

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Miloš M. Ljubojević

**MODELOVANJE KVALITETA  
DOŽIVLJAJA LINEARNIH INTERNET  
VIDEO SADRŽAJA**

doktorska disertacija

Beograd, 2014

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF ORGANIZATIONAL SCIENCES

Miloš M. Ljubojević

**QUALITY OF EXPERIENCE MODELING  
OF LINEAR INTERNET VIDEO  
CONTENTS**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014

## **KOMISIJA:**

Prof. dr Dušan Starčević, redovni profesor (mentor)  
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....

Doc.dr Velimir Štavljanin, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....

Doc.dr Miroslav Minović, docent  
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....

Doc.dr Vojkan Vasković, docent  
Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

.....

Prof.dr Zdenka Babić, redovni profesor  
Univerzitet u Banjoj Luci, Elektrotehnički fakultet

.....

Datum odbrane:

*Zahvaljujem se prijateljima i porodici na iskrenoj podršci.*

**Naslov doktorske disertacije:**

**MODELOVANJE KVALITETA DOŽIVLJAJA LINEARNIH INTERNET VIDEO SADRŽAJA**

**Rezime:**

Predmet disertacije je modelovanje i procjena kvaliteta doživljaja linearnih Internet video sadržaja, pri čemu je kao tipična oblast primjene posmatrano linearno In-stream video oglašavanje.

Identifikovani i sistematizovani su faktori koji utiču na kvalitet doživljaja, te na osnovu njih i smjernica IAB-a (*Interactive Advertising Bureau*) predložena metodologija modelovanja kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa. Format video oglasa, dužina trajanja oglasa i neke od tehničkih karakteristike videa (rezolucija, brzina frejmova u sekundi i način tranzicije između video segmenata) su parametri koji su ispitivani i korišteni za procjenu kvaliteta doživljaja. Istraživanje se baziralo na upotrebi subjektivnih i objektivnih metoda procjene kvaliteta doživljaja. U eksperimentalnom dijelu su korišteni testni video materijali koji su namjenski kreirani za ovo istraživanje.

Utvrđeno je da vremenski aspekti plasiranja i konzumiranja linearnih Internet video oglasa, a koji zavise od ispitivanih faktora uticaja, značajno utiču na kontinuitet pažnje i kvalitet doživljaja korisnika. Upotrebom predložene metodologije moguće je kreirati linearne In-stream video oglase tako da se obezbijedi maksimalno mogući nivo kvaliteta doživljaja korisnika, uz prihvatljivi nivo nezadovoljstva ubačenim oglasima. Na taj način se realizuje usklađivanje interesa korisnika i ciljeva oglasne kampanje.

**Ključne riječi:** Kvalitet doživljaja, modelovanje QoE, adaptacija video sadržaja, modelovanje Internet video oglasa, subjektivna procjena kvaliteta, pažnja korisnika

**Naučna oblast:** Oblast tehničkih nauka

**Uža naučna oblast:** Informacione tehnologije

**UDK broj:** 004.738.5

**Title of Ph.D. Thesis:**

**QUALITY OF EXPERIENCE MODELING OF LINEAR INTERNET VIDEO CONTENTS**

**Summary:**

The subject of dissertation is the modeling and assessment of the quality of experience of linear Internet video content, observing linear In-stream video advertising as typical field of application.

Quality of Experience influence factors were identified and systematized, so based on them and IAB guidelines, the methodology for modeling of Quality of Experience of linear In-stream video ads was proposed. Format of video ads, the length of the ad and some of the technical video characteristics (resolution, frames per second and manner of transition between video segments) are the parameters that have been tested and used for quality of the experience assessment. The research was based on the use of subjective and objective methods for quality of experience assessment. In the experimental part test videos that were created only for purpose of this research were used.

It was found that temporal aspects of delivery and consumption of linear Internet video ads, that depend on tested influence factors, significantly influence on continuity of user's attention and Quality of Experience. Using the proposed methodology it is possible to design linear In-stram video ad, to achieve the maximum possible quality of experience with acceptable level of user's dissatisfaction with inserted video ads. In that way, the convergence of the user's interests and advertising campaign can be achieved.

**Keywords:** Quality of Experience, QoE modelling, video content adaptation, Internet video advertisement modelling, subjective quality assessment, user's attention

**Scientific field:** Technical sciences

**Special topic:** Information technologies

**UDK number:** 004.738.5

# Sadržaj:

<b>1.</b>	<b>Uvod.....</b>	<b>1</b>
1.1	Predmet i ciljevi istraživanja.....	3
1.2	Polazne hipoteze .....	5
1.3	Struktura i organizacija disertacije.....	6
1.4	Doprinosi doktorske disertacije .....	7
<b>2.</b>	<b>Plasiranje videa putem Interneta.....</b>	<b>9</b>
2.1	Osnovne karakteristike videa .....	9
2.2	Internet video .....	13
2.3	Kvalitet doživljaja.....	15
2.4	Sistemi za plasiranje videa putem Interneta.....	18
2.4.1	Osnovni metodi plasiranja videa putem Interneta .....	20
2.4.2	Arhitektura sistema za plasiranje videa putem Interneta.....	21
2.4.3	Oblasti primjene plasiranja internet videa .....	23
2.5	Internet video oglašavanje .....	26
2.5.1	Osnovni principi video oglašavanja .....	29
2.5.2	Standardi In-stream video oglašavanja.....	34
2.5.3	Tehnički aspekti sistema Internet video oglašavanja .....	37
2.5.3.1	Arhitektura sistema Internet video oglašavanja .....	37
2.5.3.2	Metodologija plasiranja online video oglasa.....	39
2.5.4	Format i tehničke karakteristike video oglasa .....	42
2.5.5	Modeli plaćanja u sistemu Internet video oglašavanja.....	46
2.6	Trendovi razvoja sistema za plasiranje videa putem Interneta i uticaj na oglašavanje .....	48

<b>3.</b>	<b>Analiza kvaliteta doživljaja .....</b>	<b>52</b>
3.1	Osnovni principi procjene kvaliteta videa .....	52
3.1.1	Karakteristike ljudskog vizuelnog sistema-.....	53
3.1.2	Vizuelna percepcija i procjena kvaliteta videa .....	55
3.1.3	Uticaj karakteristika videa na kvalitet doživljaja .....	57
3.2	Kvalitet doživljaja u funkciji mjere kvaliteta plasiranog servisa... 63	
3.2.1	Uticaj vremena čekanja na kvalitet doživljaja.....	64
3.2.2	Aspekti procjene QoE u plasiranju video sadržaja .....	69
3.2.3	Uporedna analiza QoS i QoE .....	72
3.2.4	Značaj određivanja QoE u sistemima za plasiranje videa .....	74
3.3	Subjektivno procjenjivanje kvaliteta doživljaja.....	79
3.3.1	Standardizacija subjektivnog testiranja .....	80
3.3.2	Testovi za subjektivnu procjenu kvaliteta .....	81
3.4	Objektivno procjenjivanje kvaliteta videa .....	85
3.4.1	Metrike objektivne procjene kvaliteta videa .....	89
3.5	Trendovi razvoja procjene kvaliteta zadovoljstva korisnika .....	92
<b>4.</b>	<b>Analiza efikasnosti plasiranja Internet video oglasa.....</b>	<b>94</b>
4.1	Faktori efikasnost linearnih Internet video oglasa .....	95
4.1.1	Uticaj formata oglasa na efektivnost oglašavanja .....	98
4.1.2	Uticaj dužine osnovnog videa na efektivnost oglašavanja ....	99
4.2	Mjerenje efektivnosti linearnog Internet video oglašavanja .....	99
4.3	Efekat oglasa na QoE u sistemima za plasiranje videa.....	102
<b>5.</b>	<b>Model za procjenu QoE In-stream video oglasa.....</b>	<b>104</b>
5.1	Faktori koji utiču na kvalitet doživljaja .....	104
5.2	Osnovni principi modelovanja QoE linearnih video oglasa .....	110
5.3	Metrike bazirane na formatu i karakteristikama video oglasa .....	117
5.4	Model za procjenu QoE linearnih In-stream video oglasa.....	120



<b>6.</b>	<b>Studija slučaja.....</b>	<b>123</b>
6.1	Analiza reakcije korisnika na linearne internet video oglase upotrebom QoE metoda .....	123
6.1.1	Metodologija testiranja.....	123
6.1.2	Opis eksperimentalnog okruženja .....	128
6.1.3	Ispitne video sekvence.....	130
6.1.4	Rezultati ispitivanja .....	134
6.2	Procjena uticaja rezolucije i brzine frejmova na QoE .....	141
6.2.1	Mapiranje objektivnih u subjektivne QoE metrike .....	143
6.2.2	Testne video sekvence.....	146
6.2.3	Simulaciono okruženje i metodologija testiranja .....	147
6.2.4	Rezultati ispitivanja .....	150
<b>7.</b>	<b>Zaključak.....</b>	<b>154</b>
	<b>Literatura.....</b>	<b>162</b>

---

## Skraćenice

ACR	<i>Absolute Category Rating</i>
Ad	<i>Advertisement</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
CDN	<i>Content delivery network</i>
CPA	<i>Cost Per Action</i>
CPC	<i>Cost Per Click</i>
CPE	<i>Cost Per Engagement</i>
CPM	<i>Cost Per Mile</i>
CPV	<i>Cost Per View</i>
DCR	<i>Degradation Category Rating</i>
DSCQS	<i>Double Stimulus Continuous Quality Scale</i>
DSIS	<i>Double Stimulus Impairment Scale</i>
FR	<i>Full-reference</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IAB	<i>Interactive Advertising Bureau</i>
IAR	<i>Initial Audience Retained</i>
IPTV	<i>Internet Protocol television</i>
ISO/IEC	<i>International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission</i>
ISP	<i>Internet service provider</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
ITU-T	<i>International Telecommunication Union - Telecommunication Sector</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Expert Group</i>
LAN	<i>Local area network</i>
MOS	<i>Mean opinion Score</i>

---

MOVIE	<i>MOtion-based Video Integrity Evaluation</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
MSE	<i>Mean Squared Error</i>
MS-SSIM	<i>Multi-scale SSIM</i>
NR	<i>No-reference</i>
NSS	<i>Natural Scene Statistics</i>
NTIA	<i>National Telecommunications and Information Administration</i>
NTSC	<i>National Television System Committe</i>
PAL	<i>Phase Alternation Line</i>
PC	<i>Pair Comparison</i>
PSNR	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>
QCE	<i>Quality of Customer Experience</i>
QGE	<i>Quality of Group member Experience</i>
QoE	<i>Quality of Experience</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
QUALINET	<i>European Network on Quality of Experience in Multimedia Systems and Services</i>
QUE	<i>Quality of User Experience</i>
RMSE	<i>Root mean square error</i>
RR	<i>Reduced-reference</i>
SDI	<i>Serial Digital Interface</i>
SECAM.	<i>Sequential Couleur á Memorie</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
SROCC	<i>Spearman's rank ordered correlation coefficient</i>
SSCQE	<i>Single Stimulus Continuous Quality Evaluation</i>
SSIM	<i>Structural SIMilarity</i>
VAMG	<i>Video Ad Measurement Guidelines</i>
VAST 3.0	<i>Video Ad-Serving Template 3.0</i>
VCEG	<i>Video Coding Expert Group</i>

---

VMAP 1.0	<i>Video Multiple Ad Playlist 1.0</i>
VPAID 2.0	<i>Video Player Ad-Serving Interface Definition 2.0</i>
VQM	<i>Video Quality Metric</i>
VSNR	<i>Visual Signal to Noise Ratio</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>

---

## Slike

2.1	Međusobni odnos SD i HD formata videa.....	10
2.2	Pregled razvoja standarda za kompresiju video signala .....	13
2.3	Ilustracija raznovrsnosti uticaja na QoE.....	17
2.4	Opšti dijagram mreže za plasiranje videa putem Interneta .....	19
2.5	Arhitektura mreže za plasiranje Internet video sadržaja .....	21
2.6	Prikaz glavnih učesnika na tržištu Internet oglašavanja .....	31
2.7	Karakteristike In-stream, In-banner i In-tekst video oglasa .....	33
2.8	Ilustracija međusobnog odnosa preporuka i standarda u procesu plasiranja video oglasa .....	36
2.9	Opšti model arhitekture sistema za plasiranje online video oglasa.....	38
2.10	Opšti princip multimedijalnog oglašavanja .....	40
2.11	a) Međusobni odnos pozicije linearnog In-stream video oglasa, pratećeg glasa i prozora video player-a, b) Odnos osnovnog video sadržaja i umetnutog oglasa za različite tipove linearnih In- stream video oglasa .....	43
3.1	Dijagram koji ilustruje faze obrade informacija čovjekovom vizuelnom sistemu .....	54
3.2	Međusobna zavisnost parametara videa u cilju optimizacije QoE.....	61
3.3	Ilustracija vremena čekanja u Web baziranim servisima .....	65
3.4	Kompleksnost procjene QoE i interakcija sa QoS .....	74
3.5	Značaj QoE za provider-e servisa/aplikacija .....	75
3.6	Model QoE interakcije u komunikacionom ekosistemu.....	78
3.7	Klasifikacija objektivnih metoda sa stanovišta modela sloja medija .....	86
3.8	Objektivni metodi procjene kvaliteta. a) No reference, b) Reduced reference , c) Full reference metod .....	87
4.1	Prikaz elemenata i osnovnih aktivnosti u mjerenju impresija video oglasa .....	100
5.1	Opšti pregled i klasifikacija faktora koji utiču na QoE .....	105
5.2	QoE i slojevitost steka protokola QoS.....	112

---

5.3	Metodologija modelovanja QoE linearnih Internet video oglasa.....	114
5.4	Opšti model za procjenu kvaliteta doživljaja baziran na analizi efekata formata i tehničkih karakteristika video oglasa .....	122
6.1	Model za procjenu kvaliteta doživljaja (QoE) zasnovan na uticaju formata video oglasa i efekta tranzicije između video sadržaja.....	125
6.2	Šema za prezentaciju i ocjenjivanje testnih video sekvenci .....	126
6.3	Metodologija formiranja testnih video sekvenci .....	132
6.4	Primjer testne video sekvence. a) pre-roll, b) mid-roll, c) post-roll test video oglas, d) pre-roll testna video sekvenca sa tranzicionim efektom u trajanju od 2 sekunde .....	133
6.5	MOS vrijednosti za: a) oglase u trajanju od 7 sekundi b) oglase u trajanju od 15 sekundi c) oglase u trajanju od 30 sekundi .....	138
6.6	Srednje vrijednosti MOS a) za različite formate video oglasa b) za oglase različite dužine trajanja .....	140
6.7	Eksperimentalno mrežno okruženje za plasiranje linearnih video sadržaja .....	148
6.8	Ilustracija principa komunikacije između hostova preko WAN emulatora .....	149
6.9	Ilustracija uticaja rezolucije brzine frejmova na: a) objektivnu SSIM metriku i b) subjektivnu MOS ocjenu .....	152

---

## Tabele

2.1	Preporuke za format linearnih video oglasa .....	44
2.2	Preporuke za plasiranje linearnih In-stream video oglasa .....	45
3.1	Pregled tipičnih mjera QoS i QoE .....	73
3.2	Pregled metoda za subjektivnu procjenu kvaliteta .....	82
3.3	Uporedni pregled karakteristika subjektivnih testova .....	84
4.1	Faktori koji mogu uticati na ponašanje korisnika i procenat pregleda oglasa u cjelosti .....	97
5.1	Metrike definisane na osnovu formata i tehničkih karakteristika Internet video oglasa .....	118
6.1	Skala za procjenu kvaliteta i nivoi gradacije .....	127
6.2	Vrijednosti MOS i druge statističke veličine za različite formate video oglasa i primjenu tranzicionih efekata između video segmenata .....	137
6.3	Srednje vrijednosti MOS za različite formate i dužine trajanja oglasa .....	139
6.4	Mapiranje objektivnih QoE metrika u subjektivnu metriku QoE .....	144
6.5	Rezultati objektivne i subjektivne procjene kvaliteta video sadržaja .....	151

---

# 1. Uvod

Savremeni trendovi komunikacije putem Interneta neprestano otvaraju nove mogućnosti reprezentacije, plasiranja i upotrebe informacija. Očigledan je ubrzani rast primjene video materijala na Internetu u različitim oblastima poslovanja.

Plasiranje Internet video sadržaja se često bazira na utiskivanju jednog video sadržaja u neki drugi sadržaj koji korisnik konzumira. Vrlo često se može govoriti o linearnim Internet video sadržajima. Primjer tog metoda plasiranja videa je linearno In-stream Internet video oglašavanje. U tom slučaju video oglasi se plasiraju prije, u toku ili nakon nekog drugog, primarnog, video sadržaja koji korisnik konzumira. Video oglas se prikazuje u okviru prozora u kojem korisnik pregleda primarni video sadržaj.

S obzirom da je Internet video oglašavanje aplikacija koja zavisi od kvaliteta plasiranog sadržaja, potrebno je obezbijediti odgovarajuće preuslove. To je najčešće opisano konceptom kaliteta servisa (*Quality of Service-QoS*). Nezaobilazno je ispitati i procijeniti kvalitet doživljaja korisnika (*Quality of Experience-QoE*) konzumiranim servisom ili aplikacijom. Na nivo kvaliteta doživljaja utiču isporučeni sadržaj, performanse mreže, korisnički uređaji, aplikacija za plasiranje sadržaja, očekivanja i ciljevi korisnika, i na kraju kontekst servisa ili aplikacije. Ovako sveobuhvatan karakter QoE koncepta ukazuje na široke mogućnosti za istraživanje i poboljšanje svih segmenata računarskog okruženja u cilju postizanja što efikasnije realizacije servisa i aplikacije.

Prethodna istraživanja uloge QoE u plasiranju video sadržaja pokazala su da je on snažno vezan za vrstu aplikacije, servisa i tip video sadržaja (Le Callet, Moller, & Perkis, 2013), (Liao, Younkin, Foerster, & Corriveau, 2013). Zbog toga je pri analizi kvaliteta doživljaja potrebno obratiti pažnju na specifičnosti svake aplikacije.

Efikasnost aplikacija i servisa koje se baziraju na plasiranju Internet video sadržaja zavisi od reakcije korisnika na njih, (Kilkki, 2008), (Rohrer & Boyd, 2004a). U



---

tom kontekstu kvalitet doživljaja konzumiranim sadržajem, kao osnova za reakciju korisnika, predstavlja važan faktor koji utiče na efikasnost plasiranja.

Analiza efikasnosti Internet video oglašavanja se uglavnom posmatra sa stanovišta broja isporučenih oglasa i realizovane aktivnosti korisnika na plasirani sadržaj (Krishnan & Sitaraman, 2013). Kvalitet doživljaja kao važan faktor efikasnosti Internet video oglašavanja nije dovoljno ispitan.

Zbog toga je u disertaciji analiziran linearni In-stream sistem video oglašavanja sa stanovišta poboljšanja QoE. Koncept linearnog In-stream video oglasa podrazumijeva ubacivanje reklamnog materijala u osnovni video koji korisnik posmatra. Pri tome se ubačenim sadržajem direktno utiče na pažnju korisnika i kontinuitet konzumacije video sadržaja, pa je zato potrebno analizirati uticaj plasiranog video oglasa na QoE. Postizanjem maksimalnog mogućeg kvaliteta doživljaja korisnik duže konzumira oglasni sadržaj pa se tako ostvaruju pretpostavke za poboljšanje efikasnosti servisa i povećanje prihoda od oglašavanja. Na QoE utiče više elementata, počevši od procesa pripreme video materijala pa sve do prikaza na klijentskom uređaju. U literaturi se to definiše kao uticaji sistema s kraja na kraj, što ukazuje na kompleksnost problema analize i modelovanja QoE (Heger & Schlesinger, 2010).

Osnovni cilj istraživanja u ovoj disertaciji je pronalaženje odgovarajućeg modela za procjenu QoE u sistemu linearnog In-stream video oglašavanja. Model se bazira na upotrebi subjektivnih i objektivnih metoda za procjenu kvaliteta videa, u cilju određivanja formata i karakteristika oglasa kojim se postiže što je moguće veći efekat na posmatrača.

Analogno konceptu koji koristi televizija i radio, u literaturi se sve intenzivnije razmatra vrijeme trajanja prikaza oglasa kao element obračuna cijene i kod Internet video oglašavanja (Goldstein, McAfee, & Suri, 2011). Prema tome vrijeme trajanja video oglasnog može predstavljati značajan poslovni resurs, te je oglas potrebno adekvatno modelovati i plasirati na najefikasniji način. Zato je važno analizirati efekat koji oglas ima na korisnika sa stanovišta dužine trajanja i pozicije oglasa u odnosu na osnovni video.

U okviru disertacije predložena je metodologija koja omogućuje modelovanje i dizajniranje Internet video oglasa sa stanovišta postizanja optimalnog kvaliteta

---

doživljaja korisnika. Prethodna istraživanja ukazuju na značaj analize odnosa ubačenog video oglasa i osnovnog videa (Mei & Hua, 2010), pa je i to jedan od predmeta istraživanja disertacije. Narušavanje kontinuiteta konzumacije osnovnog videa ubacivanjem video oglasa i uticaj na nivo pažnje korisnika usmjerene na sadržaj koji posmatra direktno utiče na QoE korisnika (Saito & Murayama, 2010).

Metodologija određivanja QoE obuhvata subjektivne i objektivne metode ocenjivanja kvaliteta videa uz upotrebu različitih metrika i načina reprezentacije video sadržaja, ali i sveobuhvatnu analizu mjerenih parametara. Ukoliko se kvalitet doživljaja posmatra sa stanovišta uticaja nivoa kvaliteta plasiranog video sadržaja koriste se subjektivne i objektivne metode procjene kvaliteta. S druge strane, ukoliko se subjektivni doživljaj korisnika tokom konzumiranja video sadržaja posmatra u kompleksnom okruženju gdje značajnu ulogu osim tehničkih karakteristika videa imaju vrsta aplikacije, kontekst sadržaja i poslovni koncept, tada je subjektivna procjena kvaliteta doživljaja jedina relevantna mjera kvaliteta. Ovaj pristup predstavlja osnovu za eksperimentalni dio istraživanja u disertaciji. U okviru istraživanja su upotrebom subjektivnih i objektivnih metoda ocenjivanja QoE, analizirani uticaji različitih formata linearnih In-stream video oglasa na doživljaj korisnika.

Najvažniji parametri čiji je uticaj na QoE ispitan su format i trajanje ubačenog oglasa u osnovni video. Osim toga, ispitan je i uticaj tehničkih karakteristika plasiranog video sadržaja (rezolucije i broja frejmova u sekundi) na QoE. Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja je provedena analiza procjene kvaliteta doživljaja linearnog In-stream video oglasa sa stanovišta optimalnog QoE i dati su prijedlozi za dalja unapređenja i poboljšanja QoE.

## **1.1 Predmet i ciljevi istraživanja**

Predmet istraživanja ovog rada je analiza plasiranja i procjena kvaliteta doživljaja linearnih Internet video sadržaja, pri čemu je kao oblast primjene posmatrano linearno In-stream video oglašavanje. U okviru toga je urađeno:

- Analiza postojećih modela i arhitektura sistema online video oglašavanja.

---

Kompleksnost sistema za plasiranje online video sadržaja zahtjeva detaljnu analizu komponenti sistema. U okviru disertacije su detaljno istraženi metodi i arhitekture sistema online video distribucije sa posebnim osvrtom na linearno In-stream oglašavanje.

- Značaj definisanja QoE u sistemima online video oglašavanja.  
Nivo kvaliteta doživljaja korisnika zavisi od plasiranog sadržaja, performansi mreže, korisničkih uređaja, aplikacije, očekivanja i ciljeva korisnika, te kontekstom servisa ili aplikacije. U disertaciji su analizirane tehnike procjene QoE, sa posebnim akcentom na linearne Internet video sadržaje. Kao primjer je posmatrano Internet video oglašavanje.
- Efikasnost linearnog In-stream video oglašavanja sa aspekta QoE korisnika.  
Zbog toga što se In-stream video oglasom utiče na pažnju korisnika i kontinuitet konzumacije osnovnog video sadržaja, potrebno je analizirati njegov uticaj sa stanovišta QoE. U okviru disertacije je istražen odnos ubačenog i osnovnog videa, odnosno uticaj formata video oglasa, i uticaj dužine trajanja oglasa na kvalitet doživljaja korisnika. Uticaj tranzicije, prelaska sa konzumacije jednog na drugi sadržaj je takođe analiziran u kontekstu poboljšanja QoE.
- Analiza uticaja parametara kvaliteta videa na QoE korisnika.  
Međunarodno tijelo koje se bavi standardizacijom Internet video oglašavanja (*Interactive Advertising Bureau-IAB*) je osim za formate video oglasa dalo preporuke i za tehničke karakteristike In-stream video oglasa. Zbog toga je predmet istraživanja u disertaciji uticaj rezolucije i broja frejmova u sekundi videa na kvalitet doživljaja korisnika za aplikaciju Internet video oglašavanja.
- Mogućnost modelovanja QoE linearnih In-stream video oglasa primjenom metoda procjene kvaliteta doživljaja.  
S obzirom da QoE zavisi od više faktora, u okviru disertacije je istražena mogućnost modelovanja linearnih In-stream video oglasa primjenom metoda procjene kvaliteta doživljaja. Analizirana je mogućnost kreiranja oglasa koji obezbjeđuju što je moguće veći kvalitet doživljaja, pri čemu se vodi računa o poslovnim ciljevima oglasne kampanje.

---

U skladu sa problemom i predmetom istraživanja utvrđeni su odgovarajući ciljevi, a to su:

- Identifikovanje osnovnih funkcionalnih karakteristika sistema Internet video oglašavanja koje su značajne za efikasnu realizaciju sistema,
- Utvrđivanje metodologije za procjenu efikasnosti linearnog In-stream video oglašavanja,
- Identifikovanje optimalnih vrijednosti karakteristika plasiranog video sadržaja u cilju povećanja QoE korisnika,
- Prijedlog modela za procjenu QoE In-stream video oglasa i ocjenu efikasnosti plasiranog reklamnog sadržaja,
- Prijedlog mjera za povećanje efikasnosti In-stream video oglasa sa stanovišta QoE.

## **1.2 Polazne hipoteze**

Na osnovu predmeta istraživanja i postavljenog cilja istraživanja definisane su sledeće hipoteze koje su u radu ispitane:

- H1. Postojeće arhitekture sistema za onlajn video oglašavanje se mogu analizirati sa stanovišta QoE korisnika,
- H2. QoE korisnika i kontinuitet pažnje usmerene na plasirani sadržaj zavisi od formata i dužine trajanja video oglasa,
- H3. Tehničke karakteristike In-stream video oglasa različito utiču na percepciju i QoE korisnika,
- H4. Moguće je napraviti model za procenu QoE „in-stream” video oglasa,

---

### 1.3 Struktura i organizacija disertacije

Procjena kvaliteta doživljaja predstavlja važan i aktuelan problem istraživanja u plasiranju linearnih Internet video sadržaja. U uvodnom poglavlju je predstavljen problem, predmet i ciljevi istraživanja. Uvod sadrži kratak pregled organizacije disertacije, kao i ostvarene naučne doprinose.

U drugom poglavlju opisane su osnovne karakteristike Internet video sadržaja, uveden pojam kvaliteta doživljaja i ukazano je na njegov značaj. Analizirana je arhitektura sistema za plasiranje videa putem Interneta i oblasti primjene. U ovom poglavlju je detaljno analizirano linearno In-stream video oglašavanje kao tipičan primjer sistema koji se bazira na plasiranju Internet video sadržaja. Principi i standardi In-stream video oglašavanja su takođe detaljno opisani. Analizirana je arhitektura sistema, kao i savremena metodologija plasiranja i prezentacije Internet video oglasa. Posebna pažnja je posvećena analizi formata i tehničkih karakteristika linearnih In-stream video oglasa zbog njihovog značaja za procjenu kvaliteta doživljaja.

U trećem poglavlju je opisana analiza kvaliteta doživljaja. Predstavljani su osnovni principi procjene kvaliteta doživljaja, uz objašnjenje osnovnih karakteristika ljudskog vizuelnog sistema, vizuelne percepcije i uticaja karakteristika videa na kvalitet doživljaja. U ovom poglavlju je analiziran kvalitet doživljaja u funkciji mjere kvaliteta plasiranog servisa. Opisan je značaj analize vremenskog aspekta konzumacije linearnih Internet video sadržaja. Analizirani su uticaji vremena čekanja na kvalitet doživljaja konzumiranim sadržajem. Na osnovu analize QoS i QoE parametara ukazano je na neophodnost određivanja kvaliteta doživljaja u sistemima za plasiranje videa putem Interneta. U cilju predstavljanja metoda koji se koriste u eksperimentalnom dijelu istraživanja, opisano je subjektivno i objektivno procjenjivanje kvaliteta doživljaja.

Efikasnost plasiranja linearnih Internet video oglasa je analizirana u četvrtom poglavlju. Identifikvani su osnovni faktori koji utiču na efikasnost plasiranja. Ukazano je na značaj određivanja kvaliteta doživljaja u cilju analize i poboljšanja efikasnosti oglašavanja.

---

U petom poglavlju je predložena metodologija modelovanja linearnih Internet video oglasa sa stanovišta QoE analize. Takođe je dat opšti pregled i klasifikacija faktora koji utiču na QoE. Detaljna analiza faktora koji utiču na kvalitet doživljaja osnovnog videa i plasiranih oglasa je takođe opisana u ovoj glavi. Identifikovane su metrike koje se koriste za procjenu kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa. Na osnovu toga je predložen model za procjenu kvaliteta doživljaja baziran na analizi efekata formata i tehničkih karakteristika video oglasa.

Studija slučaja je predstavljena u šestom poglavlju. Eksperimentalni dio istraživanja se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu je analizirana reakcija korisnika na linearne video oglase upotrebom subjektivnih QoE metoda. Ispitan je uticaj formata i dužine trajanja video oglasa, kao i uticaj načina tranzicije između video oglasa i osnovnog videa na kvalitet doživljaja korisnika. U drugom dijelu je ispitivana mogućnost primjene objektivnih metoda procjene kvaliteta i mogućnost mapiranja dobijenih SSIM (*Structural SIMilarity*) vrijednosti u subjektivne MOS (*Mean opinion score*) vrijednosti ukoliko se procjena kvaliteta obavlja u okviru konkretne aplikacije, u ovom slučaju Internet video oglašavanja. Dobijeni rezultati doprinose poboljšanju procjene kvaliteta doživljaja zasnovane na primjeni predloženog modelu.

U sedmom poglavlju su dati zaključci, doprinosi i prijedlozi pravaca budućih istraživanja. Na kraju je dat pregled korišćene literature.

## **1.4 Doprinosi doktorske disertacije**

Osnovni problem istraživanja disertacije je modelovanje kvaliteta doživljaja linearnih Internet video sadržaja, pri čemu je posmatrana konkretna oblast primjene u linearnom In-stream video oglašavanju. S obzirom na predmete i ciljeve istraživanja, te polazne hipoteze disertacijom je ostvareno više doprinosa. Neki od rezultata su prezentovani u publikacijama od međunarodnog i nacionalnog značaja, od čega se posebno izdvaja rad objavljen u časopisu međunarodnog značaja sa impact faktorom (Ljubojević, Vasković, & Starčević, 2013).

---

Svi učesnici u plasiranju online video sadržaja su zainteresovani za poboljšanje efikasnosti sistema. Potvrđeno je da je jedan od najvažnijih faktora efikasnosti upravo kvalitet doživljaja i da postoji potreba za njegovom procjenom. Predložen je način kako se arhitekture sistema online video oglašavanja mogu analizirati sa stanovišta optimizacije kvaliteta doživljaja.

U okviru disertacije je predložena metodologija za procjenu kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa. U skladu sa njom je dat model za dizajniranje oglasa koji omogućuju optimalan odnos između kvaliteta doživljaja korisnika i plasiranja oglasa u cilju što efikasnije oglasne kampanje.

Prema dosadašnjim saznanjima i pregledom literature, nije uočeno da se QoE metode koriste za analizu efikasnosti Internet video oglasa na način predstavljen u disertaciji. Zbog toga su u disertaciji identifikovani činioci koji utiču na efikasnost oglašavanja i posmatrani na koji način mogu uticati na kvalitet doživljaja korisnika linearnim Internet video sadržajima

Vremenski aspekt plasiranja linearnih Internet video sadržaja je značajan za percepciju i kvalitet doživljaja korisnika. U disertaciji je pokazano kako kvalitet doživljaja korisnika i kontinuitet pažnje usmjerene konzumirani sadržaj zavisi od formata i dužine trajanja plasiranih video oglasa. Linearni In-stream video oglasi narušavaju kontinuitet konzumacije osnovnog video sadržaja, ali se pažljivim modelovanjem oglasa može postići optimalan odnos nivoa QoE i efikasnosti oglasne kampanje.

Tehničke karakteristike video sadržaja različito utiču na percepciju i kvalitet doživljaja korisnika. U okviru istraživanja ispitan je uticaj rezolucije i broja frejmova na kvalitet doživljaja kada se video sadržaj plasira u okviru konkretne aplikacije kao što je Internet video oglašavanje. Pokazano je da se principi mapiranja objektivnih u subjektivne metrike za procjenu kvaliteta doživljaja mogu primijeniti i u analizi QoE linearnog Internet video oglašavanja. Pokazano je da promjena karakteristika različito utiče na percepciju korisnika i da se dobijeni rezultati mogu koristiti u okviru predloženog modela za procjenu kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa.

---

## 2. Plasiranje videa putem Interneta

Razvoj digitalnih video tehnologija, uključujući hardverska i softverska rješenja, i aktivnosti vezane za standardizaciju daju osnovu za realizaciju velikog broja novih aplikacija baziranih na digitalnom videu. Oblasti primjene digitalnog videa se svakim danom proširuju, a neke od njih su: video konferencijski sistemi, video telefonija, digitalna televizija, internet video, edukativni video sadržaji, video u medicini, video oglašavanje i slično. Ubrzani tehnološki razvoj omogućuje širok izbor metoda za prikupljanje, obradu, prenos, prikaz i čuvanje digitalnih video sadržaja. Važan element komunikacije i interakcije predstavlja mogućnost razmjene video signala između različitih video platformi i aplikacija.

### 2.1 Osnovne karakteristike videa

Kvalitet video signala, a time i kvalitet doživljaja korisnika plasiranim video sadržajem, zavisi od promjene vrijednosti osnovnih parametara videa. Na kvalitet videa utiču mnogi faktori, koji na različite načine utiču na karakteristike videa. Autori u (Simpson, 2008) su dali pregled osnovnih karakteristika i naveli nekoliko najznačajnijih tipova video signala. Istaknute su osnovne karakteristike video signala kao što su piksel, jačina osvjetljenosti ili luminansa (*luminance*), izraženost boje (*chroma*) i skeniranje (*scanning*). S obzirom na funkcionalne i tehnološke zahtjeve video signali se mogu koristiti na više načina te se stoga može izdvojiti više tipova video signala. Neki od njih su:

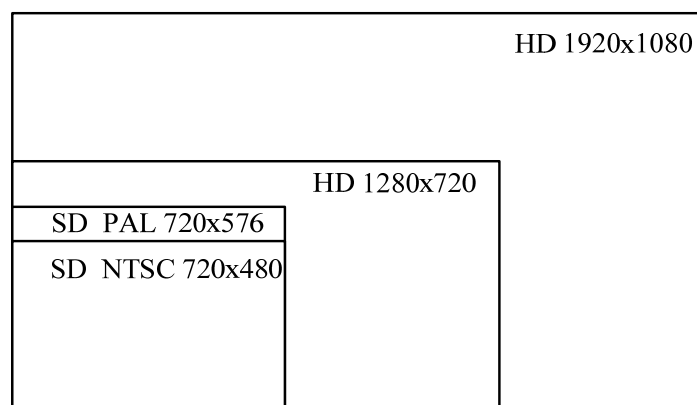
- Kompozitni video. Kompozitni signal sadrži sve komponente potrebne za prikaz videa u oblasti televizijskih sistema. Postoji nekoliko različitih kompozitnih video standarda: NTSC (*National Television System Committee*), PAL (*Phase*



---

*Alternation Line*) i SECAM (*Sequential Couleur á Memorie*). Sistem koji se najviše primjenjuje u Evropi je PAL sistem. Upotrebljava se 625 linija, od kojih je 576 za prikaz slike a ostale za informacije o slici, te koristi frekvenciju osvježavanja 50Hz.

- S-video. Signal je sličan kompozitnom video signalu, s tom razlikom da se informacije o osvijetljenosti i boji prenose posebnim provodnicima. Zbog toga S-video konektor ima četiri pina.
- Komponentni analogni video. Signali koji predstavljaju boje se zasebno prenose pa je procesiranje ovog tipa video signala brže. Koriste se dvije vrste komponentnog video signala. Prva vrsta je RGB komponentni video, gdje svaki provodnik prenosi jednu od tri komponente crvenu, zelenu i plavu. Druga vrsta je YUV ili YP<sub>B</sub>P<sub>R</sub> komponentni video. Tada se koriste tri provodnika i to: jedan za signal luminanse (Y), a druga dva za signale koji predstavljaju plavu i crvenu boju (U i V, odnosno P<sub>B</sub> i P<sub>R</sub>). Osim prenosa prethodno opisanih komponenti video signala neophodno je prenositi i dodatni signal koji obezbjeđuje sinhronizaciju.
- Video visoke definicije (*High definition video-HD video*). HD signal omogućuje prikaz više detalja i koristi veći broj piksela nego standardni video (*SD video*). Ilustracija međusobnog odnosa SD i HD formata je data na Slici 2.1.



Slika 2.1: Međusobni odnos SD i HD formata videa, (Simpson, 2008).

---

SD video upotrebljava formata slike 4:3, dok HD video koristi format slike 16:9. Koriste se tehnika skeniranja sa preplitanjem (*interlaced scanning*) ili progresivna tehnika (*progressive scanning*).

- Serijski digitalni video. Ovaj interfejs se obično naziva SDI (Serial Digital Interface) i uglavnom sadrži jedan, komponentni digitalni video signal. Može se prilagoditi PAL i NTSC signalima, a s obzirom da je riječ o komponentnom signalu obično se prenosi pomoću tri komponente: luminantna (Y) i dva signala boje u digitalnoj formi ( $C_B$  i  $C_R$ ).
- Internet video. Za razliku od prethodno navedenih tradicionalnih video signala ovaj tip se prenosi putem Interneta. Zbog toga zahtijeva primjenu odgovarajućih tehnika kompresije, koje omogućuju prenos sa manjim propusnim opsegom uz traženi kvalitet, i dodatne obrade za efikasan prikaz krajnjem korisniku. Karakteristike video signala i uticaj paketskog prenosa informacija putem Interneta utiču na kvalitet video sadržaja koji se plasira korisniku, što predstavlja jedan od ciljeva ovog istraživanja.

Postoji više različitih tipova vizuelnih medija koje korisnik konzumira, a razlikuju se prema načinu percepcije, metodologiji prezentacije, prenosu, sadržaju i drugo. Sa stanovišta multimedijalnih komunikacionih tehnologija vizuelni mediji obuhvataju tekst, mirne slike (*image*) i pokretne slike (*video*). Predstavljanje vizuelnih medija je raznoliko, te standardizacija predstavlja jedan od najvažnijih zadataka. Neki od primjera su da se tekstualne informacije predstavljaju ASCII kodom (*Američki kod za razmjenu informacija- American Standard Code for Information Interchange/ASCII*), mirne slike JPEG formatom (*Grupa eksperata za fotografiju -Joint Photographic Expert Group/JPEG*), a video veoma često u obliku MPEG formata (*Moving Picture Experts Group/MPEG*). MPEG algoritam je uveo novi način kodiranja vremenske koherencije. Bazira se na tome da jedan okvir može pored referenci na prethodne okvire posmatrane sekvence sadržavati i reference za naredne okvire. Zbog toga se ovaj način kodiranja može nazvati „kodiranjem sa referenciranjem prošlosti i budućnosti“. MPEG grupa je u cilju povećanja fleksibilnosti koja je neophodna za funkcionisanje šireg spektra multimedijalnih aplikacija osim kompresije MPEG-1 i MPEG-2 razvila i MPEG-4

---

standard. Jedna od važnijih aplikacija je prenos videa putem Interneta, uživo ili kao odloženo emitovanje (Starčević & Štavljanin, 2013).

Paketski prenos podataka koji je dominantan u savremenim komunikacijama je osnova za transport i plasiranje integrisanih servisa, gdje se prenose glas, podaci i video upotrebom zajedničkih resursa. Važna karakteristika video signala je da se njegovi parametri mogu prilagoditi resursima komunikacionog sistema baziranog na paketskom prenosu. Osnovni razlog je to da slike sadrže oblasti sa više ili manje detalja, intervale sa različitom brzinom pomjeraja, te stoga video kanali mogu dati podatke sa promjenljivim bitskim protokom. Osim toga, moguće je da se upotrebom bafer memorije, gdje se skladište podaci koji se koriste tokom obrade i prenosa informacija, ostvari kompenzacija različitih brzina izvršavanja operacija između različitih uređaja.

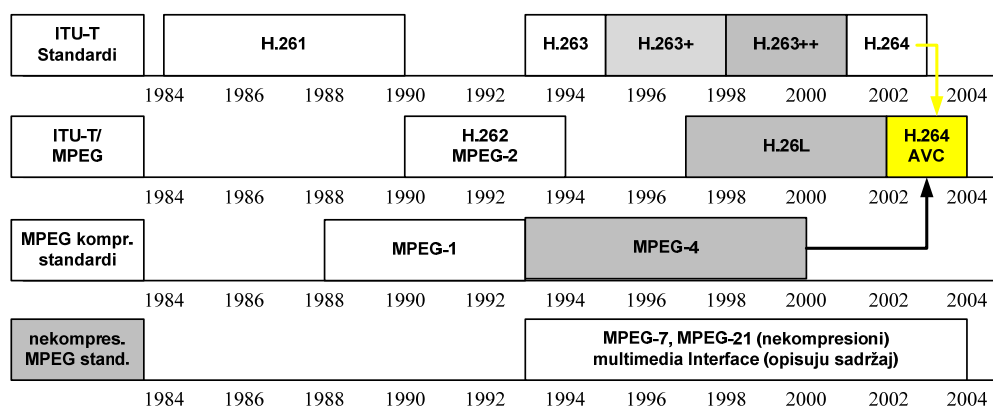
Da bi se omogućio jednostavan prenos, skladištenje ili obrada neophodno je digitalizovati informacije. Kada je riječ o slici, odnosno videu, potrebno je digitalizaciju analizirati imajući u vidu osobine ljudskog vizuelnog sistema. Proces uzorkovanja i kvantizacije su neophodni koraci u digitalizaciji slike. Proces kvantizacije trajno unosi grešku u video signal, pri čemu ona zavisi od broja nivoa kvantovanja. Kvantizacijom se degradira kalitet vizuelnih podataka te se u cilju analize njihove vjernosti koriste različiti parametri za procjenu kvaliteta. Često korišteni parametri su odnos signal-šum i srednja kvadratna greška.

Procjena kvaliteta videa i kvaliteta doživljaja korisnika plasiranim video sadržajem je takođe dio ovog istraživanja. Da bi se uskladili suprotni zahtjevi korisnika, koje karakteriše visok kalitet vizuelne informacije, i tehnički aspekti multimedijalnih komunikacija, gdje pogotovo postoje ograničenja u prenosu informacija, značajna je uloga procesa standardizacije. Upotreba multimedijalnih kodnih standarda i algoritama imaju za cilj da se obezbijedi zatijevani kalitet servisa od strane korisnika. Jedna od važnijih mjera kvaliteta servisa je i perceptualni kalitet doživljaja korisnika. Na kalitet doživljaja korisnika konzumiranim video sadržajem direktno utiču efekti izabranog metoda kompresije video signala. Prema tome kompresija video signala je važan činoc kvaliteta servisa kako sa stanovišta provajdera, tako i sa stanovišta

korisnika. Dvije organizacije koje su nosioci standardizacije u oblasti kompresije video signala su :

- Međunarodna unija za telekomunikacije –telekomunikacioni sector (*International Telecommunication Union -Telecommunication Sector -ITU-T*) u okviru koje djeluje Ekspertska grupa za video kodovanje (*Video Coding Expert Group-VCEG*)
- Međunarodna organizacija za standardizaciju / Međunarodni elektrotehnički komitet (*International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission -ISO/IEC*) u okviru koje djeluje grupa MPEG (Bojković & Martinović, 2011).

Standardi za kompresiju video signala se neprestano razvijaju i predstavljaju osnovu za poboljšanje aplikacija i servisa koji plasiraju video sadržaj. Pregled razvoja standarda za kompresiju video signala je ilustrovan na Slici 2.2.



Slika 2.2: Pregled razvoja standarda za kompresiju video signala (Bojković & Martinović, 2011).

## 2.2 Internet video

U kontekstu intenzivnog razvoja informaciono-komunikacionih tehnologija, penetracije brzog Interneta i trendova razvoja Internet baziranih servisa, Internet video

---

je fenomen koji omogućuje plasiranje video sadržaja korisnicima bez obzira na vrijeme i prostor u kojem se nalaze. Tehnologije mobilnih komunikacija, savremeni mobilni uređaji i razvoj standarda u cilju podrške sveobuhvatnom plasiranju videa neprestano proširuju mogućnosti plasiranja video sadržaja. Korisnici, odnosno, konzumenti Internet video sadržaja su prihvatili jednostavnost upotrebe, fleksibilnost i raznolikost sadržaja dok pružaoci servisa (servis provideri) koriste mogućnosti za raznovrsno plasiranje i naplatu video sadržaja. Jedan od osnovnih preduslova za kvalitetno plasiranje servisa je propusni opseg, tako da se proliferacijom širokopojasnog pristupa Internetu neprestano povećava kvalitet i obim plasiranog Internet video sadržaja.

Ključne karakteristike Internet videa su trenutni pristup sadržajima, visok kvalitet video sadržaja, odsustvo izražene distorzije signala i kontinualno pregledanje videa bez izraženih zastoja i vremena čekanja. Svaka od ovih karakteristika se egzaktno izražava odgovarajućim metrikama u cilju monitoringa, pružanja potrebnog kvaliteta servisa i obezbjeđivanja zadovoljstva korisnika plasiranim servisom.

Osnovne karakteristike Internet videa sa stanovišta uticaja na zadovoljstvo korisnika su:

- Kašnjenje u prikazu video sadržaja. To kašnjenje može biti različito. Ono se manifestuje kao vrijeme koje korisnik čeka na konzumiranje sadržaja. Kašnjenje takođe može biti inicijalno, odnosno predstavlja vrijeme koje protekne između trenutka kada korisnik pritisne taster „play“ i trenutka kada počinje prikaz videa na displeju. Treći vid kašnjenja u prikazu videa može biti izražen kao vremenski ograničen prekid ili zastoj toka konzumacije videa.
- Video artefakti. Kod video straming-a se gubitak paketa ili kašnjenje može manifestovati kao distorzija ili pikselacija u prikazanom videu (Maa, Bartos, & Bhatia, 2011).

Da bi se ostvarilo što manje vrijeme čekanja i minimizirali artefakti neophodno je poboljšati tehničke karakteristike i mogućnosti komunikacione mreže za efikasniju isporuku video sadržaja. Veći protok podataka pruža bržu inicijalizaciju video bafera, a takođe je neophodno da minimalni protok bude veći od brzine prikaza videa da bi se onemogućila pojava artefakata u videu.

---

Video sadržaji koji se plasiraju putem Interneta se najčešće dijele na video u realnom vremenu i video koji se ne prikazuje u realnom vremenu. Real time video sadržaji se prenose uživo u trenutku kreiranja, i zbog toga što nema baferovanja sadržaja na serveru zahtjevi za kvalitetan prenos videa po pitanju kašnjenja su strožiji. S druge strane, video koji se ne prenosi u realnom vremenu je prethodno snimljen i arhiviran. U ovom slučaju se obrada videa može realizovati prije isporuke i prikaza korisniku, dok u slučaju prikaza u realnom vremenu sva predobrada videa koji se prikazuje mora biti takođe u realnom vremenu. Osim ova dva tipa video sadržaja postoji i hibridna verzija prenosa koja kombinuje prethodne dvije i koji se naziva near-real-time video prikaz. U tom slučaju video stream koji se prenosi uživo se djelimično baferuje, a zatim se redistribuira baferovana kopija.

### **2.3 Kvalitet doživljaja**

Video streaming predstavlja jednu od najbrže rastućih aplikacija koje dominantno zauzimaju najveći udio u realizovanom Internet sobračaju. Zbog toga se intenzivno proučavaju mogućnosti poboljšanja QoE u aplikacijama koje koriste video streaming. Jedno od ključnih pitanja je kako efikasno procijeniti QoE streaming servisa sa aspekta korisnika koji konzumira isporučeni sadržaj ili servis. Streaming video koji se koristi za zabavu, informisanje ili komunikaciju je osjetljiv medij za prenos informacija. Postoji stalna potreba da korisnik bude zadovoljan konzumacijom sadržaja, ali i da plasirani servisi budu profitabilni. Zato je neophodno da se obezbijedi maksimalan mogući QoE u okolnostima gdje na njega utiču prenos, kompresija video sadržaja, tip sadržaja, korisnički uređaji i mnogi drugi faktori (Liao et al., 2013). Ovaj problem se uvećava kada se integrišu različiti servisi i poslovni koncepti što je jedan od trendova savremene Internet komunikacije i poslovanja.

Dobar primjer integracije je sistem online video oglašavanja, gdje se video oglasni sadržaj plasira korisnicima u okviru nekih drugih servisa ili sadržaja koje oni konzumiraju. U tom slučaju, činioци koji utiču na QoE bi se trebali utvrditi i analizirati

---

posebno za konzumirani video streaming sadržaj, a posebno za Internet video oglas koji je isporučen korisniku. Takođe uticaj integrisanog sadržaja na kvalitet doživljaja je poseban predmet izučavanja i modelovanja. Očigledno je da je problematika izučavanja kvaliteta doživljaja izuzetno kompleksna, pa je stoga neophodno jasno definisati osnovne pojmove, procese i aktivnosti koji se koriste u proučavanju QoE.

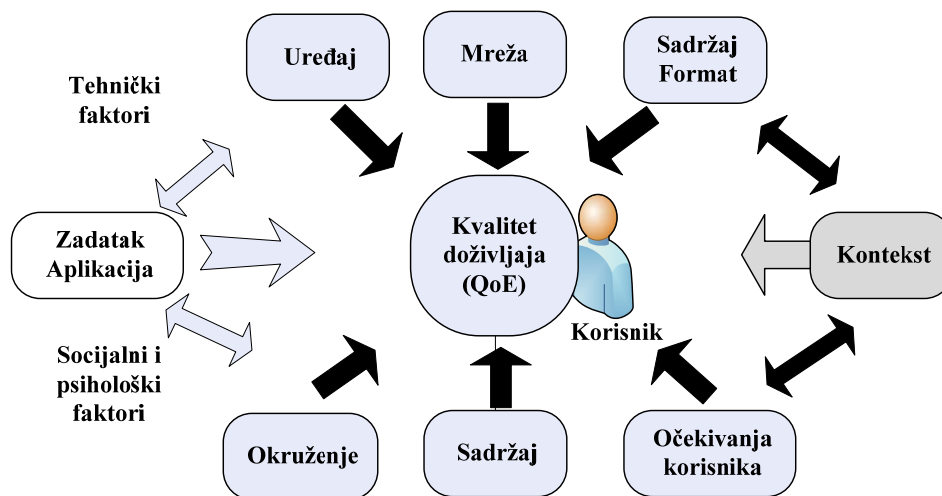
Za razliku od QoS koncepta koji je već dugo predmet istraživanja u oblasti informacionih tehnologija i koji je jasno definisan i detaljno proučen, može se kazati da precizna i sveopšte prihvaćena definicija kvaliteta doživljaja još uvijek ne postoji. Šira istraživačka zajednica kroz različite projekte i naučne radove istražuje aspekte QoE i definiše neophodne pretpostavke za njegovo poboljšanje.

Najčešće metrike koje se koriste za opisivanje kvaliteta doživljaja su uglavnom zasnovane na pojednostavljenim modelima dijelova ljudskog čulnog aparata ili izdvajanju osobina koje najviše utiču na kvalitet doživljaja sa stanovišta čulne percepcije čovjeka. Ova dva pristupa se kombinuju u cilju formiranja relevantne procjene QoE.

Istraživanja koja se bave QoE se razvijaju u više pravaca. Dobijeni rezultati trebaju identifikovati odgovarajući značaj pojedinačnih parametara QoE. Da bi se ispravno pristupilo modelovanju QoE definišu se nezavisne karakteristike pojedinačnih osobina.

Za razliku od parametara QoS na koji utiču tehničke karakteristike sistema, za QoE su osim tehničkih posebno važni i neki drugi aspekti kao što su subjektivna percepcija korisnika, potrebe i modeli ponašanja korisnika, adekvatnost sadržaja, kontekst i mogućnost upotrebe plasiranog sadržaja.

U skladu sa navedenim parametrima koji utiču na kvalitet doživljaja definišu se i odgovarajuće metrike kojima se opisuje i modeluje QoE u multimedijalnim aplikacijama. Ilustracija raznovrsnosti uticaja na QoE, tehničkih, socijalnih i psiholoških, ali i mogućih aspekata analize QoE je data na Slici 2.3 (Qualinet, 2013). Na osnovu prikazanih faktora uticaja očigledno je da procjena kvaliteta doživljaja predstavlja zadatak koji se treba posmatrati multidisciplinarno.



Slika 2.3: Ilustracija raznovrsnosti uticaja na QoE, (Qualinet, 2013)

Imajući u vidu da je koncept QoE nova oblast otvorena su brojna pitanja koja proučavaju razne istraživačke grupe i tijela. Pitanja kao što su načini primjene QoE, tehnički zahtjevi, načini evaluacije, metodologije procjene u multimedijalnim sistemima su zadaci kojima se bave istraživači i radne grupe kao što su:

- International Telecommunication Union–Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) (ITU-T, 2013),
- Video Quality Experts Group (VQEG) (VQEG, 2013),
- European Technical Committee for Speech, Transmission, Planning, and Quality of Service (ETSI STQ) (ETSI, 2013).

Trenutno je u oblasti istraživanja QoE najaktivnija VQEG grupa koja traga za najboljim modelom koji bi predložila i kandidovala za usvajanje kao ITU preporuke. Njihovo istraživanje obuhvata HDTV test plan, ali i 3DTV test plan u cilju definisanja metrika i modela za procjenu kvaliteta.

Da bi se precizno definisale karakteristike QoE i faktori koji utiču na QoE, neophodno je da se jasno definišu osnovni pojmovi QoE koncepta kao što su kvalitet i doživljaj. Za definisanje ovih pojmova i uspostavljanje osnovnih smjernica za istraživanja vezana za koncept QoE od velikog su značaja intezivne aktivnosti tijela osnovanog od strane Evropske komisije koje se zove European Network on Quality of



---

Experience in Multimedia Systems and Services-QUALINET. Jedan od ciljeva ovog tijela je publikovanje naučnih i stručnih radova, kao i dokumenata koji imaju za cilj da se definišu i standardizuju važni pojmovi iz ove oblasti. Proces definisanja koncepta kvaliteta doživljaja je dinamičan i uključuje širu istraživačku zajednicu. Dinamika i trenutni status procesa definisanja koncepta QoE je prikazan kroz više izvještaja istraživačkih grupa, kao što je (Diepold 2012).

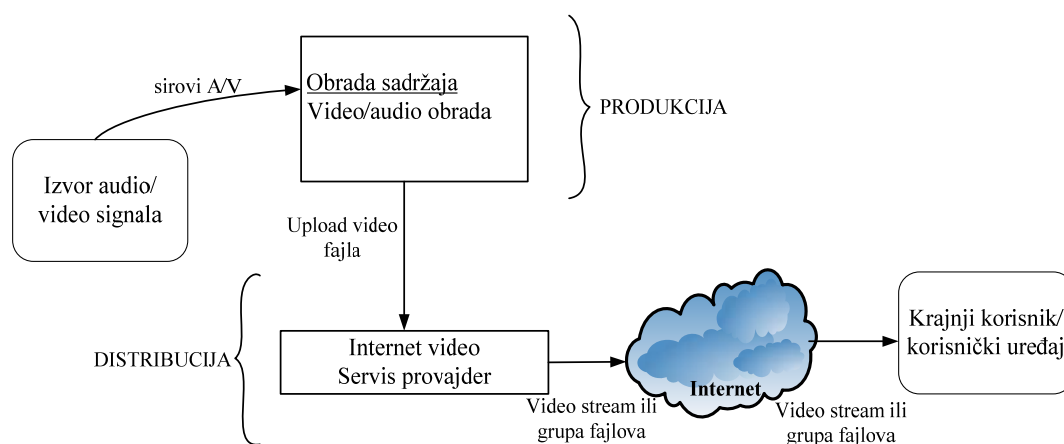
Autori u (Le Callet, Moller, & Perkis, 2012) prezentuju, a zatim u novijoj verziji dokumenta 1.2 (Le Callet et al., 2013) dopunjuju definicije osnovnih pojmova vezanih za kvalitet doživljaja korisnika. Oni u izvještaju definišu doživljaj kao individualan, pojedinačan niz percepcija, osjećaja kao posljedicu jednog ili više događaja. Jedan događaj predstavlja pojavu koja se može identifikovati i posmatrati, jasno je određena u prostoru i vremenu i opisana svojim karakteristikama. S druge strane kvalitet se definiše kao rezultat procesa odluke i poređenja sa drugim događajima koje donosi pojedinac, pri čemu te aktivnosti uključuje percepciju, odraz i shvatanja percepcije događaja i opis rezultata percepcije nekog događaja. Značajno je naglasiti to da ove definicije treba posmatrati i razumjeti sa stanovišta pojedinca, odnosno individue u okviru složenog koncepta QoE.

Prema tome, radna definicija pojma kvaliteta doživljaja (*Quality of Experience-QoE*) glasi: „Kvalitet doživljaja je stepen zadovoljstva ili neugodnosti korisnika sa nekom aplikacijom ili servisom. On je rezultat ispunjenja njegovih/njenih očekivanja u skladu sa nekom koristi i/ili zabavom pruženom tom aplikacijom ili servisom, pri čemu se sve posmatra u odnosu na ličnost i karakter korisnika, te njegovo trenutno stanje” (Le Callet et al., 2013). Važno je naglasiti da QoE snažno zavisi od sadržaja koji se plasira korisniku.

## **2.4 Sistemi za plasiranje videa putem Interneta**

Sistemi za plasiranje videa putem Interneta se poboljšavaju u skladu sa razvojem informaciono komunikacionih tehnologija i procesa standardizacije. Prvi i nezaobilazan

korak u analizi takvih sistema je objašnjenje funkcionalnosti mreže za plasiranje videa putem Interneta. Pojednostavljen dijagram mreže za plasiranje videa putem Interneta je predstavljen na Slici 2.4.



Slika 2.4: Opšti dijagram mreže za plasiranje videa putem Interneta (Simpson, 2008)

Opšti koncept plasiranja video sadržaja putem Interneta se sastoji od dva osnovna segmenta. Prvi segment je produkcija, a drugi je distribucija kreiranog video sadržaja. Segment produkcije obuhvata aktivnosti vezane za snimanje, digitalizaciju, obradu početnog, sirovog video materijala i kreiranje video fajlova, odnosno sadržaja koji će se dalje distribuirati. U okviru segmenta koji se zove distribucija izvršavaju se operacije koje su u funkciji plasiranja video sadržaja korisniku. Servis provajder omogućuje prenos video sadržaja korisniku koji ima klijentski uređaj sa pristupom Internetu, pri čemu tip videa i način prenosa zavisi od izabrane tehnologije za prenos i prikaz videa.

Svaki od prethodno opisanih segmenata mreže za plasiranje video sadržaja putem Interneta može se realizovati na različite načine koji zavisi od više činioca. Oblast primjene plasiranja video sadržaja i izabrani metod plasiranja videa najviše određuju dizajn i tehničke karakteristike mreže.

Tehnička rješenja koja su u funkciji plasiranja Internet video sadržaja treba da obezbijede univerzalno plasiranje kroz različite platforme. Osnova za to je upotreba zajedničkih i standardizovanih protokola komunikacije.

---

### 2.4.1 Osnovni metodi plasiranja videa putem Interneta

Postoji veliki broj različitih aplikacija koje se zasnivaju na plasiranju videa putem Interneta. Specifičnosti svake od njih su u najvećoj mjeri određene izabranim metodom za plasiranje videa putem Interneta. Metodi za plasiranje videa putem Interneta se mogu podijeliti u dvije osnovne kategorije i to: video streaming i preuzimanje video sadržaja.

Osnovna karakteristika metoda koji se zasniva na streamingu je isporuka video sadržaja na vrijeme. Glavna karakteristika takvog prenosa je nepouzdanost, a video se dijeli na frejmove koji se dalje paketski prenose. Isporuca na vrijeme koristi manji propusni opseg i manji stepen baferovanja na strani korisnika. Nepouzdan prenos zasnovan na isporuci frejmova dozvoljava izvjestan nivo degradacije u prenosu. Princip „graceful degradation“ favorizuje degradaciju kvaliteta videa umjesto kašnjenja ili gubitka frejmova. Početak prikaza streaming aplikacije može biti u trenutku prijema prvog frejma, iako koriste manji bafer čija funkcije je uglavnom u cilju izbjegavanja varijacije kašnjenja prenosa. Internet video streaming aplikacije obično koriste RTSP protokol (*Real-Time Streaming Protocol*) i RTP protokol (*Real-Time Transport Protocol*).

RTP protokol se koristi za prenos podataka u realnom vremenu i paketizaciju stream-ova medija. Da bi se minimiziralo kašnjenje prilikom slanja videa i audia kroz nepouz dane kanale koristi se RTP protokol (Bojković & Martinović, 2011).

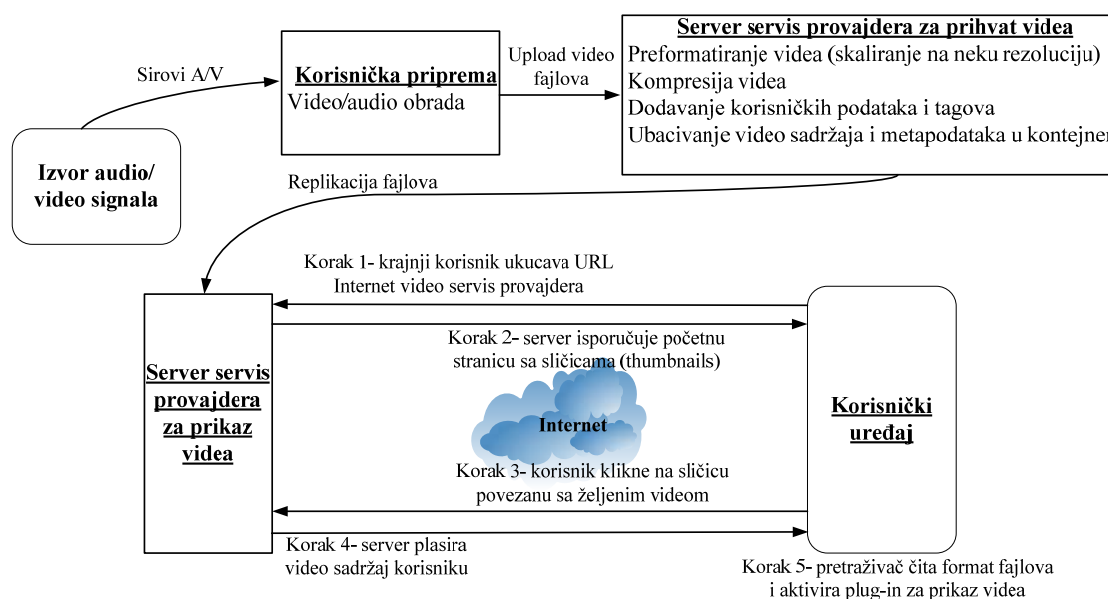
Metod preuzimanja sadržaja se može posmatrati kao direktni i progresivni download. Direktni download podrazumijeva da se početak pregleda video sadržaja izvršava tek nakon što je preuzet kompletan fajl sa video sadržajem. Osnovne karakteristike su pouzdanost prenosa, garancija cjelovitosti video sadržaja i obezbjeđenje maksimalnog mogućeg kvaliteta videa. Ove dobre karakteristike se realizuju na račun kašnjenja u prikazu uzrokovanog time što je potrebno sačekati da se završi preuzimanje kompletnog fajla da bi se otpočelo sa njegovim prikazom. Da bi se uticaj ovog kašnjenja umanjio uveden je metod progresivnog download-a. Taj metod omogućuje početak prikaza videa prije nego što se preuzme kompletan fajl sa video sadržajem. Razdvajanje funkcionalnosti vezanih za mrežne aspekte koji utiču na

preuzimanje video sadržaja i funkcionalnosti prikaza video sadržaja omogućuje efikasnije upravljanje brzinama preuzimanja fajlova i realizaciju različitih šema progresivnog download-a. Metod progresivnog download-a je sličan video streaming metodu, sa razlikom što ga karakterišu veći segmenti koji se prenose jedan za drugim i upotreba HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) protokola.

## 2.4.2 Arhitektura sistema za plasiranje videa putem Interneta

Aplikacije bazirane na video streamingu, ali i neke druge web bazirane aplikacije koje koriste mreže za plasiranje sadržaja imaju sličnu arhitekturu. Video sadržaj koji se nalazi na serveru dostupnom putem Interneta se isporučuje klijentima na njihov korisnički uređaj, gdje se prikazuje upotrebom odgovarajućih softverskih aplikacija.

Osnovu arhitekture čini mreža za isporuku sadržaja (*Content delivery network-CDN*). CDN mreža treba da obezbijedi tehničku podršku za plasiranje video sadržaja, pogotovo kada je riječ o veoma posjećenim web sajtovima. Složenost plasiranja Internet video sadržaja je ilustrovana na Slici 2.5.



Slika 2.5: Arhitektura mreže za plasiranje Internet video sadržaja (Simpson, 2008)

---

Na slici su detaljno ilustrovane funkcionalnosti segmenata produkcije i plasiranja video sadržaja. Plasiranje video sadržaja se realizuje u nekoliko faza. Nakon produkcije video sadržaja video fajlovi se prosljeđuju serveru za prihvatanje video sadržaja na strani servis provajdera gdje se izvršava veći broj operacija. Skaliranje video sadržaja na željenu veličinu omogućuje usklađivanje različitih video segmenata na osnovu zadatih parametara rezolucije od strane provajdera. Kompresija video sadržaja upotrebom preporučenih kodeka omogućuje efikasno plasiranje videa krajnjem korisniku sa što manje gubitaka. Dodavanje korisničkih podataka i tagova, te ubacivanje sadržaja u kontejner su zadaci koji se takođe izvršavaju u ovom serveru. Nakon toga, dobijeni sadržaj se prosljeđuje serveru za prikaz video sadržaja. Taj server je glavni učesnik u intenzivnoj komunikaciji sa uređajem krajnjeg korisnika tokom procesa plasiranja video sadržaja.

Komunikacija između korisnika i servera za plasiranje videa se realizuje u nekoliko faza. Nakon unošenja podataka o URL (*Uniform Resource Locator*) stranice u pretraživač korisnika, dobija se tražena stranica sa linkovima, odnosno sličicama (*thumbnails*) koje omogućuju dalje pretraživanje sadržaja. Poslije izbora željenog video sadržaja od strane korisnika klikom na neki od linkova, server servis provajdera za plasiranje video sadržaja plasira željeni sadržaj korisniku. Pretraživač krajnjeg korisnika čita format video fajla i prikazuje video u prozoru video plejera.

Uočava se kompleksna interakcija između većeg broja entiteta mreže za plasiranje video sadržaja, a da bi bila što efikasnija mora je pratiti odgovarajuća standardizacija. Standardizacija protokola, sadržaja i servisa je osnova za univerzalnu multimedijalnu komunikaciju između entiteta.

Veliki broj servisa za plasiranje video sadržaja koristi progresivni download da bi izbjegao uticaj uređaja za zaštitu računarskih mreža kao što je firewall (*firewall*). Jedan od razloga je što firewall može da blokira veliki broj RTP/UDP (*Real-time transport protocol /User Datagram Protocol*) paketa da bi se zaštitila komunikacija od unošenja paketa sa virusima ili drugim malicioznim kodom. S druge strane fajlovi koji se koriste u okviru metoda progresivnog download-a su slični fajlovima koji se plasiraju

---

upotrebom HTTP protokola. Zbog toga je takve fajlove moguće plasirati koristeći bilo koji standardni web server.

U tom slučaju da bi se realizovao kontinualan prikaz video sadržaja, svaki pojedinačni fajl se preuzima prije prikaza, a da bi se to efikasno ostvarilo video plejeri uglavnom koriste bafer koji omogućuje smještanje fajla koji predstavlja segment video sadržaja koji se konzumira u trajanju 15-30 sekundi. Tokom prikazivanja baferovanog sadržaja izvršava se sekvencijalno preuzimanje slijedećih fajlova. Na taj način se ostvaruje kontinualan prikaz videa. Sve dok se u baferu nalazi fajl koji će se slijedeći prikazati, eventualni zastoji u preuzimanju fajlova neće uticati na konitunitet prikaza video materijala korisniku.

Ukoliko se ne koristi metod progresivnog download-a, video streaming je najčešće korištena opcija za plasiranje video sadržaja. Najveća prednost ovakvog načina plasiranja sadržaja je u tome što klijentski uređaj ne mora čuvati sadržaj koji se prikazuje nego se on djelimično baferuje u memoriji da bi se obezbijedio kontinuitet njegovog prikaza. Naravno, ukoliko dođe do prekida prenosa podataka prikaz video sadržaja se stopira nakon što se prikaže sav baferovani sadržaj u memoriji (Simpson, 2008).

### **2.4.3 Oblasti primjene plasiranja internet videa**

Postoji veliki broj aplikacija koje se baziraju na plasiranju Internet video sadržaja, s tim da se razvojem tehničko-tehnoloških rješenja njihov broj svakim danom sve više povećava. Karakteristične oblasti primjene Internet videa su: zabavni sadržaji bazirani na konzumiranju Internet videa, Internet video oglašavanje, videokonferencijski sistemi i aplikacije koje su u funkciji edukacije.

Osnovna karakteristika savremenih multimedijalnih komunikacija je plasiranje servisa koji integriše više različitih tipova informacija: tekst, zvuk, mirna slika i video. Osim prenosa informacija ovi sistemi omogućuju i interakciju između učesnika. Jedan od karakterističnih primjera je videokonferencija, ali interakcija između korisnika je

---

prisutna i u konzumaciji drugih multimedijalnih sadržaja. Efikasna multimedijalna komunikacija se bazira na funkcionalnosti osnovnih elemenata komunikacionog modela kao što su obrada, memorisanje, pretraživanje, transport i funkcije korisničkog interfejsa. Multimedijalni sistem koji priprema, dinamički upravlja raspoloživim informacijama i plasira informacije korisniku obavlja funkcije koje su preduslov za prikaz željene informacije na korisničkom uređaju. Osim toga sistem obuhvata i interfejs potreban da se korisnik uključi u proces komunikacije. Mrežni aspekti multimedijalne komunikacije se odnose na bitski protok, sinhronizaciju različitih tipova informacija, standardizaciju servisa, kao i rutiranje i multipleksiranje koji obezbjeđuju povezanost čvorova i kvalitet prenosa (Bojković & Martinović, 2011).

Integracija multimedijalnih sistema sa drugim sistemima je aktuelna oblast istraživanja. U cilju rješavanja nekog problema, najbolji rezultati se postižu integracijom specifičnih karakteristike svakog od sistema. Autori u radu (Ljubojević, Babic, & Risojević, 2013) su pokazali da se u multimedijalnim nadzornim sistemima može poboljšati lokalizacija objekata ako se sa RFID sistemom integrišu tehnike obrade slike. Predloženi metod za lokalizaciju pokretnih objekata koristi integraciju RFID sistema za lokalizaciju, baziran na HF pasivnim RFID tagovima, i tehnike zasnovane na analizi scene. Umjesto analize slike koja predstavlja cijelu scenu, segmentacija pokretnih objekata se zasniva na analizi regiona sa uočenom aktivnošću, tj. regionu od interesa. Taj region se izdvaja pomoću podataka prikupljenih RFID čitačem, čime se postiže eliminacija uticaja drugih krupnih pokretnih objekata i izbjegava se složeno matematičko izračunavanje pri analizi i obradi slike. Zbog svoje jednostavnosti, za segmentaciju pokretnih objekata se koristi algoritam uparivanja blokova i on se primjenjuje na izdvojene regione od interesa. Metode matematičke morfologije poboljšavaju rezultate inicijalne segmentacije i omogućuju preciznije određivanje centroida koji identifikuje objekat i njegovu poziciju. Pokazano je da primjena navedenih metoda digitalne obrade slike na izdvojene regione od interesa omogućuje tačniju lokalizaciju nego ukoliko se lokalizacija vrši samo RFID sistemom lokalizacije.

Multimedijalni sistemi, integracijom u druga tehnička rješenja, mogu pružiti dodatne informacije u cilju preduzimanja pravovremenih reakcija. Internet bazirani

---

sistemi video nadzora koji se koriste u sistemima na nadzor saobraćaja, mogu biti u funkciji identifikacije saobraćajnih zastoja, pružanja podrške regulisanju saobraćaja, a na taj način posredno i smanjenju aerozagađenja (Stankovic, Vaskovic, & Ljubojevic, 2012), (Stankovic, Vaskovic, Petrovic, Radojicic, & Ljubojevic).

Primjena videa u zabavne svrhe je konstantno rasla sa razvojem informaciono-komunikacionih tehnologija. Najveći napredak u smislu upotrebe i plasiranja videa u zabavne svrhe je omogućila pojava Interneta. Digitalno doba je uticalo na pojavu trenutno najzastupljenije forme zabave u vidu elektronskih igara i to tako da online zabavni video servisi budu raspoloživi na svakom korisničkom uređaju koji omogućuje pristup Internetu. U upotrebi su različiti tipovi uređaja kao što su: portabilni media plejer, mobilni telefon, tablet, laptop, konzole za igranje i drugi. Osim online video servisa koji su kreirani za potrebe pojedinačnih korisnika, Internet video sadržaji se koriste za povezivanje korisnika u smislu kolaboracije na jednoj platformi. Nova forma konzimiranja zabavnih online sadržaja, pa tako i video sadržaja, dobija prefiks socijalni. Značaj online video sadržaja je u tome da omogućuje živu, i često u realnom vremenu, konverzaciju u okviru socijalnih grupa. Sadržaj koji je predmet kolaboracije je suština komunikacije jer bez sadržaja nestaje i potreba za konverzacijom (Sheau, 2012).

Modernizacija nastavnih metoda i multimedijalnih nastavnih materijala predstavljaju glavne pravce razvoja savremene edukacije. Oba razvojna pravca imaju zajednički cilj, a to je da se studentima omogući brže i lakše učenje. U procesu razvoja i dizajniranja obrazovnog okruženja je nazaobilazna upotreba savremenih multimedijalnih i komunikacionih tehnologija, gdje dominantnu ulogu prezimaju online multimedijalni sadržaji. Stoga nastavnici koji pripremaju nastavni multimedijalni materijal moraju biti dobro upoznati sa tehničko-tehnološkim mogućnostima koje su im na raspolaganju u cilju što efikasnije prezentacije relevantnih informacija. Dizajn nastavnog materijala je važan aspekt multimedijalne edukacije. Osnovni cilj definisanja smjernica za dizajniranje nastavnog sadržaja i načina njegove prezentacije studentima je što bolje razumijevanja materije i efikasnije učenje. Izbor metodologije plasiranja multimedijalnih materijala je važan za efikasnost učenja. To je značajno kada se govori o online obrazovanju gdje osnovu upravo čine multimedijalni sadržaji. Pokazuje se da



---

se upotrebom multimedijalnih sadržaja i odgovarajućih metoda plasiranja sadržaja omogućuje i efikasno samoobrazovanje zasnovano na učenju sistematizovanih relevantnih informacija (Ruiji, 2012).

Kvalitet zadovoljstva studenata i efikasnost plasiranog sadržaja je osnova kvalitetnog e-obrazovanja. Autori u radu (Vaskovic, Ljubojević, Vaskovic, & Stankovic, 2013) su ukazali na mogućnost poboljšanja efikasnosti linearnih multimedijalnih edukativnih sadržaja ukoliko se modelovanje sadržaja bazira na analizi kvaliteta zadovoljstva studenata. Dobijeni rezultati su pokazali da se utiskivanjem zabavnih sadržaja u nastavni multimedijalni sadržaj može postići bolji kvalitet zadovoljstva studenata i efikasnost procesa učenja

Efikasnost linearnih multimedijalnih edukativnih sadržaja se može poboljšati ukoliko se kreiranje takvih sadržaja zasniva na upotrebi principa i procjene kvaliteta doživljaja. Imajući u vidu mogućnosti koje video sadržaj ostvaruje na percepciju korisnika i rast penetracije Interneta, plasiranje Internet video sadržaja aktuelan je predmet istraživanja, tehnoloških unaprijeđenja i standardizacije. Plasiranje video sadržaja u cilju oglašavanja je kompleksno zbog više razloga. Osim tehničko-tehnoloških zahtjeva za plasiranjem osnovnog videa koji korisnik konzumira, posebno je definisati metodologiju ubacivanja online video oglasa, praćenje i kvantifikaciju konzumiranja, te naplatu plasiranog servisa. U ovom radu će se plasiranje Internet video sadržaja analizirati upravo u kontekstu primjene u oblasti Internet video oglašavanja.

## **2.5 Internet video oglašavanje**

Savremeni trendovi komunikacije bazirane na Internetu kontinualno pružaju nove mogućnosti za plasiranje i prezentaciju informacija. Korisnici kroz svakodnevne aktivnosti konzumiraju Internet video sadržaje što direktno utiče na ubrzani rast upotrebe i plasiranja video materijala. Video se koristi u različite svrhe kao što su zabava, edukacija ili posao. Onlajn video oglašavanje predstavlja jednu od najznačajnijih poslovnih oblasti primjene video sadržaja. Štaviše, ovaj metod

---

oglašavanja je postao jedan od najbrže rastućih poslovnih koncepata koji se zasniva na primjeni Interneta.

Multimedijalne komunikacije, uključujući i onlajn video oglašavanje, su veoma osjetljive aplikacije u smislu kvaliteta plasiranog sadržaja, ali i kvaliteta doživljaja korisnika koji konzumira taj sadržaj. Stoga je razumljivo da je povećanje kvaliteta doživljaja i percepcije korisnika kvalitetom i samim sadržajem plasiranog multimedijalnog sadržaja jedan od najvažnijih trendova razvoja multimedijalnih komunikacija. Da bi se korisniku isporučio sadržaj koji pruža zadovoljavajući kvalitet doživljaja važno je da svi učesnici u procesu plasiranja multimedijalnog sadržaja imaju proaktivnu ulogu. Na taj način se poboljšavaju svi segmenti sistema i faze plasiranja servisa.

Razvoj Internet tehnologija ostvaruje pretpostavke za poboljšanje kvaliteta doživljaja servisa i aplikacija. Jedan od metoda je da se utiče na povećavanje aktivnosti korisnika i njegove interakcije sa plasiranim sadržajem. Nove tehnologije omogućavaju razne vidove interakcije korisnika sa sadržajem. Kada je riječ o onlajn video oglašavanju, korisnici kroz interakciju sa multimedijalnim sadržajem još snažnije doživljavaju plasirane video oglase (Hua, Mei, & Li, 2008). Istraživanja pokazuju da interaktivni video sadržaji omogućuju i snažniju interakciju između oglašivača i korisnika, nego kada se koriste statični mediji kao što su statičke slike ili baneri za plasiranje oglasnih sadržaja (Rosenkrans, 2009). Prethodna istraživanja takođe pokazuju da interaktivni video oglasi imaju veći uticaj na krajnje korisnike i u smislu poboljšanja percepcije o brendu koji se oglašava, nego kada se koriste druge, statične forme onlajn oglašavanja. Povećanje aktivnosti korisnika i poboljšanje percepcije o prisustvu nekog brenda direktno utiče na povećanje namjere za kupovinom proizvoda koji se reklamiraju (Cole, Spalding, & Fayer, 2009).

Konstantna poboljšanja kvaliteta videa i razvoj metodologija plasiranja video sadržaja korisnicima, utiču na povećanje zahtjeva za nivoom kvaliteta sadržaja i servisa sa kojim je krajnji korisnik zadovoljan. Efikasno plasiranje servisa zahtijeva odgovarajuće tehničke preuslove, što je uglavnom veoma detaljno definisano konceptom kvaliteta servisa (Seitz, 2003). S druge strane koncept kvaliteta doživljaja se

---

koristi kao relevantna mjera za evaluaciju servisa i aplikacije kada je riječ o subjektivnoj percepciji kvaliteta koji doživljava krajnji korisnik (Moorthy, Wang, & Bovik, 2010). Ova dva koncepta su usko povezana i neophodno ih je posmatrati, analizirati i poboljšavati istovremeno. Važno je naglasiti da samo kontinualna analiza kvaliteta doživljaja može obezbijediti servis kojim će korisnik biti zadovoljan. Zbog toga se u literaturi govori o sveobuhvatnom QoE okruženju kroz koji se analizira širok spektar uticaja na kvalitet doživljaja korisnika. Moderno QoE okruženje se može analizirati u smislu definisanja i realizacije dodatnih vrijednosti tako što će se identifikovati i unaprijediti različiti faktori koji utiču na povećanje QoE (Heger & Schlesinger, 2010).

Pojam komunikacionog ekosistema predstavlja široku oblast koja obuhvata tehničko-tehnološke aspekte i poslovne modele, ali u cilju sveobuhvatne analize i modelovanja procesa neizbježno je uzeti u obzir i modele ljudskog ponašanja. Zbog toga što modeli ponašanja i reakcija korisnika imaju veliki značaj za funkcionalnost svakog od domena ekosistema (tehničkog, poslovnog, socijalnog i sl.) važno je probleme definisati i analizirati uzimajući u obzir kvalitet doživljaja. Prethodna istraživanja kvaliteta doživljaja su uglavnom povezana sa tehničkim aspektima QoE okruženja. Međutim, u novije vrijeme QoE se posmatra kao kompleksan problem koji osim tehničkog aspekta uključuje i druge važne činioce koji povećavaju kompleksnost analize i proučavanja QoE koncepta. Tehnički problemi, poslovni modeli i ponašanje osoba unutar komunikacionog ekosistema se detaljno analiziraju upotrebom QoE koncepta (Kilkki, 2008).

International Telecommunication Union (ITU) je svojim standardima definisala osnovne parametre za evaluaciju QoE (ITU, 2008c). Proces standardizacije nije završen i intenzivno se proučavaju svi aspekti analize QoE. Osnovni cilj predstavlja što potpunija i jasnija standardizacija svih aktivnosti vezanih za analizu kvaliteta doživljaja. Ovaj koncept u osnovi opisuje stepen zadovoljstva krajnjeg korisnika isporučenim servisom ili aplikacijom, što ga postavlja u fokus interesovanja svih učesnika u realizaciji i plasiranju servisa (Fiedler, Kilkki, & Reichl, 2009). Zbog toga se kvalitet doživljaja koristi kao važan činilac prilikom modelovanja procesa u različitim oblastima gdje se

---

koriste Internet bazirane aplikacije kao što su: e-učenje (Scotton, Moebs, McManis, & Cristea, 2010), online video oglašavanje (Rohrer & Boyd, 2004a) i Internet televizija (IPTV) (Takahashi, Hands, & Barriac, 2008), (ITU, 2008c).

Postalo je očigledno da analiza kvaliteta doživljaja korisnika isporučenim sadržajem i servisom značajno utiče na trendove razvoja multimedijalnih servisa. Nivo kvaliteta doživljaja utiče na motivaciju svih učesnika u sistemu da se poveća efikasnost i kvalitet plasiranih multimedijalnih sadržaja. Zbog toga su u sistemima Internet video oglašavanja svi ključni učesnici u realizaciji servisa (provajder sadržaja, servis provajder i oglašivač), kao i krajnji korisnici zainteresovani za poboljšanje kvaliteta doživljaja.

### **2.5.1 Osnovni principi video oglašavanja**

U novije vrijeme video oglašavanje predstavlja jednu od najbrže rastućih poslovnih aplikacija. Pri tome se video oglas potvrđuje kao format online oglašivačkog sadržaja koji pruža najveće poslovne mogućnosti. Online video oglašavanje je kompleksan sistem i sadrži veliki broj različitih entiteta. S obzirom na fluidnost Internet okruženja, uloge pojedinih entiteta se mogu preklapati i dolazi do konfuzije po pitanju njihovih funkcionalnosti i zadataka. Između entiteta postoji razmjena sadržaja kao što su video oglasi, ali i prostora na kojem će se oglasi prikazati. U tom kontekstu se definiše pojam oglasnog resursa kao broj oglasa, ili količina oglasnog prostora koji izdavač može da proda oglašivaču. Online oglasni resurs može predstavljati raspoloživ prostor u različitim formama kao što su: prostor na web sajtu, blogovima, RSS feed ili elektronskoj pošti. Trenutno su web sajтови dominantna forma oglasnog resursa koja se koristi u online oglašavanju.

Zbog toga aktivnosti i interakcija između učesnika sistema video oglašavanja treba biti precizno standardizovana. Jednu od najvažnijih uloga u tom procesu ima Interactive Advertising Bureau (*IAB*). IAB je predstavio veći broj izvještaja i preporuka u cilju što efikasnijeg funkcionisanja onlajn video oglašavanja. Prema jednom od

---

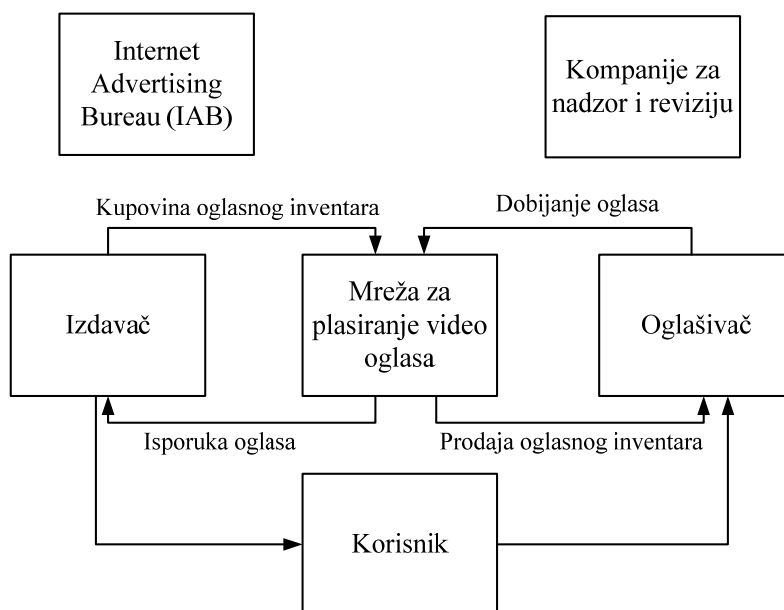
izvještaja publikovanih od strane IAB identifikovani su svi učesnici u sistemu online video oglašavanja i opisana njihova uloga (IAB, 2008):

- a) Agregator/Distributer (*Aggregator/Distributors*). S obzirom na veliki izdavača sadržaja i snadbjevača tehnologija za plasiranje oglasa potrebno je centralizovati i pojednostaviti ponudu raspoloživih video sadržaja. Zbog toga distributeri imaju važnu ulogu u cilju koordiniranja rada velikog broja izdavača sadržaja. Oni takođe predstavljaju centralno mjesto sa katalogom video sadržaja potrebnih web sajtovima i portalima.
- b) Snadbjevač tehnologije za plasiranje oglasa (*Ad Serving Technology Vendor*). To je entitet koji je angažovan od strane agencije ili oglašivača da upravlja složenom kampanjom koja se bazira na više mreža za plasiranje oglasa i web resursa.
- c) Web sajtovi i portali. Predstavljaju mjesto na kojem se korisnicima nude različiti Internet sadržaji.
- d) Mreže za oglašavanje (*Advertising Networks*). One funkcionišu kao agregatori video oglasnog resursa i omogućuju izdavačima sadržaja da ostvaruju prihode od svojih video sadržaja i drugih oglasnih resursa bez direktnog kontakta sa oglašivačima.
- e) Preduzeća za mjerenje efikasnosti oglašavanja (*Measurement Firms*). Analiziraju i izvještavaju o online metrikama koje se koriste u mjerenju efikasnosti i upravljanju oglasne kampanje.
- f) Preduzeća za nadzor i reviziju (*Auditing Firms*). Imaju zadatak da analiziraju i nadziru tehnološke i poslovne procese kojima se bave kompanije koje agregiraju ili prodaju oglasne usluge. Imaju ulogu regulatora transparentnosti i ispravnosti poslovanja.
- g) Preduzeće za istraživanje (*Research Firms*). Imaju zadatak da u formi javnih ili internih dokumenata izvještavaju o različitim aspektima tržišta. Od posebnog značaja su informacije o jedinstvenim korisnicima, saobraćaju, impresijama, frekvencijom posjeta i drugo.

- 
- h) Agencije (*Agencies*). Predstavljaju preduzeća koja kupuju sadržaje i koja učestvuju u tržištu video oglašavanja.
  - i) Provajeri video tehnologija (*Video Technology Providers*). Kompanije koje pružaju servise enkodovanja i prikazivanja sadržaja, što izdavačima sadržaja i mrežama za oglašavanje omogućuju efikasnije plasiranje različitog video sadržaja i oglasnih sadržaja.

Poslovni koncept online video oglašavanja, metodologija plasiranja i tehnički preduslovi za realizaciju servisa zahtijevaju da se u plasiranje oglasa uključi veći broj učesnika među kojima postoji intezivna interakcija. Posmatrajući funkcionalnosti prethodno opisanih entiteta vidi se da neki od njih imaju usko povezane uloge ili da pojedini entiteti koordiniraju funkcije drugih entiteta.

Sistem se može posmatrati u kontekstu razmjene sadržaja na tržištu oglašavanja, bez tehničkih detalja vezanih za plasiranje sadržaja. U tom slučaju se, izdvajajući osnovne funkcionalne cjeline kao što su razvoj, produkcija i plasiranje različitih sadržaja potrebnih za video oglašavanje, mogu se uočiti četiri osnovna učesnika video oglašavanja. Tako identifikovani učesnici u tržištu Internet video oglašavanja, kao i osnovni principi njihove interakcije su predstavljeni na Slici 2.6.



Slika 2.6: Prikaz glavnih učesnika na tržištu Internet oglašavanja (Jacobik et al., 2011)

---

Aktivni učesnici u plasiranju video oglasa su izdavač, mreža za plasiranje video oglasa, oglašivač i krajnji korisnik koji konzumira video sadržaj. S druge strane postoje učesnici u sistemu Internet video oglašavanja koji obavljaju ulogu standardizacije i nadzora cijelog procesa video oglašavanja. To su IAB, koji aktivno učestvuje u standardizaciji i poboljšanju realizacije Internet video oglašavanja, i kompanije za reviziju koje imaju ulogu kontrolnog elementa koje nadziru sve učesnike u cilju obezbjeđivanja poštovanja pravila poslovanja.

Mreža za plasiranje video oglasa kupuje oglasni resurs od izdavača sadržaja, i istovremeno mu isporučuje video oglase unutar sadržaja koji izdavač nudi korisnicima. Oglašivač dostavlja mreži za plasiranje svoj oglasni materijal na kojem zasniva oglasnu kampanju. On istovremeno kupuje oglasni resurs od mreže za plasiranje sadržaja jer je to resurs koji mu je nophodan da bi bio vidljiv i prisutan na Internetu tržištu. Ova interakcija omogućuje da oglašivači bez direktnog kontakta sa izdavačem obezbijede vidljivost svoje oglasne kampanje na Internetu. Krajnji korisnik konzumirajući ponuđene sadržaje od strane izdavača sadržaja istovremeno konzumira i video oglase. Kao posljedica konzumiranja oglasa razvija se svijest o prisustvu nekog brenda i ponude koja se oglašava, te svoja interesovanja potencijalno usmjerava prema ponudi koju je oglašivač prezentovao u oglasnoj kampanji. Naravno, sav ovaj proces je regulisan i nadziran od strane entiteta kao što su IAB i kompanije za nadzor i reviziju.

IAB komitet je podijelio video oglase kao oglasni sadržaj koji se može prikazati prije, u toku ili nakon različitih tipova sadržaja koji korisnik konzumira kao što su: streaming video, animacija, igre, muzički i drugi multimedijalni sadržaji. Sa razvojem tehnoloških mogućnosti sve detaljnije se analizira metodologija plasiranja video oglasa.

U novije vrijeme su se izdvojila tri osnovna principa plasiranja video oglasa i to: In-stream video oglašavanje, In-banner video oglašavanje i In-text video oglašavanje. Suštinska razlika između ova tri načina oglašavanja je u tome kako se video oglas prikazuje korisniku, i u kojem obliku je osnovni sadržaj koji je predmet interesovanja korisnika. Osnovni sadržaj koji korisnik konzumira može biti video, tekst ili u vidu banera. Kod In-stream video oglašavanja se video oglas prikazuje u prozoru u kojem korisnik već konzumira neki sadržaj, kod In-banner oglašavanja se oglas prikazuje u

okviru banner-a čije su karakteristike i veličine definisane od strane IAB-a, a kod In-text video oglašavanja se reklama prikazuje tek kada korisnik pređe kursorom iznad neke riječi koja je posebno označena. Osnovne karakteristike ova tri principa video oglašavanja su detaljno ilustrovane na Slici 2.7 (IAB, 2008).

Doživljaj načinom oglašavanja	IN-STREAM VIDEO		IN-BANNER VIDEO	IN-TEKST VIDEO
Osnovni oglasni proizvodi	LINEARNI VIDEO OGLASI (Pre-roll oglasi, takeover oglasi).	NELINEARNI VIDEO OGLASI (Overlay oglasi, bugs)	Rich media	Rich media
Korisnički doživljaj oglasa	Samo prikazani oglas utiče na formiranje doživljaja tokom nekog vremena	Na formiranje doživljaja utiču oglas i paralelno prezentovani video	Video započet unutar banera, često veći od dimenzija banera	Video plasiran nakon prelaska kursorom preko relevantne riječi
Način plasiranja oglasnih proizvoda	Prije, između i nakon video sadržaja	U toku, preko i u okviru video sadržaja	U okviru Web stranice, uglavnom okružen sadržajem	Identifikovan kao označena riječ pronađena u relevantnom sadržaju
Prateći oglasni proizvodi vezani za osnovni oglas	Tekst, baneri, multimedija, izgled i dizajn video playera koji zaokružuje doživljaj korisnika		Nema	Nema

Slika 2.7: Karakteristike In-stream, In-banner i In-tekst video oglasa (IAB, 2008).

Za ovo istraživanje je od značaja isključivo In-stream metod video oglašavanja. Kod In-stream video oglašavanja razlikuju se dva načina plasiranja oglasa i to: linearni i nelinearni. Pri tome se oglasni proizvodi (video oglasi) mogu plasirati kao linearni video oglasi, nelinearni video oglasi i prateći oglasni sadržaji koji su vezani za osnovni oglasni proizvod.

Linearni video oglas se prikazuje prije, u sredini ili nakon video sadržaja koji korisnik konzumira, što je najbližnje prikazu televizijskih reklamnih sadržaja. To znači da se u trenutku plasiranja video oglasa korisniku na ekranu, u prozoru video player-a, prikazuje samo oglasni sadržaj umjesto osnovnog sadržaja koji je predmet njegovog interesovanja. S druge strane, nelinearni video oglasi se prikazuju paralelno sa sadržajem koji korisnik konzumira. Nelinearni video oglasi se mogu plasirati u vidu teksta, grafičkih oglasa ili kao video koji prekriva konzumirani sadržaj (*video overlay*).



---

Oba ova tipa In-stream video oglašavanja mogu istovremeno koristiti i takozvane prateće reklame. Prateće reklame se uglavnom plasiraju u vidu slike, teksta ili bogatog medija (*rich media*) koji prati reklamu prikazanu korisniku u prozoru player-a. Osnovna uloga pratećih reklama je da se omogući konstantna vidljivost sponzora ili brenda u prozoru koji korisnik pregleda.

### **2.5.2 Standardi In-stream video oglašavanja**

Jedno od najvažnijih pitanja vezano za Internet video oglašavanje je standardizacija. Da bi plasiranje video oglasa bilo univerzalno, sveobuhvatno i skalabilno neophodno je standardima obuhvatiti sve aspekte plasiranja i konzumiranja online video oglasa. Svi učesnici u sistemu online video oglašavanja su zainteresovani za efikasan proces standardizacije. Za proces standardizacije plasiranja sadržaja su posebno zainteresovani oglašivači, jer u tom slučaju mogu da plasiraju video oglase kroz različite platforme i na različite video plejere što povećava mogućnost konzumacije video oglasa i rast prihoda. IAB je najaktivniji nosioc procesa standardizacije u online video oglašavanju. U poslednjih nekoliko godina je predstavio više verzija detaljne tehničke dokumentacije koja standardizuje i opisuje načine kako bi trebalo kreirati video oglas koji oglašivač može jednostavno ugraditi u bilo koju platformu pomoću koje korisniku plasira sadržaj koji želi da konzumira. Na taj način se izbjegava da se kreiraju posebni fajlovi za koje postoji podrška različitih softverskih okruženja (Flash, Silverlight, Quicktime, ili podrška za YouTube). Kao rezultat procesa standardizacije IAB je predložio tehničku dokumentaciju koja precizno definiše metodologiju kreiranja i plasiranja video oglasa (IAB, 2012b). Dokumentacija obuhvata specifikaciju koja standardizuje plasiranje In-stream video oglasa za prikaz u različitim video player-ima, te plasiranje oglasa kroz različite sistema, uređaje i platforme. U okviru specifikacije su definisani protokoli koji se međusobno nadopunjuju i omogućuju efikasno i sveobuhvatno In-stream video oglašavanje. Svaki od protokola je detaljno opisan posebnim specifikacijama. Preporukama su specificirani slijedeći protokoli: Video Ad-Serving Template 3.0 (VAST 3.0), Video Player Ad-Serving

---

Interface Definition 2.0 (VPAID 2.0) i Video Multiple Ad Playlist 1.0 (VMAP 1.0). Osnovne karakteristike i uloga navedenih protokola su:

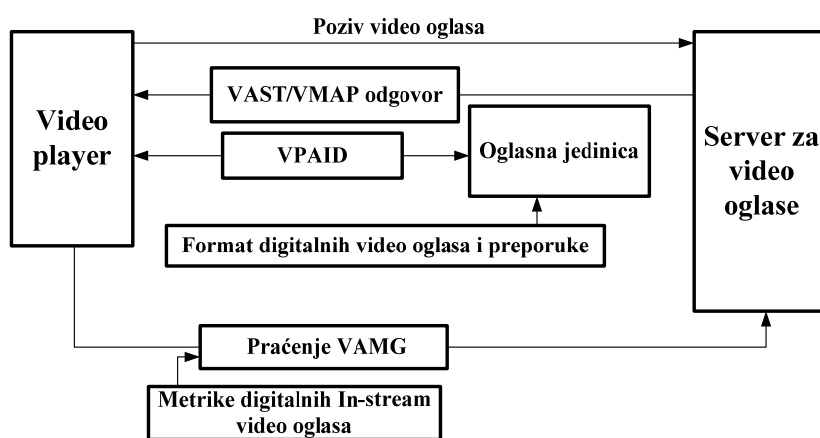
- a) *Video Ad-Serving Template 3.0 (VAST 3.0)* predstavlja univerzalan protokol koji služi za plasiranje In-stream video oglasa. Serverima za plasiranje oglasa se omogućuje upotreba jedinstvenog formata video oglasa pomoću kojeg se oglasi mogu plasirati kroz različite platforme koje koriste oglašivači i video player-i. (IAB, 2012a). VAST 3.0 omogućuje otvaranje i proširenje poslovnog koncepta In-stream digitalnog video oglašavanja na raznovrsne platforme, elimišući tehničko-tehnološke barijere. U okviru protokola predložena je univerzalna XML šema za plasiranje video oglasa i ponašanje video player-a kada se izvršava VAST formatirani odgovor na plasirani video oglas.
- b) *Video Player Ad-Serving Interface Definition 2.0 (VPAID 2.0)* je zajednički komunikacioni protokol između eniteta u sistemu oglašavanja i video player-a koji omogućuje kvalitetan doživljaj plasiranim video oglasom i detaljan izvještaj o konzumiranju video oglasa koji se prosljeđuje oglašivačima (IAB, 2012d).
- c) *Video Multiple Ad Playlist 1.0 (VMAP 1.0)* predstavlja protokol koji omogućuje vlasnicima sadržaja da definišu mjesta gdje bi se video oglasi trebali umetnuti u njihov sadržaj kada oni ne kontrolišu funkcionalnost video player-a ili distribuciju video sadržaja (IAB, 2012c).

Osim predloženih protokola (VAST 3.0, VPAID 2.0 i VMAP 1.0) postoje i dokumenti koji opisuju njihovu interakciju i preostale preporuke neophodne za efikasno plasirane video oglasa, a to su:

- Smjernice za mjerenje video oglasa (*Video Ad Measurement Guidelines-VAMG*) predstavljaju dokument koji opisuje na koji način se trebaju pratiti i mjeriti svi pojedinačni događaji važni u procesu plasiranja video oglasa.
- Smjernice za formate video oglasa i preporuke upotrebu (*Video Ad Format Guidelines and Best Practices*) definišu formate i najbolja praktična rješenja koja bi trebalo koristiti pri kreiranju i plasiranju video oglasa da bi se postigla efikasna kampanja i poboljšao kvalitet doživljaja plasiranim servisom.

- Definicije digitalnih video In-stream metrika (*Digital Video In-Stream Ad Metrics Definitions*) je dokument kojim se definišu metrike koje su opšte prihvaćene u industriji oglašivanja da bi se izmjerila efikasnost plasiranih video oglasa.

Na Slici 2.8 su ilustrovani odnosi između datih standarda i preporuka u procesu plasiranja video oglasa.



Slika 2.8: Ilustracija međusobnog odnosa preporuka i standarda u procesu plasiranja video oglasa (IAB, 2012a).

Nakon poziva video oglasa od strane korisnika, server za video oglase upotrebom VAST i VMAP protokoli plasiraju traženi sadržaj bez obzira na vrstu platforme koju koriste player i oglašivač. Zbog toga što konzumiranje oglasa zavisi od njihovog formata i usvojenih preporuka, koristi se zajednički komunikacioni VPAID protokol da se oglašivačima dostavi izvještaj o konzumiranju. Da bi se plasiranje i izvještavanje o konzumiranju moglo univerzalno izvršavati, definisane su potrebne metrike koje se koriste za realizaciju usvojenih smjernica za mjerenje video oglasa.

Usvajanjem standarda, opisanih kroz dokument kojim IAB sveobuhvatno definiše najvažnije činioce online video oglašavanja (IAB, 2012b), ali i ostalih IAB preporuka oglašivači mogu dodatno uticati na poboljšanje kvaliteta doživljaja korisnika. Oglašivači mogu da na korisnike utiču inovativnim formatima i karakteristikama video

---

oglasa pri čemu se zadovoljstvo korisnika poboljšava kroz interakciju sa video oglasima. Interakcija se često ostvaruje ubacivanjem dodatnih aplikacija i igara u plasirane oglase, integracijom socijalnih i društvenih aspekata komunikacije i drugo. Korisnicima se video oglasi mogu plasirati u različitim situacijama. Često su to pauze tokom konzumiranja video sadržaja dužeg trajanja ili kada se igraju igre na mobilnim uređajima u pauzama između pojedinih igara ili pojedinih nivoa jedne iste igre. Osim ekonomskih aspekata koji se odnose na oglašivače, servis provajdera i druge učesnike u plasiranju oglasa, usvajanje predloženih standarda će omogućiti i poboljšanje kvaliteta doživljaja korisnika što je u stvari osnovni zadatak efikasne oglasne kampanje. Samo unaprijeđenjem kvaliteta doživljaja korisnika se može očekivati intenzivnija i profitabilnija oglasna kampanja.

### **2.5.3 Tehnički aspekti sistema Internet video oglašavanja**

Osnovna uloga sistema Internet oglašavanja je da generišu saobraćaj i povećaju dobit za sve učesnike u ovom poslovnom konceptu. Da bi se postigla ova dva cilja najčešće se koristi vizuelna forma plasiranih informacija koja obezbijeduje maksimalnu impresiju kod korisnika, tako da je multimedijalno oglašavanje postaje najvažniji poslovni model oglašivanja.

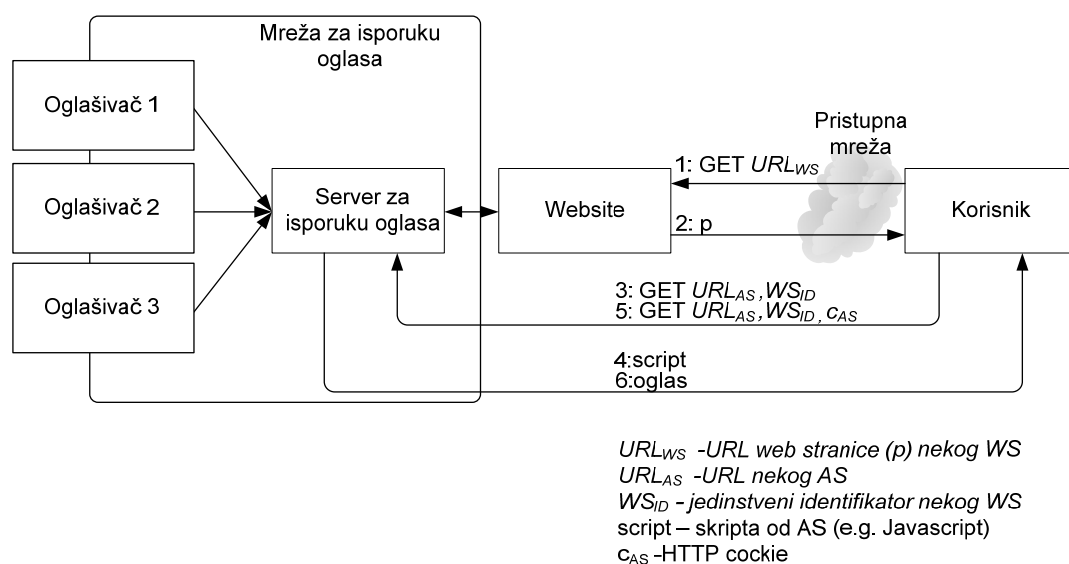
#### **2.5.3.1 Arhitektura sistema Internet video oglašavanja**

Multimedijalni model oglašivanja obuhvata više različitih entiteta koji se nalaze u međusobnoj intenzivnoj interakciji. Opšti model arhitekture sistema za multimedijalno oglašavanje je prokazan na Slici 2.9 (Vratonjic, Freudiger, & Hubaux, 2010).

Oglasni sadržaj (*Advertisement-Ad*) se može prikazati u različitim formama kao što su: banner, slika, video ili kombinacija navedenih formi. Na predstavljenom modelu se uočavaju glavni segmenti i učesnici u realizaciji i plasiranju oglasa. Oglašivači (*Advertisers*) su povezani sa entitetom koji se zove mreža za isporuku oglasa (*Ad Network*) koji ima ulogu servis provajdera između učesnika u sistemu, kao što su

izdavači sadržaja i oglašivači. Mreža za isporuku sadržaja obavlja zadatke čuvanja, arhiviranja, optimizacije, selekcije i ugrađivanje oglasa u Web stranice. Između entiteta koji ima ulogu mreže za isporuku sadržaja i izdavača sadržaja koji posjeduje Web sajtove (*Website-WS*), a koji komercijalno plasira oglasne sadržaje na svojim web stranicama, postoje precizno definisani ugovori o poslovnoj saradnji.

Jedan od uslova za efikasno upravljanje sistemom oglašavanja je kontrola i nadzor nad plasiranjem oglasa. Time se realizuje podjela troškova i prihoda u ovom poslovnom modelu. Važan zadatak je da se mrežama za isporuku sadržaja i oglašivačima obezbijedi da imaju potpunu kontrolu nad plasiranim oglasima.



Slika 2.9: Opšti model arhitekture sistema za plasiranje online video oglasa, (Vratonjic et al., 2010)

Zbog toga se u sistemu online video oglašavanja koristi HTTP protokol. Komunikaciona šema između entiteta bazirana na upotrebi HTTP poruka je takođe prikazana na Slici 2.9.

Razmjena neophodnih poruka za plasiranje oglasa se izvršava kroz nekoliko koraka. U okviru koraka 1 i 2 korisnik posjećuje web sajt ( $URL_{WS}$ ), preuzima i pregleda sadržaj koji ga interesuje na toj Web stranici (Web page-p). U trećem koraku se pomoću

---

URL servera ( $URL_{AS}$ ) i upotrebom jedinstvenog identifikatora Web sajta ( $WS_{ID}$ ) posjetilac preusmjerava na jedan od servera (*Ad Server-AS*) na kojem se nalaze arhivirani oglasi. Nakon toga, u četvrtom koraku, na klijentskom uređaju se izvršava se skripta koja je isporučena od strane AS. Time se omogućuje da korisnik u petom koraku inicira isporuku oglasnog sadržaja sa servera. Da bi se pratile aktivnosti korisnika koriste se kolačići (*cookies-c<sub>AS</sub>*) pomoću kojih se korisnici jedinstveno identifikuju, ali i prate njihove sklonosti vezane za pretraživanje Internet sadržaja. Konačno, u šestom koraku se plasira i na klijentskom uređaju korisnika prikazuje oglasni sadržaj.

Glavna prednost ove topologije i opisane metodologije plasiranja oglasa je u tome što je potpuna kontrola nad čuvanjem, održavanjem i plasiranjem oglasa data mreži za isporuku oglasa i oglašivačima. Oglašivači mogu da prate korisnike da bi isporučili odgovarajući oglas, pri čemu se HTML kod koristi da se jednostavno izvrši preusmjeravanje korisnika u cilju preuzimanja i prikazivanja oglasa. Analiza postupka plasiranja oglasa pokazuje da aktivnosti mreže za isporuku oglasa direktno utiču na efikasnost multimedijalnog sistema za oglašavanje. Servis provajder koji ima ulogu posrednika u sistemu oglašavanja ima dva glavna zadatka. Prvi je povećanje prihoda od oglašavanja za sve učesnike u sistemu oglašavanja, a drugi poboljšanje kvaliteta doživljaja korisnika plasiranim sadržajem.

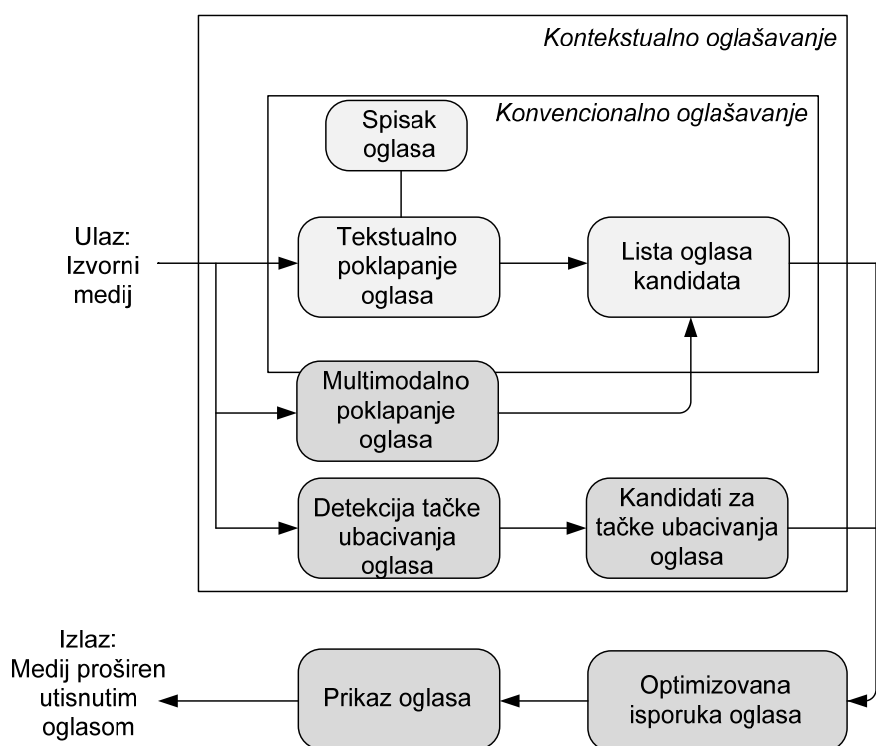
### ***2.5.3.2 Metodologija plasiranja online video oglasa***

Ukoliko se analizira metodologija plasiranja oglasa, u smislu načina isporuke, prenosa i prikazivanja oglasnog sadržaja, Internet oglašavanje se može posmatrati kroz dvije različite generacije i metodologije. To su konvencionalno oglašavanje i kontekstualno oglašavanje. Osnovna razlika između ove dvije metodologije je u načinu integracije oglasa u osnovni multimedijalni sadržaj koji korisnik konzumira. Konvencionalni sistem oglašavanja, koji predstavlja prvu generaciju, koristi tekstualni sadržaj da se izabere relevantan oglas koji se prikazuje na fiksnim pozicijama Web stranice koju korisnik pregleda. S druge strane, kontekstualni sistem oglašavanja, koji predstavlja drugu generaciju, omogućuje izbor oglasa koji su relevantni za konzumirani sadržaj i ugrađuje ih unutar sadržaja koji korisnik konzumira. Za ovo istraživanje je

značajna metodologija koja se bazira na ugrađivanju oglasa unutar osnovnog sadržaja i upotrebi videa kao nosioca sadržaja.

Jedan od važnijih trendova u oglašavanju je da se tekst kao nosioc osnovnog sadržaja zamjenjuje multimedijom, tako da multimedijalno oglašavanje postaje sve važnije za istraživanje.

Opšti princip multimedijalnog oglašavanja i osnovna razlika između konvencionalnog i kontekstualnog oglašavanja su prikazani na Slici 2.10.



Slika 2.10: Opšti princip multimedijalnog oglašavanja (Mei, Guo, Hua, & Liu, 2010)

Sa slike se zaključuje da je uvođenjem kontekstualnog koncepta oglašavanja poboljšana efikasnost ubacivanja oglasnih sadržaja. Zbog toga što se koristi multimedijalni sadržaj potrebno je naglasiti da se izbor i određivanje najpogodnijih oglasa bazira na multimodalnoj analizi. U slučaju kontekstualnog oglašavanja multimodalnost plasiranog sadržaja, odnosno percepcija sadržaja pomoću više čula, usložnjava koncept izbora lokacije i načina ubacivanja oglasa. Zbog toga je neophodno

---

analizirati multimodalnost osnovnog video sadržaja, kao i video oglasa koji su kandidati za ubacivanje u nekoj tački osnovnog videa. Očigledno je da je izbor odgovarajućeg oglasa kompleksniji zadatak kod kontekstualnog nego kod konvencionalnog oglašavanja upravo zato što se uzima u obzir multimodalnost video sadržaja.

Obe metodologije su uspješno realizovane primjenom različitih platformi i nosioca oglašnih informacija. Google's Adwords (AdWords, 2012), (AdSense, 2012) i (DoubleClick, 2012) ugrađuju oglase na fiksnim pozicijama upotrebom teksta kao nosioca oglašnih sadržaja. Platforme koje koriste druge medije, najčešće video, i koje ugrađuju oglase na fiksnim pozicijama su Youtube i AdSense. Vibrant Media (VibrantMedia, 2012) i MediaSense (Duan et al., 2006), (Mei, Hua, & Li, 2009) predstavljaju platforme kontekstualnih sistema oglašavanja kod kojih se oglasi ugrađuju unutar teksta ili multimedijalnog sadržaja, respektivno.

Multimedijalno oglašavanje koristi sliku i video kao nosioc oglašne informacije, tako da glavni problem predstavlja kako ugraditi oglas na način da se postigne maksimalan uticaj oglasa i kvalitet doživljaja korisnika. Razvoj i unaprijeđenje sistema oglašavanja zahtijeva rješavanje većeg broja kompleksnih problema (kontekstualni značaj, kontekstualna nametljivost, ubacivanje i optimizacija oglasa, prikaz oglasa i drugo) koje je potrebno riješiti da bi se postiglo efikasno oglašavanje (Mei et al., 2010). Značaj i relevantnost lokalnih vizuelnih segmenata je često predmet istraživanja (Guo, Mei, Liu, & Hua, 2009), (Mei et al., 2010), (Mei, Hua, Yang, Li, & M., 2007) zbog toga što sličnost između oglasa i osnovnog sadržaja koji korisnik konzumira ima veliki uticaj na pažnju korisnika. Takođe, interesantno pitanje je i na kojoj poziciji se oglašni sadržaj treba ubaciti i prikazati da bi se postigla najveća kontekstualna nametljivost i ostvarila puna efikasnost oglašavanja (Mei et al., 2009).

Kod kontekstualnog oglašavanja značaj oglasa se može analizirati sa aspekta multimodalne sličnosti koja se ostvaruje analizom sličnosti percepcije i semantičkih koncepata. Detekcija tačaka unutar video sadržaja u kojima treba ubaciti oglas je zadatak koji treba ostvariti da bi se maksimizirao uticaj i značaj prikazanog oglasa. Autori u (Mei et al., 2007) su predstavili sistem online video oglašavanja u kojem se oglasi ubacuju u trenucima kada se postiže najveći uticaj na pažnju korisnika. Ovi



---

autori su naglasili dva važna aspekta plasiranja oglasa. To su pozicija oglasa unutar video stream-a i kontekstualna relevantnost ubačenog oglasa u odnosu na online video stream. Oni su koristili globalnu tekstualnu relevantnost da se pronađe najprikladniji oglas i lokalnu vizuelnu relevantnost da se izabere dobra usklađenost između sadržaja videa u trenutku ubacivanja oglasa i sadržaja samog oglasa. Korištena su dva principa mjerenja za detekciju tačke u kojoj će se ubaciti oglas. Prvi princip je diskontinuitet sadržaja, a drugi atraktivnost sadržaja.

#### **2.5.4 Format i tehničke karakteristike video oglasa**

Za ovo istraživanje su od značaja standardi i preporuke kojima se precizno određuje plasiranje video oglasa, a pogotovo linearnih In-stream video oglasa. Osnovna karakteristika plasiranja i konzumiranja linearnih In-stream video oglasa je u tome se korisniku koji konzumira željeni video sadržaj u nekom trenutku i na različite načine plasira i prikazuje video oglas. Oglasni sadržaj se može plasirati kao linearni video oglas i kao prateći oglas.

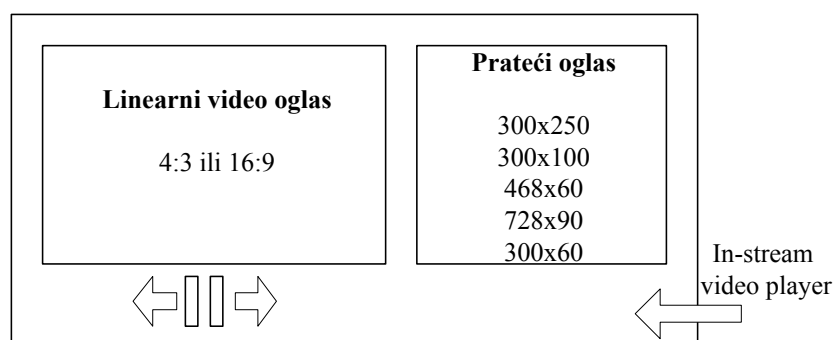
Preporukama IAB (IAB, 2009b) su definisane tehničke karakteristike In-stream video oglasa gdje se detaljno opisuju slijedeći formati video oglasa:

- Linearni video oglasi sa ili bez pratećih oglasa;
- Linearni interaktivni oglasi;
- Nelinearni preklapajući oglasi;
- Nelinearni, nepreklapajući i pozivajući oglasi.

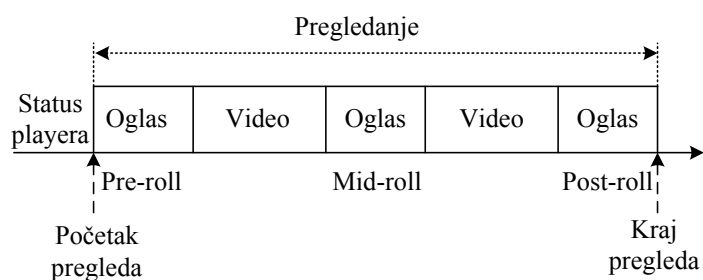
Za ovo istraživanje su od značaja linearni In-stream video oglasi čije karakteristike su detaljnije opisane. Važna karakteristika ovih oglasa je da se oni plasiraju sa početkom u različitim vremenskim trenucima konzumiranja osnovnog video sadržaja. U zavisnosti od toga kada se korisniku plasira video oglas postoji osnovna podjela na pre-roll, mid-roll i post-roll video oglase. Vremenski ograničen video oglas se prikazuje prije (pre-roll video oglas), u sredini (mid-roll video oglas) ili nakon sadržaja (post-roll video oglas) koji korisnik konzumira u okviru video playera.

Uz linearne in-stream video oglase se mogu, ali i ne moraju koristiti prateći oglasi koji se prikazuju pored ubačenog video oglasa, ali u istom prozoru video plejera. S obzirom da je riječ o linearnom In-stream video oglašavanju, prateći oglasi se moraju prizivati unutar prozora video plejera što ostavlja manje prostora za prikaz video oglasa koji je predmet oglašavanja. Postavlja se pitanje kakav je uticaj pratećih oglasa na kvalitet doživljaja korisnika. Taj uticaj nije predmet ove disertacije. Takođe je zanimljivo da se predloži kako da se dizajnira odnos dimenzija osnovnog i pratećeg oglasa u cilju postizanja potrebnog komercijalnog efekta uz maksimalan mogući kvalitet doživljaja korisnika. Pojedinačni uticaji oba tipa oglasa na kvalitet doživljaja se takođe trebaju ispitati.

Na Slici 2.11 je ilustrovano na koji način se prikazuje video oglas u odnosu na osnovni video sadržaj koji korisnik konzumira.



a)



b)

Slika 2.11: a) Međusobni odnos pozicije linearnog In-stream video oglasa, pratećeg oglasa i prozora video player-a, b) Odnos osnovnog video sadržaja i umetnutog oglasa za različite tipove linearnih In-stream video oglasa

Prethodna slika ističe način na koji se oglasi (linearni video oglas i prateći video oglas) prikazuju unutar prozora video player-a i trenutak vremena kada se ubacuje oglas u osnovni video sadržaj. Taj trenutak je početak, unutar i na kraju osnovnog videa koji korisnik konzumira. U skladu sa tačkom ubacivanja video oglasa, ubačeni oglasi su dobili i odgovarajuće nazive. Oglasi koji se prikazuju na početku su pre-roll, oni u sredini mid-roll i oglasi koji se prikazuju na kraju su post-roll video oglasi.

Preporuke za format i tehničke karakteristike linearnih video oglasa koji se ubacuju u osnovni sadržaj su opisane od strane IAB. Pregled preporučenih formata i drugih karakteristika vezano za prezentaciju i upravljanje oglasnim sadržajem je predstavljen u Tabeli 2.1 (IAB, 2009b).

Tabela 2.1: Preporuke za format linearnih video oglasa

<b>Preporuka</b>	<b>Karakteristike preporuke</b>
Tačaka ubacivanja oglasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na početku (pre-roll oglas)</li> <li>• u sredini (mid-roll oglas)</li> <li>• na kraju (post-roll oglas)</li> </ul>
Maksimalno trajanje prikaza oglasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maksimalno 30 sekundi (video)</li> <li>• maksimalno 15 sekundi (animacija)</li> </ul>
Događaj nakon klika ( <i>Click Event</i> )	Prozor za prikaz videa i prateći oglasi mogu sadržavati linkove koji korisnika preusmjeravaju na sajt oglašivača
Kontrole	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preporuka je da se svi linearni video oglasi iniciraju od strane korisnika zato što on treba da ima mogućnost izbora prikaza oglasnog sadržaja</li> <li>• Minimalne kontrole terbaju biti: <i>Start/Stop, Volume On/Off/Softer/Louder</i>.</li> </ul> <p>Poželjno je prisustvo opcija za: <i>Fast Forward/Rewind, Pause, Zoom</i> ili druge interaktivne komande. Sve kontrole trebe omogućiti kroz prikaz video oglasa osim opcije <i>Fast Forward</i>.</p>
Dimenzije pratećih oglasa	Prihvatljive dimenzije pratećih oglasa su: 300x250, 300x100, 468x60, 728x90, 300x60 piksela.

Uočava se da metodologija izbora formata obuhvata rješavanje različitih zadataka kao što su:

- izbor tačke ubacivanja video oglasa u osnovni video,
- izbor dužine trajanja video oglasa,
- da li će se prikazivati prateći oglasi i izbor dimenzija pratećih oglasa.

Upravljanje prikazom oglasnog sadržaja se odnosi na upotrebu linkova u prozoru video plejera gdje se prikazuju linearni i prateći video oglasi, sa ciljem preusmjeravanja korisnika na sajtove oglašivača. Kontrola dinamike prikaza sadržaja oglasa je opcija koja se često koristi kada se plasiraju linearni In-stream video oglasi. Osim navedenih preporuka formata linearnih video oglasa od značaja su i tehničke karakteristike linearnih video oglasa što je takođe definisano od strane IAB, Tabela 2.2 (IAB, 2009b).

Tabela 2.2: Preporuke za plasiranje linearnih In-stream video oglasa.

<b>Preporuka</b>	<b>Karakteristike preporuke</b>
Tehničke specifikacije videa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bitska brzina: veća od 2Mbps</li> <li>2. Rezolucija (u pikselima): 640x480 preferirana; 400x300 minimalna; dimenzije se mogu prilagođavati dimenzijama ekrana,</li> <li>3. Dubina boja: 32-bit,</li> <li>4. Ključni frejmovi: svake 1 sekunde,</li> <li>5. Brzina frejmova: najmanje 15 frejmova u sekundi,</li> <li>6. Preporučeni kodeci za plasiranje videa: MPEG2, WMV, H.264/AAC.</li> </ol>
Format slike ( <i>aspect ratio</i> )	4:3 (standardni ekran) ili 16:9 (široki ekran). Izdavačima sadržaja je dozvoljeno skaliranje da bi se prikaz prilagodio plejeru koji se koristi.
Najava tačke početka oglasa ( <i>leaders slate</i> )	Oglasi se mogu plasirati bez upotrebe tačke najave oglasa koji se plasira.
Skalabilnost	Ukoliko je moguće skaliranje oglasa, izdavači trebaju opisati kako se ono realizuje.

Prilikom kreiranja i plasiranja oglasa, karakteristike oglasa se usklađuju sa tehničkim karakteristikama osnovnog video sadržaja koji korisnik konzumira. Zbog

---

toga su tehničke karakteristike video oglasa uglavnom definisane od strane izdavača sadržaja i nalaze se u granicama vrijednosti preporučenih od strane IAB-a.

### 2.5.5 Modeli plaćanja u sistemu Internet video oglašavanja

Internet video oglašavanje predstavlja kompleksan sistem koji uključuje veći broj učesnika. Priroda interakcije između njih utiče na definisanje pravila i metoda naplate troškova i zarade nakon plasiranja servisa. Da bi sistem bio funkcionalno održiv svi učesnici u plasiranju servisa plaćaju jedan drugom korištenje odgovarajućih resursa. Na primjer, krajnji korisnici plaćaju Internet servis provider-u (*Internet service provider-ISP*) pristup Internetu, ISP plaća mrežnom operateru za upotrebu infrastrukture ili servisa, dok servis provider plaća mrežnom operateru ili CDN mreži za isporuku sadržaja uslugu vezanu za oglašavanje njihovih sadržaja. CDN operateri takođe imaju troškove upotrebe mrežne infrastrukture koju plaćaju svojim mrežnim operaterima.

Metod prodaje oglasnih sadržaja predstavlja jedan od najvećih prioriteta u online sistemu video oglašavanja. Trenutno se najčešće koristi metod plaćanja koji se bazira na načinu prikazivanja i izračunavanju broja prikaza video oglasa krajnjim korisnicima. Cijena oglašavanja se određuje na osnovu tipa oglasa i načina oglašavanja. Neki od najčešće korištenih metoda naplate prikazivanja i izračuna cijene oglašavanja su:

- a) CPM metod (*Cost Per Mile-CPM*). Ovo je metod obračunavanja koji koristi broj prikazanih oglasa, pri čemu se jedinična cijena određuje na osnovu 1000 prikazanih. Ovaj način obračuna je uglavnom zastupljen kada se realizuju velike oglasne kampanje i kada se koristi oglašavanje zasnovano na upotrebi banner-a.
- b) CPC metod (*Cost Per Click-CPC*). To je metod kod kojeg se cijena određuje za jedan klik na oglas koji se prikazuje. Taj klik je rezultat posjete korisnika sajtu oglašivača. Tekstualni oglasi uglavnom koriste ovaj metod obračuna cijene. Jedan od bliskih metoda obračuna cijene je CPV metod (*Cost Per View-CPV*) kada se obračunava isključivo uspješna posjeta sajtu, a ne samo klik na reklamu.
- c) CPA metod (*Cost Per Action-CPC*). Ovaj metod obračuna cijene se odnosi na slučaj kada oglašivač plaća samo realizaciju izvršenih aktivnosti. Te aktivnosti

---

moгу da budu: prijava na mail listu, prijava za uslugu koju nudi oglašivač ili kupovina nekog proizvoda. Uobičajeno je da se ovaj način obračuna cijene veže za principe oglašivanja koje koristi affiliate marketing, kod kojeg se jedan ili više saradnika, posrednika (*affiliate*) mogu nagraditi za svakog dovedenog korisnika.

- d) CPE metod (*Cost Per Engagement-CPE*). Ovo je način obračuna cijene kada oglašivač plaća realizovanu interakciju sa plasiranim oglasom. Tada se kao nosilac oglasne informacije uglavnom koristi rich-media. Upotrebljava se više tipova sadržaja (tekst, slika, video, igre) koji omogućuju intenzivniju interakciju korisnika sa oglasnim sadržajem.

Izbor načina prikazivanja video oglasa i metod naplate plasiranog oglasa direktno zavisi od uticaja oglasa na posjetioca Web stranice na kojoj se nalazi oglas. Evaluacija efikasnosti prikazanog oglasnog sadržaja je kompleksan i težak zadatak, te stoga predstavlja problem koji se neprestano istražuje i analizira. Zajednička karakteristika prethodno opisanih metoda koje se trenutno koriste u online sistemima video oglašavanja jeste da se šema izračuna cijene zasniva na broju isporučenih oglasa, odnosno broju ostvarenih impresija. U kontekstu onlajn video oglašavanja impresija se može definisati kao jedno prikazivanje, isporuka ili konzumiranje oglasa. Broj isporuka, odnosno download-a oglasa se koristi za izračunavanje broja impresija za neki oglasni sadržaj. Ovaj koncept ne uzima u obzir koliko dugo vremena je oglas bio prikazivan tako da oglašivači plaćaju samo broj konzumiranih impresija, odnosno isporuka oglasa korisnicima.

U novije vrijeme, istraživači ukazuju na prednosti metoda obračuna cijene koje kao metrike ne koriste isključivo broj isporučenih impresija. Obračun cijene isporučenih oglasa se može zasnivati i na vremenu koje je posjetilac proveo konzumirajući oglasni sadržaj. Ovaj pristup identifikuje dužinu trajanja konzumiranja videa kao važan činilac koji može uticati na razvoj sistema online oglašavanja. Na osnovu toga, mogao bi se uvesti dugačiji metod naplate isporučenih oglasa i to mjerenjem vremena koje je korisnik proveo konzumirajući oglas. S druge strane oglašivači bi se mogli stimulisati

---

da kupuju vrijeme koje u tom slučaju predstavlja i oglašivački resurs (Goldstein et al., 2011). Neke procjene vezane za razvoj i primjenu novih metodologija plaćanja plasiranih impresija ukazuju na to da će se u budućnosti intenzivno koristiti CPM metod. Taj metod podrazumijeva da cijena nekog oglasnog resursa može biti konstantna tokom definisanog vremena i ne zavisi od broja plasiranih impresija. Jedinična cijena fiksna i određena za veći broj oglasa. Prilikom analize izbora metoda obračuna cijene potrebno je voditi računa o tome da je u realizaciju i naplatu jedne impresije uključeno više entiteta oglasnog ekosistema (Yuan, Abidin, Sloan, & Wang, 2012).

Analizirajući slične principe koje koriste radio i televizija, uočava se da je potrebno analizirati efekat Internet oglasa na korisnika u smislu dužine trajanja prikaza i pozicije oglasa u odnosu na primarni video sadržaj koji korisnik pregleda. Na osnovu tog uticaja, dužinu trajanja i poziciju je potrebno analizirati u cilju definisanja neophodnih metrika koje će biti osnova za obračun cijene oglašavanja.

Prema tome, savremeni trendovi plasiranja video oglasa su usko vezani za obračun cijene oglasa tako što se uzima u obzir trajanje video oglasa. To takođe predstavlja jednu novu i interesantnu oblast za istraživanje kako u poslovnoj, tako i akademskoj zajednici. Nezaobilazno pitanje u takvim istraživačkim analizama je kvalitet doživljaja korisnika koji predstavlja značajan činilac u procesu modelovanja i plasiranja Internet video oglasa. Jedan od bitnih ciljeva je optimalno dizajniranje video oglasa koji treba da omogući najbolji kvalitet doživljaja korisnika, što svakako vodi ka povećanju profita koji se ostvaruje plasiranjem servisa.

## **2.6 Trendovi razvoja sistema za plasiranje videa putem Interneta i uticaj na oglašavanje**

Razvoj i evolucija Interneta se može posmatrati sa više stanovišta. Često se posmatraju uticaji i karakteristike mrežnog saobraćaja, topologija komunikacionih veza i čvorova, te poslovne relacije između komponenti sistema koji se posmatra. Da bi se poslovne aktivnosti mogle pravovremeno planirati i prilagođavati pravcima razvoja

---

potrebno je poznavati uzroke i načine evolucije Interneta i servisa baziranih na Internetu.

Razvoj Internet-a se, manifestuje i u promjeni zastupljenosti različitih vrsta saobraćaja i aplikacija u ukupnom Internet saobraćaju. Udio saobraćaja koji se bazira na e-mail komunikaciji i preuzimanju sadržaja sa Web stranica se smanjuje u odnosu na saobraćaj koji se bazira na Internet video sadržajima i interaktivnim Web sadržajima.

Promjene topologije su jedan od primjera pojedinih pravaca evolucije Interneta. Nedavne studije pokazuju da veliki provajderi sadržaja kao što su Google i Microsoft realizuju vlastite WAN (*Wide Area Network*) mreže. Glavni cilj je da se više približe krajnjim korisnicima i na taj način zaobiđu druge Internet servis provider-e u pojedinim segmentima plasiranja servisa. Ovo je poznato kao “flattening” fenomen Internet topologije (Gill, Arlitt, Li, & Mahanti, 2008). Autori smatraju da usvajanjem ovog trenda od strane većeg broja izdavača sadržaja može dovesti do ravnjanja (*flattening*) Internet topologije, što direktno utiče na korisnike, Internet servis provider-e i izdavače sadržaja koji su dio globalne mreže.

Na promjene koje se odnose na tipove aplikacija i vrste saobraćaja, kao i promjene topologija se nadovezuju i promjene koje su vezane za metodologiju i učesnike u plasiranju sadržaja putem Interneta. Imajući u vidu da su poslovni koncepti koji se baziraju na upotrebi Interneta poslovno interesantni pojavljuje se sve više novih, snažnih kompanija koje svojim poslovanjem utiču na pravce razvoja. U sistemima za plasiranje video sadržaja značajnu ulogu imaju CDN mreže i video streaming provider-i. Jedna od poznatijih CDN je Akamai (Akamai, 2013), a globalni video streaming provider-a je Netflix (Netflix, 2013). Sa stanovišta izdavača sadržaja, CDN može plasirati sadržaj brže i efikasnije, dok sa stanovišta lokalnog Internet servis provajdera CDN smanjuje udio upstream saobraćaja i smanjuje tranzitne troškove za njihove provider-e. Stoga često Internet servis provider-i saraduju sa CDN, i ne naplaćuju im postavljanje njihovih servera u sopstvenoj mreži. Jedan od primjera je saradnja između video streaming provider-a Netflix i Limelight CDN. Internet servis provider kojeg korisnici najviše koriste je takođe zainteresovan za saradnju sa video streaming



---

providerom i CDN. Kroz tu saradnju mu oni plaćaju korištenje velikog propusnog opsega koji on može obezbijediti prema krajnjem korisniku.

Na osnovu prethodno navedenih uzroka i mogućih pravaca razvoja otvara se potreba za modelovanjem i projekcijom budućeg razvoja Interneta i Internet baziranog ekonomskog ekosistema. Autori u (Ma, Lui, & Misra, 2013) su uočili nekoliko načina kako se, razumijevajući promjene Interneta i poslovanja na Internetu, mogu modelovati aktivnosti važne za poslovanje. Neke od mogućnosti su:

- Modelovanja namjera i poslovnih odluka provider-a za nabavku Internet servisa pri čemu se vodi računa o karakteristikama aplikacija, cijeni i kvalitetu prenosnih sistema;
- Definisane karaktere tržišne cijene i tržišnog udjela Internet transportnih servisa na osnovu opštih ekonomskih teorija;
- Analiza trendova razvoja ekonomskih aspekata Internet-a sa stanovišta utvrđivanja razloga za: pad cijena IP tranzitnog saobraćaja, intenzivnog uključenja CDN u Internet ekosistem, namjere velikih provider-a sadržaja za izgradnjom sopstvenih WAN mreža u cilju približavanja krajnjim korisnicima;
- Analiza cijena Interneta i kapaciteta podataka sa stanovišta razvoja i mogućnosti planiranja, te uklapanja u nove trendove tehnološkog razvoja.

Imajući u vidu postavljena pitanja i trendove razvoja, autori u (Ma et al., 2013) ukazuju na potrebu za analizom karakteristika provider-a aplikacija (intenzitet saobraćaja, profitabilnost i osjetljivost na kvalitet servisa) i karakteristika provider-a mrežnih usluga (kvalitet, cijena, kapacitet, uticaj na uravnoteženje tržišta). Sa dobijenim podacima bi se mogli procjenjivati trendovi razvoja i zahtjevi Internet saobraćaja, rast kapaciteta i mogućnosti poboljšanja kvaliteta aplikacija i servisa u Internet ekosistemu.

Internet video oglašavanje je poslovni koncept koji se zahvaljujući upotrebi dva najvažnija i najbrže rastuća tehnološka činioca (Internet i video sadržaj) po atraktivnosti i profitabilnosti pozicionirao u vrhu poslovnih rješenja. Primjena Interneta i mobilnih servisa u cilju plasiranja oglasnih sadržaja doprinosi i razvoju okruženja. Autori u

---

(Vasković, Ljubojević, Stanković, & Vasković, 2014) su pokazali da se pomoću Interneta i mobilnih servisa, a uz upotrebu odgovarajućih načina plasiranja informacija (SMS, MMS, slike, video i slično) može poboljšati turistička ponuda u lokalnim zajednicama. Jedan od važnih faktora je uspješna koordinacija svih korištenih komunikacionih kanala za prikupljanje i plasiranje informacija.

Jedan od savremenih trendova komunikacije i plasiranja video sadržaja putem Interneta je upotreba open source platformi za plasiranje video sadržaja. One mogu predstavljati jeftino ali efikasno tehničko rješenje, pa zato njihova upotreba može biti korisna preduzećima sa ograničenim finansijskim sredstvima. Njihova implementacija može potpomoći pozicioniranje i brendiranje malih i srednjih preduzeća koje funkcionišu u zemljama u razvoju, gdje su finansijska ulaganja u poslovanje ograničena (Ljubojević, Vaskovic, & Orlic, 2011).

Porast konzumacija video sadržaja koji ilustruju istraživanja i predviđanja Cisco korporacije (Cisco, 2013) pokazuju da će video sadržaj koji se konzumira preko Interneta predstavljati 69% od ukupnog saobraćaja koji se bude konzumirao u 2017 godini. Takođe, ukupan video saobraćaj preko Interneta koji podrazumijeva konzumaciju svih vrsta video sadržaja (TV, video on demand, Internet i P2P video) će do 2017 godine dostići 80 do 90 % globalnog saobraćaja koji se bude konzumirao. Važan podatak predstavlja i predviđanje da će se preko CDN mreža plasirati skoro 65% ukupnog Internet video saobraćaja u 2017. godini.

Ova predviđanja su važna za aplikacije kao što su Internet video oglašavanje koje se upravo baziraju na plasiranju video sadržaja. Mnoga istraživanja potvrđuju da je najbrže rastući i najzastupljeniji format u online oglašavanju upravo video oglas. Zbog toga je važno identifikovati mogućnosti za poboljšanje efikasnosti video oglasa, a pogotovo sa stanovišta obezbjeđenja optimalnog kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim sadržajem. Pregledom dosadašnjih istraživanja i postojeće literature uočava se da se pitanje efikasnosti video oglasa ranije nije intezivno proučavalo, ali da se u novije vrijeme pojavljuje sve više studija koje za cilj imaju da na naučnim osnovama ukažu na principe koji mogu poboljšati efikasnost online video oglašavanja.

---

### **3. Analiza kvaliteta doživljaja**

Generisanje i prenos informacija, a pogotovo slike ili videa, izložen je uticajima koji rezultiraju različitim kvalitetom doživljaja korisnika koji pregleda plasirani sadržaj na klijentskom uređaju. Na kvalitet slike utiču različiti faktori u procesu akvizicije, kompresije, prenosa, obrade, a takođe i u procesu reprodukcije. Zato je teško obezbijediti kvalitet video informacija na prijemu koji odgovara onom koji imaju informacije u izvornom obliku. Zbog uticaja koji kvalitet sadržaja degradiraju u svim fazama, od akvizicije pa sve do prezentacije krajnjem korisniku, neophodno je pronaći odgovarajuće metode kako da se obezbijedi, kontroliše i poboljša kvalitet video informacija, te da se identifikuje i kvantifikuje degradacija kvaliteta. Kvalitet video informacija, način reprezentacije video informacija i njihova upotreba u nekoj konkretnoj aplikaciji ili servisu direktno utiče na kvalitet doživljaja korisnika video sadržajem koji konzumira. Činjenica da kvalitet doživljaja korisnika predstavlja presudan faktor uspjeha, efikasnosti i profitabilnosti Internet video baziranih aplikacija i servisa, ukazuje na potrebu njegove kvantifikacije i poboljšanja. Zbog toga su metode procjene kvaliteta video sadržaja i kvaliteta doživljaja korisnika plasiranim servisom često predmet istraživanja u akademskom i poslovnom okruženju.

#### **3.1 Osnovni principi procjene kvaliteta videa**

Zbog toga što udio Internet video saobraćaja svakim danom sve više raste u ukupnom Internet saobraćaju, i zato što se sve veći broj poslovnih aplikacija i servisa bazira na upotrebi Internet videa, procjena kvaliteta video sadržaja i kvaliteta doživljaja korisnika je sve neophodnija. Nivo kvaliteta videa se zbog tačnosti i vjerodostojnosti dobijenih rezultata procjenjuje i evaluira od strane veće grupe ispitanika. Međutim, da bi se izbjegli ili bar ublažili troškovi, naporne i skupe procedure testiranja koje uključuje

---

veliki broj ispitanika, razvijaju se druge metode procjene kvaliteta koje se baziraju na modelovanju video sadržaja i algoritmima za objektivnu procjenu kvaliteta.

Da bi se moglo pristupiti modelovanju video sadržaja i projektovanju aplikacija i servisa baziranih na upotrebi video sadržaja neophodno je da postupci kreiranja i prezentacije video sadržaja budu usklađeni sa osnovnim principima ljudske percepcije videa. Dakle, neophodno je da metrike i algoritmi koje se koriste za predikciju ili optimizaciju procesa i aktivnosti dobro koreliraju sa ljudskom subjektivnom percepcijom. Zbog toga je neophodno dobro poznavati ljudski vizuelni sistem. Način akvizicije, procesiranja i percepcije vizuelnih informacija od strane ljudskog vizuelnog sistema je potrebno preslikati i opisati odgovarajućim algoritmima i metrikama koje se mogu koristiti za objektivnu procjenu kvaliteta videa. Naredni korak je mapiranje vrijednosti dobijenih objektivnim metodama u rezultate dobijene subjektivnom procjenom kvaliteta videa.

### **3.1.1 Karakteristike ljudskog vizuelnog sistema-**

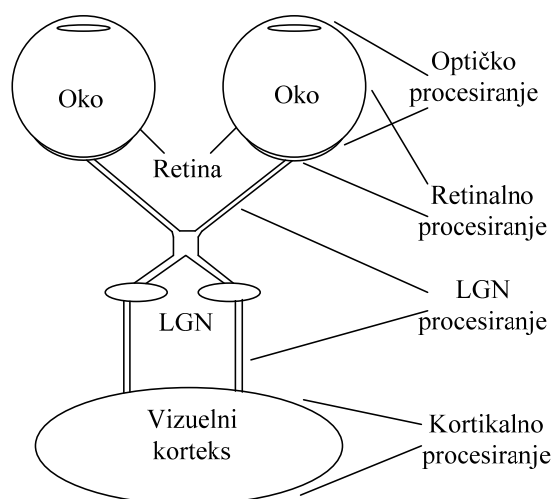
Metodologije procjene kvaliteta videa i kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim sadržajem, kao i algoritmi koji se u tu svrhu koriste bi trebalo da daju rezultate što bliže čovjekovom vizuelnom sistemu. Zato je čovjekov vizuelni sistem korisno posmatrati sa stanovišta načina obrade vizuelnih informacija.

Sa stanovišta procesiranja informacija čovjekov vizuelni sistem se može podijeliti u četiri segmenta koji obavljaju različite funkcije i to: optičko procesiranje, retinalno procesiranje, LGN (*lateral geniculate nucleus*) procesiranje i kortikalno procesiranje. Dijagram koji ilustruje ova četiri segmenta je prikazan na Slici 3.1 (Wang & A.C., 2006).

Vizuelna slika u vidu svjetlosti prolazi kroz optički sistem oka sve do fotoreceptora na zadnjem segmentu oka. Informacije dobijene fotoreceptorima obrađuju retinalne ćelije. Dobijene informacije se u retini enkoduju i kroz optički nerv prosljeđuje prema LNG gdje se stvara kompletna vizuelna informacija. Na tom mjestu

---

se integrišu informacije dobijene iz oba oka. Informacije iz LNG se projektuju u oblast koja se zove primarni vizuelni korteks. Svaki od četiri navedena segmenta obuhvata niz kompleksnih operacija. Obrada vizuelnih informacija koje uključuju podatke o prostornom rasporedu, brzini kretanja, a pogotovo pomjerajima zahtijevaju značajan nivo neurološke aktivnosti. Potrebno je naglasiti da je ljudski vizuelni sistem posebno osjetljiv na pokret, pa stoga objektivne mjere procjene video kvaliteta moraju uzeti u obzir i uticaj pomjeraja (Wang & A.C., 2006).



Slika 3.1: Dijagram koji ilustruje faze obrade informacija čovjekovom vizuelnom sistemu (Wang & A.C., 2006)

Analiza videa i razvoj algoritama za procjenu kvaliteta i obradu videa zavise i od važnih psihofizičkih osobina ljudskog vizuelnog sistema. Njegove psihofizičke osobine takođe utiču na percepciju kvaliteta videa i kvalitet doživljaja korisnika plasiranim sadržajem. Subjektivni osjećaj intenziteta svjetlosti kod korisnika se može opisati uticajem različitih parametara na percepciju, a koji se mogu matematički opisati. Osjetljivost vizuelnog sistema i osjećaj intenziteta svjetlosti se najčešće opisuju slijedećim parametrima:

- 
- Osjetljivost na boje (talasnu dužinu svjetlosti). Percepcija intenziteta svjetlosti je funkcija talasne dužine (spektralna osjetljivost).
  - Osjetljivost na promjenu intenziteta svjetlosti. Ukoliko intenzitet svjetlosti jedne talasne dužine varira, tada se pri dobroj aproksimaciji može primijeniti Weber-Fechnerov zakon, pa je odziv vidnog sistema proporcionalan logaritmu intenziteta.
  - Kontrast. Na subjektivni osjećaj svjetline značajno utiče kontrast. Kontrast je razlika svjetlina između susjednih površina, pri čemu je apsolutna vrijednost svjetline nekog objekta manjeg značaja od relativne svjetline (kontrasta). Objekti koji imaju istu objektivnu vrijednost svjetline, će izazvati različite subjektivne osjećaje svjetline u zavisnosti od kontrasta i njihovog međusobnog položaja.
  - Osjetljivost na brzinu promjene u prostoru. Osjetljivost na brzinu promjena u prostoru se može odrediti ako se konstantni intenzitet zamijeni sinusoidalnim sa rastućom prostornom frekvencijom. Na osnovu psiholoških testova u kojima je učestvovao veći broj ispitanika utvrđeni su odnosi između odziva i prostornih frekvencija.

Iako postoje intezivna istraživanja koja se odnose na funkcionalnost svakog od segmenata ljudskog vizuelnog sistema i faktore uticaja na subjektivni osjećaj intenziteta svjetlosti, ipak ostaje mnogo otvorenih pitanja za dalje proučavanje. Posebno su važna pitanja koja povezuju psiho-fizičke, tehničko–tehnološke faktore i poslovne ciljeve sa percepcijom konzumiranog video sadržaja.

### **3.1.2 Vizuelna percepcija i procjena kvaliteta videa**

Osjetljivost vizuelnog sistema, percepcija kvaliteta video sadržaja ali i doživljaja plasiranim sadržajima i servisom je osnova za razvoj tehničko-tehnoloških rješenja koja se primjenjuju u nekom poslovnom okruženju. Stoga se procjena kvaliteta videa može analizirati sa više stanovišta: psihološki, tehnički, socijalni i poslovni. Zbog toga se

---

neprestano istražuju novi aspekti procjene kvaliteta koji prate razvoj tehničkog i poslovnog okruženja.

Polazeći od procjene kvaliteta u oblasti plasiranja broadcast video sadržaja, gdje je metodologija procjene uglavnom jasno definisana, u savremenom Internet okruženju se neprestano javljaju nove mogućnosti i potrebe proučavanja procjene kvaliteta. Interneta i njegov brzi razvoj je uticao na unaprjeđenje procjene kvaliteta video sadržaja, a samim tim i kvaliteta doživljaja korisnika. Metode procjene kvaliteta se koriste za rješavanje novih zadataka koje generišu procesi kreiranja, plasiranja i prezentacije video sadržaja u aplikacijama koje se baziraju na upotrebi Interneta (Oran, 2013).

Postoji više pristupa za formiranje modela za procjenu kvaliteta videa. Oni često obuhvataju operacije koje su slične onima koje se izvršavaju u ljudskom oku. Zbog toga što svaki od modela posebnu pažnju posvećuje nekoj od specifičnih operacija postoji veliki broj različitih modela procjene kvaliteta videa koji se baziranih na ljudskom vizuelnom sistemu.

S druge strane postoje modeli koji se baziraju na izdvajanju osobina videa koje su značajne za procjenu kvaliteta videa. Ti modeli pripadaju grupi modela koji se baziraju na osobinama videa. (Moorthy et al., 2010). Modeli bazirani na osobinama videa i algoritmi koje koriste izvršavaju neke od operacija iz oblasti digitalne obrade slike i videa. Oni između ostalog izdvajaju granice, određuju elementarne pomjeraje, mjere nivoi osvijetljenosti i druge osobine u cilju procjene kvaliteta videa. Zajednička karakteristika je da izdvojene osobine videa ne zavise od ljudskog vizuelnog sistema, ali neki od modela daju veoma dobre rezultate koji su bliski ljudskoj percepciji. Neki od modela koji koriste izdvajanje osobina videa su:

- Mjera distorzije zasnovana na osjetljivosti čovjekovog vizuelnog sistema,
- Dekompozicija na sopstvene vrijednosti i kvalitet,
- Procjena kvaliteta slike zasnovana na zakrivljenosti,
- Perceptualna metrika kvaliteta videa,
- Metrike za kvalitet videa,

- 
- Procjena kvaliteta videa zasnovana na vremenskim varijacijama i prostornoj distorziji,
  - Mjera kvaliteta na osnovu prisustva vremenske trajektorije.

Treći pristup, koji će u ovom istraživanju biti detaljnije obrađen, je strukturalni pristupu koji podrazumijeva da ljudski vizuelni sistem izdvaja, odnosno da je posebno osjetljiv na strukturalne informacije, i da je gubitak strukturalnih informacija usko vezan za precepciju kvaliteta. Prvi strukturalni model u cilju procjene kvaliteta videa je predložen od strane autora Wang i Bovik i detaljno opisan u (Wang, Lu, & Bovik, 2004a). Taj model daje početnu osnovu za mnoga kasnija istraživanja.

### **3.1.3 Uticaj karakteristika videa na kvalitet doživljaja**

Imajući u vidu da video streaming, a samim tim i internet video oglašavanje kao tipična oblast primjene video streaming-a, neprestano povećava udio u ukupnom Internet saobraćaju neophodno je posebnu pažnju posvetiti upravljanju kvalitetom doživljaja. U ovom radu se prevashodno analizira kvalitet doživljaj plasiranim linearnim Internet video sadržajim u oblasti oglašavanja. Druga važna oblast upotrebe linearnih Internet video sadržaja je u oblasti obrazovanja. Učenje na daljinu, individualni pristup studenata učenju konzumacijom video sadržaja ili predavanje na daljinu samo su neki od primjera upotrebe i integracije Interneta i linearnih video sadržaja.

Kao što je ranije navedeno na QoE utiču različiti faktori, ali nezaobilazni su i uticaji tehničkih karakteristika plasiranog video sadržaja korisnicima. Prethodna istraživanja pokazuju da tehničke karakteristike plasiranog video sadržaja različito utiču na percepciju kvaliteta plasiranog sadržaja i kvalitet doživljaja korisnika. Stoga je potrebno analizirati njihov uticaj u kontekstu modelovanja i upravljanja kvalitetom doživljaja sa posebnom pažnjom za svaku pojedinačnu aplikaciju. Imajući u vidu značaj uticaja tehničkih karakteristika video sadržaja na kvalitet doživljaja korisnika, u ovoj disertaciji je dio istraživanja posvećen i tom uticaju.



---

Tehnički, psihološki i komercijalni aspekti plasiranja servisa se ne mogu posmatrati zasebno, te stoga standardizacija i preporuke u ovim oblastima predstavlja osnovu za dalje unaprjeđenje poslovanja. Zato standardizaciju, odgovarajuće preporuke i smjernice treba posmatrati kao polaznu osnovu prilikom modelovanja kako tehničkih, tako i poslovnih rješenja. Kada se govori o tehničkim aspektima standardizacije i preporuka u Internet video oglašavanju potrebno je izvojiti dva ključna principa. Jedan je standardizacija koja se odnosi na procedure i šeme plasiranja video oglasa sa stanovišta interoperabilnosti između entiteta sistema, a drugi je vezan za tehničke karakteristike video sadržaja.

Standardizacija koja omogućuje interoperabilnost između različitih učesnika u plasiranju video oglasa je jedan od glavnih pravaca rada IAB-a. Uvođenje standarda omogućuje mnoga poboljšanja realizacije Internet video oglašavanja. Glavni problemi su uzrokovani time što ranije nisu postojali zajednički protokoli oglašavanja za prikaz oglasa u video plejerima, niti je bilo moguće realizovati skalabilnu distribuciju video oglasa upotrebom servera za plasiranje video oglasa. Time je bila onemogućena interakcija između izdavača sadržaja koji koriste različite video player-e. Upravo u cilju prevazilaženja tih poteškoća je od strane IAB-a predložen VAST protokol (IAB, 2012a). Sa VAST protokolom je specificirana univerzalna XML šema koja omogućuje plasiranje video oglasa i njihov prikaz u različitim video player-ima. VAST definiše zajedničke protokole koji omogućuju da serveri koji su u funkciji arhiviranja i plasiranja oglasa koriste jedan, zajednički format video oglasa. On se upotrebljava prilikom plasiranja oglasa između više različitih izdavača sadržaja koji koriste različite plejere. Suština upotrebe VAST-a je da se realizuje plasiranje video oglasa nezavisno od tehnologije koja se koristi.

S druge strane na kvalitet plasiranog servisa utiču tehničke karakteristike video sadržaja koji se plasira. Kada je riječ o tehničkim karakteristikama plasiranih linearnih In-stream video oglasa i njihovom uticaju na korisnika važno je napomenuti dvije važne činjenice. Jedna je da se linearni video oglasi plasiraju unutar konzumiranog video sadržaja i da oni preuzimaju prozor video player-a. Sa tog stanovišta tehničke karakteristike plasiranih video oglasa trebaju biti usklađene sa karakteristikama

---

osnovnog video sadržaja koji korisnik pregleda. Druga, važna činjenica je da tehničke karakteristike video oglasa treba da budu usklađene sa preporukama koje se odnose na pravila kreiranja video oglasa u okviru neke oglasne kampanje i da se baziraju na usvojenim standardima i preporukama kao što su one koje su predstavljene od strane IAB-a. Preporuke koje se direktno odnose na tehničke specifikacije video oglasa su detaljno opisane u (IAB, 2009b). Neke od važnijih tehničkih karakteristika video oglasnog sadržaja koje se nalaze u preporukama su:

- Bitska brzina,
- Rezolucija (u pikselima),
- Dubina boja,
- Ključni frejmovi,
- Brzina frejmova,
- Preporučeni kodeci za plasiranje videa.

Veliki broj servisa i sadržaja koji su predmet interesovanja korisnika je baziran na video streaming-u. Poznato je da tehničke karakteristike video sadržaja imaju snažan uticaj na kvalitet realizacije video streaming servisa. S obzirom da video oglašavanje predstavlja tipičan video streaming servis, potrebno je karakteristike videa analizirati u kontekstu uticaja na kvalitet i efikasnost plasiranog video servisa, u ovom slučaju plasiranog video oglasa. Zauzimanje komunikacionih resursa i potreba da servis provider-i prilagođavaju video sadržaj raspoloživom propusnom opsegu ukazuje na potrebu da neke od tehničkih karakteristika, posebno bitska brzina, plasiranog video sadržaja budu limitirane. Ograničavanje bitske brzine se može realizovati na tri načina i to: promjenom broja frejmova u sekundi, smanjenjem rezolucije video sadržaja i promjenom parametara kompresije koja je izabrana. Neki od parametara kompresije koji se mijenjaju su: parametri kvantizacije, struktura grupe slika ili dodatne tehnike koje se koriste za detekciju sličnih pomjeraja i blokova (Janowski, Romaniak, & Papir, 2012).

Promjene ovih karakteristika utiču na kvalitet video sadržaja, a time direktno i na kvalitet doživljaja korisnika plasiranim servisom. Zato su nadzor i procjena kvaliteta

---

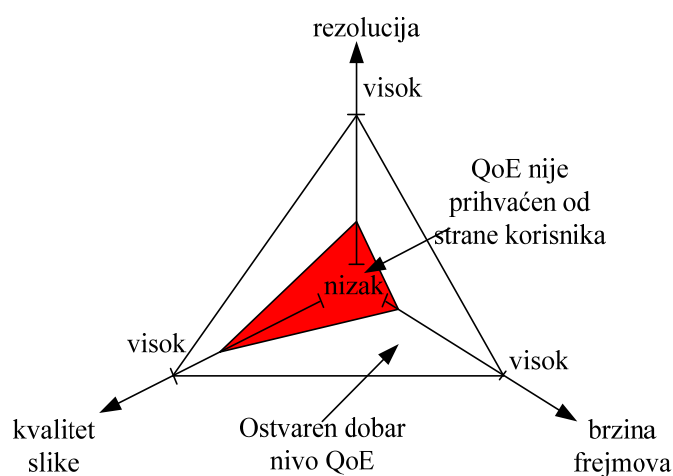
doživljaja, koji predstavljaju posljedice promjena vrijednosti pojedinih tehničkih karakteristika, bitni za obezbjeđenje efikasnosti i profitabilnosti servisa.

Jedna o glavnih karakteristika tih oglasa je da se svojim sadržajem razlikuju od osnovnog video sadržaja koji korisnik konzumira i da privuku pažnju korisnika. S druge strane parametri, kao što su broj frejmova u sekundi i rezolucija frejmova, koji se inače relativno jednostavno analiziraju su takođe važni za procjenu kvaliteta doživljaja korisnika plasiranim video oglasima. Osnovni razlog je u tome što se uticaj promjene broja frejmova i rezolucije na kvalitet video sadržaja mijenja kada se mijenja karakter i kontekst video sadržaja. Prostorne i vremenske karakteristike plasiranog video sadržaja, promjena broja frejmova i rezolucije dovode do različitog nivoa kvaliteta doživljaja korisnika. Ovaj odnos je upravo značajan kod dizajniranja video oglasa. Osnovni cilj video oglasa je da privuče pažnju prostornim i vremenskim promjenama scene koja se posmatara. Brzina i veličina pomjeraja objekata, promjene pozadine, odnos objekata i pozadine utiču na nivo pažnje korisnika koja će biti usmjerena na video.

S obzirom da su u preporukama IAB-a navedene granice u kojima treba da se nalaze karakteristike videa, kao što su broj frejmova u sekundi i rezolucija, te da promjena tih vrijednosti i promjena sadržaja video oglasa utiču na kvalitet doživljaja korisnika, u ovoj disertaciji se jedan dio istraživanja odnosi upravo na analizu tih uticaja.

Kontrola i procjena QoE se, uzevši u obzir preporuke IAB, može bazirati na nadzoru informacija vezanih za tehničke karakteristike i njima odgovarajuće faktore koji utiču na kvalitet doživljaja korisnika. Kada je riječ o video streaming aplikacijama, prilagođenje kvaliteta videa raspoloživom propusnom opsegu ili željenom kvalitetu doživljaja korisnika se može realizovati koristeći mogućnosti kodeka H.264 i njegove skalabilne ekstenzije (H.264/SVC). Ova ekstenzija daje mogućnosti za različite vremenske, prostorne i kvalitativne promjene videa, uz jednostavan prelazak i podešavanje na različite rezolucije ili brzine frejmova. Na taj način se kvalitet isporučenog videa prolagođava raspoloživom propusnom opsegu i optimizuje odnos između trenutnih komunikacionih resursa i kvaliteta doživljaja korisnika. To podrazumijeva da se, ukoliko je potrebno, realizuje prilagođavanje tehničkih

karakteristika video sadržaja raspoloživom propusnom opsegu da ne bi došlo do gubitka paketa i neželjene degradacije kvaliteta videa. Pri tome se otvaraju pitanja izbora odnosa između rezolucije i kontinuiteta prikaza sadržaja. Sa manjom rezolucijom video sadržaja se ostvaruje bolji prikaz u video player-u, dok se upotrebom veće rezolucije degradira kvalitet zbog mogućeg gubitka paketa. Oba slučaja utiču na kvalitet doživljaja korisnika plasiranim servisom, i upravo je taj izbor jedan od elemenata koji je važan prilikom modelovanja kvaliteta doživljaj korisnika. Autori u (Zinner, Abboud, Hohlfeld, Hossfeld, & Tran-Gia, 2010) su predložili okvir za upravljanje kalitetom doživljaja kada se distribucija video sadržaja bazira na upotrebi H.264/SVC. U toj studiji, autori su kvantifikovali objektivni i subjektivni kvalitet doživljaja fokusirajući se na metode skaliranja za različite rezolucije i uticaj mrežnih uticaja u smislu gubitka paketa. Predmet istraživanja ovih autora je da se pokaže da odnosi između rezolucije, kvaliteta videa i brzine frejmova mogu biti takvi da se obezbijedi zadovoljavajući kvalitet doživljaja (QoE). Grafička ilustracija međusobnih zavisnosti parametara videa u cilju optimizacije QoE je prikazana na Slici 3.2.



Slika 3.2: Međusobna zavisnost parametara videa u cilju optimizacije QoE, (Zinner, Abboud, et al., 2010)

Na osnovu definisane oblasti prihvatljive vrijednosti QoE prikazane na Slici 3.2, autori su u (Zinner, Hohlfeld, Abboud, & Hossfeld, 2010) analizirali uticaj brzine

---

frejmova i rezolucije na objektivne QoE metrike. Realizovana je kvantifikacija glavnih tehničkih karakteristika video sadržaja koji utiču na QoE i to: a) rezolucija videa, b) metod skaliranja, c) brzina frejmova i d) tipovi video sadržaja.

Uticaoj karakteristika i međusobnog odnosa njihovih vrijednosti na QoE je analiziran sa stanovišta primjene objektivnih SSIM i VQM metrika. Studija (Zinner, Hohlfeld, et al., 2010) pokazuje da se kod većih rezolucija, ali i kod većih brzina frejmova videa može objektivnim metrikama procjenjivati kvalitet percepcije korisnika.

Pokazano je da se procjena kvaliteta percepcije korisnika može realizovati upotrebom objektivnih metrika, te da se upotrebom SSIM metrike može kvantifikovati prezentacija različitih sadržaja i uticaj gubitka paketa na QoE. Eksperimentalni rezultati su pokazali da se video sekvence sa manjom rezolucijom bolje procjenjuju kada se koristi SSIM metrika nego kada se obavlja procjena degradiranih sekvenci visoke rezolucije.

Na osnovu pregleda dosadašnjih istraživanja, očigledno je da modelovanje različitih uticaja na kvalitet doživljaja korisnika plasiranim Internet video sadržajima predstavlja važan zadatak. On obuhvata više koraka koji se trebaju realizovati u procesu modelovanja. Neki od njih su:

- a) identifikovanje različitih uticaja na kvalitet doživljaja koji mogu biti predmet modelovanja (uticaji komunikacionih resursa u plasiranju servisa kao što su gubitak paketa, slabljenje, distorzija i sl.),
- b) izbor i analiza skupa video materijala koji se testira,
- c) izvođenje subjektivnog testiranja,
- d) izbor objektivnih metoda procjene kvaliteta doživljaja i
- e) međusobna veza između rezultata dobijenih sa subjektivnim metodama procjene kvaliteta i objektivnih metoda procjene.

Jedna od metodologija koja upravo opisuje prethodno navedene korake u kreiranju objektivnog modela procjene kvaliteta doživljaja koji se bazira na upotrebi objektivne SSIM metrike i subjektivne procjene kaliteta je opisan u studiji (Romaniak & Janowski, 2010). Ova studija pokazuje da se može predložiti objektivni model za procjenu gubitka paketa u slučaju prenosa sadržaja visoke rezolucije upotrebom SSIM

---

metrika. Kao relevantna mjera ispravnosti objektivne procjene korišteni su rezultati subjektivnog procjenjivanja kvaliteta doživljaja ispitanika koji učestvuju u eksperimentu. Predložena metodologija može biti korisna za modelovanje različitih uticaja na prenos video sadržaja putem Interneta.

### **3.2 Kvalitet doživljaja u funkciji mjere kvaliteta plasiranog servisa**

Prema svim relevantnim pokazateljima očigledan je porast upotrebe multimedijalnog sadržaja, što je pogotovo izraženo u oblastima vezanim za upotrebu Interneta. Upotreba Internet baziranih multimedijalnih sadržaja, servisa i aplikacija intenzivira potrebu za detaljnijom analizom i proučavanjem procjene kvaliteta plasiranih sadržaja i servisa. Nova istraživanja postavljaju korisnika u centar interesovanja svih učesnika u sistemu koji je u funkciji plasiranja nekog komercijalnog proizvoda koji može biti sadržaj, servis ili aplikacija. Stoga, za razliku od tradicionalnih pristupa procjeni kvaliteta servisa gdje se isključivo analizira mrežno okruženje koje utiče na kvalitet, novija istraživanja kao predmet imaju kvalitet doživljaja korisnika kao mjeru kvaliteta plasiranog sadržaja ili servisa.

Imajući u vidu da se svi savremeni servisi oslanjaju na upotrebu IP mrežnog okruženja donesen je veliki broj preporuka i standarda koji precizno definišu parametre koji utiču na QoS (Seitz, 2003).

Parametri koji definišu QoS imaju za cilju da poboljšaju stepen zadovoljstva korisnika plasiranim servisom, ali se QoS fokusira isključivo na tehničke mjere za poboljšanje mrežnih performansi i parametara kao to su gubitak paketa, kašnjenje, džiter i drugo. S druge strane, u cilju obezbjeđenja kvaliteta servisa u punom smislu, s kraja na kraj potrebno je analizirati percepciju kvaliteta od strane korisnika. Kvalitet doživljaja je uveden za opis i mjeru kvaliteta servisa sa stanovišta percepcije i doživljaja korisnika, za razliku od mjere opisane uz pomoć QoS koja obuhvata isključivo tehničke, mrežne parametre. U tom smislu se za ocjenu subjektivnog doživljaja korisnika

---

plasiranim sadržajem, servisom ili aplikacijom koristi koncept kvaliteta doživljaja korisnika, odnosno QoE koncept (Fiedler et al., 2009), (Serral-Gracia et al., 2010).

### **3.2.1 Uticaj vremena čekanja na kvalitet doživljaja**

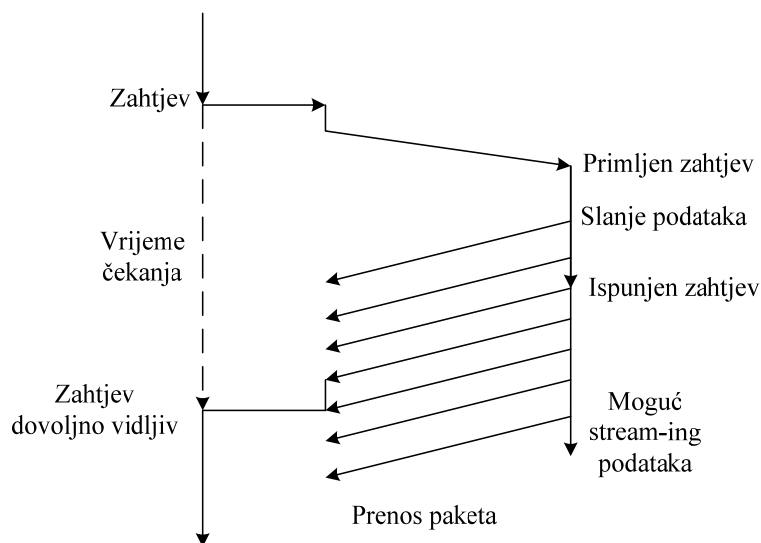
Plasiranje sadržaja korisnicima, a pogotovo plasiranje multimedijalnih sadržaja putem Interneta, osjetljivo je na kašnjenje. To svakako utiče i na percepciju vremena konzumacije od strane korisnika. Realizaciju takvih servisa često prati pojava fenomena vremena čekanja, i koji ima jak uticaj na zadovoljstvo korisnika plasiranim servisom. Osnovni razlog je što tokom tog vremena korisnik čeka na konzumaciju sadržaja, a to direktno utiče na nivo zadovoljstva korisnika plasiranim servisom.

Internet video oglašavanje, kao tipična aplikacija koja se bazira na upotrebi Internet videa, snažno zavisi od elemenata koji su vezani za kontinuitet konzumacije video sadržaja. Osnovni razlog je u tome što je konzumacija video sadržaja prekinuta ili kasni zbog ubačenih video oglasa, tako da se može reći da je jedan od glavnih faktora koji utiče na QoE u Internet oglašavanju upravo vrijeme čekanja na konzumaciju osnovnog, željenog video sadržaja.

U tom kontekstu vrijeme čekanja se može posmatrati kao vrijeme tokom kojeg se ubacuju i prezentuju video oglasi. Za vrijeme prikazivanja oglasa, osnovni video koji je predmet interesovanja korisnika je prekinut ubačenim oglasom, tako da je navedeni uticaj na QoE korisnika potrebno detaljno ispitati. U literaturi postoje istraživanja koja se bave uticajem vremena čekanja na QoE, i pokazuje se da je ono jedan od najvažnijih faktora koji utiču na QoE korisnika.

Uticaj vremena čekanja i kašnjenja na QoE kod Web baziranih aplikacija kao što je video streaming su detaljno analizirani u radu (Egger, Hoßfeld, Schatz, & Fiedler, 2012). Web bazirani servisi koriste principe komunikacije koji koriste šemu zahtjev-odgovor. Obično korisnik inicira zahtjev za pretragom, preuzimanje fajlova, videa i slično, a zatim dobija odgovor koji nije trenutni, već kasni izvjesno vrijeme. Kašnjenje odgovora zavisi od tipa zahtjeva i tipa odgovora. Rezultat šeme komunikacije

zasnovane na slanju zahtjeva i očekivanju odgovora je pojava vremena odgovora i vremena čekanja što utiče na subjektivnu percepciju kvaliteta servisa od strane korisnika. Ilustracija vremena čekanja u Web baziranim servisima je data na Slici 3.3 (Egger et al., 2012).



Slika 3.3: Ilustracija vremena čekanja u Web baziranim servisima (Egger et al., 2012).

Autori su predstavili rezultate istraživanja koji pokazuju da postoji značajna razlika u nivou QoE između video streaming aplikacija kada se analizira uticaj istog inicijalnog vremena čekanja. Jedan od najvjerojatnijih razloga za takve rezultate je u tome što korisnici imaju drugačija očekivanja po pitanju kvaliteta realizacije servisa za različite aplikacije. Autori su zaključili da je uticaj vremena čekanja kada je riječ o interaktivnim aplikacijama pitanje koje obavezno treba interdisciplinarno proučavati. Interdisciplinarni pristup istraživanju ovog uticaja bi se odnosio na tehničke, psihološke, socijalne i druge aspekte upotrebe Internet video streaming aplikacija. Navedena studija daje jedno od teorijskih uporišta istraživanju kvaliteta doživljaja korisnika u oblasti Internet video oglašavanja. Internet video oglašavanje je tipičan primjer gdje psihološki, tehnički i finansijski aspekti jedne aplikacije treba da budu analizirani zajedno.



---

Percepcija vremena je vezana za neke fundamentalne psihološke principe, ali je zavisna od konteksta i subjektivnog doživljaja konzumiranog sadržaja. Zbog toga, kada je riječ o linearnim Internet video sadržajima, uticaj percepcije vremena na QoE treba da budu analizirana upotrebom subjektivnih metoda i analizom konteksta sadržaja koji se konzumira. Video sadržaj koji se posmatra u ovoj disertaciji je oglasni video sadržaj.

Autori u (Hossfeld et al., 2012) istražuju uticaj vremena čekanja u toku pregledanja videa koje se može opisati kao prekid konzumacije videa u nekom trajanju (zadržka) i vrijeme čekanja na početku pregledanja videa koje se naziva inicijalno čekanje. Važan doprinos ovog istraživanja je u tome što definiše kvantitativne relacije između QoE i vremena čekanja. Takođe je ukazano da je QoE jedan od nezaobilaznih istraživačkih zadataka za svaku aplikaciju i servis koji je zasnovan na plasiranju Internet video sadržaja. Istraživanje je pokazalo da QoE za neko dato vrijeme čekanja snažno zavisi od konkretne aplikacije, ali i da pouzdanost procjene kvaliteta doživljaja i uniformnost njihovog ocjenjivanja ne zavisi od aplikacije. Ovo istraživanje je takođe pokazalo da inicijalno kašnjenje ima manji negativan uticaj na QoE nego pojava zadržke konzumacije kada je riječ o online video servisima. Autori smatraju da se prekidi isporuke servisa moraju izbjegavati u svakom mogućem slučaju. Takođe je ispitivan uticaj inicijalnog kašnjenja i stalling-a za različita trajanja i utvrđeno je da stalling izaziva iznenađan, neočekivan prekid konzumacije sadržaja što izaziva značajan negativan uticaj na QoE korisnika za bilo koje trajanje stalling-a. Dužina trajanja inicijalnog kašnjenja manje utiče na korisnika zbog efekta učenja, odnosno korisnik se prilagođava i uči koliko vrijeme čekanja u budućnosti može očekivati. Zbog toga dužina trajanja inicijalnog kašnjenja manje utiče na smanjenje QoE, nego ta ista dužina trajanja u slučaju prekida kontinuiteta konzumacije servisa.

Na osnovu rezultata prethodno navedenih istraživanja u ovom radu analizirana je problematika optimalnog dizajna video oglasa u smislu postizanja maksimalnog QoE korisnika u slučaju Internet video oglašavanja. Glavna razlika između istraživanja provedenog u ovoj disertaciji i istraživanja predstavljenog u (Hossfeld et al., 2012) je u tome što je u istraživanju u okviru disertacije analiziran QoE u kontekstu konkretne aplikacije (Internet video oglašavanje) gdje je vrijeme čekanja u konzumaciji video

---

sadržaja izazvano ubacivanjem dodatnog video sadržaja –video oglasa. Treba naglasiti važno otvoreno pitanje koje se odnosi na osnovne karakteristike prekida konzumacije video sadržaja, a to je šta se prikazuje korisniku tokom prekida plasiranja osnovnog video sadržaja. Najčešće je to crni ekran ili neki drugi opcioni video sadržaj. Prekid kada se korisniku ništa ne prikazuje tokom prekida konzumacije osnovnog videa i prekid kada se korisniku prikazuje video oglas imaju različite uticaje na QoE.

Podršku pretpostavci da je tokom prekida konzumacije osnovnog sadržaja bolje prikazati drugi, opcioni sadržaj daju i rezultati istraživanja predstavljena je u studiji autora (Robitza, Buchinger, & Hlavacs, 2010). Oni su pokazali da prikaz oglasa tokom vremena potrebnog za prebacivanje kanala (*zapping time*) ima povoljniji uticaj na korisnika nego kada se ne prikazuje nikakav dodatni sadržaj. Utvrđeno je da se kašnjenje u prebacivanju kanala može posmatrati na sličan način kao kašnjenje u Internet baziranim servisima. Autori su istraživali uticaj različitih sadržaja ubačenih u zapping vrijeme. Sadržaji koji su analizirani su: crni ekran, animacija sa obavještenjem- „Molimo sačekajte“, statički logo oglas i kratki video oglas. Rezultati istraživanja pokazuju da je kratki komercijalni video oglas najbolje prihvaćen od strane korisnika tokom zapping vremena. Autori su takođe ukazali na važnost istraživanja koja se odnose na finansijski model u kojem se dodatni prihodi mogu generisati plasiranjem oglasa u okviru postojećih servisa koji isporučuju multimedijalne sadržaja, kao što je npr mobilna televizija. Oni takođe smatraju da postoji potreba za definisanjem maksimalne dužine trajanja prekida tokom prelaska sa jednog na drugi kanal koja bi bila prihvatljiva za većinu korisnika. Tom konstatacijom se otvara pitanje dužine trajanja ubačenog video oglasa sa stanovišta optimalnog odnosa vremena čekanja i oglasnog potencijala u cilju stvaranja profita.

U ovoj disertaciji je istraživano kako pozicija oglasa unutar osnovnog video sadržaja utiče na QoE korisnika. Ubacivanjem linearnog oglasa se prekida konzumacija osnovnog sadržaja u nekom trajanju, što se takođe dešava u slučaju pojave inicijalnog kašnjenja ili prekida tokom konzumacija sadržaja. Presentacija različitih formata video oglasa (pre-roll, mid-roll i post-roll) utiče na nivo pažnje korisnika kao i promjenu pažnje tokom konzumiranja sadržaja. Različite dužine trajanja plasiranih video oglasa

---

takođe mogu imati uticaj na nivo pažnje i kvalitet doživljaja korisnika. Rezultati istraživanja predstavljeni u studijama (Hossfeld et al., 2012; Robitza et al., 2010) pružaju dobre osnove za istraživanje kvaliteta doživljaja korisnika u sistemima Internet video oglašavanja.

Prekid toka i kontinuiteta konzumiranja servisa predstavlja jedan od vremenskih aspekata konzumacije nekog servisa. Zbog toga, ubacivanje video oglasa u video stream i prekidanje pažnje korisnika koji posmatra neki video sadržaj predstavlja ozbiljan i važan vremenski aspekt internet video servisa.

Autori u (Minhas & Fiedler, 2011), (Qi & Mingyuan, 2006) su istraživali zamrzavanje (*frame freezing*) i ispuštanje frejmova (*skipping*) na početku, u sredini i na kraju video sadržaja koji korisnik pregleda. Utvrđeno je da se ometanje korisnika zamrzavanjem i ispuštanjem frejmova u sredini video sadržaja koji konzumira doživljava mnogo gore nego ukoliko je to ometanje na početku ili na kraju konzumiranog sadržaja.

Ova disertacija se bavi sličnim fenomenom, samo što je predmet istraživanja Internet video oglašavanje gdje se pažnja korisnika i kontinuitet konzumiranja željenog sadržaja ometa ubacivanjem oglasa ograničenog trajanja na početku, u sredini ili na kraju konzumiranog video. Da bi se utvrdilo na koji način ometanje pažnje korisnika utiče na kvalitet doživljaja analizirane su različite pozicije plasiranja video oglasa unutar streaming videa.

U cilju mjerenja uticaja zamrzavanja frejmova na smanjenje nivoa percepcije kvaliteta videa, autori u (Huynh-Thu & Ghanbari, 2009) su predstavili metriku koja uzima u obzir vremenski aspekt i ne koristi referentne vrijednosti, te snažno korelira sa rezultatima subjektivne procjene. Autori predlažu da se opisana metrika koristi u kombinaciji sa drugim prostornim parametrima kvaliteta da bi se ostvarila potpuna i sveobuhvatna procjena kvaliteta videa. Rezultati navedenog istraživanja su od velikog značaja i za buduće pravce razvoja ovog istraživanja posebno zbog uticaja prostornih faktora video oglasa koji utiču a QoE.

Modelovanje QoE u online video streaming servisima je bitan zadatak zbog toga što trenuci u kojima se prekida servis snažno utiču na percepciju kvaliteta servisa. U

---

radu (Hossfeld, Schatz, et al., 2011) autori su proveli istraživanje, šire poznato kao crowdsourcing, koje se bazira na kampanji koja uzima u obzir mišljenje velikog broja ispitanika na širem geografskom području. Oni su utvrdili da na QoE Youtube aplikacije primarno utiču frekvencija i trajanje prekida. Rezultati njihovog istraživanja pokazuju da drugi faktori kao što su starost, intenzitet upotrebe Interneta ili tip sadržaja nemaju značajan uticaj na QoE. Oni su također pokazali da crowdsourcing metodologija ima veliki potencijal za procjenu kvaliteta u Internet baziranim aplikacijama.

### **3.2.2 Aspekti procjene QoE u plasiranju video sadržaja**

Prethodna istraživanja su pokazala da je QoE usko vezan za vrstu tip aplikacije i karakter konzumiranog video sadržaja (Cerqueira, Zeadally, Leszczuk, Curado, & Mauthe, 2011). Zbog toga se metodologija upravljanja QoE u sistemima za plasiranje video sadržaja treba analizirati posebno za svaku od oblasti primjene plasiranja i konzumiranja multimedijalnih sadržaja. Pri tome se ciljevi istraživanja QoE za specifičnu aplikaciju mogu usmjeriti na poboljšanje kvaliteta plasiranog sadržaja ili subjektivnog doživljaja korisnika.

Analiza prethodnih istraživanja pokazuje da je očigledno da kvalitet videa ima veliki uticaj na kvalitet doživljaja korisnika. Stoga je važno uočiti suštinske razlike između procjene kvaliteta doživljaja prouzrokovanog različitim nivoima kvaliteta, odnosno oštećenja video stream-a i kvaliteta doživljaja u smislu percepcije kvaliteta konzumiranog servisa ili sadržaja od strane korisnika kao što je definisano u (Le Callet et al., 2012). U prvom slučaju je težište stavljeno na unaprijeđenje kvaliteta video sadržaja i servisa, a u drugom slučaju je u centru intreresovanja korisnik, njegove potrebe i subjektivna percepcija kvaliteta.

Ukoliko se radi o procjeni kvaliteta videa za potrebe servis provajdera, koriste se različiti alati i metode koje su razvijene za objektivno testiranje QoE koje pruža izračunavanje srednje ocjene (*Mean Opinion Score-MOS*) sa zadovoljavajućom preciznošću. Poređenje rezultata dobijenih subjektivnim i objektivnim metodama procjene kvaliteta doživljaja predstavlja osnovu za izbor metodologije za njegovo

---

modelovanje (Leister, Boudko, & Rossvoll, 2011), (K. Seshadrinathan, R. Soundararajan, A. C. Bovik, & L. K. Cormack, 2010b), (K. Seshadrinathan, R. Soundararajan, A.C. Bovik, & L.K. Cormack, 2010a), (Winkler, 2009).

U radu (Agboma & Liotta, 2012) autori su predložili metodologiju kojom se omogućuje maksimalna vrijedost QoE u zatvorenom mrežnom okruženju. Metode QoE analize se koriste za predikciju kvaliteta videa koji se smatra prihvatljivim za krajnjeg korisnika. QoE metrike koja se često analiziraju odnose se na procjenu uticaja mrežnog okruženja i kodovanja videa na kvalitet doživljaja korisnika. Međutim, potrebno je analizirati i QoE metrike koje uzimaju u obzir lične potrebe ispitanika, karakteristike korisničkog uređaja i kontekst video sadržaja.

Korisnik se sve češće postavlja u centar istraživanja svih segmenata plasiranja multimedijalnih sadržaja. Zbog toga osim zainteresovanosti za kvalitet videa i performanse mrežnog okruženja, servis provajderi moraju posebnu pažnju da poklone ličnim iskustvima korisnika servisa, zainteresovanošću za konzumaciju sadržaja i očekivanjima koja korisnik ima od ponuđenih servisa i sadržaja (Serral-Gracia et al., 2010).

Modelovanju QoE treba pristupiti veoma pažljivo i sveobuhvatno, što u konačnici omogućava servis provajderu da poboljša kvalitet servisa i aplikacije, te unaprijedi svoj poslovni koncept. Efekti i uticaji plasiranog servisa na korisnika, te potrebe za modelovanjem QoE se istražuju i proučavaju na različite načine. Istraživanje autora (Hossfeld, Biedermann, et al., 2011) analizira efekat pamćenja (*memory effect*) kao glavni faktor uticaja na modelovanje QoE.

U oblasti multimedijalnog oglašavanja je evaluacija kvaliteta doživljaja korisnika takođe interesantan zadatak. Iako su predloženi različiti pristupi, u istraživačkoj zajednici se najčešće koriste subjektivni testovi. Autori u (Rohrer & Boyd, 2004b) opisuju važnost istraživanja uloge kvaliteta doživljaja korisnika u razumijevanju prirode i negativnih uticaja online oglasa na zadovoljstvo korisnika. U proteklom periodu analiza kvaliteta doživljaja nije bila neophodan zadatak, da bi njegov značaj naglo porastao i postao nezaobilazan faktor procjene efikasnosti oglasne Internet kampanje. U radu je posebno naglašena vrijednost analize zadovoljstva korisnika u procesu

---

donošenja odluka po pitanju izbora formata oglasa, karakteristika oglasa i pozicije, te gdje je najbolje pozicionirati oglas kada se koristi pretraživanje sadržaja pomoću pretraživača Yahoo-a.

Prekidi kontinuiteta konzumiranja sadržaja su neki od najvažnijih činilaca koji utiču na kvalitet zadovoljstva. IPTV predstavlja tipičan primjer gdje je taj uticaj veoma izražen. Postoji snažna korelacija između zapping vremena i QoE. Vrijeme prebacivanja kanala je definisano kao vrijeme između trenutka kada korisnik pritisne dugme za promjenu kanala i trenutka kada se željeni kanal prikaže na ekranu. Prekid i ometanje toka konzumiranja sadržaja u IPTV je analizirano sa stanovišta efekata koje channel zapping vrijeme ima na percepciju korisnika i stepen njegovog zadovoljstva (Kuipers, Kooij, Vleeschauwer, & Brunnström, 2010). Prethodna istraživanja su pokazala da u IPTV sistemima QoE korisnika može biti poboljšán ubacivanjem reklama tokom trajanja zapping vremena (Godana, Kooij, & Ahmed, 2009), (Kooij, Klos, Godana, Nicolai, & Ahmed, 2009).

Imajući u vidu prethodno navedene studije koje se bave proučavanjem zapping vremena na kvalitet doživljaja korisnika, može se uspostaviti korelacija između uticaja zapping vremena na QoE u IPTV sistemima i uticaja In-stream video oglasa u online oglašavanju. In stream oglašavanje, kao i oglašavanje tokom zapping vremena, utiče na korisnika prikazujući mu neki dodatni sadržaj tokom prekida konzumacije osnovnog, željenog video sadržaja. Pri tome se oglašavanjem postižu ciljevi koji su takođe predmet istraživanja i posvećuje im se velika pažnja, a to su:

- iniciranje i zahtjev za trenutnom akcijom korisnika,
- izgradnja svijesti kod korisnika o oglašavanom brendu,
- povećanje prodaje proizvoda.

Video oglasi treba da privuku pažnju korisnika, skrećući je sa osnovnog sadržaja koji konzumira, ali tako da se sveukupno zadovoljstvo korisnika plasiranim servisom ne degradira u značajnijoj mjeri. Zbog toga se modelovanju QoE pristupa izuzetno pažljivo, jer samo uz maksimalan mogući nivo QoE korisnika može se ostvariti profit i povećati zarada.

---

Na osnovu prethodnih istraživanja i preporuka od strane IAB-a (IAB, 2009b) u ovoj disertaciji je analiziran QoE u sistemu linearnog Internet video oglašavanja. U cilju poboljšavanja efikasnosti Internet video oglašavanja, pomoću metoda analize QoE, istraživana je upotreba različitih formata linearnih video oglasa, kao i efekti plasiranja video oglasa unutar osnovnog video sadržaja.

### **3.2.3 Uporedna analiza QoS i QoE**

Razvoj multimedijalnih servisa u smislu unaprjeđenja dostupnosti, raspoloživosti i kvaliteta plasiranog sadržaja utiče na rast potreba i zahtjeva korisnika servisa. Koncept QoS-a predstavlja osnovu za upravljanje i nadzor mrežnog saobraćaja u sistemima za plasiranje multimedijalnih sadržaja i servisa. Da bi se u potpunosti uzele u obzir potrebe i karakteristike korisnika za sveobuhvatno poboljšanje kvaliteta servisa ovom konceptu se pridružuje i QoE koncept.

QoS predstavlja sveukupnost karakteristika telekomunikacionog servisa koji ima za cilj da zadovolji pretpostavljene i moguće potrebe korisnika servisa (ITU, 2008a). Na osnovu zadataka utvrđenih definicijom za QoS je značajno mjerenje mrežnih parametara i detekcija promjena u mreži, a te informacije se koriste uglavnom za definisanje prioriteta saobraćaja. S obzirom da QoS ne posmata kvalitet mrežnih performansi sa stanovišta percepcije korisnika, uvodi se QoE koncept za poboljšanje kvaliteta. QoE će poslužiti kao metrika koja ima za cilj da okaraktriše kvalitet servisa i mreže upravo sa stanovišta percepcije korisnika. On u tom slučaju predstavlja mjeru kvaliteta percepcije korisnika i može poslužiti za utvrđivanje stepena prihvaćenosti plasiranih servisa od strane korisnika. Prema tome, osnovna razlika između koncepata QoS i QoE je njihova veza sa mrežnim okruženjem pa se može kazati da je QoE korisnički orjentisan, a QoS mrežno orjentisan koncept. Naravno, ova dva koncepta se ne mogu posmatrati izolovano jedan od drugog. U Tabeli 3.1 su predstavljene najčešće korištene mjere QoS i QoE (Schatz & Hossfeld, 2011).

Tabela 3.1: Pregled tipičnih mjera QoS i QoE

QoS	QoE
Propusni opseg	Brzina odgovora, reakcije
Bitska brzina	Interaktivnost
Kašenjenje	Raspoloživost
Džiter	Otpornost
Gubitak paketa	Procenat izvršenja zadatka
Odnos signal- šum	Prihvatljivost
	Umor, zasićenost
	Zadovoljstvo
	Dosada

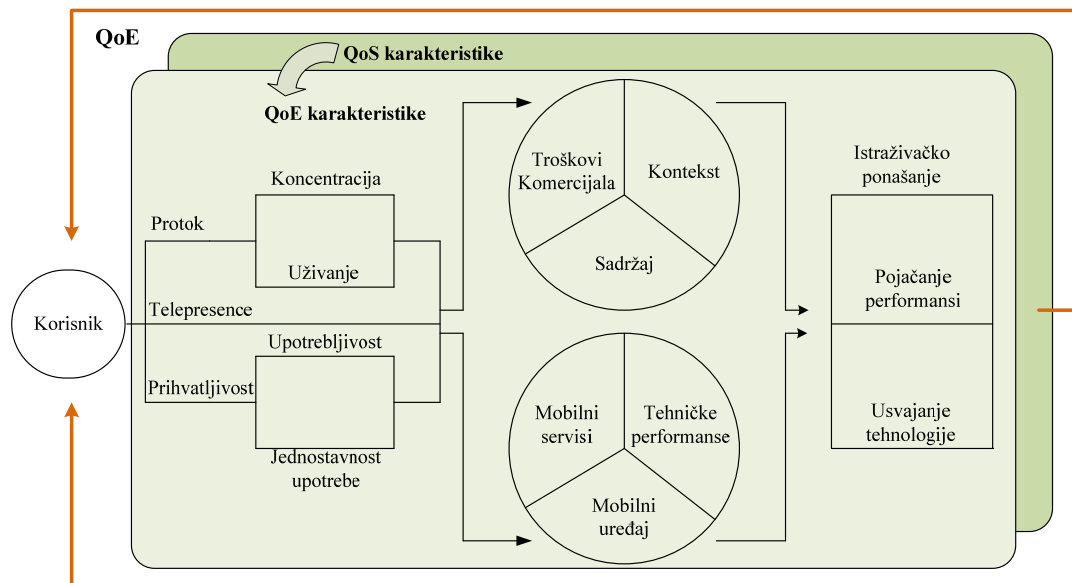
Tabela ilustruje pravce razvoja analize kvaliteta multimedijalnih komunikacija koji korisnika stavljaju u centar interesovanja svih segmenata sistema. Potpuna dostupnost servisa i usluga, potpomognuta mobilnim komunikacijama i svakodnevnom upotrebom personalnih mobilnih uređaja dodatno utiču na potrebu analize kvaliteta sa stanovišta subjektivnog doživljaja korisnika. S obzirom na to, QoE menadžment u sistemima za plasiranje videa predstavlja novu i veoma atraktivnu oblast istraživanja.

Ranija istraživanja pokazuju da procjena QoE zavisi od više činioca pa se može posmatrati sa više aspekata. Autori u (Buchinger, Kriglstein, Brandt, & Hlavacs, 2011) predstavljaju okvir za definisanje svih činilaca koji utiču na procjenu QoE u multimedijalnim aplikacijama. Slika 3.4 ilustruje kompleksnost ali i značaj procjene QoE.

Sa slike se uočava nekoliko elementata interakcije između QoS i QoE na koje treba obratiti pažnju a to su:

- Na karakteristike QoE direktno utiču parametri QoS-a,
- Prilikom definisanja potrebnih metrika za modelovanje i procjenu QoE potrebno je uzeti u obzir uticaj QoS parametara,
- QoE se može procjenjivati sa različitih aspekata, međutim potrebe i percepcija kvaliteta plasiranog servisa od strane korisnika su uvijek u centru interesovanja.





Slika 3.4: Kompleksnost procjene QoE i interakcija sa QoS, (Buchinger et al., 2011)

Prethodna slika potvrđuje da se QoE koncept mora posmatrati s kraja na kraj sistema plasiranja videa što ga postavlja hijerarhijski iznad koncepta QoS. Međutim, QoE se ne analizira bez prethodno jasno definisanih parametara QoS kao ulaznih podataka koji utiču na procjenu QoE u multimedijalnim sistemima i aplikacijama. Neophodan je multidisciplinarni pristup analizi QoE zbog upotrebe specifičnih tehnoloških rješenja plasiranja sadržaja i stepena njihove prihvaćenosti od strane korisnika zbog subjektivnih, objektivnih, socijalnih i drugih faktora.

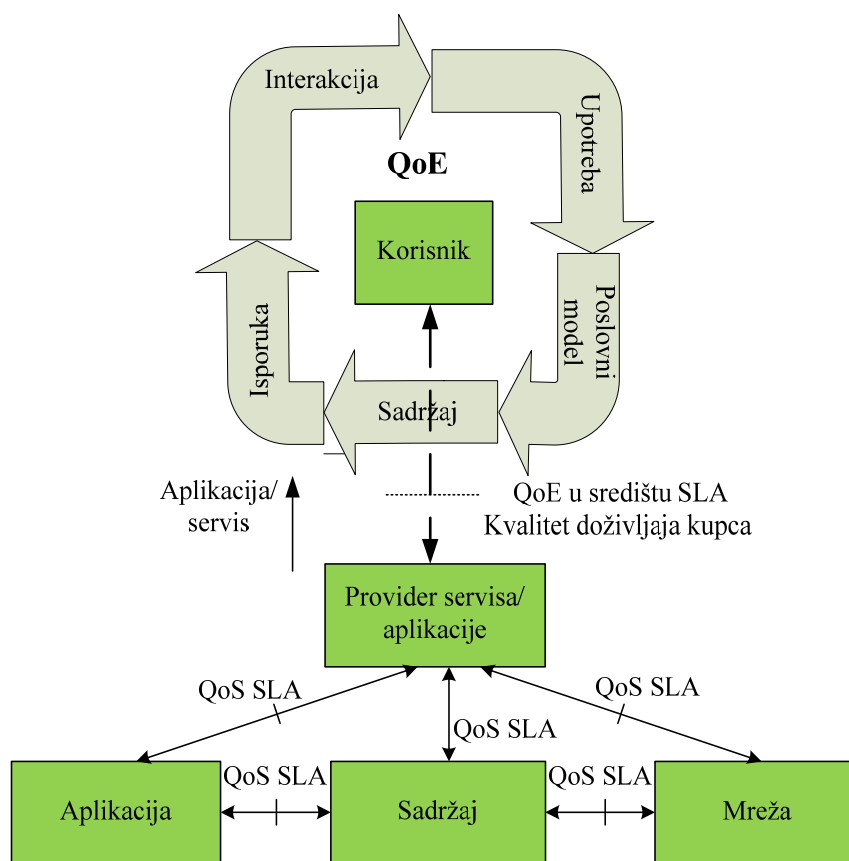
### 3.2.4 Značaj određivanja QoE u sistemima za plasiranje videa

Imajući u vidu definicije i karakteristike QoE očigledno je da on predstavlja važan dio komunikacionog ekosistema, a pogotovo industrije bazirane na plasiranju multimedijalnih sadržaja. U sveobuhvatnom komunikacionom ekosistemu se uočavaju četiri važne uloge medija sa stanovišta uticaja na QoE:

- kreativna (koja se odnosi na sadržaj koji se plasira),

- tehnološka (koja se odnosi na isporuku sadržaja i interakciju između entiteta sistema za plasiranje sadržaja),
- tržišna (koja karakteriše poslovni model) i
- korisnička (koja opisuje ulogu korisnika u ekosistemu).

Značaj procjene kvaliteta QoE kada upotreba multimedijalnih sadržaja ima različite uloge u komunikacionom ekosistemu, definisanje interfejsa između pojedinih entiteta ekosistema i značaj procjene QoE za provajdera aplikacija ili servisa su ilustrovani na Slici 3.5 (Le Callet et al., 2013).



Slika 3.5: Značaj QoE za provider-e servisa/aplikacija, (Le Callet et al., 2013)

Opšte prihvaćeno je da QoE zavisi od konteksta upotrebe, što je određeno aplikacijom koju treba detaljno analizirati kada se procjenjuje QoE. Aplikacioni domen može biti baziran na unidirekcionim, bidirekcionim illi multidirekcionim servisima koji

---

plasiraju različite vrste sadržaja. Ove osobine su posebno važne za procjenu QoE i razlikuju se za različite aplikacije kao što su: plasiranje (npr. streaming ili broadcast) različitih sadržaja (audio, video i sl), konverzacione i kolaborativne aplikacije koje uključuju socijalne i umjetničke aspekte ili edukacione i medicinske aplikacije i drugo.

Ukoliko se prethodno realizuje model procjene QoE moguće je, sa stanovišta kvaliteta doživljaja korisnika, definisati neophodne metrike kojima se opisuju performanse sistema. Tada se interfejsi između korisnika i provajdera definišu pomoću ugovora koji opisuje nivo kvaliteta usluge (*Service Level Agreement -SLA*) pri čemu se uzima u obzir QoE kao parameter kvaliteta.

I u drugim istraživanjima je pokazano da QoE zavisi od vrste aplikacije i tipa video sadržaja. Autori u (Cerqueira et al., 2011) ukazuju na kompleksnost plasiranja multimedijalnog sadržaja u mrežnom okruženju i postojanje nekih otvorenih pitanja. Identifikovali su nekoliko ključnih oblasti. Prva oblast istraživanja je definisanje šema kojima se opisuje zadovoljstvo korisnika sa akcentom za percepciju kvaliteta. Zatim, izazove multimedijalnih sadržaja slijedeće generacije (*next generation multimedia*) u kojima je potrebno obezbijediti optimalno plasiranje u heterogenom mrežnom okruženju. To uključuje prisustvo raznovrsnih tipova mreža, uređaja ali i zahtjeva korisnika, koje treba posmatrati sa stanovišta QoE. Heterogenost i univerzalnost u cilju podrške mobilnim multimedijalnim sistemima su, takođe, posebno značajni u budućim istraživanjima.

Važno je uočiti značaj direktne sprege kojom servisi i aplikacije utiču na doživljaj korisnika. Kvalitet doživljaja korisnika plasiranim servisom mijenja se tokom plasiranja servisa i može se iskoristiti da se iskoriste za projektovanje i poboljšanje multimedijalnih aplikacija. To predstavlja još jednu potvrdu značaja novih pristupa projektovanju aplikacija koji su orjentisane na potrebe korisnika. (*Human Centered Design approach*) (Song, Tjondronegoro, & Docherty, 2012).

Identifikacija raznovrsnih činioca koji utiču na kvalitet plasiranih servisa pogotovo ukazuje na značaj određivanja QoE. Neki od tih faktora su:

- Mobilni uređaji,

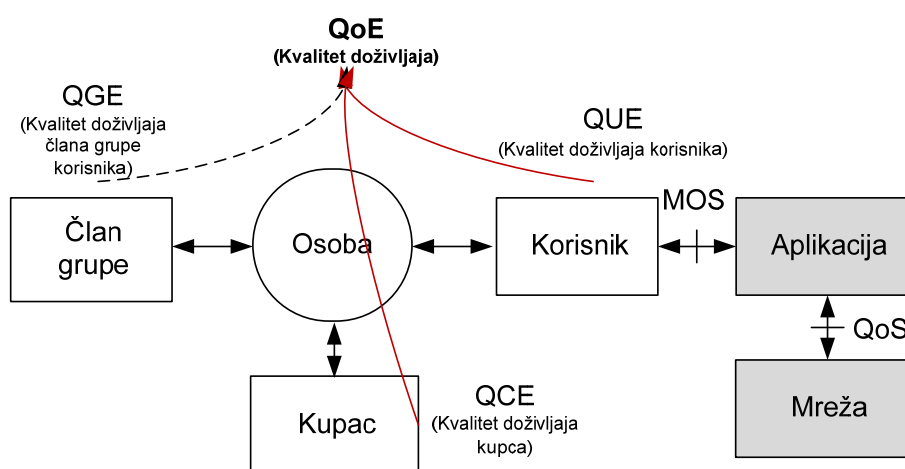
- 
- Kontekst,
  - Sadržaj,
  - Subjektivne i kognitivne karakteristike korisnika,
  - Troškovi i komercijalni elementi,
  - Tehničke performance sistema.

Važan zadatak je proučiti mogućnosti primjene menadžmenta QoE u sistemima za plasiranje sadržaja na mobilnim uređajima kao što su mobilni telefoni, PDA i laptop uređaji. Autori u (Agboma & Liotta, 2012) istraživanje fokusiraju na razvoj osnove za menadžment i razvoj QoE modela u slučaju plasiranja različitih tipova multimedijalnih sadržaja na tri različita tipa mobilnih uređaja (mobilni telefon, PDA, laptop). Oni su izdvojili parametre koji utiču na vizuelnu percepciju kvaliteta prikazanog multimedijalnog sadržaja u dvije grupe. Prva grupa, koja je vezana za parametre kao što su rezolucija, broj frejmova i tip kodeka je nazvana Application-level QoS (AQoS), i druga koja se bavi parametrima kao što su propusni opseg, kašnjenje, džiter i gubitak paketa se zove Network-layer QoS (NQoS). Analiziran je uticaj parametara vezanih za aplikaciju, odnosno AQoS parametara, na percepciju korisnika. Na osnovu tog uticaja je predložen model za predikciju kvaliteta doživljaja korisnika (QoE) multimedijalnih servisa plasiranih na mobilnim uređajima. Pokazano je da je preciznost predikcije predloženim modelom veća u slučaju upotrebe laptop uređaja. Metodologija za upravljanje QoE koji su autori koristili obuhvata sedam koraka i to:

- definisanje karakteristika aplikacije,
- definisanje QoS parametara koji se analiziraju u skladu sa prethodno utvrđenim karakteristikama aplikacije,
- definisanje testnog okruženja (video materijali, testno okruženje, terminali),
- provođenje subjektivne procjene kvaliteta,
- analiza rezultata,
- prijedlog strategije upravljanja i predikcije QoE.

Kao što se vidi, subjektivna procjena kvaliteta je osnova eksperimentalnog dijela istraživanja, te i u eksperimentalnom dijelu ovog istraživanja ima značajnu ulogu.

Autori u (Kilkki, 2007) i (Kilkki, 2008) su predstavili značaj QoE za svaki od domena i opisali interakciju između osobe, tehnologije i poslovne aplikacije. Kvalitet doživljaja (Quality of Experience–QoE) se koristi kao mjera efikasnosti interakcije između entiteta komunikacionog ekosistema. U radu je predložen model QoE interakcije, Slika 3.6. U komunikacionom ekosistemu osoba može imati različite uloge. Zbog toga se QoE može posmatrati sa stanovišta karaktera onog ko konzumira plasirani sadržaj načina njegove interakcije sa ostalim entitetima komunikacionog ekosistema.



Slika 3.6: Model QoE interakcije u komunikacionom ekosistemu (Kilkki, 2008).

Imajući u vidu interakciju sa pojedinim entitetima ekosistema izdvojeni su:

- Kvalitet doživljaja korisnika (*Quality of User Experience -QUE*). Kvalitet doživljaja se posmatra sa stanovišta osobe koja koristi neku aplikaciju ili servis.
- Kvalitet doživljaja kupca (*Quality of Customer Experience- QCE*). Kvalitet doživljaja se posmatra sa stanovišta osobe koja bira i kupuje neki proizvod i servis.
- Kvalitet doživljaja člana grupe (*Quality of Group member Experience- QGE*). Kvalitet doživljaja se posmatra sa stanovišta osobe koja je pripadnik grupe koja ima neke zajedničke karakteristike i nalazi se u interakciji sa ostalim članovima grupe ili članovima drugih grupa.

---

Interakcija između entiteta vezanih za mrežne tehnologije i aplikacije je opisana QoS parametrikama, a kvalitet zadovoljstva korisnika nekom aplikacijom pomoću srednje vrijednosti ocjene (MOS). Opisani model interakcije QoE i komunikacionog ekosistema se može posmatrati za svaku od oblasti primjene plasiranja multimedijalnog sadržaja.

Karakteristični primjeri interakcije QoE modela i multimedijalnih komunikacija su aplikacije kao što su Internet video oglašavanje i multimedijalni edukacioni sistem. Kao što se iz predloženog modela vidi jedna od uloga osobe u komunikacionom ekosistemu je uloga kupca koji je uključen u izbor i kupovinu proizvoda i servisa što daje osnovu za izučavanje efikasnosti sistema online video oglašavanja sa stanovišta kvaliteta doživljaja korisnika (QoE).

### **3.3 Subjektivno procjenjivanje kvaliteta doživljaja**

Procjena kvaliteta doživljaja je neophodna u sistemima koji se zasnivaju na plasiranju multimedijalnih sadržaja. Upotreba Internet tehnologija u plasiranju sadržaja dovela je do proširenja shvatanja pojma kvaliteta doživljaja pa se, kao što je ranije opisano, može govoriti o mjerenju i procjeni kvaliteta plasiranog sadržaja, ali i o mjerenju i procjeni doživljaja baziranog na percepciji sadržaja.

Imajući u vidu postojanje različitih aspekata analize QoE neophodno je koristiti odgovarajuće metrike i metode procjene. Tako se, na primjer, u slučaju procjene kvaliteta plasiranog sadržaja na koji utiču performanse mreže često se koristiti mjera kao što je odnos signal –šum. S druge strane kada se obavlja procjena percepcije plasiranog sadržaja uglavnom se koristi srednja vrijednost mišljenja (MOS). Vrijednost dobijenih rezultata direktno utiču na efikasnost servisa. Često je efikasnost ilustrovana intenzitetom konzumacije, koja zavisi od zainteresovanosti korisnika za plasirani sadržaj. U slučaju online video oglašavanja dobijene MOS vrijednosti se mogu povezati sa dužinom i intenzitetom konzumacije oglasa. Za taj sistem je značajno koliko oglasa je korisnik konzumirao ili koliko dugo je konzumirao plasirani sadržaj (Balachandran et al., 2012).

---

Jedini pouzdan metod za procjenu kvaliteta video sadržaja i doživljaja korisnika jeste da se provede subjektivno testiranje. Ono se bazira na upotrebi upitnika sa pažljivo osmišljenim pitanjima i mogućim odgovorima na koji će ispitanici odgovarati vezano za njihov subjektivnu procjenu. Ovaj način procjene, iako je pouzdan i precizan, zahtijeva angažovanje velikog broja osoba i drugih tehničkih sredstava za provođenje testiranja, pa se stoga ne provodi svakodnevno. Njegova osnovna namjena je da se obezbijede podaci koji će poslužiti kao referentna vrijednost za provjeru pouzdanosti drugih, objektivnih ili automatskih metoda procjene kvaliteta videa.

### 3.3.1 Standardizacija subjektivnog testiranja

Postoji više metoda za subjektivnu procjenu kvaliteta videa i oni su detaljno opisani u preporukama ITU-R (ITU, 2012), (ITU, 2008b). Svi detalji koji se odnose na tehničke elemente provođenja testiranja, pripremu testnih materijala, uslovi u kojima se obavlja testiranje, odnosno način izvođenja eksperimenta je detaljno opisano preporukama. Izbor odgovarajućeg metoda subjektivnog testiranja je značajan pogotovo što se ispravnom metodologijom testiranja mogu dobiti relevantni, validni i konzistentni rezultati istraživanja.

Subjektivno testiranje ima neinteraktivan karakter, jer se bazira na subjektivnoj procjeni datoj od strane korisnika. Za potrebe subjektivne procjene kvaliteta u multimedijalnim aplikacijama za procjenu kvaliteta servisa kao što su video-konferencija, aplikacije koje se baziraju na preuzimanju i konzumiranju sadržaja, telemedicinske i slične aplikacije se koristi preporuka Recommendation ITU-T P.910 (ITU, 2008b).

Ova preporuka se referencira na veći broj drugih preporuka koje su značajne za procjenu kvaliteta u multimedijalnim aplikacijama:

- Recommendation ITU-T J.61 (1988), *Transmission performance of television circuits designed for use in international connections*. (ITU, 1988),

- 
- Recommendation ITU-TP.800 (1996), *Methods for subjective determination of transmission quality*. (ITU, 1996a),
  - Recommendation ITU-TP.930 (1996), *Principles of a reference impairment system for video*. (ITU, 1996b),
  - Recommendation ITU-R BT.500-9 (1998), *Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures*. (ITU, 1998),
  - Recommendation ITU-R BT.601-4 (1994), *Encoding parameters of digital television for studios*.(ITU, 1994a),
  - Recommendation ITU-R BT.814-1 (1994), *Specifications and alignment procedures for setting of brightness and contrast of displays*. (ITU, 1994b),
  - IEC/TR 60268-13 (1998), *Sound system equipment – Part 13: Listening tests on loudspeakers*. (IEC, 1998).

Preporukama su detaljno opisani problemi i predmeti procjene, kao i metodi koji se koriste prilikom procjene.

### **3.3.2 Testovi za subjektivnu procjenu kvaliteta**

Postoji više testova za subjektivnu procjenu kvaliteta videa koji su definisani standardima i preporukama. Svaki od metoda za subjektivnu procjenu kvaliteta je vezan za rješavanje nekog od specifičnih problema i predmeta procjene. Izbor metoda subjektivnog testiranja koji će se koristiti zavisi od oblasti istraživanja koje se provodi i karakteristika metoda. Zbog toga su u preporukama detaljno opisani procedura provođenja testova, metodi za pripremu testnog materijala, prikupljanje i obrada podataka, te interpretacija dobijenih rezultata.

U cilju ilustracije kompleksnosti zadataka subjektivne procjene kvaliteta, dat je pregled najčešće korištenih metoda i problema vezanih za procjenu kvaliteta, koji su opisani odgovarajućim preporukama što je sumarizovano i u ITU-R BT.500-13 (ITU, 2012) , Tabela 3.2.



Tabela 3.2: Pregled metoda za subjektivnu procjenu kvaliteta

<b>Problem i predmet procjene</b>	<b>Metod</b>	<b>Preporuka</b>
Mjeri relativan kvalitet sistema u odnosu na referencu	Double-stimulus continuous quality-scale (DSCQS) method	Rec. ITU-R BT.500, § 5
Mjeri robusnost sistema (karakteristike grešaka)	Double-stimulus impairment scale (DSIS) method	Rec. ITU-R BT.500, § 4
Kvantifikuje kvalitet sistema (kada nije raspoloživa referenca)	Ratio-scaling method or categorical scaling ( <i>ispitivanje u toku</i> )	Report ITU-R BT.1082
Upoređuje kvalitet alternativnih sistema (kada nije raspoloživa referenca)	Method of direct comparison, ratio-scaling method or categorical scaling ( <i>ispitivanje u toku</i> )	Report ITU-R BT.1082
Identifikuje faktore prema kojima se sistemi razlikuju i mjeri njihov uticaj na percepciju	<i>Ispitivanje metoda u toku</i>	Report ITU-R BT.1082
Uspostavlja i identifikuje tačku u kojoj oštećenja postaju vidljiva	Threshold estimation by forced-choice method or method of adjustment ( <i>ispitivanje u toku</i> )	Report ITU-R BT.1082
Određuje da li se sistemi mogu razlikovati	Forced-choice method ( <i>ispitivanje u toku</i> )	Report ITU-R BT.1082
Mjeri kvalitet kodovanja stereoskopskih slika	Double stimulus continuous quality-scale (DSCQS) method	Rec. ITU-R BT.500, § 5
Mjeri razliku između dvije oštećene video sekvence	Simultaneous double stimulus for continuous evaluation (SDSCE) method	Rec. ITU-R BT.500, § 6.4
Poredi različite alate za otpornost na greške	Simultaneous double stimulus for continuous evaluation (SDSCE) method	Rec. ITU-R BT.500, § 6.4

Metodi koji su važni za ovu disertaciju su kasnije detaljnije opisani i objašnjena njihova upotreba.

---

Za ovo istraživanje su važne preporuke ITU-T Rec.P.910 i ITU-R Rec. BT.500-13, često se koriste i citiraju u naučnim radovima u kojima je predmet istraživanja plasiranje multimedijalnih sadržaja. Autori u (Seshadrinathan et al., 2010b), (Seshadrinathan et al., 2010b), (Chikkerur, Sundaram, Reisslein, & Karam, 2011) su dali pregled najčešće korištenih subjektivnih testova. Izdvojeni su subjektivni testovi:

- Dvostruko stimulirano ocjenjivanje kvaliteta slike (*Double Stimulus Continuous Quality Scale-DSCQS*),
- Dvostruko stimulirano ocjenjivanje sa oštećenjem slike (*Double Stimulus Impairment Scale-DSIS*),
- Jednostruko stimulirano kontinualno ocjenjivanje kvaliteta (*Single Stimulus Continuous Quality Evaluation-SSCQE*),
- Apsolutno kategorijsko ocjenjivanje (*Absolute Category Rating-ACR*)
- Upoređivanje parova (*Pair Comparison-PC*).

Svaki od testova je detaljno opisan u preporukama i obuhvata veći broj zahtjeva koji precizno definišu metodologiju testiranja. Najvažniji parametri koji su od interesa za provođenje i dalju obradu dobijenih rezultata su:

- način prikazivanja testnih video sekvenci,
- skala koja se koristi u procesu evaluacije kvaliteta,
- opis metodologije kreiranja testnih video sekvenci,
- opis procedure testiranja,
- interpretacije dobijenih rezultata.

Metodologija prikaza testnih video sekvenci se razlikuje za svaki od navedenih testova. Takođe, testovi koriste različite skale za procjenu nivoa kvaliteta. U zavisnosti od ciljeva i zadataka istraživanja skale mogu biti kontinualne ili diskretne. Osim kontinualnosti, važna karakteristika skale za procjenu kvaliteta je broj nivoa vrijednosti kvaliteta. Upotrebom skala sa različitim brojem nivoa vrijednosti kvaliteta i različito koncipiranih odgovora ostvaruju se pretpostavke da se kvalitet rangira na različite načine i da se što bolje i efikasnije izvrši procjena kvaliteta. Uporedni pregled karakteristika najčešće korištenih subjektivnih testova je dat u Tabeli 3.3.

Tabela 3.3: Uporedni pregled karakteristika subjektivnih testova

<b>Subjektivni test</b>	<b>ITU preporuka</b>	<b>Skala za ocjenjivanje kvaliteta</b>
Double Stimulus Continuous Quality Scale (DSCQS)	[ITU-R Rec. BT.500-11]	Kontinualna skala (0-100) gdje je: 0-loš, 100 izvrstan
Double Stimulus Impairment Scale (DSIS)	[ITU-R Rec. BT.500-11]	Diskretna skala sa pet nivoa (od veoma ometa do neprimjetan)
Single Stimulus Continuous Quality Evaluation (SSCQE)	[ITU-R Rec. BT.500-11]	DSCQS skala sa slajderom (bira se vrijednost od loš do izvrstan)
Degradation Category Rating (DCR)	[ITU-R Rec. P.910]	Metod identičan kao DSIS ali je definisan preporukom [ITU-R Rec. P.910]
Absolute Category Rating (ACR)	[ITU-R Rec. P.910]	Diskretna skala sa pet nivoa (kvalitet se rangira od loš do izvrstan)
Pair Comparison (PC)	[ITU-R Rec. P.910]]	Bira se jedna od dvije prezentovane sekvence u paru

Način prezentacije testnih video sekvenci je određen izabranim testom, ali i drugim smjernicama definisanim preporukom u kojoj je opisan. Sam naziv subjektivnog testa ukazuje na metodologiju i način prezentacije video materijala. Za slijedeće testove se koriste odgovarajuće metodologije prikazivanja testnih video sekvenci:

- Double Stimulus Continuous Quality Scale (DSCQS): Referentna i procesirana video sekvenca se ispitanicima prikazuju dva puta, naizmjenično i prema slučajnom redoslijedu prikazivanja. Ispitanici ne znaju koja video sekvenca je referentna a koja je procesirana.
- Double Stimulus Impairment Scale (DSIS): Ispitanicima se prikazuju po jedanput prvo referentna, a odmah zatim procesirana video sekvenca. Prije prikazivanja ispitanici znaju koja sekvenca je referentna, a koja je procesirana.
- Single Stimulus Continuous Quality Evaluation (SSCQE): Ispitanicima se prikazuje samo procesirana video sekvenca koju oni ocjenjuju upotrebom kontinualne skale. Na toj skali se kvalitet opisuje kontinualnim porastom vrijednosti od loš do izvrstan ili od 0 do 100.

- 
- Absolute Category Rating (ACR): Ovaj metod koristi prikazivanje samo procesiranih video sekvenci, slično kao kod SSCQE. Ispitanici za ocjenjivanje koriste diskretnu skalu koja ima pet nivoa kvaliteta.
  - Pair Comparison (PC): Metod podrazumijeva prokazivanje parova testnih video sekvenci u različitim kombinacijama, pri čemu ispitanici biraju video sekvencu koju preferiraju.

Svaki od subjektivnih testova ima specifične prednosti, pa izbor testa zavisi od više faktora. Najvažniji faktori koji utiču na izbor testa su: aplikacija koja se testira, parametri koji su predmet testiranja, sadržaj koji se plasira ispitanicima i drugo. Rezultat provođenja subjektivnih testova je procjena kvaliteta koja je dobijena na osnovu ocjenjivanja ispitanika, i uglavnom je izražena kao srednja vrijednost mišljenja (Winkler, 2009).

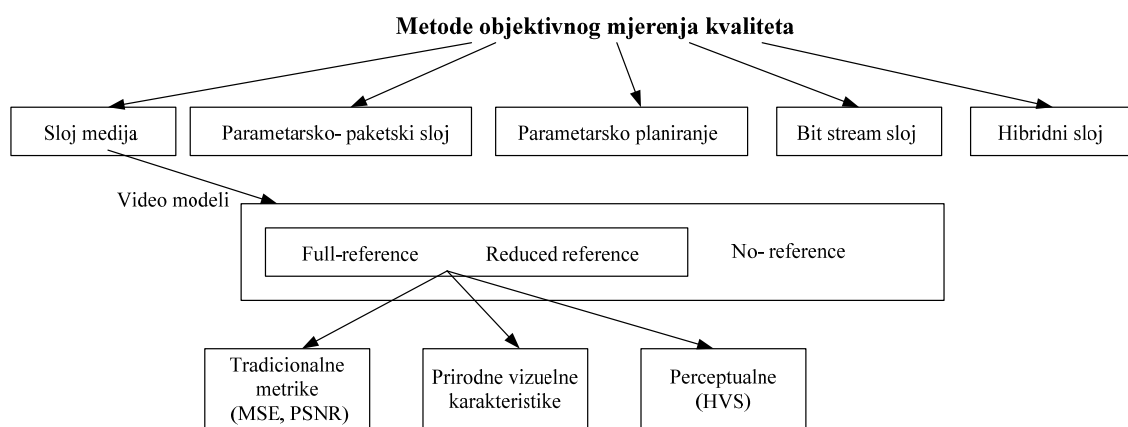
Poređenje performansi subjektivnih testova predstavlja obiman i zahtijevan posao. Ranija istraživanja pokazuju da je potrebno pažljivo izabrati subjektivni test koji će se u eksperimentalnom istraživanju koristiti. Pokazano je da SSCQE test, gdje ispitanici ne znaju koja je referentna video sekvenca i sekvence im se prikazuju prema slučajnom redoslijedu pruža kvalitet procjene blizak testovima DSCQS i DSCS. Krajnji cilj upotrebe SSCQE testa, u okolnostima kada se dobija potreban nivo kvaliteta i preciznosti procjene, jeste u tome da taj test omogućuje brže testiranje u odnosu na DSCQS i DSCS. Osnovni razlog je u tome što, za razliku od DSCQS i DSCS, test SSCQE pruža mogućnost da ispitanici procijene veći broj video sekvenci za isto vrijeme testiranja, i što se ispitanici manje zamaraju, pa je zbog toga vjerodostojnost odgovora pouzdanija (Pinson & Wolf, 2003).

### **3.4 Objektivno procjenjivanje kvaliteta videa**

Imajući u vidu kompleksnost realizacije subjektivnih testova za procjenu kvaliteta i potrebu da se realizuje brza i automatska procjena kvaliteta multimedijalnih servisa,

predloženo je više objektivnih testova za procjenu kvaliteta. Takva procjen predstavlja predikciju subjektivnog kvaliteta plasiranog video sadržaja. Zbog toga je objektivna procjena kvaliteta kompleksan zadatak, te je proces standardizacije neophodna i suštinski značajna aktivnost. Najvažniji zahtjevi i problemi koji predstavljaju izazov za objektivne metodologije procjene kvaliteta su složenost procesa izračunavanja i preciznost procjene kvaliteta.

Objektivna procjena QoE u sistemima koji se baziraju na plasiranju video sadržaja, a tipičan primjer su IPTV servisi, je predmet istraživanja većeg broja studija. Jedna od podjela objektivnih metoda definiše pet tipova modela za procjenu QoE (Takahashi et al., 2008), (Chikkerur et al., 2011). Predloženi tipovi modela objektivne procjene kvaliteta videa su: modeli sloja medija, modeli parametarsko paketskog sloja, modeli parametarskog planiranja, modeli bitskih protoka i hibridni modeli. Klasifikacija objektivnih metoda sa akcentom na modele sloja medija je ilustrovana na Slici 3.7. Za upotrebu modela sloja medija nije neophodno poznavanje informacija o sistemu koji je predmet testiranja, već koriste video ili audio signal za određivanje QoE. Oni su pogodni za primjenu u slučajevima kada je potrebno izvršiti poređenje kodeka ili optimizaciju kodeka (Menkovski, Exarchakos, & Liotta, 2010).

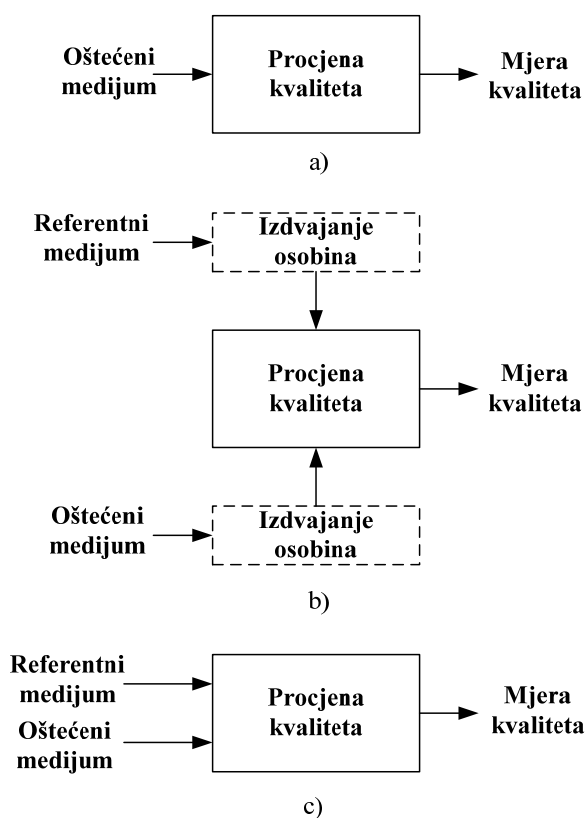


Slika 3.7: Klasifikacija objektivnih metoda sa stanovišta modela sloja medija (Chikkerur et al., 2011)

---

Za ovo istraživanje su važni modeli sloja medija za procjenu kvaliteta. Osnovni razlog je što ovi modeli za predikciju subjektivnog kvaliteta koriste informacije dobijene od stane čovjekovog vizuelnog sistema. Na taj način se procjena kvaliteta plasiranog servisa približava čovjekovoj percepciji kvaliteta.

Modeli sloja medija za procjenu kvaliteta koriste različite metode i to: metod sa potpunom referencom (full-reference-FR), metod sa redukovanom referencom (reduced-reference-RR) i metod bez reference (no-reference (NR) metod. Osnovna razlika između modela je u tome da li je na raspolaganju originalna, netaknuta video sekvenca. Na Slici 3.8 je ilustrovana razlika između ova tri metoda procjene kvaliteta po pitanju raspoloživosti referentnog signala.



Slika 3.8: Objektivni metodi procjene kvaliteta. a) No reference, b) Reduced reference, c) Full reference metod (Engelke & Zepernick, 2007)

---

Full reference metod podrazumijeva da postoji na raspolaganju referentni signal, odnosno signal sa kvalitetom i u obliku koji ima prije plasiranja korisniku. S obzirom da se može napraviti direktno poređenje referentnog signala i plasiranog signala, predikcija kvaliteta doživljaja ovom metodom daje najpreciznije rezultate. Zbog toga što je za ovu metodu potreban pristup referentnom signalu, on se ne može koristiti u svim servisima. Karakterističan primjer je monitoring kvaliteta IPTV servisa. FR model se najčešće koristi u istraživanjima gdje je predmet ispitivanja procesiranje boja, multikanalna dekompozicija, doživljaj kontrasta adaptacija na boju i osvjetljenje ili osjetljivost na kontrast.

Reduced reference metod se bazira na analizi više osobina koje utiču na kvalitet tako što se one izdvajaju iz referentnog i procesiranog videa, pa se integrišu u jedinstvenu informaciju. Na osnovu dobijenih informacija se realizuje procjena kvaliteta upotrebom neke od raspoloživih metrika.

No-reference metod je zahtijevan zbog toga što ne postoji raspoloživ referentni video koji bi predstavljao osnovu za utvrđivanje kvaliteta plasiranog sadržaja. Zato on ima za cilj da se izvrši apsolutno mjerenje osobina i karakteristika u procesiranom videu. Metrike koje se koriste u no-reference metodu, obrađuju osobine distorzije koja je praćena pojavom blokova ili zamagljenja, te analiziraju podešavanja parametara kodovanja (You, Reiter, Hannuksela, Gabbouj, & Perkiš, 2010) i sl.

Autori su u studiji (Engelke & Zepernick, 2007) dali pregled karakteristika navedenih metoda testiranja, njihove prednosti i mane po pitanju objektivne procjene kvaliteta slike i video servisa, ali sa stanovišta percepcije kvaliteta krajnjeg korisnika. S obzirom da procjena kvaliteta slike i video servisa treba da uzme u obzir osobine vizuelnog sistema čovjeka i percepciju kvaliteta sa stanovišta korisnika, može se ostvariti veza između kvaliteta doživljaja korisnika servisa i parametara kvaliteta servisa. Na taj način se realizovani servis može kvantifikovati i sa tehničkog, ali i sa perceptualnog aspekta. Dobijeni rezultati sasvim sigurno mogu obezbijediti bolji kvalitet i integritet aplikacije.

---

### 3.4.1 Metrike objektivne procjene kvaliteta videa

Subjektivne metode procjene kvaliteta videa su nepraktične za primjenu u jednom broju aplikacija, ali su izuzetno korisne za potvrđivanje i kontrolu rezultata dobijenih objektivnom procjenom kvaliteta. One takođe služe za unapređenje i razvoj algoritama za objektivnu procjenu kvaliteta video sadržaja.

Za objektivnu procjenu kvaliteta videa koriste se različiti algoritmi. Najčešće korišteni, te raspoloživi i slobodni za upotrebu su (Seshadrinathan et al., 2010a):

- Odnos signal šum (*Peak Signal to Noise Ratio-PSNR*). PSNR se bazira na jednostavnoj funkciji srednjekvadratne greške (*Mean Squared Error-MSE*) izračunate između referentnog i testnog videa. On predstavlja početnu osnovu za dalju analizu performansi algoritama za objektivnu procjenu kvaliteta videa.
- Structural SIMilarity (SSIM) daje osnovu za procjenu kvaliteta mirnih slika. Taj metod je kasnije unaprijeđen i primijenjen za procjenu kvaliteta videa. On važi za jedan od načešće korištenih metoda za procjenu kvaliteta videa u naučno-istraživačkim radovima. Ova metrika obezbeđuje dobru predikciju kvaliteta simulirajući funkcionalne komponente čovjekovog vizuelnog sistema. Za analizu se koristi luminantna komponenta, a algoritam se primjenjuje frejm po frejm. Nakon toga se izračunava konačna vrijednost SSIM za analizirani video, kao srednja vrijednost kvaliteta za skup vrijednosti dobijenih izračunavanjem frame po frame (Wang, Lu, & Bovik, 2004b).

Ostale metrike koje su raspoložive i često se koriste, ali su od manjeg značaja za ovo istraživanje su:

- Multi-scale SSIM (MS-SSIM) predstavlja proširenje SSIM algoritma. Osnovna pretpostavka za primjenu SSIM algoritma je da je čovjekov vizuelni sistem dovoljno prilagođen da izdvoji strukturne informacije iz scene koju posmatra. Na osnovu toga se smatra da se može dobiti dobra aproksimacija doživljenog kvaliteta. Metod MS-SSIM proširuje SSIM metod u smislu da se unosi veća fleksibilnost algoritma, tako što se uzimaju u obzir drugačiji i višestruki načini posmatranja scene (Wang, Simoncelli, Bovik, & Matthews, 2003).



- 
- Speed SSIM metod koristi SSIM indeks u kombinaciji sa statističkim modelom brzine vizuelne percepcije. U radu (Wang & Li, 2007) autori su pokazali da se, upotrebom modela koji koristi brzinu vizuelne percepcije, mogu poboljšati PSNR i SSIM metodi.
  - Visual Signal to Noise Ratio (VSNR) algoritam se kao i SSIM primjenjuje prvo na luminantnu komponentu, i to frejm po frejm, a zatim se izračunava konačan VSNR indeks za cijeli video. Srednja vrijednost VSNR dobijenih izračunavanjem frejm po frejm predstavlja VSNR indeks za analizirani video.
  - Video Quality Metric (VQM) algoritam je predložen od strane tijela National Telecommunications and Information Administration (NTIA). Model je baziran na predikciji kvaliteta tako što se poredi signal sa unešenom distorzijom i referentni signal uz upotrebu modela čovjekovog vizuelnog sistema. Zahvaljujući dobrim rezultatima metod je usvojen od strane American National Standards Institute (ANSI) kao nacionalni standard i uključen u ITU preporuke ITU-T J.144 i ITU-R BT.1683.
  - V-VIF model je dobijen proširenjem VQA modela. Predloženo je da se kriterij vjernosti informacije koristi za kvantifikaciju informacija koje su zajedničke za referentni signal i signal sa distorzijom. Ovaj pristup koristi modelovanje statistike prirodne scene zajedno sa modelom degradacije slike i modelom ljudskog vizuelnog sistema (H. R. Sheikh & Bovik, 2005).
  - MOtion-based Video Integrity Evaluation (MOVIE) indeks predstavlja VQA indeks razvijen tako što se pri evaluaciji kvaliteta videa, osim prostora i vremena, evaluira i kvalitet pomjeraja zajedno sa izračunatim vektorima pomjeraja. Na osnovu tog pristupa je definisan MOVIE indeks. On se koristi u tri različite verzije: Spatial MOVIE index, Temporal MOVIE index i MOVIE index. Pokazano je da MOVIE indeks pruža rezultate procjene kvaliteta videa koji blisko koreliraju sa subjektivnom procjenom čovjeka (Seshadrinathan et al., 2010a).

U ovom istraživanju su na raspolaganju originalne i plasirane, oštećene video sekvence, tako da se mogu koristiti full-reference metrike procjene kvaliteta videa.

---

Poznato je da ljudska percepcija kvaliteta videa zavisi od faktora kao što su sadržaj ili kontekst. Takođe je utvrđeno da SSIM metrika značajno ne zavisi od promjene sadržaja ili konteksta. Zbog prethodno navedenog, ali i toga što SSIM dobro korelira sa ljudskom percepcijom kvaliteta videa, upravo SSIM metrika se koristi u ovom istraživanju.

Procjena kvaliteta videa objektivnim metodama, uz upotrebu različitih algoritama treba što bliže da odgovara ljudskoj percepciji kvaliteta. To znači da je osnova za evaluaciju performansi algoritama za objektivnu procjenu kvaliteta u stvari subjektivna procjena kvaliteta. Kao što je ranije opisano, subjektivna procjena kvaliteta je predmet standardizacije i izvodi se prema jasno definisanim pravilima i preporukama. MOS vrijednosti, kao rezultat subjektivne procjene grupe posmatrača testnih video materijala, predstavljaju reprezentativnu, referentnu vrijednost kvaliteta. Korelacija objektivnih i subjektivnih rezultata procjene se izvodi statističkim mjerama korelacije, i što je ta korelacija veća performanse algoritma objektivne procjene kvaliteta su bolje. Često se kao mjera korelacije koriste Spearman-ov koeficijent korelacije (*Spearman's rank ordered correlation coefficient-SROCC*), Pearson-ov linearni koeficijent korelacije (*linear Pearson's correlation coefficient -LCC*), srednjekvadratna greška (*Root mean square error -RMSE*) i odnos broja vrijednosti koji izrazito odstupaju (outlier ratio-OR) (Moorthy et al., 2010),(H. R. Sheikh, Sabir, & Bovik, 2006).

Osim navedenih statističkih mjera postoje i drugi načini za opisivanje karakteristika i uspostavljanje veza između testiranih algoritama. Za ovo istraživanje je značajna metodologija mapiranja objektivnih vrijednosti kvaliteta doživljaja (*objective Quality of Experience-oQoE*) u subjektivne vrijednosti kvaliteta doživljaja (*subjective Quality of Experience-sQoE*). Autori u (Zinner, Abboud, et al., 2010) su predložili metod mapiranja SSIM objektivnih vrijednosti QoE u nominalnu MOS skalu sa pet nivoa koja iskazuje subjektivnu vrijednost QoE. Predloženi metod izražavanja i aproksimacije subjektivnog kvaliteta doživljaja (sQoE) je iskorišten i u jednom dijelu ovog istraživanja.

---

### 3.5 Trendovi razvoja procjene kvaliteta zadovoljstva korisnika

Kvalitet doživljaja korisnika je od posebnog značaja za poslovanje servis provajdera. Upotrebom podataka relevantnih za QoE korisnika servis provajderi mogu bolje upravljati svojim resursima i pružiti kvalitetnije i efikasnije servise. S obzirom da provajderi imaju mogućnost nadzora i upravljanja QoS-om, parametrima mreže i kodovanja sadržaja postavlja se pitanje kako prikupiti i sistematizovati informacije o QoE korisnika. Zbog toga je aktuelno ispitivanje i razvoj metodologija koje imaju zadatak da omoguće prikupljanje, integraciju i prezentaciju informacija o kvalitetu doživljaja korisnika analizirajući aplikacione i mrežne parametre.

Metodi za uspostavljanje korelacije između QoS i QoE, odnosno mapiranje QoS vrijednosti u vrijednosti QoE, su za multimedijalne servise jedan od najvažnijih zadataka. Glavno pitanje je kako predvidjeti nivo QoE ukoliko su poznate vrijednosti QoS parametara. Osim toga, od značaja je i predikcija QoS vrijednosti ukoliko je poznat nivo QoE. Ovo važno pitanje, uz detaljan pregled tehnika uspostavljanja korelacije QoE/ QoS je predstavljen u studiji (Alreshoodi & Woods, 2013).

Mobilni TV servisi su jedna od važnijih aplikacija baziranih na plasiranju multimedijalnih sadržaja. U studiji (Menkovski, Exarchakos, Liotta, & Sanchez, 2010) autori su predložili metodologiju i način implementacije platforme za procjenu QoE, koja servis provajderima omogućuje bolji nadzor i upravljanje kvalitetom servisa i aplikacije koju plasiraju korisniku. Predloženom platformom se procjenjuje QoE mobilnih TV servisa upotrebom podataka prikupljenih monitoringom QoS parametara i upotrebom predikcije kvaliteta doživljaja korisnika. Model za predikciju kvaliteta doživljaja korisnika se zasniva na tehnikama mašinskog učenja, koje koriste podatke dobijene subjektivnom procjenom kvaliteta u toku inicijalnog subjektivnog testiranja.

Procjena kvaliteta doživljaja se realizuje u mogim oblastima primjene Internet video sadržaja. Osnovni motiv je poboljšanje efikasnosti plasiranih servisa. U oblasti Internet video oglašavanja se procjena kvaliteta doživljaja realizuje u cilju ispitivanja moguće reakcije korisnika na plasirani sadržaj. Ukoliko je nivo kvaliteta doživljaja korisnika na zadovoljavajućem nivou može se očekivati pozitivna reakcija na plasirani

---

oglas. U tom kontekstu se analiziraju mnogi faktori koji utiču na kvalitet doživljaja. Osim tehničkih, poslovnih, demografskih važni su i kognitivni faktori uticaja. Na taj način ovakva istraživanja poprimaju multidisciplinarni karakter.

U novije vrijeme se procjena kvaliteta proučava i u oblasti edukacije. Ukoliko se studentima plasiraju multimedijalni sadržaji putem Interneta, tada ostvareni nivo kvaliteta direktno utiče na efikasnost učenja. Zbog toga se dizajniranje i plasiranje Internet baziranih multimedijalnih sadržaja treba posmatrati sa stanovišta obezbjeđivanja što je moguće većeg kvaliteta doživljaja studenta.

---

## **4. Analiza efikasnosti plasiranja Internet video oglasa**

Mjerenje efikasnosti Internet oglašavanja je zadatak koji se može analizirati sa više aspekata. Za utvrđivanje efikasnosti uglavnom se koriste metodi koji uzimaju u obzir tip oglasa, način oglašavanja i izračunavanje broja prikazanih oglasa krajnjim korisnicima. Cijena oglašavanja se takođe obračunava na osnovu ovih karakteristika. Osim utvrđivanja broja plasiranih i konzumiranih oglasa mogu se koristiti i druge metrike. U praksi se koriste i metrike koje zavise od dužine konzumacije Internet video oglasa.

Zbog prirode video oglasa, gdje korisnik neko vrijeme konzumira plasirani oglasni sadržaj, dva najvažnija pitanja su: koliko dugo je konzumirao sadržaj i da li je plasirani sadržaj konzumirao u cjelosti. Prema tome, jedna od mjera efikasnosti je stepen konzumacija oglasa u smislu pregledanja oglasa u cjelosti. Ova mjera predstavlja procenat video oglasa koje je korisnik konzumirao u cjelosti, i ona je najčešće korištena metrika koja se posmatra pri analizi uspješnosti neke Internet video oglasne kampanje. Osim ove metrike postoji i metrika koja opisuje procenat korisnika koji su odustali od konzumiranja video oglasa. Ta metrika ukazuje koliki broj korisnika je konzumirao određeni dio plasiranog oglasa. Ove dvije metrike opisuju uspješnost neke Internet oglasne kampanje. Osnovni cilj je da se povećava procenat oglasa koji su konzumirani u cjelosti i smanji broj odustajanja od konzumiranja plasiranog video oglasa.

Efikasnost streaming medija iskazana pomoću procenta kompletiranosti konzumacije plasiranog sadržaja ne daje potpunu informaciju o odnosu korisnika prema sadržaju oglasa. Postavlja se pitanje koliko je korisnik uopšte usmjeren na konzumaciju sadržaja tokom njegovog plasiranja. Očigledno je da se efektivnost video oglasa ne može direktno utvrditi, i da su potrebne neke druge indirektno metode procjene efektivnosti. Jedan od metoda je zasnovan na upotrebi tehnologije praćenja pokreta oka.

---

Pomoću ove tehnologije može se istražiti kako različite forme oglasa mogu uticati na pažnju usmjerenu na streaming oglase plasirane upotrebom različitih medija. Najnovija tehnologija praćenja oka omogućuje da se tačno utvrdi tačka na koju je fokusirano oko korisnika. Pretpostavlja se da su osobine pokreta oka korisnika u korelaciji sa vizuelnom pažnjom, što omogućuje procjenu efektivnosti streaming oglasa. Autori u (Shan, Mao, Zhou, Liu, & Wu, 2013) su koristili tehnologiju praćenja oka da utvrde reakciju osoba koje konzumiraju tri različite forme streaming oglasnih medija. Dobijeni rezultati su pokazali da su ispitanici osjetljiviji na streaming oglasni medij kada mogu pretraživati informacije i da vrijeme prikaza utiče na reakciju ispitanika na plasirani oglasni sadržaj.

Efikasnost oglašavanja zavisi i od drugih faktora, a jedan od njih je zadovoljstvo korisnika plasiranim sadržajem. Nivo zadovoljstva korisnika se može procijeniti na dva načina. Prvi je opisan zadovoljstvom sa interaktivnim procesom oglašavanja, a drugi zadovoljstvom sa realizovanom nabavkom. (Pavlou & Stewart, 2000) Na zadovoljstvo korisnika u procesu oglašavanja utiču mnogi činioci, a u ovoj disertaciji je jedan od predmeta istraživanja uticaj formata video oglasa na zadovoljstvo korisnika.

#### **4.1 Faktori efikasnost linearnih Internet video oglasa**

Osim navedenih metrika koje opisuju stepen konzumacije oglasa, može se koristiti direktniji i složeniji pristup analizi efikasnosti video oglasa. On se sastoji u provođenju ispitivanja sa grupom ispitanika, sistematizacijom dobijenih rezultata i utvrđivanja karaktera oglasne kampanje. Na ovaj način se mogu izvesti sadržajni zaključci koji se prethodno opisanim metrikama mogu samo procijeniti. Dobijeni rezultati se baziraju na subjektivnim i kognitivnim karakteristikama korisnika, te ga postavljaju u centar istraživanja što je jedan od trendova analize efikasnosti multimedijalnih sistema. Ciljevi ovog tipa istraživanja su utvrđivanje poboljšanja percepcije nekog brenda, lojalnost brendu, analiza namjere za kupovinom i konačno

---

kvalitet doživljaja korisnika plasiranim video oglasnim sadržajem. Dobijeni rezultati mogu poslužiti da se poboljša metodologija dizajniranja formata Internet video oglasa.

Prema tome, jedan od važnijih ciljeva analize efikasnosti oglasne kampanje je da se utvrdi kvalitet doživljaja korisnika. Osnovni razlog je u tome što je plasiranje video oglasa po karakteru u stvari nametanje sadržaja koji nisu od primarnog interesa za korisnika. Zato je neophodno postići optimalan odnos između kvaliteta doživljaja korisnika i intenziteta plasiranja video oglasa. Ukoliko se kampanja kreira tako da se minimizira kvalitet doživljaja korisnika postoji opasnost da se poveća broj odustajanja od konzumiranja video oglasa što će direktno uticati na efikasnost i profitabilnost kampanje.

U studiji (Ljubojević, Vasković, et al., 2013) je upravo analizirana reakcija korisnika ukoliko im se plasiraju različiti formati video oglasa, uz upotrebu metoda koje se zasnivaju na analizi kvaliteta doživljaja korisnika. Pokazano je da na pažnju korisnika najznačajnije utiče plasiranje video oglasa u sredini konzumiranog sadržaja. Takođe, upotreba skokovite tranzicije između video sadržaja više utiče na pažnju korisnika nego tranzicioni efekat pretapanja jednog sadržaja u drugi.

U radu (Krishnan & Sitaraman, 2013) autori su koristili metriku koja se opisuje procentom kompletiranosti pregleda plasiranog video sadržaja da bi se procijenio uticaj različitih formata video oglasa na efikasnost oglasne kampanje. Na ponašanje korisnika, odustajanje ili posmatranje čitavog video oglasa utiču različiti faktori. U navedenoj studiji je predložena kategorizacija potencijalnih faktora koji mogu uticati na ponašanje korisnika i efikasnost video oglasa, Tabela 4.1.

Faktori koji utiču na korisnika su karakteristike oglasnog sadržaja, primarnog videa koji korisnik konzumira i specifičnosti korisnika. Neki od navedenih faktora su definisani u preporukama IAB-a, pa su stoga korišteni i u ovoj disertaciji.

Predložena podjela ukazuje na mogućnosti kako pojedini entiteti ekosistema video oglašavanja mogu uticati na poboljšanje efikasnosti. S obzirom da su svi učesnici u sistemu oglašavanja zainteresovani za poboljšanje efikasnosti plasiranja sadržaja i povećanje profita, ovi faktori se ispituju sa stanovišta svakog od entiteta i važni su za proces standardizacije u oglašavanju.

Tabela 4.1: Faktori koji mogu uticati na ponašanje korisnika i procenat pregleda oglasa u cjelosti (Krishnan & Sitaraman, 2013).

Tip	Faktor	Opis
Oglas	Sadržaj	definisan jedinstvenim imenom
	Pozicija	prije, u sredini i nakon osnovnog videa
	Dužina	15, 20 i 30 sekundi
Video	Sadržaj	definisan jedinstvenim URL
	Dužina	kratka forma, duga forma
	Provider	vijesti, film, sport, zabava
Posmatrač	Identitet	definisan jedinstvenim identifikatorom
	Geografska lokacija	država, kontinent
	Tip konekcije	mobilna, DSL, kablovska, optika
	Vrijeme	doba dana, dan u sedmici

Oglašivači na efikasnost mogu uticati odgovarajućim dizajnom oglasnog sadržaja koji će biti plasiran korisniku. Kada se govori o faktoru uticaja oglasnog sadržaja na korisnika postoji više faktora uticaja. Neki od tih faktora su: izbor vrste i konteksta oglasnog sadržaja, karakteristike oglasnog sadržaja kao što su brzine pomjeraja objekata na sceni i brzine promjene pozadine, razlike u dinamici promjena sadržaja ubačenog video oglasa i sadržaja osnovnog videa, i konačno izbor vremenskog trenutka i konteksta kada se ubacuje video oglas u osnovni video koji korisnik konzumira. Uticaj formata video oglasa na efikasnost oglasa, što je jedan od važnijih zadataka disertacije, određen je pozicijom oglasa u odnosu na osnovni video (pre-roll, mid-rol i post-roll) i dužinom trajanja video oglasa.

Osnovni video sadržaj takođe značajno utiče na efikasnot video oglašavanja. Vrsta video sadržaja (vijesti, sport, zabava, muzika i sl.) koji plasira izdavač sadržaja, utiče na pažnju i reakciju korisnika. Dužina osnovnih video sadržaja koje korisnik konzumira značajno je pitanje, pa se najčešće govori o kratkoj ili dugoj formi osnovnog video sadržaja.

Subjektivne i kognitivne karakteristike korisnika koji konzumira video sadržaj svakako utiču na prihvatanje ili odustajanje od konzumiranja video oglasa. Osim toga,



---

demografski parametri, vrsta Internet konekcije koju korisnik koristi i doba dana mogu uticati na efikasnost video oglasa.

Detaljnom analizom faktora koji utiču na efikasnost video oglašavanja i upotrebom odgovarajuće metodologije za procjenu njihovih uticaja može se poboljšati oglasna kampanja.

#### **4.1.1 Uticaj formata oglasa na efektivnost oglašavanja**

Prema preporukama datim od strane IAB-a usvojeni su parametri video oglasa koji određuju format video oglasa. Najvažnije karakteristike su vrsta sadržaja video oglasa, dužina trajanja video oglasa i pozicija oglasa u odnosu na osnovni video koji korisnik konzumira.

Jedna od karakteristika koje utiču na efikasnost, a pogotovo na kvalitet doživljaja korisnika je mogućnost da korisnik preskoči, odnosno svjesno izbjegne pregledavanje video oglasa. Video oglasi koji se ne mogu izbjeći (*non-skippable ads*) se standardno koriste u velikim sistemima za plasiranje videa i oglasnim kampanjama zasnovanim na plasiranju online video oglasa. Zbog toga, korisnici uglavnom nemaju mogućnost da izbjegnu pregledavanje plasiranih in-stream video oglasa. Oni mogu ili da konzumiraju plasirani oglasni sadržaj ili da u potpunosti napuste pregledanje videa. U tom slučaju odustaju od konzumacije i osnovnog video sadržaja i oglasa.

U eksperimentalnim studijama se takođe uglavnom koriste oglasi koji se ne mogu izbjeći. Jedan od eksperimenata gdje se koriste oglasi koji se mogu izbjeći je nedavno provodila kompanija Youtube. Oni su testirali mogućnost da korisnik prekine konzumiranje pre-roll video oglasa nakon određenog vremenskog trenutka konzumiranja tog oglasa. Rezultati ovog ili sličnih istraživanja još uvijek nisu zvanično publikovani. Zbog toga što mogućnost izbjegavanja konzumiranja plasiranih video sadržaja nije standardizovana u eksperimentima se ovakvi testni video materijali rijetko koriste.

Za ovo istraživanje je značajna analiza efikasnosti različitih formata video oglasa. Istraživanje koje je provedeno u cilju ispitivanja efikasnosti različitih formata video

---

oglasa je predstavljeno u (Krishnan & Sitaraman, 2013). Pokazano je da se 18,1% više video oglasa u potpunosti pregleda ako se plasiraju kao mid-roll, nego ako se plasiraju kao pre-roll video oglasi. Takođe se 14,3% oglasa više konzumira u cjelosti ako se plasiraju kao pre-roll nego kao post-roll video oglasi. Pokazano je takođe da se oglasi u trajanju od 15 sekundi najčešće pregledaju u cjelosti.

#### **4.1.2 Uticaj dužine osnovnog videa na efektivnost oglašavanja**

Dužina osnovnog videa koji korisnik konzumira je takođe predmet analize i u preporukama IAB-a. Prema IAB preporukama video sadržaj koji ima dugu formu je onaj video koji traje duže od 10 minuta, a video koji ima kratku formu traje do 10 minuta. Video sadržaji kratkog formata su uglavnom manji video klipovi sa različitim vrstom sadržaja, dok su duži format najčešće epizode TV serija, filmovi, sportski događaji i slično. S obzirom da su video sadržaji kratkog formata veoma zastupljeni i da ih korisnici mnogo konzumiraju, oni su vrlo često predmet različitih stručnih i akademskih studija.

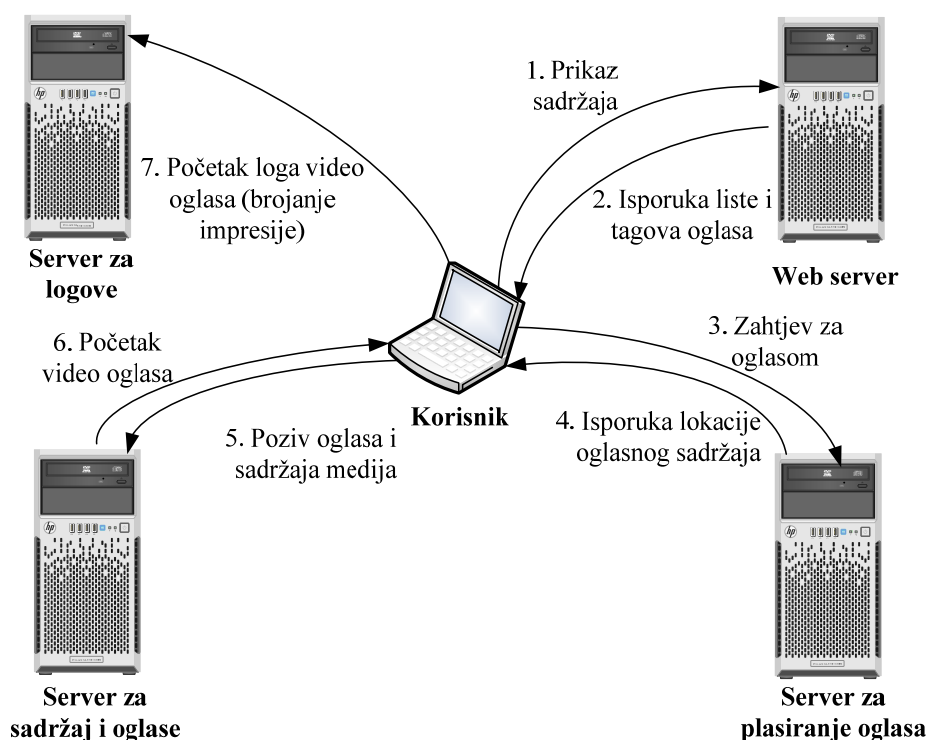
## **4.2 Mjerenje efektivnosti linearnog Internet video oglašavanja**

Industrija Internet video oglašavanja svoju funkcionalnost bazira na nadzoru procesa plasiranja sadržaja i mjerenju kvantiteta i kvaliteta plasiranog sadržaja i servisa. Kvantifikacija plasiranih sadržaja i impresija je značajan aspekt poboljšanja efikasnosti oglašavanja kojim se IAB i drugi entiteti (izdavači sadržaja, mreže za plasiranje sadržaja, oglašivači) u online oglašavanju veoma intenzivno bave. Stoga je IAB predložio preporuke za mjerenje impresija koje predstavljaju elementarnu metriku za kvantifikaciju online video oglašavanja. Jednom impresijom se naziva događaj realizovan konzumiranjem jednog video oglasa.

Osim mjerenja impresija, ovim preporukama se nastoji uticati na poboljšanje procesa oglašavanja tako što će se standardizovati i pojednostavniti proces kupovanja i

prodaje između entiteta u sistemu oglašavanja. Kvantifikacija impresije plasiranjem oglasa (*ad impression*) je u IAB preporuci definisana kao:” Mjerenje odgovora od strane sistema za plasiranje video oglasa na zahtjev za oglas upućen od strane pretraživača korisnika. Pri tome je on filtriran u odnosu na robotske aktivnosti, te snimljen kao najkasniji trenutak u procesu plasiranja materijala korisničkom pretraživaču. To što znači da je najbliži stvarnoj mogućnosti da bude viđen i konzumiran od strane korisnika” (IAB, 2009a).

Uputstva koja su predložena od strane IAB najviše se odnose na poboljšanje funkcionalnosti kompanija i organizacija za plasiranje video oglasa, jer su oni najснаžnije zainteresovani i uključeni u mjerenje impresija. Naravno, i drugi entiteti imaju interes i potrebu za mjerenjem impresija video oglasa. Na Slici 4.1 je prikazana opšta šema koja ilustruje procese i učesnike u mjerenju impresija video oglasa.



Slika 4.1: Prikaz elemenata i osnovnih aktivnosti u mjerenju impresija video oglasa (IAB, 2009a)

---

Sa slike se vidi da je za mjerenje impresija neophodna efikasna komunikacija između servera koje posjeduju i kontrolišu entiteti zaduženi za plasiranje video sadržaja. Na Web serveru se nalazi sadržaj koji je predmet interesovanja korisnika. Korisnik zahtijeva pristup sadržajima od interesa od kojeg istovremeno dobija identifikator, odnosno tag nekog oglasa. Zatim, se od servera za plasiranje oglasa dobija informacija o lokaciji servera na kojem se nalazi sadržaj, tačnije gdje se nalazi oglas i sadržaj koji želi da konzumira. Nakon što se započne plasiranje video oglasnog sadržaja, informacija o početku i kraju konzumiranja video oglasa bilježi se na serveru za logove. U skladu sa izmjerenim vrijednostima parametara koji određuju impresiju, i nakon realizacije ovih sedam koraka, može se kazati da je evidentirana i izmjerena jedna impresija plasiranim video oglasom.

Iako je mjerenje impresija video oglasa definisano formatom oglasa i preporukama za mjerenje od stanje IAB-a, u cilju poboljšanja efikasnosti oglašavanja i usklađivanja odnosa između entiteta u sistemu oglašavanja identifikovani su novi pravci razvoja kvantifikacije impresija. Važniji pravci razvoja obuhvataju aktivnosti vezane za funkcionalnost i karakteristike:

- Sistema za oglašavanje novije generacije (Inline 2.0 multimedijalno oglašavanje),
- Softverskih platformi za plasiranje sadržaja novije generacija,
- Digitalnih video aplikacija koje se mogu preuzeti,
- Metrika koje su zasnovane na mjerenju vremena konzumiranja oglasa,
- Dodatnih metrika koje uzimaju u obzir vremenske trenutke u sredini ili na kraju oglasa,
- Upotrebe različitih efekata ili formi koje uključuju minimizaciju ili maksimizaciju aplikacija, uključivanja ili isključivanje zvuka.

U ovom trenutku značajne promjene u plasiranju video oglasa i mjerenju impresija nisu moguće bez relevantnih istraživanja i provjerenih rezultata. Detaljna analiza tehničko-tehnoloških, psiholoških, socijalnih, poslovnih i drugih aspekata trenutnih principa online video oglašavanja je osnova za predlaganje i definisanje novih metrika za mjerenje i kvantifikaciju efektivnosti oglašavanja.

---

### 4.3 Efekat oglasa na QoE u sistemima za plasiranje videa

Prikazivanje video oglasa za vrijeme dok korisnik pregleda, odnosno, konzumira neki željeni sadržaj, utičući na njegovu pažnju, značajno je za efikasnost savremenog poslovanja koje koristi multimedijalne sadržaje. Ovaj princip upotrebe video oglasa je primijenjen u različitim multimedijalnim sistemima kao što su: IPTV, analogna televizija, Internet video i drugo.

Iako je osnovni motiv plasiranja video oglasa tokom realizacije nekog servisa uglavnom ostvarivanje dodatnog profita, ovaj princip može ublažiti ili eliminisati nedostatke multimedijalnih Internet servisa koji se odnose na pojavu vremena čekanja. Jedan od primjera je da se pri realizaciji IPTV servisa, bolji kvalitet doživljaja može realizovati ubacivanjem oglasnih sadržaja tokom zapping vremena. U tom slučaju korisnik umjesto crnog ekrana konzumira multimedijalni oglasni sadržaj. Na taj način je umanjen uticaj vremena čekanja, manifestovan kao zapping vrijeme, na kvalitet doživljaja korisnika. S druge strane, u sistemima Internet video oglašavanja, gdje je profit primarni zadatak, potrebno je izabrati najbolji način prezentacije video oglasa da bi se postigao optimalan odnos između nivoa zadovoljstva korisnika, efekta konzumiranog video sadržaja i profita ostvarenog plasiranjem video oglasa.

Na efikasnost video oglašavanja utiču faktori koji su određeni karakteristikama video oglasa i detaljno opisani od strane IAB-a. S druge strane kvalitet doživljaja, kao mjera kvaliteta servisa ili aplikacije koja korisnika stavlja u centar interesovanja provajdera servisa, takođe zavisi od mnogobrojnih faktora. Pažljivom analizom mogu se izdvojiti faktori koji utiču na kvalitet doživljaja, a koji su posljedica dizajna i metodologije plasiranja video oglasa.

Format video oglasa, određen pozicijom oglasa u osnovnom sadržaju i dužinom trajanja, direktno utiče na kvalitet doživljaja zbog toga što se njegov uticaj manifestuje u vidu prekida konzumacija osnovnog video sadržaja. To direktno utiče na kvalitete doživljaja korisnika. Zbog toga se prostorni i vremenski aspekti online video oglašavanja mogu posmatrati i analizirati u kontekstu optimizacije kvaliteta doživljaja korisnika.

---

Prema tome, poboljšanje efikasnosti savremenih sistema za plasiranje videa se može posmatrati sa stanovišta unapređenja QoE korisnika. Ubacivanjem dodatnih sadržaja u osnovni video koji se plasira korisniku, zbog eliminisanja tehničkih nedostataka kao što je pojava vremena čekanja ili zapping vrijeme, može se poboljšati QoE korisnika, a samim tim i efikasnost sistema.

---

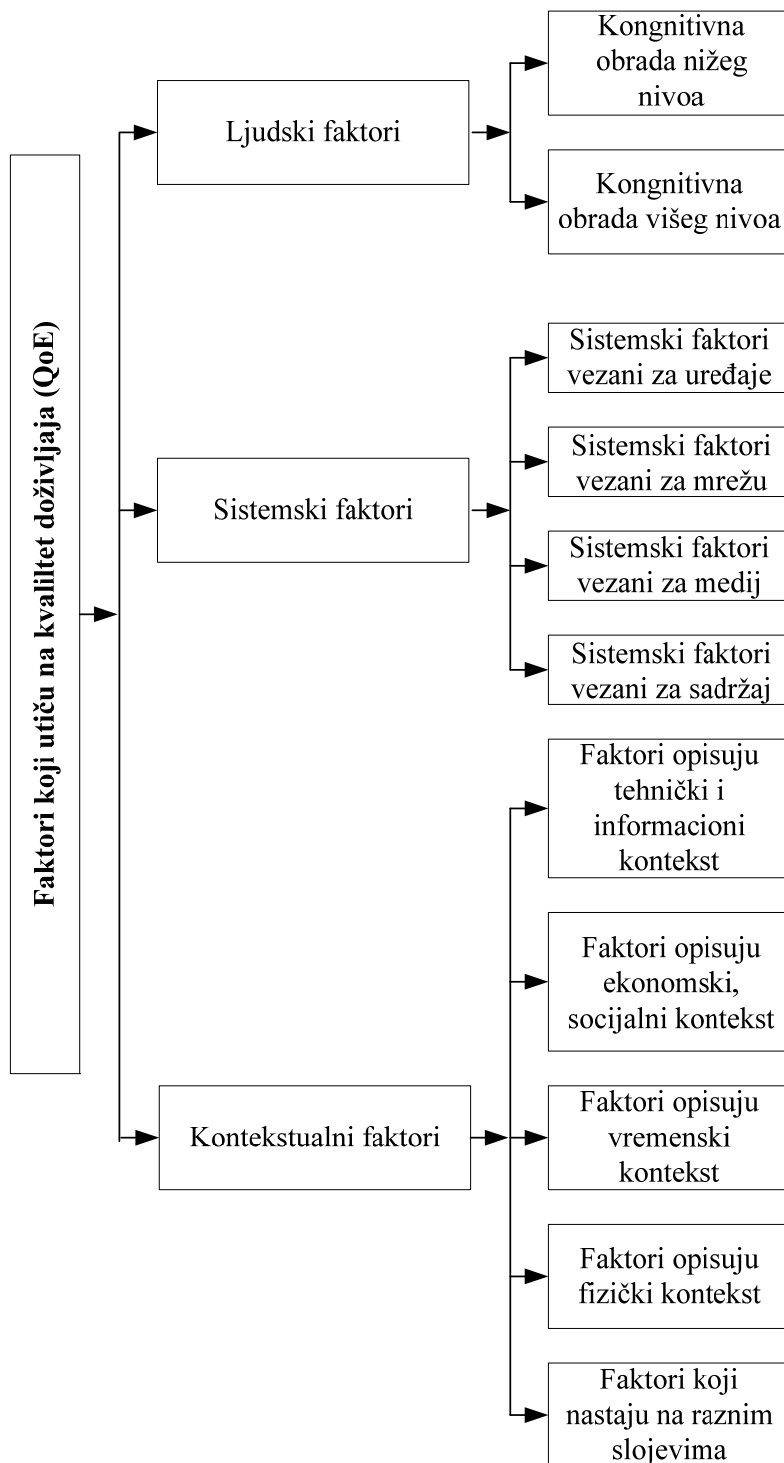
## 5. Model za procjenu QoE In-stream video oglasa

Plasiranje linearnih In-stream video oglasa zavisi od tehnoloških i poslovnih faktora, jer sa raspoloživim tehničkim resursim treba ostvariti što efikasniju oglasnu kampanju. Osim toga doživljaj korisnika konzumiranim sadržajem direktno utiče na efikasnost oglašavanja. Zbog toga je prije započinjanja oglasne kampanje, a u skladu sa tehničkim i poslovnim zahtjevima okruženja, potrebno modelovati oglase koji će se plasirati. S obzirom da je svaka oglasna kampanja usmjerena na korisnika, od izuzetnog značaja je da se modelovanje zasniva na analizi QoE korisnika. Zbog toga je kreiranje modela za procjenu QoE In-stram video oglasa važan korak u dizajniranju oglasa i cjelokupne oglasne kampanje.

### 5.1 Faktori koji utiču na kvalitet doživljaja

S obzirom na definiciju QoE i prisustvo različitih uticaja na QoE može se reći da je reakcija korisnika na plasirani linearni Internet video sadržaj interesantna i važna oblast istraživanja. Kompleksnost QoE i prisustvo velikog broja uticaja na korisnika se mogu ilustrovati zavisnošću kvaliteta doživljaja od servisa, sadržaja, mrežnog okruženja, uređaja, aplikacije i konteksta upotrebe, odnosno konzumiranja sadržaja. Internet video oglašavanje ili multimedijalni obrazovni proces baziran na upotrebi Interneta predstavljaju karakteristične oblasti primjene online video sadržaja. U tim oblastima primjene maksimalan nivo QoE značajno poboljšava efikasnost servisa, i što je još važnije povećava prihod ili intenzitet reakcije koji se ostvaruju plasiranjem sadržaja ili servisa korisniku. Stoga je, u cilju postizanja maksimalne vrijednosti QoE, potrebno detaljno analizirati karakteristike korisnika, sistema, servisa, aplikacije, kontekst upotrebe i definisati odgovarajuće faktore koji utiču na kvalitet doživljaja.

Opšti pregled faktora koji utiču na QoE i njihova klasifikacija su prikazani na Slici 5.1.



Slika 5.1: Opšti pregled i klasifikacija faktora koji utiču na QoE



---

Na prethodnoj slici je ilustrovano da se, imajući u vidu različite uticaje, faktori koji utiču na kvalitet doživljaja mogu grupisati u tri kategorije:

- Ljudski faktori uticaja,
- Sistemski faktori uticaja,
- Kontekstualni faktori uticaja.

Ljudski faktori uticaja na QoE zavise od ličnih karakteristika korisnika, sistemski faktori su vezani za tehničke aspekte koji utiču na dobijeni kvalitet aplikacije ili servisa i kao treće, kontekstualni faktori sa različitih aspekata opisuju okruženje u kojem se korisnik nalazi (Le Callet et al., 2012). Svaka od ovih kategorija može se podijeliti u nekoliko podkategorija. U zavisnosti od karakteristika QoE na koje ti faktori utiču klasifikacija se može realizovati još detaljnije, razlažući svaku od podkategorija.

Internet video oglašavanje je oblast koja se može smatrati multidisciplinarnom u smislu prisustva velikog broja različitih segmenata sistema, uticaja na efikasnost sistema i mnoštvom ciljeva koji se ovom aplikacijom žele ostvariti. Zbog toga veliki broj karakteristika sistema, servisa, aplikacije ili konteksta upotrebe imaju višestruke i značajne uticaje na kvalitet doživljaja korisnika. Internet video oglašavanje je, takođe, dobar primjer servisa gdje se korisniku plasira više vrsta video sadržaja.

Ukoliko se posmatra sveukupni QoE koji rezultuje plasiranim servisom koji uključuje konzumiranje više vrsta sadržaja bilo bi dobro detaljnije analizirati QoE za svaki od servisa, ali i za integrisani servis koji korisnik konzumira. U slučaju online video oglašavanja možemo izdvojiti percepciju dva tipa video sadržaja i njima odgovarajuće kvalitete doživljaja. Tada se može govoriti kvalitetu doživljaja osnovnog videa i video oglasa, te se mogu uvesti pojmovi video QoE i Ad QoE, respektivno.

Video QoE se odnosi na kvalitet doživljaja kao rezultat konzumiranja osnovnog video sadržaja koji je predmet interesovanja korisnika, a AdQoE odnosi se na uticaj linearnog video oglasa koji je prikazan korisniku. U ovoj disertaciji sažeti su i predstavljeni najvažniji faktori koji utiču na QoE, a koji su važni za In- stream video oglašavanje.

---

In-stream video oglašavanje podrazumijeva upotrebu dva tipa video sadržaja i to: regularan, osnovni video sadržaj koji korisnik konzumira ili pregleda i ubačeni oglasni sadržaj, odnosno video oglas. Očigledno je da postoje dvije vrste video sadržaja koje se u suštini razlikuju po namjeri korisnika da konzumira taj sadržaj. Osnovni video je lični izbor korisnika koji zavisi od subjektivnih afiniteta. S druge strane, In-stream video oglas nije njegov izbor, u suštini ima agresivan karakter jer mu se plasira bez njegove želje i razumljivo je da će imati negativan efekat na zadovoljstvo korisnika. Zbog toga, ali i zbog drugih razloga koji su definisani standardima plasiranja osnovnog i oglasnog video sadržaja biće različita i reakcija korisnika na plasirani sadržaj. To su osnovni razlozi zašto je potrebno naglasiti razlike između kvaliteta doživljaja koji se odnosi na video streaming i onaj koji se odnosi na Internet video oglas.

U skladu sa postojećim razlikama može se identifikovati veći broj faktora koji utiču na QoE. Na kvalitet doživljaja video streaming-om mogu da utiču različiti faktori kao što su :

- Kvalitet osnovnog videa. Doživljeni kvalitet osnovnog video zavisi od više faktora, a najčešće su to vidljive distorzije koje između ostalog mogu biti uzrokovane i kodekom koji se koristi. Neke od drugih distorzija su: pojava blokova, zamagljenje, nestajanje boja, pogrešne granice, zamućenje pomjeraja i neusaglašenost hrominantne komponente (Goldmann et al., 2010).
- Značajan faktor koji utiče na percepciju i kvalitet doživljaj u multimedijalnim komunikacijama je sinhronizacija između video i audio komponenti.
- Greške nastale tokom prenosa. Važni transmisioni faktori koji utiču na QoE su inicijalno kašnjenje i prekidi koji su uzrokovani tehničkim problemima. Vizuelni efekat gubitka informacija koji nastaje usljed gubitka paketa, kašnjenja, jittera (varijacija kašnjenja) imaju veliki uticaj na percepciju kvaliteta konzumiranog sadržaja (Boulos, Parrein, Le Callet, & Hands, 2009).
- Važan faktor koji utiče na QoE je i vrijeme potrebno za promjenu kanala (*channel zapping time*). Vrijeme potrebno za promjenu kanala je QoE faktor uticaja karakterističan za IPTV i on opisuje koliko brzo korisnik može da pređe

---

sa konzumacije sadržaja jednog kanala na sadržaj drugog kanala (Robitza et al., 2010).

Kada se govori o plasiranju video oglasa korisnicima, moguće je na prethodno opisane faktore dodati i nekoliko novih koji su karakteristični za ovu oblast primjene mulimedijalnih komunikacija. U zavisnosti od metodologije plasiranja video oglasa, formata video oglasa i načina prikazivanja oglasa korisniku kvalitet doživljaj Internet video oglasa zavisi od slijedećih faktora:

- Pozicije u video stream-u gdje se ubacuje oglas. Oglas se može prikazati prije, u toku osnovnog video sadržaja ili nakon video sadržaja koji korisnik posmatra. Trenutak vremena kada se počine prikazivati video oglas drugačije utiče na kvalitet doživljaja korisnika. Efektivnost video oglasa je drugačija za svaku od pozicija ubacivanja oglasa (Krishnan & Sitaraman, 2013), a samim time i kvalitet doživljaja korisnika se mijenja.
- Dužina trajanja oglasa. Minimalna i maksimalna dužina trajanja oglasa su preporučena od strane IAB-a, ali je izbor ostavljen oglašivačima i provajderima sadržaja da u skladu sadržajem oglasa u okviru oglasne kampanje, tehničkim resursima i analizom reakcije korisnika na video oglas izaberu željeno trajanje. Uticaj dužine trajanja na kvalitet doživljaja korisnika je detaljnije ispitan o ovoj disertaciji.
- Kontekstualna relevantnost oglasa (*Contextual Ad relevance*). Selekcija relevantnih oglasnih sadržaja može povećati kvalitet doživljaja korisnika. Ovaj faktor uticaja se manifestuje tako da kvalitet doživljaja korisnika zavisi od sadržaja osnovnog videa koji korisnik pregleda i od tačke u kojoj se ubacuje drugi sadržaj u formi video oglasa. Prema tome kontekstualna relevantnost zavisi od svakog para video oglasa i tačke kojoj se ubacuje video oglas. Zbog toga što se sastoji od tekstualne, vizuelne, konceptualne i korisničke relevantnosti, kontekstualna relevantnost predstavlja multimodalni faktor uticaja na QoE. Svaka od pojedinačno identifikovane relevantnosti koja utiče na

---

kontekst predstavlja važnu oblast istraživanja u plasiranju multimedijalnih Internet video sadržaja. (Mei & Hua, 2010).

- Kontekstualna nametljivost (*Contextual intrusiveness*). Kontekstualna relevantnost se obezbjeđuje izborom relevantnih oglasa koji odgovaraju konzumiranom osnovnom video sadržaju, a kontekstualna nametljivost se bavi mjestom gdje je potrebno ubaciti video oglas, odnosno bavi se problemom detekcije tačke u kojoj se ubacuje oglas. S obzirom da osnovni sadržaj može biti u formi slike ili videa govori se kontekstualnoj nametljivosti, agresivnosti u video domenu ili domenu slike. Kada je riječ o domenu slike analizira se prostorna relevantnost sadržaja gdje se ubacuje oglasni sadržaj, dok u slučaju video domena treba voditi računa i o vremenskoj komponenti.
- Optimizacija ubacivanja oglasa. Najbolja usklađenost između oglasnog sadržaja i tačke u kojoj se oglas ubacuje može uticati na povećanje kvaliteta doživljaja. Ova usklađenost je veoma kompleksna za izučavanje, a ima za cilj da se smanji kontekstualna nametljivost na posmatrača, a poveća kontekstualna relevantnost oglasa.
- Oglasi koji preuzimaju od korisnika kontrolu nad procesom konzumiranja sadržaja i preusmjeravaju ga na neke druge lokacije mogu negativno uticati na kvalitet doživljaja korisnika (Rohrer & Boyd, 2004b).
- Oglasi koji svojim sadržajem obmanjuju korisnika ili svojim sadržajem potpuno udaljavaju korisnika od osnovnog sadržaja koji je predmet interesovanja mogu imati negativan uticaj na kvalitet doživljaja.
- Dodatno vrijeme za učitavanje oglasnog sadržaja. Ovo vrijeme kašnjenja u prikazu oglasnog sadržaja bi trebalo biti što manje da bi se oglasi plasirali što ekspeditivnije, kvalitetnije i da bi se poveća o QoE Internet video oglasa (Y. M. Li & Jhang-Li, 2009).

Prethodno sistematizovani QoE faktori su osnova za modelovanje QoE linearnih video oglasa. S obzirom na veliki broj utvrđenih faktora, u ovom istraživanju su

---

izdvojeni i analizirani samo oni faktori koji su važni za proces modelovanja oglasa, a čije vrijednosti su date u preporukama IAB-a.

## **5.2 Osnovni principi modelovanja QoE linearnih video oglasa**

Linearni video oglasi, kao jedan od najzastupljenijih metoda plasiranja video oglasa, detaljno su analizirani u smislu upotrebe različitih načina prikaza oglasa u odnosu na osnovni sadržaj koji korisnik konzumira. IAB u svojim preporukama definiše odgovarajuće formate digitalnih video In-stream oglasa (IAB, 2009b). Prikaz oglasa prije sadržaja koji korisnik konzumira (pre-roll oglasi), prikaz oglasa u toku konzumiranja sadržaja (mid-roll oglasi) i prikaz oglasa nakon konzumiranog sadržaja (post-roll oglasi) predstavljaju vremenski aspekt plasiranja video oglasa, interpretiran kroz različite formate oglasa. Dužina trajanja video oglasa je takođe važna karakteristika koja upotpunjuje analizu uticaja vremenskih faktora QoE. Definisane su prihvatljive dužine trajanja video oglasa, a preporučeni maksimum trajanja video oglasa je 30 sekundi.

Osim toga, u IAB preporukama su predstavljene različite tehničke karakteristike video oglasa koje se mogu koristiti. Karakteristike video oglasa potrebno je uskladiti sa karakteristikama osnovnog video sadržaja. Pod tehničkim karakteristikama video oglasa podrazumijevaju se rezolucija, vrsta kodeka, broj frejmova u sekundi, dubina boja i drugo. Imajući u vidu da se preporuke odnose na veći broj karakteristika koje mogu imati različite vrijednosti, poželjno je analizirati uticaj izbora tih parametara video oglasa kada se modeluje format Internet video oglasa, u cilju postizanja maksimalnog kvaliteta doživljaja korisnika.

Prethodno navedene karakteristike video oglasa predstavljaju osnovu za definisanje metrika koje bi se mogle koristiti u cilju proučavanja efikasnosti video oglašavanja. Rezultati prethodnih istraživanja pokazuju da se u sistemima Internet video oglašavanja najčešće koriste mid-roll i pre-roll video oglasi. Pri tome je značajan trend porasta upotrebe mid-roll video oglasa u odnosu na ostale formate video oglasa

---

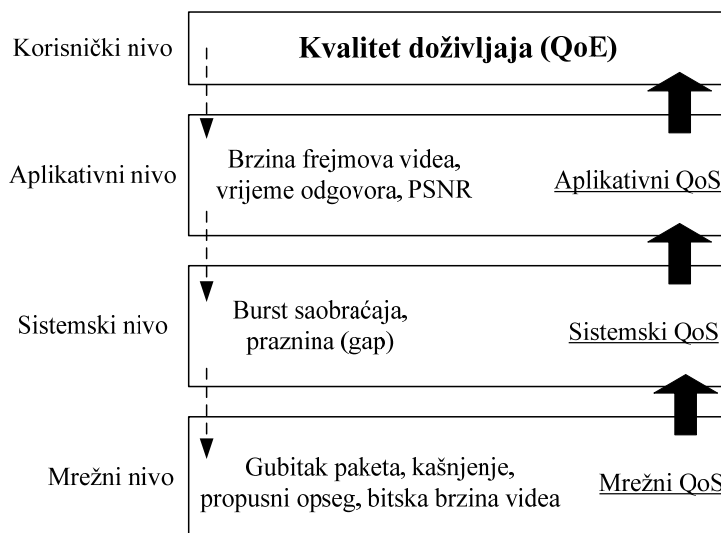
(Thurman & Lupton, 2008). Trenutno se za analizu i mjerenje reakcije korisnika na plasiranu reklamu koriste metrike koje se baziraju na mjerenju konzumacije video oglasa. U istraživanju predstavljenom u (Dorai-Raj & Zigmund, 2010) za mjerenje reakcije koristi se metrika Initial Audience Retained (IAR). Metrika IAR predstavlja odnos između broja posmatrača koji su pregledali cijeli oglas i ukupnog broja korisnika koji su započeli pregledanje oglasa. Analizirane su reakcije na pre-roll, mid-roll i post-roll metode ubacivanja video oglasa, ali i uticaj dužine trajanja video oglasa. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su se korisnici najduže zadržavali ukoliko im se plasiraju pre-roll video oglasi. Uticaj dužine trajanja reklame ogleda se u tome da su korisnici duže konzumirali video sadržaj kada im se prikazuju reklame u trajanju od 15 sekundi, nego reklame u trajanju od 30 sekundi.

Imajući u vidu rast upotrebe mid-roll oglasa koje se prikazuju u toku konzumiranja različitih multimedijalnih sadržaja, razvijaju se metodologije koje će omogućiti da se reklame prikažu u trenucima kada se ostvaruje najbolji efekat na korisnika. Jedan od pristupa koji se koriste za plasiranje mid-roll reklama je da se one utiskuju u primarni video sadržaj u trenucima kada taj sadržaj nije posebno interesatan za korisnika (Mei et al., 2007) ili kada se kontekst konzumiranog sadržaja značajno mijenja (Saito & Murayama, 2010). U oba ova slučaja karakter osnovnog videa je takav da se nivo korisnikove pažnje smanjuje. Zbog toga što je nivo pažnje korisnika u opadanju, plasirani video oglas nema negativan uticaj kao kada se plasira u trenutku maksimalne usmjerenosti korisnika na osnovni video. Prema tome, u ova dva slučaja odnos kvaliteta doživljaja korisnika i efekata oglašavanja se može smatrati povoljnim.

Prilikom dizajniranja video oglasa je potrebno obratiti pažnju na karakteristike videa koje različito utiču na QoE i QoS. U tom kontekstu može se govoriti o odnosu između parametara koji se odnose na QoS i QoE. Zbog toga je nezaobilazan zadatak utvrđivanje mogućnosti uspostavljanja korelacije između QoS i QoE. Vrijednost parametara QoS, koji se mogu lakše kontrolisati i nadzirati poželjno je preslikati, mapirati u vrijednosti koje se teže kontrolišu, kao što je to slučaj sa parametrima QoE. Mapiranjem parametara QoS-a u vrijednosti QoE-a omogućuje se lakša i potpunija evaluacija multimedijalnih servisa i aplikacija.

QoE predstavlja posebnu komponentu u evaluaciji kvaliteta aplikacije i plasiranog servisa, a ne samo proširenje parametara QoS. Iako QoE zavisi od velikog broja faktora (subjektivni, psihološki, kognitivni, sociološki, ambijentalni i drugo), faktori koji direktno utiču na nivo QoE su upravo parametri QoS-a. U disertaciji se prilikom modelovanja QoE linearnih Internet video oglasa analizira uticaj formata video oglasa, i nekih od parametara QoS-a koji se mogu prikazati kao tehničke karakteristike plasiranog video sadržaja.

Mapiranje vrijednosti QoS u QoE bazira se na jednoj od važnih karakteristika QoS-a, a to je slojevitost steka protokola. Poznato je da se QoS odnosi na skup mjera koje imaju zadatak da poboljšaju performanse mreže, sistema i aplikacije. Na osnovu toga se govori o mrežnom, sistemskom i aplikacionom sloju QoS-a. Autori u (Wu et al., 2009) su ilustrovali slojevitost QoS-a i ukazali na to da aplikacioni QoS parametri direktno utiču na QoE. Međusobni odnos QoE i QoS u smislu uticaja QoS parametara različitih slojeva na nivo QoE je prikazan na Slici 5.2.



Slika 5.2: QoE i slojevitost steka protokola QoS, (Wu et al., 2009).

Na Slici 5.2 je strelicama ilustrovan uticaj QoS-a na QoE i obrnuto. Očigledno je da postoje uticaji u oba pravca. Zbog slojevitosti QoS-a važna je identifikacija QoS

---

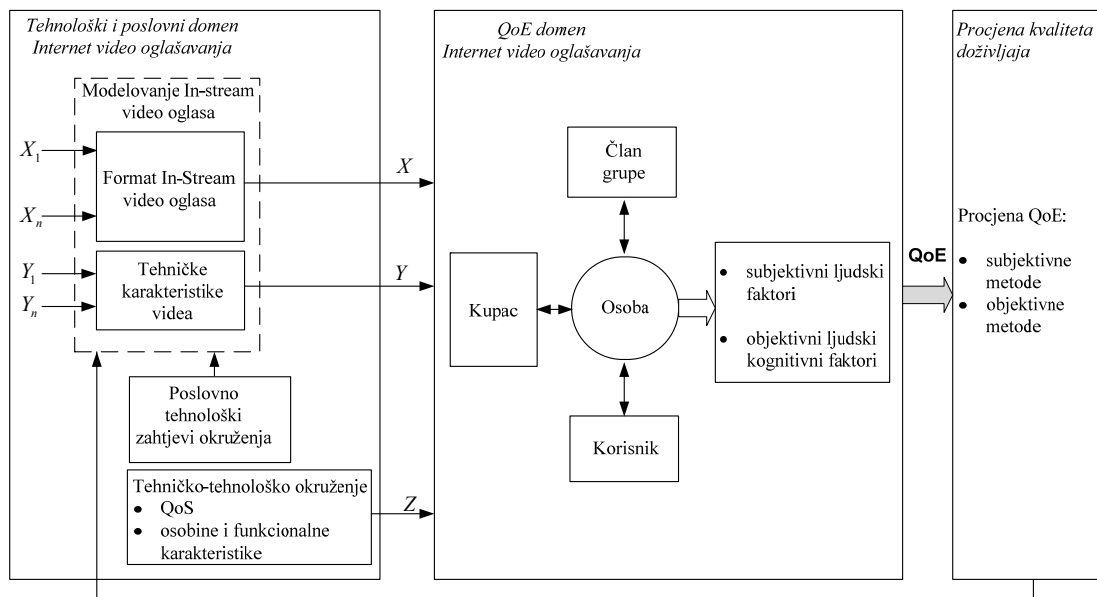
faktora u steku protokola, i njihov mogući uticaj na QoE. QoS parametri koji su prisutni na različitim slojevima mogu se mapirati jedan u drugi, i tako se uticaji parametara sa nižih slojeva prenose ka višim. Na taj način se ostvaruje direktan i indirektan uticaj ambijentalnog okruženja iskazanog kroz QoS, na nivo QoE korisnika. S druge strane na QoS utiču i QoE faktori. Taj uticaj može se opisati tako što specifični zahtjevi i odgovori korisnika na plasirani servis utiču na modifikovanje QoS parametara.

Poznato je da multimedijalni servisi zahtijevaju analizu različitih QoS parametara. Na prethodnoj slici su prikazani parametri svih slojeva QoS-a (mrežnog sloja, sistemskog i aplikacionog sloja), te na vrhu slojevite strukture korisnički sloj na koji utiču navedeni parametri. U literaturi su detaljno opisane karakteristike svakog od slojeva QoS-a, i mogućnosti mapiranja parametara jednog sloja u drugi. Translacija između aplikacionih QoS parametara i korisnika se često naziva podešavanje servisa. Podešavanjem servisa video sadržaj se prikazuje u odgovarajućem nivou kvaliteta percepcije (visok, srednji ili nizak). Pri tome, podešavanjem servisa realizuje se interno mapiranje kvaliteta percepcije plasiranog sadržaja u aplikacioni QoS, uz upotrebu parametara kao što su brzina frejmova i rezolucija. U skladu sa pravilima translacije parametara, servis provideri prilagođavaju vrijednosti sistemskog i aplikativnog QoS-a. Karakterističan primjer je da ukoliko se promijeni propusni opseg, tada servis provider prilagođava brzinu frejmova ili rezoluciju trenutnoj situaciji da bi obezbijedio potreban nivo kvaliteta plasiranog sadržaja (Steinmetz & Nahrstedt, 2004).

Za ovo istraživanja je od značaja mapiranje QoS parametara aplikativnog sloja u korisnički sloj, odnosno uticaj nekih od parametara video sadržaja na kvalitet doživljaja korisnika. Pri tome se uzima da su parametri preostalih slojeva konstantnih vrijednosti. U slučaju analize kvaliteta doživljaja korisnika, pri ispitivanju uticaja promjene brzine frejmova i rezolucije plasiranog video sadržaja, često se u istraživanima pretpostavlja da je gubitak paketa konstantan.

Na osnovu prethodne analize karakteristika multimedijalnih sadržaja koji utiču na kvalitet doživljaja korisnika, i karakteristika distribuiranog multimedijalnog okruženja, predložena je opšta metodologija modelovanja kvaliteta doživljaja linernih internet video oglasa, Slika 5.3.





Slika 5.3: Metodologija modelovanja QoE linearnih Internet video oglasa

U sistemu Internet video oglašavanja mogu se uočiti tri ključna segmenta, odnosno domena. Poboljšanjem svakog od njih može se unaprijediti efikasnost oglašavanja.

Tehnološki i poslovni domen obuhvata tehnološke uticaje okruženja koje je pogotovo značajno analizirati u toku pripreme i kreiranja oglasne kampanje i poslovne zahtjeve koji se odnose na oglasnu kampanju. U ovom domenu uočavaju se dvije cjeline koje se međusobno prožimaju. Prva cjelina se odnosi na modelovanje In-stream video oglasa, a druga na zahtjeve i karakteristike poslovno-tehnološkog okruženja. Zahtjevi su direktno vezani za proces modelovanja oglasa, a karakteristike utiču na QoE korisnika plasiranim servisom. Imajući u vidu proces standardizacije u Internet video oglašavanju, modelovanje In-stream video oglasa se bazira na IAB preporukama. IAB je predložio vrijednosti parametara linearnih video oglasa. Uzevši u obzir karakteristike video sadržaja koji utiču na korisnički nivo i kvalitet doživljaja korisnika, mogu se izdvojiti dvije grupe faktora koji direktno utiču na postignuti nivo QoE-a.

Prva grupa uticaja odnosi se na parametre koji određuju format video oglasa i vezani su za postupak dizajna formata video oglasa. Parametri koji određuju format

---

linearnih In-instram video oglasa označeni su sa  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , a njihov konačni uticaj na kvalitet doživljaja linearnih video oglasa je predstavljen sa  $X$ .

Druga grupa parametara određena je tehničkim karakteristikama video sadržaja koji se plasira. Preporučene vrijednosti tehničkih karakteristika video oglasa su takođe opisane u preporukama datim od strane IAB-a. Ovi uticaji predstavljeni su vrijednostima  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , a njihov konačni uticaj na kvalitet doživljaja linearnih video oglasa predstavljen je sa  $Y$ . Nezaobilazan je i uticaj parametara aplikativnog QoS-a na kvalitet doživljaja korisnika konzumiranim video oglašom.

Osim ovih uticaja postoje i indirektni uticaji na QoE korisnika kao što su poslovno-tehnološki i tehničko-tehnološki zahtjevi i uticaji okruženja. Poslovni zahtjevi utiču na metodologiju dizajniranja video oglasa i tako indirektno utiču i na kvalitet doživljaja korisnika. Poslovni aspekti oglasne kampanje utiču na izbor formata i dužine plasiranih video oglasa. Troškovi kampanje su takođe važan činilac koji utiče na izbor formata video oglasa. S druge strane tehničko-tehnološko okruženje direktno utiče na kvalitet plasiranog sadržaja. Ovi uticaji kroz parametre QoS-a, opisane slojevitom strukturom takođe utiču na QoE. Tehnički resursi kojima raspolažu mreže za plasiranje video oglasa i izdavači direktno utiču na tehničke karakteristike video oglasa. Tehničke karakteristike osnovnog video sadržaja koji se već koristi su osnova izbor tehničkih karakteristika video oglasa. Zbog toga oni definišu opseg preporučenih vrijednosti tehničkih karakteristika video oglasa da bi se moglo izvršiti efikasno utiskivanje oglasa u osnovni video.

Drugi važan domen Internet video oglašavanja je QoE domen. S obzirom na to da Internet oglašavanje predstavlja multidisciplinarnu oblast, unutar QoE domena osoba se posmatra sa više stanovišta. Ona može biti korisnik servisa, kupac ili član neke veće grupe koja ima određene zajedničke atribute. Različite uloge osobe kao korisnika servisa utiču na to da se mijenja kvalitet doživljaja konzumiranim sadržajem. Kada se analizira efikasnost konkretne multimedijalne aplikacije značajno je kakvu ulogu ima osoba koja konzumira sadržaj. Uloga osobe je vezana i za faktore koji utiču na formirane doživljaja o kvalitetu servisa.

---

U tom kontekstu, može se kazati da kvalitet doživljaja QoE zavisi od više faktora od kojih su najznačajniji subjektivni ljudski faktori i objektivni ljudski kognitivni faktori. Subjektivni faktori, ranije detaljnije objašnjeni, često se koriste za procjenu kvaliteta doživljaja. S druge strane kognitivni faktori, koji se detaljnije analiziraju u oblasti multimedijalnog učenja, postaju važni i u oblasti oglašavanja. Osnova za to je što se Internet oglas sastoji od multimedije, te stoga Mayer-ova kognitivna teorija multimedijalnog učenja (Mayer, 2005) može dati značajan doprinos analizi uticaja kognitivnih faktora u oblasti Internet video oglašavanja. Jedan od osnovnih zadataka u cilju povećanja efikasnosti oglašavanja je poboljšanje percepciji nekog brenda. Kognitivni faktori pojedinca utiču na efikasnost procesiranja multimedijalnih informacija. U istraživanju autora (Haverty & Blessing, 2007) identifikovano je šest kognitivnih principa koji se mogu posmatrati u cilju analize efikasnosti oglasa. Ti principi su: implicitni uticaj koji definiše reakciju na konzumirani sadržaj, senzorsko procesiranje informacija, radna memorija, reprezentacija znanja i informacija, elaboracija u smislu povezanosti memorisanih činjenica i kognitivno angažovanje uslovljeno aktivnim procesiranjem informacija. Oni su pokazali da se mogućnost percepcije brenda i memorisanje poruke koju nose oglasi može opisati i procijeniti upotrebom ovih principa. Na taj način može se poboljšati i sveukupna analiza efikasnosti oglašavanja.

Treći značajan segment metodologije modelovanja linearnih Internet video oglasa je procjena kvaliteta doživljaja. Metode procjene kvaliteta doživljaja već su ranije detaljno opisane, i realizuju se kao subjektivne i objektivne metode procjene kvaliteta doživljaja. Na osnovu rezultata procjene kvaliteta doživljaja konzumiranim video oglasima moguće je aktivno uticati na procese dizajniranja i plasiranja.

Analizirajući ova tri ključna segmenta uočena je potreba da se detaljnije analiziraju parametri koji se koriste prilikom modelovanja linearnih oglasa. Zbog toga je u ovoj disertaciji je ispitan taj segment opšte metodologije modelovanja linearnih Internet video oglasa. Primjenom odgovarajućih QoE metoda ispitan je kvalitet doživljaja korisnika plasiranim linearnim Internet video oglasima, za različite vrijednosti parametara koji određuju format video oglasa i tehničke karakteristike videa. Na osnovu

---

dobijenih vrijednosti kvaliteta doživljaja može se uticati na optimizaciju vrijednosti pojedinih parametara, i na taj način postići maksimalna moguća vrijednost kvaliteta doživljaja plasiranog sadržaja.

### **5.3 Metrike bazirane na formatu i karakteristikama video oglasa**

Kao što je ranije opisano kvalitet doživljaja korisnika ostvaren konzumacijom sadržaja, ukoliko je riječ o Internet video oglašavanju, direktno zavisi i od pristupačnosti i efikasnosti servisa. Interakcija između korisnika i Web sadržaja često je analizirana u akademskim studijama i industriji u cilju pronalaženja najefikasnijih metrika koje bi omogućile što bolju procjenu kvaliteta doživljaja.

Za potrebe modelovanja QoE ispituje se upotreba različitih metrika kojima bi se opisale njegove karakteristike. U istraživanju predstavljenom u (Nguyen, Harris, Jusak, & Punchihewa, 2010) opisane su metrike za definisanje parametara saobraćaja i mrežnih karakteristika koje utiču na QoE modelovanja u okruženju kada korisnici pretražuju Web sadržaje. Istraživanje je značajno zbog predožene metodologije identifikovanja i definisanja metrika za modelovanje QoE. Na osnovu utvrđenih principa za definisanje i identifikaciju metrika koji su korišteni u tom istraživanju, mogu se utvrditi metrike značajne za QoE modelovanje i kada je riječ o nekim drugim aplikacijama i servisima baziranim na upotrebi Interneta. Koristeći opisane principe, u ovom radu predložene su metrike koje se odnose na opisivanje i modelovanje QoE u oblasti Internet video oglašavanja.

Kada korisnik posmatra neki Internet video sadržaj, i ukoliko mu se plasiraju video oglasi, potrebno je analizirati dva ključna aspekta važna za modelovanje QoE video oglasa. Prvi se odnosi na format prikazanih video oglasa, a drugi na tehničke karakteristike plasiranog video sadržaja. Ova dva aspekta neophodno je detaljno analizirati da bi se definisale metrike za potrebne za utvrđivanja uticaja različitih formata i tehničkih karakteristika video oglasa na efikasnost oglašavanja.

Već ranije je opisano da su metrike koje karakterišu linearne In-stream video oglase su značajne za poboljšanje plasiranja i naplate video oglasa. U ovom radu se one posmatraju sa stanovišta poboljšanja kvaliteta doživljaja korisnika. Poboljšanjem sveukupnog kvaliteta doživljaja, izborom optimalnih vrijednosti parametara video oglasa, poboljšava se i profitabilnost oglašavanja. Jedan od prvih koraka je da se analiziraju preporuke IAB-a koje se odnose na format i tehničke karakteristike video oglasa. Njih je neophodno koristiti kao osnovu prilikom definisanja odgovarajućih metrika za procjenu kvaliteta doživljaja plasiranim oglasima.

U ovom istraživanju te se metrike analiziraju u cilju evaluacije kvaliteta doživljaja ostvarenog prikazanim video oglasima. Implementacija odgovarajućih formata i karakteristika linearnih video oglasa u procesu modelovanja oglasa omogućuje poboljšanje efekta prikazanog video sadržaja korisnicima. Na osnovu IAB preporuka, rezultata prethodnih istraživanja vezanih za QoE multimedijalnih sistema identifikovane i sistematizovane su metrike važne za kvalitet doživljaja linearnih In-stream video oglasa, Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Metrike definisane na osnovu formata i tehničkih karakteristika Internet video oglasa

<b>Metrike određene formatom video oglasa</b>	
<i><b>Format video oglasa</b></i>	<i><b>Parametar</b></i>
Pre-roll	$X_1$
Mid-roll	$X_2$
Post-roll	$X_3$
Trajanje video oglasa	$X_4$
<b>Metrike određene tehničkim karakteristikama</b>	
<i><b>Karakteristike videa</b></i>	<i><b>Parametar</b></i>
Tranzicija između video segmenata	$Y_1$
Rezolucija	$Y_2$
Broj frejmova u sekundi (Frame rate)	$Y_3$
Tip kodeka	$Y_4$
Dubina boja (Color depth)	$Y_5$
Omjer ekrana (Aspect ratio)	$Y_6$

---

S obzirom na usvojenu metodologiju modelovanja linearnih In-stream video oglasa utvrđene su dvije grupe metrika koje se kasnije koriste za procjenu kvaliteta doživljaja korisnika. Prva grupa metrika odnosi se na format linearnih video oglasa. Usvojene metrike su u skladu sa preporukama IAB-a koje definišu formate i trajanje video oglasa. Ta grupa metrika predstavlja osnovu za analizu uticaja vremenskog aspekta plasiranja video oglasa. To podrazumijeva uticaj odnosa između video oglasa i primarnog video sadržaja u smislu vremenskog perioda kada se oglas prikazuje. Prikaz oglasa prije početka (pre-roll video oglas), u toku (mid-roll video oglas) i prikaz oglasa nakon konzumiranja primarnog video sadržaja (post-roll video oglas) različito utiču na nivo pažnje korisnika usmjerene na primarni video sadržaj. Sa ova tri formata video oglasa na različite načine narušava se kontinuitet konzumiranja osnovnog video sadržaja, te oni drugačije utiču na kvalitet doživljaja. Prva grupa metrika koja određuje uticaj formata i trajanja video oglasa je označena sa  $X_k$ , gdje je  $k = (1, 2, 3, 4)$ .

Druga grupa metrika odnosi se na tehničke karakteristike video oglasa i primarnog video sadržaja koji je predmet interesovanja korisnika. Tehničke karakteristike su u skladu sa preporukama IAB-a i mogu se prilagođavati trenutnim komunikacionim resursima tokom plasiranja video sadržaja korisnicima. Tehničke karakteristike linearnih In stream video oglasa uglavnom su usklađene sa karakteristikama primarnog video sadržaja. S obzirom da se prilikom plasiranja linearnih In-stream video oglasa objedinjuju dva video sadržaja, može se koristiti i metrika koja opisuje način tranzicije između dva video segmenta. Tranzicija između segmentata može biti skokovita (bez upotrebe nekog od efekata) i uz upotrebu nekog od efekata koji omogućuje blagi prelazak sa jednog sadržaja na drugi. Ova grupa metrika koja određuje tehničke karakteristike video sadržaja i tranziciju između video segmenata je označena sa  $Y_l$ , gdje je  $l = (1, 2, 3, 4, 5, 6)$ .

---

## 5.4 Model za procjenu QoE linearnih In-stream video oglasa

U disertaciji je predložen model za procjenu QoE koji ima za cilj da se postigne veća efikasnost plasiranja video oglasa i bolji kvalitet doživljaja korisnika adekvatnim dizajnom i plasiranjem video oglasa.

Model se bazira na ključnim segmentima metodologije modelovanja linearnih In-stream video oglasa ilustrovanoj na Slici 5.3. On predstavlja jedan isječak opisane metodologije koji je značajan za procjenu QoE linearnih video oglasa. U model su uključeni glavni elementi i uticaji svakog od tri segmenta opisane metodologije. Model za procjenu QoE povezuje principe modelovanja In-stream video oglasa, uticaj subjektivnih faktora na QoE i metode procjene kvaliteta doživljaja.

Obuhvaćena je analiza principa koje definiše modelovanje In-stream video oglasa koje ima centralnu ulogu u tehnološkom i poslovnom domenu Internet video oglašavanja. Pri tome su obrađene dvije grupe uticaja na kvalitet doživljaja korisnika, kao i efekat koji izaziva korelacija tih uticaja. Ove dvije grupe se mogu posmatrati sa stanovišta komercijalnih i tehničkih uticaja na efikasnost Internet video oglašavanja. Komercijalni uticaji su vezani za format i dužinu trajanja video oglasa, jer oni predstavljaju osnovu za naplatu plasiranih oglasnih sadržaja. U novije vrijeme se intezivno istražuje uticaj dužine trajanja video oglasa na reakciju korisnika, što predstavlja osnovu za uvođenje tarifa koje se baziraju na dužini konzumacije video oglasa. S druge strane tehnički uticaji, opisani preko karakteristika video sadržaja, takođe značajno utiču na percepciju korisnika i nivo zadovoljstva plasiranim video sadržajem. Ovi uticaji se takođe moraju posmatrati i sa komercijalnog aspekta, jer su usko vezani za komunikacione i druge tehničke resurse čija cijena utiče na ukupnu cijenu plasiranog servisa.

QoE domen Internet video oglašavanja uključuje subjektivne i objektivne ljudske kognitivne faktore. Osoba koja konzumira oglas je potencijalni kupac, pa su zato kvalitet doživljaja i njegova reakcija važni za efikasnost oglasne kampanje. Zbog toga su za ovo istraživanje značajni subjektivni faktori koji direktno utiču na pozitivnu ili negativnu reakciju korisnika. Uticaj kognitivnih faktora nije predmet ovog istraživanja.

---

Treći segment metodologije modelovanja linearnih oglasa predstavlja procjena kvaliteta doživljaja koja se može realizovati subjektivnim i objektivnim metodama procjene QoE. Rezultati procjene QoE se mogu koristiti za modelovanje i dizajniranje video oglasa. U ovom istraživanju se prevashodno koriste subjektivne metode procjene QoE linearnih In-stream video oglasa. Za procjenu uticaja tehničkih karakteristika video oglasa, koje su usklađene sa osnovnim video sadržajem, koriste se i objektivne metode. Za razliku od prethodnih istraživanja u ovoj disertaciji se objektivne metode koriste za procjenu QoE kada se konzumira realan video sadržaj u konkretnoj aplikaciji Internet video oglašavanja. Rezultati dobijeni objektivnim metodama se mapiraju u subjektivne MOS vrijednosti da bi se upotpunila procjena svih parametara koji utiču na QoE video oglasa.

Model se zasniva na implementaciji prethodno opisanih metrika i omogućuje definisanje odgovarajućeg formata i karakteristika video oglasa u cilju postizanja maksimalnog mogućeg kvaliteta doživljaja. Efekti formata i tehničkih karakteristika na kvalitet doživljaja korisnika (QoE) su definisani kao funkcije metrika predstavljenih u Tabeli 5.1.

Za procjenu kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa, i formiranje modela za procjenu QoE definisane su tri metrike i to: dvije nezavisne metrike i metrika koja predstavlja korelaciju između nezavisnih metrika. Nezavisne metrike ( $X$  i  $Y$ ) predstavljaju funkcije metrika koje pripadaju prethodno opisanim grupama metrika i mogu se označiti sa:

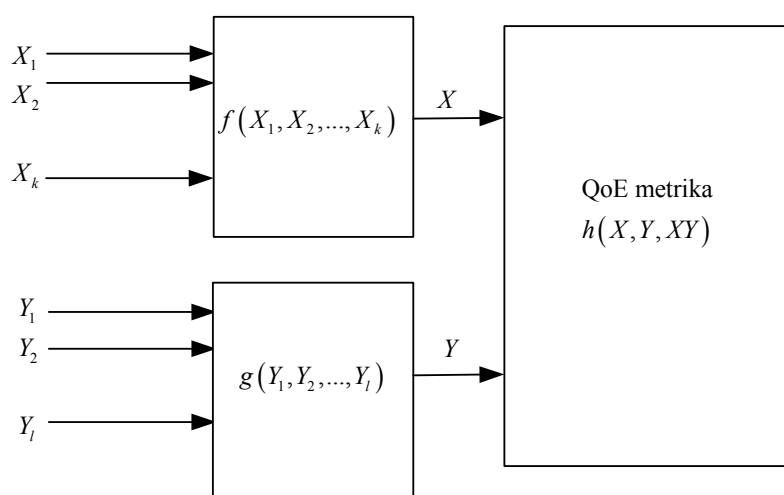
- $X=f(X_1, X_2, X_3, X_4)$ , gdje je  $X$  metrika koja opisuje efekat formata video oglasa,
- $Y=g(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6)$ , gdje je  $Y$  metrika koja opisuje efekat tehničkih karakteristika video oglasa.

Treća metrika koja predstavlja korelaciju između nezavisnih metrika  $X$  i  $Y$  je opisana metrikom  $XY$ . Na osnovu prethodno opisanih metrika uočava se da su komercijalni i tehnički efekti opisani metrikama  $X$  i  $Y$ , dok se uticaj nastao njihovom korelacijom može opisati dodatnom metrikom  $XY$ .



---

Predloženi model za procjenu kvaliteta doživljaja korisnika plasiranim linearnim In-stream video oglasima koji je osnova za eksperimentalni dio istraživanja je ilustrovan na Slici 5.4.



Slika 5.4: Opšti model za procjenu kvaliteta doživljaja baziran na analizi efekata formata i tehničkih karakteristika video oglasa

Model ima za cilj da se utvrde karakteristike video oglasa koji omogućuju najbolji kvalitet doživljaja korisnika. Konačan uticaj tih karakteristika je izražen pomoću QoE metrike koja predstavlja funkciju nezavisnih metrika  $X$  i  $Y$  i metrike  $XY$ . Prema tome, kvalitet doživljaja linearnih In-stream video oglasa može se izraziti pomoću objedinjene metrike definisane sa  $h(X, Y, XY)$ .

U ovom radu je poseban značaj dat na utvrđivanje uticaja formata video oglasa sa stanovišta optimizacije kvaliteta doživljaja korisnika. Zbog toga istraživanje nije usmjereno na uticaj svih tehničkih karakteristika video sadržaja, nego samo onih koji se jednostavno mogu mijenjati i prilagođavati uslovima mreže za plasiranje sadržaja. Zbog toga, eksperimentalni dio istraživanja ne analizira uticaj svih tehničkih karakteristika videa. Pri tome se uzima da su vrijednosti tehničkih karakteristika koje nisu predmet od interesa konstantne, ne mijenjaju se i nemaju uticaj na procjenu QoE.

---

## **6. Studija slučaja**

Jedini relevantan i pouzdan metod za procjenu kvaliteta video sadržaja i efekta koji ostvaruje na posmatrača je provođenje testova u kojima posmatrači treba da se izjasne o precepciji sadržaja koji konzumiraju. Metod je poznat kao subjektivno testiranje. Ovaj metod se može iskoristiti i za procjenu kvaliteta doživljaja korisnika kada se konzumira Internet video oglasni sadržaj što je iskorišćeno kao osnova za ovo istraživanje.

### **6.1 Analiza reakcije korisnika na linearne internet video oglase upotrebom QoE metoda**

Reakcija korisnika na plasirani video oglas zavisi od karakteristika plasiranog sadržaja i percepcije korisnika. U ovom dijelu disertacije je predmet analize reakcija korisnika na različite formate video oglasa, trajanje video oglasa i upotrebu efekta tranzicije između video segmenata. Pri tome se uticaj preostalih tehničkih karakteristika video sadržaja ne analizira i njihove vrijednosti se ne mijenjaju tokom provođenja eksperimenta.

#### **6.1.1 Metodologija testiranja**

Za ovo istraživanje su značajne metrike video oglasa koje se mogu mijenjati i prilagođavati za potrebe pojedinačne oglasne kampanje, nezavisno od zahtjeva postavljenih od strane mreže za plasiranje sadržaja i provajdera servisa. Tehničke karakteristike video oglasa su uglavnom definisane od strane mreže za plasiranje sadržaja, a u skladu sa vrijednostima preporučenim od strane IAB-a. Kada se dizajniraju i kreiraju oglasni video sadržaji sastavljeni od više video segmenata, ili sekvenci,

---

postavlja se pitanje načina prelaska sa jednog sadržaja na drugi. Najčešće se koriste skokoviti prelaz sa jednog sadržaja na drugi ili neki od tranzicionih efekata laganog prelaska između dva video sadržaja. Efekat tranzicije između video sekvenci se može realizovati na više načina. Imajući to u vidu, dio ovog istraživanja je analiza parametra koji se odnosi na tranziciju između ubačenog video sadržaja i osnovnog, primarnog sadržaja koji korisnik pregleda. Uticaj preostalih tehničkih karakteristika je detaljno analiziran u prethodnim istraživanjima, te u ovom dijelu disertacije metrike koje se odnose na druge tehničke karakteristike nisu uzimane u obzir. Prema tome, uticaj parametara  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$ ,  $Y_5$  i  $Y_6$  u ovom dijelu disertacije nije analiziran.

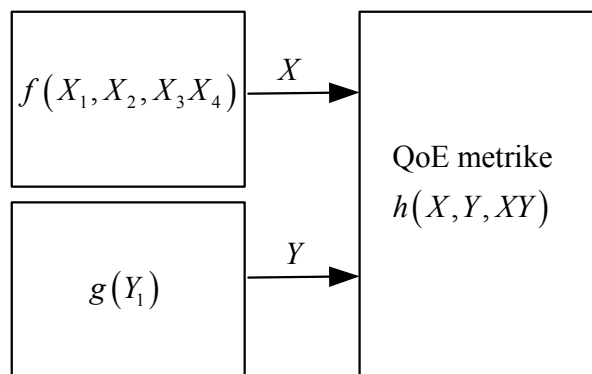
Prilikom eksperimentalnog dijela istraživanja akcenat je usmjeren na uticaj formata video oglasa i načina tranzicije između oglasa i osnovnog videa, tako da je uticaj ostalih parametara videa eliminisan pažljivim osmišljavanjem svih koraka testiranja. Zbog toga je za potrebe testiranja namjenski kreiran set testnih video sekvenci. U skladu sa ciljevima istraživanja, u toku testiranja je korištena odgovarajuća MOS skala za procjenu kvaliteta doživljaja. Eksperiment uključuje procjenu uticaja nekoliko faktora koji određuju format video oglasa značajnih za modelovanje kvaliteta doživljaja (QoE). Faktori koji su istraživani u ovoj disertaciji su:

- a) Procjena efekta formata linearnog in-stream video oglasa, odnosno pozicije video oglasa u testnoj video sekvenci. Analizira se efekat plasiranja pre-roll, mid-roll i post-roll video oglasa. U modelu koji je korišten za procjenu kvaliteta doživljaja, pre-roll format je označen sa  $X_1$ , mid-roll format sa  $X_2$  i post-roll format sa  $X_3$ .
- b) Procjena efekta dužine trajanja video oglasa. Ovaj efekat je u modelu označen sa  $X_4$ .
- c) Procjena efekta metoda tranzicije između sadržaja video oglasa i sadržaja primarnog videa. Efekat metoda tranzicije između video segmenata je u modelu označen sa  $Y_1$ .

Na osnovu prethodno predloženog opšteg modela za procjenu kvaliteta doživljaja, metrika i parametara koje su u njemu korištene, i uzevši u obzir navedena ograničenja istraživanja koja su prisutna u realizaciji ovog dijela disertacije za potrebe testiranja

---

kvaliteta doživljaja plasiranim linearnim In-stream video oglasima formiran je model prikazan na Slici 6.1.



Slika 6.1: Model za procjenu kvaliteta doživljaja (QoE) zasnovan na uticaju formata video oglasa i efekta tranzicije između video sadržaja

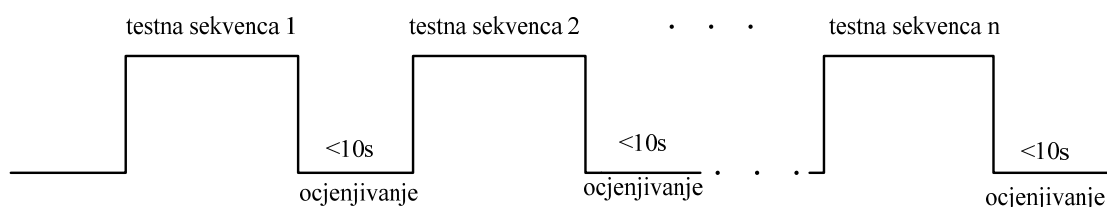
Predloženi model obuhvata procjenu kvaliteta doživljaja ukoliko se mijenja format video oglasa i efekat tranzicije između video sadržaja. Preostale metrike koje zavise od preostalih tehničkih karakteristika video sadržaja nisu razmatrane u ovom dijelu disertacije i imaju konstantne vrijednosti. Nezavisne metrike koje se koriste za procjenu kvaliteta doživljaja su :

- Metrika  $X$  opisuje efekat formata video oglasa. Ta metrika je predstavljena funkcijom  $X=f(X_1, X_2, X_3, X_4)$ , gdje su  $X_1, X_2, X_3$  i  $X_4$  pre-roll format, mid-roll format, post-roll format i trajanje video oglasa, respektivno.
- Metrika  $Y$  opisuje efekat tehničkih karakteristika video oglasa. Ta metrika je predstavljena funkcijom  $Y=g(Y_1)$ , gdje je  $Y_1$  tanzicija između video segmenata.

Metodologija subjektivne procjene kvaliteta videa koja se koristi u ovakvim ili sličnim istraživanjima je standardizovana preporukama ITU-T. U ovom istraživanju je korišten metod apsolutnog kategorijsko ocjenivanja (*Absolute Category Rating -ACR*). Taj metod je definisan i detaljno opisan preporukom ITU-T Rec. P.910 koja se koristi u ovom istraživanju. ACR metod podrazumijeva da se testne video sekvence prikazuju

---

pojedinačno i ocjenjuju nezavisno jedna od druge. Pri tome se koristi prethodno definisana i usvojena skala za ocjenjivanje kategorija koje se testiraju. Ključna karakteristika ovog metoda je da posmatrači, ispitanici, ocjenjuju testnu sekvencu odmah nakon posmatranja sekvence. Period koji je dozvoljen za ocjenjivanje je 10 sekundi, dok dužina trajanja testne sekvence varira, i zavisi od testnog video materijala. Metodologija prikazivanja i ocjenjivanja video sekvenci, sa jasno definisanim fazama u provođenju ACR testiranja je opisana pomoću šeme za prezentaciju podražaja. Na osnovu preporuka opisanih u ITU-T Rec. P.910., ciljeva i zadataka ovog istraživanja, u eksperimentalnom dijelu disertacije je korištena šema predstavljena na Slici 6.2.



Slika 6.2. Šema za prezentaciju i ocjenjivanje testnih video sekvenci

Skala za ocjenu kvaliteta koju ispitanici koristite tokom testiranja je važan element procesa testiranja. Adekvatno osmišljena skala pomaže da se realizuje testiranje u skladu sa postavljenim ciljevima istraživanja, ali i da se održi konzistentnost odgovora ispitanika u procesu testiranja. Ova dva zadatka su značajna pogotovo što su subjektivna testiranja prilično zahtjevna, dugo traju i zahtijevaju da se koncentracija ispitanika održava na potrebnom nivou. Skala za ocjenu kvaliteta u ACR testiranjima se uglavnom sastoji od pet nivoa, a ukoliko je to potrebno skala može proširiti na više nivoa. U tom slučaju skala može imati veći broj nivoa ocjenjivanja, odnosno 7 ili 10 nivoa.

U ovom radu je za izračunavanje vrijednosti parametara koji se analiziraju korištena MOS skala sa 5 nivoa. Ona se koristi da ispitanici ocjenjuju nivo pažnje usmjerene na primarni video sadržaj koji konzumiraju, odnosno nivo zadovoljstva posmatrača ostvaren konzumiranjem željenog, primarnog video sadržaja. Da bi se analizirao samo format video oglasa i eliminisao uticaj sadržaja video oglasa, korisnici ocjenjuju nivo pažnje usmjerene isključivo na primarni video, što u stvari predstavlja nivo kvaliteta doživljaja, zadovoljstva ostvarenog posmatranjem primarnog videa. Na

taj način je indirektno procijenjen i efekat realizovan prikazivanjem video oglasa koji su umetnuti u primarni video sadržaj. Efekat video oglasa se smatra većim ukoliko je nivo pažnje ispitanika usmjeren na primarni video manji i obrnuto. Skala za procjenu kvaliteta koja se koristi u ovom istraživanju je predstavljena u Tabeli 6.1.

Tabela 6.1: Skala za procjenu kvaliteta i nivoi gradacije

MOS	Nivo gradacije
5 - Izvrstan	5 – Neprimjetan Video oglas uopšte ne privlači pažnju usmjerenu na osnovni video.
4 - Dobar	4 – Primjetan ali me ne ometa Primjećujem video oglas ali me ne ometa i ne prekida u posmatranju osnovnog videa.
3 - Umjeren	3 –Pomalo ometa Oglas me ometa prilikom posmatranja osnovnog videa.
2 - Slab	2 – Ometa Oglas me značajno ometa prilikom posmatranja osnovnog videa.
1 - Loš	1 –Veoma ometa Video oglas me totalno ometa i prekida u posmatranju osnovnog videa.

U skladu sa ciljevima ovog istraživanja, procjenjuje se nivo pažnje koju korisnik usmjerava na primarni video, uzimajući u obzir uticaje formata video oglasa, dužine trajanja oglasa i tranzicionog efekta. Formati video oglasa i dužine trajanja koje se analiziraju u ovoj disertaciji se nalaze u granicama koje su definisane u preporukama IAB. Analizirani formati video oglasa, trajanje i efekti tranzicije su opisani parametrima koji su navedeni u Tabeli 5.1. Model koji ilustruje procjenu kvaliteta doživljaja i koji ima za cilj da optimizuje uticaj formata video oglasa i metoda tranzicije između video oglasa i primarnog videa je prethodno opisan i prikazan na Slici 6.1.

U cilju analize uticaja tranzicionog efekta između video oglasa i primarnog videa, testirana su dva načina tranzicije u objedinjavanju video sadržaja: skokovita tranzicija između video segmenata i efekat blagog prelaska sa jednog sadržaja na drugi, uz upotrebu efekta pretapanja sadržaja. Efekat drugih tehničkih karakteristika (koji su opisani parametrima:  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$ ,  $Y_5$ ,  $Y_6$ ) nije istraživan u ovoj disertaciji.

---

Prema tome, metodologija testiranja reakcije korisnika na plasirani linearni In-stream video oglas zasniva se na indirektnoj procjeni efikasnosti video oglasa. Pri tome, kvalitet doživljaja korisnika zavisi od nivoa pažnje usmjerene na posmatranje primarnog videa, u okolnostima kada su u primarni video ubačeni linearni video oglasi različitih formata i karakteristika.

U skladu sa prethodno opisanom metodologijom testiranja izračunate su metrike potrebne za procjenu kvaliteta doživljaja. Vrijednosti metrika su dobijene primjenom metoda subjektivne procjene kvaliteta doživljaja i odgovarajuće MOS skale. Prilikom izračunavanja vrijednosti parametara koji su predmet analize u ovom dijelu eksperimenta, parametri  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$ ,  $Y_5$  i  $Y_6$  su imali konstantne vrijednosti. Prema tome, iako metrike koje su predmet analize zavise od svih prethodno opisanih parametara, u istraživanju je ispitana promjena vrijednosti metrika usljed uticaja samo onih parametara koji su značajni za ovo istraživanje. Dobijene vrijednosti su izražene pomoću MOS vrijednosti navedenim u Tabeli 6.1.

### **6.1.2 Opis eksperimentalnog okruženja**

Metodologija subjektivnog testiranja osim ispitnih sekvenci zavisi i od karakteristika ambijentalnog okruženja, koje omogućuju dobijanje validnih rezultata. Prema tome, nivo pažnje korisnika i efikasnost plasiranja video oglasa su procijenjeni uz upotrebu namjenski kreiranih testnih video sekvenci, uz učešće odgovarajuće grupe ispitanika, i u adekvatnom ambijentalnom okruženju.

Istraživanje je provedeno u fakultetskoj multimedijalnoj učionici koja je opremljena sa 30 identičnih računara. Učesnici u testiranju su podijeljeni u dvije grupe i ispitanici jedne grupe su provodili subjektivno testiranje istovremeno. Ovaj pristup omogućuje da ispitanici realizuju subjektivnu procjenu u identičnom testnom okruženju. Svi učesnici u testiranju su izloženi istim ambijentalnim uslovima, odnosno uslovima koji se odnose na udaljenost sa koje posmatraju video sadržaj, uslove osvjetljenja i drugim prostornim uslovima. Kvalitet i performanse računarske opreme koju su

---

ispitanici koristili tokom eksperimenta bili su isti za sve učesnike subjektivnog testiranja.

Učesnici u ovom testiranju su studenti dodiplomskog studija, diplomirani studenti i administrativno osoblje zaposleno na fakultetu. S obzirom da učesnici u testiranju predstavljaju prosječnog korisnika koji konzumira Internet video sadržaje sa ubačenim video oglasima, oni se mogu tretirati kao osobe koje nisu eksperti za ovu oblast istraživanja. Jedna od preporuka za provođenje subjektivne procjene kvaliteta jeste upravo da učesnici u testiranju budu osobe koje se ne mogu smatrati ekspertima za oblast istraživanja. Prije provođenja eksperimentalnog testiranja, učesnici su ispunili upitnike u kojima su naveli svoje lične podatke, prethodna znanja i iskustva, te nivo tehničkog znanja vezanog za upotrebu računarske opreme i informaciono-komunikacionih tehnologija. Na početku eksperimenta, svi učesnici su detaljno upoznati sa testnim materijalom, procedurom testiranja i MOS skalom koja će se u testiranju koristiti. Učesnicima u testiranju je detaljno objašnjeno kako će, uz upotrebu MOS skale, ocjenjivati kvalitet doživljaja nakon posmatranja testne video sekvence.

Jedan od važnih faktora koji utiču na pouzdanost dobijenih rezultata je ozbiljnost sa kojom ispitanici učestvuju u eksperimentu. U literaturi je opisan veći broj metoda koje se mogu koristiti da se odstrane odgovori neopuzdanih i neozbiljnih ispitanika. U studiji (Hossfeld, Schatz, et al., 2011) autori su koristili metode kao što su metod zlatni standard podataka (Gold Standard Data), test konzistentnosti odgovora, pitanja vezana za sadržaj, izmiješana pitanja i drugo.

Za ovo specifično testiranje je prilično teško definisati pitanja na koja je unaprijed već poznat odgovor. Osnovni razlog je u tome što učesnici subjektivno procjenjuju uticaj koji na njih ima konzumiranje video sadržaja, pri čemu se, na indirektan način, ocjenjuje i uticaj ubačenih video oglasa na percepciju korisnika. Prema tome, u ovoj disertaciji je teško primijeniti metod nazvan zlatni standard podataka koji se bazira na postavljanju pitanja sa unaprijed poznatim odgovorima. Zbog toga je iskorišten metod koji se bazira na pitanjima vezanim za sadržaj video sekvenci koje korisnik posmatra. Ispitanici su odgovarali na jednostavna pitanja vezana za ubačeni video oglas. Ispitanici tokom konzumiranja video sadržaja dobijaju nove informacije i stiču nova saznanja koja



---

su relativno jednostavna za pamćenje. Smatra se da ukoliko ispitanik pažljivo posmatra video sadržaj mora da upamti neke elementarne informacije. Ispitanik je u stranju da izdvoji osnovne informacije o konzumiranom sadržaju od informacija koje nisu u vezi sa tim sadržajem. Na osnovu toga se koncipiraju pitanja na koja ispitanici odgovaraju. Samo ispitanici koji su dali ispravne odgovore na takva pitanja su smatrani pouzdanim i njihovo učešće u eksperimentu je dalje analizirano. Primjer jednog od pitanja i ponuđenih odgovora koji su korišteni za eliminaciju nepouzdanih ispitanika je: “Šta se oglašava u ubačenom video oglasu? A) IT oprema. B) Hrana. C) Sportski događaj”.

Osim ovog testa pouzdanosti korišten je i test za utvrđivanje konzistentnosti. Test konzistentnosti je realizovan tako što je ispitanicima nekoliko izabranih testnih sekvenca prikazano više puta u toku testiranja. Ispitanici koji su za istu testnu tekvencu dali odgovore koji se zanemarivo malo razlikuju jedan od drugog smatrani su pouzdanim, i njihovi preostali odgovori su u daljoj obradi podataka smatrani relevantnim.

U ovom testiranju je učestvovalo 56 ispitanika od kojih je troje identifikovano kao nepouzdana ispitanici. Njihovi odgovori u toku testiranja nisu uzeti prilikom obrade rezultata eksperimenta. Analizom upitnika koje su ispitanici popunili utvrđeno je da je od ukupno 53 pouzdanih i relevantnih učesnika u testiranju bilo 25 muškaraca i 28 žena, dok je starost ispitanika bila između 19 i 58 godina. Pri tome je prosječna starost ispitanika 31,8 godina.

### **6.1.3 Ispitne video sekvence**

Eksperimentalni dio ove disertacije ima za cilj da istraži uticaj formata video oglasa i tranzicionih efekata između video segmenata na pažnju korisnika. Pri tome se koriste namjenski, za ovo istraživanje kreirane testne video sekvence. Testne video sekvence se sastoje od dva segmenta: video oglas i primarni video.

Prilikom konzumiranja linernih video sadržaja koji se sastoje od više video sekvenci na kvalitet doživljaja utiču različiti faktori. Imajući u vidu činjenicu da na

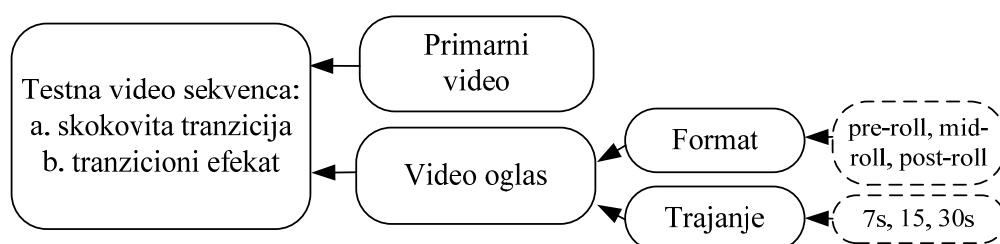
---

subjektivnu procjenu ispitanika mogu uticati sadržaj video oglasa, sadržaj primarnog videa, kontekst i trenutak u kojem se video oglas ubacuje u primarni video, testni video materijal je dizajniran tako da se ti uticaji eliminišu. Takođe, prilikom kreiranja testnih video sekvenci, potrebno je obezbijediti preduslove za konzistentnost u ocjenjivanju nivoa pažnje usmjerene na procjenu isključivo uticaja efekta pozicije i dužine trajanja video oglasa. Eliminisanje prethodno navedenih uticaja i obezbjeđivanje konzistentnosti ocjenjivanja je ostvareno na slijedeći način:

- Isti sadržaj video oglasa je korišten da se kreiraju video oglasi različite dužine za sve testne video sekvence. Oglasi su formirani tako je za oglas u trajanju od 7 sekundi iskorišteno prvih 7 sekundi oglasnog video sadržaja, za oglas trajanja 15 sekundi iskorišteno je prvih 15 sekundi oglasnog sadržaja i za oglas od 30 sekundi prvih 30 sekundi oglasnog sadržaja. Na taj način je omogućeno da se isti oglasni sadržaj prikazuje u video oglasima koji traju 7, 15 i 30 sekundi. Ovaj način formiranja video oglasa omogućuje da se ispita uticaj dužine trajanja video oglasa na kvalitet doživljaja, pri čemu se, koristeći isti oglasni sadržaj, umanjuje uticaj vrste sadržaja video oglasa.
- Isti sadržaj primarnog videa je korišten za kreiranje testnih video sekvenci. Upotrebom istog primarnog videa izbjegava se njegov uticaj na procjenu kvaliteta doživljaja. Dužina trajanja primarnog videa je 3 minuta.
- Pozicije u primarnom videu na kojima su utisnuti video oglasi izabrane su tako da se izbjegnu dva izražena i suprotna efekta. Jedan je zanemariv i neprimjentan uticaj na posmatrača, a drugi je veoma snažan i izražen uticaj na posmatrača. Trenuci u kojima se ubacuju video oglasi izabrani su tako da scene primarnog videa imaju takav sadržaj da na posmatrača ne ostvaruju značajnije utiske, odnosno da je korisnik relaksiran u odnosu na scene koje posmatra.
- Kreirana su tri seta testnih video sekvenci tako što su korištena tri različita primarna video sadržaja. Za svaki set je korišten poseban primarni video. Video materijal koji je upotrijebljen za kreiranje primarnih video sadržaja pripadaju različitim klasama konteksta i to: sadržaj vezan za tehnologiju, sadržaj vezan za sport i sadržaj koji se odnosi na poslovne teme.

Jedan od mogućih uticaja na kvalitet doživljaja korisnika koji posmatra video sadržaj je promjena konteksta konzumiranog sadržaja. Jedan od primjera je da u trenutku ubacivanja video oglasa korisnik sa konzumiranja primarnog videa prelazi na konzumiranje oglasnog sadržaja. Ukoliko se video oglas ubacuje u različitim trenucima, tada je kontekst i vrsta sadržaja primarnog videa drugačiji. Scena koju korisnik tada posmatra je drugačija, pomjeraj objekata na sceni je različit, pozadina je drugačija i sl. Ukoliko se u različitim trenucima prelazi sa konzumiranja primarnog videa na ubačeni video oglas, to može uticati na procjenu kvaliteta doživljaja korisnika. Navedeni uticaj nije predmet ovog istraživanja, te su prilikom kreiranja testnih sekvenci ostvareni preduslovi da se on eliminiše. Da bi se izbjegao uticaj promjene konteksta sadržaja primarnog videa u trenucima kada se ubacuju video oglasi, izabran je isti vremenski trenutak u primarnom videu u kojem se utiskuju mid-roll i post roll video oglasi za sve kreirane testne video sekvence. Na taj način je ostvareno da je ista promjena konteksta sadržaja prisutna u svim testnim video sekvencama.

Metodologija formiranja testnih video sekvenci je ilustrovana na Slici 6.3. Ilustrovano je na koji način se pri kreiranju video sekvenci posmatraju pojedini uticaji kao što su pozicija video oglasa u odnosu na primarni video sadržaj, dužina trajanja video oglasa i način tranzicije između video oglasa i primarnog videa.



Slika 6.3: Metodologija formiranja testnih video sekvenci

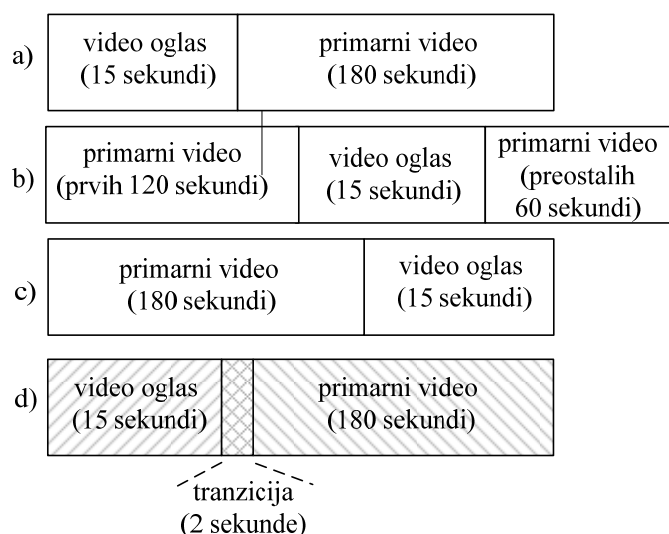
Pokazuje se da vremenski aspekt plasiranja video oglasa predstavlja jedan od najvažnijih parametara kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim linearnim video oglasom. Zbog toga su testne video sekvence kreirane na način da se ti uticaji mogu

---

ispitati i utvrditi nivo percepcije video oglasa i kvalitet doživljaja korisnika za različite trenutke ubacivanja i dužine konzumiranja video oglasa.

Slika 6.4 detaljno ilustruje način na koji su kreirane testne sekvence upotrebom pre-roll, mid-roll i post-roll koncepta prikazivanja video oglasa i upotrebe tranzicionog efekta prilikom integrisanja različitih video sekvenci.

U ovom segmentu istraživanja nije uzet u obzir uticaj rezolucije i broja frejmova u videu na kvalitet doživljaja korisnika. Zato je za kreiranje testnih video sekvenci, što podrazumijeva i primarnog videa i video oglasa, korišten video materijal sa istim tehničkim karakteristikama. Rezolucija video materijala koji je korišten iznosila je 640x480 piksela, a brzina prikaza je 25 frejmova u sekundi. Za svaki od tri različita seta testnih video sekvenci u kojima su korišteni različiti primarni video materijali su kreirani pre-roll, mid-roll i post-roll video uglas, u tri varijante sa različitim trajanjem video oglasa (7 sekundi, 15 sekundi i 30 sekundi).



Slika 6.4: Primjer testne video sekvence. a) pre-roll, b) mid-roll, c) post-roll test video oglas, d) pre-roll testna video sekvenca sa tranzicionim efektom u trajanju od 2 sekunde

Na taj način je kreirano devet testnih video sekvenci uz upotrebu jednog primarnog videa. Pri tome je između video segmenata korištena skokovita promjena sadržaja, odnosno nije upotrijebljen tranzicioni efekat. Pored navedenih devet testnih

---

video sekvenci kreirano je još devet (uz upotrebu jednog, istog primarnog videa) ali uz primjenu tranzicionog efekta između video oglasa i primarnog videa. Tranzicioni efekat koji je korišten manifestuje se u postepenom pretapanju jednog video sadržaja u drugi. Pri tome postoji period u trajanju od 2 sekunde tokom kojeg se blagom tranzicijom sa jednog sadržaja prelazi na drugi. Tokom tog perioda sadržaji oba video segmenta se primjećuju, da bi nakon toga sadržaj prvog postepeno nestao i ostao samo sadržaj drugog video segmenta. Upotreba ovog tranzicionog efekta je ilustrovana na Slici 6.4d.

Konačno, upotrebom prethodno opisane metodologije kreirano je ukupno 54 različitih testnih video sekvenci. U eksperimentu su korištena tri seta sa po 18 testnih video sekvenci. Ovih 54 video sekvenci predstavljaju osnovu za ispitivanje uticaja formata video oglasa i tranzicionih efekta između video segmenata na kvalitet doživljaja korisnika, kao i njegovu reakciju na plasirani video oglasni materijal.

#### **6.1.4 Rezultati ispitivanja**

Procjena efikasnosti plasiranih video oglasa i nivo pažnje ispitanika realizovani su uz upotrebu MOS skale koja je predstavljena Tabelom 6.1. Rezultati dobijeni subjektivnim testiranjem nivoa pažnje usmjerene na primarni video, a koji zavise od formata linearnih in-stream video oglasa koji su utisnuti u primarni video i tranzicionog efekta između video segmenata, obrađeni su i predstavljeni u Tabeli 6.2.

U tabeli su prikazane vrijednosti MOS i  $MOS_t$ . MOS vrijednosti se odnose na testne materijale koji su kreirani upotrebom video oglasa različitih formata i dužine trajanja, ali isključivo uz upotrebu skokovite tranzicije između sadržaja video segmenata-video oglasa i primarnog videa. S druge strane, vrijednosti  $MOS_t$  predstavljaju MOS vrijednosti za testne video sekvence sa tranzicionim efektom između video oglasa i primarnog videa.

Potrebno je naglasiti efekat koji se postiže upotrebom korištene MOS skale i način njene upotrebe. MOS skala i odgovarajuća pitanja na koja ispitanici odgovaraju omogućuju indirektnu procjenu efikasnosti linearnih In-stream video oglasa. Efekat koji

---

na ispitanika ostvaruje video oglas ocijenjen je većom vrijednošću ukoliko je nivo pažnje ispitanika koja je usmjerena na primarni video manji. Pri tome je efekat prezentovanog video oglasa procijenjen kao neprihvatljiv, zanemarivo mali ukoliko je MOS vrijednost koja opisuje pažnju korisnika usmjerenu na primarni video iznad 3,5. To znači da prikazani video oglas ne utiče na korisnika u dovoljnoj mjeri, ne ometa ga u posmatranju primarnog videa i ne izaziva njegovo interesovanje. Efikasnost takvog oglasa je mala, i sa komercijalnog aspekta Internet video oglašavanja takav oglas nije poželjan.

Da bi se statistički opisalo i ukazalo na jednostavnost ili poteškoće u ocjenjivanju nivoa pažnje prilikom testiranja, kao i stepen usaglašenosti između ispitanika prilikom testiranja izračunata je standardna devijacija srednje vrijednosti ocjene. Varijansa srednje vrijednosti ocjene ima ulogu da opiše nivo usaglašenosti reakcije ispitanika na plasirani video sadržaj. Ukoliko je varijansa manja, znači da je usaglašenost između korisnika veća i prilikom testiranja im je lakše procijeniti nivo pažnje (Cano, Cerdan, & Almagro, 2010).

Vrijednost  $\overline{MOS}_k$  predstavlja srednju vrijednost ocjene (MOS) za svaku od testiranih video sekvenci i zavisi od formata i dužine trajanja. Srednja vrijednost ocjene je predstavljena:

$$\overline{MOS}_k = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N MOS_{ik}, \quad (1)$$

gdje je:  $MOS_{ik}$  -vrijednost ocjene  $i$ -tog ispitanika za  $k$ -tu testnu video sekvencu i

$N$  – ukupan broj ispitanika

Testna  $k$ -ta video sekvenca zavisi od formata i dužine trajanja video oglasa (pre-roll, mid-roll or post-roll), dužine trajanja video oglasa (7s, 15s ili 30s) i upotrebe tranzicionog efekta (skokovit prelaz između video segmenata ili efekat pretapanja). Standardna devijacija MOS vrijednosti za  $k$ -tu verziju testne video sekvence je predstavljena kao kvadratni korijen varijanse. Pri tome je varijansa data sa:

---


$$s_k^2 = \left( \frac{1}{N-1} \right) \sum_{k=1}^N (MOS_{ik} - \overline{MOS}_k)^2. \quad (2)$$

Interval povjerenja (confidence interval-CI) je dat kao:

$$\left[ \overline{MOS}_k - \delta_k, \overline{MOS}_k + \delta_k \right] \quad (3)$$

gdje je devijacija za 95% interval povjerenja i normalnu distribuciju izražena sa:

$$\delta_k = 1.96 \left( \frac{s_k}{\sqrt{N}} \right). \quad (4)$$

Kada se prilikom testnih sekvenci koriste tranzicioni efekti pretapanja između primarnog videa i video oglasa, MOS vrijednosti i ostale statističke mjere se izračunavaju na isti način kao što je opisano u slučaju kada se koristi skokovit prelaz između segmenata i izračunava  $\overline{MOS}_k$ .

Srednja vrijednost ocjene za svaku od testiranih video sekvenci je u tom slučaju predstavljena sa  $\overline{MOS}_{ik}$ . Umjesto  $MOS_{ik}$  u ovom slučaju se koristi  $MOS_{tik}$  što predstavlja MOS vrijednost ocjene  $i$ -tog ispitanika za  $k$ -tu testnu video sekvencu uz upotrebu efekta pretapanja segmenata testne video sekvence.

Rezultati dobijeni subjektivnim testiranjem i opisani upotrebom statističkih mjera su sistematizovani i prezentovani u Tabeli 6.2.

Vrijednosti korišćenih statističkih mjera u tabeli dobijenih rezultata su označene na sljedeći način:

- MOS-srednja vrijednost ocjene,
- Std.d-standardna devijacija,
- $CI_{low}$ -donja vrijednost intervala povjerenja,
- $CI_{up}$ -gornja vrijednost intervala povjerenja.

Analizom njihovih vrijednosti je procijenjeno kakav uticaj na kvalitet doživljaja ima promjena vrijednosti parametara plasiranog video sadržaja.

Tabela 6.2: Vrijednosti MOS i druge statističke veličine za različite formate video oglasa i primjenu tranzicionih efekata između video segmenata

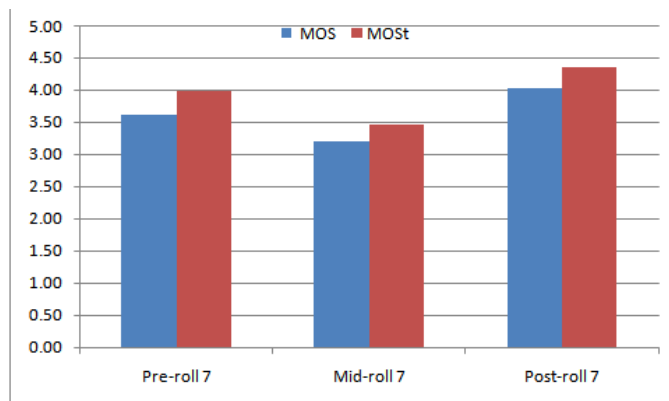
Tip oglasa	Skokovita tranzicija				Tranzicioni efekat pretapanja			
	MOS	Std.d	CI <sub>low</sub>	CI <sub>up</sub>	MOS	Std.d	CI <sub>low</sub>	CI <sub>up</sub>
<b>Dužina trajanja video oglasa: 7 sekundi</b>								
Pre-roll 7	3.6	0.99	3.33	3.88	3.98	0.97	3.71	4.25
Mid-roll 7	3.21	0.79	2.99	3.42	3.45	0.8	3.23	3.67
Post-roll 7	4.04	0.92	3.78	4.29	4.36	0.9	4.11	4.61
<b>Dužina trajanja video oglasa: 15 sekundi</b>								
Pre-roll 15	3.25	0.9	3	3.49	3.36	0.92	3.11	3.61
Mid-roll 15	2.74	0.79	2.52	2.95	2.98	0.8	2.77	3.2
Post-roll 15	3.72	0.86	3.48	3.95	4.04	0.81	3.82	3.95
<b>Dužina trajanja video oglasa: 30 sekundi</b>								
Pre-roll 30	3.11	0.75	2.91	3.32	3.3	0.82	3.08	3.52
Mid-roll 30	2.42	0.57	2.26	2.57	2.68	0.64	2.51	2.85
Post-roll 30	3.66	0.76	3.46	3.86	4.02	0.75	3.82	4.22

U cilju bolje ilustracije izvedenih zaključaka, dobijeni rezultati iz Tabele 6.2 su grafički prikazani na Slici 6.5.

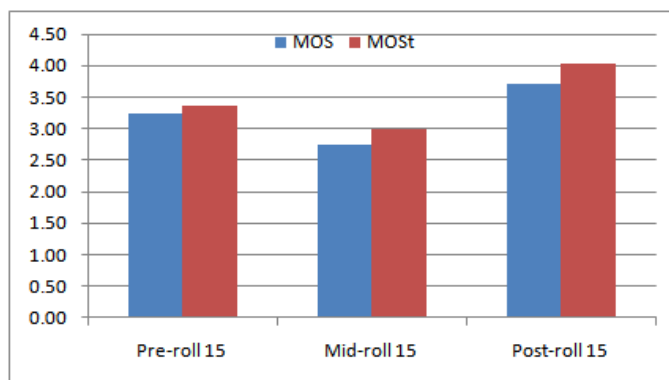
Dobijeni rezultati pokazuju da mid-roll video oglasi više utiču na nivo pažnje korisnika nego pre-roll i post-roll video oglasi. Taj uticaj mid-roll video oglasa se ponavlja za svaku od testiranih dužina trajanja video oglasa. Ukoliko se posmatra uticaj dužine trajanja video oglasa, rezultati pokazuju da kraći video oglasi (7 sekundi) imaju manji uticaj na korisnika, dok je efekat oglasa u trajanju od 15 i 30 sekundi mnogo veći.

Analiza uticaja tranzicionih efekata, koji se koriste između sadržaja video oglasa i primarnog videa, pokazuje da za sve formate video oglasa, i za sve dužine trajanja video oglasa vrijedi da upotreba efekta pretapanja doprinosi lošijoj percepciji i kvalitetu doživljaja video oglasa. To potvrđuje rezultate prethodnih istraživanja da je jedan od faktora koji utiču na pažnju korisnika i kvalitet doživljaja upravo skokovita i iznenadna prezentacija različitih konteksta sadržaja. Nagli prelaz sa jednog sadržaja na drugi direktno utiče na promjene snažniju percepciju korisnika.

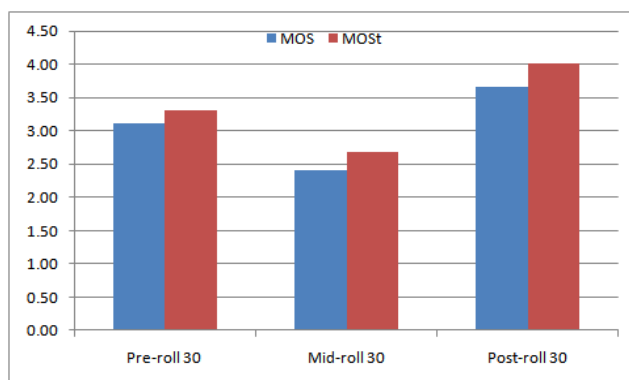




a)



b)



c)

Slika 6.5: MOS vrijednosti za: a) oglase u trajanju od 7 sekundi b) oglase u trajanju od 15 sekundi c) oglase u trajanju od 30 sekundi

Iz dobijenih rezultata može se uočiti da u slučaju plasiranja mid-roll video oglasa varijansa ima najmanju vrijednost u odnosu na druge formate video oglasa, za istu dužinu trajanja oglasa. Takođe, ukoliko se ubacuju mid-roll video oglasi, nivo pažnje korisnika usmjerene na primarni video je manji što pokazuje da je uticaj mid-roll oglasa na posmatrača veći nego u slučaju preostala dva formata. Takođe, u slučaju prikaza oglasa veće dužine trajanja, vrijednost varijanse je manja što ukazuje na veću usaglašenost između ispitanika po pitanju kompleksnosti ocjenjivanja.

Posmatrajući ove prethodne činjenice može se uočiti da veći uticaj koji je ostvaren na korisnika prikazom mid-roll video oglasa i oglasa s većom dužinom trajanja korelira sa manjom vrijednošću varijance. To znači da su ispitanici saglasni po pitanju izraženog uticaja na kvalitet doživljaja.

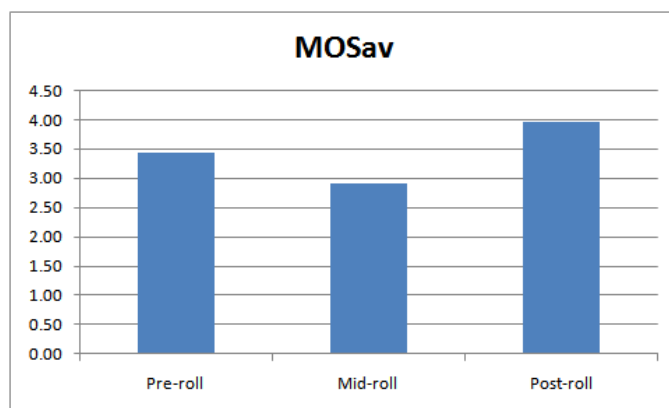
Dobijeni rezultati su iskorišteni da bi se pojedinačno utvrdili uticaji formata i uticaji dužine trajanja, ali na način da se umanje drugi prateći uticaji. Da bi se analizirao samo uticaj formata video oglasa izračunate su srednje vrijednosti MOS ( $MOS_{av}$ ) za sve testne video sekvence koje imaju isti format video oglasa, bez obzira koje je dužina trajanja video oglasa, i bez obzira da li je korišten efekat tranzicije. Isti pristup je korišten da se analizira samo uticaj dužine trajanja video oglasa. Da bi se utvrdio isključivo uticaj dužine trajanja video oglasa izračunate su srednje vrijednosti MOS za sve testne sekvence koje imaju istu dužinu trajanja video oglasa, bez obzira na format video oglasa i upotrebu tranzicionog efekta. Rezultati su sistematizovani i u Tabeli 6.3. su prikazane ogovarajuće srednje vrijednosti MOS za dva pristupa analize oba uticaja.

Tabela 6.3: Srednje vrijednosti MOS za različite formate i dužine trajanja oglasa

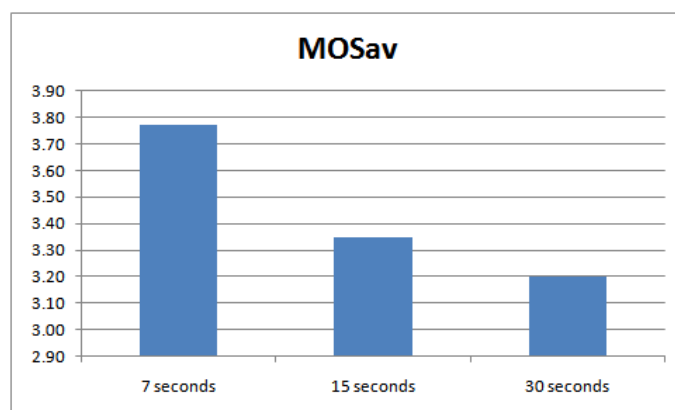
<b>Tip formata video oglasa</b>	<b><math>MOS_{av}</math></b>
Pre-roll	3,43
Mid-roll	2,91
Post-roll	3,97
<b>Dužina trajanja video oglasa</b>	<b><math>MOS_{av}</math></b>
7 seconds	3,77
15 seconds	3,35
30 seconds	3,20

---

U cilju bolje ilustracije dobijenih rezultata, podaci iz Tabele 6.3 su prikazani grafički na Slici 6.6.



a)



b)

Slika 6.6: Srednje vrijednosti MOS a) za različite formate video oglasa b) za oglase različite dužine trajanja

U ovom radu su takođe analizirani i demografski faktori kao što su pol i starost ispitanika. Ispitivan je uticaj ova dva faktora na procjenjivanje kvaliteta doživljaja plasiranog video sadržaja. Za analizu je korištena ANOVA (*Analysis of Variance*) tehnika testiranja hipoteza. Upotrebom ANOVA tehnike je ispitivano da li postoji značajan uticaj pola i starosti na efikasnost plasiranih linarnih video oglasa.

---

Utvrđeno je da ni pol ni godine ne predstavljaju statistički značajan faktor koji može uticati na nivo pažnje ispitanika na primarni video, a samim tim i na efikasnost video oglasa. Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima prethodnih istraživanja prezentovanih u literaturi koji se odnose na efikasnost online video oglašavanja. Slični rezultati su potvrđeni i u istraživanju prezentovanom u radu (Mohammed & Alkubise, 2012). U navedenom istraživanju autori ukazuju da ne postoje razlike između polova po pitanju upotrebe i konzumiranja Internet sadržaja. Oni su pokazali da prihvatanje plasiranog sadržaja i reakcija na prikazane onlajn oglase utiče vještina korisnika koja se odnosi na upotrebu Interneta i intenzitet konzumiranja Internet sadržaja.

Kada je riječ o uticaju starosti ispitanika, kao statistički značajnog faktora na percepciju plasiranih video oglasa, uočena je samo jedna značajna činjenica. Ispitanici čija se starost nalazi u granicama između 20 i 30 godina su ocjenivali pre-roll video oglase u trajanju od 30 sekundi sa tranzicionim efektom kao oglase koji najviše ometaju na njihovu pažnju. To se može objasniti time da ispitanici toga doba ne prihvataju duže vrijeme čekanja na konzumaciju sadržaja i servisa. Njihova tolerancija na prekidanje kontinuiteta konzumacije video sadržaja je niskog nivoa.

## **6.2 Procjena uticaja rezolucije i brzine frejmova na QoE**

QoE Internet video oglašavanja, koje se bazira na plasiranju videa, zavisi od karakteristika plasiranog sadržaja. Ti uticaji su takođe uzeti u obzir prilikom definisanja preporučenih vrijednosti tehničkih karakteristika video oglasa koje su date u preporukama IAB-a. Prema tome, svaki model za procjenu kvaliteta doživljaja konzumiranim videom, a tako i model koji se koristi u ovoj disertaciji, uzima u obzir uticaj tehničkih karakteristika video sadržaja. Metodologija ispitivanja tih uticaja je obrađivana u literaturi, ali je potrebno te uticaje uvijek posmatrati u kontekstu specifične oblasti plasiranja Internet videa.

U ovom istraživanju se posmatra uticaj rezolucije i brzine frejmova na kvalitet doživljaja u oblasti Internet oglašavanja. Osim toga analizira se mogućnost mapiranja

---

vrijednosti objektivnih metrika za procjenu QoE u subjektivne metrike. Ovo mapiranje omogućuje procjenu kvaliteta doživljaja u sistemima Internet video oglašavanja na osnovu predloženog modela za procjenu kvaliteta doživljaja. Značaj ovog dijela istraživanja je i u tome da se pokaže, da se uobičajeni principi procjene kvaliteta doživljaja mogu koristiti u aplikacijama kao što je Internet video oglašavanje.

U studijama (Zinner, Abboud, et al., 2010), (Zinner, Hohlfeld, et al., 2010) prezentovani su rezultati istraživanja koja se bave analizom uticaja karakteristika videa na kvalitet doživljaja korisnika. Utvrđeno je da je potrebno detaljno analizirati uticaj rezolucije i brzine frejmova plasiranog video oglasa na kvalitet doživljaja korisnika.

Uobičajeno je da se kvalitet doživljaja plasiranim video sadržajem ili servisom procjenjuje primjenom subjektivnih testova. Ti testovi podrazumijevaju prezentaciju testnih video sekvenci u kontrolisanom okruženju i njihovo ocjenjivanje od strane ispitanika. Očigledno je da su ove procedure kompikovane i vremenski zahtjevne, te se ukazuje potreba za primjenom metoda koje bi automatizovale i ubrzale proces. Uvođenjem objektivnih metrika izbjegavaju se skupi subjektivni testovi i komplikovana evaluacija dobijenih rezultata. Objektivne metrike ujedno mogu da pruže rezultate koji koreliraju sa ljudskom percepcijom prikazanog video sadržaja. Dobijeni rezultat procjene ovim metodama se uobičajeno naziva objektivni kvalitet doživljaja (*objective Quality of Experience*) (Stahle, Binzenhoefer, Schlosser, & Boder, 2008).

Oba metoda procjene kvaliteta doživljaja su značajna svaki na svoj način, tako da je najbolje rješenje kombinovati oba metoda što je više moguće. Pri tome je potrebno rezultate dobijene upotrebom oba metoda uporediti i interpretirati na najbolji mogući način. Jedan od pristupa, koji se koristi i u ovoj disertaciji je da se realizuje subjektivna procjena uticaja parametara jedne grupe metrika, i da se rezultati upotpune rezultatima objektivne procjene druge grupe metrika. U ovom slučaju je prva grupa metrika koja se odnosi na uticaj formata video oglasa, dužine trajanja i efekta tranzicije ispitana upotrebom subjektivnih metoda procjene kvaliteta doživljaja. Relevantnu procjenu uticaja ove grupe metrika na QoE moguće je dobiti upravo subjektivnim metodama. Uticaj druge grupa metrika, koja se odnosi na tehničke karakteristike video sadržaja, na kvalitet doživljaja je ispitana upotrebom objektivnih metoda procjene kvaliteta.

---

Rezultati dobijeni objektivnim metodama provjereni su tako što su dobijene vrijednosti upoređene sa rezultatima subjektivne procjene uticaja tehničkih karakteristika video sadržaja. Na ovaj način se ostvaruje pretpostavka da se uticaj druge grupe metrika na percepciju video oglasa može češće kontrolisati upotrebom objektivnih metoda.

### 6.2.1 Mapiranje objektivnih u subjektivne QoE metrike

Klasifikacija objektivnih metrika u tri kategorije (*Full Reference metod -FR*, *Reduced Reference metod -RR* i *No-Reference metod -NR*) uglavnom je motivisana raspoloživošću referentnih informacija. Kada je riječ o Internet video oglašavanju, pri realizaciji eksperimenta koji ima za cilj procjenu kvaliteta doživljaja u simuliranom okruženju, ali i pri realizaciji reklamne kampanje, na raspolaganju je više obika informacija. Raspoloživi su i izvorni, referentni (neoštećeni) video oglasi koji se plasiraju, ali i video oglasi koje će nakon plasiranja korisnik konzumirati (degradirani video oglasi). Ova dva video sadržaja (referentni video oglas i plasirani video oglas) mogu se uporediti, te se može koristiti Full-reference (FR) metrika. Ova metrika se bazira na poređenju frejm po frejm dvije video sekvence, izvorne (neoštećene) i plasirane (oštećene) video sekvence.

Jedna od full reference metrika je SSIM metrika (Structural Similarity Index Metric) koja je predložena u radu (Zhou, Bovik, Sheikh, & Simoncelli, 2004) gdje je predmet analize slika, dok je u radu (Wang et al., 2004a) pokazano da postoji visoka korelacija između procjene kvaliteta slike i procjene kvaliteta videa kada se koristi SSIM metrika. Zbog toga je SSIM metrika usvojena kao metrika za procjenu kvaliteta video sadržaja. Najznačajnija karakteristika SSIM metrike, koja je bitna i za ovo istraživanje, je to da se bazira na istim principima koji karakterišu ljudsku vizuelnu percepciju. Ova metrika je, u odnosu na druge objektivne metrike za procjenu kvaliteta video sadržaja, izraženije prilagođena izdvajanju strukturalnih informacija, što je jedna od karakteristika vizuelnog sistema.

Imajući u vidu prednosti u smislu jednostavnosti provođenja objektivnih metoda procjene kaliteta i mogućnosti kombinovanja sa subjektivnim metodama, slijedeći korak

jeste utvrđivanje validnosti dobijenih rezultata. Autori u (Zinner, Hohlfeld, et al., 2010) su predložili rješenje koje se bazira na mapiranju rezultata dobijenih SSIM i VQM objektivnim metrikama u nominalnu MOS skalu sa 5 nivoa koja predstavlja rezultat subjektivne procjene kvaliteta video sadržaja. VQM metrika se koristi za objektivno mjerenje percepcije kvaliteta video sadržaja. Zbog toga se ova metrika ne koristi u ovom istraživanju.

Za ovo istraživanje od značaja je mogućnost uspostavljanja veze između objektivnih i subjektivnih metoda procjene kvaliteta doživljaja mapiranjem SSIM objektivne metrike u MOS skalu, Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Mapiranje objektivnih QoE metrika u subjektivnu metriku QoE (Zinner, Hohlfeld, et al., 2010)

<b>MOS</b>	<b>SSIM</b>
5 (izvrsno)	<0,99 ; 1]
4 (odlično)	[0,95 ; 0,99>
3 (dobro)	[0,88 ; 0,95>
2 (slabo)	[0,5 ; 0,88>
1 (loše)	[0 ; 0,5>

Mapiranje objektivne u subjektivnu metriku omogućuje uspostavljanje relacija između ovih metrika na jednostavan i brz način. Uočava se da, ukoliko je vrijednost SSIM metrike ispod 0,5 može se smatrati da je srednja vrijednost ocjene loša (1), dok ukoliko je vrijednost SSIM između 0,95 i 0,99, vrijednost srednje ocjene je odlična (4). Konačno ukoliko je SSIM iznad 0,99 tada je srednja vrijednost ocjene izvrsna (5). Ovaj princip uspostavljanja korelacije između srednje vrijednosti ocjene i objektivnih QoE metrika omogućuje brzu kontrolu dobijenih vrijednosti i često se koristi u naučno-istraživačke svrhe.

Ekperimentalno ispitivanje kvaliteta doživljaja upotrebom subjektivnih i objektivnih metoda treba biti usklađeno sa prethodno opisanim preporukama i standardima. Autori u (Romaniak & Janowski, 2010) su predložili metodologiju kako da se efikasno kreira objektivni model koji opisuje efekat gubitka paketa kada se

---

realizuje prenos video sadržaja visoke rezolucije. Principi na kojima se predložena metodologija bazira koriste se u sličnim istraživanjima vezanim za proučavanje kvaliteta doživljaja plasiranjem video streaming sadržaja. Eksperimentalna procedura se sastoji od nekoliko važnih koraka kao što su:

- a) izbor testnih video sekvenci,
- b) dizajniranje okruženja u kojem će se realizovati simulacija,
- c) izbor objektivnih metrika za procjenu kvaliteta,
- d) primjena metoda subjektivnih procjene kvaliteta doživljaja korisnika,
- e) uspostavljanje veze između rezultata procjene kvaliteta dobijenih subjektivnim i objektivnim metodama.

U ovom dijelu disertacije je analiziran uticaj promjene nekih od tehničkih karakteristika video sadržaja koje se tokom realizacije servisa mogu mijenjati i prilagođavati trenutnim uslovima i zahtjevima mreže za plasiranje sadržaja. Ispitivan je uticaj promjene brzine frejmova i rezolucije, i njihov uticaj na kvalitet doživljaja korisnika. Upotrebom objektivnih metoda, u ovom slučaju upotrebom SSIM metrike, je procijenjen nivo kvaliteta doživljaja plasiranim sadržajem. U cilju potvrde rezultata dobijenih upotrebom objektivne SSIM metrike provedeno je i subjektivno testiranje. Metodologija testiranja i mapiranje rezultata dobijenih objektivnim i subjektivnim metodama procjene kvaliteta je u skladu sa već korištenim metodologijama opisanim u pregledu dosadašnjih istraživanja procjene kvaliteta doživljaja korisnika.

Značaj ovog dijela istraživanja je u tome što je korištena metodologija prilagođena ispitivanju kvaliteta doživljaja u okviru konkretne aplikacije, u ovom slučaju linearnog In-stream video oglašavanja. Takođe, ovaj dio eksperimentalnog istraživanja disertacije omogućuje da se uticaj promjena posmatranih tehničkih karakteristika uključi u jedinstveni model za procjenu kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa. Time se ostvaruje potpunija procjena kvaliteta doživljaja plasiranih video oglasa.

Za razliku od ranijih istraživanja, mapiranje SSIM vrijednosti u MOS vrijednosti u cilju poboljšanja procjene QoE je primijenjena u konkretnoj aplikaciji koja se bazira na plasiranju linearnih Internet video sadržaja. Ovdje se analizira Internet video oglašavanje.



---

Takođe, u odnosu na ranija istraživanja, gdje se uglavnom koriste testne video sekvence, u ovoj disertaciji se koriste namjenski kreirane testne video sekvence. Kreirane video sekvence su u funkciji ispitivanja kvaliteta doživljaja koji zavisi od konkretne aplikacije. Način kreiranja testnih video sekvenci je prilagođen ciljevima istraživanja koji zavise od vrste ispitivane aplikacije video oglašavanja.

Svi navedeni aspekti istraživanja omogućuju poboljšanje procjene kvaliteta doživljaja, pri čemu se ona prilagođava konkretnoj aplikaciji. Time se ostvaruju pretpostavke i za povećanje efikasnosti oglašavanja.

### **6.2.2 Testne video sekvence**

U ovom dijelu eksperimentalnom disertacije kreirane su namjenske testne video sekvence koje omogućavaju testiranje uticaja promjene brzine frejmova i rezolucije video sadržaja. S obzirom da se linearni In-stream video oglasi utiskuju u osnovni video sadržaj, tehničke karakteristike video oglasa često odgovaraju karakteristikama primarnog video sadržaja koji korisnik konzumira. Zbog toga što je predmet ispitivanja uticaj video oglasa koji se ubacuju u osnovni video sadržaj, testne sekvence se sastoje od dva segmenta: video oglas i dio primarnog video sadržaja.

Imajući u vidu da je zadatak eksperimenta ispitati uticaj rezolucije i brzine frejmova na kvalitet doživljaja korisnika plasiranim video oglasom, i uzevši u obzir preporuke date od strane IAB analizirani su video oglasi tri različite rezolucije (640x480, 400x296 i 352x288 piksela) i tri vrijednosti brzine frejmova (25fps, 20 fps i 15 fps). Video sekvence su kodovane upotrebom MPEG-4 kodeka. Sadržaj video sekvenci je dizajniran tako da postoje različite prostorne promjene scene video sadržaja u testnim video sekvencama. To podrazumijeva da se pri konzumiranju video sadržaja uočavaju različite brzine promjene objekata na sceni i različite brzine promjene pozadine scene. Dužina trajanja testnih video sekvenci je 30 sekundi, gdje je 15 sekundi video oglas i 15 sekundi osnovni video sadržaj.

---

### 6.2.3 Simulaciono okruženje i metodologija testiranja

Metodologija testiranja kvaliteta doživljaja plasiranim video sadržajem zahtijeva da se obezbijedi plasiranje video sadržaja krajnjem korisniku, što uključuje funkcionalnost prenosa videa mrežnom infrastrukturom, i mogućnost konzumiranja video sadržaja od strane korisnika sa opcijom arhiviranja konzumiranog video sadržaja. U cilju realizacije navedenih funkcija kreirano je okruženje koje omogućuje potpunu funkcionalnost svakog od opisanih zadataka.

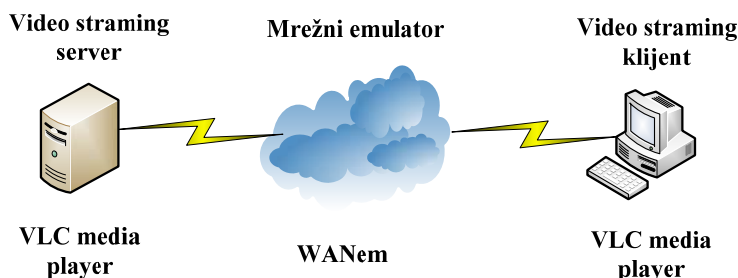
Testno okruženje u ovom eksperimentu sastoji se od tri bloka: video server, emulator komunikacione infrastrukture i klijent kojem se plasira video sadržaj. Arhitektura mrežnog okruženja je prikazana na Slici 6.7. Da bi se jednostavno i efikasno realizovalo istraživanje izabrana su softverska rješenja koja nisu predmet licenciranja, odnosno korištena su besplatna, open source rješenja.

Video server i klijent predstavljaju besplatna Video LAN straming softverska rješenja. VLC media player koristi se kao video streaming server, ali i kao klijentski softver u kojem se pregleda i pomoću kojeg se snima konzumirani video stream (Latre et al., 2005). Za video streaming korišten je RTP protokol koji se često koristi u oblastima koje se baziraju na streaming-u multimedijalnog sadržaja. Sličan koncept analize je korišten u studiji autora (B. Li, Wang, Liu, & Zhu, 2013), (Ma; & Gao, 2012).

Kao emulator mrežnog okruženja je korišten emulator WANem (*Wide Area Network Emulator*) (Nambiar et al., 2007). WANem je softver otvorenog koda i slobodan za preuzimanje i upotrebu u sopstvenom mrežnom okruženju. U (Kalitay & Nambiar, 2011) je pokazano da se WANem može koristiti za emulaciju realnih WAN mreža u testnom okruženju realizovanom u okviru LAN mreže. Pokazano je da se ovaj alat može koristiti za analizu i upoznavanje funkcionalnosti aplikacija u različitim situacijama. Jedan od primjera je analiza efekata mrežnog okruženja na servise i aplikacije zasnovana na posmatranju uticaja kao što su kašnjenje, gubitak paketa, ograničenje propusnog opsega i slično. Neke od bitnih karakteristika koje izdvajaju ovaj WAN emulator su da je to tipično open source rješenje, jednostavno i upotrebljivo za

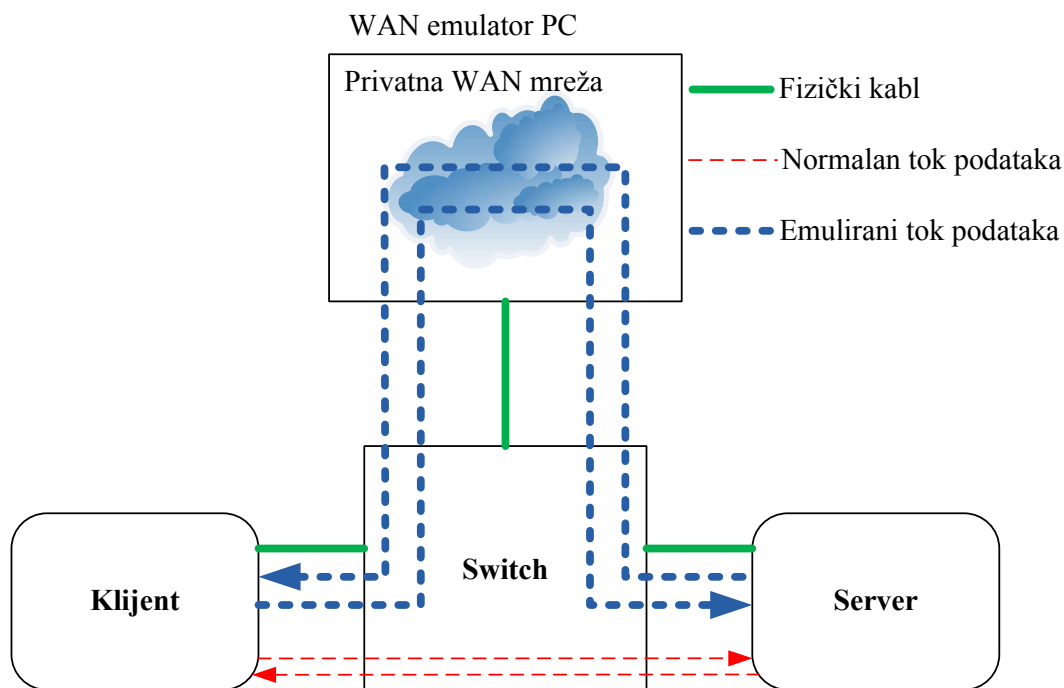
---

ovakve vrste eksperimenata. Ovo rješenje se može koristiti na različitim operativnim sistemima, i što je važno može se koristiti u okviru virtuelnog testnog okruženja.



Slika 6.7: Eksperimentalno mrežno okruženje za plasiranje linearnih video sadržaja

U ovom eksperimentu je takođe korištena mogućnost upotrebe emulatora u LAN testnom okruženju. Upotrijebljen je WANem, instaliran na računaru koji emulira WAN mrežu u okviru koje komuniciraju dva hosta. Ta dva hosta predstavljaju video streaming server i klijentski uređaj kojem se plasira video sadržaj i na kojem se konzumira video. Pri tome na prenos video sadržaja od video servera do klijenta utiču performanse mrežnog okruženja koje je potrebno emulirati WAN emulatorom. To znači da se sav saobraćaj između hostova mora rutirati preko WAN emulatora, iako se hostovi nalaze u istoj LAN mreži. S obzirom da su oba hosta priključena na isti switch uređaj uobičajeno je da se paketi između hostova prosljeđuju direktno preko swich-a. Međutim, zbog potrebe da se paketi rutiraju kroz WAN emulator potrebno je na oba hosta kreirati rute koje omogućuju rutiranje paketa između hostova, ali isključivo preko emulatora (Nambiar et al., 2007). U tom slučaju je moguće, uz upotrebu emulatora, u eksperimentalno okruženje unijeti različite mrežne uticaje kao što su gubitak paketa, kašnjenje, ograničenje propusnog opseg i drugo. Način komunikacije između hostova, video straming severa i klijenta, preko WAN emulatora je prikazan na Slici 6.8.



Slika 6.8: Ilustracija principa komunikacije između hostova preko WAN emulatora (Nambiar et al., 2007), (Kalitay & Nambiar, 2011).

Na slici je prikazano da su sva tri hosta (video server, emulator mreže i video klijent) fizički priključeni na switch. Uobičajeno je da u tom slučaju saobraćaj između hostova prosljeđuje direktno između njih, odnosno preko portova switcha na koje su priključeni hostovi. Međutim, uočava se da, iako se video server i video klijent nalaze u istoj LAN mreži i bez obzira što su priključeni na isti switch uređaj, kreirane rute na oba hosta omogućuju da se saobraćaj, a to znači video streaming sa servera, prosljeđuje od servera prema klijentu kroz emulator WAN mreže. Prilikom emulacije mrežnog okruženja izabrano je da se unese gubitak paketa u iznosu od 0,5%. Izabrana vrijednost procenta gubitka paketa je takođe korištena u studijama koje se bave analizom kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim video sadržajem. Unošenje nekog nivoa gubitka paketa omogućuje upotrebu objektivne full-reference metode testiranja kvaliteta doživljaja.

---

Simulacija video streaminga je realizovana u tri faze koristeći metodologiju kao što je opisana u radu (Romaniak & Janowski, 2010). Prva faza predstavlja video straming u „idealnom okruženju”, pri čemu je gubitak paketa i kašnjenje koje u emulira WANem emulator bio jednak nuli. Video streamingom u takvom okruženju su dobijene video sekvence koje se smatraju „referentnim” za dalju analizu i izračunavanje SSIM. Ove sekvence se smatraju referentnim zbog toga što je gubitak paketa u emulatoru mrežnog okruženja postavljen na nultu vrijednost. Na ove sekvence ne utiče transmisioni put, gubici paketa i kašnjenje, a potrebne su kao referentne, originalne sekvence da bi se u daljoj anlizi eliminisali uticaji koji se ne mogu detaljno kontrolisati kao što je uticaj softvera za streaming, klijentskog softvera i drugo. Ovi uticaji su prisutni u istom obliku i kod ovih, referentnih sekvenci, ali i kod konzumiranih, oštećenih sekvenci sa unešenim gubitkom paketa od 0,5% procenata.

U drugoj fazi je ralizovan streaming video sekvenci u okruženju gdje emulator unosi gubitak paketa u iznosu od 0,5 %, te su dobijene „oštećene” sekvence. One se zajedno sa referentnim sekvencama koriste za primjenu objektivne Full-reference metode testiranja i izračunavanje SSIM metrike. Izračunate su srednje vrijednosti SSIM za sve frejmove testiranih video sekvenci. Za izračunavanje SSIM vrijednosti korišten je alat MSU Video Quality Measurement Tool (VQMT). To je program koji se koristi za objektivnu procjenu kvaliteta videa. On omogućuje testiranje u prisustvu reference (analiziraju se dva videa od kojih je jedan referentni, a drugi nakon uticaja distorzije) i testiranje bez prisustva reference (kada se analizira samo jedan video). Ovaj program omogućuje testiranje kvaliteta uz upotrebu različitih metrika, od kojih je jedna SSIM koja se koristi u ovom istraživanju (Vatolin, Moskvina, Petrov, & Trunichkin, 2009). Konačno u trećoj fazi se realizuje subjektivna procjena kvaliteta plasiranog video sadržaja upotrebom već ranije opisanih procedura.

#### **6.2.4 Rezultati ispitivanja**

Nakon provednog testiranja koje obuhvata prethodno opisane faze, analize i obrade dobijenih rezultata dobijene su odgovarajuće SSIM i MOS vrijednosti. Ispitanici

su posmatrali testne video sekvence koje su dobijene utiskivanjem pre-roll video oglasa u osnovni vido sadržaj. Oni su ocjenjivali kvalitet uz upotrebu MOS skale sa pet nivoa, i gradacijom od loše do izvrsno. SSIM vrijednosti su izračunate upotrebom programa za objektivnu procjenu kvaliteta i odgovarajućih referentnih i „oštećenih” video sekvenci. Dobijeni rezultati su sistematizovani i prikazani u Tabeli 6.5.

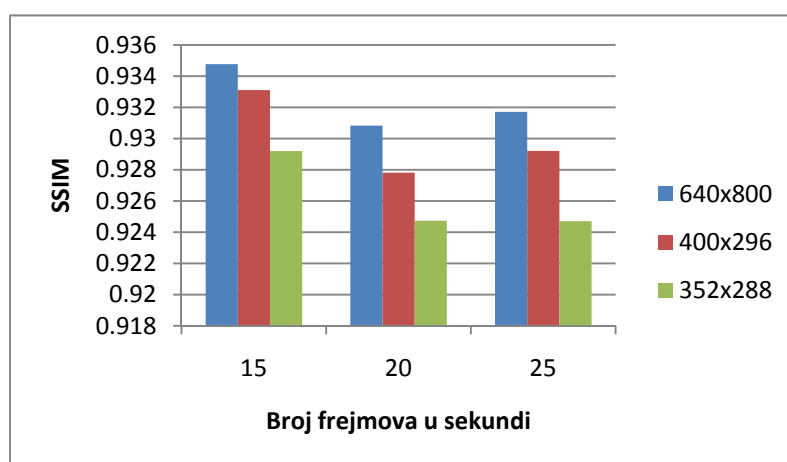
Tabela 6.5: Rezultati objektivne i subjektivne procjene kvaliteta video sadržaja

<b>SSIM</b>			
<b>Rezolucija</b>	<b>Broj frejmova u sekundi (fps)</b>		
	15	20	25
640x480	0.93477	0.93083	0.93171
400x296	0.93311	0.92781	0.92921
352x288	0.9292	0.92474	0.92471
<b>MOS</b>			
<b>Rezolucija</b>	<b>Broj frejmova u sekundi (fps)</b>		
	15	20	25
640x480	3.6	3.45	3.8
400x296	3.4	3.2	3.4
352x288	3.05	3.1	3.05

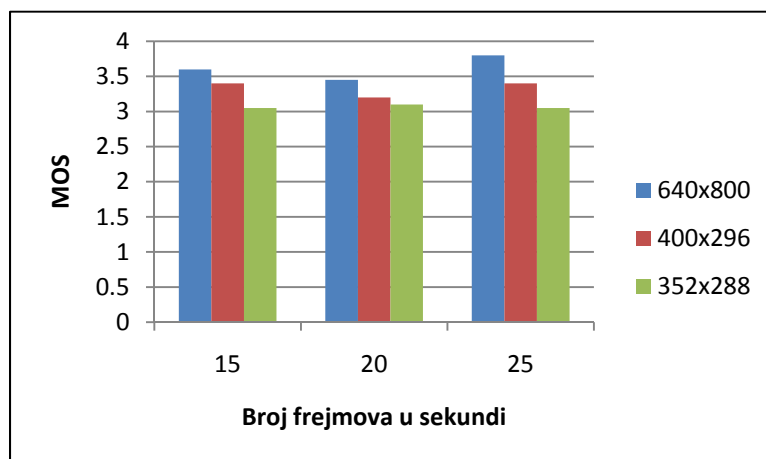
Analiza dobijenih rezultata potvrđuje prethodna istraživanja da je moguće upotrebom objektivne SSIM, u uslovima kada je gubitak paketa manji od 5%, izvršiti procjenu kvaliteta plasiranog video sadržaja. Vrijednosti dobijene objektivnom procjenom kvaliteta se mogu mapirati u rezultate dobijene subjektivnom procjenom kvaliteta kao što je to realizovano u studiji autora (Zinner, Abboud, et al., 2010). Imajući u vidu da je u eksperimentu korištena emulacija gubitka paketa od 0,5%, dobijeni rezultati vrijednosti objektivne SSIM metrike nakon mapiranja u subjektivnu MOS ocjenu kvaliteta doživljaja dobijene su vrijednosti koje odgovaraju rezultatima istraživanja predstavljenom u (Ran, Yitong, Yun, Lin, & Dacheng, 2013). Na taj način je potvrđeno da se u slučaju aplikacije kao što je Internet video oglašavanje mogu primijeniti uobičajeni principi procjene kvaliteta doživljaja kao što se koriste i u

mnogim oblastima upotrebe Internet video sadržaja. Ovaj dio istraživanja ima za cilj da ukaže na mogućnosti modelovanja kvaliteta doživljaja internet video streaming sadržaja u prisustvu gubitka paketa i kašnjenja. To omogućuje da se u prisustvu snažnih uticaja mrežnog okruženja na kvalitet plasiranja video sadržaja može, odgovarajućim izborom rezolucije i brzine frejmova postići optimalna vrijednost kvaliteta doživljaja.

Dobijeni rezultati uticaja promjene brzine frejmova i rezolucije na SSIM i MOS vrijednosti su grafički ilustrovani na Slici 6.9.



a)



b)

Slika 6.9: Ilustracija uticaja rezolucije brzine frejmova na: a) objektivnu SSIM metriku i b) subjektivnu MOS ocjenu

---

Na prethodnoj slici se uočava da ukoliko rezolucija video sadržaja raste, tada srednja vrijednost SSIM metrike za sve frejmove testne video sekvence raste. Rast vrijednosti SSIM metrike sa porastom rezolucije je u skladu sa rezultatima subjektivne procjene kvaliteta video sadržaja izraženim sa srednjom vrijednošću ocjene (MOS). Uočava se da sa porastom rezolucije vrijednost MOS takođe raste.

Kada je riječ o uticaju brzine frejmova na vrijednost SSIM metrike nije jasno utvrđen trend rasta vrijednosti SSIM. Osnovni razlog je u tome što su u analizi korištene samo tri vrijednosti brzine frejmova i to jako bliskih vrijednosti. Ove vrijednosti brzine frejmova su analizirane zato što pripadaju granicama koje je su preporučene od strane IAB-a.

Dobijeni rezultati u ovom dijelu eksperimentalnog istraživanja omogućuju da se detaljnije analizira kvalitet doživljaja u slučaju konkretne aplikacije Internet video oglašavanja. Objedinjavanjem rezultata dobijenih u ovom dijelu eksperimenta sa rezultatima prvog dijela može se postići bolja i kvalitetnija procjena kvaliteta doživljaja linearnih In-stream video oglasa. Posmatranjem metrika koje opisuju format video oglasa zajedno sa metrikama koje opisuju tehničke karakteristike, postiže se cjelovita analiza kvaliteta doživljaja u oblasti video oglašavanja.



---

## 7. Zaključak

U disertaciji prezentovani su rezultati istraživanja kvaliteta doživljaja korisnika (QoE) u oblasti Internet video oglašavanja. Posmatrana je primjena Internet videa u sistemima Internet video oglašavanja, kao tipičnoj Internet baziranoj multimedijalnoj aplikaciji osjetljivoj na promjene kvaliteta doživljaja korisnika. Predmet analize u disertaciji je linearno In-stream video oglašavanje.

Nova tehnološka rješenja i savremeni trendovi komunikacije neprestano otvaraju mogućnosti za realizaciju novih servisa i poboljšanje metodologija plasiranje i prezentacije informacija, a posebno Internet video sadržaja. Oblasti primjene i konzumacija Internet video sadržaja se neprestano proširuju, pa se video plasira i konzumira u cilju zabave, edukacije i realizacije poslovnih ciljeva. Jedna od najznačajnijih oblasti primjene Internet video sadržaja u novije vrijeme, koja uključuje različite motive plasiranja i konzumacije video sadržaja, jeste upravo Internet video oglašavanje. Korisnicima koji konzumiraju zabavni, edukativni ili neki drugi Internet video sadržaj, plasiraju se Internet video oglasi. Tako se realizuju neki od najvažnijih poslovnih ciljeva kao što su prezentacija proizvoda, poboljšanje svijesti o postojanju brenda, motivacija korisnika za kupovinu i slično. Zahvaljujući porastu penetracije Interneta i ubrzanom rastu konzumacije Internet video sadržaja, Internet video oglašavanje je postao jedan od najbrže rastućih poslovnih koncepata.

Identifikacija funkcionalnih karakteristika i utvrđivanje načina za ocjenu efikasnosti plasiranih oglasa predstavljaju osnovu za poboljšanje sistema linearnog In-stream video oglašavanja. Multimedijalne komunikacije, a time i mrežne multimedijalne aplikacije, su veoma osjetljive po pitanju nivoa kvaliteta plasiranog sadržaja, ali i kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranjem plasiranog sadržaja. Internet video oglašavanje predstavlja tipičnu Internet baziranu multimedijalnu aplikaciju. Metodologija kreiranja Internet video oglasa, kvalitet plasiranja i prezentacije Internet

---

video oglasa direktno utiču na kvalitet doživljaja korisnika konzumiranim sadržajem. Prema tome, percepcija plasiranog sadržaja i nivo kvaliteta doživljaja korisnika direktno utiču na efikasnost realizacije servisa zasnovanih na plasiranju Internet video sadržaja.

Ove dvije karakteristike multimedijalnih sistema mogu se iskoristiti za ocjenjivanje i predlaganje mjera za povećanje efikasnosti linearnog In-stream video oglašavanja uzimajući u obzir parametre koji karakterišu kvalitet doživljaja (QoE).

Zbog toga je u disertaciji jedan od glavnih ciljeva da se definiše efikasan metod za izbor vrijednosti parametara video sadržaja koji utiču na poboljšanje kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim servisom. U istraživanju su analizane mogućnosti poboljšanja plasiranja Internet video sadržaja, te percepcije i reakcije korisnika na plasirani sadržaj.

Rezultati istraživanja u predmetnoj oblasti zasnovani su na nekoliko hipoteza koje su detaljno analizirane i na osnovu toga su ostvareni odgovarajući naučni doprinosi.

*Hipoteza kojom se želi ukazati da se postojeće arhitekture sistema za onlajn video oglašavanje mogu analizirati sa stanovišta optimizacije QoE korisnika je potvrđena istraživanjem.*

U skladu s tim, dat je cjelovit prikaz karakteristika arhitektura sistema za plasiranje onlajn video oglašavanja koji ukazuje na mogućnost analize efikasnosti sa stanovišta optimizacije kvaliteta doživljaja korisnika. Intenzitet upotrebe i konzumiranja video sadržaja u oblasti Internet video oglašavanja utiče na potrebu za utvrđivanjem efikasnosti plasiranih video sadržaja. U tom smislu važni aspekti analize i istraživanja procesa konzumiranja Internet video sadržaja su tehnički, psihološki i poslovni aspekti koji u centar istraživanja sve više postavljaju korisnika servisa.

Internet video oglašavanje predstavlja kompleksan sistem, gdje u plasiranju Internet video oglasa učestvuje veći broj entiteta. U skladu sa trendom razvoja multimedijalnih aplikacija, razvija se i Internet video oglašavanje, tako da kontekstualno oglašavanje potiskuje konvencionalno oglašavanje. Zbog osnovne karakteristike kontekstualnog oglašavanja da se oglasni sadržaj utiskuje u primarni multimedijalni sadržaj koji korisnik konzumira, još više do izražaja dolazi potreba za analizom percepcije i nivoa kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim video sadržajem. Oglas

---

koji se plasira zavisi od tačke u kojoj se ubacuje i multimodalne usklađenosti sa osnovnim sadržajem. Kada se uz te uticaje uzmu u obzir subjektivni ljudski faktori i objektivni kognitivni ljudski faktori, pokazuje se da efikasnost linearnog In-stream video oglašavanja neophodno analizirati sa stanovišta postizanja maksimalno mogućeg kvaliteta doživljaja (QoE) korisnika.

Za poslovni aspekt Internet video oglašavanja značajno je pitanje naplate plasiranih video oglasa koje je direktno vezano za njihov uticaj na korisnika. Umjesto dominantnog koncepta naplate koji se bazira na broju plasiranih video oglasa, nove mogućnosti kvantifikacije i naplate zarade ostvarene video oglašavanjem nalaze se u metodologiji obračuna koja se zasniva na analizi dužine trajanja konzumiranog oglasa. Primjena novih tehnoloških rješenja omogućuje ovakvu vrstu naplate plasiranog video oglasnog sadržaja. Jedan od doprinosa ovog istraživanja je identifikovanje značaja nivoa percepcije i kvaliteta doživljaja korisnika plasiranim video oglasima u smislu njihove upotrebe za razvoj metoda naplate oglasa koji se baziraju na dužini konzumacije. Osnovni razlog je što se na osnovu dobijenih rezultata može dizajnirati oglasni sadržaj tako da korisnik duže konzumira plasirani oglas, čime se ostvaruju pretpostavke za profitabilniju i efikasniju oglasnu kampanju.

*Hipoteza kojim se tvrdi da je moguće napraviti model za procjenu QoE In-stream video oglasa je potvrđena istraživanjem predstavljenim u disertaciji.*

U ovoj disertaciji je predstavljen model za procjenu QoE koji ima za cilj da poboljša efikasnost prezentacije video oglasa. Takođe su predstavljene i detaljno opisane metrike neophodne za evaluaciju uticaja različitih parametara na kvalitet doživljaja kada je riječ o primjeni videa u oblasti Internet video oglašavanja.

Osnovu predloženog modela predstavlja činjenica da na kvalitet doživljaja korisnika konzumiranim video oglasom utiču dvije grupe parametara plasiranog video sadržaja. Prva grupa uticaja odnosi se na parametre koji određuju format video oglasa i vezani su za postupak dizajna video oglasa, a druga grupa uticaja je određena tehničkim karakteristikama video sadržaja koji se plasira. Procjena kvaliteta doživlja korisnika konzumiranim video sadržajem daje neophodne informacije kako da se kreira oglasni video sadržaj i osmisli oglasna kampanja. S druge strane se procjena može iskoristiti za

---

to da se tehničke karakteristike video sadržaja prilagode komunikacionim resursima u cilju postizanja optimalne vrijednosti kvaliteta doživljaja. Koristeći dobijene informacije o nivou kvaliteta doživljaja i pravovremenim intervencijama u kreiranju i plasiranju video sadržaja prije početka oglasne kampanje, može se značajno poboljšati efikasnost servisa. Ukoliko se obezbijedi što je moguće veći kvalitet doživljaja plasiranim oglasima, korisnici će duže i češće konzumirati plasirane oglase. To omogućuje realizaciju efikasnije i profitabilnije oglasne kampanje.

Na osnovu analize dobijenih rezultata, može se kazati da postoji potreba za modelovanjem Internet video oglasa u cilju postizanja najpovoljnijeg odnosa kvaliteta doživljaja korisnika (QoE) i efikasnosti video oglasa. Moguće je dizajnirati video oglas na način da se postigne optimalan odnos između komercijalnih zahtjeva video oglašavanja koji su u osnovi agresivni, i zahtjeva korisnika, koji kao osnovi cilj imaju konzumiranje primarnog video sadržaja. To znači da je moguće poboljšati efikasnost plasiranih video oglasa uz istovremeno održavanje maksimalnog mogućeg kvaliteta doživljaja korisnika. Provedenim eksperimentom potvrđeni su rezultati prethodnih istraživanja o mogućnosti mapiranja objektivnih metrika procjene kvaliteta u subjektivne, ali kada se posmatra oblast linearnog In-stream video oglašavanja. Utvrđena je usklađenost dobijenih vrijednosti procjene bazirane na objektivnoj SSIM metrici i subjektivne procjene kvaliteta doživljaja u konkretnoj primjeni plasiranja linearnih In-stream video sadržaja u oblasti Internet oglašavanja.

*Hipoteza kojim se tvrdi da QoE korisnika i kontinuitet pažnje usmjerene na plasirani sadržaj zavisi od formata i dužine trajanja video oglasa je u potpunosti potvrđena ovom disertacijom.*

U ovoj disertaciji je predmet istraživanja metodologija kreiranja i prezentacije linearnih In-stream Internet video oglasa. Linearni In-stream Internet video oglasi se utiskuju u osnovni sadržaj koji je predmet interesovanja korisnika, pa zbog toga narušava kontinuitet konzumacije primarnog video sadržaja. Pokazano je da je značajno analizirati mogućnost optimizacije međusobnog odnosa agresivnog uticaja oglasa i želja krajnjeg korisnika za konzumiranjem željenih sadržaja. Jedno od osnovnih pitanja je kakav format treba da ima utisnuti video oglas oglas tako da se postigne maksimalan

---

uticaj oglasa, ali da se istovremeno ostvari maksimalan mogući nivo kvaliteta doživljaja korisnika konzumiranim sadržajem. Ovo istraživanje bazirano je na preporukama kojima se definišu formati i tehničke karakteristike linearnih In-stream video oglasa i primjenom metoda procjene kvaliteta doživlja multimedijalnih sadržaja. Na osnovu ova dva koncepta definišu se pretpostavke za optimizaciju poslovnih, tehničkih i personalnih zahtjeva po pitanju nivoa kvaliteta plasiranja linearnih In-stream video sadržaja.

U okviru disertacije je dat detaljan pregled faktora koji utiču na kvalitet doživljaja. Jedan od doprinosa ove disertacije je identifikovanje faktora koji utiču na QoE imajući u vidu dva različita video sadržaja koja korisnik konzumira. Posebno su izdvojeni faktori uticaja na kvalitet doživljaja vezani za konzumiranje primarnog vida, a posebno video oglasa.

Za ovo istraživanje, koje se bavi kvalitetom doživljaja linearnih Internet video sadržaja u oblasti oglašavanja, važni su uticaji formata video oglasa, dužina trajanja video oglasa, efekat tranzicije video segmenata i neke od tehničkih karakteristika koje se mogu prilagođavati raspoloživim komunikacionim resursima kao što su rezolucija i brzina fremova videa. Korišteni koncepti i predmeti istraživanja su u skladu sa trendovima koji se odnose na kvantitativne i kvalitativne procjene servisa bazirane na QoE metodama.

Rezultati istraživanja pokazuju da metode koje se koriste za procjenu kvaliteta doživljaja korisnika, mogu se koristiti i za analizu i procjenjivanje efikasnosti Internet video oglašavanja. Da bi se dobili validni i univerzalno primjenljivi rezultati, prilikom upotrebe QoE metoda je potrebno uzeti u obzir i preporuke i smjernice koje je definisao IAB, a koje se odnose na preporučene parametre formata i karakteristika video oglasa. Zbog toga se uticaji koji su analizirani u ovoj disertaciji posmatraju sa stanovišta efikasnosti plasiranja Internet video oglasa. Eksperimentalno istraživanje ove disertacije je realizovano u dva dijela.

Prvi dio disertacije se zasniva na metodama subjektivne procjene kvaliteta linearnih In-stream video sadržaja. Utvrđeno je da se, u slučaju konstantnih vrijednosti tehničkih karakteristika video sadržaja (rezolucija, frame rate), može izabrati

---

odgovarajući format video oglasa, trajanje video oglasa i način tranzicije između video oglasa i primarnog videa koji korisnik konzumira, da bi se postigla maksimalna moguća vrijednost kvaliteta doživljaja.

Rezultati provedenog istraživanja pokazuju da najveći uticaj na pažnju korisnika ima plasiranje mid-roll video oglasa. Na osnovu toga, potvrđeni su rezultati prethodnih istraživanja vezanih za efikasnost pre-roll i post roll- video oglasa, ali uz upotrebu QoE metoda. Pokazano je da pre-roll video oglasi značajno, ali manje nego mid-roll, utiču na pažnju korisnika dok je uticaj post-roll video oglasa znatno manji nego za prethodna dva formata.

Istraživanje je potvrdilo da je plasiranje video oglasa veće dužine trajanja efikasnije i više utiče na pažnju posmatrača nego kratki oglasi. Pokazano je da je efekat oglasa u trajanju od 30 sekundi veći nego oglasa koji traju 15 sekundi, a pogotovo je mnogo veći od najkraćih oglasa koji traju 7 sekundi. Dobijeni rezultati pokazuju da je pažnju korisnika mnogo lakše privući ukoliko postoji nagla tranzicija između sadržaja različitih video segmenata, u ovom slučaju video oglasa i primarnog videa, nego kada se koriste tranzicioni efekti prilikom integracije video segmenata.

Može se zaključiti da je u cilju postizanja najboljeg mogućeg QoE, poželjno koristiti mid-roll video oglase koji traju 30 sekundi i to bez implementacije tranzicionih efekata između video oglasa i primarnog videa. U tom slučaju se ostvaruje najveći uticaj na pažnju korisnika. Rezultati pokazuju da format i dužina trajanja video oglasa imaju značajan uticaj na nivo pažnje korisnika. Zbog toga je potrebno optimalno dizajnirati video oglase koji se plasiraju u okviru neke oglasne kampanje.

Statistička analiza rezultata dobijenih subjektivnim testiranjem pokazuje da pol ispitanika nema značajan uticaj na percepciju oglasa i kvalitet doživljaja. S obzirom da ne postoji značajna razlika između polova po pitanju upotrebe Interneta, dobijeni rezultati su u skladu sa prethodnim istraživanjima opisanim u literaturi koja se odnose na efikasnost Internet video oglasa. Kada se analizira uticaj starosti kao QoE faktor, utvrđeno je da pre-roll reklame dužeg trajanja sa efektom tranzicije značajnije utiču na pažnju ispitanika u dobu od 20 do 30 godina. To znači da ovi ispitanici vjerovatno neće tolerisati duže čekanje na početak konzumacije Internet baziranog servisa. Osim toga

---

što je ukazano na značaj izbora i utvrđene vrijednosti formata, tranzicije i dužine trajanja oglasa koje mogu poboljšati efikasnost oglašavanja, važan doprinos ovog istraživanja je da su za dobijanje rezultata korištene QoE metode.

*Hipoteza kojom se ukazuje na to da tehničke karakteristike In-stream video oglasa različito utiču na percepciju i QoE korisnika je takođe potvrđena istraživanjem.*

Za razliku od prethodnih, ovo istraživanje se bazira na konkretnoj primjeni linearnih Internet video sadržaja u oblasti koja ima značajan poslovni kontekst, odnosno posmatrano je Internet video oglašavanje. U tom smislu je u drugom dijelu eksperimentalnog dijela analiziran uticaj rezolucije i brzine frejmova video sadržaja na kvalitet doživljaja korisnika pri konzumaciji pre-roll video oglasa utisnutog u primarni video. U tom slučaju, oglas ima iste tehničke karakteristike kao primarni video. Takođe, potvrđeno je da se vrijednosti objektivnih metrika procjene QoE mogu mapirati u MOS vrijednosti kada se analizira linearno In-stream video oglašavanje.

Na osnovu činjenice da parametri aplikativnog QoS-a, kao što su rezolucija i brzina frejmova, direktno utiču na kvalitet doživljaja, ispitani su uticaji promjene ovih vrijednosti na kvalitet doživljaja upotrebom objektivnih i subjektivnih metoda procjene kvaliteta doživljaja. Pri tome uticaji parametara mrežnog QoS-a (kašnjenje, gubitak paketa, propusni opseg i drugo) nisu istraživani, i imali su konstantne vrijednosti. Za objektivnu procjenu kvaliteta doživljaja je korištena SSIM metrika, a za subjektivnu procjenu MOS vrijednost.

Rezultati istraživanja potvrđuju rezultate prethodnih istraživanja, da je moguće efikasno mapirati dobijene vrijednosti SSIM metrike u srednju vrijednost ocjene dobijene subjektivnom procjenom kvaliteta. Takođe je potvrđeno da ukoliko rezolucija video sadržaja raste, tada srednja vrijednost SSIM metrike za sve frejmove testne video sekvence raste. Rezultati su potvrđeni subjektivnom procjenom izraženom pomoću MOS vrijednosti. Uticaj promjene brzine frejmova nije dovoljno diferenciran zbog uskog opsega testiranih vrijednosti broja frejmova datih u preporukam IAB-a.

Ukoliko se rezultati uticaja metrika koje opisuju tehničke karakteristike video oglasa objedine sa sa uticajem metrika koje opisuju format video oglasa, kvalitet doživljaja linearnih In-stream video oglasa može se procijeniti potpunije i

---

sveobuhvatnije. Prema tome, objedinjavanjem rezultata oba dijela eksperimenta i njihovom upotrebom u okviru predloženog modela, moguće je ostvariti ranu evaluaciju efikasnosti plasiranja linearnih Internet video sadržaja u oblasti Internet video oglašavanja.

U budućem radu bi se mogao istražiti uticaj i preostalih karakteristika videa. Istraživanja bi trebela pokazati na koji način se promjenom kodeka, skaliranjem video sadržaja, uticaja trenutka i konteksta ubacivanja oglasa u primarni video sadržaj može poboljšati kvalitet doživljaja i efikasnost linearnih in-stram video oglasa. Važan predmet istraživanja takođe može biti analiza uticaja tipa i modela korisničkog uređaja na kvalitet doživljaja konzumiranog video oglasa.

Rezultati istraživanja pokazuju da postoji osnova za istraživanje novih modela plaćanja u sistemu Internet video oglašavanja koji bi bili zasnovani za dužini trajanja konzumiranja video oglasa. Metodi naplate koji zavise od vremena provedenog dok korisnik posmatraja video oglas bi se trebali detaljno istražiti pogotovo zbog toga što bi tada oglašivači mogli efikasnije da kupuju i prodaju u vrijeme oglašavanja.



---

## Literatura

- AdSense. (2012). AdSense, from [http:// www.google.com/adsense](http://www.google.com/adsense)
- AdWords. (2012). AdWords, from [http:// adwords.google.com](http://adwords.google.com)
- Agboma, F., & Liotta, A. (2012). Quality of Experience Management in Mobile Content Delivery Systems. *Telecommunication Systems*, 49(1), 85-91.
- Akamai. (2013). Akamai Retrieved 15.10.2013, from <http://www.akamai.com/>
- Alreshoodi, M., & Woods, J. (2013). Survey on QoE\ QoS Correlation Models For Multimedia Services. 4(3), 53-72.
- Balachandran, A., Sekar, V., Akella, A., Seshan, S., Stoica, I., & Zhang, H. (2012). *A quest for an internet video quality-of-experience metric*. Paper presented at the Proceedings of the 11th ACM Workshop on Hot Topics in Networks.
- Bojković, Z., & Martinović, D. (2011). *Osnove multimedijalnih tehnologija: Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija*
- Boulos, F., Parrein, B., Le Callet, P., & Hands, D. S. (2009). *Perceptual effects of packet loss on H. 264/AVC encoded videos*. Paper presented at the Video Processing and Quality Metric for Consumer Electronics -VPQM.
- Buchinger, S., Kriglstein, S., Brandt, S., & Hlavacs, H. (2011). A Survey on User Studies and Technical Aspects of Mobile Multimedia Applications. *Entertainment Computing*.
- Cano, M.-D., Cerdan, F., & Almagro, S. (2010). Statistical analysis of a subjective QoE assessment for VVoIP applications. *ETRI journal*, 32(6), 843-853.
- Cerqueira, E., Zeadally, S., Leszczuk, M., Curado, M., & Mauthe, A. (2011). Recent advances in multimedia networking. *Multimedia Tools and Application*, 54(3), 635-647.
- Chikkerur, S., Sundaram, V., Reisslein, M., & Karam, L. J. (2011). Objective video quality assessment methods: A classification, review, and performance comparison. *IEEE Trans. Broadcast*, 57(2), 165–182.
- Cisco. (2013). Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2012–2017.
- Cole, S. G., Spalding, L., & Fayer, A. (2009). The Brand Value of Rich Media and Video Ads; DoubleClick research report *DoubleClick research report: DoubleClick*.
- Diepold, K. (2012). The Quest for a Definition of Quality of Experience- A background report on Qualinet's effort to define the term „Quality of Experience“, *Qualinet Newslet*.

- 
- Dorai-Raj, S., & Zigmond, D. (2010). *How Surfers Watch: Measuring audience response to video advertising online*. Paper presented at the Proceedings of ADKDD.
- DoubleClick. (2012). DoubleClick, from <http://www.doubleclick.com>
- Duan, L. Y., Wang, J., Zheng, Y., Jin, J. S., Lu, H., Xu, C., & M., A. C. (2006). *Segmentation, categorization, and identification of commercials from TV streams using multimodal analysis*. Paper presented at the Proc. ACM Multimedia.
- Egger, S., Hoffeld, T., Schatz, R., & Fiedler, M. (2012). *Waiting Times in Quality of Experience for Web Based Services*. Paper presented at the QoMEX 2012.
- Engelke, U., & Zepernick, H. J. (2007, 21-23 May 2007). *Perceptual-based Quality Metrics for Image and Video Services: A Survey*. Paper presented at the Next Generation Internet Networks, 3rd EuroNGI Conference on.
- ETSI. (2013). European Telecommunications Standards Institute.
- Fiedler, M., Kilkki, K., & Reichl, P. (2009). *From Quality of Service to Quality of Experience; Executive Seminar Proceedings*. Paper presented at the Dagstuhl Seminar Proceedings, Seminar 09192.
- Gill, P., Arlitt, M., Li, Z., & Mahanti, A. (2008). *The flattening internet topology: natural evolution, unsightly barnacles or contrived collapse?* Paper presented at the Proceedings of the 9th international conference on Passive and active network measurement, Cleveland, OH, USA.
- Godana, B. E., Kooij, R. E., & Ahmed, O. K. (2009). *Impact of Advertisements during Channel Zapping on Quality of Experience*. Paper presented at the Proceedings of the 2009 Fifth International Conference on Networking and Services ICNS '09.
- Goldmann, L., De Simone, F., Dufaux, F., Ebrahimi, T., Tanner, R., & Lattuada, M. (2010). *Impact of video transcoding artifacts on the subjective quality*. Paper presented at the Quality of Multimedia Experience (QoMEX), 2010 Second International Workshop on.
- Goldstein, D. G., McAfee, R. P., & Suri, S. (2011). *The Effect of exposure time on memory of display Advertisement*. Paper presented at the Proceedings of the 12th ACM conference on Electronic commerce.
- Guo, J., Mei, T., Liu, F., & Hua, X. S. (2009). *AdOn: An intelligent overlay video advertising system*. Paper presented at the Proc. ACM SIGIR Conf. Res. Dev. Inform. Retrieval.
- Haverty, L., & Blessing, S. (2007). *What did that \$2.5 million dollar ad buy us? Cognitive science goes to the super bowl*. Paper presented at the Twenty-ninth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Austin, TX.
- Heger, T., & Schlesinger, M. D. (2010). *Value Creation in a QoE Environment*. Paper presented at the 21st European Regional ITS Conference, Copenhagen
- Hossfeld, T., Biedermann, S., Schatz, R., Platzer, A., Egger, S., & Fiedler, M. (2011). *The memory effect and its implications on Web QoE modelling*. Paper presented at the 23rd International Teletraffic Congress (ITC 2011).

- 
- Hossfeld, T., Egger, S., Schatz, R., Fiedler, M., Masuch, K., & Lorentzen, C. (2012). *Delay vs. Interruptions: Between the Devil and the Deep Blue Sea*. Paper presented at the QoMEX 2012, Yarra Valley, Australia.
- Hossfeld, T., Schatz, R., Seufert, M., Hirth, M., Zinner, T., & Tran-Gia, P. (2011). *Quantification of YouTube QoE via Crowdsourcing*. Paper presented at the IEEE International Workshop on Multimedia Quality of Experience - Modeling, Evaluation, and Directions (MQoE 2011), Dana Point, CA, USA.
- Hua, X. S., Mei, T., & Li, S. (2008). *When Multimedia Advertising Meets the New Internet Era*. Paper presented at the IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP).
- Huynh-Thu, Q., & Ghanbari, M. (2009). *No-reference temporal quality metric for video impaired by frame freezing artefacts*. Paper presented at the 16th Conf in Image Processing (ICIP).
- IAB, I. D. V. C. (2008). IAB Platform Status Report: A Digital Video Advertising Overview.
- IAB, I. D. V. C. (2009a). Digital Video Ad Impression Measurement Guidelines (Formerly titled Broadband Video Commercial Measurement Guidelines)
- IAB, I. D. V. C. (2009b). IAB Digital Video Video In-Stream Ad Format Guidelines and Best Practices.
- IAB, I. D. V. C. (2012a). Digital Video Ad Serving Template (VAST) 3.0.
- IAB, I. D. V. C. (2012b). IAB Video Suite: VAST 3.0, VPAID 2.0, and VMAP 1.0.
- IAB, I. D. V. C. (2012c). Video Multiple Ad Playlist 1.0 (VMAP 1.0)
- IAB, I. D. V. C. (2012d). Video Player Ad-Serving Interface Definition 2.0 (VPAID 2.0)
- IEC/TR 60268-13: Sound system equipment – Part 13: Listening tests on loudspeakers (1998).
- ITU-T. (2013). ITU-T Recommendations from <http://www.itu.int/en/ITU-T/Pages/default.aspx>
- ITU-Recommendation J.61: Transmission performance of television circuits designed for use in international connections (1988).
- ITU-Recommendation BT.601-4: Encoding parameters of digital television for studios (1994a).
- ITU-Recommendation BT.814-1: Specifications and alignment procedures for setting of brightness and contrast of displays (1994b).
- ITU-Recommendation P.800: Methods for subjective determination of transmission quality (1996a).
- ITU-Recommendation P.930: Principles of a reference impairment system for video (1996b).
- ITU-Recommendation BT.500-9: Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures (1998).

- 
- ITU-T Rec. E.800: Definitions of terms related to quality of service (2008a).
- ITU-T Recommendation-P.910: Subjective Video Quality Assessment Methods for Multimedia Applications (2008b).
- ITU-T Recommendation G.1080: Quality of experience requirements for IPTV services (2008c).
- ITU-Recommendation BT.500-13: Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures (2012).
- Jacobik, C., Dang, A., Fujii, T., Koerwer, J., Schultz, D., Trouton, E., & Scherer, W. T. (2011). *Bidding strategies optimization for the online video ad spot market*. Paper presented at the Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), 2011 IEEE.
- Janowski, L., Romaniak, P., & Papir, Z. (2012). Content driven QoE assessment for video frame rate and frame resolution reduction. *Multimedia Tools and Applications*, 61(3), 769-786. doi: 10.1007/s11042-011-0932-9
- Kalitay, H. K., & Nambiar, M. K. (2011). *Designing WANem : A Wide Area Network emulator tool*. Paper presented at the Communication Systems and Networks (COMSNETS), 2011 Third International Conference on.
- Kilki, K. (2007). *Next Generation Internet and Quality of Experience*. Paper presented at the Presentation at EuroFGI IA. 7.6 Workshop on Socio-Economic Issues in Next-Generation Internet, Santander, Spain.
- Kilki, K. (2008). Quality of Experience in Communications Ecosystem. *JUCS Journal for Universal Computer Science* 14, 14(5), 615-624.
- Kooij, R. E., Klos, V. B., Godana, B. E., Nicolai, F. P., & Ahmed, O. K. (2009). Optimising the Quality of Experience during Channel Zapping-The Impact of Advertisements during Channel Zapping. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*, 2(3), 204-213.
- Krishnan, S. S., & Sitaraman, R. K. (2013). *Understanding the Effectiveness of Video Ads: A Measurement Study*. Paper presented at the Internet Measurement Conference 2013, Barcelona, Spain.
- Kuipers, F. A., Kooij, R. E., Vleeschauwer, D. D., & Brunnström, K. (2010). *Techniques for Measuring Quality of Experience*. Paper presented at the 8th international conference on Wired/Wireless Internet Communications
- Latre, A., Bilien, J., A. Daoud, Stenac, C., Cellier, A., & Saman, J. (2005). VideoLAN Streaming HowTo. *VideoLAN Project*.
- Le Callet, P., Moller, S., & Perkis, A. (2012). Qualinet white paper on definitions of quality of experience version 1.1: European Network on Quality of Experience in Multimedia Systems and Services (COST Action IC 1003).
- Le Callet, P., Moller, S., & Perkis, A. (2013). Qualinet White Paper on Definitions of Quality of Experience version 1.2. Lausanne, Switzerland: European Network on Quality of Experience in Multimedia Systems and Services (COST Action IC 1003).

- 
- Leister, W., Boudko, S., & Rossvoll, T. H. (2011). Adaptive Video Streaming through Estimation of Subjective Video Quality; *International Journal on Advances in Systems and Measurements*, 4. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*, 4(1), 109-121.
- Li, B., Wang, Z., Liu, J., & Zhu, W. (2013). Two decades of internet video streaming: A retrospective view. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP)*, 9(1s), 33.
- Li, Y. M., & Jhang-Li, J. H. (2009). Pricing display ads and contextual ads competition, acquisition, and investment. *Electronic Commerce Research and Applications*, 16-27.
- Liao, Y., Younkin, A., Foerster, J., & Corriveau, P. (2013). *Achieving High QoE Across the Compute Continuum: How Compression, Content, and Devices Interact*. Paper presented at the 7th International Workshop on Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics, Scottsdale, Arizona, USA.
- Ljubojević, M., Babic, Z., & Risojević, V. (2013). RFID Localization Improved by Motion Segmentation in Multimedia Surveillance Systems. In P. K. Atrey, M. S. Kankanhalli & A. Cavallaro (Eds.), *Intelligent Multimedia Surveillance: Current Trends and Research* (pp. 107-131): Springer Berlin Heidelberg.
- Ljubojević, M., Vaskovic, V., & Orlic, N. (2011). Savremeni trendovi komunikacije na Internetu. In D. Valić Nedeljković (Ed.), *Digitalne medijske tehnologije i društveno-obrazovne promene, Medijska istraživanja: zbornik radova III* (pp. 91-115). Novi Sad: Filozofski fakultet u Novom Sadu.
- Ljubojević, M., Vasković, V., & Starčević, D. (2013). The Analysis of the Users' Response to the Linear Internet Video Advertising by Using QoE Methods. *Journal of Universal Computer Science*, 19(12), 1736--1760.
- Ma, R. T. B., Lui, J. C. S., & Misra, V. (2013). *On the evolution of the internet economic ecosystem*. Paper presented at the Proceedings of the 22nd international conference on World Wide Web, Rio de Janeiro, Brazil.
- Ma, X., & Gao, J. (2012). *The Comparison And Analysis Of The Streaming Media Transport Protocol In The Transmission System*. Paper presented at the International Conference on Education Technology and Computer (ICETC2012), IPCSIT 2012.
- Maa, K. J., Bartos, R., & Bhatia, S. (2011). A survey of schemes for Internet-based video delivery. *Journal of Network and Computer Applications*, 34(5), 1572-1586.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*: Cambridge University Press.
- Mei, T., Guo, J., Hua, X. S., & Liu, F. (2010). AdOn: Toward contextual overlay in-video advertising. *Multimedia Systems*.
- Mei, T., & Hua, X. S. (2010). Contextual internet multimedia advertising. *Proceedings of the IEEE*, 98(8), 1416-1433.

- 
- Mei, T., Hua, X. S., & Li, S. (2009). A contextual in-video advertising system. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol*, 19(12), 1866-1879.
- Mei, T., Hua, X. S., Yang, L., Li, S., & M., A. C. (2007). *VideoSense-Towards Effective Online Video Advertising*. Paper presented at the 16th ACM International Conference on Multimedia.
- Menkovski, V., Exarchakos, G., & Liotta, A. (2010). *Online QoE prediction*. Paper presented at the Quality of Multimedia Experience (QoMEX).
- Menkovski, V., Exarchakos, G., Liotta, A., & Sanchez, A. C. (2010). *Measuring Quality of Experience on a Commercial Mobile TV Platform*. Paper presented at the Proceedings of the 2010 Second International Conferences on Advances in Multimedia.
- Minhas, T., & Fiedler, M. (2011). *Impact of disturbance locations on video Quality of Experience*. Paper presented at the Euro-ITV, Workshop on Quality of Experience for Multimedia Content Sharing.
- Mohammed, A. B., & Alkubise, M. (2012). How do Online Advertisements Affects Consumer Purchasing Intention: Empirical Evidence from a Developing Country. *European Journal of Business and Management*, 4(7), 208-218.
- Moorthy, A. K., Wang, Z., & Bovik, A. C. (2010). Visual Perception and Quality Assessment. In G. Cristobal, P. Selkens & H. Thienpont (Eds.), *Optical and Digital Image Processing* (pp. 419-439): Wiley VCH.
- Nambiar, M. K., Kalita, H. K. , Mishra, D. & Rane, S. (2007). Wanem: Wide area network emulator.
- Netflix. (2013). Netflix Retrieved 10.10.2013, from <https://signup.netflix.com/global>
- Nguyen, L. T., Harris, R., Jusak, J., & Punchihewa, A. (2010). *Modelling of Quality of Experience for Web Traffic*. Paper presented at the Second International Conference on Network Applications, Protocols and Services.
- Oran, D. (2013). Video quality assessment in the age of internet video: technical perspective. *Commun. ACM*, 56(3), 90-90. doi: 10.1145/2428556.2428576
- Pavlou, P. A., & Stewart, D. W. (2000). Measuring the effects and effectiveness of interactive advertising: A research agenda. *Journal of Interactive Advertising*, 1(1), 62-78.
- Pinson, M. H., & Wolf, S. (2003). *Comparing subjective video quality testing methodologies*. Paper presented at the SPIE - Visual Communications and Image Processing.
- Qi, Y., & Mingyuan, D. (2006). *The effect of frame freezing and frame skipping on video quality*. Paper presented at the Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP06).
- Qualinet. (2013). Qualinet background -QoE aspects, from [http://www.qualinet.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8&Itemid=8](http://www.qualinet.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=8)

- 
- Ran, S., Yitong, L., Yun, S., Lin, S., & Dacheng, Y. (2013). QoE Assessment for Streaming Video Considering Spatial-Temporal Characteristic.
- Robitza, W., Buchinger, S., & Hlavacs, H. (2010). *Acceptance of mobile TV channel switching delays*. Paper presented at the QoMEXSecond International Workshop on Quality of Multimedia Experience, Trondheim Norway.
- Rohrer, C., & Boyd, J. (2004a). *The rise of intrusive online advertising and the response of user experience research at Yahoo!* Paper presented at the CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Vienna, Austria.
- Rohrer, C., & Boyd, J. (2004b). *The rise of intrusive online advertising and the response of user experience research at Yahoo!* Paper presented at the SIGCHI Conf. Human Factors Comput. Syst.
- Romaniak, P., & Janowski, L. (2010). How to Build an Objective Model for Packet Loss Effect on High Definition Content Based on SSIM and Subjective Experiments. In S. Zeadally, E. Cerqueira, M. Curado & M. Leszczuk (Eds.), *Future Multimedia Networking* (Vol. 6157, pp. 46-56): Springer Berlin Heidelberg.
- Rosenkrans, G. (2009). The Creativeness and Effectiveness of Online Interactive Rich Media Advertising; *Journal of Interactive Advertising*, 9. *Journal of Interactive Advertising*, 9(2).
- Ruiji, L. (2012). The Development on Multimedia Teaching Resources based on Information Processing Theory. *International Journal of Advancements in Computing Technology*, 4(2), 58-64.
- Saito, Y., & Murayama, Y. (2010). *Implementation of an Internet Broadcasting System with Video Advertisement Insertion based on Audience Comment*. Paper presented at the International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing
- Schatz, R., & Hossfeld, T. (2011). Web QoE Lecture 1:Quality of Experience. [http://www.tma-portal.eu/wp-content/uploads/2011/12/TMA\\_WebQoE\\_lecture\\_1\\_v06.pdf](http://www.tma-portal.eu/wp-content/uploads/2011/12/TMA_WebQoE_lecture_1_v06.pdf)
- Scotton, K., Moebis, S., McManis, J., & Cristea, A. I. (2010). Merging Strategies for Authoring QoE-based Adaptive Hypermedia. *Journal for Universal Computer Science-JUCS*, 16(19), 2756-2779.
- Seitz, N. (2003). ITU-standards for IP-based networks. *IEEE Communications Magazine*, 41(6), 82-89.
- Serral-Gracia, R., Cerqueira, E., Curado, M., Yannuzzi, M., Monteiro, E., & Masip-Bruin, X. (2010). *An Overview of Quality of Experience measurement challenges for video applications in IP networks (invited paper)*. Paper presented at the Conference of Wired/Wireless Internet Communications.
- Seshadrinathan, K., Soundararajan, R., Bovik, A. C., & Cormack, L. K. (2010a). Study of subjective and objective quality assessment of video. *IEEE transactions on image processing*, 19(6), 1427-1441.

- 
- Seshadrinathan, K., Soundararajan, R., Bovik, A. C., & Cormack, L. K. (2010b). *A Subjective Study to Evaluate Video Quality Assessment Algorithms*. Paper presented at the SPIE Proceedings Human Vision and Electronic Imaging.
- Shan, S., Mao, Z., Zhou, R., Liu, Z., & Wu, F. (2013). Streaming Media Advertising: An Empirical Study. *Systems Research and Behavioral Science*.
- Sheau, N. (2012). A Brief History of Entertainment Technologies *Proceedings of the IEEE, 100*, 1386-1390.
- Sheikh, H. R., & Bovik, A. C. (2005). *A visual information fidelity approach to video quality assessment*. Paper presented at the First International conference on video processing and quality metrics for consumer electronics.
- Sheikh, H. R., Sabir, M. F., & Bovik, A. C. (2006). A statistical evaluation of recent full reference image quality assessment algorithms. *IEEE transactions on image processing, 15*, 3440–3451.
- Simpson, W. (2008). *Video Over IP: IPTV, Internet Video, H.264, P2P, Web TV, and Streaming: A Complete Guide to Understanding the Technology* (2 ed.): Focal Press.
- Song, W., Tjondronegoro, D., & Docherty, M. (2012). Understanding User Experience of Mobile Video: Framework, Measurement, and Optimization. In D. Tjondronegoro (Ed.), *Computer and Information Science » Communications and Security » "Mobile Multimedia - User and Technology Perspectives*.
- Staehele, B., Binzenhoefer, A., Schlosser, D., & Boder, B. (2008, March 31 2008-April 2 2008). *Quantifying the Influence of Network Conditions on the Service Quality Experienced by a Thin Client User*. Paper presented at the Measuring, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB), 2008 14th GI/ITG Conference -.
- Stankovic, S., Vaskovic, V., & Ljubojevic, M. (2012). *Urban traffic management based on measuring air pollution level*. Paper presented at the Symorg 2012, Zlatibor, Srbija.
- Stankovic, S., Vaskovic, V., Petrovic, N., Radojicic, Z., & Ljubojevic, M. *Urban traffic air pollution- case study of Banja Luka*. Environmental Engineering and Management Journal- Rad prihvaćen za objavljivanje.
- Starčević, D., & Štavljanin, V. (2013). *Multimediji*: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
- Steinmetz, R., & Nahrstedt, K. (2004). *Multimedia systems*: Springer.
- Takahashi, A., Hands, D., & Barriac, V. (2008). Standardization activities in the ITU for a QoE assessment of IPTV. *IEEE Commun. Mag, 46*(2), 78–84.
- Thurman, N., & Lupton, B. (2008). Multimedia Storytelling at British News Websites. *Convergence; The International Journal of Research into New Media Technologies, 14*(4), 439-455.



- 
- Vasković, J., Ljubojević, M., Stanković, S., & Vasković, V. (2014). The Model of Coordination of Communication Channels for small Tourist Communities. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*(Special Issue), 174-188.
- Vaskovic, J., Ljubojević, M., Vaskovic, V., & Stankovic, S. (2013). *Poboljšanje efikasnosti linearnih onlajn multimedijalnih edukativnih sadržaja*. Paper presented at the YU INFO 2013, Kopaonik, Srbija.
- Vatolin, D., Moskvin, A., Petrov, O., & Trunichkin, N. (2009). MSU video quality measurement tool.
- VibrantMedia. (2012). Vibrant Media, from <http://www.vibrantmedia.com>
- VQEG. (2013). Video Quality Expert Group - Motivation, Objectives and Rules, from <http://www.its.bldrdoc.gov/vqeg/vqeg-home.aspx>
- Vratonjic, N., Freudiger, J., & Hubaux, J. P. (2010). *Integrity of the Web Content The Case of Online Advertising* Paper presented at the Usenix CollSec'10.
- Wang, Z., & A.C., B. (2006). Modern image quality assessment. *Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing*, 2(1), 1-156.
- Wang, Z., & Li, Q. (2007). Video quality assessment using a statistical model of human visual speed perception. *J. Opt. Soc. Am. A - Opt. Image Sci. Vis.*, 24(12), 61-69.
- Wang, Z., Lu, L., & Bovik, A. C. (2004a). Video Quality Assessment Based on Structural Distortion Measurement. *Signal Processing: Image Communication*, 19(2), 121-132.
- Wang, Z., Lu, L., & Bovik, A. C. (2004b). Video quality assessment based on structural distortion measurement. *Video quality assessment based on structural distortion measurement*, 121–132.
- Wang, Z., Simoncelli, E., Bovik, A. C., & Matthews, M. (2003). *Multiscale structural similarity for image quality assessment*. Paper presented at the IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers.
- Winkler, S. (2009). *Video quality measurement standards: current status and trends*. Paper presented at the 7th international conference on Information, communications and signal processing.
- Wu, W., Arefin, A., Rivas, R., Nahrstedt, K., Sheppard, R., & Yang, Z. (2009). *Quality of experience in distributed interactive multimedia environments: toward a theoretical framework*. Paper presented at the Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia, Beijing, China.
- You, J., Reiter, U., Hannuksela, M. H., Gabbouj, M., & Perkis, A. (2010). Perceptual-based quality assessment for audio-visual services: a survey. *Signal Processing: Image Communication*, 25(7), 482–501.
- Yuan, S., Abidin, A. Z., Sloan, M., & Wang, J. (2012). Internet Advertising: An Interplay among Advertisers, Online Publishers, Ad Exchanges and Web Users. *arXiv preprint arXiv:1206.1754*.

- 
- Zhou, W., Bovik, A. C., Sheikh, H. R., & Simoncelli, E. P. (2004). Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 13(4), 600-612. doi: 10.1109/tip.2003.819861
- Zinner, T., Abboud, O., Hohlfeld, O., Hossfeld, T., & Tran-Gia, P. (2010). *Towards QoE Management for Scalable Video Streaming*. Paper presented at the 21th ITC Specialist Seminar on Multimedia Applications - Traffic, Performance and QoE, Miyazaki, Jap.
- Zinner, T., Hohlfeld, O., Abboud, O., & Hossfeld, T. (2010). *Impact of Frame Rate and Resolution on Objective QoE Metrics*. Paper presented at the Quality of Multimedia Experience, 2009. QoMEx 2009. International Workshop on, Trondheim.

# Biografija

Miloš Ljubojević je rođen 08.07.1972. godine u Banjoj Luci. Srednju elektrotehničku školu je završio u Banjoj Luci. Studirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Banjoj Luci, odsjek za elektroniku i komunikacije, na kojem je i diplomirao 2003.godine. Odbranom diplomskog rada sa temom „Primena matematičke morfologije u analizi histoloških slika“ stiče zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike. Postdiplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Banjoj Luci, smijer telekomunikacije, je upisao 2005. godine. Magistrirao je 2011. godine sa magistarskom tezom „Analiza scene metodama zasnovanim na integraciji tehnika digitalne obrade slike i RFID“ i stekao akademski naziv magistra elektrotehničkih nauka.

U preduzeću Aneks d.o.o je bio zaposlen od 2003. do 2008. godine kao vodeći inženjer za systemske integracije. Od 2008. godine do danas je zaposlen u Javnoj ustanovi Akademska i istraživačka mreža Republike Srpske (SARNET) kao specijalista za mreže.

Pohađao je stručne edukacije i kurseve organizovane od strane vodećih svetskih proizvođača informaciono-komunikacione opreme kao što su Cisco, Axis Communications, Bosch Security, Panduit. Završio je Cisco CCNP kurs na Cisco akademiji Računarskog centra Univerziteta u Beogradu, a zatim stekao sertifikat Cisco Certified Network Professional (CCNP). Posjeduje licence za projektovanje, izvođenje i nadzor nad izvođenjem instalacija slabe struje i telekomunikacija.

Učestvovao je u projektovanju i izvođenju većeg broja projekata od lokalnog i nacionalnog značaja od kojih se izdvajaju: Projekat uspostavljanja i razvoja Akademske i istraživačke mreže Republike Srpske, RFID tehnologije (naučno –istraživački projekat), Idejni projekat integralnog sistema bezbjednosti i zaštite Rudnika i Termoelektrane Gacko i Idejni projekat integralnog sistema bezbjednosti i zaštite Rudnika i Termoelektrane Ugljevik.

Od školske 2008/09 godine uključen je u nastavni proces kao spoljni saradnik na Visokoj školi “Banja Luka College“ u Banjoj Luci.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани Милош Љубојевић

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

МОДЕЛОВАЊЕ КВАЛИТЕТА ДОЖИВЉАЈА ЛИНЕАРНИХ ИНТЕРНЕТ ВИДЕО  
САДРЖАЈА

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 16.12.2013.године

Потпис докторанда

Милош Љубојевић

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Милош Љубојевић

Наслов рада МОДЕЛОВАЊЕ КВАЛИТЕТА ДОЖИВЉАЈА ЛИНЕАРНИХ  
ИНТЕРНЕТ ВИДЕО САДРЖАЈА

Ментор Проф.др. Душан Старчевић, редовни професор

Потписани Милош Љубојевић

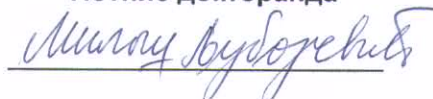
Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, 16.12.2013.године

Потпис докторанда



Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

МОДЕЛОВАЊЕ КВАЛИТЕТА ДОЖИВЉАЈА ЛИНЕАРНИХ ИНТЕРНЕТ ВИДЕО  
САДРЖАЈА

---

---

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 16.12.2013.године

Потпис докторанда

