

Доцент д-р Сашо Гелев  
Универзитет „Гоце Делчев,, Штип,  
Електротехнички факултет;

Вон. проф. д-р Ристо Христов  
Европски универзитет, Скопје  
Факултет за информатика;

Ана Ивановска

## АРХИТЕКТУРА, КОМПОНЕНТИ И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА IPTV СЕРВИСОТ

**Абстракт:** Во овој труд се обработува IPTV, и негово пренесување преку DSL пристапна мрежа. Во овој труд најмногу ќе обрнеме внимание на транспортната архитектура на едно IPTV решение, при што најмногу ќе се задржиме на DSL пристапната мрежа од гледна точка на сервис провајдер. Во ова решение се опфатени сервисите broadcast видео и VoD, што им овозможува на сервис провајдерите не само видео, туку и VoIP и податочни услуги, кои заеднички се нарекуваат Triple-Play услуги. Поради ограниченоста на ресурсите во пристапните мрежи, при транспортот на видео сообраќајот неопходна е негова претходна компресија. Познати техники за компресија се MPEG 2 и MPEG 4.

Во овој труд како тема за обработка го избравме IPTV сервисот од повеќе причини. Една од нив е секако неговата голема распространетост во светот, како и во Македонија. За да дојдеме до резултати во нашето истражување, ќе користиме интернет пребарување, читање книги од областа на IPTV, како и изработка на проект во OPNET симулатор. Како резултат на тој проект ќе се обидеме да дојдеме до заклучок како растојанието помеѓу дистрибуциската мрежа и домашната мрежа влијае на оптоварувањето на серверите за VoD сервисот.

**Abstract:** This paper processes IPTV and its transfer through DSL accessible network. In this paper we are going to pay attention to the transport architecture of an IPTV solution, retaining the most time on DSL accessible network from a point of view of a service provider. This solution includes the services broadcast video and VoD, which enable the service providers not only a video, but VoIP and data services, which are called with one name Triple-play services. Due to the limitations of the resources in the accessible networks, during the transport of the video traffic a previous compression is needed. Familiar techniques for compression are MPEG2 and MPEG4.

We chose the IPTV service as the topic of this paper for several reasons. One of these reasons is certainly its vast expansion in the world and in Macedonia. In

order to come to certain results in our research we are going to use internet search, reading books from IPTV field, as well as making a project in OPNET simulator. As a result of this project we are going to reach a conclusion how the distance between the distributive network and the home network influence the burden of the servers for VoD service.

**Клучни зборови:** IPTV, broadcast видео и VoD, MPEG2, MPEG4

## 1. Архитектура на IPTV мрежа

IPTV е систем преку кој се пренесува дигитална телевизија користејќи го IP протоколот преку мрежна инфраструктура. Тој вклучува ТВ во живо (Broadcasting) како и складирано видео (Video on Demand). За да може да се гледа IPTV треба да имаме или компјутер или STB прикачено на телевизорот. Видео содржината вообичаено е компресирана со MPEG 2 или MPEG 4 кодеци и потоа се испраќа во MPEG транспортен поток пренесен преку IP мултикаст во случај на ТВ или IP уникаст во случај на VoD.

На страната на испраќачот се случува следното: испраќачот ја кодира ТВ програмата во MPEG 2 и го испраќа потокот до националната централа на сервис провајдерот. Видео потокот се дели на IP пакети и се испраќа низ мрежата на провајдерот.

Видео потокот се превзема од некоја локална видео централа, која потоа го дистрибуира до претплатниците. Тука некои локални содржини може да бидат додадени (реклами или VoD). Исто така, автентификацијата на корисниците, барањето за менување на канали, тарифирањето, барањата за некои видеа, се прават во локалната централа.

На приемната страна, домашната порта (gateway) ја игра улогата и на крајна точка на интернетот и почетна точка на домашната мрежа. STB (Set Top Box) или компјутер, поврзан на домашниот DSL, оптика или безжична линија, ги реасемблира IP пакетите во кохерентен видео поток и потоа ја декодира содржината.

### 1.1 Скелетна мрежа

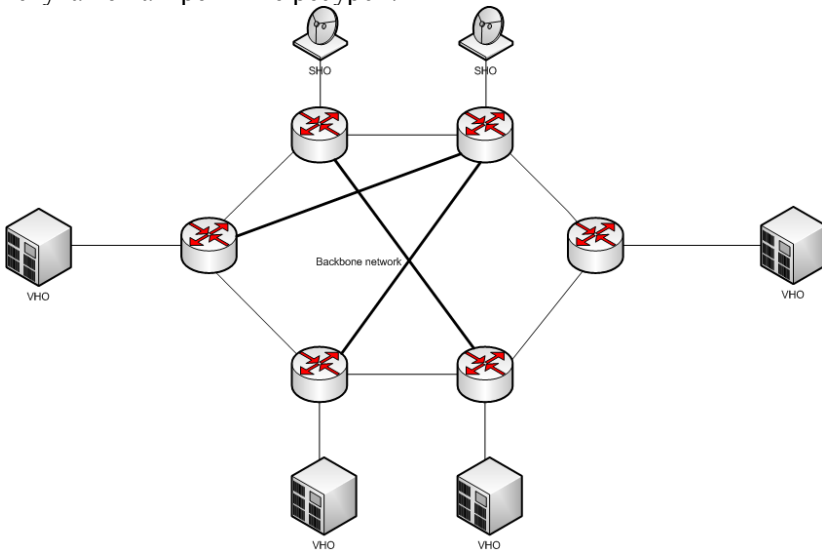
Основната задача на скелетната мрежа е да го носи IPTV сообраќајот од SHO (Super Headend Office -SHO е местото каде што се превземаат живите преноси за broadcast видео сервисите) до VHO (Video Headend Office-локацијата каде што се наоѓа комплексот на видео сервери. Тука се наоѓаат и најголемиот дел на видео пумпите (за on-demand сервиси), како и real-time кодирите за локалните ТВ станици. VHO обично опслужува метрополитен област од 100.000 до 1.000.000 домови. VHO е еквивалентна на истиот објект како Point Of Presence за нудење интернет услуги на сервис провајдерот. ). Во јадрената (скелетна) мрежа уникаст сообраќајот се мутира со OSPF или IS-IS рутирачки алгоритми. Овие алгоритми го рутираат сообраќајот преку најкратката патека помеѓу изворот и дестинацијата, базирано на тежините

кои и се доделени на секоја врска во мрежата. За мултикаст сообраќај, едно мултикаст дрво ги поврзува SHO со сите VHO. Потоа секое VHO добива по една копија од мултикаст сообраќајот.

Има два начина како може да се дизајнира IPTV јадрена мрежа. Првиот начин е интеграција во веќе постоечка IP скелетна мрежа, и вториот, доделен слој во веќе постоечка IP мрежа.

### 1.1.1 Интеграција во веќе постоечка IP скелетна мрежа

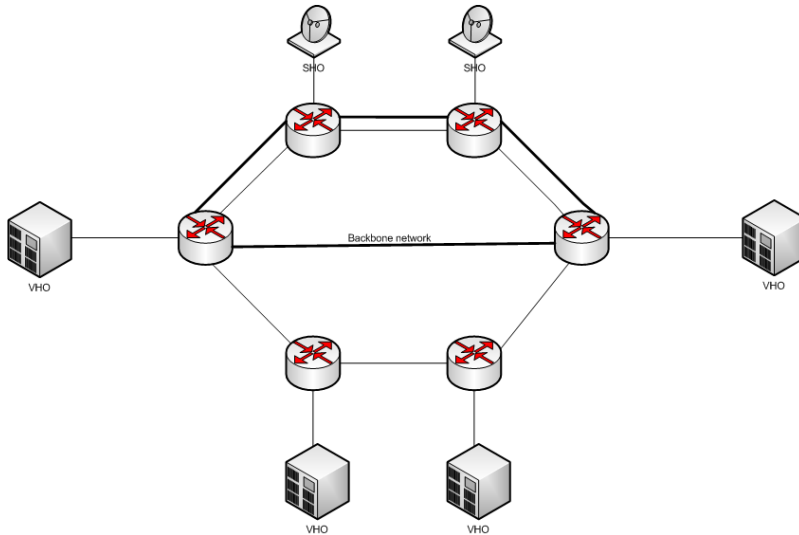
Во овој случај се подразбира дека сервис провајдерот веќе има имплементирано IP мрежа преку која само дополнително ќе им овозможат IPTV на своите корисници. Овде линковите помеѓу рутерите во скелетната мрежа и пристапните рутери за IPTV ги користат и едните и другите. Главна предност на дизајнирање на ваква скелетна мрежа е тоа што овозможува брзо имплементирање на нови сервиси, со минимални трошоци и ефикасно искористување на мрежните ресурси.



Слика 1: IPTV скелетна мрежа со нејзина интеграција во веќе постоечка IP скелетна мрежа

### 1.1.2 Доделен слој во веќе постоечка IP мрежа

Овој дизајн опфаќа поставување на посебен (доделен) слој, посебна топологија, над веќе постоечка мрежна инфраструктура, од страна на провајдерот. Ова се прави на тој начин што одредени линкови помеѓу рутерите се доделени само за употреба на IPTV сообраќај.



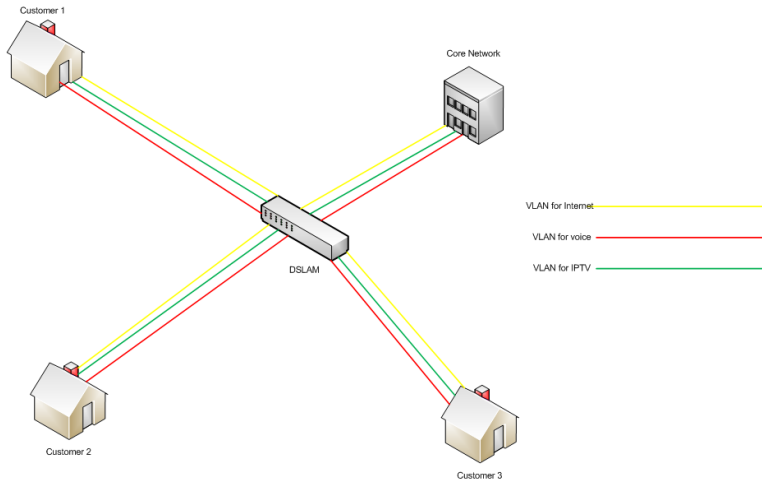
Слика 2: Скелетна мрежа на IPTV, со одделна скелетна мрежа

### 1.1.3 Пристапни мрежи

Кога се гради широкопојасна пристапна мрежа која ќе поддржува пренос на IPTV, најефикасно е да се дизајнира мрежа базирана на VLAN (виртуелна локална мрежа). VLAN не само што го ограничува broadcast доменот, туку и овозможува корисниците да не си ги гледаат информациите помеѓу себе, со што се намалува сообраќајот во мрежата. Дефинирани се два типа на VLAN, VLAN по корисник и VLAN по сервис.

### 1.1.4 Кориснички VLAN

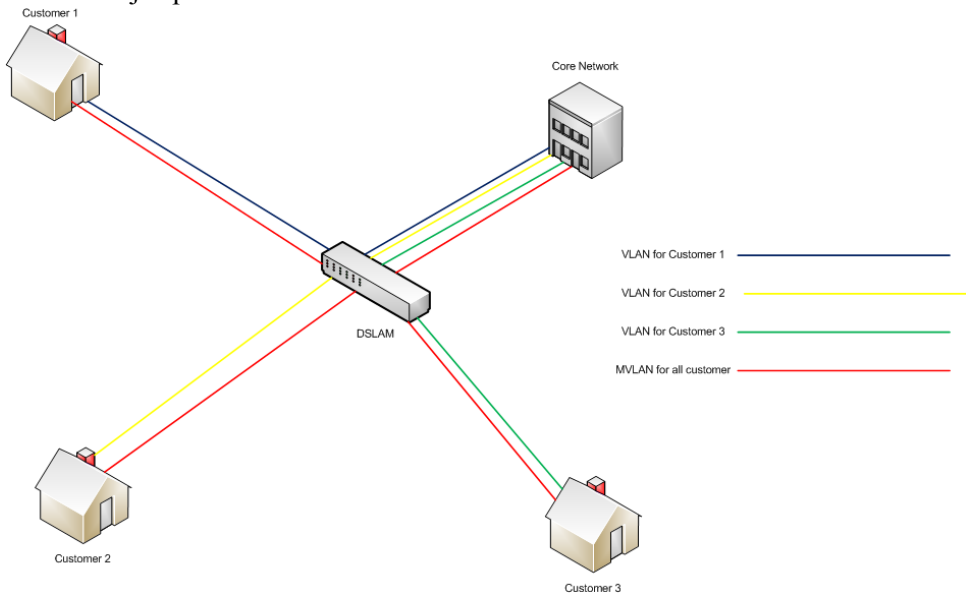
Во овој модел имаме доделен VLAN за секој корисник. Главната особина на овој модел е што го поставува корисникот во центарот на вниманието, и овозможува едноставна IP конективност за пренос на различни сервиси. Основната предност кај овој дизајн е што рабниот рутер може да управува со опсегот на секој корисник, а основниот недостаток е тоа што тука имаме точка-точка линкови, кои не поддржуваат мултикаст помеѓу корисниците. Тоа значи дека ваков дизајн добро ќе функционира кога имаме VoD сервис. Меѓутоа, покрај корисничките VLAN, се користи уште еден мултикаст VLAN кој се користи да го дистрибуира мултикаст сообраќајот.



Слика 3: Пристапна IPTV мрежа со кориснички модел

### 1.5 VLAN по сервис

Во овој модел за секој сервис се користи по еден различен VLAN, и притоа секој корисник може да пристапи до секој VLAN. Ова најчесто се користи кога IPTV се нуди како сервис на веќе постоечка мрежа. Предноста на овој модел е тоа што е помал ризикот од попречување на самиот сервис, со тоа што е секој сервис во посебен VLAN.

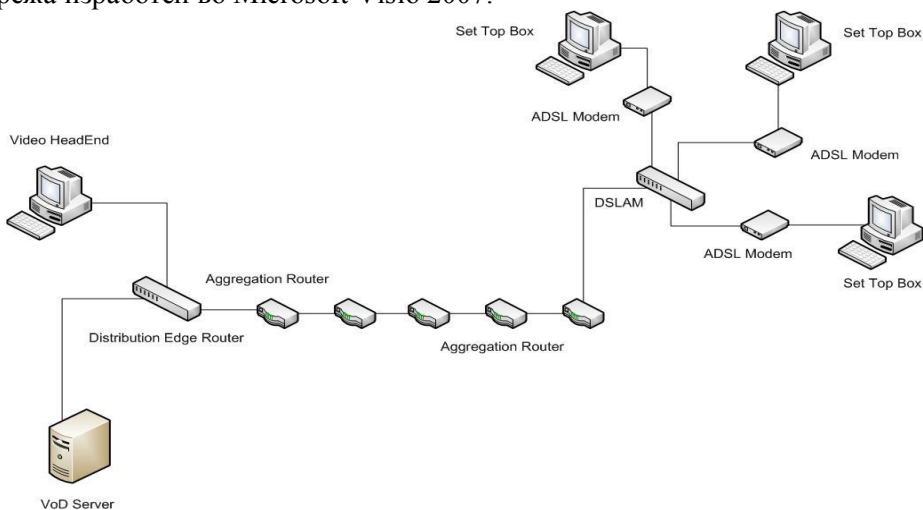


Слика 4: Пристапна IPTV мрежа со сервисен VLAN модел

Постојат различни типови на широкопојасни пристапни мрежи кои се доволно моќни да ги овозможат побарувањата по опсег потребни за IPTV. Различни сервис провајдери користат различни технологии.

## 2. Експеримент

Во овој практичен дел ќе ја објасниме имплементацијата на IPTV архитектура во OPNET мрежен симулатор. За оваа симулација се искористени 5 агрегациски рутери во првото сценарио и 15 агрегациски рутери во второто, кои ја претставуваат целата мрежа низ која што треба да пропагира IP пакетот од дистрибуцискиот рутер на сервис провајдерот, па се до DSLAM-от кој се наоѓа во локалната централна единица. На страната на сервис провајдерот имаме VoD сервер каде што се наоѓаат сите веќе снимени содржини и Video HeadEnd, кадешто се наоѓаат сите real-time кодери за локалните ТВ станици, претплатничката база на податоци, како и видео пумпи за VoD сервисот. На другата страна од агрегациските рутери се наоѓа DSLAM-от на локалната DSL јамка, кој што ги пренесува IPTV пакетите до 'последната милја' кон претплатниците. Во оваа симулација, сите врски се 10BaseT. На следната слика е прикажан техничкиот изглед на цела оваа мрежа изработен во Microsoft Visio 2007.



Слика 5: Изглед на IPTV инфраструктура во Microsoft Visio

### 2.1. Изработка во OPNET мрежен симулатор

Оваа архитектура е имплементирана во OPNET мрежниот симулатор. За да се постигне Triple-Play архитектура, т.е. гласовен сервис, broadcast или VoD сервис и HTTP сервис, треба најпрво да се направи апликација која ќе ги поддржува сите овие сервиси. Додаваме еден Application Config од internet toolbox јазичето од палетата со објекти. Во менито на апликацијата ќе додадеме 3 реда за сервиси, за секој по еден од Triple-Play. За првиот ред, т.е.

HTTP сервисот го именуваме Internet и избираме Heavy Browsing, видео сервисот го нарекуваме Video Aplikacija и избираме High Resolution Video, а за гласовниот сервис го именуваме Telefon и избираме PCM Quality and Silence Suppressed. Како профил што ја користи оваа апликација што сега ја конфигуриравме, додаваме Profile Config од internet toolbox менито од палетата со објекти. Како име на профил ќе го именуваме Video HeadEnd. Го отвараме менито со неговите атрибути и во подменито Applications додаваме три реда за апликации, за да соодветствуваат на трите реда што ги направивме кај Application Config. На следните четири слики е прикажано целосното подесување на Application Config и Profile Config.

[-] row 0	
- Name	Internet
[-] Description	(...)
- Custom	Off
- Database	Off
- Email	Off
- Ptp	Off
- Http	Heavy Browsing
- Print	Off
- Remote Login	Off
- Video Confere...	Off
- Voice	Off

[-] row 1	
- Name	Video Aplikacija
[-] Description	(...)
- Custom	Off
- Database	Off
- Email	Off
- Ptp	Off
- Http	Off
- Print	Off
- Remote Login	Off
- Video Confere...	High Resolution Video
- Voice	Off

Слика 6: Додавање на Internet апликација      Слика 7: Додавање на Video апликација

[-] row 2	
- Name	Telefon
[-] Description	(...)
- Custom	Off
- Database	Off
- Email	Off
- Ptp	Off
- Http	Off
- Print	Off
- Remote Login	Off
- Video Confere...	Off
- Voice	PCM Quality and Silence Suppressed

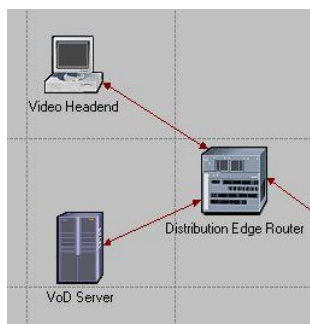
[-] row 0	
- Profile Name	Korisnik
[-] Applications	(...)
- rows	3
[+] row 0	Internet.uniform (5,10)
[+] row 1	Video Aplikacija.uniform
[+] row 2	Telefon.uniform (5,10)

Слика 8: Додавање на Telefon апликација      Слика 9: Додавање на апликациите на

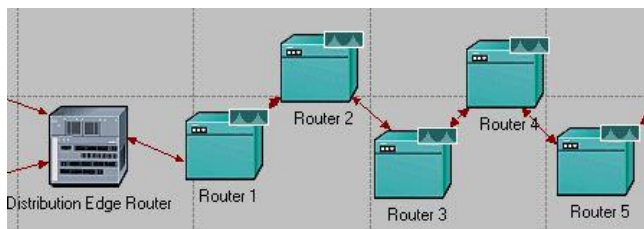
### Profile Config

Додаваме еден ethernet\_wkstn, кој ќе ни користи како Video HeadEnd. Во менито со неговите атрибути, потоа во подменито Application: Supported Profiles, додаваме ред за профил и го избираме единствениот што ни е понуден, а тоа е Video HeadEnd. Од палетата со објекти додаваме рутер, кој ќе ни служи како Distribution Edge Router. Потоа додаваме еден сервер, кој ќе

ни служи како VoD сервер, кој ќе го поврземе со DER-от кој претходно го додадовме. За да ја реализираме дистрибутивната инфраструктура до крај, потребни ни се 5 рутери кои ќе ни служат како агрегациски. DER-от го поврзуваме со најблискиот агрегациски рутер, па потоа ги поврзуваме сервиски меѓу себе. Последниот рутер ќе го поврземе со DSLAM-от што ќе го додадеме подоцна.



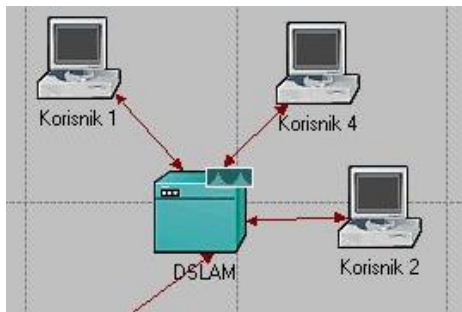
Слика 10: Изглед на VH



Слика 11: Изглед на дистрибутивна скелетна мрежа

За да подесиме локална единица, најпрво е потребно да додадеме една подмрежа (subnet) од палетата со објекти. Со двоен клик на иконата ни се отвара нов празен работен простор, каде што ќе додадеме три ethernet\_wkstn, кои ќе ни служат како корисници на сервисите што ни ги овозможува Video HeadEnd. Додаваме еден рутер и го именуваме DSLAM кој ќе ни служи како што и му гласи името и на него ги приклучуваме претходно додадените корисници со 10BaseT врски, бидејќи сакаме да симулираме врски кои се имплементирани во типична пристапна мрежа. Ги именуваме сите посебно во растечки редослед, за кога ќе ја извршиме симулацијата, да може прегледно да ги разгледаме резултатите. Со отворање на менито на корисниците, за да може да ги користат сервисите кои се понудени од Video HeadEnd во полето Values на атрибутот Supported Services одбираме All. Со второ копче на празен простор и кликување на опцијата Go To Parent Subnet, се враќаме на првичната работна површина. Со 10BaseT врска го поврзуваме последниот рутер со иконата на локалната единица. Ќе ни се отвори подмени, каде што ќе избереме DSLAM бидејќи ни е единствена опција.

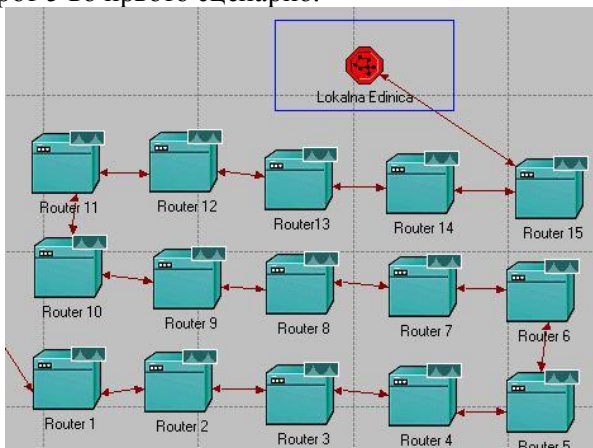




+ Application: Supported Profiles	None
+ Application: Supported Services	All
+ Application: Transport Protocol Specifica...	Default

Слика 12: Изглед на локална единица      Слика 13: Додавање на поддржани сервиси

За да правиме споредба на резултатите што ќе ги добиеме од првото сценарио, треба да направиме и второ сценарио, каде што единствена разлика е тоа што наместо 5 агрегациони рутери, ќе имаме 15. Прво од мените Scenarios, избираме Duplicate Scenario, што ќе ни го дуплира тоа што до сега сме го работеле и не носи директно на дуплицираното сценарио. Со едноставно додавање и поврзување на уште 10 рутери, кадешто рутерот број 5 треба да го дисконектираме со локалната единица, а тоа едноставно може да се направи со селектирање на врската и притискање на копчето Delete на нашата тастатура. Потоа рутерот 5 го поврзуваме до првиот од новододадените рутери, а после тоа, нив ги поврзуваме сервиски се до последниот. Тој рутер (последниот) го поврзуваме со локалната единица, исто како рутерот 5 во првото сценарио.



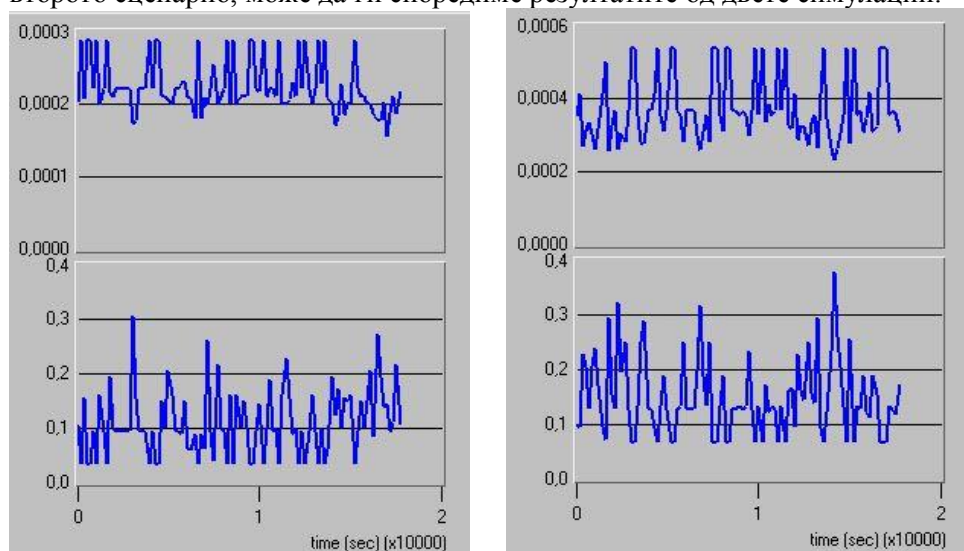
Слика 14: Поврзаност на агрегациони рутери во второто сценарио

## 2.2. Извршување симулации

Откако се ни е поврзано и подесено, може да поминеме на следниот чекор, а тоа е извршување на симулациите. Се враќаме на првото сценарио, втор клик на празниот работен простор и избираме Choose Individual Statistics. Со

навигација преку Node Statistics -> Ethernet избираме Delay и Traffic Received (packets/sec). Потоа избираме Simulation -> Configure Discrete Event Configuration од главното мени. Откако ќе ни се отвори подменито, ќе ја смениме вредноста на полето Duration во 5, бидејќи сакаме да добиеме резултати за 5 часа. Кога ќе заврши симулацијата, кликаме на копчето Close. Потоа од главното мени навигираме до View Results преку Results. Ќе ни се отвори мени слично на тоа што го отворивме за избирање на типот на резултати што сакаме да ги добиеме. Со избирање на Campus Network -> Lokalna Edinica -> Korisnik 1 -> Ethernet -> Delay и Traffic Received, ќе добиеме два графика од десната страна на менито.

Кога ќе го направиме целиот горенаведен процес на симулирање и за второто сценарио, може да ги споредиме резултатите од двете симулации.



Слика 15: Резултати од симулација на првото и второто сценарио (лева – прво, десна – второ)

### 2.3. Заклучок од добиените резултати

Од добиените резултати може лесно да се увиди дека доцнењето во второто сценарио е многу поголемо отколку во првото. Тоа е бидејќи патот на пакетите од DER-от до DSLAM-от е многу поголем. Ако се погледне другиот дел од резултатите, ќе видиме дека бројот на примени пакети во секунда е помал во првото сценарио во однос на второто. Овие резултати не се најточни, бидејќи тука не е додаден и сообраќајот од другите сервиси што се пренесува преку овие врски. За да се подобрат овие резултати, треба да се стават рутери со поголема моќ на процесирање на пакети, може да се стават оптички врски, со што би се зголемила брзината и вкупната податочна рата што може да пропагира низ новите врски.

### 3. Заклучок

Во овој труд го анализиравме IPTV сервисот, неговата архитектура и компонентите од кои тој се состои. IPTV архитектурата ја имплементиравме во OPNET симулатор, при што изработивме две сценарија. Преку изработка на оваа симулација дојдовме до заклучок дека доцнењето е во директна врска со бројот на рутери. Имено, колку е поголем бројот на рутери помеѓу DER-от на сервис провајдерот и DSLAM-от во локалната единица, толку е поголемо доцнењето на пакетите кои ги испраќа DER-от.

Иако IPTV има исклучително строги побарувања во поглед на инфраструктурата, имено, мрежна архитектура со соодветен капацитет, високи перформанси и редундантност на системот, сепак овој сервис ја има водечката улога во преносот на видео содржини.

Со зголемување на брзините на скелетните и пристапните мрежи со имплементацијата на оптички медиум, покрај стандардниот IPTV сервис достапен е голем број на дополнителни функции како истовремено гледање и снимање на содржини со висок квалитет (HD видео) без да се почувствува разлика при пребарувањето на интернет содржини или пак нивно превземање (download).

Со можноста на една скелетна мрежа да се поврзат повеќе типови пристапни мрежи, еден вид решение за корисниците во поодалечените средини, каде DSL пристапната мрежа не е пригодна за имплементација, може да се искористи безжична пристапна архитектура.

Во Македонија, IPTV сервисот е во значителен подем во последните неколку години, со појавата на повеќе провајдери. Имено, освен телефонските, на пазарот се присутни и кабловските оператори кои покрај понудата за аналогна телевизија, го нудат и овој сервис, како и гореспоменатиот Triple-Play.

Во иднина би можеле да ја објасниме имплементацијата на IPTV сервисот преку другите пристапни мрежи, како оптичката, безжичната и кабелската. Со изработка на симулации во OPNET симулаторот, би ги увиделе разликите помеѓу сите овие пристапни мрежи.

### 4. Библиографија

10. Cisco Gigabit-Ethernet Optimized IPTV/Video over Broadband Solution 2005
11. Gerrard O'Driscoll, "Next Generation IPTV Services and Technologies" John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2008
12. Leandro Santana Menezes "SIP Based Architecture for Heterogeneous Networks" 2009 стр 19-22
13. Mohammad Taufiqul Islam and Azimul Hoque, "Study of Reliable Multicast for IPTV Service", Master Thesis Sweden 2008
14. Amy Harris, Greg Ireland, White Paper "Enabling IPTV: What Carriers Need to Know to Succeed" 2005

15. White Paper. "The Evolving IPTV Service Architecture"  
[http://www.cisco.com/en/USsolutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns549/ns746/net\\_implementation\\_white\\_paper0900aecd806530a4.pdf](http://www.cisco.com/en/USsolutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns549/ns746/net_implementation_white_paper0900aecd806530a4.pdf)  
(прегледано на 23.06.2011)
16. ADSL Guide <http://speedy-internet.blogspot.com/2009/03/iptv.html>  
(прегледано на 25.06.2011)
17. IPTV White Paper  
[http://www.mocalliance.org/industry/white\\_papers/IPTV\\_White\\_Paper%5B1%5D.pdf](http://www.mocalliance.org/industry/white_papers/IPTV_White_Paper%5B1%5D.pdf) (прегледано на 23.06.2011)
18. A Guide to IPTV  
[http://www.tek.com/Measurement/App\\_Notes/25\\_20277/eng/25W\\_20277\\_0.pdf?wt=520&rgn=ww&from=303271X314253&link=/Measurement/App\\_Notes/25\\_20277/eng/25W\\_20277\\_0.pdf](http://www.tek.com/Measurement/App_Notes/25_20277/eng/25W_20277_0.pdf?wt=520&rgn=ww&from=303271X314253&link=/Measurement/App_Notes/25_20277/eng/25W_20277_0.pdf) (прегледано на 20.06.2011)
19. IPTV <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV> (прегледано на 19.06.2011)
20. Comparative analysis - TCP – UDP  
[http://www.laynetworks.com/Comparative%20analysis\\_TCP%20Vs%20UDP.htm](http://www.laynetworks.com/Comparative%20analysis_TCP%20Vs%20UDP.htm) (прегледано на 22.06.2011)