

Mrežna neutralnost na primjeru mreže Carnet

Marin Vuković, Damjan Katušić, Marina Ivić, FER, Zagreb,

Mario Weber, HAKOM

Sažetak – Rad se bavi mrežnom neutralnosti na primjeru mreže Carnet. Elaboriran je generalni koncept mrežne neutralnosti te su identificirana dva problema: problem mrežnog kapaciteta i problem upravljanja prometom. Predloženo je moguće rješenje koje se temelji na različitim razredima internetskih usluga prema zahtjevnoj širini pojasa. Svaki razred predstavlja grupu korisnika s sličnim zahtjevima i uključuje različite kombinacije usluga weba koje odgovaraju posebnim korisničkim interesima i aktivnostima.

1. Uvod

Današnje elektroničke komunikacije postaju sve značajniji dio ekonomskog i društvenog aspekta, posebice zbog Interneta. Istovremeno, tehnološki razvoj i promjene u potrošačkim navikama uzrokuju evoluciju u povezanosti korisnika Interneta.

Informacijski i komunikacijski tehnološki sektor je dosegao dobit od 2,700 bilijuna eura ili, otprilike, 7% globalnog BDP-a te bi u sljedećih 20 godina mogao doseći do 20% globalnog BDP-a[1]. Pogledamo li širu sliku, mnogi vjeruju da bi Internet mogao postati ključan za budućnost ekonomije i društva te bi trebao biti uobičajen radni alat kako bi na optimalan način bio od koristi za sve korisnike. Kako bi se osigurala održivost komunikacijskih mreža Internet mora postati jedna od središnjih tema narednog desetljeća. U tom je smislu nužno i uključivanje regulatornih tijela u smjernice za razvoj Interneta i pristupne infrastrukture.

Drugo poglavlje pojašnjava koncept mrežne neutralnosti te daje povijesni pregled problema mrežne neutralnosti od samih početaka do danas. Raspravlja se o problemima vezanim za mrežnu neutralnost, posebice o širini pojasa, odnosno kapacitetu veze i upravljanju prometom. U trećem poglavlju predložen je mrežni model temeljen na razredima i objašnjena je međuovisnost kvalitete iskustva (QoE) i potrebne širine pojasa. Dan je uvid u specifične vrijednosti pojasne širine za različite internetske usluge i predloženo je nekoliko korisničkih razreda ovisno o najčešće korištenim uslugama. Četvrto poglavlje ispituje korist predloženog modela na primjeru mrežne arhitekture. Na kraju, zaključak daje smjernice za buduća istraživanja i diskusiju.

2. Mrežna neutralnost

Stroga definicija mrežne neutralnosti kaže da neutralna mreža obrađuje sav sadržaj, sve lokacije (sjedišta weba) i aplikacije jednako. Uz to, omogućuje svakom standardnom uređaju da se spoji na mrežu te jednako obrađuje sav promet koji prolazi kroz mrežu. U tom smislu, uređaji spojeni na neutralnu mrežu mogu razmjenjivati podatke sa svim ostalim uređajima u mreži. Internet je originalno dizajniran kao neutralna mreža koja prenosi pakete, bez obzira na sadržaj u tim paketima, tko ga je kreirao te tko ga je primao. Jedina zadaća mreže je bila učinkovita dostava paketa od pošiljatelja do primatelja. Ovaj koncept je omogućio razvoj kojem smo svi svjedočili te je omogućio Internetu da postane ono što je danas.

Problem mrežne neutralnosti se javlja u SAD-u na početku 21. st. prateći deregulaciju veleprodajnog pristupa uslugama. Kao rezultat ove deregulacije korisnici, veliki servisi i pružatelji sadržaja naglašavaju da je mrežnim operatorima omogućena diskriminacija i degradacija konkurentnih servisa u korist njihovih vlastitih sadržajnih aktivnosti. Sve je počelo sa dva najveća slučaja: slučaj gdje je lokalni američki telekom operator zaniijekao pristup VoIP uslugama krajnjih korisnika i slučaj gdje je kablanski operator blokirao prijenos podataka korisnicima *BitTorrent*-a. Kasnije se taj problem pojavio u Kanadi, Japanu i nekim europskim zemljama.

U Europi je problem mrežne neutralnosti postao glavna tema 2009. godine. Prije toga su rijetke europske nacionalne regulatorne vlasti - Norveška, Danska i Švedska - analizirale ovaj problem te izdale izvještaje i smjernice na temu mrežne neutralnosti. U deklaraciji mrežne neutralnosti Europskog parlamenta i Vijeća iz 2009. godine [2], Komisija je donijela deklaraciju o mrežnoj neutralnosti. Osnovana je radna grupa zadužena za mrežnu neutralnost od strane BEREC-a [3]. Iskustva su pokazala da u većini zemalja problem mrežne neutralnosti nije dobio zasluženu pozornost. Iskustva su također pokazala da su se u većini zemalja dogodili incidenti vezani za blokiranje ili prigušivanje VoIP-a (posebice od strane mobilnih mrežnih operatora) i video usluga, degradiranje brzine tijekom najfrekventnijih sati ili blokiranje P2P prometa. Ovi su incidenti potakli nacionalna regulatorna tijela na rješavanje problema.

U Norveškoj je norveški komunikacijski regulator NPT osnovao radnu skupinu s ciljem donošenja smjernica vezanih za mrežnu neutralnost. Rasprava iz veljače 2009. je

dovela do dobrovoljnog sporazuma po kojem se smjernice mrežne neutralnosti temelje na transparentnosti, slobodi korištenja i nediskriminaciji [4].

Francuski komunikacijski regulator ARCEP je proveo seriju javnih mišljenja s operatorima, davateljima usluga, proizvođačima, academicima i građanskim udrugama [1]. Kao rezultat ovih saslušanja, ARCEP je objavio početne smjernice na temu interneta i mrežne neutralnosti s ciljem jamstva internetskog pristupa svim korisnicima čitavom sadržaju, svim servisima i aplikacijama koje se nalaze na internetu, u skladu sa zakonom, transparentnošću i nediskriminacijom.

U Švedskoj je švedska poštanska i telekom agencija PTS izdala izvještaj nazvan „Otvorene mreže i servisi“ [5], u kojem zaključuju da otvorenost, unaprijeđena promicanjem nediskriminacije, kreira preduvjete za inovaciju i konkurentnost ali mora balansirati između investicijskih inicijativa i mrežne sigurnosti.

Danas u svijetu postoje dva suprotstavljena mišljenja na temu otvorenosti i neutralnosti Interneta koja se vežu za pitanje treba li mijenjati odnose velikih internetskih dionika i, ako da, na koji način. Na jednoj strani je blok koji podržava neutralnost zagovarajući očuvanje originalnog koncepta neutralnosti. Na drugoj strani je opozicija koja smatra da je trenutni status neodrživ i da je nužno potrebna promjena internetskog ekonomskog modela. Postoji mnogo ideja i koncepata između ova dva mišljenja čiji je cilj zadovoljiti obje strane te osigurati najbolji mogući scenarij za budućnost interneta.

3. Problemi mrežne neutralnosti

Kapacitet

U svijetlu novih aplikacija, uređaja i navika korisnika, volumen i priroda prometa koja se transportira internetom se konstantno mijenja. Problem je što su različite aplikacije različito osjetljive na prometna kašnjenja i gubitak paketa.

Dok je, primjerice, igranje igara u stvarnom vremenu veoma osjetljivo na kašnjenje, gledanje videa na zahtjev je otporno. Ako je mreža pretrpana paketima kojima se prenosi video sadržaj preglednici videa neće trpjeti, dok će ostale aplikacije, osjetljive na kašnjenje i gubitke, uvelike trpjeti. Krajnji efekt je prioritizacija videa nad drugim aplikacijama. Prema nekim prognozama iz industrije, očekuje se kontinuirano povećanje video prometa. Neki predviđaju da će do 2014. preko 90% internetskog prometa sadržavati video sadržaj [6]. Potrebno je pronaći razumno rješenje za taj i slične probleme.

Najizravnije rješenje je povećanje kapaciteta transportnog sloja s ciljem nestanka svih problema. Međutim, takvo rješenje otvara drugo pitanje: tko bi trebao financirati povećanje kapaciteta? Krajnji korisnici? Kao što je poznato, prema zdravoj konkurenciji, cijene pristupa internetu rastu dok prometni volumen buja. Krajnji korisnici nisu spremni plaćati veće cijene internetskih naknada. Promjena popularnog *flat-rate* modela je također upitna jer otvara pitanje kako razlikovati traženi korisnički sadržaj od sadržaja poput reklama. Tko bi trebao platiti povećanje kapaciteta? Mogu li pružatelji usluga povezivanja financirati masovno povećanje kapaciteta?

Pitanje financiranja povećanja kapaciteta je povezano s trenutnim internetskim ekonomskim modelom. U posljednje vrijeme je promijenjena distribucija glavnih internetskih dionika. U prošlosti je postojala pretežno „many to many“ distribucija. Bilo je mnogo davatelja sadržaja i mnogo korisnika. Danas je trend usmjeren na „few to many“; nekoliko velikih davatelja sadržaja poslužuju puno korisnika. S druge strane, tržište ima korist od takvog stanja jer se velikim dijelom temelji na oglašavanju, što je usko vezano za broj korisnika kojima se dostavlja sadržaj. Sadržaj najčešće sadržava reklame za koje davatelj sadržaja zarađuje novac. Međutim, ništa od tog novca ne dobivaju mrežni operatori koji prenose sadržaj krajnjim korisnicima. Zato pitanje financiranja povećanja mrežnog kapaciteta nije jednostavno.

Drugo rješenje je efikasnije korištenje postojećeg kapaciteta korištenjem sofisticiranijeg upravljanja prometom. Neke ideje sugeriraju izradu razreda internetskog prometa koji će različito reagirati na spomenuta kašnjenja i gubitak paketa. Problem ovog pristupa je što zahtjeva globalnu suglasnost i implementaciju. Također je potrebno globalno nadziranje. Postoji ideja slična razredima, gdje bi postojao razred s nižim prioritetom te bi svaki korisnik dobrovoljno odabrao niži prioritet za preuzimanja koja nisu osjetljiva na kašnjenje. Prema toj ideji, mrežni operator povezivanja bi «nagrađivao» krajnje korisnike za «dobro ponašanje». U svakom slučaju, uvođenje razreda bitno opterećuje sloj upravljanja prometom.

Upravljanje prometom

Upravljanje prometom je svakodnevna rutina u upravljanju mrežom. Međutim, slučajevi gdje mrežni poslužitelji koriste upravljanje prometom kako bi selektirali blok ili gušili internetski promet prema tipu istog, izvoru ili destinaciji, otvara pitanja treba li se takva praksa tolerirati. Ova praksa zapravo otvara mnoga pitanja vezana za mrežnu neutralnost. Ako

mrežni operator može selektivno prioritzirati promet od poslužitelja sadržaja koji to plaća, onda postaje jasno da su mnogi aspekti interneta koje poznajemo pod rizikom. Kao prvo, najjači davatelji sadržaja imaju jasnu prednost jer si mogu priuštiti plaćanje prioritziranog prometa dok se manji davatelji i oni novi na tržištu suočavaju s velikim ulaznim barijerama. Blokiranje određenih aplikacija poput VoIP-a, jer konkurira tradicionalnoj govornoj usluzi, je također primjer sadržajno bazirane diskriminacije. Neki misle da će tržište samo po sebi riješiti takve slučajeve, jer će korisnici odlučiti promjeniti mrežnog operatora zbog takvih politika. Transparentnost je veoma važna u ovom kontekstu kako bi korisnici znali koje usluge dobivaju, koje upravljanje prometom može biti korišteno i kako to utječe na usluge. Drugi se ne slažu da su tržište i transparentnost dovoljni za korisnike te zahtjevaju jasna pravila na području blokiranja te druge prakse upravljanja prometom. Tek se treba vidjeti koje rješenje će biti implementirano i izabrano. Koje god rješenje da se izabere, ono treba očuvati prirodu Interneta, omogućujući mu evoluciju.

4. Predloženi model temeljen na razredima

Predloženi model temelji se na razredima i temelji se na modelu prikazanom u radu [7]. Tablica 1 prikazuje često korištene usluge i njihove zahtjeve za kapacitetom. Procjena kapaciteta se temelji na kvaliteti iskustva (QoE) koja odgovara visokoj razini zadovoljstva korisnika performansama usluga. U tablici 2 navedeni su predloženi razredi korisnika koji odgovaraju uslugama koje korisnici najčešće koriste. U tom smislu, svaki razred predstavlja grupu korisnika koji koriste slične usluge, prema potrebnom kapacitetu kojim se omogućuje zadovoljavajuća kvaliteta iskustva prikazana u tablici 1.

Usluga	Downlink (kbit/s)
VoIP (G.711)	87.2
Teamspeak VoIP (Speex)	25.9
Skype (Glasovni poziv)	30
Skype (Video poziv)	128
Skype (HD Video poziv)	1,200
H.323 Video-konferencija	384
H.323 Video konferencija (HD)	1,920
Online igre - RPG (WoW)	50
Online igre - FPS (UT2k3)	100
Youtube H.264/AAC, 640x360	500
Youtube H.264/AAC, 1920x1080	5,000
Pregledavanje weba	70

Tablica 1 - Primjeri kapaciteta za odabrane usluge

Model predlaže šest inicijalnih razreda s mogućnošću proširenja prema potrebi. Korisnici su podijeljeni u tri kategorije: standardni, napredni i poslovni. Svaka kategorija

korisnika se nadalje dijeli u razrede, prema tablici 2. Razredi objedinjuju različite kombinacije trenutno najraširenijih poslovnih i ostalih usluga weba. Prema tome, vrijednosti kapaciteta prikazane u tablici 2 predstavljaju minimalne potrebne vrijednosti kojima se osigurava usporedno korištenje svih usluga svrstanih u određeni razred.

Razred	Podržane usluge	Downlink (kbit/s)
Standardni Tip 1	Skype (Glasovni poziv) + Video strujanje (Youtube H.264/AAC, 640x360) + Pregledavanje weba	600
Standardni Tip 2	Skype (Video poziv) + Video strujanje (Youtube H.264/AAC, 640x360) + Pregledavanje weba	698
Napredni Tip 1	Teamspeak + <i>Online</i> igre RPG (WoW) + Pregledavanje weba	145.9
Napredni Tip 2	Teamspeak + <i>Online</i> igre FPS (UT2k3) + Pregledavanje weba	196
Poslovni Tip 1	H.323 Video-konferencija + Video strujanje (Youtube H.264/AAC, 640x360) + Pregledavanje weba	954
Poslovni Tip 2	H.323 Video-konferencija (HD) + Video strujanje (Youtube H.264/AAC, 1920x1080) + Pregledavanje weba	6,990

Tablica 2 - Predloženi razredi korisnika

Očigledno, mrežni operatori bi trebali osigurati minimalno kapacitete navedene u tablici 2 kako bi korisnici mogli nesmetano koristiti usluge uključene u svaki razred. U slučaju da operatori žele pružati i dodatne vlastite usluge, trebali bi osigurati i dodatni kapacitet nužan za sve dodatne usluge koje se superponiraju na usluge obuhvaćene u razredu. Navedeno je nužno kako bi se osigurala mrežna neutralnost, jer operatori nikako ne bi smjeli koristiti dio kapaciteta veze koji korisnik i inače plaća za pružanje vlastitih usluga koje se, najčešće, dodatno naplaćuju.

5. Evaluacija modela na primjeru mreže Carnet

Predloženi model s razredima je evaluiran na postojećoj mrežnoj topologiji CARNeta. Operatorske mreže nisu uključene u ovu evaluaciju zbog zakonske problematike zabranjivanja objavljivanja takvih vlasničkih arhitektura.

CARNet obuhvaća većinu hrvatskih kontinentalnih i obalnih gradova te nekoliko lokacija na otocima. Veze između gradova u kojima se nalaze fakulteti su u rasponu kapaciteta od 155 Mbit/s do 1 Gbit/s, dok su manja i slabije naseljena područja povezana kapacitetima od 2 do 100 Mbit/s.

Ključan parametar kod razreda korisnika je broj korisnika koji njihova mreža pojedinog operatora uopće može podržati. Prema tome, analiza započinje određivanjem maksimalnog broja korisnika po razredu ovisno o kapacitetu veze. Procjenjeni broj korisnika po razredu na različitim linkovima u trenutnoj CARNet-ovoj mreži se nalazi u tablici 3. Jasno

je da većina područja osim Zagreba s kapacitetom do 10 Gbit/s ne mogu biti uspješno korištena za poslovne aplikacije (npr. visoko kvalitetna video konferencija), jer ne mogu podržavati premalo korisnika. Za akademsku mrežu to nije problem, ali za operatore fokusirane na napredne poslovne korisnike jest. Mrežni operatori bi trebali oprezno determinirati koje korisničke grupe i koliko korisnika po razredu su njihovi linkovi u mogućnosti podržavati, te na taj način prilagoditi njihove poslovne politike. Naravno, operatori koji posjeduju više sredstava mogu pružati podršku većem broju razreda ili čak svim razredima.

Razred	10 Gbit/s	1 Gbit/s	200 Mbit/s	100 Mbit/s
Standardni Tip 1	16666	1666	333	166
Standardni Tip 2	14326	1432	286	143
Napredni Tip 1	68540	6854	1370	685
Napredni Tip 2	51046	5104	1020	510
Poslovni Tip 1	10482	1048	209	104
Poslovni Tip 2	1430	143	28	14

Tablica 3 - Procjena broja korisnika po razredu prema kapacitetu veze u mreži Carnet

Stanje postaje složenije ako mrežni operatori razmišljaju o ponudi usluga s dodatnom vrijednosti. U tom nisu obvezni garantirati kapacitet za usluge koje nude (npr. VoIP), iako je to u njihovom interesu. Formiranje mrežne neutralnosti u tako kompleksnom okruženju je izrazito složeno.

6. Zaključak

Posljednjih nekoliko godina pokazalo se da je sofisticirano upravljanje prometom do neke mjere neizbježno. Sve češće dijeljenje tj. preuzimanje velikih datoteka može prouzročiti zagušenje u mrežama što dovodi do nezadovoljstva krajnjih korisnika. Za razliku od online igara ili video strujanja, ove usluge su sposobne zauzeti sve raspoložive resurse i uzrokovati probleme drugim uslugama i aplikacijama. Ograničavanje takvog prometa bez korisničkog znanja nije rješenje te je potrebno osmisliti drukčiju metodologiju koja je više u skladu s principima mrežne neutralnosti. Implementacija korisničkih razreda je korak prema tome. Korisnicima se može garantirati kapacitet koji su platili, odnosno korištenje svih usluga prema određenom razredu, bez ikakvih restrikcija ili ograničavanja. Pri tome ostatak dostupnog kapaciteta predstavlja pojam „slobodnog Interneta“ koji funkcionira na načelima današnjeg

Interneta. Najveći problem takvih rješenja jest realnost njihove globalne implementacije; Jesu li mrežni operatori i regulatori u svijetu sposobni dogovoriti univerzalne korisničke razrede i njihovo korištenje uzimajući u obzir različitosti u svakoj mrežnoj infrastrukturi? Trebaju li operatori sami specificirati korisničke razrede? Predstoje mnoge diskusije i analize zbog posljedica, pozitivnih ili negativnih, koje uključuju promjenu Interneta ili barem upravljanja mrežom kakvo poznajemo.

Popis literature

1. “Neutralite de l’internet et des reseaux – Propositions et recommandations”, ARCEP, France, 2010.
2. “Telecom Reform 2009: Commission Declaration on Net Neutrality”, (OJ L 337, 2009)
3. BoR (10) 60 Draft BEREC internal report on Net Neutrality, 2010.
4. “Guidelines for Net Neutrality”, Norwegian Post and Telecommunications Authority, 2009.
5. “Open networks and services”, The Swedish Post and Telecom Agency, 2009.
6. “Hyperconnectivity and the Approaching Zettabyte Era”, Cisco, 2010.
7. Z.Jukic, M. Weber, V. Švedek, M. Vuković, D. Katusic, G. Jezic: “Technical aspects of network neutrality“, Contel 2011, Austria