

# SIP *trunk* - kako i zašto?

Miroslav Martinčić

Ericsson Nikola Tesla

Krapinska 45, Zagreb, Hrvatska

Telefon: 1-365-41-17 Fax: 1-302-82-60 E-mail: miroslav.martincic@ericsson.com

**Sažetak – Međusobno povezivanje sustava IP telefonije korištenjem SIP protokola postaje sve aktualnije, a posebno je važno međusobno spajanje poslovnih IP PBX komunikacijskih sustava s javnom telefonskom mrežom nove generacije. Pitanje interoperabilnosti dolazi u prvi plan pa se vrše ispitivanja kompatibilnosti sustava raznih proizvođača. U članku se opisuje okvir mogućeg scenarija ispitivanja interoperabilnosti raznih sustava zasnovan na SIPconnect inicijativi. Također, razmatraju se prednosti i mane SIP trunkinga u odnosu na klasično TDM/ISDN povezivanje te se ukazuje na specifičnosti implementacije.**

## I. UVOD

Zadnjih godina svjedoci smo brzog rasta IP telefonije i korištenja VoIP (Voice over IP) tehnologije u poslovnim sustavima kao i kod operatora tj. davatelja usluga javne telefonije. Raste broj poslovnih komunikacijskih sustava koji se međusobno povezuju VoIP protokolima koristeći pri tome postojeću podatkovnu infrastrukturu. Spajanje klasičnih PBX sustava kao i novih IP PBX sustava na PSTN (Public Switched Telephony Network) mrežu odvija se najčešće pomoću ISDN spojnih vodova. No davatelji usluga (Service Providers) počinju nuditi i novi način spajanja IP PBX sustava na javnu mrežu koristeći sve veću prisutnost brzih podatkovnih veza dostupnih na brojnim lokacijama. SIP *trunk* i SIP *trunking* su pojmovi koji opisuju taj novi način povezivanja SIP (Session Initiation Protocol) postaje industrijski standard i telekomunikacijska industrija ga sve više koristi u svojim proizvodima, a operatori u svojim mrežama..

## II. ŠTO JE SIP *TRUNK*?

Pojam SIP *trunk* postao je svakidašnji izraz kod proizvođača SIP opreme kao i operatora koji pružaju SIP usluge. Iako pojam *trunk* ima jasno definirano značenje kod sustava s komutacijom kanala, nikad nije definiran za SIP u nekoj RFC (Request for Comment) preporuci. Doduše, ipak je J. Rosenberg ponudio u IETF draft dokumentu svoju definiciju:

"SIP *trunk* je virtualni SIP entitet na serveru ograničen predefiniranim skupom načela i pravila koji određuju kako se procesiraju zahtjevi" [1]. Za potrebe ovog članka reći ćemo kako je to usluga koju nude operatori tvrtkama radi povezivanja na PSTN mrežu kao zamjenu postojećih veza zasnovanih na komutaciji kanala (Circuit Switched Telephony).

SIP *trunk* omogućava logičku vezu između IP PBX sustava i davatelja usluga javne telefonije. Kada je upućen poziv s internog IP PBX terminala prema nekom broju u

javnoj telefonskoj mreži, IP PBX šalje potrebne informacije davatelju usluga (preko SIP *trunka*) koji uspostavlja vezu do biranog broja. Sva signalizacija i govorni promet između IP PBX-a i davatelja usluga odvija se SIP i RTP paketima preko IP mreže. Pri tome nema prolaska kroz TDM (Time Division Multiplex) mrežu.

Kod SIP *trunka* nije eksplicitno ograničen broj poziva koji može ići preko jednog *trunka*. Svaki poziv zauzima određeni prijenosni kapacitet (bandwidth) IP mreže pa je s te strane ograničenje ukupna propusnost IP mreže između IP-PBX sustava i opreme davatelja usluga.

S marketinške strane tj. strane davatelja usluge SIP *trunk* se često definira kao mogućnost ostvarivanja jednog poziva kroz operatorovu mrežu pa tvrtke kupuju onoliko *trunkova* koliko smatraju potrebnim za svoj broj zaposlenika

Tradicionalni davatelji usluga javne telefonije obično nude za povezivanje poslovnim korisnicima jedan ili više ISDN spojnih vodova. Takav operator je spojen na ostale svjetske PSTN operatore s kojima ima sklopljene bilateralne interkonekcijske ugovore. Ponuda SIP *trunk* servisa je samo drugi način povezivanja poslovnih korisnika na telefonsku mrežu. Pitanje interkonekcija i ostali aspekti daljnjeg komuniciranja raznih operatora ostaju nepromijenjeni [2].

Postoji više vrsta davatelja usluga SIP *trunkinga* (i ostalih VoIP servisa). Razlikuju se prema tome jesu li vlasnici mrežne infrastrukture ili samo preprodaju promet koji se odvija preko tuđe mreže. Prelazak na IP tehnologiju omogućava operatorima nuđenje usluga u paketu. Na taj način ISP (Internet Service Provider) operator može dodati u ponudeni paket telefonske usluge i tako iskoristiti prednosti optimalnijeg korištenja prijenosnog kapaciteta.

Ako je VoIP davatelj usluga prisutan na širem području tj. u više zemalja ili ima sklopljene ugovore s drugim VoIP operatorima može sam telefonski poziv izaći iz IP mreže vrlo blizu odredišta. To omogućava kreiranje vrlo atraktivnih tarifa za međunarodne pozive.

Prema podacima analitičke kuće Frost & Sullivan 2008 godine bilo je u upotrebi oko 3 miliona SIP *trunkova* s procjenom rasta od 54% u razdoblju do 2012. No i nadalje korištenje SIP *trunkova* za govorni promet predstavlja još vrlo mali dio ukupnog prometa.

## III. STANDARDI I INTEROPERABILNOST

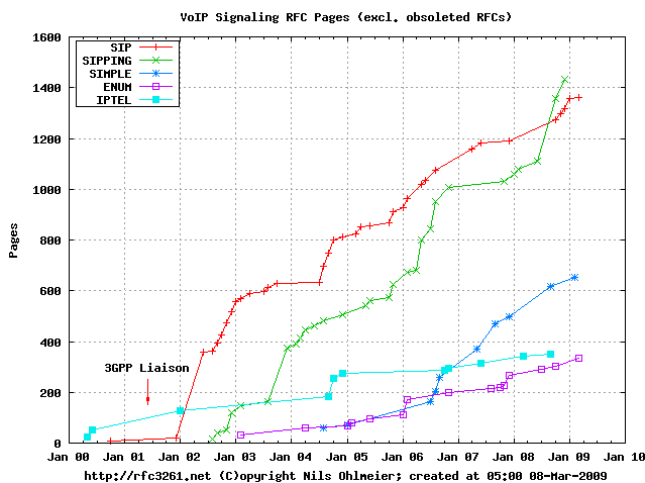
SIP *trunk* nije definiran kao standard, ali postoje preporuke napravljene od strane SIPconnect tehničke radne skupine unutar SIP Forum-a. Njihov dokument je prilično pomogao razumijevanju problematike, ali nije još

našao na široku podršku proizvođača opreme ili davatelja usluga.

Svejedno, SIPconnect inicijativa je primjer kako se podskup postojećih SIP preporuka može koristiti za definiranje ograničene funkcionalnosti, u ovom slučaju SIP *trunkinga*.

Mnogi osnovni scenariji pozivanja preko SIP *trunka* rade dobro i kad se koristi oprema različitih proizvođača. Međutim, kada se koriste naprednije funkcije kao što je npr. prijenos poziva (call transfer) pojavljuju se problemi pošto se standardi ne poštuju potpuno. Dodatno, SIP standardi sami po sebi ostavljaju prostora za prilagođavanje pa se mogu dogoditi poteškoće u komuniciranju iako ni jedna strana direktno ne krši standarde. Kako bi situacija bila još složenija, neki davatelji usluga i IP PBX proizvođači implementiraju samo pojedine dijelove standarda ili dodaju svoja specifična proširenja.

Standardizacija se i dalje nastavlja, skup SIP preporuka se sve više širi pa je tako na slici 1. prikazano kako to izgleda mjereći broj stranica RFC preporuka [3].



Sl. 1. Rast broja stranica SIP i drugih VoIP standardizacijskih dokumenata.

### A. SIPConnect inicijativa

Dok se proizvođači i VoIP davatelji usluga sve više odlučuju za SIP protokol radi ostvarivanja pune IP povezanosti postoje i dalje dosta nedoumica i poteškoća u praktičnoj implementaciji. Postoji više raznih načina za ostvarivanje pojedinih funkcija. Također, VoIP mrežno povezivanje uključuje dodatne zahtjeve izvan same signalizacije npr. razne sigurnosne zahtjeve.

SIP Forum je udruženje IP komunikacijske industrije koje se angažiralo u mnogim aktivnostima unapređenja i promocije SIP tehnologije. Aktivnosti uključuju razvoj preporuka za industriju, SIPit događanja vezana za ispitivanja kompatibilnosti opreme raznih proizvođača, posebne radionice te općenito promoviranje SIP-a u industriji.

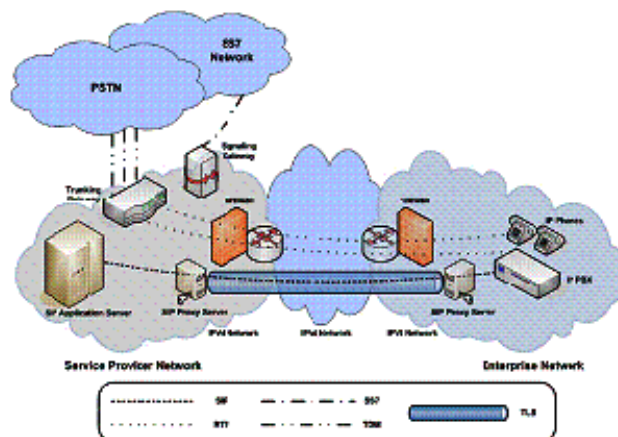
SIP Forum je u siječnju 2008 godine objavio ratificiranje dokumenta "SIPconnect Technical Recommendation v.1.0".

SIPconnect Technical Recommendation v.1.0 je vrlo važna inicijativa SIP Foruma jer predstavlja na standardima zasnovan pristup zadaći direktnog povezivanja IP PBX sustava (s podrškom za SIP) s VoIP davateljima usluga. [4].

Ove preporuke specificiraju referentnu arhitekturu, potrebne protokole i mogućnosti te pravila implementacije neophodna za bezbolno povezivanje IP PBX sustava i VoIP davatelja usluga.

Sve većim prihvaćanjem SIPconnect programa kompatibilnosti raslo je i zanimanje za unapređenje postojećih preporuka tako da je osnovana radna grupa za sljedeću verziju preporuka. Ni ova grupa ne želi pokušati kreirati nove standarde pošto je to zadatak postojećih standardizacijskih tijela kao što je IETF. Cilj SIP Forum specifikacija je razvijanje uporabljivih i lako primjenjivih tehničkih preporuka ili profila zasnovanih na postojećim industrijskim standardima.

Referentni dijagram (slika 2 ) prikazuje zajedničke funkcionalne elemente potrebne za SIPconnect podršku. SIPconnect tretira te elemente dijagrama kao posebne fizičke komponente samo radi ilustracije. Proizvođači opreme mogu kombinirati funkcije u jednom fizičkom uređaju.



Sl. 2. SIPconnect v.1.0 -referentna arhitektura.

### B. Pokrivena područja

SIPconnect pokriva zahtjeve u sljedećim područjima:

- Lociranje SIP servera

Ovaj cijeli odjeljak neophodan je za postizanje interoperabilnosti

- DNS

DNS je potreban za izbjegavanje statičke konfiguracije IP adresa te za implementaciju redundancije aplikacijskih servera

- Registracija

Nije zahtjevano, ali se široko primjenjuje od strane davatelja usluga radi određivanja IP PBX adrese. Ako se TLS (Transport Layer Security) široko počne implementirati registracija nije potrebna.

- Sigurnost signalizacije

TLS pruža mogućnost enkriptiranja signalizacije te osigurava strogu međusobnu autentifikaciju korištenjem certifikata. Na žalost, TLS nije široko primjenjen jer to

zahtijeva nadogradnju SIP stoga, a može zahtijevati i skuplju hardversku opremu (zbog enkripcije). Također, enkripcija čini signalizaciju nevidljivom za vatrozid i SBC(Service Board Controller) opremu koji moraju manipulirati SIP signalizacijom.

- Vatrozid i NAT *Traversal*

Translacija mrežnih adresa (Network Address Translation - NAT) realizirana u usmjernicima i vatrozidovima predstavlja vrlo veliki problem za interoperabilnost VoIP opreme. SIPconnect preporuke ne zalaze dublje u problematiku.

- Autentifikacija

Podržane su dvije opcije:

1. TLS koja pruža jaku sigurnost, ali se ne primjenjuje široko.

2. DIGEST protokol. koji se primjenjuje na REGISTER i INVITES poruke i široko je prihvaćen.

- Identitet

Svaki E-164 broj predstavlja za davatelja usluga jedinstveni identitet te se mora pratiti asocijacija brojeva i SIP URI adresa.

U FROM polju se nude dvije opcije:

1. FROM polje + P-Asserted-Identity (poželjna opcija).

IP PBX se smatra dijelom *Trust* domene davatelja usluga. Privatni identitet se nalazi u P-Asserted-Identity polju, a javni identitet u FROM polju.

2. Samo FROM polje

U TO polju mora se koristiti SIP URI ili Tel: URI, a Request URI mora odgovarati TO polju za inicijalne poruke.

- Razmatranja atributa kvalitete usluge (QoS)

Ovaj odjeljak uključuje samo osnovne instrukcije za postavljanje DSCP-a (Differentiated Services *Code Point*).

- Pregovaranje oko medija i drugih sposobnosti

Što se tiče *codeca* jedino je zahtjevan G.711 *codec*. Za prijenos DTMF tonova IP PBX sustavi mogu koristiti metode iz RFC 2833 preporuke (poželjno) ili prijenos unutar pojasa (inband).

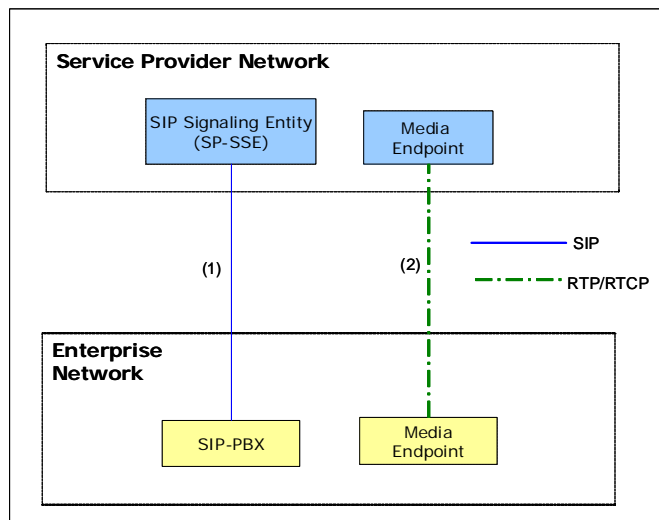
Kod komuniciranja faks uređaja i modema dane su samo osnovne instrukcije. Preporučuje se korištenje T.38 preporuke za komuniciranje faksovima te se zahtijeva unutarpojasna podrška.

### C. Pogled unaprijed na SIPconnect 1.1.

U SIPconnect tehničkim preporukama koje su trenutno u razradi [5] predlažu se :

- Nova referentna arhitektura
- Dvostruke operacijske uloge (Dual Operating Roles)
- Nadograđene upute za identitet
- Pročišćeni zahtjevi za TLS
- Specifikacije općih tijekova poziva
- Obavezan TCP SIP
- Specifikacija podrške za IPv6

Na slici 3. je prikazana nova pojednostavljena arhitektura SIP *trunkinga*.



Sl. 3. SIPconnect v.1.1 -referentna arhitektura

Predložena su dva načina rada IP PBX sustava.

- Registracijski način rada ( Registration Mode)

U ovom načinu rada SIP PBX sustav koristi SIP registracijsku proceduru za oglašavanje davatelju usluga svoje SIP signalizacijske adrese. SIP PBX se autentificira SP-SSE elementu korištenjem TLS-a (ako se zahtijeva autentifikacija), a sama SIP signalizacija je također osigurana TLS-om.

- Statički način rada ( Static Mode)

U ovom načinu rada poslovna mreža koristi DNS za oglašavanje davatelju usluga javno dostupne SIP PBX signalizacijske adrese. Autentifikacija i sigurnost prijenosa signalizacije su podržani različitim metodama zasnovanim na bilateralnom sporazumu.

Ostale glavne promjene uključuju:

- Nadograđene standardne forme za Enterprise Public Identities.
- Specificirane metode protokolnih poruka za osnovni poziv, prosljeđivanje poziva, prijenos poziva, hitne servise i o oznaci poruke na čekanju ( Basic 2-Way Calls, Call Forwarding, Call Transfer, Emergency Services, and Message Waiting Indicator).
- Ažurirani zahtjevi i metode konsenzusa za podršku *codecima*, intervalima paketizacije i pregovorima o sposobnostima (capabilities).
- Poboljšani konsenzus za rukovanje prijenosa faksova i komuniciranje modemima.
- Poboljšana metoda konsenzusa za prijenos DTMF tonova
- Specificiran je osnovni skup uputa za sučeljavanje sa SIP PBX sustavom kada se na komunikacijskom putu nalazi NAT oprema i/ili uređaji za filtriranje paketa.
- Definiran je osnovni sigurnosni model zasnovan na postojećim standardima.

- Podrška za IPv6 (čeka se tekst).
- TCP SIP je obavezno zahtijevan.

#### IV. PREDNOSTI KORIŠTENJA SIP *TRUNKINGA*

Razlozi za uvođenje ove nove tehnologije su:

- Mogućnost snižavanja troškova pristupa PSTN mreži zamjenom ISDN PRI veza s jednim IP *trunkom*. (u nekim slučajevima koristio bi se taj IP link i za pristup WAN mreži te pristup Internetu).
- Eliminacija lokalne PSTN *gateway* opreme koja se tada nalazi kod davatelja usluga.
- Mogućnost novih usluga kao što je sposobnost kreiranja virtualnih lokalnih brojeva na udaljenim lokacijama
- Korištenje usluga SIP *trunkinga* kao dijela tvrtkinog plana za oporavak od katastrofa (disaster recovery plan) u slučaju velikog ispada sustava iz rada.
- S porastom prometa ne traži se investicija u PSTN *gateway* uređaje i dodatne linijske kartice.
- Optimalno korištenje prijenosnog kapaciteta upotrebom jednog linka za govor i podatke.
- Visoka fleksibilnost dimenzioniranja i korištenja kupljenih kapaciteta jer se može kupiti željeni broj "kanala" u manjim koracima (čak i po jedan).
- Općenito, davatelji usluga nude SIP *trunk* kapacitete prilično slojevito. Jedna od glavnih prednosti SIP *trunkinga* je mogućnost jednostavnog proširenja kapaciteta. Broj istovremenih poziva se može povećati bez mijenjanja samih fizičkih veza pa čak i bez povećanja prijenosnog kapaciteta.
- Ako se birani broj može doseći preko SIP *trunka* onda se poziv ne treba usmjeravati preko PSTN-a već se kompletno ostvaruje preko IP mreže. To omogućava jeftinije telefoniranje (ponekad i besplatno telefoniranje). Ako se razni operatori međusobno dogovore mogu se razgovori njihovih korisnika odvijati kompletno preko IP mreže.
- Ako je birani broj tradicionalni PSTN telefon operator usmjerava IP pakete do PSTN *gateway* uređaja koji je najbliži biranom telefonu te tako smanjuje troškove.

Ipak, vrlo je teško okvirno izračunati povrat investicije (ROI) za SIP *trunking* rješenje pošto mnogi operatori nude različite servise pod specifično definiranim uvjetima.

#### V. NA ŠTO TREBA OBRATITI PAŽNJU KOD IMPLEMENTACIJE

Kapacitet SIP *trunka* se definira brojem podržanih simultanih poziva te prijenosnim kapacitetom (bandwidth).

Za određivanje broja istovremenih poziva koje treba podržati SIP *trunk* koriste se Erlang izračuni korišteni tradicionalno u TDM okolini.

Kod korištenja SIP *trunkinga* za razliku od TDM *trunkova* za pristup PSTN mreži moraju se uzeti u obzir

kašnjenja u IP mreži i kod davatelja usluga i u poslovnoj mreži. To ponekad znači kako korištenje centraliziranog SIP *trunka* dolazi u pitanje zbog povećanog kašnjenja u mreži.

- Postizanje visoke dostupnosti

Usluga SIP *trunkinga* se najčešće u poslovnim mrežama implementira na jednom ulaznom mjestu. Fizička veza SIP *trunka* nije ograničena na fiksni broj poziva na način kako je to kod TDM *gateway*-a što znači kako jedan SIP *trunk* lakše podržava veći broj korisnika. To s druge strane znači kako rastu i posljedice eventualne greške ili ispada iz rada.

Postoji više načina kako se možemo zaštititi od posljedica kvara SIP *trunka*:

- Nastavak korištenja postojećih TDM (ISDN) veza na javnu mrežu uz SIP *trunk*. SIP *trunk* se koristi kao osnovni pristup, a TDM *trunk* kao drugi po redu pa je sukladno tome potrebno napraviti usmjeravanje poziva.
- Implementirati više fizičkih ulaza SIP *trunka* u poslovnu mrežu.
- Koristiti SIP *trunk* samo za usmjeravanje poziva koji dolaze s lokacije na kojoj je SIP *trunk* te nastaviti koristiti TDM *trunkove* (ili zasebne SIP *trunkove*) na ostalim lokacijama tako da kvarovi na IP mreži davatelja usluga ili WAN mreži poslovnog korisnika ne utječe na više od jedne lokacije.

Mnogi davatelji usluga dijele prijenosni put (last mile) tako da nema smisla koristiti razne davatelje usluga ako koriste istu opremu. Prikladnije je koristiti različite vrste komunikacijske opreme npr. optičku vezu za osnovni pristup, a xDSL vezu za sporedan pristup.

- Promet faksova i modemski promet

Davatelj usluga i poslovni korisnik trebaju posebnu pažnju obratiti na promet faksovima i modemima. Jednostavno rečeno, poslovni korisnici ne mogu očekivati jednako uspješno komuniciranje tim uređajima kao u slučaju klasičnih veza na PSTN mrežu. Faks pozivi koji završavaju kod VoIP davatelja usluga sporije se prenose te je podržano manje standardnih faks protokola. Npr. SG3 ((Super Group 3) faksovi s podrškom za V.34bis protokol te prijenos faksova u boji uglavnom nisu podržani.

Kao moguće poboljšanje prijenosa faksova preko IP mreže razvijen je T.38 protokol. T.38 sposobnost je naznačena kod SIP-a u SDP protokolu (Session Description Protocol), a pregovaranje može doći kroz REINIVTE zahtjev ili korištenjem NSE (Named signaling event) polja u RTP toku.

Jedna od metoda za rad s faksovima je i propuštanje faksova (Fax Passthrough) kada se koristi G.711 *codec* i fiksira međuspremnik kašnjenja (jitter buffer) na 200ms te se faks informacije prenose kroz govorni kanal. Kod ove metode troši se više prijenosnog kapaciteta nego kod T.38 metode, ali može poslužiti kad nemamo krajnju opremu koja podržava T.38 protokol.

Modemski pozivi se sve manje koriste, ali ima slučajeva kada su nekim tvrtkama potrebni npr. za nadgledanje sigurnosnih i alarmnih sustava ili u dućanima kod sustava za provjeru valjanosti kreditnih kartica.

Najveći nedostatak kod prenošenja modemskih poziva preko IP mreže je odsustvo TDM takta pa se ne mogu postići brzine od 56 kbit/s. Brzine od 28,8 kbit/s su

ostvarive u slučaju kada u IP mrežama nema kašnjenja paketa niti varijacija u kašnjenju.

- Sigurnost

TDM *trunkovi* predstavljaju izričitu točku razgraničenja između poslovne mreže i davatelja usluga.

Pošto se "TDM na IP" pretvorba radi na toj točki razgraničenja postoji mala zabrinutost vezana za zlonamjerne upade vanjskih korisnika. Ostvarivanje podatkovnog pristupa u vašu IP mrežu kroz tradicionalne TDM *trunkove* je praktički neostvarivo pa se sigurnosna zaštita svodi najviše na sprečavanje krađe govornih servisa (toll fraud).

Pošto SIP *trunking* nudi direktno povezivanje do poslovne IP mreže oni su stvarno mnogo nesigurniji od TDM *trunkova*. Poslovni korisnici koji koriste SIP *trunking* posebno moraju obratiti pažnju na:

- Prijhvatanje poziva jedino od davatelja usluga.
- Zaštitu mreže od prevelike količine poziva.
- Zaštitu mreže od DoS (Denial of Service) napada.
- Zaštitu od krađe servisa tj. osigurati pravilni obračun poziva.

Svi tradicionalni napadi na IP mrežu mogu potencijalno koristiti SIP *trunk* pa se za zaštitu moraju koristiti već poznati sigurnosni mehanizmi kao što je NAT, vatrozid, pristupne liste te mehanizmi za otkrivanje i sprečavanje upada u mrežu.

- Skrivanje mrežne adresne topologije

Skrivanje tvrtkinog IP adresnog prostora tj. IP adresa krajnjih uređaja (IP telefoni, aplikacijski serveri) od vanjskih korisnika zahtijeva NAT opremu. Ova oprema prilagođava IP adrese u zaglavljima IP paketa te neke od IP adrese u SIP paketima, ali postoje dodatna polja u SIP paketima koja sadrže IP adrese, a NAT ih ne prilagođava.

To može predstavljati veliki problem u komuniciranju preko SIP *trunka*.

- Enkripcija medija i signalizacije

SIP signalizacija se sastoji od poruka u ASCII tekstu koje su lako čitljive i s kojima se lako manipulira. Bilo bi poželjno enkriptirati i autentificirati SIP signalizaciju. To se normalno postiže podrškom za TLS ili MTL (Mutual TLS) metodama. Sam medij može se osigurati korištenjem SRTP-a (Secure RTP).

Nekoliko proizvođača vatrozidova je razvilo opremu koja uključuje SIP ALG (Application Layer Gateway) uređaje koji obično rade na nižoj razini nego proxy uređaji prilagođujući pakete "u letu". Jedno od ograničenja ALG arhitekture je što ne može rukovati sigurnom SIP signalizacijom preko TLS-a.

Primjer sigurnosne prijetnje je DoS (Denial of Service) napad gdje napadač koristi mnogo različitih računala (zombies) radi slanja velikog broja paketa na ciljno računalo kako bi ga se onesposobilo za rad.

Kako bi se zaštitili resursi potrebna je podrška za autentifikaciju SIP korisnika. Standardni način je korištenje Digest protokola. Vjerodajnice (credentials) SIP korisnika trebale bi biti pohranjene u centraliziranu bazu podataka npr. na RADIUS server.

- Kvaliteta usluge (QoS)

Osiguranje kvalitete usluge vrlo je važan zahtjev kod IP telefonije pa tako i kod SIP *trunkinga*. Tome zadatku VoIP operatori pristupaju na razne načine. Teoretski jedino onaj operator koji potpuno kontrolira cijeli IP link može

osigurati odgovarajuću kvalitetu usluge. To znači kako je davatelj usluge SIP *trunkinga* vlasnik linka i kontrolira cjelokupnu opremu na putu od poslovne mreže korisnika do PSTN završne točke. To mu omogućava prioritiziranje govora te nuđenje različitih SLA (Service Level Agreement) ugovora korisnicima.

S druge strane ako operator nema mogućnost kontrole nad linkom može se potrebna kvaliteta usluge postići korištenjem metode "over-provisioning" tj. prekapacitiranjem linka jer velika količina prijenosnog kapaciteta rješava mnoge probleme koji mogu nastati kod prijenosa govora preko IP mreže.

Kada se radi većeg iskorištenja prijenosnog kapaciteta IP linka govor i podaci prenose zajedno treba svakako dati prioritet prijenosu govora. Ona se radi i za dolazni i za odlazni promet. Bilo bi dobro prijenosni kapacitet koristiti dinamički tj. Kada se rezervirani kapacitet za govor ne koristi iskoristiti ga za prijenos podataka.

Postavljanje TOS (Type of Service) ili DiffServ oznaka u IP paketima omogućava prioritiziranje govora. No, nema garancije kako će sva oprema na putu do korisnika podržavati te oznake za prioritet. U tom slučaju svakako pomaže ako davatelj usluge ima kontrolu nad komunikacijom na cijelom putu do poslovne mreže.

Ponekad tvrtke zbog sigurnosnih razloga ipak preferiraju odvojeno fizičko sučelje tj posebne linkove za govor i za podatke.

- Prijenos telefonskih brojeva

Postojeći telefonski brojevi poslovnog korisnika koji su direktno dostupni iz javne mreže (Direct in dialling) trebaju se prenijeti (porting) na novi servis. Kada vanjski pozivatelj zove takav broj poziv prihvaća VoIP davatelj usluga i on taj poziv usmjerava pomoću SIP protokola u mrežu poslovnog korisnika.

Radi složenosti prijenosa brojeva neke implementacije SIP *trunkinga* započinju samo s odlaznim pozivima iz IP PBX sustava.

- Žurni pozivi

Kod žurnih poziva (Emergency Calling) služba koja ih zaprima zna fizičku lokaciju TDM veze iz koje je poziv došao. Korištenjem SIP *trunkinga* povezanost između fizičke lokacije i pozivajućeg broja se gubi. Jedno od rješenja je u takovom slučaju nastavak korištenja TDM *trunkinga* samo za tu funkciju.

## VI. NEKI PROBLEMI ZA RIJEŠAVANJE

Postoji zabrinutost oko sigurnosnih prijetnji koje se mogu pojaviti kod direktnog IP povezivanja između poslovnog telefonskog sustava i mreže davatelja usluga. Mnogi IT stručnjaci gledaju na PSTN *gateway* kao neku vrstu vatrozida između njihovog telefonskog sustava i vanjske IP mreže. Strah od potencijalnih napada preko SIP *trunka* potaknuo je rast ponude opreme za zaštitu. Prvenstveno su to SBC (Service Border Control) oprema i VoIP vatrozidovi.

Problem interoperabilnosti je vrlo važan pošto se podrška za SIP razlikuje kod raznih proizvođača opreme. Certifikacijski program SIPconnect pokrenut od strane SIP Forum-a nudi nadu za popravak situacije, ali za sada je relativno mali broj davatelja usluga i proizvođača VoIP opreme postigao SIPconnect certifikat.

Dostupnost SIP *trunk* usluge napreduje polaganije pošto veliki operatori razmišljaju o eventualnom narušavanju postojećih prihoda od TDM *trunkova* te su zauzeti oko razvoja ostalih usluga te preuzimanjima drugih operatora.

Postoje poteškoće kod prometa faksovima i modemskog prometa

Problemi vezani za korištenje NAT/Firewall opreme mogu značajno zakomplicirati implementaciju SIP *trunkinga*.

SIP *trunking* nije tako pouzdan u radu kao tradicionalni TDM *trunking*, jer je zavisniji o električnog napajanja. Pouzdanost rada TDM *trunkinga* u mnogim dijelovima svijeta je daleko veća.

Kod tradicionalnog pristupa PSTN mreži znalo se gdje završava TDM veza od operatora i započinje IP veza unutar poslovne mreže korisnika. Ako se pojave problemi ova točka razgraničenja je mjesto za izvođenje ispitivanja i izolaciju problema. Treba ustanoviti je problem na strani operatora ili na strani poslovnog korisnika. Uvođenjem SIP *trunkinga* ova točka razgraničenja se gubi te usložnjava lociranje problema.

## VII. ZAKLJUČAK

Kod donošenja odluke hoćemo li i kada dodati SIP *trunk* kao vezu na javnu telefonsku mrežu treba razmotriti i druge argumente osim same cijene. Ova odluka ima utjecaj na način usmjeravanja poziva, pouzdanost rada, sigurnost komuniciranja i ostale parametre koji su kod

tradicionalnog ISDN/TDM komuniciranja već uspostavljeni.

Migracija prema SIP *trunkingu* neće se dogoditi brzo, a poslovni korisnici će uvijek moći izabrati zadržavanje dijela tradicionalnih TDM kapaciteta za rezervu te radi specifičnih funkcija koje tada bolje rade.

SIP *trunking* će dobro funkcionirati ako smo primijenili prave mjere za sigurnost i kvalitetu prijenosa, osigurali interoperabilnu opremu zasnovanu na standardima te ga pravilno implementirali.

## LITERATURA

- [1] What is a Session Initiation Protocol (SIP) Trunk Anyway? draft-rosenberg-sipping-siptrunk-00.txt
- [2] J. Magnusson: "SIP trunking Benefits and Best Practices", White Paper, 2008  
[http://www.ingategate.com/files/white\\_paper\\_What\\_is\\_SIP\\_Trunking.pdf](http://www.ingategate.com/files/white_paper_What_is_SIP_Trunking.pdf)
- [3] VoIP RFC Watch  
<http://www.rfc3261.net>
- [4] SIP-PBX / Service Provider Interoperability "SIPconnect 1.0 Technical Recommendation"  
<http://www.sipforum.org/sipconnect>
- [5] SIP-PBX / Service Provider Interoperability "SIPconnect 1.1 draft v.0.4. Technical Recommendation"  
<http://www.sipforum.org/sipconnect>