

Prognoziranje širokopojasnog saobraćaja generisanog od strane rezidencijalnih i SOHO korisnika

Borko V. Drašković, *Telekom Srbija a.d.*, Valentina Dž. Radojičić, *Saobraćajni fakultet u Beogradu*

Sadržaj — U radu je prikazan model za prognoziranje ukupnog širokopojasnog saobraćaja koji potiče od rezidencijalnih i malih biznis korisnika – SOHO (Small Office Home Office). Model se bazira na prognoziranim vrednostima relevantnih uticajnih faktora koji su procenjeni za telekomunikaciono tržište u Srbiji. Prikazani su rezultati dugoročne prognoze širokopojasnog saobraćaja generisanog od strane rezidencijalnog sektora do 2020.

Cljučne reči — prognoziranje, širokopojasni pristup, rezidencijalni korisnici

I. UVOD

Povećani zahtevi servis provajdera za korišćenjem iznajmljenih linija za prenosom podataka doprinose značajnoj promeni udela pojedinih tipova saobraćaja u telekomunikacionoj mreži. Prenos podataka ekspanzionalno raste i predstavlja dominantan tip saobraćaja u transportnim mrežama. Ovakav trend tražnje prate povećani zahtevi za širokopojasnim aplikacijama, koje se mogu realizovati preko tehnologija baziranih na kablovskim distributivnim sistemima, pristupnoj mreži sa simetričnim paricama, bežičnim fiksnim i mobilnim pristupnim tehnologijama. S tim u vezi, u cilju planiranja adekvatnih resursa mreže od izuzetne važnosti je ove potrebe sagledati unapred.

Tržište predstavljaju svi sadašnji i potencijalni korisnici servisa. Određivanje veličine tržišta podrazumeva studiju o sveukupnoj veličini populacije. Stanovništvo može biti klasifikovano prema starosti, polu, zanimanju, mestu stanovanja, prihodu itd. U opštem slučaju postoje dve osnovne kategorije korisnika: rezidencijalni i poslovni korisnici. Pri čemu se poslovni korisnici mogu razvrstati prema broju zahtevanih linija ili bitskom protoku.

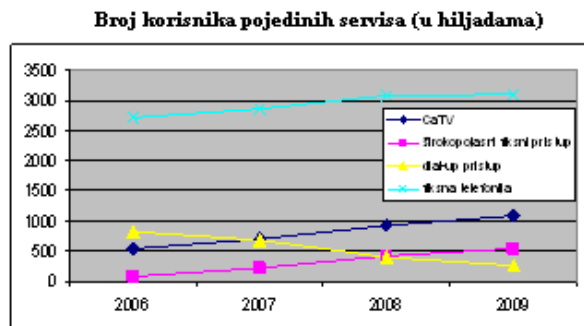
U rezidencijalnom sektoru bolje je uključiti broj domaćinstava kao promenljivu nego veličinu populacije, međutim, ako je ovo već učinjeno neophodno je proceniti broj domaćinstava kao drugu promenljivu. Treba imati u

vidu da pojedini članovi domaćinstava nemaju jednaku potrebu za korišćenjem određenih servisa.

Da bi se adekvatno planirali potrebni resursi mreže neophodno je korektno prognozirati saobraćajne zahteve koji su u direktnoj korelaciji sa prognoziranim brojem korisnika određenih servisa. U ovom radu je posmatran segment tržišta rezidencijalnih i malih biznis korisnika – SOHO (*Small Office Home Office*), sa ciljem prognoziranja širokopojasnog saobraćaja. Model se bazira na prognoziranim vrednostima relevantnih uticajnih faktora: broja korisnika, penetracije servisa, faktora koncentracije saobraćaja, stepena iskorišćenosti kapaciteta, prosečnog kapaciteta pristupa i procentualnog učešća na tržištu.

II. SAOBRAĆAJ KOJI GENERIŠU REZIDENCIJALNI KORISNICI

Rezidencijalni korisnici su zainteresovani za različite tipove servisa, kao što su govorni servis, pristup Internetu (*dial-up* i širokopojasni pristup), KTV servis (HFC) i dr. Na Slici 1. prikazan je broj rezidencijalnih korisnika pojedinih servisa u Srbiji u proteklom periodu.



Sl. 1. Broj korisnika pojedinih servisa u Srbiji [1]

Može se reći da je fiksni telefonski saobraćaj dostigao fazu zasićenja i smatra se da će se zadržati na tom nivou, do njegove eventualne substitucije IP telefonijom. Takođe, *dial-up* pristup Internetu je prethodnih godina u fazi opadanja, dok je širokopojasni pristup u konstantnom porastu. Kao što se sa Slike 1. može videti, CaTV i širokopojasni pristup Internetu u Srbiji, su u proteklom periodu bili u početnoj fazi razvoja.

Prognozirani obim saobraćaja koji generišu rezidencijalni korisnici se koristi kao ulazna veličina u

Borko V. Drašković, Telekom Srbija a.d., Bulevar umetnosti 16a, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3200518, e-mail: borko.draskovic@telekom.rs)

Valentina Dž. Radojičić, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3096409, e-mail: valentin@sf.bg.ac.rs).

procesu planiranja kapaciteta mreže: razvoj novih struktura mreža, proširenje resursa mreže, kao i uvođenje novih tehnologija u jezgro mreže. Pri tome, u obzir se uzimaju svi servisi koji su podržani raspoloživim tehnologijama.

Pored ADSL i CaTV tehnologije, kao najzastupljenijih tehnologija za širokopolasni pristup u fiksnoj mreži u Srbiji, nameću se VDSL2 i GPON.

Prognozirani obim saobraćaja u glavnom saobraćajnom satu, rezidencijalnih korisnika, u transportnoj mreži može se odrediti na osnovu izraza [2]:

$$V_R(t)_i = RES(t)_i \cdot b_i(t) \cdot u_i(t) \cdot A_i(t) \cdot C_i(t) \quad (1)$$

gde su:

i indeks posmatranog servisa/tehnologije, $i=1$ za ADSL+, $i=2$ za VDSL2, $i=3$ za GPON i $i=4$ za CTV;

$RES(t)_i$ prognozirani broj domaćinstava koja koriste tehnologiju i , u godini t ;

$b_i(t)$ faktor koncentracije saobraćaja sa komutacijom kola za tehnologiju i u godini t ;

$u_i(t)$ faktor koncentracije saobraćaja sa komutacijom paketa za tehnologiju i u godini t , ($u(t)=1$, ako nema paketske komutacije);

$A_i(t)$ iskorišćenost pristupnih kapaciteta (%) za tehnologiju i u godini t ;

$C_i(t)$ srednji kapacitet pristupa, u Mbit/s, za tehnologiju i u godini t ;

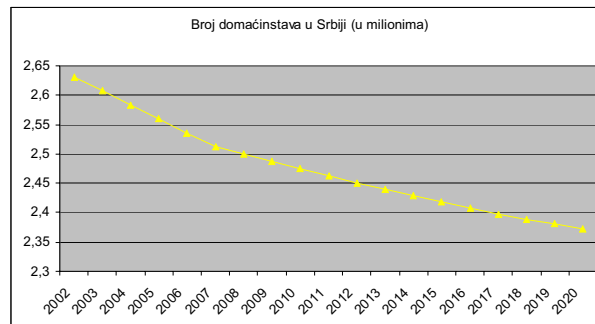
A. Prognozirani broj rezidencijalnih korisnika koji koriste određenu tehnologiju za pristup

Ako prognoziramo broj domaćinstava (HH) nekog saobraćajnog područja, i ako pravilno procenimo penetraciju određene tehnologije (HP), onda možemo da izračunamo broj rezidencijalnih korisnika koji koriste određenu tehnologiju (RES), preko sledeće relacije, za svaku od tehnologija i u fiksnoj pristupnoj mreži [5]:

$$RES_i = HH \cdot HP_i \quad (2)$$

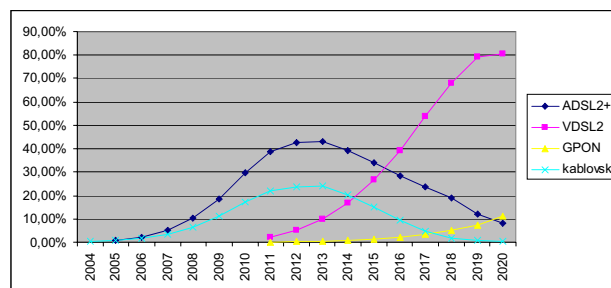
Podaci poslednjeg popisa stanovništva Republike Srbije iz 2002. godine pokazuju da se prema osobinama domaćinstava i porodica, Srbija približila državama Centralne i Istočne Evrope, koje su u poodmaklim fazama postsocijalističke transformacije i evropskih integracija. Svima njima zajedničko je opadanje univerzalnosti i popularnosti braka, odlaganje rađanja u kasnije godine, dalji pad nataliteta i nastavak ranije prisutnih tendencija starenja stanovništva. [3]

Prognozirani broj domaćinstava u Srbiji prikazan je na Slici 2.



Sl. 2. Prognozirani broj domaćinstava u Srbiji

Prognoza penetracije određenih tehnologija data je na Slici 3. Prognoza je urađena na bazi podataka o broju korisnika u Srbiji primenom Basovog modela prognoziranja tražnje za novim servisima/tehnologijama.



Sl. 3. Prognozirana penetracija pojedinih tehnologija

Prilikom određivanja koeficijenata Basovog modela korišćen je softver *Bass fitter* [8].

B. Faktor koncentracije saobraćaja (b, u)

Faktor koncentracije saobraćaja sa komutacijom kola se definiše kao odnos intenziteta saobraćaja u glavnom saobraćajnom času i ukupnog intenziteta saobraćaja tokom 24 h [5].

Faktor koncentracije saobraćaja je određen za korisnike koji Internetu pristupaju korišćenjem ADSL tehnologije na osnovu merenja koja su obavljena u trajanju od 30 dana u toku 2010. godine. Odnos količine saobraćaja u glavnom saobraćajnom satu i količine saobraćaja u toku 24 časa je:

$$u(t) = 0,06 \quad (3)$$

Pretpostavljeno je da je ovaj parametar isti za sve razmatrane pristupne tehnologije i da se neće značajno menjati u budućnosti.

Faktor koncentracije saobraćaja sa komutacijom kola $b(t)$, za svaku od tehnologija je isti i iznosi 1.

C. Srednji pristupni kapacitet (C)

Pristupni kapacitet za telefonski saobraćaj je 64 kbit/s i takav će i ostati narednih godina. *Downstream* kapacitet za ADSL se menja. Operatori nude set različitih pristupnih

kapaciteta od manjih ka većim posebno zbog novih i naprednih aplikacija. Operatori uz to najavljuju nove servise, kao što su npr. "propusni opseg na zahtev", *Digital Home* i dr. Srednji pristupni kapacitet predstavlja prosečnu vrednost pristupnih kapaciteta, tehnologije i , u godini t .

U Tabeli 1. prikazan je pretpostavljeni broj korisnika različitih ADSL paketa u periodu od 2005-2009 godine.

TABELA 1. PRETPOSTAVLJENI BROJ KORISNIKA RAZLIČITIH ADSL PAKETA U PERIODU 2005-2009

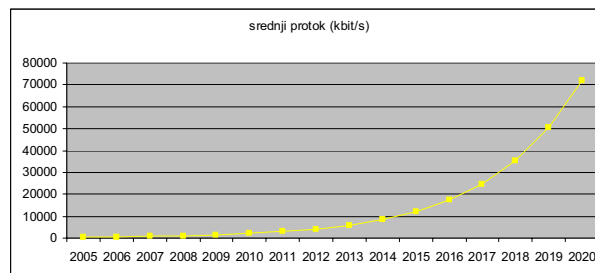
brzina	2005	2006	2007	2008	2009
256k	8060	22907	5207	13829	5294
512k	1374	16226	66983		
768k	702	15413		179204	
1M			28411		298639
1.5M			21996	34850	
2M				25677	35776
4M					27313
6M					830
8M					350
16M					337
	326	477	804	975	1357
	srednja brzina (kbit/s)				

U periodu od 2009. do 2014. godine očekuje se da globalni IP saobraćaj poraste četiri puta [4]. Da bi se to ostvarilo postoje četiri glavna uslova:

- porast penetracije veoma brzog širokopoljnog pristupa (optički pristup),
- ekspanzija ekrana visoke rezolucije,
- porast broja uređaja koji imaju mrežni priključak (danas je očita ekspanzija TV prijemnika koji podržavaju DLNA standard) i
- povećanje brzine i snage procesora koji se koriste u uređajima.

Trenutno Internet video saobraćaj čini jednu trećinu ukupnog IP saobraćaja u svetu. Do kraja 2010. godine Internet video će činiti oko 40% ukupnog IP saobraćaja. Do kraja 2014. godine svi oblici video komunikacije (TV, VoD, P2P, Internet) će činiti 91% ukupnog svetskog IP saobraćaja. Sam Internet video će činiti 57% svetskog IP saobraćaja do kraja 2014. godine. 3D i HD video će činiti 46% rezidencijalnog IP saobraćaja. Do 2014. godine 8% IP saobraćaja činiće Internet TV, a 5% će biti ambient TV. VoD saobraćaj će se duplirati svake dve i po godine, a IPTV i CATV će rasti po godišnjoj stopi od 33% [4].

Zbog uvođenja novih multimedijalnih servisa i ekspanzije raznih oblika videa treba očekivati ekspanzionalni trend rasta srednjeg propusnog kapaciteta. Analizom dostupnih podataka (Tabela 1.) i primenom ekspanzionalnog modela, može se očekivati srednji protok kao na Slici 4.



Sl. 4. Srednji propusni kapacitet

D. Iskorišćenost pristupnih kapaciteta (A)

Korisnik širokopoljnog servisa ne koristi maksimalni raspoloživi kapacitet sve vreme. Faktor iskorišćenja pristupnih kapaciteta je srednja iskorišćenost kapaciteta. Ovaj faktor pokazuje stepen iskorišćenosti raspoloživog propusnog opsega.

Da bi izračunali iskorišćenost pristupnih kapaciteta potrebno je da znamo srednju brzinu iskorišćenog pristupa po sesiji. Na osnovu ukupnog saobraćaja na BRAS uređajima u mreži i broja sesija u periodu od 01.05.2010. do 31.05.2010. može se izračunati prosečna pristupna brzina. Usrednjavanjem prosečne pristupne brzine dobija se srednja brzina po sesiji.

Na osnovu obrađenih podataka dobija se da je srednja brzina po sesiji:

$$BW_{sr} = 310,8587 \text{ kbit/s} \quad (4)$$

Iskorišćenost pristupnih kapaciteta se dobija kada se podeli srednja brzina sesije sa srednjim pristupnim kapacitetom koji je na raspolaganju. Što prema raspoloživim podacima iznosi:

$$A = \frac{BW_{sr}}{C} = \frac{310,9 \text{ kbit/s}}{1357 \text{ kbit/s}} = 0,23 \quad (5)$$

Srednja brzina sesije ADSL2+ korisnika predstavlja 1,30% maksimalne linijske brzine ADSL2+ korisnika. Pretpostavimo da će u budućnosti iskorišćenost pristupnih kapaciteta rasti linearno od 0,25 do 0,35 u periodu od 2010 do 2020. Takođe je pretpostavljeno da su srednja brzina po sesiji i iskorišćenost pristupnih kapaciteta isti za svaku od posmatranih pristupnih tehnologija, pošto je pretpostavljeno da se svi servisi mogu realizovati na svakoj pristupnoj tehnologiji.

III. PROGNOZIRANI SAOBRAĆAJ REZIDENCIJALNIH I SOHO KORISNIKA

Saobraćaj koji potiče od korisnika pojedinih pristupnih tehnologija je izračunat po formuli (1).

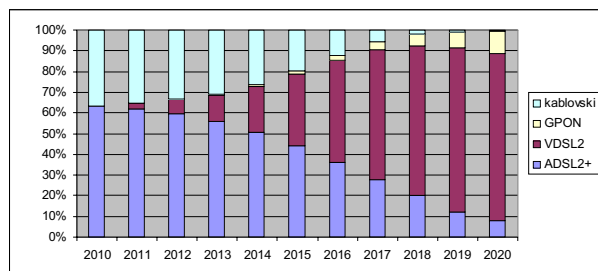
Na osnovu prognoziranog broja domaćinstava, penetracije pojedine tehnologije, faktora koncentracije,

srednjeg propusnog kapaciteta i iskorišćenosti pristupnih kapaciteta, a po formuli (1) dobija se saobraćaj koji potiče od ADSL2+, VDSL2, GPON i korisnika kablovskog Interneta, izražen u Gbit/s (Tabela 2.)

TABELA 2. UKUPAN SAOBRAĆAJ KOJI POTIČE OD REZIDENCIJALNIH KORISNIKA

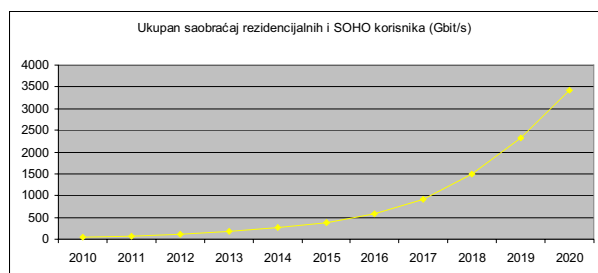
	ADSL2+	VDSL2	GPON	kablovski	ukupan saobraćaj (Gbit/s)
2010	21			12	34
2011	41	2		24	67
2012	67	8		37	112
2013	100	23	1	56	179
2014	134	57	3	69	262
2015	171	133	7	76	387
2016	211	289	16	70	586
2017	257	582	35	51	925
2018	300	1081	80	30	1491
2019	282	1851	176	20	2328
2020	275	2753	381	12	3421

Procentualno učešće saobraćaja (Slika 5.) korisnika pojedinih tehnologija u ukupnom saobraćaju koji potiče od rezidencijalnih korisnika dobija se normalizacijom podataka datih u Tabeli 2.



Sl. 5. Procentualno učešće saobraćaja korisnika pojedinih tehnologija u ukupnom saobraćaju

Ukupan prognozirani saobraćaj rezidencijalnih i SOHO korisnika je prikazan na Slici 6.



Sl. 6. Ukupni prognozirani saobraćaj rezidencijalnih i SOHO korisnika

IV. ZAKLJUČAK

S obzirom na veoma izražen trend porasta obima saobraćaja, neophodno je razviti pogodnu metodologiju za prognoziranje saobraćaja u domenu IP transportnih mreža. U ovom radu je predstavljen model za prognoziranje saobraćaja u IP transportnim mrežama u času glavnog opterećenja, koji je generisan od strane rezidencijalnih i SOHO segmenata telekomunikacionog tržišta. Međutim, optimalan kapacitet mreže treba da bude tako dimenzionisan da uzme u obzir stohastičke varijacije oko srednjeg intenziteta saobraćaja u času glavnog opterećenja. Procena rezerve sistema zavisi od samog procesa planiranja i tehničkih performansi mreže, kao i od samog operatora.

Smatra se da će uvođenje naprednih telekomunikacionih video servisa dovesti do veoma značajnog porasta saobraćaja u IP mreži. Očekuje se dupliranje IP saobraćaja u Srbiji na svake dve godine.

LITERATURA

- [1] Republička agencija za telekomunikacije, *Pregled tržišta telekomunikacija u Republici Srbiji u 2009. godini*, Beograd, 2010.
- [2] Stordahl K., Kalhagen K.O., Olsen B.T., Lydersen J., Olufsen B., Elnegaard N.K., *Traffic forecast models for the transport network*, Networks 2002, Munich, June 2002.
- [3] Bobić M., *Domaćinstva Srbije na početku trećeg milenijuma – socio-demografska analiza*, Filozofski fakultet u Beogradu, Beograd, 2005, dostupno na <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0038-0318/2004/0038-03180404349B.pdf>
- [4] Cisco VNI, *Hyperconnectivity and the Approaching Zettabyte Era*, 2010, dostupno na http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/VNI_Hyperconnectivity_WP.pdf
- [5] Radojičić V., Marković G., *Prognoziranje saobraćaja u transportnim mrežama*, 52. Konferencija ETRAN-a, Zbomik radova, Palić, jun, 2008.
- [6] F.M.Bass, "New Product growth model for consumer durables", *Manage*, vol.15, pp. 215, 1969.
- [7] Stordahl K., "Long-term telecommunication forecasting", Dr. Philos. thesis, NTNU Trondheim, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Information Technology, Mathematics and Electrical Engineering, Department of Telematics, 2006.
- [8] „Gauging the potential of Chrome using the Bass mode”, dostupno na [http://clear-lines.com/blog/post/Gauging-the-potential-Chrome-using-the-Bass-model-\(part-1\).aspx](http://clear-lines.com/blog/post/Gauging-the-potential-Chrome-using-the-Bass-model-(part-1).aspx)

ABSTRACT

This paper presents a model for the overall residential busy hour traffic forecast into the IP transport network. The proposed model taking into account forecasted values of relevant parameters for market place in Serbia. This procedure has to be followed for the purpose of network planning.

BROADBAND TRAFFIC FORECAST MODEL FOR RESIDENTIAL AND SOHO SUBSCRIBERS

Borko Drašković, Valentina Radojičić