Predlog rešenja za pouzdan pristup Internetu

ZLATA D. RADAK, Serbia Broadband – Srpske kablovske mreže d.o.o, Beograd

NATAŠA M. GOSPIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

GORAN Z. MARKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

Pregledni rad

UDC: 004.738.5.056.53

DOI: 10.5937/tehnika1704571R

Ubrzani razvoj telekomunikacionih servisa sve više komplikuje zahteve korisnika za pouzdanim pristupom Internetu. Kako bi se prilagodili stalnim promenama, pružaoci telekomunikacionih servisa i mrežni operatori moraju da prate zahteve tržišta i prilagođavaju svoju ponudu servisa. Formiranje ponude sa određenim predefinisanim paketom usluga može da zadovolji zahteve jednog dela tržišta. Mogućnost kombinovanja različitih servisa i njihova isporuka na lokaciji kod korisnika olakšava poslovanje kompanijama. Fleksibilan pristup kreiranju rešenja za povezivanje na Internet omogućava operatoru da se pozicionira i zadrži među vodećim na telekomunikacionom tržištu. Međutim, velike kompanije sve češće imaju komplikovane i specifične zahteve. Specifični zahtevi najčešće se odnose na kvalitet i sigurnost prenosa podataka. Stoga su različita rešenja napravljena po meri ("tailor-made") sve češće u primeni kod poslovnih korisnika. Konkretni zahtev korisnika opisan u radu odnosi se na maksimalnu dostupnost Internet konekcije na lokaciji kod korisnika, što podrazumeva isporuku dva nezavisna Internet linka kao i adekvatnu opremu koja bi vršila prebacivanje sa primarnog na redundantni (backup) link u slučaju prekida ili većih degradacija kvaliteta servisa.

Ključne reči: upravljivi servisi, redundantni link, sporazum o nivou servisa

1. UVOD

Ubrzani razvoj telekomunikacionog tržišta nameće sve kompleksnije zahteve koje pružaoci servisa i operatori mreža moraju da imaju kako bi se zadovoljile potrebe i najzahtevnijih korisnika i omogućio im se neometan rad i razvoj u njihovoj oblasti delovanja. Veoma bitna je i brzina reakcija na zahteve korisnika. Pružalac servisa se brzim i adekvatnim rešenjima koje kreira za korisnike pozicionira među vodećim na globalnom tržištu [1].

Na nacionalnim tržištima je sve veći broj stranih kompanija, koje kao korisnici, imaju potrebu za konstantnom komunikacijom sa matičnom kompanijom u inostranstvu. S obzirom na vremenske razlike među zemljama, garancija dostupnosti linka u okviru standardnog radnog vremena više nije dovoljna i zahtevi se sve više proširuju. Današnji zahtevi od telekomunikacionog operatora su da je link dostupan 24/7, kao i

definisanje garancije kvaliteta servisa (QoS - Quality of Service) [2]. Takođe, zbog postojanja aplikacija koje se koriste na lokaciji kod korisnika, a nalaze se na centralnom serveru u inostranstvu, javlja se potreba za neprekidnom vezom ka Internetu gde bi nedostupnost od makar i nekoliko minuta prouzrokovala velike gubitke kompanijama koje posluju na ovaj način. Zavisnost predstavništva od matične kompanije u inostranstvu je ključan faktor koji dovodi do potrebe za kreiranjem pouzdanijeg rešenja za pristup Internetu. Poslovanje predstavništva se svodi na stabilnost i kvalitet Internet linka. Ukoliko Internet link radi pouzdano, podaci, kao i poslovne aplikacije mogu da se koriste sa centralnog servera u inostranstvu. Ukoliko nastane degradacija ili kompletan prekid Internet linka, predstavništvo ne može da koristi aplikacije i podatke koji se nalaze na centralnoj lokaciji u inostranstvu. Da bi se to predupredilo pred pružaoca servisa se stavlja zahtev za obezbeđivanjem pouzdanog rešenja za povezivanje na Internet. Zato se najčešće pored primarnog Internet linka na lokaciji predstavništva, postavlja i redundantni link. U ovom radu predloženo je inovativno rešenje koje će smanjiti mogućnost gubitka Internet linka na teoretski minimum.

Adresa autora: Zlata Radak, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, Vojvode Stepe 305

e-mail: zlata.radak@sbb.co.rs

Rad primljen: 22.05.2017.

Rad prihvaćen: 03.07.2017.

U drugom poglavlju biće predstavljena neka standardna rešenja za povezivanje na Internet. Detalji vezani za garanciju dostupnosti i kvaliteta servisa biće opisani u trećem poglavlju. Dalje, u četvrtom poglavlju biće opisano predloženo rešenje za pouzdano povezivanje na Internet. Predloženo rešenje ima primarni optički link i redundantni bežični link kao i adekvatan ruter konfigurisan tako da vrši automatsko prebacivanje sa primarnog na redundantni link, ukoliko dođe do prekida na primarnom linku. U zaključku će biti istaknute sve prednosti uvođenja predloženog rešenja kao i uštede koje donosi korisniku koji to rešenje primenjuje za povezivanje na Internet.

2. PREGLED REŠENJA ZA POVEZIVANJE NA INTERNET

Predefinisana rešenja jednog telekomunikacionog operatora, za povezivanje na Internet mogu se podeliti u tri osnovne grupe i to:

a) SOHO – *Small Office Home Office*

Tip korisnika kome je namenjeno ovo rešenje su male ili kućne kancelarije do 5 zaposlenih. Ovako definisano rešenje podrazumeva odabir nekog od predefinisanih paketa koji se isporučuju putem kablovske infrastrukture. Paketi imaju asimetrične brzine preuzimanja (download) i slanja (upload) podataka i korisnik bira jedan od nekoliko predefinisanih paketa u skladu sa svojim potrebama. U sporazumu o nivou servisa (SLA-Service Level Agreement) definisan je servis najboljeg pokušaja. Sav saobraćaj se akumulira i preko jednog kabla se prenosi dalje do optičkog čvorišta. Ne postoji garancija propusnog opsega i u praksi brzine mogu značajno da variraju. Podrška za ovaj tip servisa je call centar i to 12 sati dnevno 5 dana u nedelji. Ključni nedostatak ovog rešenja jeste što se sav saobraćaj korisnika agregira i što praktično nema garancije propusnog opsega (CIR-Committed Information Rate) kao ni dostupnosti servisa. Druga velika mana, sa stanovišta ozbiljnog biznis korisnika je spora tehnička podrška. Call centar mora da prati komplikovane procedure za otvaranje reklamacija. Dalje, ukoliko se desi potreba da oprema na lokaciji kod korisnika mora da se zameni, garantovani rok za zamenu je prvi sledeći radni dan. Takođe, ovako definisano rešenje nema redundansu. S druge strane najveća prednost ovakvog rešenja je cena, koja je veoma pristupačna.

b) BOHO – *Branch Office Home Office*

Tip korisnika za koje je predviđeno ovakvo rešenje su manje firme i regionalne kompanije. Na ovaj način definisano tipsko rešenje podrazumeva pristup Internetu putem optičkog kabla. Do svakog korisnika se postavlja posebno vlakno, što znači da korisnik ima propusni opseg samo za svoje potrebe i ne deli ga sa

ostalim korisnicima na mreži, a što je i osnovna prednost ovakvog rešenja. Download i upload brzine su simetrične i garantuje se dostupnost servisa na mesečnom nivou. U zavisnosti od nivoa sporazuma o nivou servisa koji korisnik odabere proračunava se dostupnost i upoređuje sa ugovorenom dostupnošću. Ukoliko operator nije ispunio očekivani nivo dostupnosti u obavezi je da korisniku plati ugovorenu nadoknadu. Kako bi ispunio svoju ugovorenu obavezu i pružio kvalitetan servis, operator ima timove ljudi koji prate sve servise i ne dozvoljava da nivo kvaliteta bude ugrožen. Međutim, ukoliko je servis ugrožen ili dođe do prekida servisa, dežurne ekipe problem rešavaju u najkraćem mogućem roku. Zamena neispravne opreme se garantuje u roku od nekoliko sati. Podrška za ovaj tip servisa je NOC (Network Operations Center) i dostupan je korisnicima 24/7/365. Najveća prednost ovakvog rešenja je posebna tehnička podrška koja rešava sve zahteve i probleme korisnika u najkraćem mogućem roku. Sa druge strane, cene ovakvih rešenja znatno odudaraju od ponude asimetričnih paketa na koaksijalnoj infrastrukturi, pa je samim tim korisnicima teže da donesu odluku o prelasku na ovako definisano rešenje.

c) Head Office *tipsko rešenje*

Head Office rešenje je predviđeno za veće firme i regionalne kompanije, programerske i IT (Information Technology) kuće, kao i strana predstavništva sa više od 20 zaposlenih. Tip usluge je optički pristup sa upravljivom opremom na lokaciji kod korisnika nad kojom se vrši proaktivno nadgledanje 24/7 – upravljivi servisi (Managed Services). Garancije u okviru sporazuma o nivou servisa imaju nekoliko nivoa u zavisnosti od radnog vremena i potreba kompanije, mogu da budu 12 h x 5 dana ili 24/7. Korisnici se selektuju prema nivou sporazuma o nivou servisa i kada dođe do problema prioritet imaju korisnici sa višim nivoom prioriteta. Takođe, zbog postojanja upravljive opreme na lokaciji kod korisnika, operator je u mogućnosti da meri i da garantuje QoS parametre, u koje spadaju gubitak paketa (Packet Loss), džiter (Jitter), ukupno kašnjenje u direktnom i povratnom smeru (round trip delay time - RTT). Merenje QoS parametara se vrši s kraja na kraj vlakna. Svakog meseca se korisniku šalju izveštaji o ostvarenom nivou kvaliteta servisa. Na taj način se usluga podiže na viši nivo jer se pored protoka garantuju i drugi parametri servisa. Parametri servisa se mere na upravljivoj opremi koja se postavlja kod korisnika.

Svako od predloženih tipskih rešenja ima mogućnost ekstenzije koja se ogleda u dodavanju servisa po drugom VLAN-u (Virtual Local Area Network).

Neki od dodatnih servisa koji se nalaze uobičajeno u ponudi operatora su:

- Biz Phone, koji podrazumeva fiksnu telefoniju sa numeracijom. Ova vrsta usluge se može pružiti u bilo kom tehničkom rešenju koje korisnik zahteva, a koje zavisi od tipa opreme (telefonske centrale) koju korisnik ima na lokaciji, i to su IP telefonija, SIP Trunk kao najčešće zastupljena i u manjoj meri ISDN (Integrated Services Digital Network) i analogna rešenja.
- Biz Phone Centrex, podrazumeva IP telefonske aparate sa dodeljenom numeracijom i osnovnim podešavanjima, koja se kasnije mogu menjati na zahtev korisnika. Telefoni mogu biti PoE (Power over Ethernet), što dodatno olakšava unutrašnji dizajn rešenja za telefoniju, a to je naročito bitno kod korisnika koji menjaju postojeće rešenje kao i kod novih koji tek započinju svoje poslovanje. Ovo rešenje podrazumeva povezivanje svih uređaja na virtuelnu centralu koja se nalazi na cloud platformi operatora (a koja se fizički nalazi u Data centru).
- Upravljlivo/neupravljlivo Cloud rešenje koje podrazumeva uslugu alokacije određenih resursa na zahtev korisnika (RAM – Random Access Memory, CPU – Central Processing Unit i Hard Disk). Upravljlivo cloud rešenje podrazumeva da operator na zahtev korisnika konfiguriše početno rešenje i menja ga u skladu sa zahtevima korisnika. Sa druge strane, neupravljlivo rešenje se predaje korisniku kao resurs da ga samostalno konfiguriše i održava, a operator jedino vodi brigu o tome da servis bude uvek dostupan.
- L3VPN (Layer 3 Virtual Private Networks), podrazumeva povezivanje centralne lokacije sa drugom ili više drugih udaljenih lokacija. S obzirom na postojanje sopstvene redundantne infrastrukture u celoj Srbiji i u nekim zemljama u regionu, operator je u mogućnosti da pruži ovu uslugu i to sa visokim nivoom kvaliteta. Takođe, s obzirom da postoje zakupljeni vodovi ka inostranstvu, moguće je preko partnerske mreže ostvariti i povezivanje sa centralom u inostranstvu.
- Upravljlivo WiFi rešenje podrazumeva postavljanje upravljlive opreme kod korisnika koja ima cilj da pokrije WiFi signalom veći prostor i omogući istovremene konekcije za veći broj korisnika. Tu opremu konfiguriše operator a na zahtev korisnika. Najčešće je rešenje da se korisniku konfiguriše više SSID (Service Set Identifier) šifri kako bi se maksimalno iskoristio servis.

Neretko se dešava da korisnici koji su vodeći u svojoj oblasti poslovanja imaju specifične zahteve u pogledu dostupnosti lokacije, sigurnosti ili pak repliciranja podataka ili nekog drugog tehničkog parametra. Tada se okuplja tehnički tim operatora i zajedno

sa menadžmentom pravi specifično rešenje za tog korisnika i odmah proverava njegovu ekonomsku opravdanost. S obzirom da već postoji dobra tehnička podrška u vidu stručnih ljudi sa iskustvom, kao i da je dostupna neophodna oprema za upravljanje tehničkim rešenjima za povezivanje, često je slučaj da operator prihvati zahtev korisnika i obezbedi mu posebno rešenje za njegovo poslovanje ("tailor-made" rešenje). Na ovaj način, ne samo da se zadovoljavaju potrebe korisnika i obezbeđuje mu se adekvatna podrška za njegov dalji razvoj već se i proširuje servisni portfolio novim uslugama. Kasnije, ovako kreirana rešenja prelaze u standardni portfolio usluga u početno definisanom ili modifikovanom obliku. Na taj način operator stalno napreduje i pravi sve bolja i inovativnija rešenja za povezivanje na Internet.

Kada korisnik odabere da koristi neko od predefinisanih upravljlivih servisa on time ostvaruje značajne uštede i obezbeđuje brojne prednosti. Osnovni cilj upravljlivih servisa je postavljanje upravljlive opreme kod korisnika i njeno daljinsko nadgledanje.

Neke od osnovnih prednosti korišćenja upravljlivih servisa su:

- Korisnik nema inicijalna ulaganja u opremu ili njenu zamenu. Svu neophodnu opremu za njega nabavlja operator, koji je i pružalac usluge, a korisnik plaća mesečnu pretplatu za servis, dakle imamo situaciju da CAPEX (Capital Expenses - osnovna sredstva) prelazi u OPEX (Operating Expenses - troškovi).
- Proaktivno nadgledanje svih servisa i linkova, čime se korisnik oslobađa brige i opterećenja da samostalno prati rad i održava dostupnost svih servisa.
- U svakom trenutku korisnik može proveriti grafike potrošnje koji se očitavaju sa opreme. Na graficima se može videti da li je servis bio dostupan, a mogu se i proveriti ostali parametri servisa.
- Odabrani upravljlivi servisi se jednostavno nadograđuju na postojeće tehničko rešenje zatečeno kod korisnika i na taj način maksimalno rasterećuju korisnika u pogledu bilo kakvih promena postojeće infrastrukture.
- Odabirom usluge zasnovane na upravljlivim servisima korisnik prepušta brigu oko praćenja linkova i rada opreme telekomunikacionom operatoru. Istovremeno rasterećuje svoje zaposlene i omogućava im da posvete vreme iznalaženju boljih i inovativnijih rešenja za napredovanje u sopstvenoj oblasti poslovanja.

Sve ove i još mnoge druge prednosti korišćenja upravljlivih servisa razlog su više da se korisnik odluči za jedno od predefinisanih rešenja operatora. Međutim, sve brži razvoj u oblasti telekomunikacija kao i

primena novih tehnologija dovodi do toga da je korisnicima potrebno specifično tehničko rešenje, sa posebnom opremom, pravilima ili podešavanjima. Kreirano rešenje treba da se maksimalno prilagodi poslovanju korisnika, a imajući u vidu da se radi o korisnicima koji su među konkurentnijim u svojoj oblasti poslovanja sasvim se logično nameće činjenica da je tehnologija ta koja treba da isprati ovakvo poslovanje i obezbedi neometano funkcionisanje telekomunikacionih servisa.

3. SPORAZUM O NIVOU SERVISA I GARANCIJA KVALITETA PARAMETARA SERVISA

Sporazum o nivou servisa predstavlja formalno definisan odnos između provajdera i korisnika usluge [3]. Parametri koji definišu sporazum o nivou servisa obuhvaćeni su ugovorom koji se zaključuje između operatora kao pružaoca usluge i korisnika koji tu uslugu koristi. Sporazum o nivou servisa definiše obaveze provajdera ali i korisnika usluge, performanse same usluge, dostupnost i sigurnost servisa. Takođe, definiše procedure koje treba slediti u slučajevima degradacije ili prekida servisa, kako bi se zadržali prihvatljivi okviri nivoa servisa.

Postoje različiti tipovi sporazuma o nivou servisa, i u daljem tekstu je data jedna od podela. Ova podela definiše sporazum o nivou servisa kroz tri osnovna nivoa i to Standard, Srebrni i Zlatni. Pri tome sporazum o nivou servisa uobičajeno sadrži sledeće informacije o servisima:

a) Vremenski okvir garancije servisa

Vremenski okvir garancije servisa – TOS (Time of Service) predstavlja vremenski period u okviru kojeg se garantuju parametri servisa. U ovom vremenskom okviru operator je dužan da odgovori na zahteve korisnika u skladu sa parametrima koji zavise od tipa ugovorenog nivoa sporazuma o nivou servisa. Vremenske garancije servisa za sve tipove sporazuma navedena su u tabeli 1.

Tabela 1. Vremenski okvir garancije servisa

TIP sporazuma o nivou servisa	Vremenski okvir garancije servisa
Zlatni	24x7d*
Srebrni	24hx7d*
Standard	12hx6d**

*vremenski okvir garancije servisa 24 h x 7 d podrazumeva garanciju parametara u toku 24 sata, sedam dana u nedelji, u toku jednog meseca

**vremenski okvir garancije servisa 12 h x 6 d podrazumeva garanciju parametara servisa u periodu od 8 h do 20 h radnim danima uključujući i subotu, u toku jednog meseca

b) Održavanje servisa

U tabeli 2 prikazani su parametri koji se garantuju u zavisnosti od ozbiljnosti incidenta i tipa sporazuma o nivou servisa.

Tabela 2. Garancija servisa u zavisnosti od nivoa ozbiljnosti incidenta

TIP sporazuma o nivou servisa	Ozbiljnost incidenta	TTN (min.)	TTR (h)	Interval za informaciju (min.)
Zlatni	Nivo ozbiljnosti 1	20	4	60
	Nivo ozbiljnosti 2	N/A*	4	120
	Nivo ozbiljnosti 3	N/A*	8	N/A*
	Nivo ozbiljnosti 4	N/A*	24	N/A*
Srebrni	Nivo ozbiljnosti 1	60	8	120
	Nivo ozbiljnosti 2	N/A*	8	240
	Nivo ozbiljnosti 3	N/A*	24	N/A*
	Nivo ozbiljnosti 4	N/A*	24	N/A*
Standard	Nivo ozbiljnosti 1	N/A*	8	N/A*
	Nivo ozbiljnosti 2	N/A*	12	N/A*
	Nivo ozbiljnosti 3	N/A*	48	N/A*
	Nivo ozbiljnosti 4	N/A*	48	N/A*

*N/A – Not Applicable – Ne primenjuje se

Incidenti koji mogu ugroziti servis mogu biti različitog nivoa prioriteta te su stoga podeljeni u nekoliko grupa:

Kritični incident (Nivo ozbiljnosti 1): Gubitak servisa – Gubitkom servisa smatra se potpuni prekid Internet saobraćaja na lokaciji korisnika. Pored potpunog gubitka servisa u ovu grupu spadaju i drastične degradacije QoS parametara koji će biti definisani u daljem tekstu.

Ozbiljan incident (Nivo ozbiljnosti 2): Degradacija servisa – predstavlja situaciju u kojoj je servis delimično narušen (na primer neki od QoS parametara je narušen).

Manje ozbiljan incident (Nivo ozbiljnosti 3): Manji problemi koji značajno ne ugrožavaju servis.

Zahtev za informacije ili promene konfiguracije (Nivo ozbiljnosti 4): najniži nivo prioriteta.

U pogledu održavanja servisa uobičajeno se garancije odnose na sledeće parametre:

Time to Notify (TTN) - predstavlja vreme koje je potrebno da se korisnik obavesti o potencijalnom pro

blemu. Tehnička podrška u svom NOC-u vrši monitoring mreže i servisa 24/7. TTN predstavlja vreme koje protekne od momenta pojave alarma koji ukazuje na problem sa servisom (kada se automatski otvara tiket - Trouble Ticket) do momenta kada se korisnik obaveštava od strane NOC-a operatora.

Time to Repair (TTR) - predstavlja vreme potrebno za popravku servisa. Meri se od momenta kada je otvoren tiket (Trouble Ticket - TT) do momenta kada je problem otklonjen i TT zatvoren.

Information interval - Interval u kom se korisnik periodično obaveštava o statusu incidenta za koji postoji otvoren TT prema dogovorenom načinu informisanja.

d) Planirani radovi

Planirani radovi predstavljaju aktivnosti koje se izvode na mreži, koji u slučaju da servis kod korisnika može biti ugrožen, moraju biti najavljeni na adekvatan način.

U tabeli 3 je za različite tipove sporazuma o nivou servisa navedeno koliko ranije planirani radovi moraju biti najavljeni kao i period u kom se mogu izvršavati.

Tabela 3. Planirani radovi

TIP sporazuma o nivou servisa	Rok za najavu planiranih radova	Period dana u kom radovi moraju biti izvršeni
Zlatni	10 radnih dana	Od 00:00 do 06:00 h
Srebrni	5 radnih dana	Od 00:00 do 08:00 h
Standard	2 radna dana	Od 21:00 do 08:00 h

Iz tabele 3 jasno se vidi prioritet koji imaju korisnici usluge sa višim nivoom ugovorenog sporazuma o nivou servisa, jer se radovi kod takvih korisnika odvijaju isključivo noću. Uobičajeno u tom periodu je kod korisnika najmanja količina kritičnog saobraćaja.

e) Kvalitet IP (Internet Protocol) servisa

Sa stanovišta kvaliteta IP servisa mogu se garantovati sledeći parametri:

Protok/Bandwith – predstavlja ugovoreni protok izražen u Mb/s čija se isporuka garantuje i meri na opremi kod korisnika. U toku isporuke servisa NOC inženjeri prate ostvaren protok za datu lokaciju i ukoliko dođe do pada performansi otvara se tiket.

Gubitak paketa, kašnjenje i džiter - ovi parametri se prate na opremi koja je postavljena kod korisnika. Način na koji se vrši praćenje ovog parametra će biti detaljnije opisan dalje u tekstu.

Gubitak paketa/Package Loss – Izražava se u procentima (%) i označava količinu izgubljenih ili oštećenih paketa prilikom prolaska kroz mrežu. Meri se gubitak paketa između centralnog rutera i rutera na lokaciji kod korisnika i to pomoću proba, pri čemu

jedan uređaj predstavlja agent, a drugi responder. Merenje se vrši na svakih pet minuta na uzorku od 1000 paketa, a rezultati se izražavaju u procentima. Sistem za merenje performansi prati rezultate dobijene merenjem.

Kašnjenje/RTT - Predstavlja ukupno vreme za koje IP paket pređe put od izvora do odredišta i vrati se nazad do izvora. Kašnjenje se izražava u milisekundama (ms). Ukupno kašnjenje u direktnom i povratnom smeru se meri između dve lokacije na sličan način kao i PL pri čemu se garantuje prosečna vrednost koja mora da bude u okvirima koji se garantuju prema izabranom tipu sporazuma o nivou servisa.

Džiter - Predstavlja varijaciju u vremenu između dolaska dva uzastopna paketa. Izražava se u milisekundama (ms). Merenje se vrši slično kao i za prethodne parametre a garancije definisane ugovorenim vrednostima se odnose na prosečnu vrednost džitera dobijenu merenjem.

Sa stanovišta kvaliteta servisa (QoS) mogu se definisati četiri kategorije saobraćaja i to: realno vreme, kritičan, standardni i najbolji pokušaj.

U tabeli 4 su predstavljeni garantovani parametri kvaliteta servisa u zavisnosti od tipa sporazuma o nivou servisa.

Tabela 4. Parametri kvaliteta servisa u zavisnosti od tipa sporazuma o nivou servisa

Kategorija saobraćaja	Gubitak paketa	Kašnjenje paketa (u jednom smeru) (nationalni / internacionalni saobraćaj)	Varijacije u kašnjenju paketa (u jednom smeru)
Realno vreme	≤0.1%	≤25ms/150ms	≤10ms
Kritičan	≤0.5%	≤30ms/150ms	≤20ms
Standardni	≤0.75%	≤60ms/150ms	≤40ms
Najbolji pokušaj	≤1%	≤80ms/150ms	≤60ms

Treba napomenuti da raspoloživost servisa takođe može biti garantovana i izražena procentualno u okviru sporazuma o nivou servisa.

Kako bi korisnik usluge maksimalno bio zaštićen detaljno je razrađen i sistem za obračun dostupnosti kao i naplatu penala u slučaju da nije ispoštovan garantovani nivo dostupnosti usluge. Sve to je urađeno sa ciljem efikasnijeg održavanja servisa što u krajnjem slučaju i jeste ideja upravljivih servisa.

f) Dalji razvoj

Iako su predložena rešenja sveobuhvatna i pokrivaju širok spektar korisničkih zahteva velika mana im je nefleksibilnost. Ukoliko se pojavi specifična potreba

korisnika, operator nije u mogućnosti da promeni paket u nekom specifičnom segmentu.

Vrlo često su specifični zahtevi u pogledu apsolutne dostupnosti ili garantovanog propusnog opsega primoravali korisnike da sami prave rešenja za povezivanje na Internet. Ovakvim pristupom korisnici su trošili vreme baveći se kreiranjem i održavanjem servisa za povezivanje na Internet, a što nije predstavljalo fokus njihovog poslovanja, već samo osnovno sredstvo za rad. Operator je prepoznao tu potrebu i ponudio korisnicima proširenje servisa. Pored uobičajene isporuke servisa operator može da ponudi i postavljanje upravljive opreme na lokaciji kod korisnika. Ključna stvar je da operator nadgleda i održava ovu opremu, što korisniku usluge značajno olakšava posao i smanjuje troškove.

Korisnički zahtevi su specifični i razlikuju se od korisnika do korisnika, tako da je za svakog korisnika potrebno kreirati posebno dizajnirano rešenje. Nekada se određeni segmenti rešenja preklapaju, ali ključna stvar je da postoji mogućnost izmene svakog njegovog segmenta. U daljem tekstu biće opisan predlog rešenja koje je nastalo kao odgovor na specifičan zahtev korisnika za povezivanje na Internet sa maksimalnom dostupnošću servisa na lokaciji korisnika.

4. PREDLOG REŠENJA ZA POUZDANO POVEZIVANJE NA INTERNET SA UPRAVLJIVOM OPREMOM KOD KORISNIKA

Sve specifičniji zahtevi kompanija u pogledu tehničkog rešenja dovode do razvoja i širenja ponude operatora, koji pokušavajući da izađe u susret svim zahtevima korisnika stalno nadograđuje svoje servise. Postavljajući ispred sebe sve veće zahteve operator prihvata nove tehnologije i ide u smeru napretka i daljeg razvoja, samim tim se i čvršće pozicionira na telekomunikacionom tržištu.

Osnovni zahtevi poslovnih korisnika u pogledu povezivanja na Internet su:

- sigurna infrastruktura,
- integritet podataka koji se prenose,
- brzina Interneta, kao i garancije brzine i kvaliteta koje predstavljaju najvažnija pitanja na današnjem izuzetno konkurentnom tržištu,
- stabilnost konekcije bez gubitaka i degradacije paketa, zbog čega se i mere i garantuju QoS parametri,
- brza promena konfiguracije kao odgovor na zahteve tržišta u kojem se odvija poslovanje,
- skalabilno rešenje koje se lako može nadograditi ili zameniti naprednijim rešenjem.

Uobičajeno operator poseduje sopstvenu optičku infrastrukturu, a takođe i rasprostranjenu wireless

mrežu kao logičnu ekstenziju optičke infrastrukture. Namenjena biznis korisnicima, optička mreža je projektovana tako da ima redundantne linkove. Cilj je da se obezbedi pouzdana mreža koja će biti osnova za transparentno pružanje različitih servisa.

Brzina Interneta je praktično neograničena i svodi se na postavljanje adekvatne opreme (rutera) koji može da podrži očekivanu konfiguraciju i količinu podataka. Optička infrastruktura u tom pogledu je veoma fleksibilna i skalabilna.

Stabilnost koja se očekuje je veoma važna i detaljno je opisana kroz garanciju kvaliteta parametara servisa. Korisnici kojima je važan Internet link kao i svi parametri koji utiču na njegov kvalitet, detaljno će analizirati sve parametre kvaliteta servisa.

Tehnička podrška koju čine inženjeri – NOC je dostupna korisnicima usluge za njihove zahteve 24/7 i vrlo često igra ključnu ulogu u subjektivnoj oceni zadovoljstva korisnika. Svi zahtevi koji se postavljaju od strane korisnika rešavaju se brzo i po definisanom prioritetu. Međutim, nekada je potrebna promena rešenja ili njegova nadogradnja i u tim slučajevima ključnu ulogu igraju brzina i fleksibilnost tehničke podrške. Takođe, međusektorska komunikacija u smislu davanja naloga za realizaciju ne sme da bude ograničavajući faktor.

Operator je dugi niz godina prisutan na tržištu i pažljivo prati zahteve korisnika i nenametljivo nastupa tako što brzo i adekvatno odgovara na zahteve onda kada je to korisniku potrebno.

Kao primer realizacije predloženog rešenja biće predstavljen zahtev stranog predstavništva, čija je osnovna delatnost razvoj softvera i pružanje podrške za svoje servise. S obzirom, da se kompanija bavi razvojem softverskih rešenja za inostrano tržište primarni zahtev je stabilna Internet veza. Dalje, kako korisnik sarađuje sa drugim kompanijama širom sveta neophodno je da ima radno vreme 24/7, što podrazumeva i garanciju dostupnosti linka takođe 24/7. Da bi osigurao stabilnost i dostupnost Internet linka, kompanija bira najviši nivo sporazuma o nivou servisa (Zlatni).

Međutim čak ni ovaj servis ne garantuje apsolutnu dostupnost linka. Kako kompanija ima potpisane ugovore sa svojim korisnicima kojima pruža uslugu podrške 24/7, neophodno je da pronađe adekvatno rešenje kao i da pruži servis koji će omogućiti neometano poslovanje. Kao logično rešenje nametnuli su se upravljivi servisi, odnosno postavljanje upravljive opreme na lokaciji kod korisnika čime se dodatno skraćuje vreme koje je potrebno da se link oporavi ukoliko dođe do prekida. Postojanje upravljive opreme na lokaciji kod korisnika, koju daljinski nadgleda i kojom upravlja NOC operatora, omogućena je lakša tehnička podrška za servis. Na ovaj način ekipa

podrške ima mogućnost da ukoliko dođe do bilo kakve degradacije ili potpunog prekida servisa, reaguje brzo i reši problem, a u nekim slučajevima ovakvi problemi mogu i da se predvide i preduprede (proaktivni monitoring). Praktično to podrazumeva da ukoliko dođe do degradacije servisa nižeg nivoa, tehnička podrška reaguje i kreće u analizu problema. Odmah otvara tiket i o tome obaveštava korisnika. Na taj način zajedničkom analizom mogu se preduprediti veći problemi koji nastaju u prenosu podataka kroz mrežu.

Ukoliko problem može da se reši daljinski pristupa se odmah njegovom rešavanju jer su dežurni NOC inženjeri stručni i obučeni za lociranje greške (troubleshooting). Ukoliko nije moguće rešiti problem daljinskim pristupom opremi, izlazi se na teren jer postoje i dežurne ekipe koje raspolažu zamenskim uređajima. Ceo proces podrške je veoma fleksibilan i osmišljen da na najbolji i najbrži mogući način pruži korisniku podršku i oporavi link.

Iako je odabrano upravljivo rešenje veoma pouzdano i dobro osmišljeno korisniku je ipak potreban dodatni nivo sigurnosti i to u vidu odvojenog i potpuno redundantnog linka. S obzirom da konfiguracija mrežne opreme nije fokus delovanja pomenutog korisnika, neophodna je i oprema koja će biti prekonfigurisana tako da vrši prebacivanje svih servisa sa primarnog na redundantni link ukoliko dođe do prekida. Imajući u vidu da se prenose velike količine podataka u 24/7 radnom vremenu i redundantni link bi morao da bude garantovanog kvaliteta i simetričnog protoka. Kako bi operator obezbedio redundantni link predloženo je da se korisniku obezbedi dodatni Internet link preko druge tehnologije pristupa u ovom slučaju bežične (wireless) tehnologije, koji bi se povezivao na drugo optičko čvorište operatora. Kako posmatrani operator ima 3 optička čvorišta u Beogradu postojanje tehničkih uslova za pružanje ovakvog servisa je lako omogućeno. Njegova realizacija je prikazana na slici 1.

Slika 1 - Upravljivi servis sa pomoćnim bežičnim linkom

Ovakvo osmišljen pomoćni link obezbeđuje korisniku servisa potpunu redundansu u odnosu na

primarni optički link, a pored toga obezbeđuje i adekvatno konfigurisan upravljivi ruter na lokaciji kod korisnika koji radi prebacivanje na redundantni link u slučaju da se primarni link prekine. Sve konfiguracije, neophodnu opremu kao i njeno postavljanje obavlja operator na zahtev korisnika.

Podrška za servis se odvija na više načina zavisno od trenutnih potreba korisnika. Za zahteve koji nisu previše hitni obezbeđena je komunikacija e-mailom. Za hitnije zahteve postoji jedinstveni kontakt telefon na koji se javljaju dežurni NOC inženjeri. Takođe, obezbeđen je i sistem za eskalaciju problema ukoliko se pojavi potreba za tim. Brza eskalacija problema daje korisnicima lagodnost da ostvare svoje ugovorene i garantovane prednosti u pogledu dostupnosti i kvaliteta telekomunikacionih servisa.

Nadogradnja ovako definisanog servisa bila bi izmeštanje svih aplikacija u Data centar operatora. Kritične aplikacije moraju uvek biti dostupne korisnicima i stoga ne treba da budu vezane za lokaciju kompanije, niti da zavise od njene dostupnosti. Stoga se u određenim slučajevima korisniku može ponuditi izmeštanje servisa u Cloud ili Data centar operatora u zavisnosti od količine potrebnih resursa. U nekoliko realizovanih rešenja ovakav pristup se pokazao kao vrlo koristan i inovativan. Međutim, ovde se nameće pitanje bezbednosti podataka kao i mogućnost njihovog izmeštanja van server sobe kompanije.

5. ZAKLJUČAK

Telekomunikaciono tržište stalno postavlja nove zahteve pred svoje korisnike. Na sve veće zahteve kompanija u pogledu servisa koje očekuju treba dati odgovor sa fleksibilnijom ponudom koju pružaju operatori.

Do skora su predefinisana rešenja opisana u radu kao i mnoga druga slično definisana bila jedini izbor za povezivanje na svetsku globalnu mrežu – Internet. Zbog manje količine podataka kao i manje zahtevnih aplikacija ovi paketi usluga su zapravo zadovoljavali većinu korisničkih zahteva. Kompanije su se lako uklapale u pakete usluga i birale pakete koji njima zadovoljavaju potrebe. Garancije servisa nisu bile kritične za funkcionisanje poslovanja.

Međutim, rast broja kompanija koje imaju specifične zahteve i čije potrebe ne mogu biti zadovoljene odabirom standardnog predefinisano paketa servisa zahteva razmatranje novih rešenja. Razvijaju se aplikacije koje se koriste sa različitih udaljenih lokacija i koje moraju da budu dostupne u svakom trenutku. Među najkritičnijim su kompanije za razvoj softvera koje istovremeno pružaju i podršku za svoj softver. Ovakve kompanije vrlo često imaju predstavništva širom sveta, koja međusobno komuniciraju, u cilju

pružanja efikasne podrške krajnjem korisniku. Takve kompanije očekuju "tailor-made" rešenje koje će u potpunosti zadovoljiti sve njihove zahteve.

Imajući u vidu da se tržište telekomunikacija razvija veoma intenzivno logično je da prihvata stalne promene tehnologije i primenjuje ih brže nego bilo koja druga privredna grana. Zahtevni korisnici su postavljali sve više ciljeve operatorima, koji su boreći se za korisnika podigli nivo kvaliteta servisa na visok nivo.

Takođe, u želji da se pozicioniraju bolje na telekomunikacionom tržištu operatori su značajno obogatili svoju ponudu. Izlazeći u susret različitim specifičnim zahtevima velikih korisnika, operatori se pozicioniraju kao pouzdan partner koji više nije samo pružalac usluge već pružalac kompletnog poslovnog rešenja za unapređeno poslovanje.

LITERATURA

[1] Ankri D, *Smart Cards Technologies for the Internet*, pp. 148-154, IOS Press, 2000.

[2] Stojanović M, Aćimović Raspopović V. *Savremene IP mreže: Arhitekture, tehnologije i protokoli*, Akademska misao, Beograd, 2012.

[3] Verma D. Service Level Agreements on IP Networks [Internet]. USA; NY: Yorktown Heights, IBM T. J Watson Research Center, Dostupno na: <http://www.research.ibm.com/people/d/dverma/papers/SLAOverview.pdf>

[4] Stankiewicz R, Cholda P, and Jajszczyk A. QoX: What is It Really? *IEEE Communications Magazine*, 2011.

[5] De Moor K, Fiedler M, Reichl P and Varela M. *Quality of Experience: From Assessment to Application*, Dagstuhl Reports, Vol. 5, Issue 1, pp. 57–95, 4-7 Januar 2015.

[6] R. Kübert et al. "Analysis of existing solutions and requirements for SLAs", OPTIMIS Project, Seventh Framework Programme, University of Stuttgart, 2011. Retrieved July 19, 2013 from: <http://www.optimis-project.eu>.

SUMMARY

PROPOSAL OF SOLUTION FOR RELIABLE ACCESS TO THE INTERNET

Nowadays the rapid development of telecommunication services is increasingly evident and undeniable. In order to adapt to constant changes, telecommunication services providers and network operators must follow the requirements of the market and adapt service portfolio they offer. The existence of pre-defined package of services can meet the requirements of a labor market. Combining different services and their delivery to the location of the end user facilitates business to the companies. A flexible approach to creating solutions to connect to the Internet enables the operator to keep position among the leaders in the telecommunications market. However, large companies usually have complex and specific requirements. Specific requirements are usually related to the quality of data transmission and data security. Therefore, different solutions are tailor-made and applied by the business users. The specific requirements of the user described in this paper refer to the maximum availability of Internet connection at the location of the customer, which includes the delivery of two independent Internet links as well as adequate equipment to perform switching from the primary to the redundant (backup) link in the event of interruption or major degradation of quality of service.

Key words: *Managed Services, Backup, Service Level Agreement*