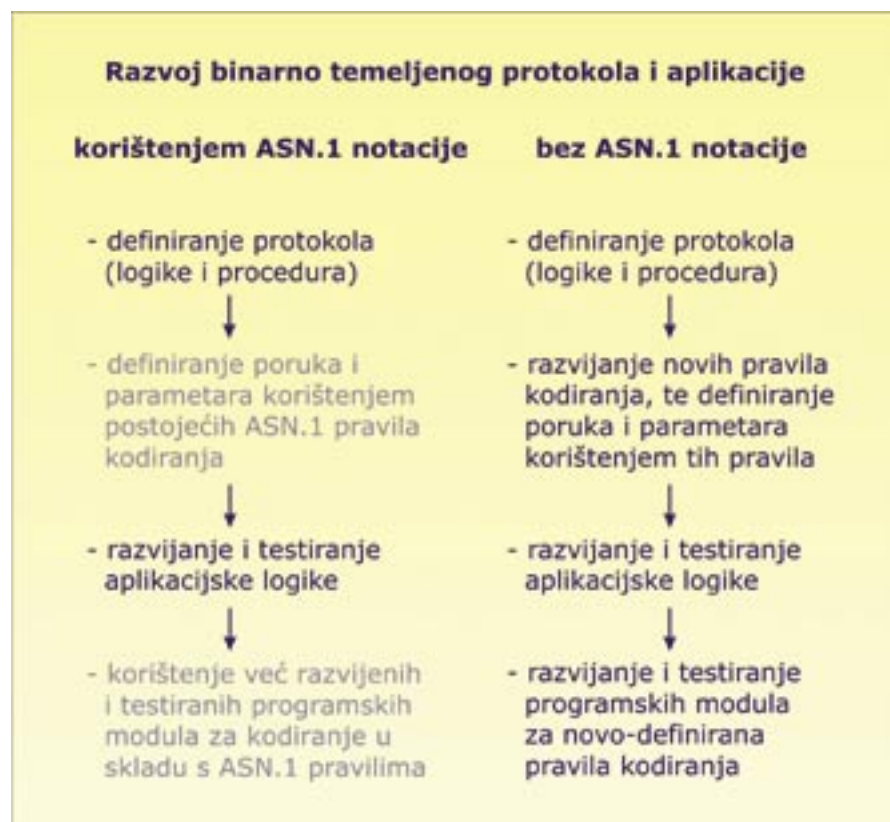
Osim projekta TIPHON, vrijedi spomenuti i neprofitnu organizaciju IMTC koja okuplja više od 150 proizvođača, a čiji je cilj provjera i potvrda mogućnosti međudjelovanja (*interoperability*) proizvoda i usluga. IMTC, preko svoje VoIP grupe, izdaje preporuke i vodiče za implementaciju, između ostalih i za protokol H.323, kako bi se osiguralo uspješno međudjelovanje implementacija različitih proizvođača.

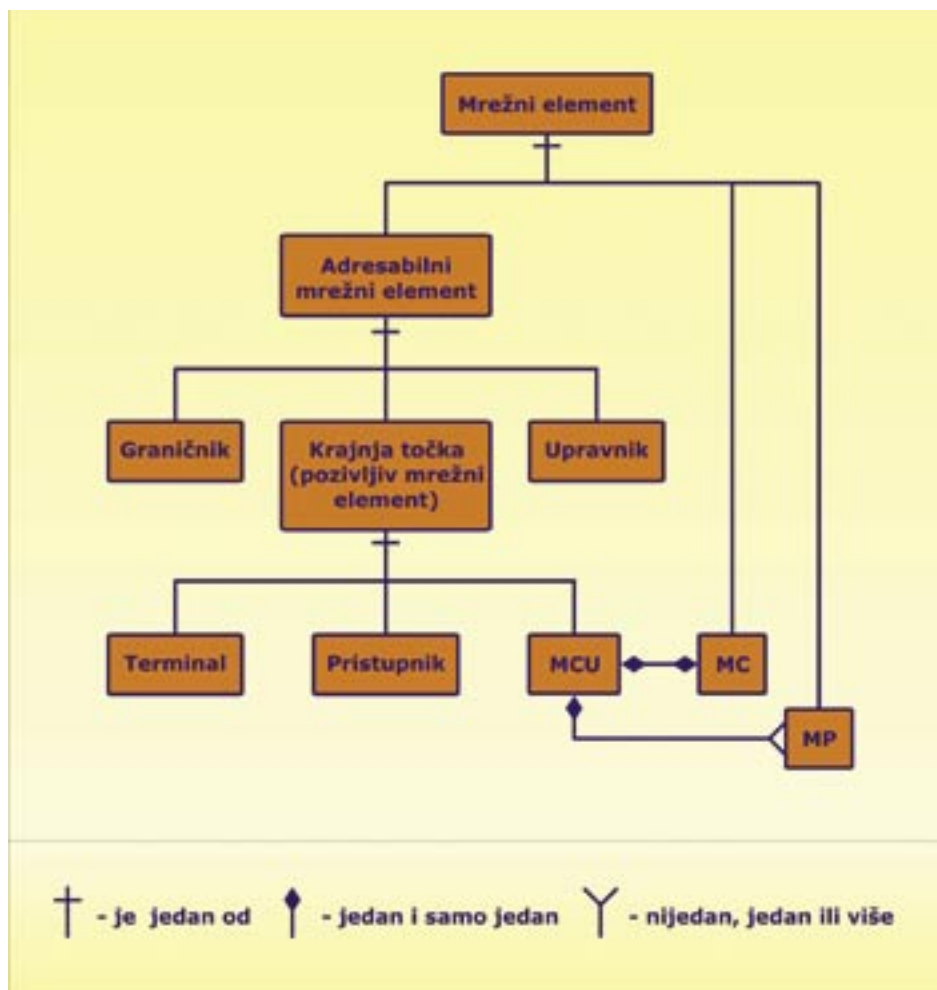
Glede integracije s postojećim PSTN mrežama, novije verzije H.323 skupa standarda, uz stalna poboljšanja, uključuju i detaljno definirane dodatne usluge po uzoru na one iz PSTN svijeta. ITU-T Studijska grupa 16 stalno proširuje seriju H.450.x preporuka u svrhu podrške dodatnih usluga preko IP mreža.

Jedna od osnovnih podjela protokola je na tekstualno i binarno temeljene. Kod tekstualno temeljenih protokola, poruka se sastoji od niza linija ASCII kodiranog teksta dok se kod binarno temeljenih, ona sastoji od niza okteta ili bitova. Jedan od češćih pristupa u definiciji binarnih protokola je uporaba apstraktne notacije čije kodiranje je neovisno o protokolu koji je koristi. Velika prednost ovakvog pristupa je što ubrzava razvoj protokola eliminiranjem potrebe za definiranjem poruka i parametara na razini okteta i bitova. Osim toga, takav pristup omogućuje i brži razvoj aplikacija budući da je aplikacijski kod potpuno neovisan o kodu koji obavlja kodiranje/dekodiranje binarnog niza (*Sl. 2.*)

Protokoli iz H.323 obitelji su binarno temeljeni i za definiciju poruka koriste apstraktnu notaciju ASN.1 (*Abstract Syntax Notation 1*). ASN.1 notacija je međunarodno standardizirana notacija neovisna o proizvođaču, platformi i programskom

**Slika 2. Usporedba razvoja binarno temeljenih protokola u ovisnosti o korištenju notaciji**





Slika 3. Logički odnosi i definicije elemenata H.323 mreže

jeziku, a razvila ju je i, kroz nekoliko preporuka (X.680 – X.684), definirala organizacija ITU-T. Ovom notacijom se složene strukture podataka opisuju visokom razinom apstrakcije. ASN.1 pravila kodiranja čine skup pravila za pretvaranje podataka definiranih kroz ASN.1 notaciju u standardni format koji se može dekodirati na bilo kojem sistemu koji ima dekodirani temeljen na istom skupu pravila. Obitelj protokola H.323 koristi skup pravila za kompaktno binarno kodiranje, optimizirano u pogledu što manjeg korištenja pojasne širine (PER - *Packed Encoding Rules*).

## 2.2 H.323 arhitektura

H.323 preporuka pokriva tehničke zahtjeve za govornu, video i podatkovnu komunikaciju preko paketnih mreža i za povezivanje s mrežama temeljenim na prospajanju kanala (PSTN/ISDN/GSM za govornu komunikaciju i ISDN za video telefoniju), ali i definira arhitekturu H.323 mreže. Glavni elementi u H.323 mrežama su:

- H.323 terminal
- H.323 pristupnik (*gateway*)
- H.323 upravnik (*gatekeeper*)
- jedinica za upravljanje višestranim konferencijama (MCU – *Multipoint Control Unit*)
- H.323 graničnik (*border element*).

Na Slici 3. su prikazani mrežni, funkcijski i logički elementi koje definira H.323 standard te njihovi međusobni odnosi.

H.323 terminal je osnovni i obavezni element H.323 mreže. Načelno, funkcioniranje H.323 mreže koja se sastoji samo od H.323 terminala je moguće jer je moguće uspostaviti izravnu komunikaciju dva terminala bez pomoći drugih elemenata H.323 mreže. Inače, H.323 terminal može biti implementiran kao programska aplikacija na osobnom računaru, ali i kao samostalan uređaj kao što je telefon. Tipičan predstavnik H.323 terminala je Microsoftov NetMeeting koji dolazi uz Windowse (gotovo sve njegove inačice) ili Gnome-Meeting za Linux.

H.323 terminal je mrežni element koji omogućuje dvosmjernu govornu, video ili podatkovnu komunikaciju s drugim terminalom u stvarnom vremenu. Osim komunikacije s drugim terminalom, H.323 terminal može komunicirati i s H.323 pristupnikom ili s jedinicom za upravljanje višestranom konferencijom. Medijsku komunikaciju s pristupnikom, MCU jedinicom i drugim terminalima, H.323 terminal ostvaruje izmjenjujući s njima poruke protokola za upravljanje pozivom (H.225.0 – CS) i protokola H.245, dok se s upravnikom, osim tih poruka, izmjenjuju i H.225.0 – RAS poruke.

H.323 pristupnik je element u lokalnoj mreži koji omogućuje dvosmjernu višemedijsku komunikaciju H.323 terminala, H.323 pristupnika ili MCU jedinice s ITU-T terminalom u mreži s prospajanjem kanala (SCN – *Switched Circuit Network*), uskopojasnoj ili širokopojasnoj ISDN mreži (N-

Pristupnik nije obavezan element H.323 mreže. Primjerice, ako se komunikacija ostvaruje isključivo unutar H.323 mreže tada je pristupnik nepotreban. Funkcija H.323 pristupnika je prevođenje signalizacijskih protokola, načina prijenosa, komunikacijskih procedura i načina kodiranja. Na taj način H.323 pristupnik omogućava međusobnu komunikaciju korisnika različitih tehnologija.

Primjerice, pristupnik prema PSTN mrežama (Sl. 4.) se može razložiti na sljedeće glavne funkcijske elemente:

#### **Funkcija PSTN terminala**

Ova funkcija uključuje PSTN signalizacijsko sučelje kojim završava PSTN signalizacija (poput ISUP signalizacije) i PSTN medijsko sučelje kojim završava medijski tok u obliku G.711 kodiranog govora.

#### **Funkcija H.323 terminala**

Ova funkcija uključuje VoIP signalizacijsko sučelje kojim završava H.323 signalizacija (H.225.0 – RAS, H.225.0 – CS, H.245) i paketno medijsko sučelje kojim završava medijski tok prenošen RTP paketima.

#### **Pretvorba signalizacijskih protokola**

Ova funkcija obavlja pretvorbu između signalizacijskih protokola korištenih u H.323 i PSTN mrežama u skladu s ITU-T preporukom H.246.

#### **Pretvorba medijskih tokova**

Ova funkcija obavlja pretvorbu između medijskih tokova oblikovanih korištenjem različitih algoritama sažimanja. U PSTN mreži se, tipično, koristi G.711 algoritam, a u H.323 mreži je moguće po pozivu dogovoriti korištenje nekog od algoritama definiranih u okvirima H.323 standarda (G.711, G.729, G.723.1,...).

#### **Upravljanje povezanošću**

Ovom funkcijom, pristupnik koordinira signalizacijske tokove i pretvorbu medijskih tokova, a ona uključuje uspostavu, promjene i raskid veze između medijskih tokova u PSTN i IP mreži za vrijeme trajanja poziva.

Uključenjem H.323 pristupnika u H.323 standard i definiranjem njegove uloge, ITU-T je međusobno povezao cijeli svijet konferencijskih krajnjih točaka usklađenih s ITU-T standardima, koristeći protokol H.323 kao poveznicu (Sl. 5.).

Zbog funkcija koje su mu povjerene, H.323 upravitelj se može nazvati mozgom H.323 mreže. Tipična H.323 mreža se sastoji od većeg broja H.323 zona unutar administrativne domene, međusobno povezanih WAN mrežom.

Administrativna domena je H.323 mreža kojom administrativno upravlja jedan operator ili institucija. Administrativna domena se može sastojati i samo od jedne H.323 zone. H.323 zona je administrativni koncept sličan području unutar sustava naziva za područja (DNS – *Domain Name System*), a predstavlja skup H.323 mrežnih elemenata kojima upravlja jedan H.323 upravitelj.

Zona može biti neovisna o mrežnoj topologiji i sastojati se od više mrežnih segmenata povezanih usmjernicima.

Važno je znati da su upravitelji, iako vrlo korisni, neobavezni elementi H.323 mreže. No, kada se u H.323 mreži nalazi upravitelj, on upravlja radom H.323 zone kojoj je nadređen obavljajući sljedeće funkcije:

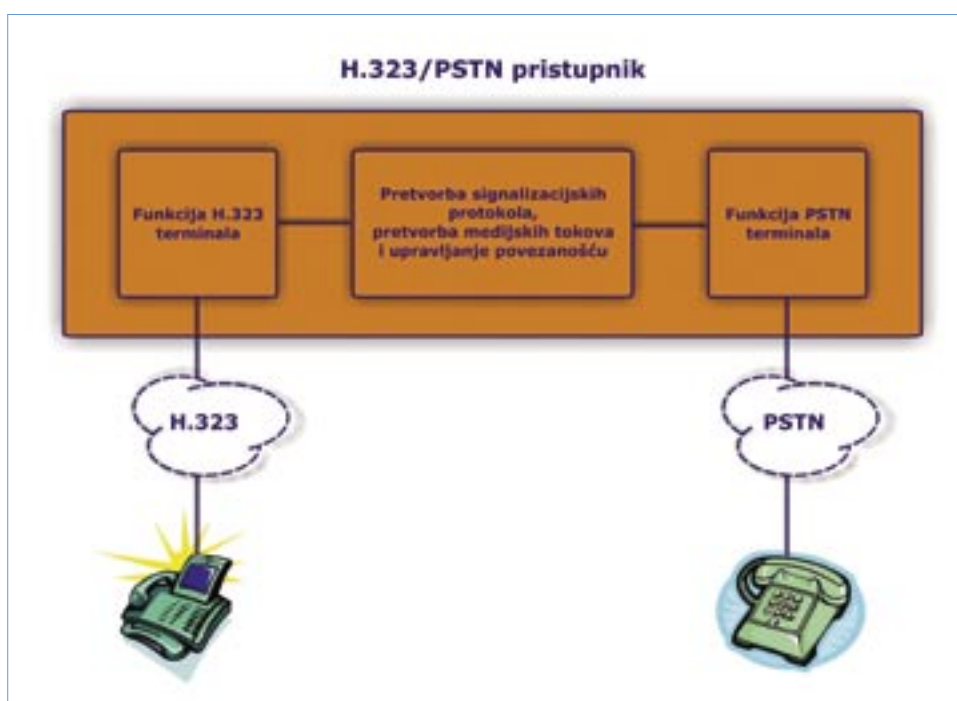
- **Pretvorba adresnih informacija**

Upravitelj vrši pretvorbu podržanih formata adresa krajnjih komunikacijskih točaka u njihove transportne adrese.

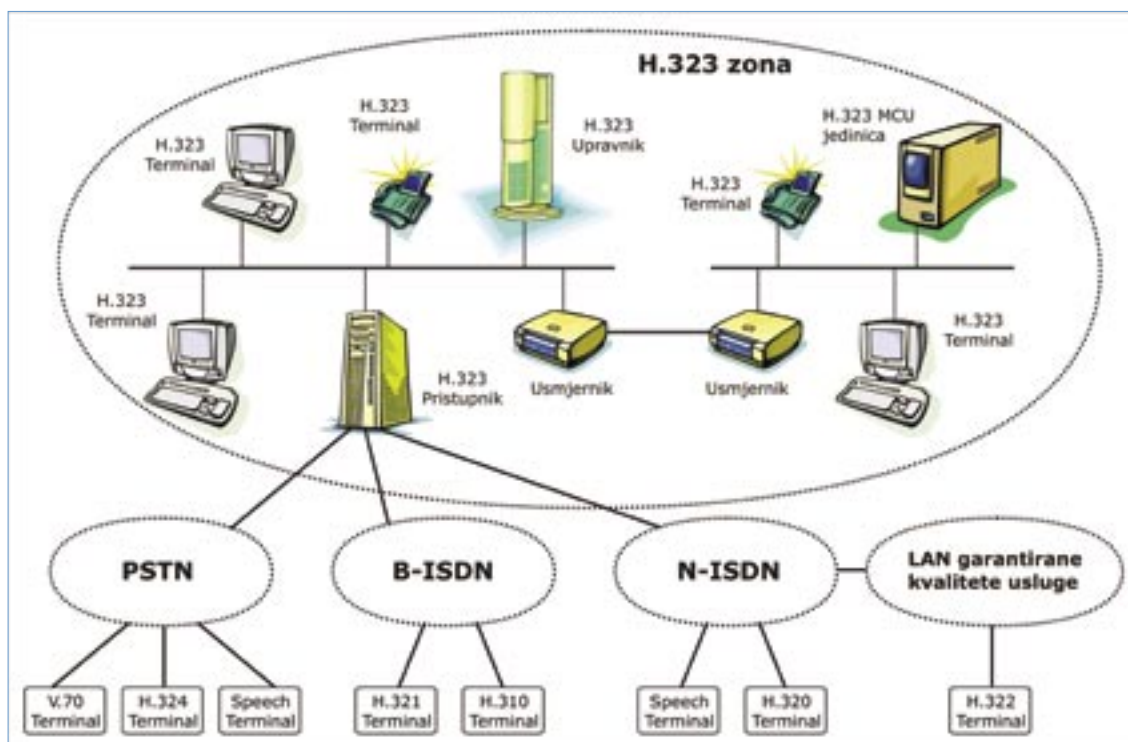
- **Upravljanje pristupom**

Upravitelj upravlja pristupom resursima H.323 mreže onemogućujući neovlašteno uspostavljanje H.323 poziva.

- **Upravljanje dodjelom pojasne širine**



Slika 4. Funkcijski prikaz H.323/PSTN pristupnika



Slika 5. Uloga H.323 pristupnika u arhitekturi H.323 mreže

Radi osiguranja kvalitete usluge i pojasne širine ostalim aplikacijama koje je koriste, upravnik može odbiti uspostavljanje H.323 poziva pri dostizanju granica koje postavlja administrator H.323 mreže.

#### • Upravljanje H.323 zonom

Upravnik dozvoljava uspostavljanje poziva, korištenje resursa mreže i svojih funkcija isključivo terminalima, pristupnicima i MCU jedinicama koje su registrirane kao članovi njegove zone.

#### • Tarifiranje

Upravnik pohranjuje detaljne informacije o ostvarenim pozivima ili ih šalje odgovarajućem poslužitelju kako bi se omogućila naplata korištene usluge.

Te funkcije zahtijevaju složene baze podataka dok se zbog značenja ovih informacija od upravnika zahtijeva visoka pouzdanost. Tražena pouzdanost se ostvaruje korištenjem koncepta umreženih upravnika (*gatekeeper cluster*) ili zamjenskih upravnika (*alternate gatekeepers*) uz međusobnu razmjenu podataka tijekom rada.

Princip zamjenskih upravnika omogućuje H.323 upraviteljima da upravljaju vlastitim opterećenjem i to tako da odbijaju uspostavu novih poziva i ostvarivanje novih registracija i usmjeravaju neke od već registriranih krajnjih točaka zamjenskom upravitelju kad dosegnu određenu razinu opterećenja.

Jedinica za upravljanje višestranim konferencijama, kao što joj i ime kaže, ima u H.323 mreži zadatak upravljati konferencijama. MCU jedinica se sastoji od jednog kontrolera višestrane konferencije (MC – *Multipoint Controller*) i ni-

jednog ili više višestranih procesora (MP – *Multipoint Processor*).

MC je logički element koji povezuje kanale za signalizaciju i nadzor konferencije triju ili više terminala i pristupnika u topologiju zvijezde. MC koordinira razmjenu mogućih načina komunikacije između svih terminala povezanih u konferenciju te na taj način upravlja odabirom vrste konferencije i načina komunikacije. Odabir vrste konferencije može biti ograničen mogućnostima uključenih terminala i samog MC elementa. MC može za različite terminale odabrati različite načine komunikacije.

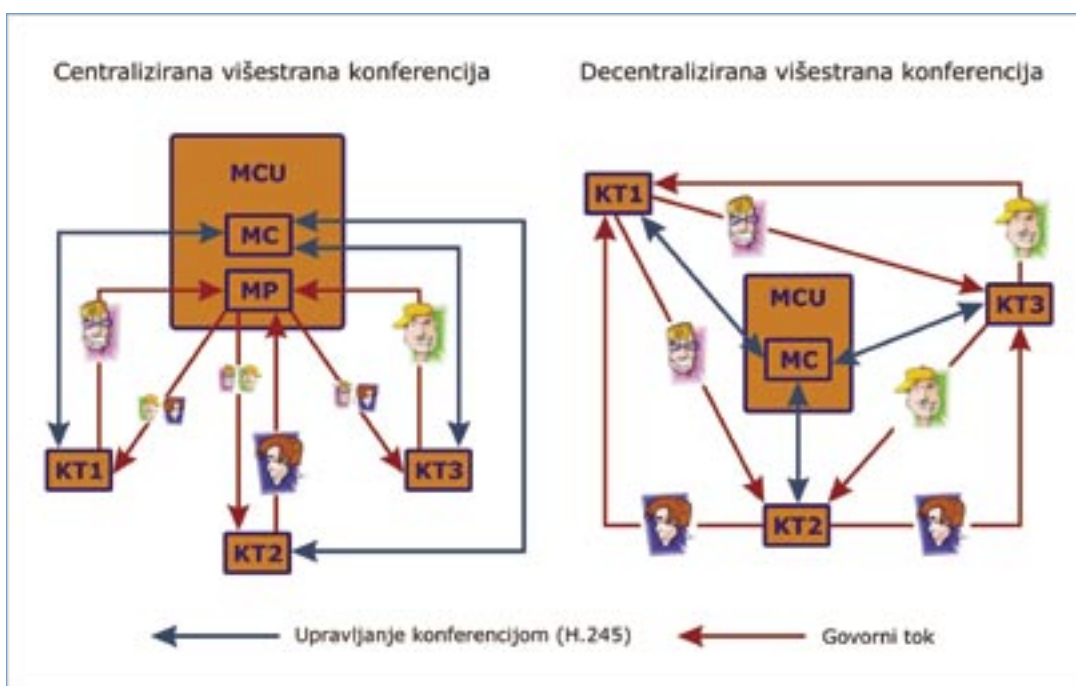
Osim kao dio MCU jedinice, MC može biti implementiran unutar H.323 terminala, pristupnika ili upravnika. U tom slučaju, za višestranu konferenciju nije potreban MCU. Nekoliko MC elemenata može biti povezano u nizu kako bi omogućili širenje uspostavljene konferencije.

MP je logički element čija je uloga u konferencijama spajanje govornih, video ili podatkovnih tokova primljenih iz pojedinih terminala i vraćanje rezultirajućeg toka terminalima koji sudjeluju u konferenciji. MP može biti sposoban za obradu jednog ili više medijskih tokova. Osim kao dio MCU jedinice i MP može biti implementiran u H.323 pristupniku i upravitelju.

U H.323 standardu postoje tri različite vrste konferencijskih poziva, između tri i više različitih terminala i pristupnika:

#### • Centralizirana višestrana konferencija (*Centralized Multipoint Conference*)

Svi sudionici konferencije (Sl. 6.) izmjenjuju, u dvostranoj komunikaciji, signalizacijske poruke s MC elementom koji



Slika 6. Osnovni tipovi višestranih konferencija

je dio MCU jedinice, dok MP elementu, koji je također dio MCU jedinice, šalju medijske tokove koje on prima, obrađuje i šalje natrag prema terminalima, sudionicima konferencije.

#### • Decentralizirana višestрана konferencija (Decentralized Multipoint Conference)

Svi sudionici konferencije (Sl. 6.) izmjenjuju, u dvostranoj komunikaciji, signalizacijske poruke s MC elementom koji je dio MCU jedinice, pristupnika, upravnika ili terminala i koji upravlja konferencijom. Terminali izravno izmjenjuju govor i/ili video tokove koristeći multicast način slanja, dok, eventualne, podatkovne tokove šalju MP elementu koji ih distribuira.

#### • Mješovita višestрана konferencija (Hybrid Multipoint Conference)

Kao što samo ime kaže, ovo je kombinacija centralizirane i decentralizirane konferencije. Dakle, za barem jedan medijski tok se koristi centralizirana, a za video ili govorni tok decentralizirana konferencija.

H.323 graničnik je novi element H.323 mreže preko kojeg se odvija komunikacija (Annex G protokolom) između administrativnih domena. Taj funkcijski element može biti dio nekog drugog elementa H.323 mreže. Tako je H.323 graničnik najčešće dio aplikacije glavnog H.323 upravnika neke administrativne domene (Sl. 7.) i s njim čini super-upravnika (*super-gatekeeper*). Graničnici upravljaju pristupom svojoj administrativnoj domeni, zahtijevaju izvještaje o pozivima koje su dopustili i izmjenjuju informacije o adresama korisnika koji se nalaze u njihovim administrativnim domenama. Primjerice, "Ja pokrивam sve brojeve koji počinju sa 021." ili "Ja pokrивam sve krajnje točke koje imaju H.323 adresu oblika *\*@ericsson.com*".

## 2.3 Adresiranje H.323 mrežnih elemenata

Adresiranje terminala u VoIP svijetu se uglavnom temelji na slovno-brojčanim nizovima čija se razlučivost zasniva na hijerarhijski organiziranom skupu poslužitelja (sličan adresni plan za VoIP koristi protokol SIP). Međutim, zbog zahtjeva integracije usluga između PSTN i VoIP mreža, svaki PSTN pretplatnik mora moći adresirati VoIP korisnika i obrnuto. U slučaju poziva iz VoIP svijeta prema PSTN svijetu adresiranje se postiže pomoću niza znamenki koje predstavljaju telefonski broj PSTN pretplatnika. Ovo vrijedi i kod protokola H.323 i SIP. Problem je zahtjevniji u obrnutom smjeru, tj. kada je pozivatelj PSTN pretplatnik, a pozvani pretplatnik dio VoIP svijeta. Ovo je posljedica ograničenog skupa znakova koje korisnik može unijeti preko tipkovnice standardnog telefona, osobito ako je slovno-brojčani niz jedini oblik adresiranja traženog VoIP pretplatnika. Važan zahtjev za integraciju usluga je da pozivajući korisnik ne mora voditi računa o kojoj destinaciji je riječ (PSTN ili VoIP) pa se, uz još neke razloge, brojčani izraz u obliku IP adrese ne može koristiti kao identifikacija VoIP terminala.

Pristup ITU-T organizacije rješenju ovog problema, u okvirima H.323 standarda, je omogućavanje adresiranja H.323 terminala korištenjem više adresa istog i/ili različitog tipa. H.323 standard podržava različite tipove adresa (Sl. 7):

- *dialedDigits* (u starijim verzijama e164)
- *h323-ID*
- *url-ID*
- *transportID*



- *email-ID*
- *partyNumber*
- *mobileUIM*.

Ovaj pristup zahtijeva posebnu pretvorbu i razlučivost adresa, kao i posebne registracijske procedure za koje su u H.323 mreži zaduženi H.323 upravnici i H.323 graničnici.

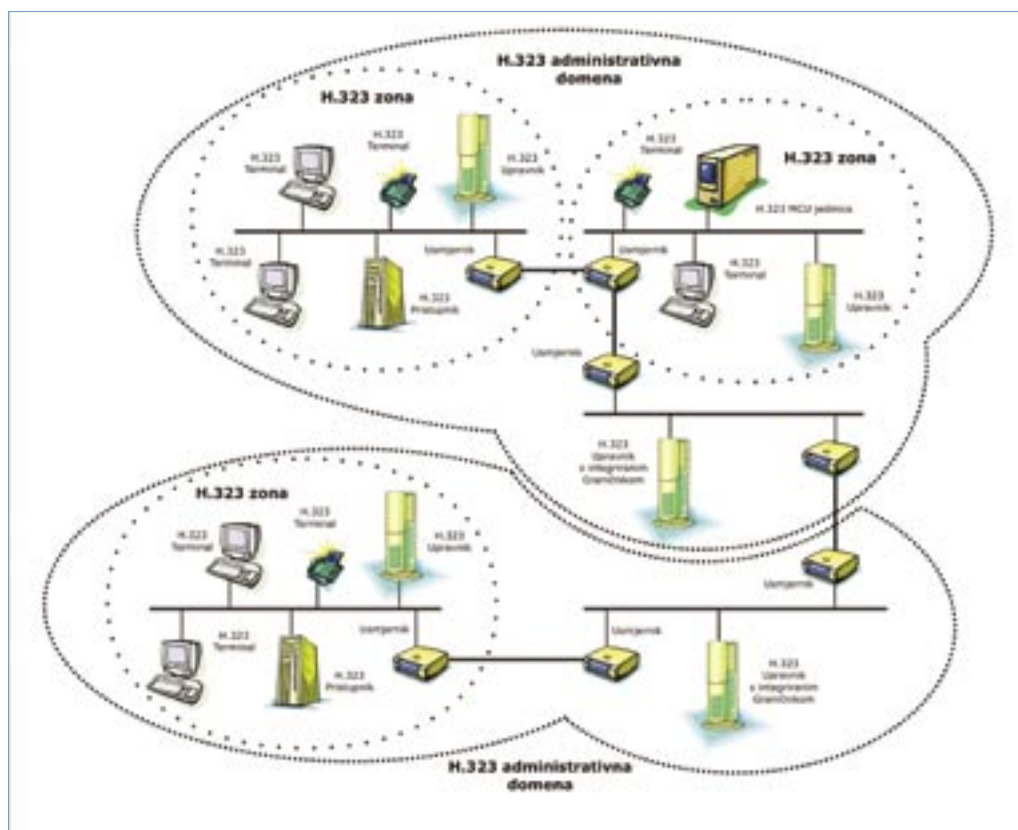
Adresiranje korištenjem adresa tipa *dialedDigits* ili tipa *partyNumber* se najčešće primjenjuje jer korisnici tradicionalno koriste telefonske brojeve za identifikaciju. Slovno-brojčani tip adrese *h323-ID* predstavlja korisnička imena ili e-mail adrese. Adresa tipa *mobileUIM* je prilagođena identifikaciji mobilnih korisnika i omogućava međudjelovanje s javnim mobilnim mrežama druge i treće generacije. Moguće je, u svrhu adresiranja, koristiti i transportnu adresu krajnje točke u obliku *transport-ID* adrese. Popularnost *url-ID* adresa kao najopćenitijeg tipa adresa (koji uključuje H.323 URL i «tel» URL) i *email-ID* adresa se, uz širenje VoIP tehnologije, sve više povećava.

Kada se u H.323 mrežama koristi adresiranje pomoću telefonskih brojeva, često se koriste i tzv. prefiks zone i tehnološki prefiks.

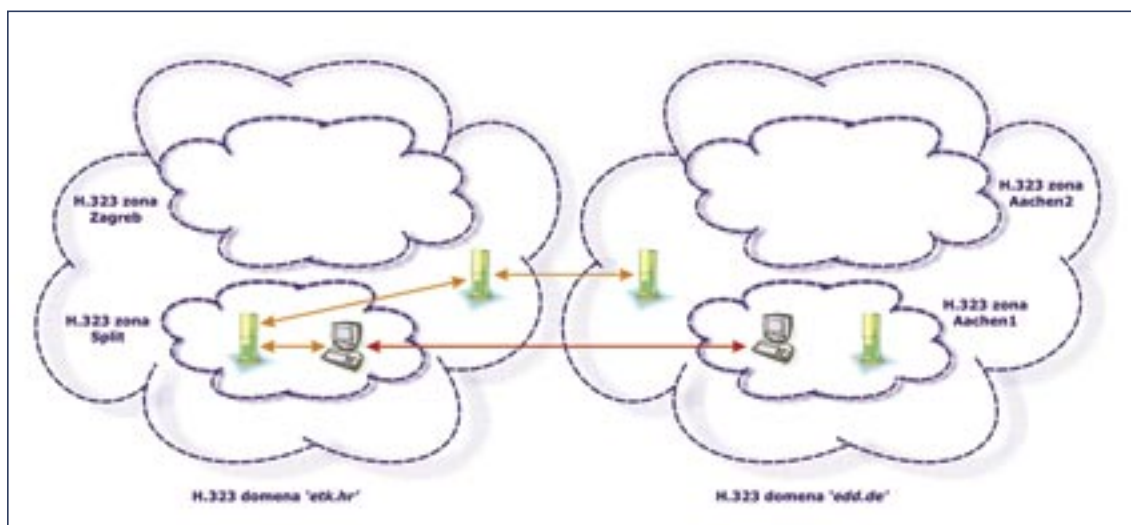
Prefiks zone je predbroj jedinstven u okviru administrativne domene i unutar nje jednoznačno određuje zonu. Ovaj prefiks je, dakle, bitan za usmjeravanje poziva među zonama unutar administrativne domene. Stoga se za pozivanje

H.323 korisnika u drugoj zoni, njegovom telefonskom broju treba pridodati i prefiks zone. Primjerice, upravnik H.323 zone Zagreb može biti konfiguriran tako da zna da prefiks 021 pripada zoni Split, odnosno, pripadajućem upravniku. U slučaju da neki od terminala iz zone Zagreb poziva terminal u zoni Split, to će učiniti tako da utipka 021, a zatim telefonski broj željenog korisnika. U okviru H.225.0 – RAS procedure upravljanja pristupom, pozivajuća krajnja točka će unijeti broj prenijeti upravniku zone Zagreb, koji će prema upravniku zone Split pokrenuti proceduru lociranja krajnje točke.

Unutar H.323 zone se mogu definirati prefiksi, koji se nazivaju tehnološki, a predstavljaju pojedine vrste mreža s kojima je ta zona spojena. Ovisno o vrsti mreža s kojima međudjeluju, pristupnici u toj zoni, kod upravnika, registriraju odgovarajuće tehnološke prefikse i omogućuju mu da na osnovi predbroja odredi pristupnik preko kojega će poziv biti usmjeren. Primjerice, u nekoj H.323 zoni tehnološki prefiks 2# predstavlja PSTN mreže i koristi se za pristup klasičnoj telefonskoj usluzi. Ukoliko H.323 korisnik iz te zone želi pristupiti nekom PSTN pretplatniku, on će prije broja krajnjeg korisnika utipkati 2#, a upravnik će, u okviru procedure upravljanja pristupom, usmjeriti poziv na jedan od pristupnika registriranih s tim tehnološkim prefiksom.



**Slika 7. Prikaz uloge H.323 graničnika u komunikaciji među administrativnim domenama**



**Slika 8. Primjer uspostave poziva između korisnika u različitim administrativnim domenama**

Ovaj prefiks je, dakle, bitan za usmjeravanje poziva unutar zone.

Pozivi koji se pokušavaju usmjeriti prema drugoj administrativnoj domeni su oni u kojima se pozvani broj ne može po nijednom od pravila (registriran broj unutar zone, prefiks zone, tehnološki prefiks) povezati s nekim H.323 mrežnim elementom unutar administrativne domene. U ovom slučaju, zgodno je koristiti adrese h323-ID tipa u obliku e-mail adrese ili sam e-mailID tip u obliku user@domain\_name, gdje ime domene jednoznačno određuje administrativnu domenu kojoj dotični terminal pripada. Primjerice, kada Igor Marasović, koji je registriran u zoni Split kao H.323 pretplatnik u domeni etk.hr, zove dugogodišnjeg prijatelja Tonča Jurića koji je registriran u domeni edd.de i to u zoni Aachen1, on unosi njegovu adresu u obliku **Tonci.Juric@edd.de**, a sam se predstavlja kao **Igor.Marasovic@etk.hr**.

Na osnovi imena domene pozvanog korisnika, H.323 upravnika u Splitu pokreće prema super upravniku domene etk.hr u Zagrebu, proceduru lociranja krajnje točke koja je registrirala dotičnu adresu (Sl. 8.). Super upravnika u Zagrebu kontaktira super upravnika u Aachenu, koji, na osnovi svoje baze podataka, vraća transportnu adresu dotične krajnje točke. Tu informaciju, super upravnika u Zagrebu prosljeđuje upravniku zone Split, a ovaj, pozivajućoj krajnjoj točki. Konačno, poziv se uspostavlja i dva prijatelja razgovaraju.

### 3 Komunikacija u H.323 mrežama

Komunikacija u H.323 mreži se može opisati kao mješavina govornih, video, podatkovnih i upravljačkih paketa.

#### 3.1 Upravljanje

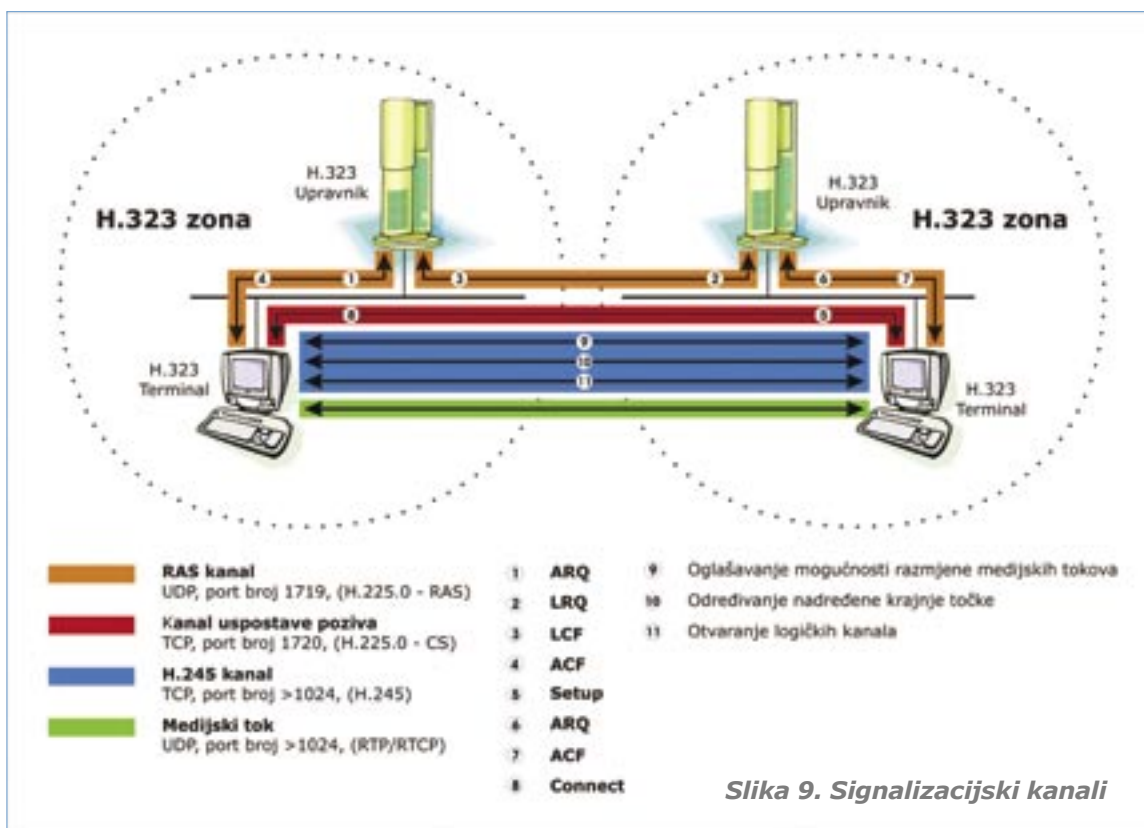
Funkcije upravljanja pozivom predstavljaju srce svakog H.323 mrežnog elementa. Cjelokupni H.323 sustav upra-

vljanja se temelji na tri odvojena signalizacijska kanala: kanal H.245, kanal uspostave poziva i RAS kanal (Sl. 9.).

Kanal H.245 je pouzdani kanal kojim se prenose poruke za uspostavu i raskid medijskih tokova između H.323 mrežnih elemenata. Za pouzdani kanal se koristi konekcijski način prijenosa podataka. Takav tip prijenosa se u TCP/IP složaju ostvaruje korištenjem protokola TCP i garantira slijedni prijenos podataka bez grešaka. Koristeći H.245 poruke, terminali oglašavaju vlastite mogućnosti razmjene medijskih tokova, uspostavljaju i raskidaju medijske tokove (logičke kanale u H.245 terminologiji), upravljaju tokovima i razmjenjuju razne indikacije. Oglašavanje vlastitih mogućnosti razmjene medijskih tokova je jedna od temeljnih procedura u protokolu H.245 kojom jedan terminal drugom opisuje vlastite mogućnosti slanja i primanja medijskih tokova. Između bilo koja dva mrežna elementa moguće je uspostaviti samo jedan H.245 kanal.

Kanal uspostave poziva može biti pouzdan i nepouzdan, a koristi se za razmjenu H.225.0 – CS signalizacije. Za nepouzdan kanal se koristi bezkonekcijski način prijenosa podataka. Takav tip prijenosa se u TCP/IP složaju ostvaruje korištenjem protokola UDP i pruža uslugu po principu "best effort" bez garancije prijama. Za slučaj korištenja nepouzdanog kanala uspostave poziva definiran je poseban mehanizam potvrde prijama i ponovnog slanja, jer se za signalizaciju uspostave poziva zahtijeva siguran prijenos. Moguće je da je između dva mrežna elementa u jednom trenutku uspostavljeno više kanala uspostave poziva.

RAS kanal je nepouzdan kanal preko kojeg se između krajnjih točaka i H.323 upravnika obavljaju procedure registracije, odobravanja poziva, pretvorbe adresnih informacija, promjene pojasne širine, slanja obavijesti o pozivu i kraju poziva. Taj kanal se koristi između upravnika za procedure lociranja H.323 krajnjih točaka. RAS kanal se ne koristi ukoliko H.323 upravnika nije prisutan u H.323 mreži.



### 3.2 Govorni tokovi

Govorni tokovi se sastoje od digitaliziranog i sažetog govora. Svi algoritmi sažimanja koji se koriste u H.323 mrežama su potvrđeni ITU-T standardima. Svi H.323 terminali moraju podržavati G.711 algoritam za sažimanje govora, dok podrška za ostale ITU-T algoritme sažimanja nije obavezna.

Različiti algoritmi digitaliziranja i sažimanja govornih signala predstavljaju različite ustupke u odnosu na kvalitetu govora, potrebnu pojasnu širinu, potrebnu snagu procesora i kašnjenje sažimanja. Govor sažet korištenjem G.711 algoritma zahtijeva 64 kb/s i pruža odličnu kvalitetu govora i vrlo malo kašnjenje. Algoritam G.723.1 zahtijeva jako malu pojasnu širinu (6.3 ili 5.3 kb/s) i prilično je popularan u H.323 aplikacijama, ali nudi slabiju kvalitetu govora i značajno veće kašnjenje sažimanja. Algoritam G.726 omogućuje kvalitetu govora i kašnjenje sažimanja približno algoritmu G.711, ali zahtijeva 32 kb/s pojasne širine. Jako popularan algoritam je G.729 koji nudi kvalitetu malo slabiju nego G.726, ali uz četiri puta manju potrebnu pojasnu širinu. Najsnajmiji H.323 terminali implementiraju i algoritam G.728, koji uz pojasnu širinu od 16 kb/s pruža visoku kvalitetu govora. Zbog velike potrebne snage procesora, ovaj algoritam je implementiran samo u hardverskim terminalima. Zbog vrhunske kvalitete govora vrijedno je spomenuti i algoritam G.722.

### 3.3 Video tokovi

Iako podrška za video komunikaciju nije obavezna, svaki H.323 terminal sposoban za prijam i slanje video tokova mora podržavati algoritam sažimanja H.261, kojeg je standardizirala organizacija ITU-T, dok podrška za H.263 nije obavezna. Algoritam H.261, koji osigurava komunikaciju kroz više ITU-T standardiziranih mreža, se koristi preko komunikacijskih kanala pojasne širine  $n \cdot 64$  kb/s.

### 3.4 Podatkovni tokovi

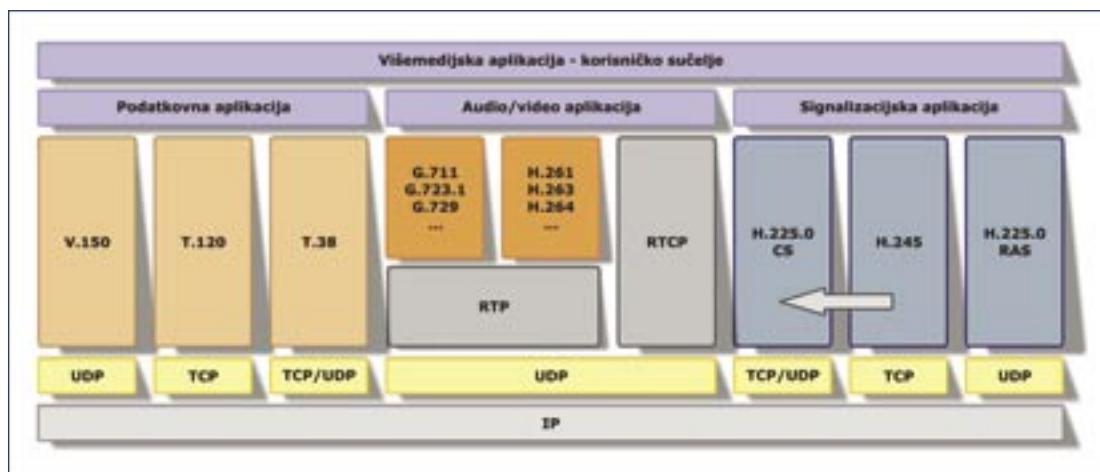
Podrška za podatkovnu komunikaciju nije obavezna, a omogućava podršku za razvoj aplikacija temeljenih na protokolu H.323 za, primjerice, dijeljenje aplikacija ili prijenos datoteka. H.323 standard podržava podatkovnu komunikaciju kroz ITU-T standard opisan preporukom T.120.

## 4 H.323 Evolucija

Od prvog izdanja H.323 preporuke (H.323 verzija 1) uvedene su brojne promjene standarda. ITU-T Studijska grupa 16 je unaprijeđivala preporuku još četiri puta, a već postoje i neke manje dopune pete verzije koje su opisane u posebnom dokumentu koji je uvod za šestu verziju.

### 4.1 H.323 verzija 1

Prva verzija protokola je posljedica želje organizacije ITU-T da zaustavi poplavu različitih vlasničkih nestandardnih i međusobno nekompatibilnih rješenja. Prvotno je H.323 bio



Slika 10. Funkcijske komponente višemedijske aplikacije temeljene na protokolu H.323

namijenjen isključivo lokalnim mrežama i nije obuhvaćao probleme garancije kvalitete usluge i sigurnosti. S integracijom protokola H.323 u Windows program Netmeeting, verzija 1 je doživjela svoju pravu potvrdu, iako se pokazalo da je određena nedefiniranost verzije 1 omogućila različite interpretacije standarda i postala izvor nekompatibilnosti različitih implementacija. Ovaj problem, zbog zahtjeva kompatibilnosti novih sa starijim verzijama, nažalost, prati H.323 i do današnjih dana.

## 4.2 H.323 verzija 2

Ova verzija je odobrena u veljači 1998. godine. Riješila je mnoge spomenute probleme i donijela neke nove funkcije s fokusom na VoIP tehnologiju i tako utrla put H.323 standardu kao rješenju za višemedijske konferencije u globalnim okvirima (Sl. 10).

Ova je verzija bila usredotočena na mehanizme omogućavanja sigurne H.323 komunikacije. Sigurna H.323 komunikacija je definirana u sklopu H.235 preporuke kojom su pokrivena četiri sigurnosna aspekta:

- Ovjera vjerodostojnosti je mehanizam kojim se potvrđuje da krajnje točke koje sudjeluju u konferenciji zaista i jesu one kojima se predstavljaju.
- Nepovredivost podataka kojom se potvrđuje da podaci u primljenim paketima nisu promijenjeni tijekom prijenosa.
- Privatnost/tajnost komunikacije koja se postiže mehanizmima kodiranja i dekodiranja, pa eventualno presretanje paketa neće ugroziti privatnost i omogućiti korištenje tih podataka.
- Nemogućnost poricanja je način sprječavanja poricanja sudjelovanja u konferenciji.

Procedura brzog spajanja (*Fast Connect*) je drugi važan iskorak u ovoj verziji, a predstavlja novu, bržu metodu uspostave poziva. Izbjegavanjem nekih koraka metode uspostave poziva iz prve verzije poboljšana je korisnikov doživljaj usluge i omogućena je uspostava medijske komunikacije prije slanja

H.225.0 – CS poruke Connect, što je zahtjev određenih procedura tarifiranja.

Nezaobilazno poboljšanje koje je donijela verzija 2 je procedura slanja H.245 poruka kanalom uspostave poziva (tunneliranje), čime se broj potrebnih pouzdanih (TCP) veza u pozivu smanjuje na samo jednu. Tako se vrijeme uspostave poziva dodatno skraćuje, a smanjuju se i memorijski i procesorski zahtjevi, što je posebno važno za H.323 pristupnike. H.323 verzija 2 donosi i prve dodatne usluge u H.450 seriji preporuka: *Call Transfer* i *Call Diversion* usluge. Te dodatne usluge, kao i njihova logika, su preuzete iz PSTN svijeta, čime je olakšana pretvorba signalizacijskih procedura u H.323 pristupnicima i omogućeno pružanje usluge preko PSTN i VoIP mreže.

Ova verzija pokriva i neke aspekte osiguranja kvalitete usluge omogućujući H.323 krajnjim točkama postavljanje QoS parametara medijskih tokova.

Mogućnost prijenosa informacija unijetih putem telefonske tipkovnice korištenjem DTMF (*Dual Tone Multi-Frequency*) metode prijenosa je vrlo korisna i raširena (primjerice za rezerviranje karte za kazalište koristeći kreditnu karticu). Iako H.323 podržava prijenos DTMF znamenki kroz H.245 signalizaciju od verzije 1, ova verzija donosi cjelovitije DTMF rješenje i osigurava jednoznačno tumačenje DTMF signala dodavanjem informacijskih elemenata koji nedostaju u verziji 1.

U svrhu osiguranja raspoloživosti, skalabilnosti i zalihosti H.323 mreža u kojima se nalaze H.323 upravnici, u verziji 2 je uveden koncept zamjenskih upravnika. U slučaju da H.323 upravnik dođe u situaciju da trenutačno nije sposoban zadovoljiti zahtjeve registriranih krajnjih točaka iz svoje zone, može dio krajnjih točaka preusmjeriti na zamjenske upravnike. Kako upravnici mogu informacije o zamjenskim upravicima distribuirati krajnjim točkama, u slučaju kvara H.323 upravnika, krajnje točke se mogu same prebaciti na nekog od zamjenskih upravnika.

Verzija 2 donosi i mehanizam vremenski ograničene registracije koja omogućava H.323 upravicima da u svojim bazama podataka imaju podatke samo o aktivnim krajnjim točkama jer se valjanost registracije mora periodički produžavati. Pored ovog mehanizma, novost je i mehanizam unaprijed dozvoljenog pristupa H.323 mreži kojim se, zbog izostanka procedure traženja pristupa, skraćuje vrijeme uspostave poziva.

Iako su nakon nje razvijene još 3 verzije, H.323 verzija 2 ostaje i dalje najšire implementirana verzija.

### 4.3 H.323 verzija 3

Ova verzija je potvrđena u rujnu 1999. godine i donijela je nekoliko poboljšanja verzije 2 koja značajno povećavaju vrjednost H.323 sustava.

U IP paketnoj mreži, H.323 mrežni elementi koriste TCP prijenos koji osigurava pouzdan prijenos H.323 signalizacije preko greškama sklonih Internet veza. Međutim, uspostava svake TCP veze zahtijeva određen dio sistemskih resursa i procesorsko vrijeme. Osim toga, uspostavljanje TCP veze pri svakom pozivu neizbježno produžuje vrijeme uspostave poziva.

Verzija 3 omogućava prijenos signalizacije za uspostavu više poziva preko jedne TCP veze i zadržavanje uspostavljene TCP veze onda kada nema poziva. Ovo poboljšanje je posebno značajno za H.323 pristupnike, koji mogu istovremeno imati tisuće poziva, jer se njime postiže velika ušteda u potrošnji sistemskih resursa i ubrzava uspostava poziva.

Definiranjem Annex E dodatka H.323 preporuci, H.323 standard je omogućio i alternativno rješenje – prijenos signalizacije za uspostavu poziva nepouzdanim kanalom korištenjem protokola UDP. Korištenjem protokola UDP izbjegava se uspostava veze, karakteristična za protokol TCP, pa se vrijeme uspostave poziva smanjuje za puno vrijeme odziva (RTT – *Round Trip Time*). Nadalje, prijenos protokolom UDP omogućuje bolje upravljanje parametrima poput vremena ponovnog slanja nepotvrđenih poruka i utvrđenju greške udaljene H.323 krajnje točke s kojom je ostvarena komunikacija. Multipleksiranje signalizacijskih poruka za više poziva je kod protokola UDP automatski podržano.

Kako bi se omogućio razvoj velikih međunarodnih H.323 mreža i tako poboljšala globalnost H.323 arhitekture i usluga koje pruža, bilo je potrebno poboljšati komunikaciju među administrativnim domenama. Iako protokol H.225.0 RAS pokriva mnoge potrebe komunikacije među administrativnim domenama, on nije ni potpun niti dovoljno učinkovit za tu namjenu. Stoga je razvijen dodatak H.225.0 preporuci, Annex G, koji opisuje metode i signalizaciju potrebnu za razlučivanje adresa, autorizaciju pristupa, razmjenu informacija o tarifiranju i cijenama usluga te prijavu korištenja između administrativnih domena. Primjerice, informacije o cijeni usluge u različitim zonama moguće je iskoristiti kako bi pozive usmjerili tako da se uz najnižu cijenu ostvari tražena kvaliteta usluge. Annex G definira H.323 graničnik (*border element*) kao novi element H.323 mreže.

Skup podržanih dodatnih usluga je proširen.

### 4.4 H.323 verzija 4

Mnoštvo poboljšanja, kojima se pokušalo tada vodeći VoIP protokol održati ispred konkurencije, je uključeno u ovu verziju odobrenu u studenom 2000. godine. Poboljšanja se odnose na pouzdanost, skalabilnost i fleksibilnost samog H.323 okvira i odgovor su na rastuće tržišne zahtjeve.

Osnovni ograničavajući faktor za broj istovremenih poziva preko H.323 pristupnika je njegova monolitna arhitektura po kojoj su funkcije signalizacijske i medijske pretvorbe fizički smještene zajedno. Broj istovremenih poziva ograničen je procesorskom snagom i memorijom H.323 pristupnika. Međutim, funkcije signalizacijske i medijske pretvorbe imaju sasvim različite procesorske i memorijske zahtjeve. Pretvorba signalizacije je procesorski manje zahtjevna i kratkotrajne je prirode (uspostava i raskid poziva). S druge strane, pretvorba medijskih tokova je procesorski vrlo zahtjevna (algoritmi visoke razine sažimanja su vrlo složeni) i odvija se tijekom cijeloga poziva. Dakle, nametalo se logično rješenje u fizičkom razdvajanju funkcija pretvorbe signalizacije i medijskih tokova, čime bi se omogućila veća proširivost kapaciteta H.323 pristupnika.

Ta je ideja dovela do razdvajanja cjelovitog pristupnika (*Gateway Decomposition*), pa četvrta verzija, zbog potrebe za većim pristupnicima proširovog kapaciteta za komercijalna rješenja, uključuje preporuku za njegovo razdvajanje na kontroler medijskih pristupnika (MGC – *Media Gateway Controller*) i medijski pristupnik (MG – *Media Gateway*). ITU-T Studijska grupa 16 je, u suradnji s organizacijom IETF, razvila protokol za komunikaciju između upravljača medijskim pristupnikom (MGC) i medijskog pristupnika (MG) opisan u preporuci H.248.

H.323 preporuka uključuje i dio u kojem opisuje različite tipove implementacija pristupnika i različite arhitekture koje je razdvajanje pristupnika na odvojeni MGC i MG omogućilo.

Protokol H.323 se često koristi za povezivanje dviju mreža s komutacijom kanala preko javnih i preko privatnih mreža. Jasno je da u takvom scenariju mora postojati određeni gubitak informacija uzrokovan pretvorbom iz jednoga signalizacijskog protokola u protokol H.323 i natrag. Verzija 4 donosi mehanizam pomoću kojega se protokoli QSIG i ISUP prenose bez pretvorbe u H.323 protokole (*trunking*). Na taj se način omogućuje H.323 mreži da djeluje kao transparentni tunel za spomenute protokole, čime se postiže bolje povezivanje s mrežama s komutacijom kanala.

Od ove verzije, H.323 podržava prijenos DTMF znamenki kroz medijski tok, čime se omogućuje točnije određivanje trenutka generiranja DTMF informacije.

U ovoj verziji je definiran *Generic Extensibility Framework* (GEF) mehanizam, čime je zaustavljen stalni porast broja parametara specificiranih u osnovnom protokolu H.225.0 i

rast ASN.1 specifikacije koja ga definira. Osim što omogućuje razmjenu netransparentnih podataka između H.323 mrežnih elemenata bez uvođenja novih parametara, GEF mehanizam predstavlja elegantan način uvođenja novih mogućnosti u H.323 okvir kao i pregovaranja o njihovom korištenju.

Osim što je skup podržanih dodatnih usluga, i u ovoj verziji, proširen, dodana su i dva nova mehanizma pružanja dodatnih usluga. To su HTTP temeljeno upravljanje H.323 uređajima i mehanizam upravljanja temeljen na poticaju, a opisani su kroz Annex K i L dodatke H.323 preporuci.

## 4.5 H.323 verzija 5

Ova, trenutačno posljednja verzija H.323 standarda, je odobrena u srpnju 2003. godine. Verzija 5 je, za razliku od prethodnih verzija, usmjerena na stabilizaciju protokola pa stoga i donosi skromne izmjene.

Nova serija preporuka, H.460.x, uvodi nove mogućnosti u H.323 korištenjem GEF mehanizma i velika većina poboljšanja u odnosu na verziju 4 je definirana upravo na taj način. Navedimo samo neka od njih: usluga prenosivosti broja (*number portability*), mogućnost indiciranja prioriteta poziva, proširena procedura brzog spajanja, nadzor i prijavljivanje kvalitete usluge.

Najvažnija preostala poboljšanja su tuneliranje DSS1 signalizacije, korištenje DNS poslužitelja za razlučivanje adresa i mehanizmi robustnosti kojima se sprječava propadanje poziva u slučaju pada TCP veze.

## 5 H.323 signalizacijski protokoli

Osnovni signalizacijski protokoli za uspostavu poziva i upravljanje konferencijama i razmjenom medijskih tokova u H.323 mrežama su detaljnije predstavljeni u ovom poglavlju. Uporaba sva 3 protokola je ilustrirana na primjeru H.323 poziva između dvije krajnje točke u istoj H.323 zoni (*Sl. 14.*).

### 5.1 Protokol H.225.0 – RAS

RAS kanal se koristi za komunikaciju protokolom H.225.0 – RAS (H.225.0 *Registration, Admission and Status*) između H.323 krajnjih točaka i pripadajućih upravnika, kao i između samih upravnika. Krajnje točke koriste ovaj transakcijski orijentiran protokol kako bi otkrile pogodne/pripadajuće upravnike, kako bi se kod njih registrirale, zatim, da bi dobile dozvolu za uporabu dijela resursa sustava i transportne adrese udaljenih krajnjih točaka. H.323 upravnici ga koriste kako bi, kroz procedure registracije i odobravanja pristupa, upravljali svojom zonom, pratili status registriranih krajnjih točaka, upravljali pojasnom širinom i locirali krajnje točke u drugim zonama kroz razmjenu adresnih informacija s njihovim upravicima. Protokol RAS posjeduje mehanizme za provjeru vjerodostojnosti i autorizaciju korisničkih krajnjih točaka.

Postoje tri osnovna tipa RAS poruka:

- Poruke zahtjeva, koje imaju ime oblika xRQ;
- Poruke odbijanja zahtjeva, imena oblika xRJ;
- Poruke potvrde izvršenja zahtjeva, imena oblika xCF.

Od ovog principa odstupa par poruka IRQ/IRR zbog nepostojanja poruke izričitog odbijanja zahtjeva i mogućnosti slanja IRR poruke bez prethodnog zahtjeva (IRQ). Ukoliko mrežni element koji primi poruku zahtjeva nije u mogućnosti na nju odgovoriti u predviđenom vremenskom okviru, može potvrditi prijam poruke i produžiti očekivani vremenski interval odgovora korištenjem *Request in Progress* (RIP) poruke. Pored poruka vezanih uz zahtjeve, postoje i poruke kojima se prenose i potvrđuju razne indikacije:

- *Resource Available Indication / Confirm* (RAI/RAC);
- *Service Control Indication / Response* (SCI/SCR).

U slučaju prijama H.225.0 – RAS poruke koju ne razumije ili ne uspijeva dekodirati, H.323 mrežni element može odgovoriti porukom *Message Not Understood* (XRS poruka). Za potrebe proširenja postojećega skupa nestandardnim/vlasničkim procedurama, definirana je poruka *Non Standard Message* (NSM poruka) čiji sadržaj svaki proizvođač može definirati u skladu s vlastitim potrebama.

Osnovne procedure u okvirima protokola H.225.0 – RAS su sljedeće:

#### Otkrivanje upravnika

Ovu proceduru koriste krajnje točke kako bi otkrile upravnika kod kojega će se registrirati. Procedura se može obaviti manualno (ručno) ili automatski. Kroz manualnu proceduru otkrivanja upravnika, krajnja točka se konfigurira s transportnom adresom RAS kanala pripadajućeg upravnika i nakon toga je spremna za proceduru registracije.

Automatska metoda otkrivanja upravnika eliminira potrebu za konfiguriranjem transportne adrese RAS kanala upravnika na svim krajnjim točkama i, shodno tome, omogućuje zamjenu postojećeg upravnika bez ponovne konfiguracije krajnjih točaka. Kako joj nije poznata transportna adresa RAS kanala upravnika, krajnja točka šalje poruku *Gatekeeper Request* (GRQ poruku) na dobro poznatu višesmjernu (multicast) adresu za otkrivanje upravnika (223.0.1.41/1718) i pita «Tko je moj upravnik?». Na ovaj upit, krajnja točka može dobiti potvrđan odgovor (GCF) od više upravnika s transportnim adresama njihovih RAS kanala. U tom slučaju, krajnja točka može odabrati kod kojeg upravnika se registrirati. Ovakva situacija se može izbjeći konfiguriranjem slovno-brojčane oznake upravnika na krajnjim točkama. Ta oznaka se šalje kao dio GRQ poruke i jednoznačno identificira pripadajućeg upravnika pa se potvrđan odgovor može dobiti samo od njega. Ako, pak, upravnik ne želi da se krajnja točka registrira kod njega, on može niječno odgovoriti na upit koristeći GRJ poruku ili ignorirati upit.

U slučaju da je krajnja točka konfigurirana s transportnom

adresom RAS kanala pripadajućeg upravnika, ona može jednosmjerno (*unicast*) poslati GRQ poruku kako bi provjerila postojanje upravnika, dobila dozvolu za registraciju i s upravnikom razmijenila informacije koje osiguravaju buduću sigurnu komunikaciju.

### **Registracija krajnje točke**

Registracija je proces kojim krajnje točke prijavljuju svoje transportne i korisničke (primjerice, E.164 telefonski broj i/ili h323-ID oznaku) adrese prethodno otkrivenom upravniku i na taj način ulaze u njegovu zonu. Krajnje točke se registri- raju samo kod jednog upravnika. Registracija krajnje točke je preduvjet za uspostavljanje odlaznih i dolaznih H.323 poziva, a obavlja se slanjem poruke *Registration Request* (RRQ poruke) preko RAS kanala dotičnog upravnika. Upravnik može registraciju prihvatiti RCF porukom ili odbiti RRJ porukom. U potvrdi registracije, H.323 upravnik dodjeljuje krajnjoj točki oznaku, sličnu oznaci upravnika u GRQ poruci, jedinstvenu u njegovoj zoni. Krajnja točka se, korištenjem te oznake, identificira u svim budućim RAS porukama dok se za uspostavu poziva s registriranom krajnjom točkom koristi jedna od njenih registriranih korisničkih adresa. Ukoliko krajnja točka nije registrirala korisničku adresu u RRQ poruci, upravnik joj je može dodijeliti i vratiti u RCF poruci.

Valjanost registracije može biti vremenski ograničena. Krajnja točka može zatražiti takvu registraciju predlažući rok valjanosti, ali konačnu odluku donosi upravnik i o njoj obavještava krajnju točku u RCF poruci.

Ako krajnja točka, prije isteka tog roka, ne produži valjanost registracije, upravnik je smatra neregistriranom. Registracija se produžuje RRQ porukom koja u tom slučaju nosi posebnu indicaciju i ne mijenja prvotno registrirane podatke.

Krajnja točka može poništiti valjanu registraciju korištenjem poruke *Unregistration Request* (URQ poruke). Pored potpunog poništavanja registracija, dozvoljeno je poništavanje samo dijela registriranih korisničkih adresa. Upravnik može taj zahtjev prihvatiti (UCF) ili odbiti (URJ). Ovu proceduru može pokrenuti i upravnik, a u tom slučaju krajnja točka mora prihvatiti poništavanje registracije.

### **Upravljanje pristupom**

Nakon što se uspješno registrira, krajnja točka može uspostavljati i odgovarati pozive, ali prethodno mora od upravnika zatražiti dozvolu za to. U tu svrhu služi poruka *Admission Request* (ARQ poruka) na koju upravnik odgovara potvrdno (ACF) ili niječno (ARJ). U sklopu istog zahtjeva, krajnja točka indicira i pojasnu širinu potrebnu/očekivanu za ostvarenje toga poziva. Ovisno o stanju u H.323 mreži, upravnik odbija zahtjev ili ga odobrava uz definiranje dozvoljene pojasne širine. Svaku promjenu korištene pojasne širine, koja se dogodi za vrijeme trajanja poziva, H.323 krajnja točka je dužna prijaviti upravniku korištenjem procedure za upravljanje pojasnom širinom. U slučaju da krajnja točka traži dozvolu za uspostavljanje

poziva, tada od upravnika traži i pretvorbu korisničke adrese pozvanog korisnika u transportnu adresu prema kojoj će uspostaviti kanal uspostave poziva. Adresa koju će upravnik vratiti ovisi o samom pozivu i modelu odabranom za taj poziv. Više detalja o modelima poziva donosi posebno poglavlje. H.323 okvir podržava uspostavu i odgovaranje poziva bez traženja dozvole od upravnika. Ta mogućnost se naziva «unaprijed odobren pristup» (*pre-granted access*) i moguće ga je koristiti samo ako to upravnik indicira u RCF poruci. Uz dozvolu korištenja te mogućnosti, H.323 upravnik u RCF poruci daje i transportnu adresu za kanal uspostave poziva.

### **Upravljanje pojasnom širinom**

Ukoliko tijekom poziva dolazi do promjene pojasne širine, krajnje točke to prijavljuju upravniku koristeći poruku *Bandwidth Change Request* (BRQ poruku). Upravnik odobrava zahtjev odgovarajući BCF porukom ili ga odbija odgovarajući BRJ porukom. Upravnik može odbiti samo zahtjev za povećanjem korištene pojasne širine, dok mu zahtjevi za smanjenjem korištene pojasne širine omogućuju da ima točnu sliku korištene pojasne širine i da njom bolje upravlja. I upravnik može zahtijevati promjenu pojasne širine korištene u pozivu, a na krajnjoj točki je da potvrdi promjenu i promijeni (smanji) korištenu pojasnu širinu ili da je zbog nepodržavanja promjene odbije.

### **Lociranje krajnje točke**

Ova procedura je predviđena za pretvaranje korisničke adrese krajnje točke u njenu transportnu adresu. Zahtjev se šalje koristeći poruku *Location Request* (LRQ poruku) upravniku kod kojeg je dotična krajnja točka registrirana ili na dobro poznatu višesmjernu (*multicast*) adresu za otkrivanje upravnika (223.0.1.41/1718). Upravnik kod kojeg je tražena krajnja točka registrirana mora potvrdno odgovoriti na zahtjev (LCF) i u odgovoru poslati transportne adrese RAS kanala i kanala za uspostavu poziva krajnje točke ili svojih vlastitih. Upravnici kod kojih dotična krajnja točka nije registrirana moraju zahtjev odbiti (LRJ), ako je primljen preko njihovog RAS kanala, ili ignorirati, ako je primljen na dobro poznatu višesmjernu (*multicast*) adresu za otkrivanje upravnika. Po H.323 standardu, zahtjev može poslati zainteresirana krajnja točka ili H.323 upravnik. Korištenje ove procedure od strane krajnje točke je upitno, jer se ista funkcija ostvaruje kroz proceduru upravljanja pristupom.

U stvari, procedura lociranja krajnje točke je potaknuta procedurom upravljanja pristupom ako pozvana krajnja točka nije registrirana kod dotičnog upravnika.

Tada upravnik, da bi odgovorio na zahtjev za pristupom, šalje LRQ poruku upravniku za kojeg smatra da «zna» za traženu krajnju točku.

### **Status**

H.323 upravnik može koristiti ovu proceduru kako bi saznao detaljne informacije o pozivima koje je odobrio nekoj

krajnjoj točki. Zahtjev se šalje u obliku poruke *Information Request* (IRQ poruke) a krajnje točke odgovaraju porukom *Information Request Response* (IRR porukom). Ovakva metoda se naziva izričitim zahtjevom. Osim nje, postoji i metoda neizričitog zahtjeva u kojoj upravnik, kroz proceduru upravljanja pristupom ili registracije krajnje točke, definira svako koliko sekundi krajnja točka mora slati IRR poruke za aktivni poziv. Ove dvije metode se međusobno ne isključuju, tako da upravnik može za poziv za koji je zatražio periodičke izvještaje, izričito zatražiti izvještaj u nekom trenutku.

U sklopu te procedure, upravnik može zatražiti od krajnje točke, kroz proceduru upravljanja pristupom ili registracije krajnje točke, da mu koristeći IRR poruke, šalje kopije određenih poslanih i/ili primljenih H.225.0 poruka.

Ta mogućnost je posebno korisna u slučaju korištenja direktnog modela poziva jer omogućava upravniku precizno praćenje poziva. To je, primjerice, jako važno za ispravno naplaćivanje korištene usluge.

## 5.2 Protokol H.225.0 – CS

Protokol H.225.0 – CS (H.225.0 *Call Signalling*) je signalizacijski protokol za uspostavu i raskid H.323 poziva između dvije H.323 krajnje točke. Dodatno, u okvirima ovog protokola definirana je i neobavezna procedura za bržu uspostavu medijskog toka, tzv. procedura brzog spajanja (*Fast Connect* procedura). Pri definiciji protokola H.225.0 – CS, poruke su «posuđene» iz protokola Q.931 (ISDN *Call Signalling*) i Q.932 (*Control of ISDN Supplementary Services*). Razlog «posuđivanja» je bila što brža definicija protokola i jednostavnije međudjelovanje s PSTN/ISDN terminalima i višemedijskim konferencijskim standardima na mrežama s komutacijom kanala, poput H.320 i H.324. «Posuđene» poruke su doživjele manje izmjene potrebne za uporabu na paketnim mrežama. Svi novi, isključivo H.323 orijentirani, informacijski elementi su uključeni unutar Q.931 informacijskog elementa «*User-user*» koji je zbog toga definiran u svim «posuđenim» porukama. Novi informacijski elementi su definirani korištenjem ASN.1 notacije protokola, koja je sastavni dio H.225.0 preporuke (*Annex H*).

H.225.0 – CS, u okviru procedura potrebnih za uspostavu i raskid poziva, definira uporabu sljedećih poruka (*SI.11*):

- *Setup*
- *Setup Acknowledge*
- *Information*
- *Call Proceeding*
- *Progress*
- *Alerting*
- *Connect*
- *Facility*
- *Status Inquiry*
- *Status*
- *Notify*
- *Release Complete*.

### **Setup**

Ova poruka se šalje u svrhu početka uspostave poziva. Najvažniji informacijski element ove poruke je *Called Party Number* koji sadrži adresu pozvane H.323 krajnje točke. U slučaju signaliziranja s preklapanjem (*overlap signalling*) ova poruka nosi samo dio adresne informacije, dok se preostali dio šalje u jednoj ili više poruka *Information*.

### **Setup Acknowledge**

Ovu poruku šalje pozvana krajnja točka i na taj način obavještava pozivajuću krajnju točku da podržava funkciju signaliziranja s preklapanjem. Prijamom ove poruke pozivajuća krajnja točka dobiva dozvolu za slanje ostatka adresne informacije, ako je ima, u okviru poruke *Information*.

### **Information**

Ovom porukom šalju se informacije potrebne za uspostavu poziva ili razne dodatne informacije vezane uz poziv. Najčešće se koristi u slučaju signaliziranja sa preklapanjem (*overlap signalling*) za prijenos preostalog dijela adresne informacije.

### **Call Proceeding**

Poruka *Call Proceeding* se šalje u povratnom smjeru i njom se indicira prijam svih potrebnih informacija za usmjeravanje i uspostavu poziva. Shodno tome, dodatne informacije vezane uz uspostavu poziva nisu potrebne i neće biti prihvaćene.

### **Progress**

Poruku *Progress*, najčešće, šalje H.323 pristupnik u povratnom smjeru i njom šalje informacije o napredovanju poziva pri međudjelovanju s mrežama sa komutacijom kanala. Tako, primjerice, ova poruka može nositi indikaciju (*progress indicator* informacijski element) o govornoj poruci koja se šalje pozivatelju. Recimo, «Biral ste nepostojeći broj» u slučaju neuspjelog pokušaja poziva.

### **Alerting**

Ovu poruku može poslati pozvana krajnja točka kako bi potvrdila da je krajnji korisnik upozoren o dolaznom pozivu. U svakodnevnom žargonu, rekli bi da «telefon zvoni».

### **Connect**

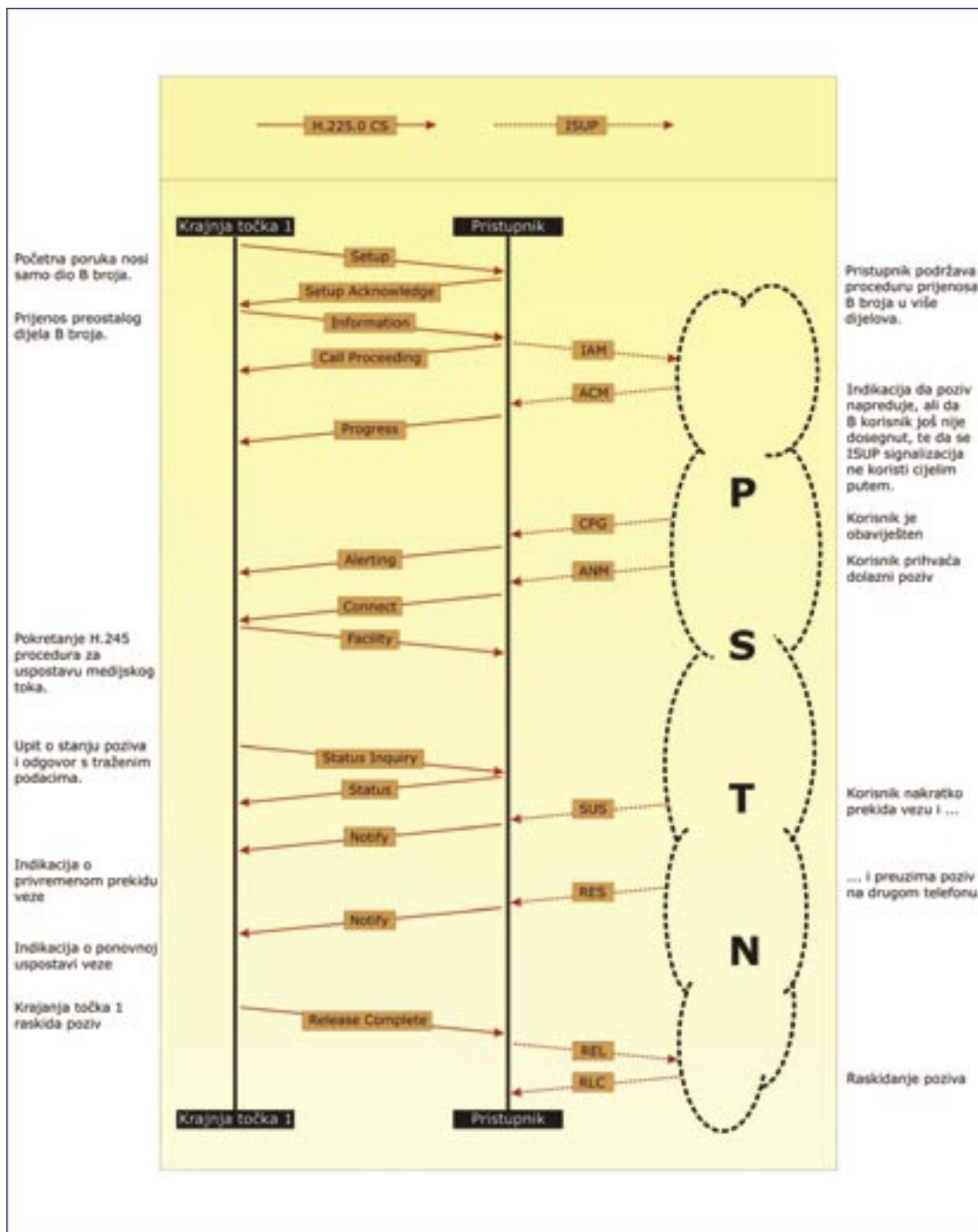
Poruku *Connect* šalje pozvana krajnja točka kada korisnik prihvati poziv. Dakle, ova poruka, sa stajališta protokola H.225.0 – CS, označava uspostavljeni poziv.

Uspostava poziva može biti jednostavna i sadržavati samo *Setup* i *Connect* poruke, a može i biti proširena dodatnim porukama. Poruke koje se mogu razmjeniti između *Setup* i *Connect*, poput *Setup Acknowledge*, *Information*, *Call Proceeding*, *Progress*, *Alerting*, ovisno o potrebi, tipu i razvoju poziva.

### **Facility**

Ova poruka je «specijalac» među H.225.0 – CS porukama i





Slika 11. Prikaz razmjene signalizacijskih poruka pri H.323 – ISUP pozivu

vrlo se često koristi. Razlog za njenuspecifičnost je nepovezanost s fazama u pozivu, tako da se može slati u bilo kojem trenutku, tj. stanju poziva. Uz neke specijalne funkcije (preusmjeravanje poziva na upravnika ili MCU jedinicu, otvaranje kanala H.245), ova poruka se koristi za ostvarenje dodatnih usluga, kao i za potrebe tuneliranja H.245 poruka preko kanala za uspostavu poziva (unutar H.225.0 – CS poruka).

### Status Inquiry

Ova poruka se koristi u svrhu zahtjeva za statusom poziva. Odgovor, u obliku *Status* poruke, je obavezan i nosi status poziva. Uporaba poruke *Status Inquiry* je definirana u okviru procedura za poboljšanje robustnosti, a služi za obnavljanje informacija o stanju poziva između dvije H.323 krajnje točke u slučaju pada TCP veze.

### Status

Poruka *Status* se koristi za indikaciju prijama neočekivane H.225.0 – CS poruke i neprepoznatih parametara ili kao odgovor na *Status Inquiry* poruku. Poruka nosi status poziva kako ga vidi pošiljalatelj poruke i uzrok njenog slanja.

### Notify

Ova poruka se može slati u oba smjera, a nosi informacije vezane uz poziv, poput indikacije prekida (*user suspend*) i nastavljavanja (*user resume*) poziva.

### Release Complete

Poruka *Release Complete* se može slati u oba smjera, a koristi se za raskid poziva i, ukoliko razmjena medijskih tokova nije prekinuta kroz H.245 signalizaciju, za prekid medijske komunikacije.

## 5.3 Protokol H.245

Ovaj protokol sadrži veliki broj procedura i poruka za uspostavu, održavanje i raskid višemedijskih konferencija u ATM, PSTN i drugim mrežama. Većina protokola H.32x serije (H.310, H.323, H.324/M) «dijeli» protokol H.245, a samo jedan njegov dio se koristi za višemedijske konferencije u okvirima H.323 standarda. Slično odnosu protokola Q.931 i H.225.0 – CS, podskup H.245 poruka koje se koriste u H.323 mrežama definiran je u Annex A dodatku H.323 preporuci. Protokol H.245 se, u H.323 mrežama, koristi između dvije krajnje točke, krajnje točke i MC elementa ili krajnje točke i upravnika. Svrha samog protokola je uspostava, promjena i raskid medijskih tokova između krajnjih točaka u H.323 pozivu. Za tu namjenu, protokolom su definirane procedure za oglašavanje podržanih oblika razmjene medijskih tokova, otvaranja i zatvaranja medijskih tokova, zahtjeve za određenim načinom razmjene medijskog toka, poruke za upravljanjem medijskim tokom, opće naredbe i indikacije. U H.245 preporuci se za medijske tokove koristi naziv logički kanali. H.245 kanal, kanal kojim se prenosi H.245 signalizacija, se naziva multi logički kanal, dok su pojedini medijski tokovi, kojima se razmjenjuju govorne, video i podatkovne informacije, logički kanali pobrojani od 1 pa naviše. Krajnja točka može uspostaviti najviše jedan H.245 kanal

za svaki H.323 poziv u kojem sudjeluje. Terminal, MCU jedinica, pristupnik ili upravnika mogu podržavati istovremeno više poziva i, u skladu s tim, toliko H.245 kanala. H.323 standardom je definirana i mogućnost integracije H.245 kanala u kanal za uspostavu poziva (H.225.0 – CS signalizacijski kanal). Ta mogućnost se zove tuneliranje H.245 poruka i ostvaruje se korištenjem h245Control informacijskog elementa definiranog za tu namjenu unutar ASN.1 dijela H.225.0 – CS poruka. Element je definiran kao niz oktetata, što omogućava njegovo punjenje ASN.1 PER kodiranom H.245 porukom ili nizom takvih poruka.

Dodatno, otvaranje H.245 kanala nije obavezno, jer se uspostava medijskih tokova može ostvariti u okvirima H.225.0 – CS signalizacije korištenjem procedure brzog spajanja. Ako se H.245 kanal otvori, ostaje otvoren do njegova zatvaranja ili do kraja poziva. Medijski tokovi, H.245 logički kanali od 1 pa naviše, se otvaraju razmjenom signalizacije po nultom logičkom kanalu, a mogu biti uspostavljeni izravno između dvije krajnje točke, ali i usmjereni preko jednog ili više upravnika. Procedure za otvaranje i zatvaranje logičkih kanala se ne odnose na multi H.245 logički kanal.

Sve H.245 signalizacijske poruke spadaju u neku od sljedećih kategorija:

#### • Zahtjev (*Request*)

*U ovu kategoriju spadaju poruke koje od primatelja zahtijevaju izvršavanje određene akcije uključujući i odgovaranje na primljeni zahtjev. Primjerice, H.245 poruke terminalCapabilitySet i masterSlaveDetermination.*

#### • Odgovor (*Response*)

*Ovdje spadaju poruke koje su odgovor na poruke iz prethodne kategorije. Primjerice, H.245 poruke terminalCapabilitySetAck i masterSlaveDeterminationAck.*



Slika 12. Primjer capabilityTable strukture



Slika 13. Primjer *capabilityDescriptor* strukture

#### • Naredba (Command)

Poruke koje od primatelja zahtijevaju izvršavanje određene akcije, ali ne i odgovor, spadaju u ovu kategoriju. Primjerice, H.245 poruka *sendTerminalCapabilitySet*.

#### • Indikacija (Indication)

Poruke informativne prirode koje od primatelja ne zahtijevaju ni akciju ni odgovor, spadaju u ovu kategoriju. Primjerice, H.245 poruke poput *userInput* i *functionNotSupported*.

Sljedeće H.245 procedure možemo izdvojiti kao ključne u okvirima protokola H.323:

- oglašavanje mogućnosti razmjene

medijskih tokova (*Capabilities Exchange*);

- određivanje nadređene strane u komunikaciji (*Master Slave Determination*);

- otvaranje i zatvaranje logičkih kanala (*Logical Channel Signalling*);

- zahtjev za promjenom uspostavljenog medijskog toka (*Request Mode*);

- zatvaranje kanala H.245.

#### Oglašavanje mogućnosti razmjene medijskih tokova

Koristeći ovu proceduru, H.323 krajnja točka oglašava vlastite mogućnosti primanja i slanja medijskih tokova, uključujući mogućnost istovremenog prijama i slanja više različitih ili istih tipova (govor, video, podaci) medijskih tokova istih ili različitih karakteristika, primjerice algoritama sažimanja (G.729, G.711, H.261, H.263, T.120, T.38,...). Razmjeno ovih mogućnosti, obje krajnje točke dobivaju informacije potrebne za odabir obostrano podržanih oblika medijske komunikacije.

Ta procedura započinje slanjem H.245 poruke *TerminalCapabilitySet* (TCS poruke) kojom H.323 krajnja točka oglašava svoje komunikacijske mogućnosti (sve ili samo one koje namjerava koristiti u tom pozivu). Ovo je prva H.245 poruka koja se mora poslati po H.245 kanalu. U njene najvažnije informacijske elemente spadaju *capabilityTable* i *capabilityDescriptors* strukture.

U *capabilityTable* strukturi (Sl. 12.) pošiljatelj TCS poruke navodi podržane oblike medijske razmjene. Primjerice, G.723.1, G.728, G.711 audio i CIF H.263 video se označavaju različitim cijelim brojevima. Ti brojevi se, dalje, grupiraju u *alternativeCapabilitySet* strukture koje indiciraju podržane međusobno isključive oblike razmjene medijskog toka. Primjerice, *alternativeCapabilitySet* struktura koju simbolički možemo prikazati kao {G.711, G.723.1, G.728} znači da

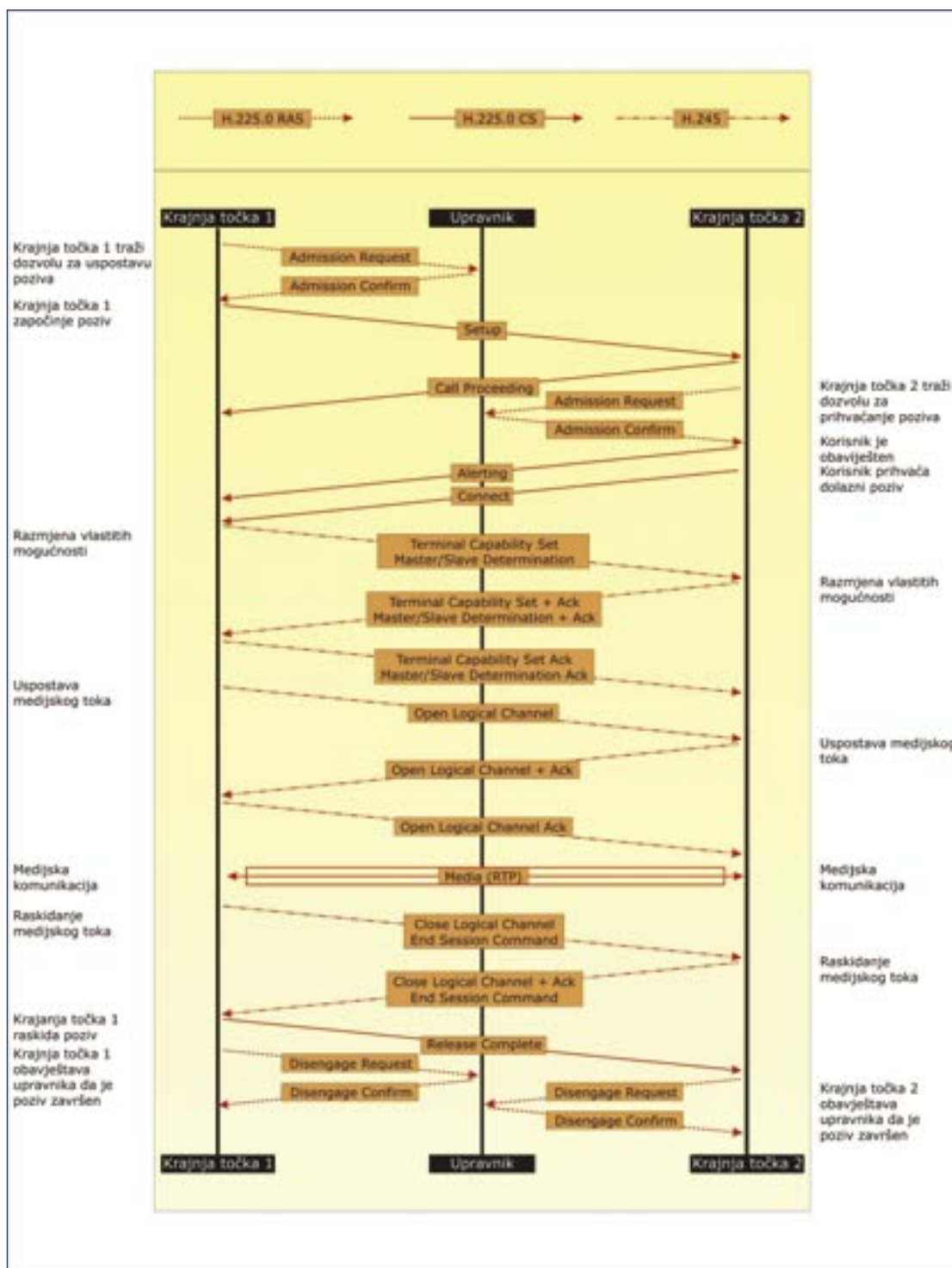
Opremljenost mrežnog elementa	H.323 mrežni element			
	Terminal	Pristupnik	Upravnik	MCU
Bez MC elementa	50	60	-	-
S MC elementom, ali bez MP elementa	70	80	120	160
S MC elementom i podatkovnim MP elementom	-	90	130	170
S MC elementom, podatkovnim i audio MP elementom	-	100	140	180
S MC elementom, podatkovnim, audio i video MP elementom	-	110	150	190

Tablica 1. Tipovi mrežnih elemenata i pripadajuće vrijednosti za MSD proceduru

je pošiljatelj sposoban za audio komunikaciju u bilo kojem od tri navedena načina, ali samo jednim istovremeno. Dodatno, redoslijedom navođenja se iskazuje lista prioriteta, tako da, u navedenom primjeru, pošiljatelj želi, ako je moguće, komunicirati korištenjem algoritma G.711, a ako ne, korištenjem G.723.1, i tek kao zadnja mogućnost, korištenjem algoritma G.728.

Ove se strukture grupiraju u *simultaneousCapabilities* strukture koje opisuju mogućnosti krajnje točke u pogledu

istovremene višemedijske komunikacije. Svaka *simultaneousCapabilities* struktura koja sadrži više od jedne *alternativeCapabilitySet* strukture, označava mogućnost istovremene komunikacije kroz više medijskih tokova. Primjerice, *simultaneousCapabilities* struktura koja sadrži dvije *alternativeCapabilitySet* podstrukture {{H.261, H.263}, {G.711, G.723.1, G.728}} opisuje krajnju točku koja je sposobna istovremeno komunicirati kroz jedan video (H.261 ili H.263) i jedan audio tok (G.711 ili G.723.1 ili G.728), dok struktu-



Slika 14. Prikaz H.323 poziva

ra *simultaneousCapabilities* koja sadrži tri *alternativeCapabilitySet* podstrukture {{H.261}, {H.261, H.263}, {G.711, G.723.1, G.728}} ukazuje na istovremenu podršku dva video toka (H.261 i H.261 ili H.263) u kombinaciji s jednim audio tokom (G.711 ili G.723.1 ili G.728).

Potpuni opis mogućnosti nekog H.323 terminala u razmjeni medijskih tokova je opisan skupom *capabilityDescriptor* struktura. Ova se struktura (Sl. 13.) sastoji od jedne *simultaneousCapabilities* strukture i *capabilityDescriptorNumber* elementa. TCS poruka koja sadrži više od jedne *capabilityDescriptor* strukture omogućava definiranje veza između različitih medijskih tokova. Primjerice, dvije *capabilityDescriptor* strukture sljedećeg sadržaja {{H.261, H.263}, {G.711, G.723.1, G.728}} i {{H.262}, {G.711}} opisuju krajnju točku koja ima podršku za istovremenu razmjenu video (H.261 ili H.263) i audio toka (G.711 ili G.723.1 ili G.728) ili video toka (H.262) u kombinaciji s audio tokom kodiranim jednostavnim G.711 algoritmom.

Pošiljalatelj TCS poruke daje prednost nekom obliku komunikacije pred drugim tako da *capabilityDescriptorNumber* elementu odgovarajuće *capabilityDescriptor* strukture dodijeli manju cjelobrojnu vrijednost.

### **Određivanje nadređene krajnje točke**

Protokol H.323 zahtijeva da jedna od krajnjih točaka u konferenciji mora biti odabrana kao nadređena ostalima (master) da bi se, prije uspostave logičkih kanala, znalo koja krajnja točka će imati prednost u odabiru njihovih karakteristika i upravljati konferencijom. U tu svrhu se koristi H.245 procedura određivanja nadređene krajnje točke, čiji rezultat je dogovor o nadređenoj i podređenim krajnjim točkama. Primjerice, u slučaju da više od jedne krajnje točke u konferenciji ima MC element, ovom procedurom se utvrđuje koja će krajnja točka imati aktivni MC element i upravljati konferencijom. Ova procedura se, najčešće, odvija paralelno s prethodno opisanom procedurom oglašavanja mogućnosti razmjene medijskih tokova.

Odnosi nadređenosti, tj. podređenosti između različitih adresabilnih H.323 mrežnih elemenata je definiran standardom i prikazan je brojevanim vrijednostima (veća vrijednost znači nadređen položaj) u *Tablici 1*.

Ta procedura, i konačna odluka, se zasniva na razmjeni H.245 poruke *masterSlaveDetermination*, koja sadrži informaciju o tipu mrežnog elementa, posjedovanju MC i MP elemenata, kao i slučajnu cjelobrojnu vrijednost, između dvije H.323 krajnje točke. U slučaju istih tipova mrežnih elemenata, nadređenu krajnju točku određuje vrijednost slučajnog broja generirana po proceduri definiranoj u H.245 preporuci. Procedura se uspješno završava slanjem poruke odgovora *masterSlaveDeterminationAck* i priznavanja nadređenog ili podređenog statusa u odnosu na primatelja poruke.

U slučaju da je za konferenciju već odabrana nadređena krajnja točka, za sve naknadne MSD procedure, krajnja točka s aktivnim MC elementom koristi vrijednost 240 te je na taj

način osigurana nepromjenjivost nadređene krajnje točke.

### **Otvaranje i zatvaranje logičkih kanala**

Nakon uspješnog završetka prethodno opisanih H.245 procedura, uspostavljanje medijskih tokova se odvija procedurom otvaranja logičkih kanala. U H.245 terminologiji logički kanal podrazumjeva slanje medijskog toka od pošiljalatelja prema jednom ili više primatelja. Jednoznačno je određen svojim brojem koji je jedinstven u odgovarajućem smjeru razmjene medijskih tokova. Svaka krajnja točka otvara logičke kanale prema drugoj krajnjoj točki.

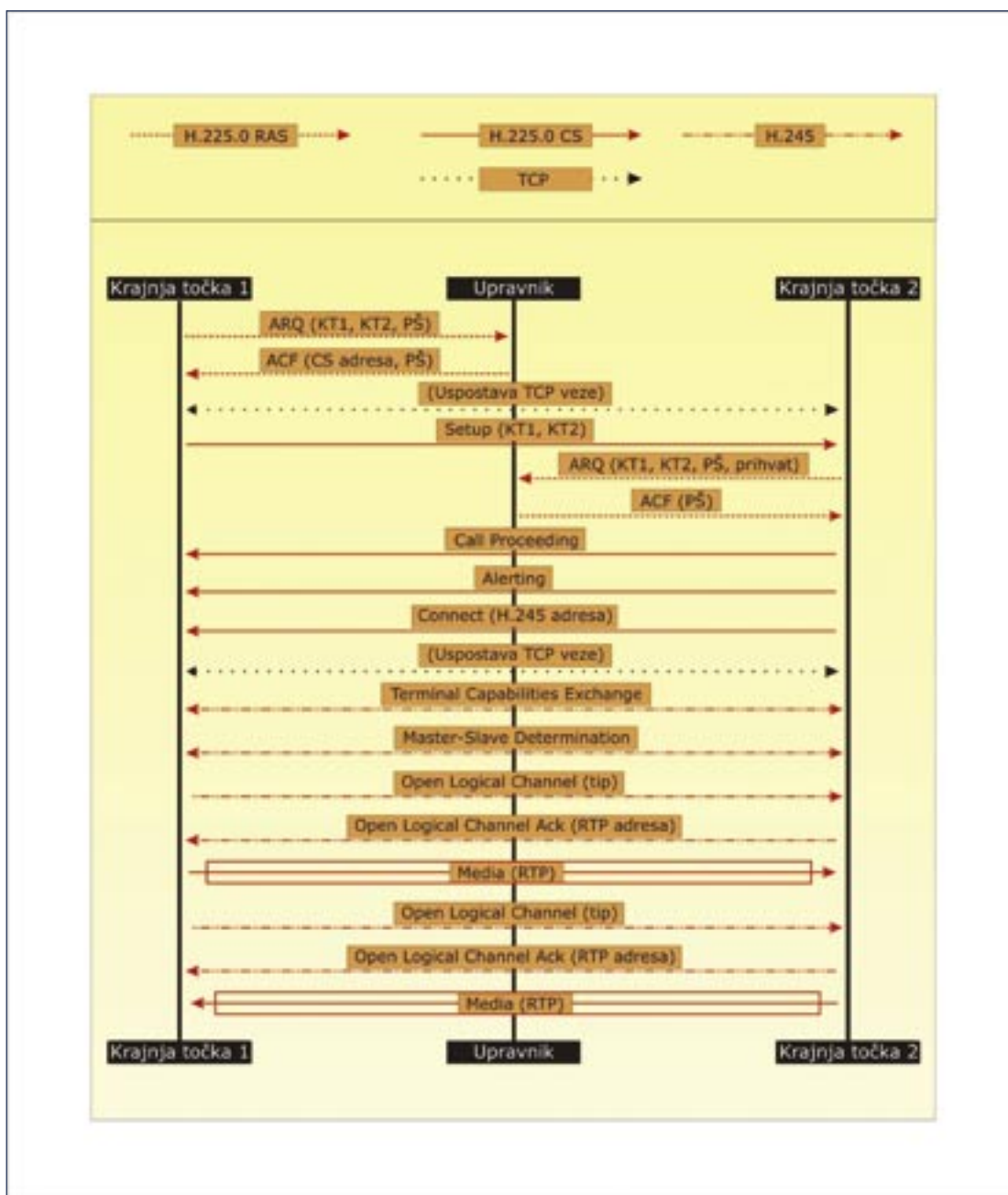
Logički kanali se otvaraju korištenjem poruke *openLogicalChannel* (OLC poruke) koja u potpunosti opisuje karakteristike medijskog toka uključujući njegov tip (audio, video, podaci), upotrijebljeni algoritam sažimanja, kao i ostale informacije nužne da bi primatelj pravilno protumačio medijski tok. Karakteristike logičkih kanala moraju biti u okvirima koje je primatelj oglasio u proceduri oglašavanja mogućnosti razmjene medijskih tokova. Transportnu adresu na koju će slati medijski tok opisan OLC porukom, pošiljalatelj dobiva u pozitivnom odgovoru u obliku poruke *openLogicalChannelAck* (OLCAck poruke).

Protokol H.245 omogućava uspostavu jednosmjernih i dvosmjernih logičkih kanala. Većina logičkih kanala za audio, video i podatkovne tokove se uspostavlja kao jednosmjerni logički kanali. Ovaj pristup omogućava dvosmjernu komunikaciju logičkim kanalima različitih karakteristika (asimetrična komunikacija). Međutim, pojedini medijski tipovi, uključujući podatkovne protokole poput T.120, za normalnu operaciju podrazumijevaju uspostavu dvosmjernih kanala. Logički kanali se zatvaraju slanjem poruka *CloseLogicalChannel/Ack* ili implicitno sa završetkom poziva.

### **Procedura brzog spajanja (Fast Connect)**

Na ovom mjestu ćemo spomenuti i proceduru brzog spajanja, iako to nije H.245 procedura nego dio protokola H.225.0 – CS koji se zasniva na već spomenutim H.245 procedurama. Osim što je ova procedura, uvedena u verziji 2, značila veliki korak u smanjenju broja poruka potrebnih za uspostavu H.323 poziva (usporedite uspostavu poziva prikazanih na Sl. 15. i 16.), njena važnost se ogleda i u osiguranju neprekidne komunikacije (*voice clipping free*) u slučaju H.323 poziva iz ili prema PSTN mrežama. Procedura brzog spajanja osigurava uspostavu medijskih tokova uključivo s porukom *Connect*, a upravo je to trenutak kada se, tradicionalno, u PSTN mrežama događa uspostava medijske komunikacije u oba smjera. U slučaju kasnije uspostave medijskih tokova na H.323 dijelu poziva, neizbježno dolazi do početnoga prekida u komunikaciji i, shodno tome, gubitka početnog dijela razgovora.

Ova procedura (Sl. 16.) se često netočno naziva «*fastStart*» po H.225.0 – CS informacijskom elementu kojim se prenose *OpenLogicalChannel* strukture predloženih logičkih kanala. Korištenjem te procedure, poziv je moguće u potpunosti



Slika 15. Prikaz uspostave H.323 poziva normalnom procedurom

uspostaviti bez otvaranja kanala H.245. Naime, krajnja točka koja slanjem H.225.0 – CS poruke *Setup* započinje poziv i želi koristiti spomenutu proceduru, dužna je korištenjem *fastStart* informacijskog elementa definirati ponuđene logičke kanale (OLC strukture) redosljedom vlastitog odabira. Pozvana krajnja točka koja podržava ovu proceduru i želi je prihvatiti, dužna je vratiti *fastStart* element s prihvaćenim logičkim kanalima (OLC) u nekoj od H.225.0 – CS poruka do uključivo poruke *Connect*. Gledano sa stajališta već spomenutih H.245 procedura, *fastStart* element u *Setup* poruci predstavlja početak procedure otvaranja logičkih kanala uz kombinaciju implicitnog određivanja nadređene krajnje točke (krajnja točka koja šalje *Setup* poruku je nadređena) i izbjegavanje procedure oglašavanja mogućnosti razmjene medijskih tokova. Procedura otvaranja logičkih kanala je za-

vršena slanjem *fastStart* elemenata kojim je pozvana krajnja točka prihvatila i otvorila neke logičke kanale.

#### Zahtjev za promjenom uspostavljenog medijskog toka

Krajnje točke, koje primaju neki već uspostavljeni medijski tok, mogu, pod određenim uvjetima, tražiti od krajnje točke koja ga šalje promjenu karakteristika medijskog toka. Ove izmijenjene karakteristike, kao i u slučaju toka čije se karakteristike želi izmijeniti, moraju pripadati skupu karakteristika oglašanih u proceduri oglašavanja mogućnosti razmjene medijskih tokova. Za promjenu medijskih tokova koje odašilje, krajnja točka ne koristi ovu proceduru nego jednostavno zatvara postojeći logički kanal i otvara novi s promijenjenim karakteristikama koje moraju biti u skladu s prethodno oglašanim karakteristikama. Promjena odlaznog

medijskog toka se, obično, odvija nakon uspješno provedene procedure promjene dolaznog medijskog toka.

Za ilustraciju procedure neka nam posluži sljedeći primjer. Ako je TCS porukom krajnja točka oglasila podršku za slanje audio toka oblikovanog korištenjem G.729 i G.711 algoritma sažimanja, krajnja točka primatelj može od nje tražiti da audio tok uspostavljen korištenjem G.729 algoritma zamijeni s G.711 algoritmom sažimanja. Ova procedura započinje slanjem poruke *RequestMode*. Primatelj poruke je dužan udovoljiti zahtjevu (*RequestModeAck*), ako je u mogućnosti, ili ga odbiti (*RequestModeReject*), ako to nije slučaj. U slučaju odbijanja, medijska komunikacija se nastavlja već uspostavljenim logičkim kanalima, dok u slučaju prihvatanja, krajnje točke započinju proceduru za zatvaranje postojećih i otvaranje novih logičkih kanala u skladu s već opisanom procedurom.

#### Zatvaranje kanala H.245

Kanal H.245, nulti logički kanal, se standardno zatvara, nakon zatvaranja ostalih logičkih kanala (medijskih tokova), slanjem i prijmom H.245 poruke *EndSessionCommand* ili, implicitno, završetkom poziva bilo kroz H.225.0 – CS signalizaciju (porukom *ReleaseComplete*) ili prekidom H.225.0

– CS signalizacijskoga kanala. U praksi se, najčešće, koristi mogućnost implicitnog zatvaranja kanala H.245 slanjem H.225.0 – CS poruke *ReleaseComplete* kako bi se smanjio broj razmijenjenih signalizacijskih poruka.

## 5.4 Informacijski elementi

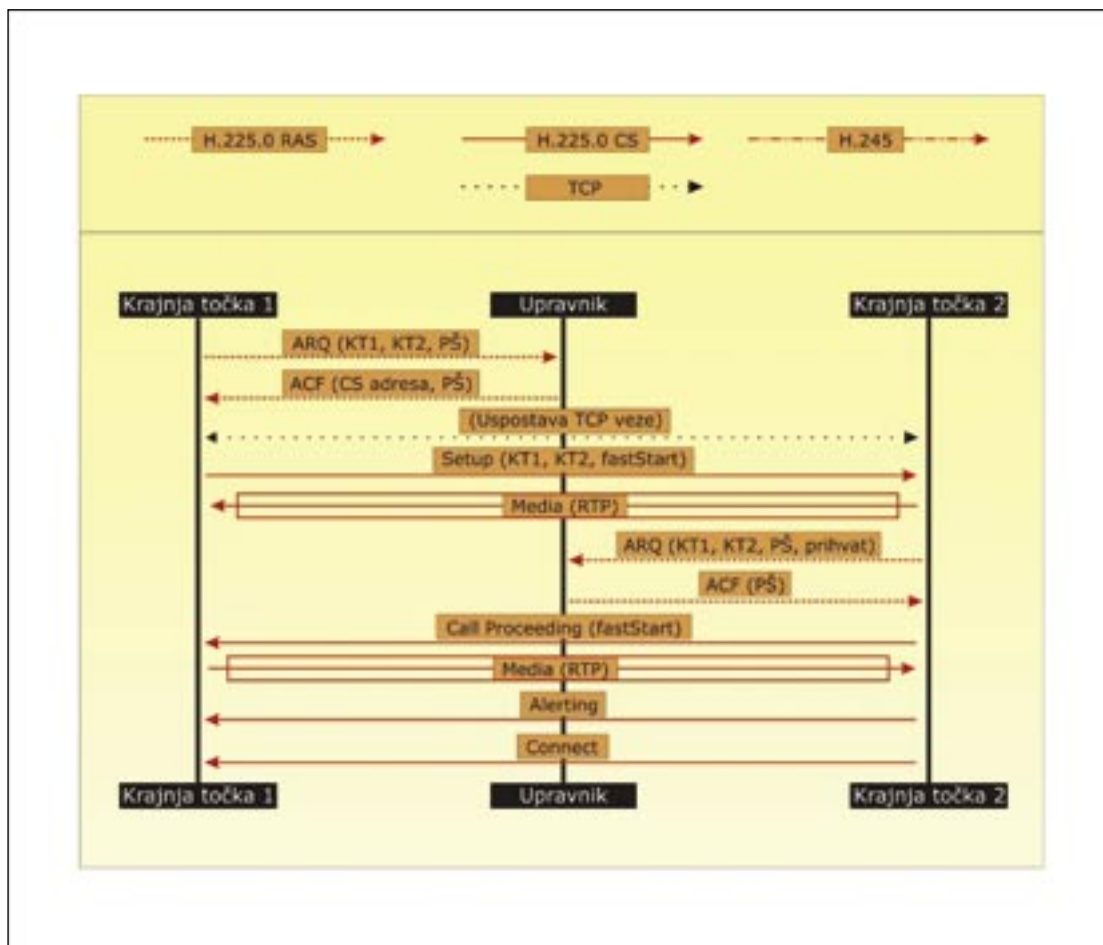
Najvažniji informacijski elementi koji u protokolu H.225.0 imaju ulogu oznake i povezuju H.225.0 signalizaciju vezanu uz poziv, konferenciju ili krajnju točku (Sl. 17) su:

#### Identifikator krajnje točke

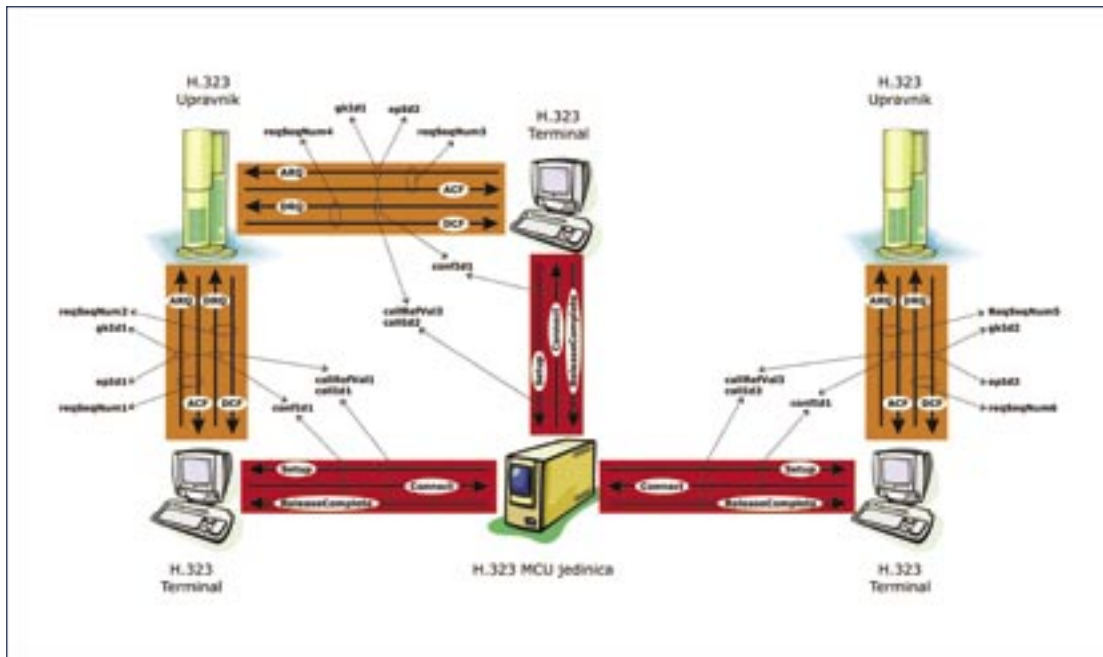
Identifikator krajnje točke (*endpointIdentifier*) je informacijski element koji predstavlja dio H.225.0 – RAS i H.225.0 – CS signalizacije. U ASN.1 notaciji protokola, definiran je kao niz od 1 do 128 znakova kodiranih po ISO10646-1 standardu. H.323 upravnik ga dodjeljuje krajnjoj točki u okviru registracijske procedure (RRQ/RCF) i svaka krajnja točka ga mora slati u svakoj sljedećoj RAS poruci. Kako jednoznačno određuje krajnju točku, upravniku služi u svrhu upravljanja zonom.

#### Identifikator upravnika

Identifikator upravnika (*gatekeeperIdentifier*) je informacijski element koji predstavlja dio H.225.0 – RAS i H.225.0



Slika 16. Prikaz uspostave H.323 poziva procedurom brzog spajanja



Slika 17. H.323 konferencija u kojoj sudjeluju 3 terminala

– CS signalizacije. U ASN.1 notaciji protokola, definiran je kao niz od 1 do 128 znakova kodiranih po ISO10646-1 standardu. Dodjeljuje ga administrator mreže pri konfiguraciji upravnika i krajnjih točaka. Koristi se u sklopu procedure otkrivanja upravnika, kao dio GRQ poruke koju krajnja točka šalje višesmjerno, i to za određivanje upravnika kojem je poruka namijenjena.

#### Sljedni broj zahtjeva

Sljedni broj zahtjeva (*requestSeqNum*) je informacijski element koji predstavlja dio H.225.0 – RAS signalizacije, a u ASN.1 notaciji protokola je definiran kao 16-bitni cijeli broj između 1 i 65535. Dodjeljuje ga krajnja točka ili upravnik kada šalje RAS poruku zahtjeva. Jedinствен je na razini dotičnog mrežnog elementa i služi mu da jednoznačno odredi kojoj RAS transakciji pripada primljena RAS poruka odgovora.

#### Referenca poziva

Referenca poziva (*callReferenceValue*) je informacijski element koji predstavlja dio H.225.0 – CS i H.225.0 – RAS signalizacije vezane uz poziv. U ASN.1 notaciji protokola, definiran je kao 16-bitni cijeli broj u punom opsegu (od 0 do 65535). Njegova vrijednost je ista za sve poruke unutar jednog poziva, a jedinstvena je između dva mrežna elementa (na razini veze) i jednoznačno određuje poziv između ta dva mrežna elementa.

Najznačajniji bit ukazuje na smjer poziva (0 – «ja sam započeo ovu H.225.0 – RAS transakciju ili H.225.0 – CS poziv», 1 – «ja odgovaram na H.225.0 – RAS transakciju ili H.225.0 – CS poziv»). Ovo je jako bitno jer bi inače bilo moguće da

oba mrežna elementa pošalju RAS ili CS poruku s istom vrijednošću CRV informacijskog elementa, pa onda ne bi jednoznačno određivao poziv između dva mrežna elementa.

Vrijednost korištena unutar RAS i CS signalizacije za isti poziv je, uglavnom, neovisna, osim u slučaju kada krajnja točka započinje poziv. Tada nakon procedure upravljanja pristupom, šalje poruku *Setup* i koristi istu vrijednost CRV informacijskog elementa u RAS i CS porukama.

#### Identifikator poziva

Identifikator poziva (*callIdentifier*) je informacijski element koji predstavlja dio H.225.0 – CS i H.225.0 – RAS signalizacije vezane uz poziv. U ASN.1 notaciji protokola, definiran je kao niz od 16 okteta. Vrijednost informacijskog elementa je ista između svih H.323 mrežnih elemenata koji sudjeluju u nekom pozivu i jednoznačno ga određuje.

#### Identifikator konferencije

Identifikator konferencije (*conferenceID*) je informacijski element koji predstavlja dio H.225.0 – CS i H.225.0 – RAS signalizacije vezane uz poziv. U ASN.1 notaciji protokola, definiran je kao niz od 16 okteta. Vrijednost informacijskog elementa je ista između svih H.323 mrežnih elemenata koji sudjeluju u nekoj konferenciji (konferencija je 1 ili više povezanih poziva) i jednoznačno je određuje.

## 5.5 Modeli H.323 poziva

Ovisno o načinu na koji je između krajnjih točaka uspostavljen kanal uspostave poziva, u H.323 mrežama se razlikuju dva modela poziva:

- **model izravne komunikacije dvije krajnje točke** (Sl. 18.)



Krajnje točke izmjenjuju H.225.0 – CS signalizacijske poruke kanalom uspostave poziva koji ih izravno povezuje.

• **model komunikacije uz posredovanje**

**H.323 upravnika** (Sl. 19.)

Krajnje točke izmjenjuju H.225.0 – CS signalizacijske poruke preko upravnika koji spaja dva kanala uspostave poziva. Iako pozivajuća krajnja točka može, kroz H.225.0 RAS proceduru upravljanja pristupom, izraziti želju za korištenjem jednog ili drugog modela, odluku donosi H.323 upravnik, i to na razini svakog poziva.

U oba modela se koriste isti tipovi kanala, iste procedure i izmjenjuju iste signalizacijske poruke. Poziv započinje izvršavanjem procedure upravljanja pozivom preko RAS kanala, nastavlja se izmjenom H.225.0 – CS poruka kanalom uspostave poziva i, konačno, uspostavljaju se medijski tokovi preko kanala H.245. H.323 upravnik, u proceduri upravljanja pozivom, vraća pozivajućoj krajnjoj točki transportnu adresu (pozvane krajnje točke ili samog upravnika) prema kojoj ona treba uspostaviti kanal uspostave poziva i na taj način odabire model koji će se koristiti za taj poziv.

U slučaju izravnog modela poziva, kanal H.245 može biti uspostavljen samo izravno između krajnjih točaka, dok u slučaju posredovanja upravnika, postoje dvije mogućnosti: uspostava kanala H.245 izravno između krajnjih točaka i uspostava kanala H.245 preko upravnika. Prva mogućnost je u okvirima H.323 standarda još uvijek nerazrađena i standardom je predviđeno korištenje samo druge mogućnosti.

Naravno, u H.323 mrežama u kojima ne postoji upravnik, moguće je samo korištenje izravnog modela poziva, što podrazumijeva da pozivajuća krajnja točka zna transportnu adresu pozvane krajnje točke.

## 6 Glavne karakteristike H.323 okvira

### Mrežna neovisnost

Protokol H.323 je definiran tako da radi preko postojećih mrežnih arhitektura. Komunikacijska rješenja temeljena na protokolu H.323 su spremna iskoristiti razvoj mrežnih tehnologija i napredak metoda upravljanja pojasnom širinom.

### Upravljanje pojasnom širinom

Video i audio komunikacija zahtijevaju veliku pojasnu širinu i lako bi mogla zagušiti korporacijske lokalne mreže ako se upotreba pojasne širine ne nadzire i njome ne upravlja. H.323 rješava ovu problematiku omogućujući upravljanje dodjelom pojasne širine po svakom H.323 pozivu.

### Aplikacijska i platformska neovisnost

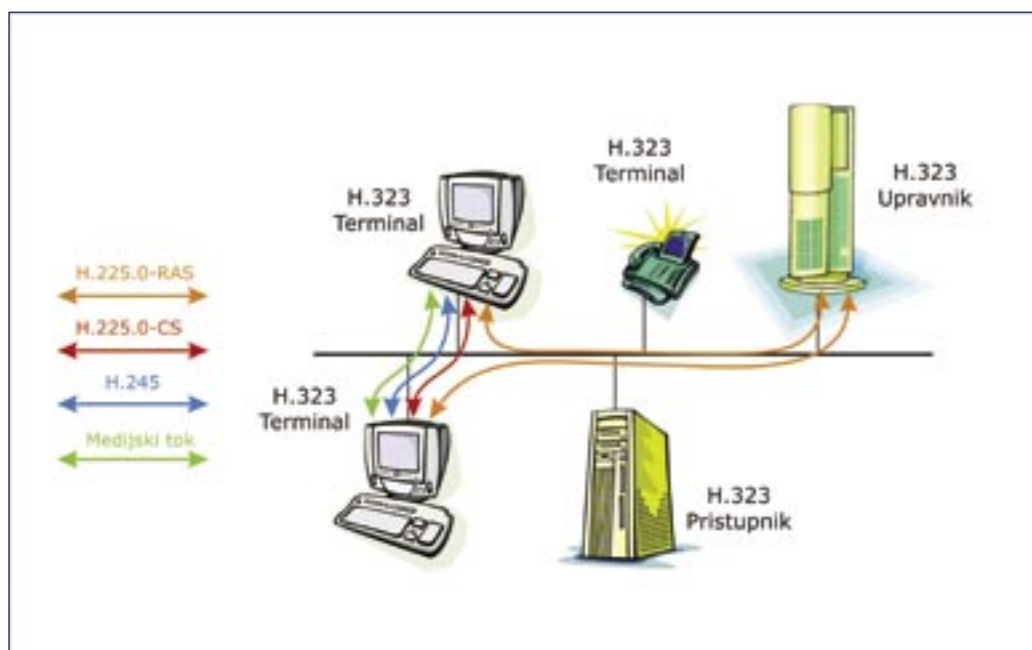
Protokol H.323 nije vezan uz određeni hardver ili operacijski sustav. Postoje H.323 terminali i ostali mrežni elementi različite veličine, zasnovani na različitim platformama.

### Podrška za višestrane konferencije

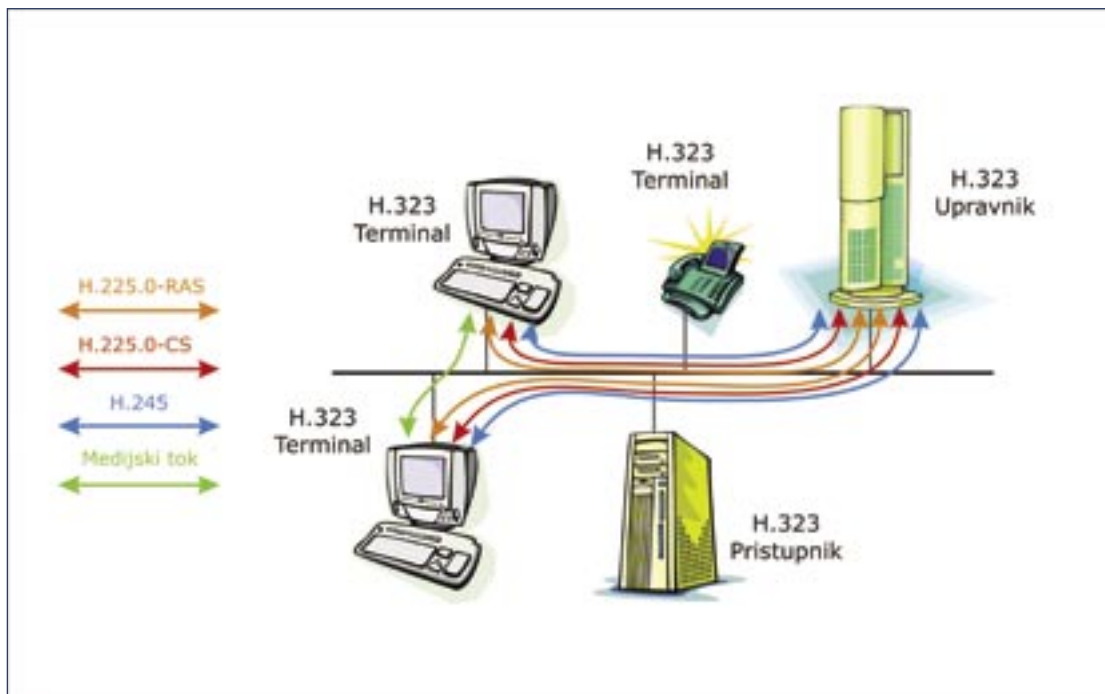
Protokol H.323 podržava konferencije tri ili više krajnjih točaka koje su moguće sa ili bez MCU jedinice. Podrška za takve konferencije može biti distribuirana i implementirana kao dio H.323 krajnjih točaka.

### Međudjelovanje

Kako bi korisnici mogli bezbrižno komunicirati i ne zamarati se pitanjima kompatibilnosti, posebna pažnja je, pri definiranju, posvećena kompatibilnosti različitih implementacija iste i različitih verzija H.323 standarda. Bezbrižna komunikaci-



Slika 18. Model izravne komunikacije



Slika 19. Model komunikacije uz posredovanje upravnika

ja je osigurana i na razini izmjene višemedijskih tokova, jer H.323 terminali kroz signalizaciju izmjenjuju podržane načine komunikacije i dogovaraju odabrani način komunikacije. Konačno, svi algoritmi digitalizacije i sažimanja govornih i video signala koji se koriste u H.323 mrežama su standardizirani i na taj način je osigurana uspješna komunikacija korištenjem opreme proizvedene od različitih proizvođača.

### Fleksibilnost

Terminali različitih komunikacijskih mogućnosti mogu sudjelovati u istoj H.323 konferenciji. Tako, npr., terminal koji ne podržava razmjenu video tokova može sudjelovati samo u audio dijelu audio-video konferencije.

## 7 H.323 pristupnik u Ericssonovoj izvedbi

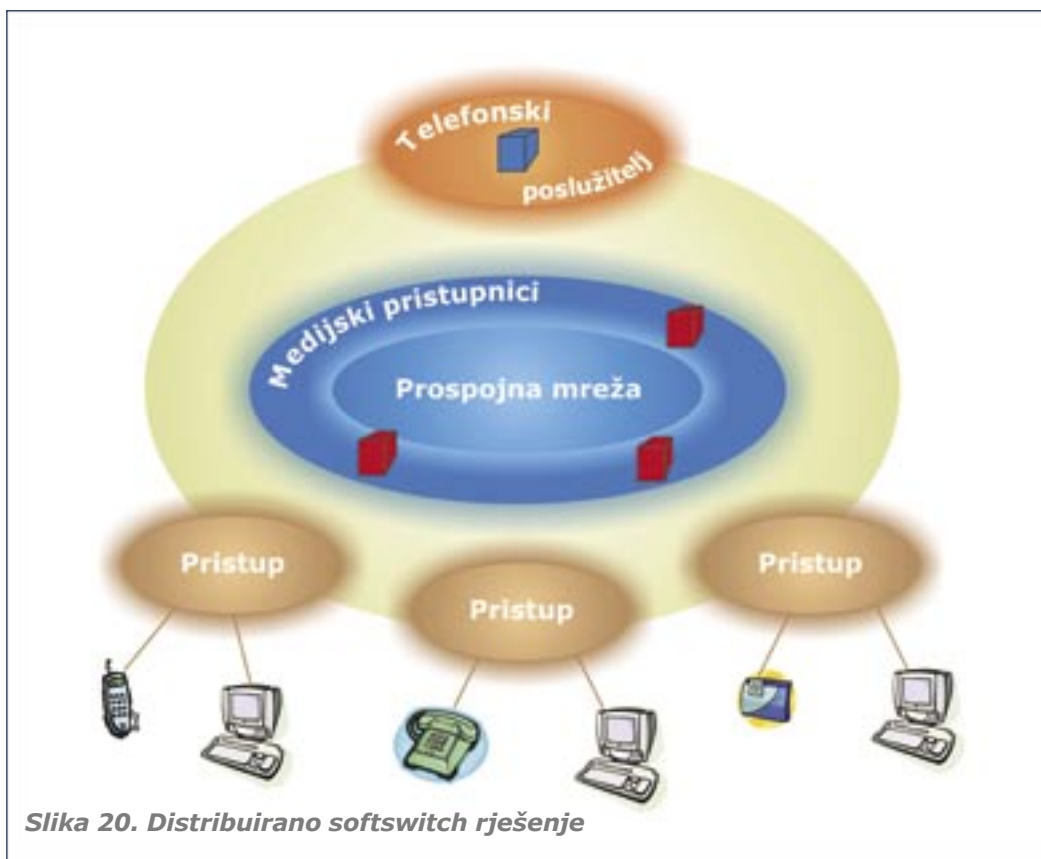
Ericssonovo rješenje za mreže sljedeće generacije (NGN – Next Generation Network) se počinje razvijati od 1999. pod marketinškim imenom ENGINE (*Ericsson Next Generation Network*). Rješenje se zasniva na najperspektivnijoj širokopojasnoj tehnologiji s kraja 20. stoljeća – asinkronom načinu prijenosa (ATM – *Asynchronous Transfer Mode*). U istom procesu, monolitni sustav AXE evoluira prema distribuiranom softswitch rješenju (*Sl. 20.*) u kojem se razdvaja upravljanje pozivom (*call control*), prospajanje (*connectivity*) i pristupni dio (*access*).

Sustav AXE se počinje razvijati prema poslužitelju koji upravlja uspostavom poziva i pružanjem usluga, te postaje ključni dio Telefonskog poslužitelja (TeS – *Telephony Server*). Pored sustava AXE, telefonski poslužitelj uključuje i manji sustav AXD 301 za logiku posredovanja (ML – *Mediation Logic*) i povezivanje s medijskim pristupnicima (MGW-IC

*Media Gateway Interconnect*). Sustav AXD 301 se razvija prema višeuslužnom pristupniku (MSG – *Multiservice Gateway*), čija je osnovna zadaća prospajanje i pretvorba medijskih tokova. Uvode se protokoli H.248 (kojeg TeS koristi za upravljanje medijskim pristupnicima) i BICC (*Bearer Independent Call Control*), protokol za upravljanje pozivom i komunikaciju među telefonskim poslužiteljima. Kako bi pratilo evoluciju i proširenje rješenja, i samo ime se mijenja, najprije u ENGINE *Integral Network* (EIN), a sada i u *Telephony Softswitch Solution* (TSS).

Nakon EIN rješenja temeljenih na ATM prijenosnoj tehnologiji (EIN 1.0 i EIN 2.0) Ericsson, u skladu s novim trendovima u telekomunikacijskom svijetu, izbacuje EIN3.0 rješenje koje uvodi podršku i za IP prijenosnu tehnologiju. I dok je proširenje EIN 3.0 rješenja protokolom SIP, za glavni protokol u višemedijskim domenama 3G mreža i mrežama sljedeće generacije, logično i očekivano (pogotovo nakon nagrađenog prototipa iz 2002/2003. godine), uključivanje protokola H.323, za povezivanje s VoIP mrežama, u EIN 3.1 rješenje ima podlogu isključivo u izravnom zahtjevu s telekomunikacijskoga tržišta.

Globalni operator, MCI *WorldCom* je, zbog stalnog porasta VoIP prometa, koji se udvostručuje svaka tri mjeseca, a čijih 90% u njihovom slučaju čini promet upravljan protokolom H.323, tražio VoIP pristupnik velikog kapaciteta i pouzdanosti. Taj pristupnik bi omogućio migraciju njihovih postojećih TDM i VoIP mreža u zajedničku mrežu, kao i međunarodne VoIP pozive upravljane protokolom H.323 ili SIP. Funkcija H.323 pristupnika, temeljena na AXE platformi, uključena je u EIN 3.1 rješenje.



## 7.1 Mogućnosti H.323 pristupnika

Funkcija H.323 pristupnika uklopljena je u postojeću arhitekturu EIN rješenja i omogućava mu da djeluje kao H.323 pristupnik između H.323 mreža i ISUP, BICC, SIP, SIP-T ili H.323 mreža. Dakle, osim standardom definirane uloge pristupnika između H.323 i TDM mreže, EIN 3.1 rješenje može djelovati i kao *Session Border Controller* koji povezuje (ali i odvaja) dvije VoIP mreže. Funkcija H.323 pristupnika se aktivira po pozivu i, uz govorne pozive, omogućuje i T.38 fax te modem i fax pozive u i iz H.323 mreža.

Telefonski poslužitelj je odgovoran za upravljanje pozivom, pretvorbu signalizacijskih protokola i upravljanje povezanošću i višeuslužnim pristupnicima, dok su višeuslužni pristupnici zaduženi za pretvorbu medijskih tokova i prospajanje na fizičkoj razini.

Funkcije upravljanja pozivom i pretvorbe signalizacijskih protokola, implementirane na AXE platformi, su proširene uvođenjem podrške za H.323 signalizacijske protokole. EIN 3.1 rješenje podržava najšire implementiran H.323 okvir verzije 2, što uključuje protokole H.225.0 – RAS i H.225.0 – CS verzije 2, u skladu s preporukom H.225.0 iz veljače 1998. te protokol H.245 verzije 4, u skladu s istoimenom preporukom iz rujna 1998. Podržan je prijenos H.225.0 – CS i H.245 signalizacije preko protokola TCP, a H.225.0 – RAS signalizacije preko protokola UDP. Procedura pretvorbe signaliza-

cijskih protokola je prilagođena postojećim principima AXE platforme te uključuje pretvorbu H.323 signalizacije interno u logički ISUP, u skladu s Annex C dodatkom preporuci H.246 te logičkog protokola ISUP na odlaznoj strani u odgovarajući vanjski signalizacijski protokol.

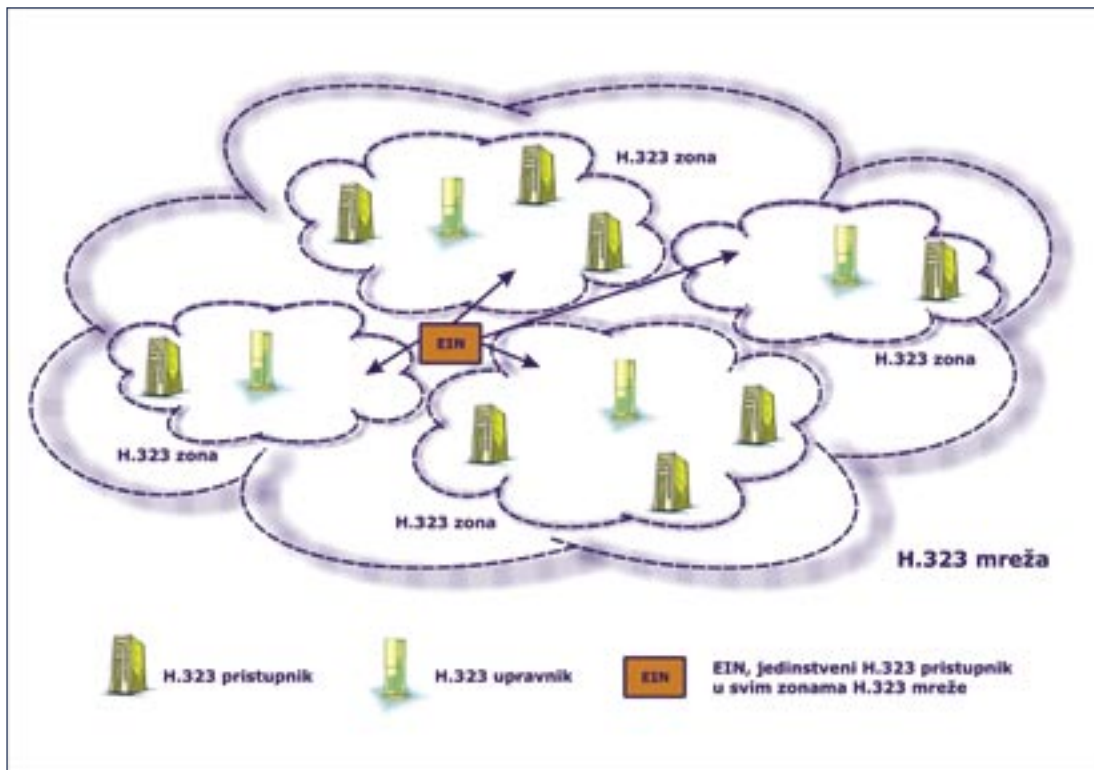
Od ključnih procedura i mogućnosti protokola H.323 opisanih na prethodnim stranicama, EIN 3.1 rješenje podržava oba modela H.323 poziva, proceduru brzog spajanja, slanje H.245 poruka kanalom uspostave poziva, prijenos DTMF znamenki H.245 signalizacijom, proceduru manualnog otkrivanja upravnika, vremenski ograničene registracije, korištenje zamjenskih upravnika i unaprijed odobren pristup.

EIN 3.1 rješenje je sposobno istovremeno obavljati ulogu H.323 pristupnika u više H.323 mreža, a podržano je spajanje s H.323 mrežama koje se sastoje od više H.323 zona (Sl. 21.) ili isključivo od drugih H.323 pristupnika (Sl. 22.). Prema svakoj H.323 mreži, EIN rješenje se ponaša kao zaseban pristupnik i, u skladu s tim, predstavlja skup H.323 pristupnika čije je ponašanje i identifikacija unutar mreže pojedinačno konfigurabilno.

## 7.2 Interni objektni model H.323 pristupnika

Definicija karakteristika pristupnika u pojedinoj mreži omogućena je kroz objektni model prikazan na Slici 23.

Postojeći koncept AXE smjerova (*ROUTE*) se koristi za funkcije analize usmjeravanja i definiranja različitih karakteri-



Slika 21. Uloga EIN H.323 pristupnika u H.323 mreži sastavljenoj od zona

stika odlaznog i dolaznog H.323 prometa. Svaki H.323 poziv je predstavljen tzv. objektom H.323 device (*DEVICE*) i njihovo spajanje na neki H.323 smjer, omogućuje statičku dodjelu pozivnog kapaciteta i ograničenje broja istovremenih dolaznih i odlaznih H.323 poziva u odgovarajućem smjeru.

TeS, kao H.323 pristupnik u pojedinoj H.323 mreži, je interno predstavljen objektom EP (*EndPoint*). Ovaj objekt je ključan za definiranje karakteristika i identifikacijskih postavki prema pojedinoj H.323 mreži.

Objekt IPG (*Internet Protocol Group*) je u odnosu jedan na jedan prema H.323 mreži u kojoj TeS ima ulogu H.323 pristupnika. Ovaj objekt omogućuje definiciju IP adresa upravnika ili pristupnika u dotičnoj H.323 mreži s kojima je dozvoljena komunikacija. Dodatno, moguće je definirati je li dozvoljen samo odlazni, samo dolazni ili dvosmjerni promet od pojedine IP adrese.

Za H.323 mreže koje se sastoje isključivo od drugih H.323 pristupnika ima smisla iskoristiti sve gore spomenute mogućnosti, dok je za mreže koje se sastoje od H.323 zona potrebno samo definirati «odlazne» IP adrese koje predstavljaju IP adrese upravnika prema kojima će biti pokrenute registracijske i ostale RAS procedure. H.323 upravnici, kroz proceduru upravljanja pristupom, provjeravaju IP adrese s kojih se prihvaća i na koje se usmjerava promet.

U sklopu funkcije H.323 pristupnika, uključena je i procedura odabira pristupnika ili zone (predstavljene upravnikom) iz odgovarajuće IPG grupe za svaki odlazni poziv. Osim toga, u slučaju da uspostava poziva prema odabranom pristupniku ili upravniku ne uspije, podržana je i procedura ponovnog

odabira u okvirima IPG grupe u skladu s definiranim postavkama. Podržane su dvije metode odabira za prvi pokušaj uspostave poziva:

- metoda glavnog odredišta (MD – *Master Destination*)
- metoda postotne razdiobe (PD – *Percentage Distribution*)

Korištenjem MD metode (Sl. 24.), svi odlazni pozivi bit će usmjereni prema istom pristupniku ili upravniku, tj. njegovoj zoni. U slučaju PD metode (Sl. 25.), odlazni pozivi će biti usmjereni prema različitim pristupnicima/upravicima u skladu s definiranom postotnom razdiobom. Ako uslijed neuspješnog pokušaja uspostave poziva prema prvo-odabranom pristupniku/upravniku dođe do ponovnog odabira, svi upravnici/zone ili pristupnici postaju jednakovrijedni, a odabir ovisi o redosljedu definiranja pripadajućih IP adresa u okvirima objekta IPG.

Dodatno, u slučaju H.323 mreže koja se sastoji od samo jedne zone pa je predstavljena IPG grupom koja sadrži samo jednu IP adresu pripadajućeg upravnika, H.323 pristupnik podržava proceduru zamjenskih upravnika. Ta procedura omogućuje uporabu zamjenskih upravnika u slučaju pada ili preopterećenja primarnog upravnika. Preduvjet je dobivanje IP adresa zamjenskih upravnika od primarnog upravnika u okviru procedure registracije krajnje točke.

Za svaku H.323 mrežu u kojoj TeS ima ulogu H.323 pristupnika, postoji jedan objekt RHOST (*Remote Host*). Taj objekt omogućuje definiciju tipa mreže (skup zona ili pristupnika) i grupira lokalna mrežna sučelja predviđena za signalizaciju od i prema pojedinoj H.323 mreži.

Funkcija H.323 pristupnika koristi GARP-1 pločice kao H.323 signalizacijske terminale koji pružaju fizičko sučelje prema vanjskoj IP mreži. Mrežno sučelje, osigurano kroz ugrađene *Ethernet* priključke kapaciteta 10 ili 100 MB/s, je predstavljeno objektom IPPORT. Ovaj objekt omogućuje definiciju IP i *Ethernet* karakteristika pojedinog mrežnog sučelja.

Objekti H.323 EM i IP EM predstavljaju RP programske jedinice za H.323 signalizaciju i upravljanje IP karakteristikama, učitane na jednu GARP pločicu, dok ih objekti LHOST i IP EQM predstavljaju na CP strani. Pridjeljivanje mrežnih sučelja za signalizaciju prema nekoj H.323 mreži postiže se spajanjem objekata LHOST na objekt RHOST. Funkcija H.323 pristupnika omogućava odabir svih H.323 signalizacijskih terminala ili samo ograničenog skupa za neki objekt RHOST. Ovo znači da se jedna GARP pločica može koristiti kao signalizacijski terminal za više H.323 mreža, kao i da se može rezervirati isključivo za jednu H.323 mrežu.

Kapacitet jedne GARP-1 pločice je dovoljan za obradu 80 – 100 H.323 poziva u sekundi. U svrhu povećanja kapaciteta i poboljšanja performansi funkcije H.323 pristupnika, prema svakoj H.323 mreži je preporučeno koristiti više GARP pločica. Kako je svaka pločica predstavljena jednom IP adresom, H.323 pristupnik je u tom slučaju u H.323 mreži vidljiv preko više IP adresa (*multihomed*). Funkcija H.323 pristupnika podržava spajanje do 16 H.323 signalizacijskih terminala te uključuje i funkciju uravnoteženja opterećenja po svim definiranim signalizacijskim terminalima.

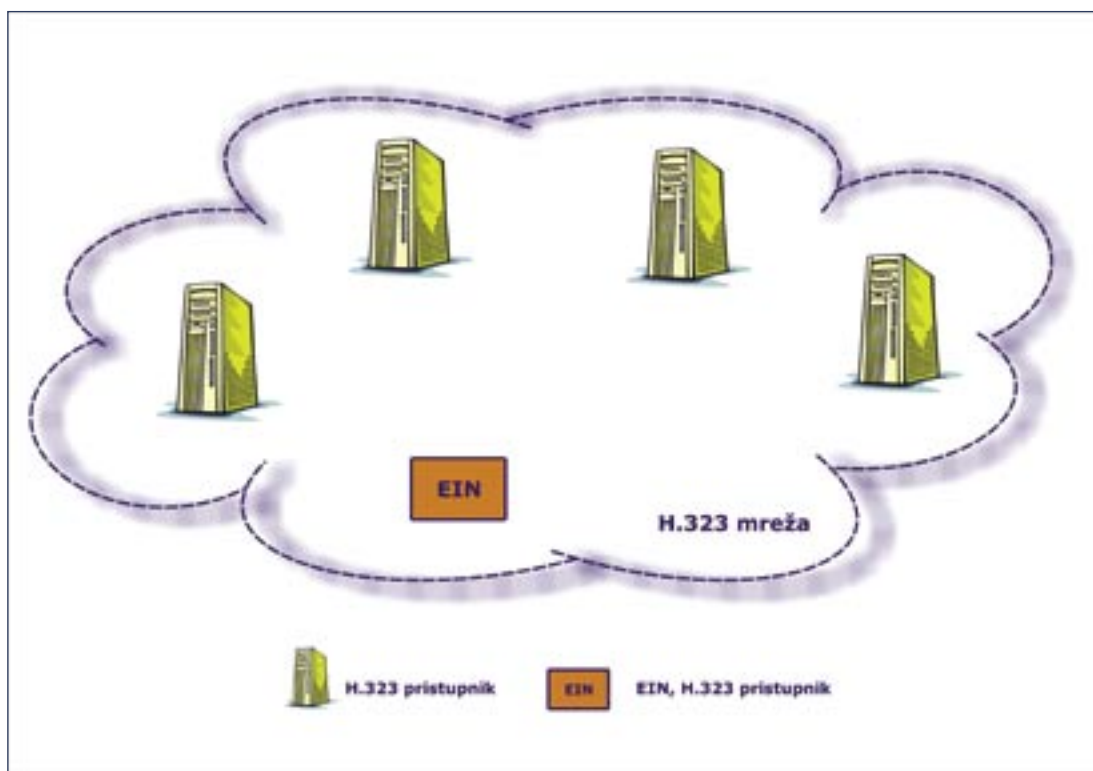
Osim povećanja kapaciteta, korištenje više H.323 signaliza-

cijskih terminala povećava i robustnost i pouzdanost funkcije H.323 pristupnika. Tako će, uzevši primjer sa *Slike 26.*, kvar GARP1 pločice rezultirati prestankom pružanja usluge pristupnika EP1, dok će EP2 i EP3 i dalje pružati uslugu pristupnika u pripadajućim H.323 mrežama.

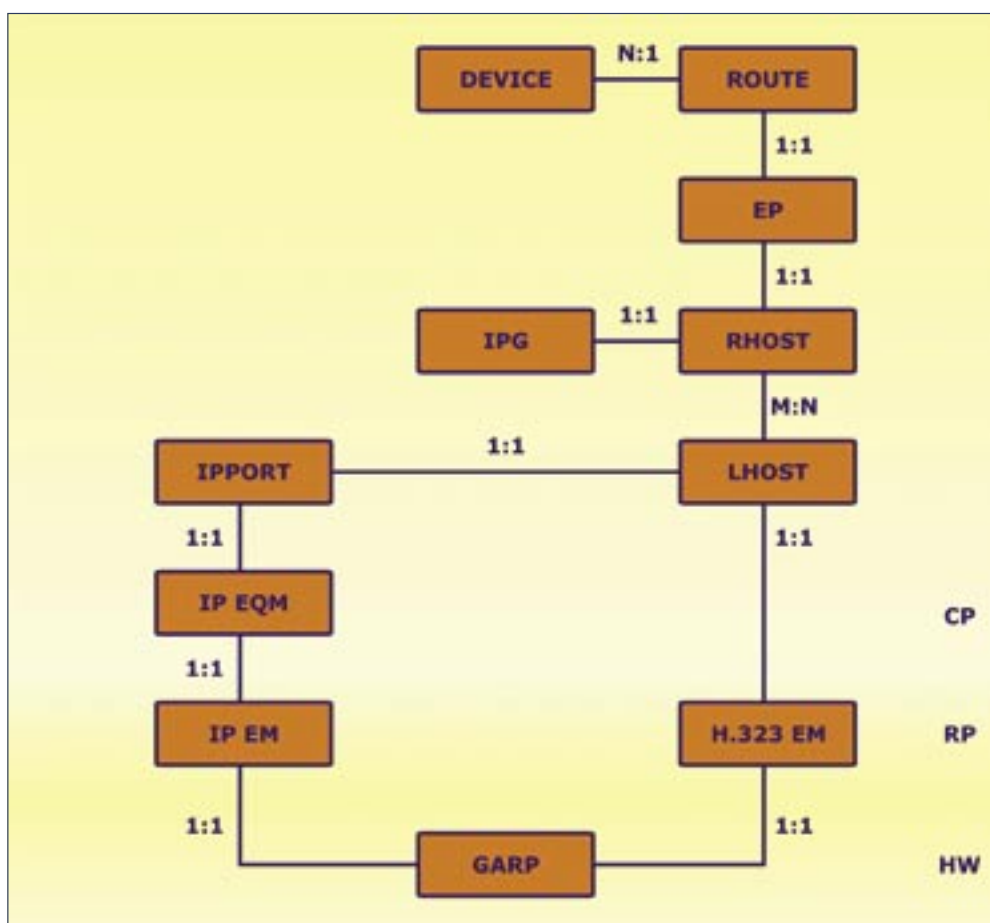
### 7.3 Implementacija H.323 pristupnika

Objekti već spomenute komponente EIN mrežnog rješenja, TeS i MSG, su zbog implementacije funkcije H.323 pristupnika doživjele promjene. I dok su novi algoritmi sažimanja i procedure pretvorbe govornih tokova oblikovanih različitim algoritmima glavnina promjena implementiranih u višeuslužnim pristupnicima, logika, sintaksa i semantika protokola H.225.0 – CS, H.225.0 – RAS i H.245 te pretvorba protokola H.225.0 – CS u logički ISUP, kao i procedure upravljanja medijskim tokovima u MSG komponenti su implementirani u telefonskom poslužitelju.

Iako su i AXE i AXD komponenta telefonskog poslužitelja doživjeli promjene, u ovom poglavlju, usredotočit ćemo se na AXE dio. AXE podsustavi i moduli koji su uvođenjem funkcije H.323 pristupnika doživjeli promjene su XSS(TSS), CSPRM(H3STSE), BASRM(VBASE) i COMRM(TRHSE). Potpuno novi produkti su dodani u podsustav TSS (HA) i u modul CSPRM (H3TH), dok su moduli BASRM i COMRM nadograđeni zbog potrebnih promjena na postojećem protokolu BRM.



Slika 22. Uloga EIN H.323 pristupnika u H.323 mreži sastavljenoj od pristupnika



Slika 23. Interni AXE objektni model H.323 pristupnika

### 7.3.1 H.323 aplikacija

H.323 aplikacija (HA – H.323 *Application*) je naziv za protokol kompleks H.323, smješten u podsustav TSS, i implementiran kao skup novih programskih jedinica koje upravljaju protokolom H.323 u okvirima funkcije H.323 pristupnika. HA obavlja sljedeće ključne funkcije:

- administraciju konfiguracijskih podataka aplikacijskog dijela;
- uspostavu i upravljanje pozivom kroz protokole H.225.0 – RAS i H.225.0 – CS;
- uspostavu i upravljanje medijskim tokovima kroz protokol H.245;
- koordinaciju funkcije H.323 pristupnika i H.323 skupa protokola.

Protokol kompleks H.323 u obavljanju svojih funkcija surađuje s:

- a)** podsustavom OMS (podrška za administrativne funkcije);
- b)** podsustavom TCS (upravljanje prometom preko sučelja logičkog ISUP-a);
- c)** modulom BASRM (VBASE, podrška za pristup višeslužnim pristupnicima i upravljanje medijskim tokovima);
- d)** modulom CSPRM (H3STSE, kodiranje/dekodiranje

signalizacijskih poruka i njihov prijenos);

**e)** modulom CONRM (CSE, CXSE i GSTHSE, funkcije upravljanja prospajanjem);

**f)** modulom OMRM (NRMASE, MGSSE, funkcije administracije i odabira višeslužnog pristupnika).

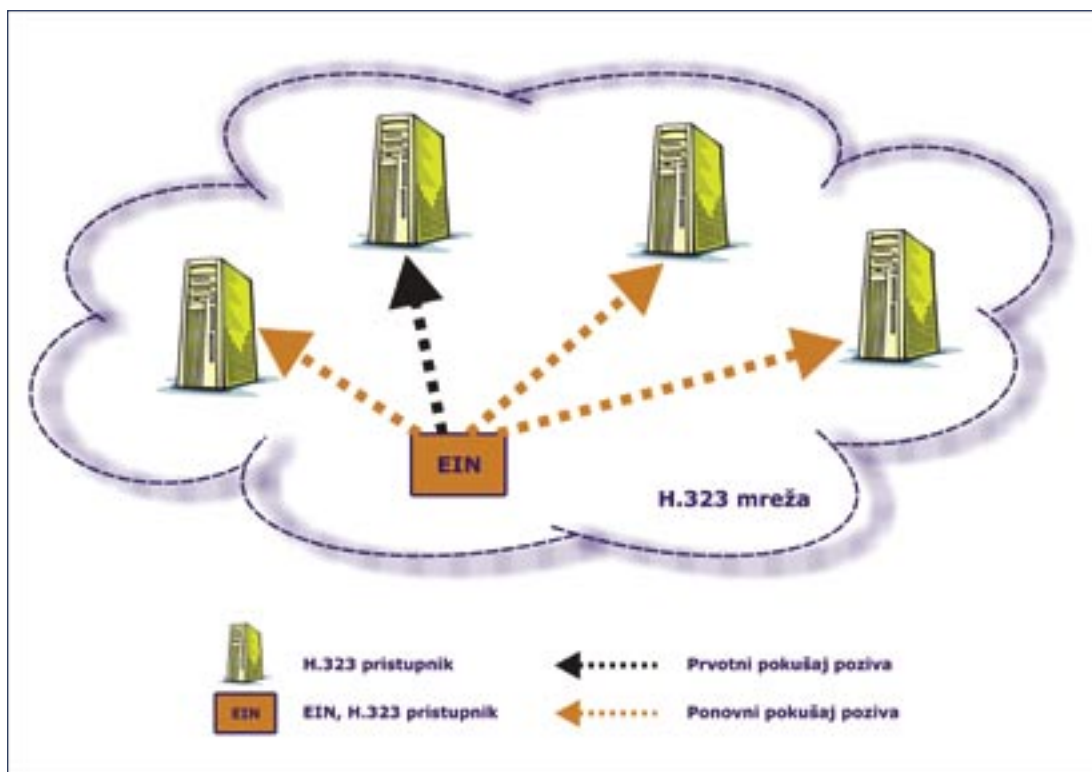
Sljedeće programske jedinice čine protokol kompleks H.323:

- HACORE (H.323 *Application CORE*)
- HACSPH (H.323 *Application Call Signalling Protocol Handler*)
- HARASPH (H.323 *Application RAS Protocol Handler*)
- HA245PH (H.323 *Application H.245 Protocol Handler*)
- HAEPC (H.323 *Application EndPointCommand handler*).

Interni struktura protokol kompleksa H.323, međusobne veze među programskim jedinicama, kao i veze prema ostalim podsustavima i modulima u sustavu AXE, su prikazane na *Slici 27*.

Programska jedinica HACORE je koordinator protokol kompleksa H.323. Stoga, upravlja izvršavanjem H.225.0 – RAS procedura i pokreće izvršenje H.225.0 – CS i H.245 procedura potrebnih za ostvarenje poziva te upravlja prospajanjem. Dodatno, uključuje dio administrativnih funkcija H.323 pristupnika.

Programska jedinica HACSPH šalje i prima H.225.0 – CS



Slika 24. Metoda glavnog odredišta

signalizacijske poruke, vrši njihovu prilagodbu logičkom ISUP sučelju i upravlja izvršenjem H.225.0 – CS procedura potrebnih za uspostavu, nadzor i raskid poziva u H.323 mrežama.

Programska jedinica HA245PH šalje i prima H.245 signalizacijske poruke i upravlja izvršenjem H.245 procedura u svrhu uspostave, promjene i raskida nositelja medijskog toka u H.323 mrežama.

Programska jedinica HARASPH šalje i prima H.225.0 – RAS signalizacijske poruke i izvršava RAS procedure na zahtjev programske jedinice HACORE. Dodatno, HARASPH, po potrebi, obavlja ponovno slanje RAS poruka zahtjeva.

Programska jedinica HAEPIC obavlja dio administrativnih funkcija H.323 pristupnika vezanih uz objekt EP.

### 7.3.2 H.323 transportni sloj

H.323 transportni sloj (H3TH – H.323 Transport Handler) je skupni naziv za programske jedinice smještene u modul CSPRM (Common Signalling Platform Resource Module) koje, implementacijom servisa H3STSE, pružaju podršku kompleksu HA u obavljanju funkcija H.323 pristupnika. Najvažnije funkcije koje H3TH obavlja su:

- administracija konfiguracijskih podataka vezanih uz transportni sloj;
- pouzdan i nepouzdan prijenos H.323 signalizacijskih poruka;
- kodiranje i dekodiranje H.323 signalizacijskih poruka te analiza njihove ispravnosti.

Kompleks H3TH se u obavljanju svojih funkcija oslanja na sljedeće dijelove modula CSPRM (Slika 28):

- **Programsku jedinicu IPG**

Ova jedinica je odgovorna za administraciju objekta IPG i IP adresa grupiranih u taj objekt i za SIP i H.323 komplekse. Pored te, IPG jedinica obavlja i funkciju odabira IP adrese iz IPG grupe u skladu s konfiguriranim pravilim kao i funkciju određivanja dolaznog H.323 smjera na osnovu IP adrese s koje je poziv primljen.

- **Dio SLI (Sigtran Link Interface) kompleksa** odgovoran za upravljanje IP slojem i pripadnim objektom IPPORT (programske jedinice IPC i IP).

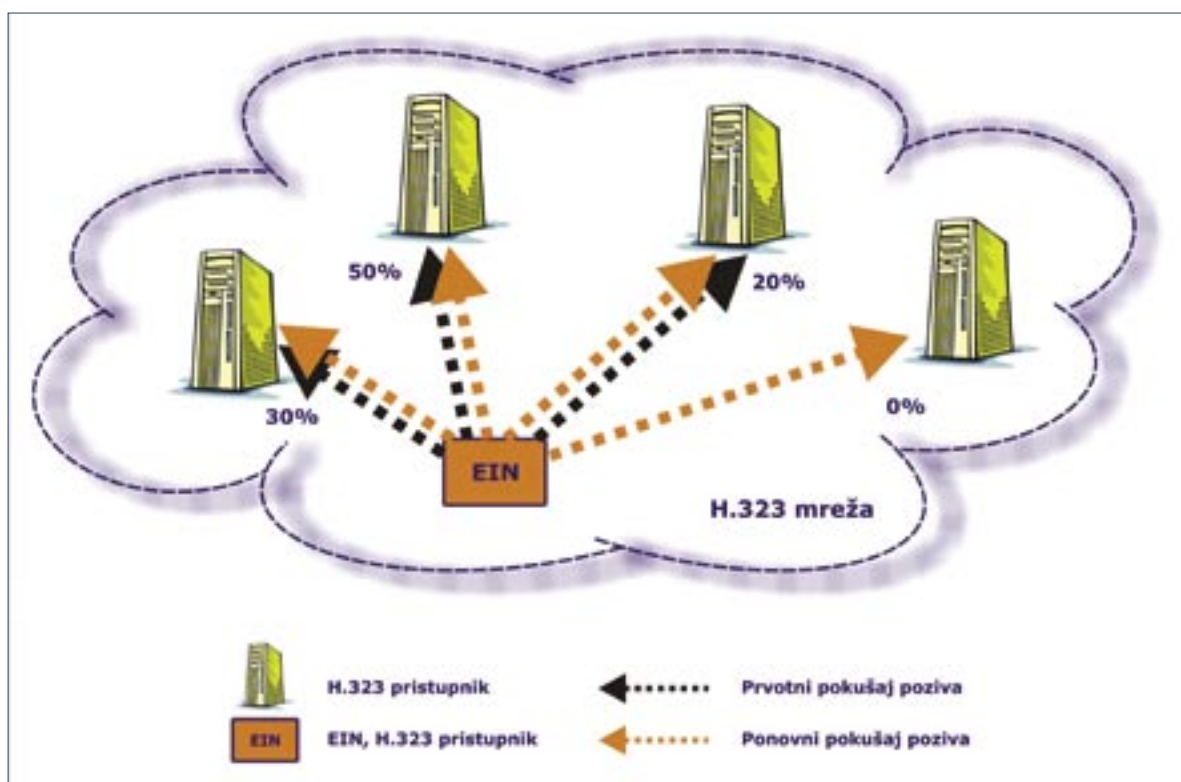
Kompleks H3TH čine sljedeće programske jedinice:

- H3STA (H.323 Signalling Transport Administration)
- H3STH (H.323 Signalling Transport Handler).

Kao što joj ime kaže, programska jedinica H3STA je zadužena za administrativne funkcije u okvirima kompleksa H3TH, pa u skladu s tim prima i izvršava komande kojima se upravlja H.323 signalizacijskim terminalima predstavljenim objektima LHOST i njihovim grupiranjem uz objekte RHOST.

H3STH je središnja programska jedinica u kompleksu H3TH, a sastoji se od CP dijela (H3STHU) i RP dijela (H3STHR). Jedinica H3STHR se učitava kao EM i izvršava na procesoru GARP pločice (signalizacijskom terminalu).

Jedinica H3STHU je, kao vlasnik objekata H.323 EM, LHOST i RHOST, zadužena za rad i upravljanje funkcijama vezanim uz ove objekte. Jedna od njenih funkcija je i uravnoteženje



Slika 25. Metoda postotne razdiobe

opterećenja H.323 signalizacijskih terminala odabirom trenutno najmanje opterećenog terminala za signalizaciju sljedećeg odlaznog poziva. Dodatno, ova programska jedinica pruža usluge transparentnog prijenosa H.323 signalizacijskih poruka u formatu definiranom servisnom specifikacijom H.323 *Signalling Transport Service* (H3STSE) između kompleksa HA i odgovarajuće H3STHR jedinice.

Jedinica H3STHR pretvara odlazne H.323 signalizacijske poruke iz internoga u format definiran H.323 protokolima, dok za dolazne poruke obavlja obrnut proces. Dakle, ASN.1 kodiranje i dekodiranje je zadaća ove jedinice, kao i formatiranje i analiza poruke u skladu sa H.225.0 (Q.931 i Q.932) preporukom.

Jedinica H3STHR je odgovorna i za slanje i prijam datagrama s H.323 signalizacijskim informacijama preko TCP/IP sloja. Funkcije TCP/IP sloja ostvaruju se kroz međudjelovanje s RP programskom jedinicom INETR koja je standardni dio programske podrške na GARP pločicama.

## 8 Usporedba protokola H.323 i SIP

U svibnju 1996. godine, s pojavom ITU-T protokola H.323, uvedena je prva standardizirana VoIP tehnologija. Ova se godina smatra početkom razvoja tržišta pružatelja podatkovnih i telefonskih usluga kombiniranim prijenosom govora, videa i podataka preko IP mreža. S izlaskom druge verzije protokola H.323, 1998. godine, sve se veći broj proizvođača upustio u proizvodnju H.323 kompatibilnih uređaja. Popularnost protokola među pružateljima VoIP usluga je rasla i H.323 mreže

su se nezaustavljivo širile svijetom. Razvoj protokola H.323 je nastavljen kroz sljedeće tri verzije, ali je druga verzija još i danas najšire zastupljena. Zadnjih nekoliko godina H.323 posustaje, u odnosu na početni zamah, iz istoga razloga koji mu je u počecima bio prednost – fleksibilnosti. Proizvođači su mogli tako «manipulirati» H.323 specifikacijom da je bilo moguće proizvesti «H.323 sukladan» uređaj koji bi imao problema u komunikaciji s «H.323 sukladnim» uređajem drugog proizvođača. H.323 je, također, zbog svoje kompleksnosti imao problema u pogledu radnih karakteristika. Dodatno, pojava konkurentskog protokola za pokretanje sesije (SIP), je jedan od glavnih razloga za smanjenje interesa za protokolom H.323.

Protokol SIP je signalizacijski protokol koji se koristi za uspostavu, modifikaciju i raskidanje višemedijskih sesija u mrežama utemeljenim na Internet protokolu. Razvilo ga je i standardiziralo Radno tijelo za razvoj Internet protokola (IETF – *Internet Engineering Task Force*), a prihvatila su ga i ostala značajna međunarodna standardizacijska tijela kao glavni protokol u višemedijskim domenama 3G mobilnih sustava (višemedijski podsustav zasnovan na protokolu IP, IMS – *IP Multimedia Subsystem*) te kao protokol okosnicu mreža sljedeće generacije (NGN – *Next Generation Network*). Protokol SIP je uz daljnji razvoj, u okviru MMUSIC (*Multiparty Multimedia Session Control*) radne grupe organizacije IETF, dosegao status predloženoga standarda (*Proposed Standard*, RFC 2543) 1999. godine. Iste godine počelo je «simpatiziranje» protokola SIP koje ne jenjava do današnjih dana. Vodeća standardizacijska tijela i telekomunikacijske organizacije,



poput *PacketCable*, *International Packet Communications Consortium* (IPCC), organizacije 3GPP i 3GPP2, su odabrale protokol SIP kao glavni VoIP protokol. Tretman u standardizacijskim tijelima, jednostavnost protokola i okrenutost Internetu uzrokovali su brzo prihvaćanje od strane proizvođača opreme i pružatelja usluga.

U nastavku poglavlja uspoređuju se protokoli H.323 i SIP u pogledu složenosti, kodiranja, podrške dodatnim uslugama preuzetim iz PSTN svijeta i prijenosa signalizacije.

## 8.1 Složenost protokola

H.323 je prvotno zamišljen kao protokol za višemedijske aplikacije koji je trebao zaustaviti poplavu nestandardnih rješenja u tom području. To je razlog za brzi razvoj protokola i korištenje protokola Q.931, poznatog iz PSTN svijeta, kao baze. Široki spektar višemedijskih mogućnosti («široki» protokol H.245) rezultirao je u složenosti i velikom broju potrebnih poruka za uspostavu komunikacije. Međudjelovanje s ostalim protokolima iz H.32X serije, podrška za ATM mreže i oslanjanje na ne-IP protokole poput protokola Q.931, također, doprinose širini preporuke. S druge strane, protokol SIP nije imao nikakvo ne-IP nasljeđe, već je nastojao iskoristiti sve prednosti dobro definiranog i razvijenog skupa Internet protokola. H.323 arhitektura je izvedena iz H.320 preporuke za tradicionalnu ISDN multimediju na mrežama s komutacijom kanala, dok je protokol SIP uzeo «laki» pristup iz vrlo uspješnog protokola HTTP.

H.323 specifikacija predstavlja krovni standard koji definira sistemsku arhitekturu i upute za implementaciju koje pokrivaju cjelokupnu uspostavu poziva, upravljanje pozivom i uspostavu medijske razmjene. I dok H.323 u tom pogledu ima tipičan sveobuhvatni ITU-T pristup, protokol SIP je razvijen u skladu s Internet pristupom specijaliziranih protokola. Protokol SIP nije dovoljan za uspostavu višemedijske komunikacije, već je namijenjen isključivo pokretanju sesije, a za ostale funkcije koje pokriva H.323 standard, protokol SIP koristi dobro definirane i dokazane protokole i infrastrukturu iz Internet svijeta.

Protokol SIP je zbog svega toga jednostavniji, za razliku od protokola H.323 koji je vrlo složen, a time i skuplji za razvoj.

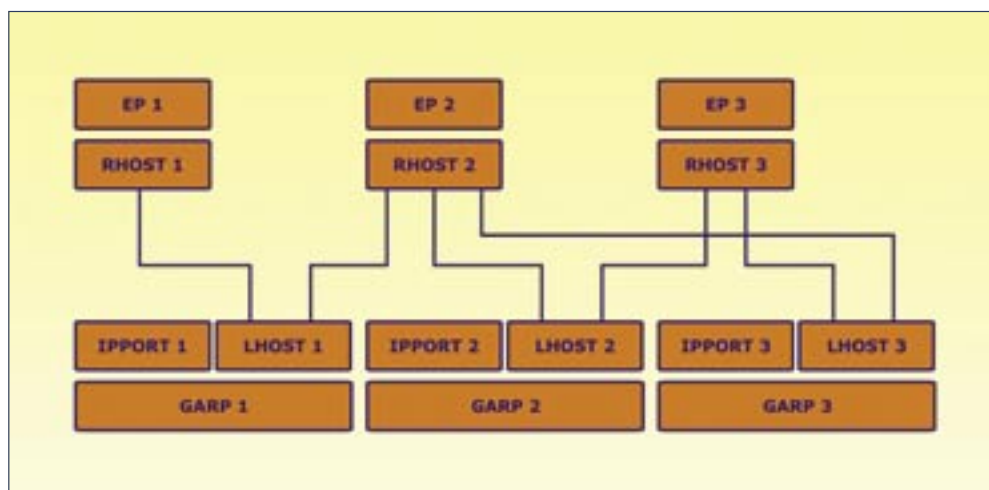
## 8.2 Kodiranje

Protokol H.323 koristi ASN.1 (*Abstract Syntax Notation One*) notaciju za definiciju protokola. Poruke se kodiraju korištenjem PER (*Packed Encoding Rule*) pravila. Ova binarna kodna shema se koristi za minimiziranje broja bitova potrebnih za prijenos pojedinog informacijskog elementa, u konačnici poruke. Ovo je postignuto definiranjem čvrstih pravila o sadržaju, znakovima i duljini pojedinog informacijskog elementa i sažimanjem rezultirajućeg niza znakova. Zbog korištenja ASN.1 notacije i kodiranja po PER pravilu, ASN.1 PER koder i dekoder su sastavni dio programske podrške svakog H.323 uređaja. Dodatno, svi alati za testiranje i praćenje rada H.323 mreža zahtijevaju specijalnu programsku podršku za dekodiranje ASN.1 PER kodirane informacije.

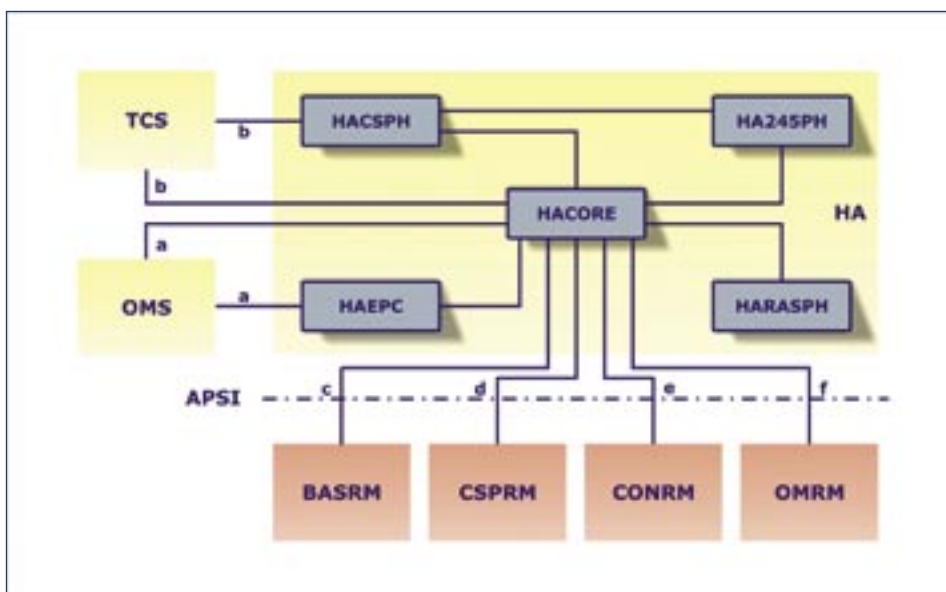
SIP koristi tekstualno kodiranje i ABNF (*Augmented Backus Naur Format*) format za definiciju protokola, što omogućava da je sadržaj svakog informacijskog polja iznimno fleksibilan i slobodne definicije. Logika razlaganja (parsiranja) je posuđena od HTTP parsera i može se jednostavno realizirati u brojnim programskim jezicima. Dodatno, svaki alat za praćenje VoIP prometa može prikazati sadržaj SIP poruke (osim ako je šifrirana), budući su sva zaglavlja i parametri kodirani kao obični tekst. Prijenos tekstualno kodirane informacije zahtijeva veću pojasnu širinu od prijenosa ASN.1 PER kodirane informacije, ali pošto višemedijska komunikacija zahtjeva puno veću pojasnu širinu, ta prednost protokola H.323, zbog ostalih implikacija ASN.1 PER kodiranja, predstavlja očiti nedostatak. Kao posljedica svega navedenog, SIP implementacije su jednostavnije za razvoj i testiranje.

## 8.3 Dodatne usluge

Iako su oba protokola, po zadnjim specifikacijama, vrlo sličnih mogućnosti, postoje veće razlike u pogledu podrške dodatnim uslugama. Protokol H.323 se, zajedno s H.45X serijom preporuka, posebno usmjerio na podršku dodatnih



Slika 26. Primjer korištenja H.323 signalizacijskih terminala



Slika 27. Struktura H.323 aplikacije i njena glavna sučelja

usluga poznatih iz klasične telefonije, integraciju s PSTN mrežom i međudjelovanju različitih implementacija. S ovog aspekta, protokol H.323 ima jasne prednosti za aplikacije s područja IP telefonije. S druge strane, protokol SIP je razvijen sa širim područjem primjene u vidu, pružajući općenitiju sintaksu i semantiku u pogledu opisa usluga i sesija. Stoga, SIP ima prednost pred protokolom H.323 pri implementaciji negovornih usluga i aplikacija preko IP mreža. No, kako SIP standard ne opisuje detaljno moguće aplikacije i usluge, to dovodi do problema pri međudjelovanju različitih implementacija.

## 8.4 Prijenos signalizacije

H.323 verzija 2, najviše zastupljena u praksi, koristi protokol TCP za prijenos H.225.0 – CS i H.245 signalizacije. Zbog SYN/ACK mehanizma korištenje protokola TCP znači dodatno vrijeme (kašnjenje) u uspostavi poziva koje je jednako vremenu obilaska (*round-trip*). Protokol SIP može koristiti protokol UDP ili TCP za prijenos signalizacije. Većina SIP implementacija koristi protokol UDP zbog smanjenih sistemskih zahtjeva i manjeg vremena uspostave poziva. H.323 verzija 3 donosi prijenos poruka preko protokola UDP, ali je prijenos H.323 signalizacije preko protokola UDP, bez obzira na njegove prednosti, malo zastupljen u današnjem H.323 prometu. Razlog za ovo leži i u mogućnosti prijenosa signalizacije za uspostavu više poziva preko jedne TCP veze i zadržavanja uspostavljene TCP veze u trenucima kada nema poziva. Na taj način se eliminira kašnjenje u uspostavi poziva i smanjuju se sistemski zahtjevi.

## 8.5 Današnji status H.323 protokola

U zadnje 3-4 godine često se čuju glasine o «umirovljenju» protokola H.323. Neki već dovode u pitanje i sjajnu budu-

ćnost protokola SIP zbog pojave vlasničkog protokola Skype. Ove glasine pokazuju nerazumijevanje trenutnog stanja VoIP tehnologije, ulaganja i poslovnih interesa na tržištu telekomunikacija. Standardizacijska tijela definiraju protokole, a veliki proizvođači, poput Ericssona i Ciscoa, u skladu s tim, proizvode opremu i programsku podršku za gradnju VoIP mreža, a tu su H.323 i SIP u velikoj prednosti pred protokolima poput protokola Skype.

Protokol za pokretanje sesije (SIP) je uspio, prihvaćenošću u mrežama nove generacije, zasjeniti protokol H.323 u zadnjih par godina. Međutim, protokol H.323, njegov «stariji brat», ima još što za reći. H.323 ostaje moćan, dobro standardiziran i što je najvažnije široko zastupljen protokol. Veliki operatori poput China Unicom, eDial, Genuity, iBasis, ITXC, MCI WorldCom, Net2Phone, Ntera i PhoneOpia broje mnoge milijarde minuta H.323 prometa do današnjeg dana. Samo China Unicom, kao jedan od najvećih VoIP operatora, prešao je vrijednost od milijardu minuta H.323 prometa mjesečno. Protokol H.323 je toliko postojan i «žilav» da glasine o njegovoj «mirovini» traju godinama, dok usluge temeljene na njemu pokazuju porast u uporabi i profitu. Razlog je jednostavan. Velika ulaganja u H.323 infrastrukturu, u vremenu kada je protokol H.323 bio na vrhuncu slave, se ne odbacuju. Poboľšanja u skalabilnosti i stabilizacija standarda su omogućile proširive i zrele H.323 implementacije. 2003. godine više od 90% VoIP prometa je bilo uspostavljeno korištenjem protokola H.323, a on se koristio i u 80% videokonferencijskih sustava. Stoga je protokol H.323 puno više od tek jednog protokola iz baštine VoIP signalizacijskih protokola.

Gledajući IP mreže i VoIP tehnologiju danas, jasno je da će oba protokola, i H.323 i SIP, imati dug suživot, a priključuju im se i neka novija rješenja poput protokola Skype. Debate oko «umirovljenja» protokola H.323 nisu više aktualne, već je u fokusu potreba za međudjelovanjem VoIP protokola

i pružanjem višemedijskih usluga s kraja na kraj, što bi pokazalo pravu snagu IP temeljene komunikacije. Za pružatelje globalnih VoIP usluga, povezanost tih različitih protokola i mreža u jedinstvenu VoIP mrežu je vrlo visokog prioriteta. Standardiziranje SIP-H.323 međumrežne funkcije je započelo 2001. godine osnivanjem SIP-H.323 *Interworking Task* grupe unutar SIP radne grupe organizacije IETF koja je izdala draft standard za SIP-H.323 međudjelovanje (draft-agrawal-siph323-interworking-01.txt). Ovaj dokument uključuje mapiranje signalizacije (poruka i parametara) u pozivu, prevođenje iz protokola H.245 u SDP, dijagram stanja međumrežne funkcije i korištenje različitih procedura u pozivu. Suživot oba protokola je realnost, uz naglasak na potrebu međudjelovanja uz zadržavanje pune funkcionalnosti.

Oba protokola su tu da ostanu u igri. Tri godine prednosti, i u skladu s tim velika ulaganja u H.323 infrastrukturu, dobra definiranost, konstantno poboljšanje međudjelovanja proizvoda različitih proizvođača, dobro definirana integracija s PSTN svijetom, nedostatak «killer» aplikacije koja bi SIP odvojila od H.323 u pogledu funkcionalnosti osiguravaju protokolu H.323 mirnu blisku budućnost.

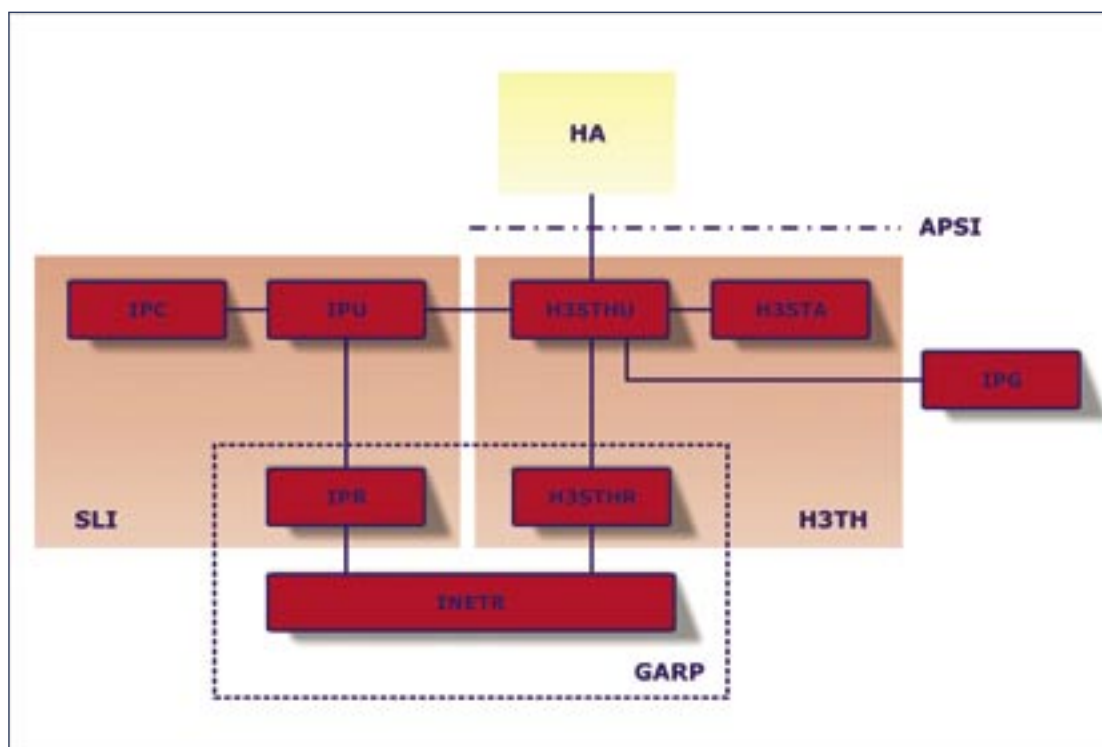
## 9 Zaključak

Protokol H.323 je i «motor» i «kočnica» VoIP tehnologije. U jednu ruku, H.323 je bio protokol koji je omogućio razvoj većine implementacija IP telefonije. U drugu ruku, protokol H.323 je zbog svoje kompleksnosti postao prepreka potpunom razvoju IP telefonije.

Protokol H.323 je, danas, mnogo više od veteranskog VoIP protokola. H.323 verzije 4 i 5 omogućuju govornu, podatkovnu i video komunikaciju preko IP mreža uz bogati skup dodatnih usluga i odličnu integraciju s PSTN mrežama. Kombinacija protokola H.323 i HTTP omogućila je novu razinu korisničkog iskustva i stvaranje novih usluga. Primjerice, mogućnost ostvarenja videokonferencijskih usluga preko, korisniku pristupačnog, sučelja *web* pretraživača.

Slobodno se može reći da protokol H.323, kao ITU-T standard za višemedijsku komunikaciju, i pripadajući skup preporuka, uz dodatak IETF, ETSI i IMTC dokumenata, zasigurno čini najbolje definiran okvir na području VoIP tehnologije.

Konačno, H.323 je bio prvi VoIP protokol koji je industriju preusmjerio od vlasničkih prema standardnim rješenjima sposobnim za uspješno međudjelovanje. Budući da je bio prvo standardno rješenje koje je radilo i omogućilo prijenos govora i slike IP mrežama u stvarnom vremenu, H.323 je dugo bio najčešće korišteni VoIP protokol na tržištu. Protokol H.323 je i danas često korišten te uz svoj veteranski status pruža i sve kvalitete zrelih i interoperabilnih komunikacijskih rješenja.



Slika 28. Struktura H.323 transportnog sloja

## 10 Popis kratica

VoIP	-	Voice over IP
ABNF	-	Augmented Backus Naur Format
ATM	-	Asynchronous Transfer Mode
AVT	-	Audio/Video Transport
DNS	-	Domain Name System
IPCC	-	International Packet Communications Consortium
LAN	-	Local Area Network
MCU	-	Multipoint Control Unit
MEGACO	-	Media Gateway Control
MG	-	Media Gateway
MGC	-	Media Gateway Controller
MMUSIC	-	Multiparty Multimedia Session Control
NGN	-	Next Generation Network
PSTN	-	Public Switched Telephone Network
RTP	-	Realtime Transport Protocol
RTT	-	Round Trip Time
SCN	-	Switched Circuit Network
TeS	-	Telephony Server
SIP,	-	Session Initiation Protocol
QoS	-	Quality of Service
WAN	-	Wide Area Network

## 11 Literatura

[1] Ericssonova interna literatura

### Adrese autora:

#### Zoran Tripalo

**e-mail:** [zoran.tripalo@ericsson.com](mailto:zoran.tripalo@ericsson.com)

**Ericsson Nikola Tesla d.d.**

**Poljička cesta 39**

**HR-21000 Split**

**Hrvatska**

#### Željko Solari Štambuk

**e-mail:** [zeljko.solari-stambuk@ericsson.com](mailto:zeljko.solari-stambuk@ericsson.com)

**Ericsson Nikola Tesla d.d.**

**Poljička cesta 39**

**HR-21000 Split**

**Hrvatska**

#### Stipan Lerotić

**e-mail:** [stipan.lerotic@ericsson.com](mailto:stipan.lerotic@ericsson.com)

**Ericsson Nikola Tesla d.d.**

**Poljička cesta 39**

**HR-21000 Split**

**Hrvatska**

#### Vladimir Marčić

**e-mail:** [vladimir.marcic@ericsson.com](mailto:vladimir.marcic@ericsson.com)

**Ericsson Nikola Tesla d.d.**

**Poljička cesta 39**

**HR-21000 Split**

**Hrvatska**

Uredništvo je primilo rukopis 15. prosinca 2005.