

## Прототип апликације за уговарање и управљање квалитетом сервиса у мрежама наредне генерације

**Руководилац пројекта:** Мирјана Стојановић

**Одговорно лице:** Мирјана Стојановић

**Аутори:** Славица Боштјанчич Ракас, Мирјана Стојановић, Валентина Тимченко

**Развијено:** у оквиру пројекта технолошког развоја TP-32025

**Година:** 2013. – 2014.

**Примена:** 2014.

### Кратак опис

Апликација за уговарање и управљање квалитетом сервиса у мрежама наредне генерације омогућава конфигурацију параметара квалитета сервиса, класификацију и контролу приступа нових токова саобраћаја као и алокацију ресурса на основу захтева за квалитет сервиса. Структура апликације обухвата следеће ентитете: кориснички агент, селектор класе, управљање ресурсима мреже, и ентитет "администратор". Кориснички агент омогућава уговарање нових сервиса. Селектор класе бира одговарајућу класу на основу специфицираних вредности параметара QoS од стране корисника и дефинисане политике за алокацију захтева за QoS по доменима. Ентитет за управљање ресурсима мреже симулира функционалност процедура за контролу приступа ресурсима мреже. Мрежни администратор захваљујући ентитету "Администратор" може да дефинише број и тип домена на путањи тока саобраћаја и да дефинише политику за алокацију захтева за QoS по доменима, као и преглед свих уговорених споразума.

**Техничке карактеристике:**

PC Windows апликација, објектно оријентисано програмирање - C++

**Техничке могућности:**

Погодно за јавне и функционалне системе, могућа кастомизација према конкретним захтевима корисника.

**Реализатори:**

Институт "Михајло Пупин" у Београду и Саобраћајни факултет у Београду

**Корисници:**

ИМП и СФ интерно; потенцијална примена у јавним и функционалним системима

**Подтип решења:**

Софтвер (M85)

### Стање у свету

Телекомуникациона мрежа наредне генерације (*Next Generation Network*, NGN) представља окосницу телекомуникационе мреже и различите типове мрежа за приступ засноване на технологији Интернет протокола (IP). Основни захтев за имплементацију NGN концепта је обезбеђивање различитих нивоа квалитета сервиса (*Quality of Service*, QoS) од краја до краја везе (*End-to-End*, E2E). Имплементација квалитета сервиса као једна од најзначајнијих и најразвијенијих истраживачких области у IP мрежама, обухвата бројне аспекте као што су развој концептуалних QoS архитектура, развој нових или побољшање постојећих алгоритама и протокола за имплементацију појединих QoS механизма, анализу перформанси, планирање и пројектовање мреже, као и дизајн мрежне опреме.

Обезбеђивање квалитета сервиса (QoS) између крајњих корисника представља један од основних захтева за телекомуникационе мреже наредне генерације (NGN). У циљу обезбеђивања QoS на целој путањи тока саобраћаја неопходно је уговарање квалитета сервиса. Тај процес резултује споразумом о нивоу сервиса (SLA), којим се дефинишу технички аспекти сервиса и различите административно-правне одредбе као што су информације о тарифирању, принципима обрачуна, консеквенце како за провајдера тако и за корисника у случају непоштовања споразума итд. Технички део споразума, познат и као спецификација нивоа сервиса (*Service Level Specification, SLS*), обухвата скуп дескриптора и придружених параметара који описују класу сервиса и профил саобраћаја.

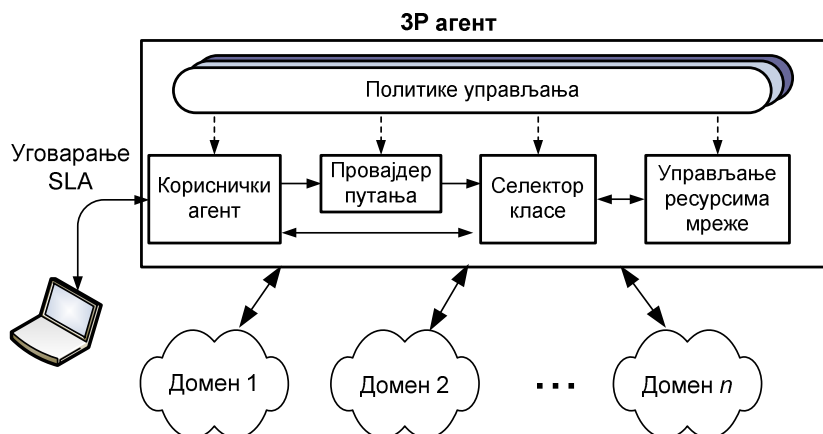
У NGN окружењу, неопходно је обезбедити услове за интероперабилност домена, тј. услове за међусобно пресликавање класа сервиса и придружених QoS параметара. Важан предуслов за остваривање интероперабилности домена је стандардизација спецификације нивоа сервиса, како би се допринело ефикасности динамичког уговарања QoS између провајдера и корисника, као и високом нивоу аутоматизације управљања мрежом.

Технички проблеми обезбеђивања квалитета сервиса између провајдера односе се на дефинисање општих класа сервиса, формата спецификације нивоа сервиса, скупа мера перформанси и управљања перформансама. Постоје три основна модела уговарања QoS између провајдера: билатерални, кооперативни и *third party* (3P) модел. Билатерални модел, који је и најраспрострањенији, претпоставља међусобно повезивање два провајдера у једној или више тачака, а имплементира пословне процесе прилагођене (кастомизоване) специфичним потребама и врши пресликавање класа сервиса. Кооперативни модел подразумева договор групе провајдера о одређеним основним механизмима неопходним за обезбеђивање QoS на целој путањи тока саобраћаја. У 3P моделу, провајдери се повезују на независни централни ентитет који је одговоран за пресликавање класа сервиса, пословне процесе и управљање перформансама.

## Прототип апликације за уговарање и управљање квалитетом сервиса

### Функционални модел

На слици 1 приказан је функционални модел уговарања квалитета сервиса. Уговарање је централизовано и врши се преко 3P агента који је одговоран за процес уговарања у групи домена. 3P агент мора да чува одређене информације као што су топологија мреже, класе сервиса и придружени параметри у сваком домену, искоришћење линкова између домена. Ове информације морају редовно да се ажурирају. 3P агент чине следећи ентитети: кориснички агент, провајдер путања (*Path Provider*), селектор класе и ентитет управљања ресурсима мреже (*Network Resource Manager, NRM*). 3P агент чува и одржава и све уговорене SLA-ове.



Слика 1. Централизовано уговарање SLA-ова: функционални модел.

**Кориснички агент** представља тачку интеракције корисника и 3P агента. Након процесирања захтева корисник је обавештен о сервису који му се нуди. Захтеви корисника могу да буду специфицирани у формалном и неформалном облику.

**Провајдер путање (Path provider)** садржи информације о оптималним путањама које се састоје од низа домена који учествују у преносу тока саобраћаја од извора до одредишта. Ова информација се прослеђује селектору класе. Предложени функционални модел комплементаран је са традиционалним рутирањем између домена који је базиран на BGP (*Border Gateway Protocol*) протоколу за подршку QoS рутирања.

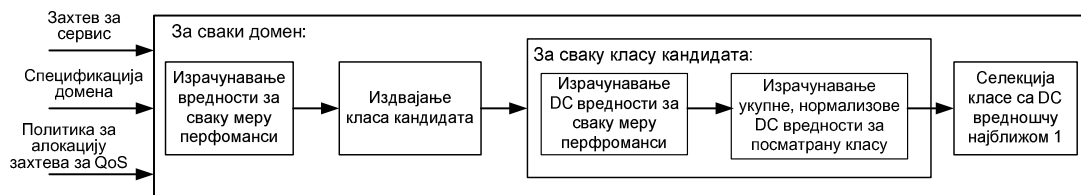
**Селектор класе** представља ентитет који је одговоран за издвајање и интерпретацију захтеваних параметара QoS, као и за селекцију класе која у највећој мери одговара захтеваном сервису у сваком домену, чиме се избегава комплексно пресликавање класа на границама домена. У овом ентитету имплементиран је алгоритам за пресликавање параметара квалитета сервиса заснован на политикама који је описан у наставку поглавља.

У ентитету **управљања ресурсима мреже** су имплементирани процедуре контроле приступа, на основу којих се доносе одлуке о прихватању SLA захтева, одбијању или се предлаже поновно уговарање.

**Политике управљања** обухватају скуп правила која се односе на формате SLA, алгоритам за селекцију класе, рутирање, контролу приступа, алокацију пропусног опсега, тарифирање, заштиту и сл. Овакав приступ је такође погодан за развој система који имплементира скуп апстрактно дефинисаних политика (*Policy Based Management, PBM*) у циљу изградње флексибилне и високо аутоматизоване платформе управљања.

## Алгоритам за пресликавање параметара квалитета сервиса заснован на политикама (P-CMS)

Алгоритам P-CMS аутоматски бира класу сервиса у сваком домену на основу захтева за QoS, карактеристика домена и изабране политике за алокацију захтева за QoS по доменима. Основни принципи P-CMS алгоритма приказани су на слици 2.



Слика 2. Основни принципи P-CMS алгоритма.

Улазни параметри алгоритма су: (1) параметри QoS из споразума о нивоу сервиса; (2) спецификација домена који се налазе на путањи тока саобраћаја и (3) изабрана политика за распоређивање захтева за QoS. P-CMS на почетку израчунава захтеве за QoS за сваки домен, на основу захтева за QoS (укупног – E2E) и политике за алокацију захтева за QoS по доменима. Затим издава класе кандидате у сваком домену односно оне класе које имају дефинисане вредности за сваки тражени параметар QoS.

У зависности од изабране политике за алокацију захтева за QoS по доменима, P-CMS израчунава најбољи степен слагања (*Degree of Correspondence, DC*) између захтева за QoS и класе из расположивог скупа класа кандидата.

Уколико одређени параметар QoS за одређену класу није дефинисан, алгоритам ту класу више не разматра и поставља степен слагања (DC) на нулу и прелази на анализу следеће класе. Након проверавања свих могућих класа, израчунава се укупни, нормализовани степен слагања за сваку класу. Изабрана је она класа чији је такав степен слагања једнак или најближи јединици.

Вредности степена слагања изнад или испод јединице, указују на то да је додељени QoS бољи од захтеваног (*over-provisioning*) или слабији од захтеваног (*under-provisioning*), респективно. Теоретски је могуће и да две или више класа имају исти степен слагања. У том случају алгоритам бира "лошију" класу, односно класу са мање строгим захтевима за QoS (нпр. класу 3 уместо класе 2).

### а) Генеричка политика за алокацију захтева за QoS по доменима

Остварени QoS параметара на путањи тока саобраћаја зависи од природе одређене мере перформансе. Кашњење је адитивна мера перформансе, а вероватноћа губитка пакета индиректно мултипликативна. Цитер такође посматрамо као адитивну меру перформансе, мада то представља теоретски најгори случај.

Политика за алокацију захтева за QoS по доменима треба да буде независна од примењене QoS архитектуре; да обезбеди једнаке услове за све домене на путањи ("равноправност"); да се динамички прилагођава захтевима за промену путање; и скалабилна односно треба да подржава различите E2E путање између различитих мрежних провајдера. У том смислу, предложили смо генеричку политику за алокацију захтева за QoS по доменима. Из предложене генеричке политике могу да се изведу бројне политике у зависности од специфичних административних ограничења, атрибута домена и искористићења ресурса, као што су нпр.:

- (1) Политика једнаких захтева (*Equal Requests*, ER), која представља најједноставнију политику и подразумева да су сви захтеви за QoS једнаки за сваки од домена на путањи тока саобраћаја;
- (2) Политика хијерархије домена, (*Domain Hierarchy*, DH) која узима у обзир хијерархијску организацију IP домена. Требало би да се направи разлика између најмање два типа домена: приступни и транзитни домени.
- (3) Политика хијерархије домена и QoS грануларности, (*Domain Hierarchy and QoS Granularity*, DH+QG) која узима у обзир како карактеристике домена тако и грануларност квалитета сервиса (нпр. број класа по домену). Мање строг захтев за QoS треба да буде дефинисан за домен са финијом QoS грануларношћу. На пример, одређивањем таквог захтева за QoS за домен са добром диференцијацијом нивоа сервиса (дефинисано више класа у домену) обезбедиће равномерније искористићење расположивих ресурса тог домена.

### **Имплементација апликације за уговарање и управљање квалитетом сервиса - кориснички интерфејс**

За развој корисничког интерфејса апликације за уговарање и управљање коришћено је објектно оријентисано програмирање. Апликација је модуларна, што омогућава ефикасну надградњу и портабилност, а развијена је за PC *Windows*, програмским језиком C++.

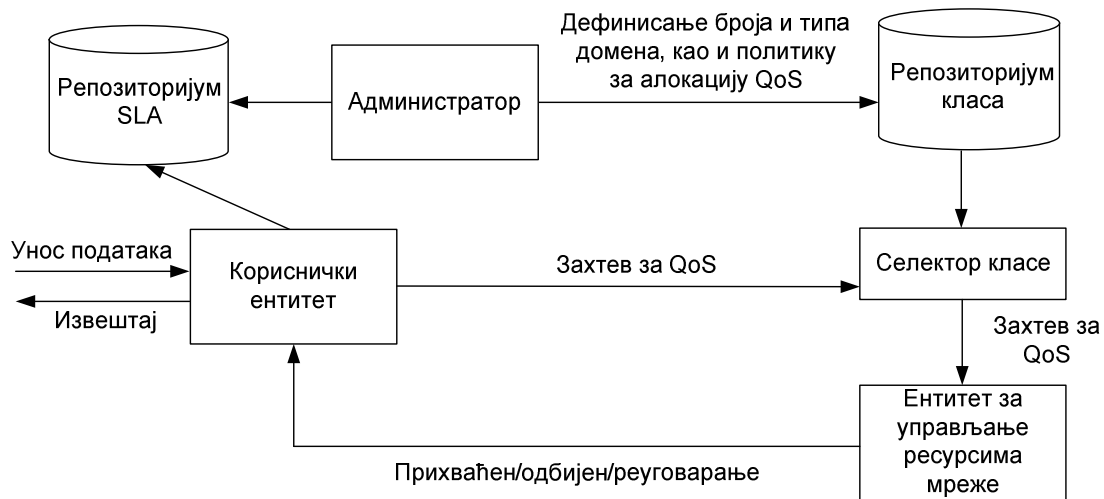
Апликација обезбеђује интерфејс за мануелну конфигурацију параметара QoS, а захтеви за QoS за сваки домен у ланцу, формирају се на основу изабране политике за алокацију захтева за QoS по доменима.

Структура апликације је представљена функционалном блок шемом (слика 3). Кориснички агент омогућава искључиво регистрованим корисницима (са корисничким именом и лозинком) уговарање нових сервиса, поновно уговарање сервиса модификацијом постојећих SLA-ова, преглед уговорених као и раскид споразума.

Кориснички интерфејс омогућава корисницима са корисничким именом и лозинком да дефинишу захтевани сервис посредством параметара квалитета сервиса (кашњење, вероватноћа губитка пакета, цитер, пропусни опсег). Корисник све неходне податке осим корисничког имена и лозинке (име, адреса, телефон, e-mail)

уноси приликом првог коришћења апликације. Корисници могу и да прегледају, мењају или раскидају уговорене споразуме.

Након приступања апликацији, **кориснички агент** прослеђује захтев за уговарање сервиса **Селектору класе** у коме је имплементиран P-CMS алгоритам. Овај ентитет бира одговарајућу класу на основу специфицираних вредности параметара QoS од стране корисника и дефинисане политике за алокацију захтева за QoS по доменима, рачунајући вредности степена слагања (DC) за сваку класу у сваком домену који се налазе на путањи тока саобраћаја за који се сервис уговара.



Слика 3. Функционални модел апликације.

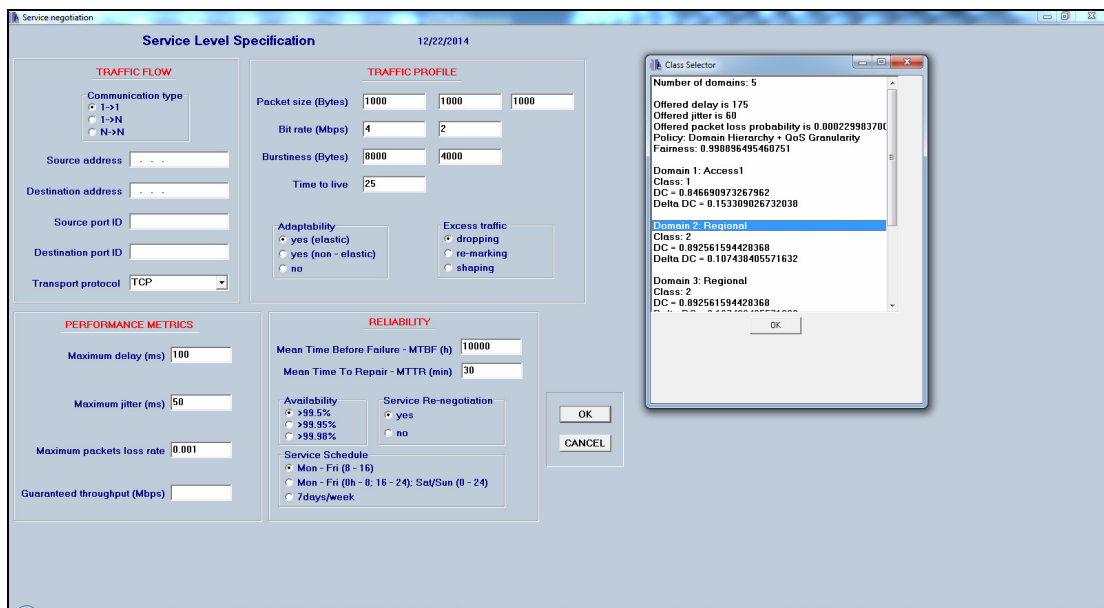
Селектор класе шаље информацију о изабраној класи **ентитету за управљање ресурсима мреже (NRM)** који симулира функционалност процедура за контролу приступа ресурсима мреже. Овај ентитет враћа одговор о томе да ли је предложени споразум прихваћен, одбијен или је предложено поновно уговарање за другачији ниво квалитета сервиса. На основу одговора, креира се извештај за корисника. Уколико је захтев прихваћен, креира се SLA и смешта се у одговарајући репозиторијум.

**Ентитет "Администратор"** омогућава мрежном администратору дефинисање класа у сваком домену, броја и типа домена, избор политике за алокацију захтева за QoS по доменима, као и преглед свих уговорених споразума. Уколико је потребно, администратор може и да брише кориснике и уговорене споразуме о нивоу сервиса.

Апликација пружа и одређене пречице које омогућавају лакше и брже коришћење, као што је "дугме" за уговарање или реуговарање, промену лозинке, одјаву корисника, и сл. Све пречице се налазе испод главног менија у главном прозору.

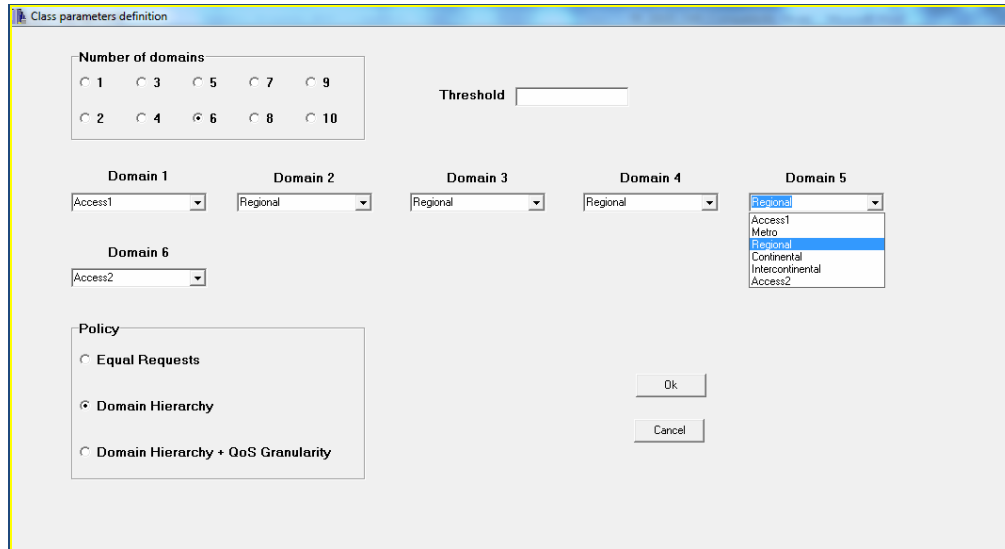
Прототип апликације за уговарање и управљање квалитетом сервиса у NGN окружењу обухвата имплементацију алгоритма P-CMS и генеричке политике за алокацију захтева за QoS по доменима, као и могућност дефинисања карактеристика домена од стране администратора. Апликација је такође и независна од примењене архитектуре QoS.

Корисник описује улазни саобраћај дефинисањем спецификације тока саобраћаја, профила, квалитета сервиса као и дефинисањем параметара поузданости и расположивости. Спецификација квалитета сервиса састоји се од следећа четири параметра: пропусни опсег, максимално кашњење, максимални цитер и максимална вероватноћа губитка пакета. На слици 4 приказан је кориснички интерфејс за уговарање сервиса са прозором који исписује: колики је број домена дефинисан на путањи тока саобраћаја, понуђене вредности параметара QoS (кашњење, цитер, вероватноћа губитка пакета), одабрану политику за алокацију захтева за QoS по доменима, као и изабрану класу за сваки домен на путањи тока саобраћаја и степен слагања захтевних вредности QoS са вредностима дефинисаним за изабрану класу.



Слика 4. Уговарање квалитета сервиса и приказ изабраних класа по доменима, броја домена на путањи, понуђених вредности параметара QoS, итд.

Апликација омогућава избор одговарајуће класе на основу захтеваних вредности мера перформанси захваљујући алгоритму P-CMS. Овај алгоритам је имплементиран функцијом `CheckClass()` која је део класе `TUgovaranjeServisa`. Излази функције `CheckClass()` су: податак о домену, изабрана класа сервиса, вредност укупног степена слагања за изабране параметре квалитета сервиса (DC). Ови параметри приказују се у одговарајућем *pop-up* прозору (слика 4).



Слика 5. Дефинисање броја домена, типа домена и политике за алокацију захтева за QoS по доменима.

Апликација је независна од архитектуре QoS, с обзиром да омогућава администратору да дефинише број и тип домена и да изабере одговарајућу политику за алокацију захтева за QoS по домену (слика 5). Ова функционалност представљена је посебном класом TDomen. Главна функција ове класе је SaveData() којом се чувају све релевантне вредности које дефинише администратор.

У табели 1 приказане су класе програма које се односе на имплементацију алгоритма P-CMS односно селектора класе.

Табела 1. Класе програма помоћу којих су имплементирани алгоритам P-CMS и селектор класе

Класа/структуре	Подаци чланови/функције чланице	Објашњење/коментар
TDomenProzor	void CheckData()	<u>Опис:</u> врши проверу да ли су унесени сви неопходни подаци <u>Позив из функције:</u> • TDomenProzor::OkDugmeClick
	void SaveData()	<u>Опис:</u> чува унесене вредности параметара којима се дефинише број и тип домена, као и тип политике <u>Позив из функције:</u> • TDomenProzor::OkDugmeClick
TUgovaranjeServisaProzor	void ResetovanjeParametara();	<u>Опис:</u> ресетује вредности параметара техничког дела споразума како би нови корисник могао да уговара сервис <u>Позив из функције:</u> • TUgovaranjeServisaProzor::FormShow
	void ProveraBrojaUgovoraKorisnika()	<u>Опис:</u> пребројава колико корисник који тренутно уговара има уговорених сервиса с обзиром да постоји ограничење броја уговора по кориснику <u>Позив из функције:</u> • TUgovaranjeServisaProzor::OkDugmeClick



Класа/структура	Подаци чланови/функције чланице	Објашњење/коментар
	void ProveraRaspolozivostiResursa()	<u>Опис:</u> провера колико има расположивих ресурса односно да ли је уговарање сервиса могуће <u>Позив других функција:</u> • UkupniResursi() • UpisiUgovor() <u>Позив из функције:</u> • TUgovaranjeServisaProzor::OkDugmeClick
	int CheckClass();	<u>Опис:</u> бира одговарајућу класу и рачуна укупну DC вредност за изабрану класу <u>Позив из функције:</u> • TUgovaranjeServisaProzor::OkDugmeClick
<b>TPregledUgovora</b>	int izabrani;	Flag
	void PrikaziPodatkelzabranog();	<u>Опис:</u> приказује садржај изабраног уговора <u>Позив из функције:</u> • TPregledUgovoraProzor::FormShow
<b>TSelectorProzor</b>	void ShowSelectedClass();	<u>Опис:</u> приказује у одговарајућем прозору број домена на путањи тока саобраћаја, понуђене вредности параметара QoS (кашњење, цитер, вероватноћу губитка пакета), изабрану политику за алокацију QoS, као и изабрану класу за сваки домен на путањи са вредностима дефинисаним за изабрану класу. <u>Позив из функције:</u> • TSelectorProzor::FormShow
<b>Tool</b>	extern TProtocol protocol;	Глобална променљива, објекат типа TProtocol
	extern TKlasa klasa	Глобална променљива, објекат типа TKlasa
	extern TDomen domen	Глобална променљива, објекат типа TDomen
	extern int lok_klasa	Глобална променљива, привремено носи информацију о изабраној класи, како би се проверила расположивост ресурса
	extern int izab_klasa	Глобална променљива, носи информацију о изабраној каси
	extern double best_DC	Глобална променљива, вредност DC изабране класе за обавезне параметре
	void InicProtocol()	Иницијализација параметара транспортног протокола
	void InicDomena();	Иницијализација параметара домена
	int UkupniResursi();	Функција која израчунава искоришћеност ресурса
	extern int broj_domena;	Глобална променљива, привремено носи информацију о броју домену
extern int tip_politike;	Глобална променљива, привремено носи информацију о изабраном типу политике за алокацију захтева за QoS	

**Пример примене**

Помоћу апликације за уговарање и управљање квалитетом сервиса извршена је упоредна анализа предложених политика. За сваку политику испитано је: (1) у којој мери може да задовољи захтевани QoS; (2) да ли обезбеђује равноправне услове за све домене на путањи; (3) да ли је скалабилна и (4) у којој мери је имплементација политике комплексна. Дефинисали смо пет различитих захтева за сервис који су представљени у табели 2, помоћу вредности релевантних параметара QoS – кашњења, цитера и вероватноће губитка пакета (*Packet Loss Rate, PLR*).

Дефинисана су четири различита типа домена, приступни (A1 и A2), регионални (R1, R2 и R3), континентални (C) и интерконтинентални (IC). У зависности од броја различитих дефинисаних класа у доменима, разликујемо и два приступна и три регионална домена. Пример спецификације оваквих домена приказан је у табели 3.

Карактеристике регионалних домена одговарају DiffServ мрежама са дефинисаним различитим бројем класа сервиса, док карактеристике приступних домена одговарају бежичној и DiffServ мрежи, респективно.

Претпостављено је да захтеве за пропусни опсег могу да испуне сви домени.

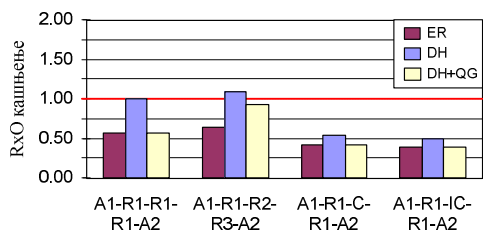
**Табела 2.** Спецификација E2E захтева за сервис

Захтев за сервис	кашњење (ms)	цитер (ms)	PLR
1	100	50	$1 \cdot 10^{-3}$
2	400	70	$1 \cdot 10^{-3}$
3	800	-	$5 \cdot 10^{-3}$
4	800	-	-
5	-	-	$3 \cdot 10^{-3}$

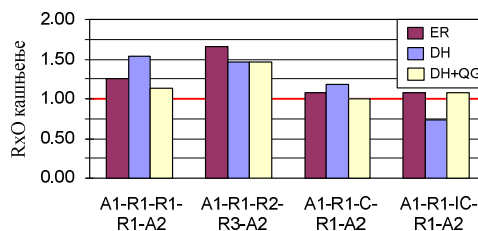
**Табела 3.** Пример спецификације различитих типова домена

Тип домена и класа	Кашњење (ms)	Цитер (ms)	PLR	Тип домена и класа	Кашњење (ms)	Цитер (ms)	PLR
A1 – класа 1	30	15	$1 \cdot 10^{-4}$	R1– класа 6	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$
A1 – класа 2	60	25	$1 \cdot 10^{-4}$	R2– класа 1	10	6	$2 \cdot 10^{-5}$
A1 – класа 3	100	-	$1 \cdot 10^{-3}$	R2– класа 2	50	25	$2 \cdot 10^{-4}$
A1 – класа 4	-	-	$4 \cdot 10^{-3}$	R2– класа 3	100	-	$2 \cdot 10^{-3}$
A2 – класа 1	25	15	$1 \cdot 10^{-5}$	R2– класа 4	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$
A2 – класа 2	50	20	$1 \cdot 10^{-4}$	R3– класа 1	12	6	$1 \cdot 10^{-5}$
A2 – класа 3	80	30	$4 \cdot 10^{-4}$	R3– класа 2	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$
A2 – класа 4	120	-	$1 \cdot 10^{-3}$	C – класа 1	45	5	$2 \cdot 10^{-5}$
A2 – класа 5	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$	C – класа 2	100	5	$1 \cdot 10^{-4}$
R1 – класа 1	15	5	$1 \cdot 10^{-5}$	C – класа 3	120	15	$2 \cdot 10^{-4}$
R1 – класа 2	40	10	$1 \cdot 10^{-5}$	C – класа 4	-	-	$1 \cdot 10^{-3}$
R1 – класа 3	70	20	$2 \cdot 10^{-4}$	IC – класа 1	120	10	$2 \cdot 10^{-5}$
R1– класа 4	100	-	$1 \cdot 10^{-4}$	IC – класа 2	360	20	$2 \cdot 10^{-4}$
R1– класа 5	350	-	$2 \cdot 10^{-3}$	IC – класа 3	-	-	$2 \cdot 10^{-3}$

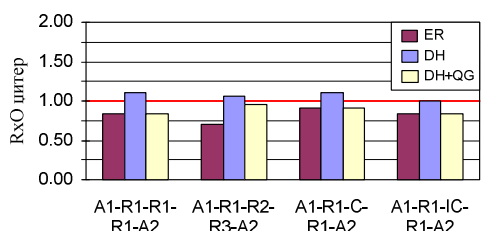
На сликама 6 и 7 илустрован је део добијених резултата – поређење политика у погледу испуњености захтева за QoS, за сервисне захтеве 1 и 2 (из табеле 2). Детаљи свеобухватне анализе могу се наћи у публикацији [1]. У табели 4 је приказан резиме упоредне анализе три предложене политике.



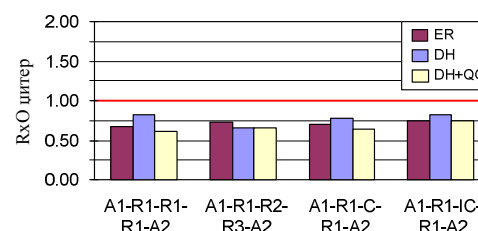
(a) Сервисни захтев 1, кашњење (E2E)



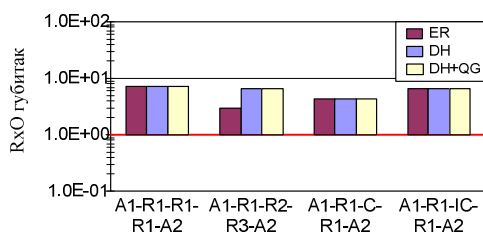
(a) Сервисни захтев 2, кашњење (E2E)



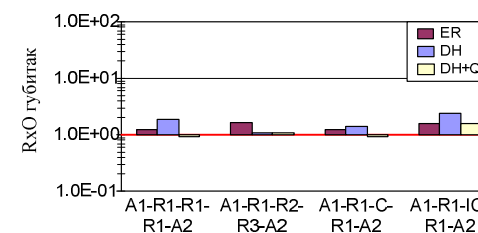
(b) Сервисни захтев 1, шитер (E2E)



(b) Сервисни захтев 1, шитер (E2E)



(c) Сервисни захтев 1, PLR (E2E)



(c) Сервисни захтев 2, PLR (E2E)

Слика 6. Сервисни захтев 1: однос захтеваног и понуђеног (RxC0) QoS

Слика 7. Сервисни захтев 2: однос захтеваног и понуђеног (RxC0) QoS

Табела 4. Поређење описаних политика за алокацију захтева за QoS по доменима

	Политика једнаких захтева	Политика хијерархије домена	Политика хијерархије домена и QoS грануларности
Задовољење QoS захтева	Не може да задовољи QoS захтеве у свим случајевима	Одлично за строге захтеве за кашњење	Одлично за средње или мање строге захтеве за QoS
Равноправност домена	Релативно лоша	Веома добра за строге захтеве за кашњење	Веома добра за различите QoS захтеве и путање токова саобраћаја
Скалабилност	Добра уколико су домени на путању слични	Одлична	Веома добра
Имплементација	Релативно једноставна	Комплексно у одређеној мери	Комплексно у одређеној мери

### Могућности примене

Апликација за уговарање и управљање квалитетом сервиса у мрежама наредне генерације може да се примени у мрежама са различитим архитектурама квалитета сервиса, као и у мрежама које имају различито дефинисане хијерахије домена и бројеве класа сервиса.

Осим три описане и анализиране политике за алокацију захтева за QoS по доменима које су и имплементирани у апликацији, из предложене генеричке политике могу да се изведу и неке друге врсте политика које узимају у обзир другачије карактеристике домена и класа. Овако дефинисана генеричка политика може да се примени како за билатерални тако и за ЗР модел уговарања сервиса, а различите политике могу и истовремено да буду дефинисане у истој мрежи, што омогућава примену одговарајуће политике у зависности од захтева за сервис и карактеристика домена који се налазе на путањи тока саобраћаја.

Описана апликација је независна од примењене архитектуре квалитета сервиса, и омогућава да сваки домен изабере ону класу која на најбољи могући начин задовољава захтевани QoS.

### Публикација

- [1] M. D. Stojanovic, S. V. Bostjancic Rakas, "Policies for allocating performance impairment budgets among multiple IP providers", *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, vol. 67, no. 3, March 2013, pp. 206-216. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeue.2012.08.001>. ISSN: 1434-8411, IF(2013)=0.696, Telecommunications (59/78), M23.

*Прототип апликације за уговарање и управљање квалитетом сервиса у мрежама наредне генерације је развијена у Институту Михајло Пупин у оквиру текућег пројекта бр. TP-32025 код Министарства просвете, науке и технолошког развоја.*

**Штампано: децембар 2014.**