



UNIVERZITET U NIŠU  
ELEKTRONSKI FAKULTET



**mr. Nebojša D. Đorđević**

**RAZVOJ SVEOBUHVAATNE  
METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI  
WEB ZASNOVANIH  
GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA  
ZA SPECIJALNE NAMENE**

*- Doktorska disertacija -*

Niš, 2014.



UNIVERZITET U NIŠU  
ELEKTRONSKI FAKULTET



**mr. Nebojša D. Đorđević**

**RAZVOJ SVEOBUHVAATNE  
METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI  
WEB ZASNOVANIH  
GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA  
ZA SPECIJALNE NAMENE**

*- Doktorska disertacija -*

Niš, 2014.



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING



**mr. Nebojša D. Đorđević**

**DEVELOPMENT OF COMPREHENSIVE  
METHODOLOGY FOR  
USABILITY EVALUATION OF  
SPECIAL PURPOSE WEB-BASED  
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**

*- Doctoral Dissertation -*

Niš, 2014.

## PODACI O MENTORU I ČLANOVIMA KOMISIJE:

<b>I MENTOR</b>	
<b>Titula, ime i prezime:</b>	<b>dr. Dejan Rančić</b>
<b>Akademsko zvanje:</b>	Vanredni profesor
<b>Naziv univerziteta i fakulteta:</b>	Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
<b>II KOMISIJA ZA OCENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE</b>	
1. <b>dr. Dejan Rančić</b> , vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet	
2. <b>dr Leonid Stoimenov</b> , redovni profesor, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet	
3. <b>dr. Dragan Stojanović</b> , vanredni profesor, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet	
4. <b>dr. Petar Spalević</b> , vanredni profesor, Univerzitet u Prištini, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici	
<b>Datum odbrane:</b>	

# RAZVOJ SVEOBUHVAATNE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI WEB ZASNOVANIH GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA ZA SPECIJALNE NAMENE

## SAŽETAK:

Danas, mnoge različite vrste GIS aplikacije su u svakodnevnoj upotrebi. GIS se definiše kao skup alata koji se koristi za prikupljanje, čuvanje, preuzimanje, transformisanje i prikazivanje prostornih podataka iz stvarnog sveta. Danas, Web pretraživači se koriste kao opšte višenamenske klijentske aplikacije i obezbeđuju "dobro poznato" okruženje korisnika jer ljudi su navikli da koriste internet i znaju kako da rade sa internet pretraživačem. Korisnici Web zasnovanih GIS aplikacija (Web GIS) su uglavnom krajnji korisnici koji imaju veoma malo kompjuterske pismenosti i ograničeno poznavanje GIS tehnologija. To je razlog zašto Web GIS aplikacije trebaju biti dizajnirane veoma pažljivo i sa snažnim naglaskom na njihovu upotrebljivost.

Upotrebljivost je jedan važan faktor kvaliteta Web aplikacija. Nedavno, ona dobija veliku pažnju, jer je prepoznata kao ključna osobina za uspeh Web aplikacija. Utvrđivanje stepena upotrebljivosti je proces u kojem evaluatori koriste raspoložive metode za procenjivanje kako bi se utvrdio uspeh proizvoda. Jedan od aktuelnih ciljeva istraživanja Web inženjeringa je definisanje metoda za osiguranje upotrebljivosti. Upotrebljivost je karakteristika kvaliteta koja je definisana od strane mnogih autora i nekoliko ISO standarda. Razvijeno je mnogo različitih metoda za procenu upotrebljivosti. Ove studije su svakako važne jer će dodatno produbiti naše razumevanje o faktorima koji doprinose upotrebljivosti Web GIS aplikacija.

Jedan važan faktor za uspeh je, dakle, potreba za garantovanim nivoom kvaliteta Web GIS aplikacije kao softverskog proizvoda. Visok nivo kvaliteta softverskih proizvoda je od suštinskog značaja da se obezbedi vrednost i izbegnu moguće negativne posledice, za zainteresovane strane. Ocenjivanje kvaliteta u upotrebi će vlasnicima Web GIS aplikacija omogućiti da procene koliko je zadovoljstvo korisnika i koliko može biti upotrebljiva Web GIS aplikacija.

Karakteristike korisnika su takođe važni determinante upotrebljivosti. Termin "kontekst" uključuje karakteristike korisnika i radnih ciljeva koje žele da ostvare, kao i tehničkog, fizičkog i organizacionog okruženja u kome rade. Zbog toga, ova doktorska teza opisuje praktičan metod za identifikaciju kontekstualnih aspekata upotrebljivosti u softverskih

sistema, i pomaže u obezbeđenju da evaluacija upotrebljivosti odražava kontekst upotrebe i daje podatke prihvatljive validnosti.

Pokušaji da se objektivno proceni upotrebljivost informacionih sistema su stari. U cilju procene kvaliteta razvijenih sistema, kao osnova za opisivanje kvaliteta sistema potrebni su skup kvalitetnih karakteristika i kriterijumi. Tokom decenija, u različitim literaturama su opisani razni modeli i atributi upotrebljivosti. Mnogi modeli upotrebljivosti predložili su da omoguće procenu upotrebljivosti softvera. Osnovna svrha modela upotrebljivosti softverskih proizvoda je da se precizira i proceni nivo upotrebljivosti proizvoda kroz interne mere svojstvenih karakteristika softvera, a putem spoljnih mera ponašanja sistema čiji softver je deo. Cilj doktorske disertacije je da predloži odgovarajući model upotrebljivosti za procenu upotrebljivosti Web-based GIS aplikacija. Istraživači još uvek nisu razvili nikakav model koji precizno opisuje definiciju upotrebljivosti i sve njegove attribute koji uzimaju u obzir različite aspekte upotrebljivosti. Ona razvija novu potpuniju definiciju kvaliteta u upotrebi, koji ima upotrebljivost u upotrebi, fleksibilnost u upotrebi, zadovoljstvo u upotrebi i bezbednosti u upotrebi kao karakteristike koje se mogu kvantifikovati iz perspektive različitih interesnih grupa, uključujući i korisnike, rukovodioce i lica iz podrške.

Pošto svi faktori upotrebljivosti nemaju isti značaj u celokupnoj proceni upotrebljivosti Web GIS aplikacija, predloženi faktori su primenom AHP pristupa ponderisani.

Glavni cilj ove doktorske disertacije je da predloži sveobuhvatnu metodologiju za procenu upotrebljivosti i identifikuje najozbiljnije probleme upotrebljivosti Web GIS za specijalne namene. Procena upotrebljivosti može povećati kvalitet softvera i njegovu sposobnost da zadovolji korisnike i njihove potrebe. Predložena metodologija bi trebalo da dovede do smanjenja vremena potrebnog za vrednovanje Web GIS aplikacija za specijalne namene kao i obradu rezultata.

**Ključne reči:** Vrednovanje, Web zasnovani GIS, upotrebljivost, kvalitet u upotrebi, HCI, AHP, model kvaliteta, karakteristike kvaliteta, zainteresovani.

**Naučna oblast:** Tehničko-tehnološke nauke

**Uža naučna oblast:** Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo

**UDK:**

# **DEVELOPMENT OF COMPREHENSIVE METHODOLOGY FOR USABILITY EVALUATION OF SPECIAL PURPOSE WEB-BASED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**

## **SUMMARY:**

Today, many various kinds of GIS applications are in everyday use. GIS is defined as a set of tools used to collect, store, retrieve, transform and display spatial data from the real world. Today, Web browser is used as a general multi-purpose client application and it provides “well-known” user environment because people are used to use Internet so they know how to work with a web browser. The users of Web-based geographic information systems (Web GIS) are mostly casual end users who have only a very low computer literacy and limited knowledge of GIS technologies. This is why Web-based GIS applications should be designed very carefully and with a strong focus on their usability.

Usability is one relevant factor of the quality of Web applications. Recently, it has been receiving great attention, being recognized as a fundamental property for the success of Web applications. Determining the degree of usability is a process in which systems are evaluated in order to determine success product using methods available to the evaluator. One of the current goals of the Web engineering research is defining methods for ensuring usability. Usability as a quality characteristics is defined by many authors and several ISO standards. Many various methods of usability evaluation have been developed. These studies are certainly important as that would further deepen our understanding on factors that contributes towards the usability of Web GIS applications.

One important success factor is, therefore, the need to warranty the levels of quality of the Web GIS as software products. High-quality software products are essential to provide value, and avoid potential negative consequences, for the stakeholders. Assessing the quality in use will allow Web GIS application owners to estimate how usable a Web GIS application might be and the user’s satisfaction.

User characteristics are also important determinants of usability. The term 'context' includes the characteristics of the users and the work goals they are seeking to achieve, as well as the technical, physical and organizational environments in which they work. Therefore, this PhD thesis describes a practical method for identifying contextual aspects of usability in software systems, and for helping ensure that usability evaluations reflect the context of use and give data with acceptable validity.

Attempts to objectively evaluate usability of information systems are old. In order to evaluate the quality of developed systems, a set of quality characteristics and criteria are required as a basis to describe the system quality. During the decades, different literature described various models and attributes of usability. Many usability models have been proposed to allow software usability evaluation. The main purpose of the software product usability model is to specify and assess the level of usability of a product through internal measures of inherent properties of the software, and through external measures of the behavior of the system of which the software is part. Aim of the PhD thesis is to propose a suitable usability model for evaluating the usability of Web-based GIS applications. Researchers have not developed yet any model that precisely describes usability definition and all its attributes that takes into account the varying aspects of usability. It develops a new more comprehensive definition of quality in use, which has usability in use, flexibility in use, satisfaction in use and safety in use as characteristics that can be quantified from the perspectives of different stakeholders, including users, managers and maintainers.

Since all of the usability factors do not have the same importance in the overall usability assessment of the WebGIS applications, the proposed factors have been weighted by adopting AHP (Analytic Hierarchy Process) approach.

The main goal of this PhD thesis is to propose a comprehensive methodology for usability evaluation and identify the most serious usability problems of special purpose Web-based geographic information system. Usability evaluation can increase software quality and its capability to satisfy users and their needs. The proposed methodology should lead to decreasing time necessary for evaluation of applications and results processing.

**Keywords:** Evaluation, Web-based GIS, usability, quality of use, HCI, AHP, quality model, quality characteristics, stakeholders.

**Field of science:** Science and Technics / Technology

**Specialized scientific fields:** Electrical & Computer Engineering

**UDK:**



## REZULTATI I NAUČNI DOPRINOS DOKTORSKE DISERTACIJE

U doktorskoj disertaciji detaljno su sagledani važeći standardi i preporuke kao i raspoložive metode za evaluaciju upotrebljivosti softverskih proizvoda. Ako se uzme u obzir da su postojeće metode relativno nove i neistražene na globalnom planu, a pogotovo na našim prostorima, onda se s pravom može očekivati adekvatni naučni doprinos i aplikativni značaj dobijenih rezultata. U skladu sa ciljevima evaluacije i raspoloživim resursima razvijena je nova sveobuhvatna metoda za evaluaciju upotrebljivosti koja za kvantifikovanje atributa upotrebljivosti koristi više metrika i različite evaluacione metode. Detaljnom teoretskom analizom uz pomoć eksperimentalnih podataka se došlo do efikasne kombinacije odgovarajućih metoda za sveobuhvatnu evaluaciju Web GIS aplikacija. Rezultati istraživanja su potvrdili da je primena kombinovanog pristupa za evaluaciju sublimirana u novoj metodi moguća, opravdana i da utiče na objektivnost u proceni upotrebljivosti.

Glavni rezultati disertacije su:

- Formalna podrška nadležnim organima u vojnim organizacijama, kroz metodu koja omogućava evaluaciju upotrebljivosti softverskih proizvoda i predviđanje upotrebljivosti u svim fazama razvoja, a naročito u fazi prijema gotovog softverskog proizvoda od strane isporučioaca pre uvođenja u operativnu upotrebu.
- Povećanje pouzdanosti i objektivnosti dobijenih rezultata upotrebljivosti identifikacijom faktora upotrebljivosti i njihove važnosti u kontekstu upotrebe i integracijom različitih podataka o atributima upotrebljivosti dobijenih od korisnika, eksperata ili merenjem performansi korisnika u toku izvršavanja skupa unapred definisanih zadataka.
- Poboljšanje jasnoće i razumljivosti interpretacije ukupne upotrebljivosti izvođenjem jedne metrike sumarne upotrebljivosti na jedinstvenoj skali.
- Lakše poređenje upotrebljivosti različitih softverskih proizvoda ili istog nakon izmena.

Naučni doprinosi disertacije su:

- Definisanje metoda za identifikaciju faktora upotrebljivosti i njihove važnosti, kao i uspostavljanje modela upotrebljivosti Web GIS aplikacija za vojne namene.
- Razvoj nove metode sveobuhvatne evaluacije upotrebljivosti.
- Potvrđivanje primenljivosti novorazvijene sveobuhvatne metode evaluacije upotrebljivosti kroz izvođenje eksperimenata.
- Analiza i predlog mogućih primena ovakvog pristupa evaluacije upotrebljivosti sa posebnim osvrtom na prednosti koje se ostvaruju kombinovanjem više metoda.

## **SKRAĆENICE:**

AHP	- Analytic Hierarchy Process
ASQ	- After Scenario Questionnaire
ANSI	- American National Standard Institute
CIF	- Common Industry Format
CISU-R	- The Common Industry Specification for Usability – Requirements
C-INCAMI Indicator	- Contextual-Information Need, Concept model, Attribute, Metric and
CSUQ	- Computer System Usability Questionnaire
EUCS	- End-User Computer Satisfaction
FURPS	- Functionality, Usability, Reliability, Performance, and Supportability
GIS	- Geographical Information System
HCI	- Human-Computer Interaction
IS	- Information System
ISO	- International Standard Organisation
IUI	- Isometrics Usability Inventory
NIST	- National Institute of Standards and Technology
PSQ	- Printer-Scenario Questionnaire
PSSUQ	- Post-Study System Usability Questionnaire
PUTQ	- Purdue Usability Testing Questionnaire
PHUE	- Practical Heuristics for Usability Evaluation
QinU	- Quality in Use
QUIS	- Questionnaire for User Interface Satisfaction
SW	- Software
SQuaRE	- Software Product Quality Requirements and Evaluation
SUS	- System Usability Scale
SUMI	- Software Usability. Measurement Inventory
TAM	- Technology Acceptance Model
UEM	- Usability evaluation method
UME	- Usability Magnitude Estimation
USE	- Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use
UWIS	- Usability of Web-based Information Systems

WAMMI	- Website Analysis and Measurement Inventory
WebQEM	- Web Quality Evaluation Method
WebQual	- Website Quality
WEF	- Website Evaluation Framework
Web GIS	- Web-based GIS Applications
WQM	- Web Quality Model
WUS	- Website Usability Scale

---

# SADRŽAJ

SAŽETAK:.....	II
SUMMARY: .....	IV
REZULTATI I NAUČNI DOPRINOS DOKTORSKE DISERTACIJE .....	VI
SKRAĆENICE: .....	VII
SADRŽAJ.....	IX
SPISAK SLIKA: .....	XII
SPISAK TABELA: .....	XIII
<b>A. UVODNA RAZMATRANJA.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ZNAČAJ TEME I CILJ ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>1</b>
1.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA .....	1
1.2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....	2
1.3. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA.....	3
1.4. METODE ISTRAŽIVANJA .....	4
<b>2. STRUKTURA RADA .....</b>	<b>5</b>
<b>B. TEORIJSKI DEO .....</b>	<b>8</b>
<b>1. NABAVKA SOFTVERSKOG PROIZVODA.....</b>	<b>8</b>
1.1. UGOVARANJE I NABAVKA SOFTVERA .....	8
1.2. UPOTREBA STANDARDA PRI UGOVARANJU SOFTVERA .....	10
1.3. STANDARDI U INFORMACIONIM TEHNOLOGIJAMA .....	11
<b>2. WEB ZASNOVANI GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI.....</b>	<b>15</b>
2.1. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI (GIS).....	15
2.1.1. <i>Mogućnosti GIS-a</i> .....	16
2.2. WEB APLIKACIJE.....	20
2.2.1. <i>Specifičnosti web aplikacija</i> .....	22
2.3. WEB GIS APLIKACIJE.....	23
2.3.1. <i>Arhitektura Web GIS aplikacija</i> .....	25
2.3.2. <i>Glavne osobine Web GIS aplikacija</i> .....	27
2.4. WEB GIS APLIKACIJE SPECIJALNE NAMENE .....	28
2.4.1. <i>GIS za vojne namene</i> .....	29
2.4.2. <i>Pregled stranih GIS rešenja</i> .....	30
2.4.3. <i>GIS u Vojsci</i> .....	33
2.4.4. <i>Web GIS aplikacije specijalne namene</i> .....	34
<b>3. INTERAKCIJA ČOVEK-RAČUNAR (HCI).....</b>	<b>36</b>
3.1. HCI – POJAM, DEFINICIJA I CILJ .....	36
3.2. PROBLEM INTERAKCIJE ČOVEK-RAČUNAR .....	36
3.3. INŽENJERING UPOTREBLJIVOSTI .....	38
<b>4. UPOTREBLJIVOST .....</b>	<b>39</b>
4.1. POJAM UPOTREBLJIVOSTI SOFTVERA.....	39
4.2. DEFINICIJE UPOTREBLJIVOSTI .....	39
4.3. DEKOMPOZICIJA UPOTREBLJIVOSTI .....	43
4.4. MODELI UPOTREBLJIVOSTI.....	47
4.5. STANDARDI UPOTREBLJIVOSTI .....	50
4.5.1. <i>ISO 9241-11 standard</i> .....	51
4.6. MODELI KVALITETA SOFTVERA .....	52
4.6.1. <i>McCall-ov model kvaliteta softvera</i> .....	56
4.6.2. <i>Boehm-ov model kvaliteta</i> .....	57

4.6.3.	<i>FURPS model kvaliteta</i> .....	58
4.6.4.	<i>Dromey-ev model kvaliteta</i> .....	59
4.7.	<b>KVALITET SOFTVERA I STANDARDI</b> .....	60
4.7.1.	<i>ISO/IEC 9126:1991</i> .....	60
4.7.2.	<i>ISO/IEC 9126:2001</i> .....	61
4.7.3.	<i>ISO/IEC 14598 (Evaluacija kvaliteta softvera)</i> .....	66
4.7.4.	<i>SQuaRE - serija ISO/IEC standarda vezanih za kvalitet softvera</i> .....	67
4.7.5.	<i>Model kvaliteta u upotrebi u ISO 25010 standardu</i> .....	68
<b>5.</b>	<b>METODE ZA EVALUACIJU UPOTREBLJIVOSTI SOFTVERA</b> .....	<b>71</b>
5.1.	<b>OSNOVNI KONCEPTI EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI</b> .....	72
5.1.1.	<i>Ciljevi evaluacije</i> .....	72
5.1.2.	<i>Stilovi evaluacije</i> .....	72
5.1.3.	<i>Inženjering upotrebljivosti</i> .....	73
5.1.4.	<i>Proces evaluacije kvaliteta</i> .....	73
5.2.	<b>METODE I TEHNIKE ZA PROCENU UPOTREBLJIVOSTI SOFTVERA</b> .....	75
5.2.1.	<i>Metode pregledavanja</i> .....	78
5.2.1.1.	<i>Heuristička evaluacija</i> .....	78
5.2.1.2.	<i>Kognitivni prolaz</i> .....	79
5.2.2.	<i>Metode testiranja</i> .....	81
5.2.2.1.	<i>Razmišljanje naglas</i> .....	81
5.2.2.2.	<i>Metoda praćenja oka</i> .....	82
5.2.2.3.	<i>Automatsko zapisivanje podataka</i> .....	83
5.2.3.	<i>Metode ispitivanja</i> .....	84
5.2.3.1.	<i>Upitnici</i> .....	84
5.2.3.2.	<i>Terensko ispitivanje</i> .....	85
5.3.	<b>METODE ZA EVALUACIJU KVALITETA WEB APLIKACIJA</b> .....	85
5.3.1.	<i>WEF</i> .....	88
5.3.2.	<i>WebQual</i> .....	90
5.3.3.	<i>C-INCAMI (WebQEM)</i> .....	91
5.3.4.	<i>WAMMI</i> .....	94
5.3.5.	<i>UWIS</i> .....	96
<b>C.</b>	<b>EKSPERIMENTALNI RAD, REZULTATI I ANALIZA</b> .....	<b>98</b>
<b>1.</b>	<b>DEFINISANJE PROCESA ZA MERENJE I EVALUACIJU</b> .....	<b>100</b>
	<b>RAZVOJ SVEOBUHVAATNE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI WEB GIS APLIKACIJA</b>	<b>102</b>
<b>2.</b>	<b>DEFINISANJE ZAHTEVA ZA EVALUACIJU</b> .....	<b>102</b>
2.1.	<b>USPOSTAVLJANJE INFORMACIONE POTREBE</b> .....	103
2.1.1.	<i>Radni okvir za merenje i evaluaciju</i> .....	111
2.2.	<b>IDENTIFIKOVANJE KONTEKSTA UPOTREBE</b> .....	114
2.2.1.	<i>Specifikacija konteksta upotrebe</i> .....	115
2.2.2.	<i>Analiza korisnika i zadataka</i> .....	117
2.2.3.	<i>Izbor korisnika</i> .....	121
2.2.4.	<i>Definisanje zadataka</i> .....	125
2.2.5.	<i>Radno okruženje</i> .....	130
2.3.	<b>SPECIFICIRANJE MODELA KVALITETA</b> .....	131
2.3.1.	<i>Specifikacija zahteva za kvalitetom</i> .....	131
2.3.2.	<i>Dekompozicija kvaliteta</i> .....	133
2.3.3.	<i>Identifikacija faktora koji utiču na kvalitet u upotrebi</i> .....	136
2.3.4.	<i>Karakteristike kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija</i> .....	139
2.3.4.1.	<i>Upotrebljivost kao karakteristika kvaliteta u upotrebi</i> .....	139
2.3.4.2.	<i>Lakoća učenja kao podkarakteristika upotrebljivosti</i> .....	141
2.3.4.3.	<i>Zadovoljstvo kao karakteristika kvaliteta u upotrebi</i> .....	144
2.3.4.4.	<i>Bezbednost kao karakteristika kvaliteta u upotrebi</i> .....	146
2.3.4.5.	<i>Fleksibilnost kao karakteristika kvaliteta u upotrebi</i> .....	147
2.3.5.	<i>Razvoj upitnika zadovoljstva za Web GIS aplikacije</i> .....	149
2.3.5.1.	<i>Instrument</i> .....	153
2.3.5.2.	<i>Deskriptivna analiza</i> .....	154
2.3.5.3.	<i>Analiza pouzdanosti</i> .....	154
2.3.5.4.	<i>Faktorska analiza</i> .....	157

2.3.6.	<i>Izgradnja modela kvaliteta u upotrebi za Web GIS aplikacije</i> .....	167
2.3.7.	<i>Relativna važnost karakteristika kvaliteta</i> .....	169
2.3.7.1.	Metode za određivanje važnosti atributa kvaliteta .....	170
2.3.7.2.	Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP).....	172
2.3.7.3.	Određivanje relativne važnosti faktora metodom AHP.....	177
<b>3.</b>	<b>PLANIRANJE MERENJA</b> .....	<b>181</b>
3.1.	IZBOR METRIKA .....	181
3.1.1.	<i>Merenje upotrebljivosti</i> .....	181
3.1.2.	<i>Metrike upotrebljivosti</i> .....	182
3.1.3.	<i>Definisanje metrika kvaliteta u upotrebi za Web GIS</i> .....	186
3.1.4.	<i>Metode normalizacije metrika</i> .....	190
3.2.	USPOSTAVLJANJE NIVOVA ZADOVOLJENJA ZA METRIKE .....	192
3.2.1.	<i>Six Sigma statistička metodologija</i> .....	192
3.2.2.	<i>Standardizacija metrika</i> .....	193
	<b>PRAKTIČNA PRIMENA NOVE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI</b> .....	<b>196</b>
<b>4.</b>	<b>IZVRŠAVANJE MERENJA I PLANIRANJE EVALUACIJE</b> .....	<b>196</b>
4.1.	ELEMENTARNO MERENJE .....	197
4.1.1.	<i>Sprovođenje elementarnog merenja i prikupljanje podataka,</i> .....	199
4.1.2.	<i>Izračunavanje izmerenih vrednosti direktnih i indirektnih metrika</i> .....	201
4.2.	IZRADA PLANA EVALUACIJE.....	204
4.2.1.	<i>Identifikacija elementarnih indikatora</i> .....	204
4.2.2.	<i>Identifikacija parcijalnih i globalnih indikatora</i> .....	205
4.3.	SPECIFIKACIJA KRITERIJUMA PRIHVATLJIVOSTI .....	205
<b>5.</b>	<b>IZVRŠAVANJE GLOBALNE EVALUACIJE</b> .....	<b>207</b>
5.1.	IZRAČUNAVANJE ELEMENTARNIH INDIKATORA .....	207
5.2.	IZRAČUNAVANJE PARCIJALNIH I GLOBALNIH INDIKATORA .....	207
<b>6.</b>	<b>ANALIZA REZULTATA, ZAKLJUČCI I PREPORUKE</b> .....	<b>210</b>
<b>D.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>214</b>
<b>E.</b>	<b>LITERATURA</b> :.....	<b>219</b>
	<b>BIOGRAFIJA AUTORA</b> .....	<b>235</b>
	<b>F. P R I L O Z I</b> .....	<b>236</b>
	<b>PRILOG A – EVALUACIONI LIST</b> .....	<b>236</b>
	<b>PRILOG B – UPITNIK ZA IDENTIFIKOVANJE KONTEKSTA UPOTREBE</b> .....	<b>238</b>
	<b>PRILOG C - ZADACI UPOTREBLJIVOSTI</b> .....	<b>245</b>
	<b>PRILOG D: UPITNICI</b> .....	<b>246</b>
	<b>PRILOG E: HIJERARHIJSKI MODEL KVALITETA U UPOTREBI WEB GIS APLIKACIJA</b> .....	<b>250</b>
	<b>PRILOG F: UPITNIK ZA UPOREĐIVANJE PAROVA</b> .....	<b>251</b>
	<b>PRILOG G: MATRICE POREĐENJA</b> .....	<b>253</b>
	<b>PRILOG H: SPECIFIKACIJA ZAHTEVA ZA KVALITETOM U UPOTREBI WEB GIS APLIKACIJA</b> .....	<b>259</b>
	<b>PRILOG I: LISTA ELEMENTARNIH INDIKATORA</b> .....	<b>261</b>
	<b>PRILOG J: POJEDINAČNI REZULTATI TESTIRANJA</b> .....	<b>264</b>
	<b>PRILOG K: KONVERZIJA PRIKUPLJENIH PODATAKA U STANDARDIZOVANU METRIKU</b> .....	<b>271</b>
	<b>PRILOG L: EVALUACIJA ELEMENTARNIH INDIKATORA</b> .....	<b>276</b>
	<b>IZJAVE AUTORA:</b> .....	<b>278</b>
	IZJAVA O AUTORSTVU .....	278
	IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKE DISERTACIJE .....	279
	IZJAVA O KORIŠĆENJU .....	280

---

## SPISAK SLIKA:

SLIKA 1. TIPIČNA ARHITEKTURA WEB ZASNOVANIH GIS APLIKACIJA	25
SLIKA 2. KONCEPT UPOTREBLJIVOSTI PREMA NIELSEN-U	41
SLIKA 3. MCCALL -OV MODEL KVALITETA SOFTVERA	56
SLIKA 4. BOEHM-OV MODEL KVALITETA SOFTVERA	58
SLIKA 5. MODEL KVALITETA ZA EKSTERNI I INTERNI KVALITET (ISO/IEC 9126-1)	62
SLIKA 6. MODEL ZA KVALITET U UPOTREBI (ISO/IEC 9126-1)	64
SLIKA 7. VEZA IZMEĐU STANDARDA ISO/IEC 9126 I ISO/IEC 14598	64
SLIKA 8. KVALITET U ŽIVOTNOM CIKLUSU	65
SLIKA 9. KVALITET U ŽIVOTNOM CIKLUSU SOFTVERA	65
SLIKA 10: MODEL KVALITETA U UPOTREBI U ISO 25010 STANDARDU	69
SLIKA 11. SUM MODEL	87
SLIKA 12. WEF MODEL KVALITETA ZA EVALUACIJU WEB SAJTA	89
SLIKA 13. KLJUČ ZA RANGIRANJE SAJTA	90
SLIKA 14. WEBQUAL MODEL KVALITETA	91
SLIKA 15. PROFIL SAJTA SA PET PODSKALA	95
SLIKA 16. UWIS METODOLOGIJA	97
SLIKA 17. KORISNIČKI INTERFEJS WEB GIS KLIJENTA	109
SLIKA 18. ODNOS EKSTERNOG KVALITETA I KVALITETA U UPOTREBI U ISO 9126-1/25010	111
SLIKA 19. RADNI OKVIR ZA MODELIRANJE KVALITETA WEB GIS APLIKACIJA	114
SLIKA 20. GLAVNI SUBJEKTI MODELA KVALITETA I NJIHOV ODNOS (ISO 25010)	115
SLIKA 21. OKVIR UPOTREBLJIVOSTI U ISO 9241-11: 1998	116
SLIKA 22. MERENJE KVALITETA U UPOTREBI U KONTEKSTU UPOTREBE	117
SLIKA 23. VEROVATNOĆA PRONALAZENJA PROBLEMA UPOTREBLJIVOSTI	122
SLIKA 24. MODELI KVALITETA U SQUARE	133
SLIKA 25. FREKVENCIJA ATRIBUTA UPOTREBLJIVOSTI U VAŽEĆIM STANDARDIMA I STUD.	137
SLIKA 26. 2Q2U - PROŠIRENI MODEL KVALITETA U UPOTREBI U ISO 25010 STANDARDU	139
SLIKA 27. MODEL KVALITETA U UPOTREBI ZA WEB GIS APLIKACIJE	169
SLIKA 28. DISTRIBUCIJA STANDARDIZOVANIH VARIJABLI	191
SLIKA 29. INTERVALI NORMALNE DISTRIBUCIJE	192
SLIKA 30. NORMALNA KRIVA – PODRUČJE NEISPRAVNOSTI (SAURO& KINDLUND, 2005).	195
SLIKA 31. HIJERARHIJSKA STRUKTURA PARCIJALNIH/GLOBALNIH INDIKATORA .	208

---

## SPISAK TABELA:

TABELA 1. ATRIBUTI UPOTREBLJIVOSTI U RAZNIM STANDARDIMA, MODELIMA I DEFINICIJ.	46
TABELA 2. TAKSONOMIJA MODELA UPOTREBLJIVOSTI	48
TABELA 3. PREGLED METODA VREDNOVANJA UPOTREBLJIVOSTI	76
TABELA 4. DEMOGRAFSKA STRUKTURA POTENCIJALNIH KORISNIKA WEB GIS APLIKACIJE	123
TABELA 5. DEMOGRAFSKI PROFIL POTENCIJALNIH KORISNIKA WEB GIS APLIKACIJE	124
TABELA 6. FREKVENCIJA MOTIVA UPOTREBE WEB GIS APLIKACIJE	126
TABELA 7. FREKVENCIJA CILJEVA UPOTREBE FUNKCIJA WEB GIS APLIKACIJE	127
TABELA 8. FREKVENCIJA UPOTREBE FUNKCIJA WEB GIS APLIKACIJE	127
TABELA 8A. VAŽNOST WEB GIS FUNKCIJA	128
TABELA 8B. STEPEN REPREZENTATIVNOSTI WEB GIS FUNKCIJA	129
TABELA 9. KARAKTERISTIKE FIZIČKOG OKRUŽENJA	131
TABELA 10. KARAKTERISTIKE TEHNIČKOG OKRUŽENJA	131
TABELA 11. KONCEPTUALNI OKVIR ZA PRIKUPLJANJE POTREBA KORISNIKA ZA KVALITETOM U UPOTREBI WEB GIS APLIKACIJE	132
TABELA 12. PREGLEDANI ATRIBUTI UPOTREBLJIVOSTI I NJIHOVA UČESTALOST	136
TABELA 13. POREĐENJE MODELA UPOTREBLJIVOSTI	137
TABELA 13A. VAŽNOST ATRIBUTA UPOTREBLJIVOSTI SA ASPEKTA KORISNIKA WEB GIS	138
TABELA 14. REPREZENTATIVNE DEFINICIJE LAKOĆE UČENJA	142
TABELA 15. PITANJA VEZANA ZA LAKOĆU UČENJA U POZNATIM UPITNICIMA	143
TABELA 16. REPREZENTATIVNE DEFINICIJE ZADOVOLJSTVA	151
TABELA 17: DIMENZIJE ZADOVOLJSTVA KORISNIKA	153
TABELA 18. DESKRIPTIVNA ANALIZA	154
TABELA 19: ANALIZA POUZDANOSTI	155
TABELA 19A: ANALIZA POUZDANOSTI RAZLIČITIH INSTRUMENATA	156
TABELA 20: MATRICA KOMPONENTI ZA SADRŽAJ	158
TABELA 21: MATRICA KOMPONENTI ZA TAČNOST	159
TABELA 22: MATRICA KOMPONENTI ZA FORMAT	159
TABELA 23: MATRICA KOMPONENTI ZA LAKOĆU UPOTREBE	160
TABELA 24: MATRICA KOMPONENTI ZA POUZDANOST	161
TABELA 25: MATRICA KOMPONENTI ZA PRAVOVREMENOST	162
TABELA 26: MATRICA KOMPONENTI ZA BRZINU SISTEMA	162
TABELA 27: MATRICA KOMPONENTI ZA VREME ODZIVA	162
TABELA 28: MATRICA KOMPONENTI ZA OSIGURANJE	163



---

TABELA 29: MATRICA KOMPONENTI ZA EMPATIJU	164
TABELA 30: MATRICA KORELACIJE FAKTORA ZADOVOLJSTVA	164
TABELA 31. KOEFICIJENTI INTERNE KONZISTENTNOSTI GRUPACIJA PITANJA U UPITNIKU	166
TABELA 32: SATIJEVA SKALA RELATIVNOG ZNAČAJA (SAATY, 1980)	173
TABELA 33: SLUČAJNI INDEKSI RI	176
TABELA 34: UPOREDNI PREGLED KOEFICIJENTA RELATIVNE VAŽNOSTI FAKTORA KVALITETA U UPOTREBI ZA NEPOSREDNE, SEKUNDARNE I INDIRECTNE KORISNIKE	179
TABELA 35: UPOREDNI PREGLED RANGA PRIORITETA VAŽNOSTI FAKTORA KVALITETA U UPOTREBI ZA NEPOSREDNE, SEKUNDARNE I INDIRECTNE KORISNIKE	180
TABELA 36: SPECIFIKACIJA DIREKTNIH METRIKA ATRIBUTA	188
TABELA 37: SPECIFIKACIJA INDIRECTNIH METRIKA ATRIBUTA	189
TABELA 38: ZBIRNI REZULTATI KOMPLETIRANJA, BROJA GREŠAKA I POTROŠENOG VREMENA PO ZADACIMA I VRSTAMA KORISNIKA	200
TABELA 39: LISTA PARCIJALNIH I GLOBALNIH INDIKATORA	205
TABELA 40: KRITERIJUM PRIHVATLJIVOSTI ELEMENTARNIH INDIKATORA	206
TABELA 41: DEO EVALUACIONE LISTE ELEMENTARNIH INDIKATORA	207
TABELA 42: HIJERARHIJSKI MODEL SKOROVANJA PARCIJALNIH I GLOBALNIH INDIKATORA	209
<b>PRILOG J:</b>	
TABELA 1. REZULTATI TESTIRANJA SVIH KORISNIKA U NAMERAVANOM KONTEKSTU	264
TABELA 2. REZULTATI TESTIRANJA EKSPERATA U NENAMERAVANOM KONTEKSTU	266
TABELA 3. REZULTATI TESTIRANJA U VEZI ZADOVOLJSTVA, BEZBEDNOSTI, LAKOĆE UČENJA I FLEKSIBILNOSTI	267
TABELA 4. ZBIRNI REZULTATI TESTIRANJA PO VRSTAMA KORISNIKA U VEZI ZADOVOLJSTVA, BEZBEDNOSTI, LAKOĆE UČENJA I FLEKSIBILNOSTI	269
<b>PRILOG K:</b>	
TABELA 1: KOMPLETIRANJE ZADATAKA	271
TABELA 2: GREŠKE	271
TABELA 3: VREME NA ZADATKU	272
TABELA 4: ZADOVOLJSTVO KVALITETOM	272
TABELA 5: LAKOĆA UČENJA	273
TABELA 6: ZADOVOLJSTVO LAKOĆOM UČENJA	273
TABELA 7: FLEKSIBILNOST	274
TABELA 8: ZADOVOLJSTVO FLEKSIBILNOŠĆU	274
TABELA 9: ZADOVOLJSTVO BEZBEDNOŠĆU	275

## **A. UVODNA RAZMATRANJA**

### **1. ZNAČAJ TEME I CILJ ISTRAŽIVANJA**

#### **1.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA**

Softver je danas praktično svuda prisutan i predstavlja nezamenljivu komponentu u industriji, transportu, medicini, telekomunikacijama, vojsci i brojnim drugim vrstama savremenih sistema. U savremenom svetu, softver je postao bitna komponenta u poslovnom odlučivanju i osnova u naučnim istraživanjima i inženjerskom rešavanju problema. Preuzimajući ključnu ulogu, softver u ciklusu operativne upotrebe preuzima i odgovornost za poslovne rezultate.

Međutim, nije redak slučaj da se za razvoj softvera potroše značajni resursi a da on u toku upotrebe ne da očekivane rezultate. Analizom razloga dolazi se do zaključka da programeri prilikom razvoja softvera nemaju u vidu krajnjeg korisnika. Interfejs nije zasnovan na potrebama i zahtevima korisnika, nego na funkcijama samog programa. Pojedine probleme u interakciji programer ne uočava jer ih je sam dizajnirao. Korisnik je nezadovoljan konačnim sistemom i smatra da on ne obavlja neke zadatke koje je trebao obavljati, dok, s druge strane, nudi funkcije koje nisu potrebne. Ovakve pojave najčešće su posledica propusta u dizajnu neke komponente softvera.

Prilikom nabavke proizvoda kao što je softver, otvaraju se mnoga pitanja. Pre svega, potrebno je da se opravdaju uložena sredstva u smislu adekvatne vrednosti za nabavljeni softver u skladu sa kriterijumima kvaliteta. Zato se prepuručuje da nabavka softvera bude zasnovana na konkretnim ili opštim zahtevima važećih standarda i prepoznatim kriterijumima kvaliteta kao što su upotrebljivost, bezbednost, transparentnost, raspoloživost i kompatibilnost.

Kvalitet softvera ima značaj kako za proizvođača tako i korisnika softvera, te je zato od izuzetne važnosti da je prilikom nabavke softverskog proizvoda prisutna svest o kvalitetu. Međutim, značaj varira zavisno od ugla posmatranja. Programeri se smatraju nisocima razvoja i nalaze se u ulozi proizvođača proizvoda koji će biti prodat određenom korisniku. Korisnici softver vide kao sredstvo koje će im pomoći u realizaciji poslovnih procesa. Razumljivo je da kvalitet nema isti značaj za proizvođače i korisnike softvera jer su oba poslovna pogleda veoma različita, ali je kvalitet zajednički faktor koji može da im pomogne

da ostvare svoje poslovne ciljeve. Da bi zadovoljio očekivanja korisnika softver treba da bude realizovan u skladu sa potrebama i željama korisnika.

Predmet istraživanja u okviru predložene teme doktorske disertacije je razvoj nove metode za evaluaciju upotrebljivosti softvera na osnovu procene značaja izabranih ključnih osobina koje utiču na upotrebljivost softvera u kontekstu specifične primene u vojnim organizacijama.

Posljednjih godina, razvijeno je mnogo raznovrsnih metoda za procenu upotrebljivosti. Svaki evaluacioni pristup ima svoje prednosti i nedostatke koji moraju biti poštovani prilikom izbora najpogodnijeg pristupa za prikupljanje podataka u procesu evaluacije. U cilju eliminisanja nedostataka pojedinih metoda najbolje rezultate u proceni upotrebljivosti dobili bi kombinovanjem navedenih metoda. Ovakav pristup se nameće kao dobar kompromis između potrebe sprovođenja kvalitetnog vrednovanja web upotrebljivosti, te potrebnog vremena i troškova izvođenja.

Posebna pažnja je posvećena sagledavanju postojećih modela za definisanje, organizovanje, procenu značaja i izbor faktora koji utiču na upotrebljivost, raspoloživih metoda za kvantifikovanje atributa upotrebljivosti, njihove prednosti i nedostatke, metrike upotrebljivosti i metode standardizacije.

## **1.2. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

Imajući u vidu da se Web aplikacije razvijaju u znatno kraćem vremenskom periodu nego klasični informacioni sistemi i činjenicu da je za primenu pojedinih metoda potrebna sofisticirana oprema i obimno znanje evaluatora, vrednovanje upotrebljivosti se često preskače. Obzirom na brojne raspoložive metode i pristupe vrednovanju upotrebljivosti, postavlja se pitanje kako iskustva naučnika i iskusnih praktičara najjednostavnije primeniti u praksi i integrisati u svakodnevni rad?

Izbor najprikladnije metode za vrednovanje upotrebljivosti softvera je značajan zadatak kako sa civilnog (industrijskog ili akademskog) tako i sa vojnog stanovišta. Bez adekvatnog formalnog okvira za procenu upotrebljivosti, životni ciklus softvera je neizvestan a izbor između više konkurentskih proizvoda pogrešan.

**Cilj doktorske disertacije** je što potpunije sagledavanje problematike upotrebljivosti softverskih proizvoda i razvoj nove metode i kvalitativnog modela upotrebljivosti koji će poslužiti kao formalni okvir za predviđanje upotrebljivosti softverskog proizvoda u kontekstu upotrebe u vojnim organizacijama. U skladu sa ciljevima vrednovanja i raspoloživim

resursima (mesto, vreme, novac, evaluatori, korisnici i sl.) u tezi je razvijena nova sveobuhvatna metoda za evaluaciju upotrebljivosti koja za kvantifikovanje metrika upotrebljivosti koristi više evaluacionih metoda. Kombinovanjem više poznatih metoda dobijena je primenljiva sveobuhvatna metoda evaluacije upotrebljivosti Web GIS aplikacija, koji će olakšati identifikovanje problema u dizajnu interfejsa, kvantifikovati upotrebljivost preko samo jedne metrike i omogućiti efikasno poređenje konkurentskih proizvoda.

Kroz eksperimentalni test, a radi ispitivanja praktične primenljivosti predložene metode, sprovedena je evaluacija upotrebljivosti dostupne Web GIS aplikacije za vojni domen primene.

Osnovne hipoteze istraživanja glase:

*Predloženim evaluacionim pristupom moguće je obezbediti formalni okvir i podršku nadležnim institucijama u vojnim organizacijama za procenu upotrebljivosti softverskih proizvoda u odnosu na ciljeve razvojnog projekta i kontekst upotrebe u svim fazama njegovog životnog ciklusa.*

*Primena kombinovane metode za sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti moguće je obezbediti pouzdanije i objektivnije rezultate upotrebljivosti i lakše identifikovanje problema u dizajnu interfejsa.*

*Izvođenjem jedne metrike sumarne upotrebljivosti moguće je obezbediti jasniju, razumljiviju i nedvosmisleniju interpretaciju rezultata i lakše upoređivanje rezultata upotrebljivosti konkurentskih proizvoda ili istog nakon izmena.*

### **1.3. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA**

Vojne organizacije u svojstvu budućeg korisnika postavljaju taktičko-tehničke zahteve kada naručuju izradu softverskog proizvoda. Usvajanjem i operacionalizacijom predloženih evaluacionih procedura, nadležni organi bi imali snažan alat kako za procenu ispunjenosti ugovorenih zahteva tako i predviđanje upotrebljivosti u svim fazama razvoja, a naročito u fazi prijema gotovog proizvoda od strane isporučioaca pre uvođenja u operativnu upotrebu.

Teorijski značaj istraživanja ogleda se u sistematizaciji i detaljnoj razradi osnovnih teoretskih postavki upotrebljivosti, komparativnoj analizi postojećih metoda i razvoju teoretskog kvantitativnog modela upotrebljivosti.

Aplikativni značaj ovih istraživanja ogleda se u:

- Podizanju svesti kod nadležnih institucija i vojnim organizacijama za potrebom procene upotrebljivosti softverskih proizvoda, kako u procesu razvoja tako i gotovih proizvoda.

- Stvaranju uslova za primenu ovih metoda u specifičnim uslovima vojne organizacije i
- Obezbeđenju formalnih alata za procenu ispunjenosti ugovorenih tahteva i predviđanje upotrebljivosti u svim fazama životnog ciklusa softverskog proizvoda.

#### **1.4. METODE ISTRAŽIVANJA**

Danas postoji veliki broj raznovrsnih metoda za procenu upotrebljivosti što ima za posledicu dilemu oko izbora metoda koji je najpogodniji za procenu određenog softverskog proizvoda. Izbor najpogodnijeg metoda nije jednostavno jer ne zavisi samo od vrste proizvoda već i od konteksta u kome će se upotrebljavati i ciljeva projekta. Pravilan izbor može značajno doprineti efikasnosti procesa evaluacije i unaprediti upotrebljivost softverskog proizvoda. Zato je vrlo važno imati efikasan formalan mehanizam za procenu upotrebljivosti proizvoda koji se želi nabaviti. Pri tome izbor metoda uslovljavaju razni kriterijumi, od kojih su među najvažnijima resursi potrebni za izvođenje metoda (vreme, novac, broj potrebnih evaluatora i njihova stručnost, broj korisnika za testiranje, mesto i oprema za testiranje), potreban nivo objektivnosti, te mogućnost primene u raznim fazama izrade aplikacije.

Prilikom dizajniranja evaluacionog metoda za vrednovanje softverskog proizvoda suočavamo se sa tri pitanja: Šta ocenjujemo (koje osobine)?, Na koji način merimo izabrane osobine? i Kako interpretirati rezultate vrednovanja?. Prvi korak u evaluaciji svakako je izbor bitnih osobina. Polazeći od konteksta upotrebe softvera i njegove namene, osobine nisu podjednake važnosti a izbor osobina koje će se meriti u evaluacionom procesu se prepušta ekspertima.

Za realizaciju postavljenog cilja su sagledani svi aspekti upotrebljivosti, posebno Web aplikacija i proučeni važeći standardi i preporuke iz oblasti upotrebljivosti. Shodno ranije pomenutim evaluacionim pristupima, u tezi su sagledani postojeći modeli za organizovanje faktora koji utiču na upotrebljivost, biće istražene raspoložive metode za kvantifikovanje atributa upotrebljivosti, sagledane njihove prednosti i nedostaci, i proučene metrike upotrebljivosti i metode standardizacije. Za tu namenu, u tezi je razvijen novi kvalitativan model upotrebljivosti koji će se zasnivati na proceni značaja i izboru faktora koji utiču na upotrebljivost u kontekstu korišćenja Web GIS aplikacija za vojne namene.

Za izvođenje sumarne veličine upotrebljivosti koriste se metode za standardizaciju i određivanje težinskih koeficijenata promenljivih. Kombinovanjem se postiže da do izražaja dođu prednosti pojedinih metoda, a nedostaci se smanje na najmanju moguću meru. Osnovna

prednost ovakvog pristupa leži u pretpostavci dobijanja pouzdanijih rezultata vrednovanja upotrebljivosti i jasnoj i razumljivoj interpretaciji rezultata, nedvosmislenog značenja.

U disertaciji je istražena mogućnost primene kombinovanja ekspertske metode za dijagnostiku opštih principa upotrebljivosti u korisničkom interfejsu, metoda za merenje korisničkih performansi za vreme izvršavanja skupa unapred definisanih zadataka i subjektivnih metoda za procenu nivoa korisničkog zadovoljstva u interakciji sa korisničkim interfejsom.

Na kraju, kroz eksperimentalni test je ispitana praktična upotrebljivost predložene metode i obezbediti smernice za modifikovanje dizajna interfejsa i nastavak testiranja. Za obradu eksperimentalnih podataka korišćene su:

- metode za utvrđivanje stepena usaglašenosti interfejsa Web aplikacija sa važećim standardima i preporukama,
- osnovne metode statističke obrade eksperimentalnih podataka i metode komparativne analize,
- metode za određivanje važnosti atributa upotrebljivosti i njihovo kvantifikovanje,
- metode za standardizaciju metrika upotrebljivosti i izvođenje sumarne veličine upotrebljivosti.

## **2. STRUKTURA RADA**

Na samom početku disertacije dat je sadržaj rada, slika i tabela i popis skraćenica i termina. Nakon **uvodnog dela** gde je definisan predmet, cilj, značaj i metode istraživanja, sledi teorijski deo u kome se u **prvom poglavlju** daje kratak opis značajnijih problema sa kojima se susreću kupci u postupku nabavke i ugovaranja kada su u pitanju softverski proizvodi. Takvi problemi mogu uzrokovati loše funkcionisanje softvera, velike troškove održavanja, kašnjenje u isporuci, potrebne izmene tokom životnog veka, povećanje troškova koji prevazilaze cenu razvoja softverskog proizvoda. Međutim, za proizvođača veoma je važno pitanje zaštite intelektualne svojine. Zato je obzira na ugao posmatranja i namenu proizvoda najvažnije da kod nabavke ovakve vrste proizvoda postoji svest o kvalitetu. Visok kvalitet softverskih proizvoda je od suštinskog značaja da obezbedi vrednost i izbegle potencijalne negativne posledice, za zainteresovane.

Razvoj Web aplikacija predstavlja jedan od trenutno najaktuelnijih pravaca istraživanja i razvoja u oblasti softverskog inženjerstva. Moderne Web aplikacije, sve češće, predstavljaju pristupne tačke ka najrazličitijem sadržaju koji se prikazuje na zahtev korisnika. Imajući u

vidu da su predmet evaluacije Web zasnovani geografski informacioni sistemi (Web GIS) u **drugom poglavlju** su predstavljeni rezultati istraživanja u oblasti Web orijentisanih GIS aplikacija kao posebne klase savremenih Web aplikacija. Ovo poglavlje opisuje arhitekturu, osobine i karakteristike okruženja za razvoj Web GIS aplikacija.

U **trećem** poglavlju se definiše pojma i cilj HCI kao oblasti koja se bavi proučavanjem interakcije između ljudi (korisnika) i računarskih sistema, a čiji je smisao proučavanja stvaranje sistema koji su upotrebljivi, sigurni, produktivni, efektivni i funkcionalni.

U prvom delu **četvrtog poglavlja** daje se objašnjenje pojma upotrebljivosti, kao karakteristike kvaliteta softvera, i kriterijuma za identifikaciju atributa povezanih sa upotrebljivošću. Takođe, dat je pregled rezultata dosadašnjih istraživanja u oblasti istraživanja različitih pristupa u definisanju i dekompoziciji upotrebljivosti.

Diskusija o evaluaciji upotrebljivosti ne može početi a da se, makar površno, ne dotaknemo i teme kvaliteta. U cilju razumevanja i merenja kvaliteta, naučnici često grade modele međusobnih veza karakteristika kvaliteta. Zato je u ovom poglavlju pažnja posvećena malo temeljnijem i širem razmatranju pojma kvaliteta i pokušaju da shvatimo zašto su modeli kvaliteta bitni za evaluaciju upotrebljivosti.

Međunarodna organizacija za standarde ISO je u poslednjih dvadesetak godina imala veoma značajnu ulogu kako u razvoju više standarda upotrebljivosti tako i standarda iz oblasti interakcije čovek-kompjuter. Kako bi se olakšao proces ugovaranja i ocene ispunjenja definisanih karakteristika međunarodna organizacija za standarde ISO je (1998) prihvatila ISO 9241-11 standard. Ovaj standard je opisan u prvom delu ovog poglavlja i koristi se za identifikaciju važnih informacija koje moraju biti razmatrane za procenu upotrebljivosti performansi i zadovoljstva korisnika.

U drugom delu ovog poglavlja izvršena je sistematizacija različitih i prikaz postojećih modela kvaliteta koji su usvojeni međunarodnim standardima. Navedeni modeli se koriste za identifikaciju relevantnih karakteristika kvaliteta koje mogu dalje da se koriste za uspostavljanje uslova, kriterijuma za njihovo zadovoljstvo i odgovarajućih mera.

Na samom početku **petog poglavlja** izloženi su osnovni koncepti evaluacije upotrebljivosti softvera kroz prikaz ciljeva i stilova evaluacije kao i procesa obezbeđivanja upotrebljivosti proizvoda tzv. inženjeringa upotrebljivosti. U nastavku su dati opisi različitih pristupa evaluaciji upotrebljivosti i postojećih metoda (analitičke i empirijske, kvantitativne i kvalitativne) koje se primenjuju u procesu vrednovanja upotrebljivosti softvera.

U **ekperimentalnom delu** rada dati su rezultati razvoja sveobuhvatne metode evaluacije upotrebljivosti Web zasnovanih GIS aplikacija u konkretnom domenu primene. Na početku

ovog dela prikazan je postupak definisanja radnog okvira za merenje i evaluaciju kvaliteta Web GIS aplikacija, proces dekompozicije upotrebljivosti kroz identifikaciju atributa upotrebljivosti i njihovih međusobnih veza i na kraju definisanje modela kvaliteta u upotrebljivosti.

Poglavlje koje sledi je posvećeno praktičnoj primeni predloženog metoda evaluacije upotrebljivosti Web GIS aplikacije. U narednom poglavlju prikazani su rezultati evaluacije i njihova analiza, izvođenje zaključaka i davanje preporuka.

**Zaključak** zaokružuje sav prethodni tekst i sadrži određene zaključke, predviđanja i moguće pravce za dalja istraživanja.

U **literaturi** su navedeni izvori informacija koje su direktno ili indirektno navedeni u ovoj disertaciji.



## **B. TEORIJSKI DEO**

### **1. NABAVKA SOFTVERSKOG PROIZVODA**

#### **1.1. UGOVARANJE I NABAVKA SOFTVERA**

Softver je primenljiv isključivo na računarskim platformama i predstavlja intelektualni proizvod nematerijalne prirode. Nabavkom novog softvera otvara se niz pitanja i problema. Investicija u softver treba da se opravda, da bude ekonomski povoljna, da zadovolji postavljene zahteve i obezbedi podršku u toku korišćenja softvera (Jovanović, M., 2010). Da bi se opravdala investicija, kupac treba da dobije dobar softver za ugovorenu cenu sa aspekta celokupnog životnog ciklusa proizvoda.

Prilikom nabavke softvera izuzetno je važno iniciranje i podizanje svesti o kvalitetu softvera i kod proizvođača i kod korisnika. Ali, bez obzira u kojoj ste ulozi, neophodno je poznavanje sledećih činjenica (Jovanović, M., 2010):

- Postojanje određenih rizika pri nabavci odnosno ugovaranju softvera,
- Apstraktnost procesa razvoja softvera i nematerijalna priroda softvera,
- Nepoznavanje terminologije i teškoće sa definisanjem zahteva kupaca,
- Neprecizno shvatanje potreba kupaca od strane projekatanta,
- Preskakanje obaveznih faza u razvoju softvera i nesistematičan pristup projektovanju može dovesti do nerazumevanja kupaca i ponovne ispravke već realizovanog i dokumentovanog softvera.
- Postojanje određenih problema pri isporuci i testiranju softvera koji se odnose na zahteve kupca za dokazima kvaliteta, realizovanim funkcijama, pouzdanošću, što u većini slučajeva nije moguće zbog kompleksnosti i velikog broja mogućih situacija u funkcionisanju softvera.
- Nerazumevanje ugovarača o pravima i vlasništvu na nabavljeni softver.

Kupci softverskih proizvoda se često susreću sa značajnim problemima koji obuhvataju loše funkcionisanje softvera (nepotpuno ili nedosledno ponašanje), velike troškove održavanja, probijanje rokova isporuke, izmene tokom životnog veka i povećanje troškova dorade koji prevazilaze cenu sopstvenog razvoja. Problem predstavlja i zaštita intelektualne svojine proizvođača odnosno poštovanje prava svojine nad softverom i zaštita od neovlašćenog korišćenja.

Kvalitet softvera ima značaj kako za proizvođača tako i za korisnika softvera. Međutim, značaj varira zavisno od ugla posmatranja. Programeri se smatraju nosocima razvoja i nalaze se u ulozi proizvođača proizvoda koji će biti prodat određenom korisniku. Korisnici softver vide kao sredstvo koje će im pomoći u realizaciji poslovnih procesa. Razumljivo je da kvalitet nema isti značaj za proizvođače i korisnike softvera jer su oba poslovna pogleda veoma različita, ali je kvalitet zajednički faktor koji može da im pomogne da ostvare svoje poslovne ciljeve. Da bi zadovoljio potrebe korisnika u očekivanom stepenu, softver treba da bude izveden u skladu sa željama i očekivanjima korisnika.

Prilikom izbora ili nabavke obično imamo dilemu da li smo doneli pravilnu odluku što nas navodi da procenjujemo opravdanost investicije merenjem funkcionalnih i drugih merljivih karakteristika u kontekstu naših stvarnih potreba. Uprkos tome, u donošenju odluke nekada odlučujemo srcem kada nas ponesu emocije ili neostvarene ambicije. Kod investicije u nematerijalna dobra kao što je npr. softver, misaoni procesi su složeniji a činjenice apstraktne i neuverljive. Upravo je to ključni argument zašto su neophodne metode za formalizaciju misaonih procesa odlučivanja koje se oslanjaju na jasnim i nedvosmislenim rezultatima procene.

Nabavljeni softver treba da opravda investiciju što znači da uložena sredstva odgovaraju vrednosti u skladu sa kriterijumima kvaliteta u pogledu upotrebljivosti, bezbednosti, transparentnosti, raspoloživosti i kompatibilnosti, prema konkretnim zahtevima ili opštim zahtevima standarda.

Ugovaranje je faza koja prethodi nabavci softvera ali u odnosu na druge proizvode zbog nematerijalnog karaktera softverskog proizvoda predstavlja posebno složen proces. Zbog toga je potrebna obimna priprema kupca ali i prodavca, što podrazumeva prethodnu međusobnu komunikaciju.

Ugovorima o softveru se pokušava da se uspostavi zaštita neupućenog naručioca od vrlo upućenog isporučioaca, a s druge strane zasićenog proizvođača od ambicioznog potrošača. Zbog toga, ugovorima za nabavku softvera jedna strana angažuje drugu da razvije softver ili isporuči gotov proizvod i prenese prava na licencu. Tom prilikom obično je prodavac u prednosti, zbog visokih i stabilnih cena koje dostižu. Međutim, i kupci imaju svoje argumente, od toga da može odustati u svakom trenutku do preambicioznih zahteva. Najbolji način da se regulišu međusobni odnosi kupca i prodavca su sveobuhvatni i precizni ugovori, koje obe strane moraju poštovati. Od ideje do realizacije, kroz večiti sukob, prepliću se želje korisnika, predlozi programera i primedbe i ograničenja finansijskog i pravnog sektora. Ključ

uspeha leži u usaglašavanju interesa različitih strana (korisnika i programera) i nedvosmislenom definisanju međusobnih obaveza.

## **1.2. UPOTREBA STANDARDA PRI UGOVARANJU SOFTVERA**

Precizni ugovori, poštovanje zakona i standarda su najbolji način zaštite naručioca, isporučioaca i celokupnog okruženja. Uzroci nesporazuma mogu biti različiti pristupi rešenju problema i različitost načina komunikacije. Poželjno je da se, radi izbegavanja nesporazuma u razumevanju materije i pojmova, ovakvi ugovori koji regulišu stručnu materiju oslanjaju na odgovarajuće standarde. Posebna specifičnost softvera je njegova nematerijalnost, koja povlači navedene rizike.

Jedan od glavnih ciljeva međunarodnih standarda je da uspostave konzistentnost i kompatibilnost na određenom polju. Da bi se razvio kvalitetan softver neophodno je da se njegov razvoj zasniva na usvojenim standardima (međunarodnim, nacionalnim, internim) i da se vrše mnogobrojne evaluacije tokom njegovog životnog ciklusa. Evaluacije uključuju vrednovanje korišćenih softverskih proizvoda, međuproizvoda u svakoj fazi životnog ciklusa i krajnjih proizvoda, tj instaliranog softvera i dokumentacije. Standardi predstavljaju primenu dobre prakse koja se formuliše u obliku preporuka i imaju najveći uticaj kada se koriste pri ugovaranju. Da bi se standardi primenjivali potrebno je da njihova primena bude zakonski obavezna da bi bila prihvaćena od obe strane (Jovanović, M., 2010).

Korišćenje standarda, osim što obezbeđuje da kvalitet procesa razvoja i krajnjih proizvoda budu na zahtevanom i očekivanom nivou, obezbeđuje interoperabilnost i stvara mogućnost za zajednički rad na istom projektu ili čak razmenu projekata između različitih organizacija. Primena standarda će obezbediti pravnu zaštitu isporučiocima, naročiti u slučajevima gde upotreba proizvoda zbog ljudske greške može imati za posledicu ugrožavanje života i zdravlja ljudi ili veću materijalnu štetu.

Kako bi se izbegli problemi prilikom pregovaranja i obostranog definisanja zahteva potrebno je definisati termine i pravila radi lakšeg sporazumevanja svih koju učestvuju na poslovima razvoja, od projektovanja do isporuke i kasnije održavanja.

Iz svega navedenog vidi se dosta razloga zbog kojih se preporučuje korišćenje odgovarajućih standarda, kako u fazi ugovaranja, tako i u fazama razvoja i kasnije eksploatacije (Jovanović, M., 2010). Standardi iz IT domena mogu se podeliti u dve osnovne grupe: standardi kvaliteta i standardi dokumentacije. Ostali standardi koji se tiču terminologije i načina označavanja mogu se svrstati u neku od navedenih grupa.

### **1.3. STANDARDI U INFORMACIONIM TEHNOLOGIJAMA**

Tržište je postavljalo takve zahteve i imalo očekivanja prema softveru, kakve nije mogla zadovoljiti pojedinačna zanatska već samo industrijska proizvodnja.

To su:

- zadovoljenje raznovrsnih potreba odnosno opšta primenljivost softvera,
- razvoj softvera na kompleksan način uz računarsku podršku i CASE tehnologije,
- uobičajeno primenjen model prototipskog razvoja softvera,
- realizacija jeftinijeg softvera za korisnika obzirom da se ukupni troškovi dele na veliki broj kupaca,
- mnogo kraće vreme realizacije softvera,
- savremeniji i delotvorniji softveri koji se uobičajeno realizuju u softverskim kućama sa kompetentnijim i stručnijim osobljem i
- visok nivo kvaliteta softvera.

Da bi se mogla organizovati industrijska proizvodnja proizvoda, neophodno je da postoje standardi po kojima se oni razvijaju. Kako je razvoj softvera vrlo dinamičan, donošenje zvaničnih standarda nije sposobno da ga prati, pa se na tržištu prvo pojavljuju standardi koji predstavljaju zajednički dogovor određene grupe proizvođača ili standardi neke velike korporacije (npr. Microsoft) koji su na tržištu opšte prihvaćeni. Takvi standardi se nazivaju industrijski standardi i predstavljaju osnovu za pokretanje procedure i donošenje zvaničnih standarda od strane međunarodnih ili nacionalnih organizacija koje se bave standardizacijom (npr. International Standard Organisation - ISO, American National Standard Institute - ANSI, Savezni zavod za standardizaciju).

Američko ministarstvo odbrane (US DoD) i vojska SAD su, kao najveći korisnici softvera, među prvima identifikovali potrebu i objavili čitav niz standarda iz oblasti bezbednosti i zaštite informacionih i komunikacionih tehnologija koji su . Ovi standardi su nametnuti i ostalim članicama NATO pakta a kasnije su prihvaćeni ili prilagođeni za civilnu upotrebu. Objavljivanjem standarda MIL-STD-498, US DoD je 1994. godine pokušalo da u jednom dokumentu objedini sve zahteve za razvoj, kvalitet i dokumentaciju softvera. Međunarodna organizacija za standarde (ISO) je 1995. godine objavila standard ISO/IEC 12207 kojim svi vojni standardi (MIL-STD) stavljeni van snage. Iako je objavljivanjem vojnih standarda i njihova primena za civilne svrhe pokrenut točak istorije, njihova primena u industriji nije prihvaćena već je pokrenuta inicijativa da se gde god postoje komercijalni standardi ne primenjuju vojni.

Međutim, kvalitet softvera razvijenog za vojne namene podleže strožijim zahtevima i kriterijumima koji proističu iz specifičnosti vojne organizacije. Danas je iz oblasti softvera aktuelno preko 1000 zvaničnih standarda usvojenih od strane međunarodnih ili nacionalnih organizacija za standardizaciju, od kojih su više od 350 iz domena softverskog inženjerstva. Međutim, kod nas slika sasvim drugačija i u odnosu za svetske trendove standardizacije u ovoj oblasti, Srbija je u priličnom zakašnjenju, iako je na nacionalnom nivou savezni zavod za standardizaciju prihvatio preporuke međunarodnih i evropskih organizacija za standardizaciju i uglavnom preuzima ISO/IEC standarde kojima daje nacionalni predgovor i potrebna objašnjenja.

Ne treba očekivati da su svi međunarodni standardi savršeno sistematizovani, usklađeni po metodologiji i sadržaju, ali su bez sumnje snažan alat, uz čiju pomoć se može vršiti unapređenje projektantskih metoda i obezbediti kvalitet gotovih softverskih proizvoda. Međutim, radi sagledavanja različitih aspekata upotrebljivosti biće istraženi usvojeni standardi i preporuke iz oblasti upotrebljivosti koji utvrđuju metode, principe, procedure za ispitivanje i ocenjivanje karakteristika kvaliteta softvera i daju osnovu za formiranje metodologije vrednovanja i atestiranja softverskih proizvoda.

Standardizacija u informacionim tehnologijama doprinosi efikasnijem uspostavljanju informacionih funkcija, njihovoj većoj stabilnosti i lakšoj tranziciji. Primena međunarodnih, nacionalnih i internih standarda u procesu razvoja softverskih proizvoda stvara uslove za razvoj efikasnog, ekonomičnog, pouzdanog i sigurnog softverskog proizvoda. Standardizacijom procesa razvoja softvera, njegovim planiranjem, kvantifikovanjem i praćenjem, dokumentovanjem i neprekidnim poboljšanjem i unapređenjem stvaraju se preduslovi za realizaciju softverskih proizvoda definisanog kvaliteta. Dobro dokumentovani sistem, u skladu sa standardima, je lako zamenjiv, prenosiv sa jedne softverske i hardverske platforme na drugu i štiti investiciju.

Vrednovanje i standardizacija alata koji se koriste u procesu razvoja informacionih sistema stvaraju mogućnost da kvalitet samog procesa, kao i krajnjih proizvoda, bude na željenom i očekivanom nivou. Posmatrano sa stanovišta složenih informacionih sistema, u čijem razvoju i implementaciji učestvuje više organizacija, primena standarda, ne samo da obezbeđuje odgovarajući kvalitet krajnjeg proizvoda i procesa razvoja, nego stvara mogućnosti za razmenu projekata između pojedinih organizacija, olakšava obuku korisnika i stvara uslove za zajednički rad na projektima predstavnika različitih organizacija.

Nagli razvoj softvera iz različitih oblasti uslovio je i razvoj standarda i alata za razvoj i upravljanje softverom. Raznovrsnost je uzrokovala probleme u upravljanju softverom i

uslovila potrebu da se definiše zajednički okvir koji bi omogućio svima koji učestvuju u razvoju, projektovanju i upravljanju softverom u njihovim okruženjima da „govore istim jezikom“.

Standard je tako projektovan da se može prilagoditi potrebi organizacije, projekta ili specifičnoj primeni. Može se primeniti u slučajevima kada je softver samostalan entitet ili sastavni deo složenog sistema.

Stanje u softverskoj tehnologiji još ne obezbeđuje dovoljno dobru i široko prihvaćenu šemu za ocenjivanje kvaliteta softverskih proizvoda. Od 1976. godine urađeno je mnogo od strane pojedinaca na definisanju osnove za kvalitet softvera. Usvojeni su i prošireni mnogi modeli McCall-a (McCall et al., 1977, 1978), Boehm-a (Boehm et al., 1976, 1978), Eason-a (Eason, 1984), Shackel-a (Shackel, 1991), Nielsen-a (Nielsen, 1993) i drugi.

Duže vreme pouzdanost je bila jedini način za merenje kvaliteta. Vremenom su kroz razne studije predloženi i drugi modeli. Iako su studije bile korisne, stvorile su zabunu, zbog toga što su ponuđeni mnogi aspekti kvaliteta. Dakle, postojala je potreba za jednim modelom standarda. Iz tog razloga je ISO/IEC JTC1 počeo da radi na usaglašavanju i ohrabruje opšte prihvaćenu standardizaciju.

Prva razmatranja potiču iz 1978. godine, a 1985. godine počeo je razvoj standarda ISO/IEC 9126. Predloženi modeli prvenstveno uvode svojstva softvera koja zavise od aspekata primene ili implementacije, radi opisivanja kvaliteta softvera. Prvi korak ISO tehničkog komiteta u sistematskom uređivanju svojstava je propao zbog nedostatka definicija. Eksperti su različito interpretirali termine. Sve pominjane strukture nisu imale zajednički osnovu. Na kraju je odlučeno da je najbolji način za postavljanje međunarodnog standarda postavljanje skupa karakteristika koje se zasnivaju na definiciji kvaliteta (ISO/IEC 9126, 1991).

Konačno, nastali su i prvi standardi koji se odnose na kvalitet proizvoda i kvalitet softvera: ISO 9000, ISO/IEC 9126 i mnogi drugi prateći standardi.

Prilikom nabavke i implementacije softvera, postoji niz uobičajenih pitanja koja su uvek aktuelna. Neka od njih su: Da li softver raspolože sa zahtevanim funkcijama? Koliko je softver pouzdan? Koliko je softver efikasan? Da li je softver lak za upotrebu?

Ova uobičajena pitanja inicirala su pojavu standarda ISO/IEC 9126, krajem 1991. godine. Usvajanje ovog standarda, bilo je važna prelomna tačka u standardizaciji kvaliteta softvera i metoda za njegovo merenje.

Danas se standardi primenjuju u mnogim granama. Naravno, kako se informacione tehnologije ubrzano razvijaju u svakom pogledu i ispunjavaju sve sfere života, tako i standardi postaju prateći element koji uvodi red i omogućava kontinuitet napretka.

Postoje dva osnovna tipa standarda:

1. Standardi proizvoda (određuju karakteristike i funkcionalne zahteve proizvoda) i
2. Standardi procesa (određuju način na koji proizvodi treba da budu razvijeni).

Međutim, najčešće preporučivani standardi za softver oslanjaju se na koncepciju opštih standarda kvaliteta i grupišu se prema oblastima primene na:

- Standarde kvaliteta softvera,
- Standarde dokumentacije,
- Standarde životnog ciklusa i
- Standarde struke.

Primena ovih standarda olakšava vrednovanje softvera, predviđanje i objektivnu procenu kvaliteta, a radi donošenja odluke o izboru novog proizvoda, upoređenja sa drugim proizvodima, ocene pozitivnih i negativnih efekata proizvoda ili odlučivanja o unapređenju ili zameni proizvoda.

Za projekte gde je upotrebljivost izuzetno značajna preporučuje se CIF standard (Common Industry Format for Usability Test Reports), koji je odobrila organizacija ANSI/NCITS, a koji sveobuhvatno i precizno razrađuje zahteve i metode vrednovanja upotrebljivosti, načina provere softvera i hardvera, forme i sadržaja izveštavanja.

Do sada smo navodili opšte standarde za softver, međutim za definisanje kvaliteta softvera za posebne namene neophodno je postaviti odgovarajuće standarde za softver u toj oblasti tzv. „strukovne“ standarde, a koji bi se primenjivali kod ugovaranja specijalizovanih softvera.

## **2. WEB ZASNOVANI GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI**

### **2.1. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI (GIS)**

Karte su se tradicionalno koristile za istraživanje Zemlje i iskorišćavanje njenih bogatstava. Sve do skoro, prostorni podaci prikazivani su analognim mapama. Sve vrste atributnih podataka vođene su po spiskovima ili po opisima. U slučaju upita, sve potrebne informacije su morale da se prikupe pretraživanjem mapa ili arhiva. Razvojem digitalnih mapa stvorena je mogućnost da se za mapu vežu i objekti sa svojim direktnim atributnim podacima, a te informacije se čuvaju u pripadajućim bazama podataka. GIS tehnologija, kao proširenje kartografske nauke, unapredila je efikasnost i analitičku snagu tradicionalnog kartiranja.

GIS predstavljaju posebnu vrstu informacionih sistema koji omogućavaju prikupljanje, skladištenje, obradu i analizu geografskih podataka. Geografskim podacima podrazumevaju se podaci čiji je položaj u prostoru (na Zemlji) definisan odgovarajućim koordinatama (Jovanović et al., 2012). Geografski podaci imaju prostornu i neprostornu (alfa numeričku ili tzv. atributivnu) komponentu. GIS je kompjuterski sistem za prikupljanje, obradu, prenos, arhiviranje i analizu podataka koji imaju i geografske reference (Čekerevac et al., 2010).

GIS je instrument visokog kvaliteta koji podržava proces donošenja odluka. GIS je skup baza geopodataka, programa i hardvera koji pruža mnoge mogućnosti u manipulacijama prostornim podacima, povezivanjem grafičkih podataka o prostoru sa tabelarnim podacima - atributima. Na taj način se postiže veća efikasnost u upravljanju prostornim resursima i planiranju budućih potreba zajednice.

Savremene GIS tehnologije koriste informacije u digitalnom obliku. Najčešći metod za konverziju štampane karte u digitalni oblik je digitalizacija uz CAD (computer-aided design) programa i mogućnosti georeferenciranja.

Iako se GIS može posmatrati i kao interdisciplinarna oblast koja povezuje kartografiju, računarstvo, geografiju i druge oblasti, za većinu korisnika mapa (ili karata) GIS je vizuelni informacioni sistem baziran na mapama. Zajednička komponenta svih definicija je da GIS omogućuje rad sa prostornim (georeferenciranim) podacima, koji se vezuju za neku lokaciju na površini Zemlje.



GIS se koristi geografski referenciranim podacima dobro isto kao i neprostornim podacima i sadrži operacije koje omogućuju prostornu analizu. Podrška u donošenju odluka pri upravljanju zemljištem, resursima, transportom ili bilo kojim prostorno distribuiranim entitetom, je zajednička osobina GIS-a. GIS se može upotrebiti ne samo za izradu karata, nego i slika kao što su crteži, animacije ili drugi kartografski proizvodi, za šta se koristi funkcija vizuelizacije.

Nije lako precizno definisati GIS, jer bi svaki korisnik dao svoju definiciju. Zato je najbolje krenuti od klasičnih definicija iako se uloga GIS-a stalno menjala, naročito poslednjih godine.

Jedna od definicija GIS-a koju je dao Cowen (Cowen, 1988) naziva GIS "sistemom za podršku u odlučivanju zasnovanom na prostornim podacima". GIS predstavlja značajan alat za unos, čuvanje, manipulisanje, analizu i prikazivanje velikog broja prostornih podataka i može se koristiti za lakše prostorno donošenje odluka i planiranje (Congalton and Green, 1992). Većina podataka prikupljena u GIS-u prostorno je indeksirana, i podacima je moguće upravljati velikim brojem postupaka kako bi se odgovorilo na upite o prostornim entitetima koji se nalaze u bazama podataka.

Geografski informacioni sistemi se mogu shvatiti kao racionalno organizovani skupovi računarskog hardvera, softvera, geografskih podataka i korisnika koji su projektovani tako da omogućavaju efikasno prikupljanje, čuvanje, sređivanje, manipulisanje, analizu i prostorno prikazivanje geografskih i svih drugih informacija koje su od interesa za korisnika (Radivojević et al., 2007).

GIS povezuje prostorne i druge oblike informacija u jedinstven sistem. On nudi postojano radno okruženje za analizu geografskih podataka. Pretvaranjem mapa, karata i drugih oblika prostornih informacija u digitalan oblik, GIS nam omogućava manipulisanje i prikazivanje geografskog znanja na novi i mnogo objektivniji način.

GIS je u prednosti u odnosu na ostale informacione sisteme, ne samo po postojanju prostornih podataka, već i po tome što upravlja velikim brojem svojstava objekata, što zahteva složene koncepte za opis geometrijskih osobina i topoloških veza među objektima. GIS se ponekad izjednačuje sa digitalnim mapama, jer one čine osnovu ili podlogu na kojoj GIS upravlja prostornim objektima.

### ***2.1.1. Mogućnosti GIS-a***

Da bi odgovorio svojoj nameni, svaki GIS softver mora da pruži brojne mogućnosti za prostornu analizu i vizuelnu interpretaciju podataka, a koje zavise od oblasti u kojima se

koriste, ali je uobičajeno da većina GIS-eva može izvršiti sledeće funkcije (Jovanović et al., 2012):

1. *manipulisanje geografskim podacima i njihova transformacija,*
2. *odgovor na upit.* - postavljanje upita u vezi sa geografskim odnosima i
3. *analitičke funkcije* - izračunavanje površina, konstrukcija buffer zona, 3D funkcije (digitalni modeli terena), mreže funkcija itd (Kukrika, 2000).

Manipulisanje i transformacije geografskih podataka se odnose na podatke koji su već oformljeni. Ipak, prave mogućnosti GIS-a najbolje se mogu sagledati kroz različite vrste analiza koje se mogu izvršavati na podacima u prostornoj bazi.

Upiti spadaju u najosnovnije forme analize putem GIS-a, pomoću kojih GIS daje jednostavne odgovore na pitanja korisnika (Longley et al., 2005). Zahvaljujući prostornim podacima kojima GIS raspolaže moguće je dobiti odgovore na upite kojima mapa služi kao podloga za prikaz rezultata, ili kao alat za postavljanje upita i kao podloga za prikaz rezultata upita. Najveća snaga i potencijal GIS-a leži u sposobnosti odgovora na sledeća pitanja (Jovanović et al., 2012):

1. „Šta je tamo...?“. Geografske analize u ovom slučaju podrazumevaju definisanje objekata, procesa ili pojava koje su postale predmet interesovanja. Ta definicija može biti data kroz atributivne ili prostorne podatke.
2. „Gde je to...?“. Ovo pitanje se odnosi na lokaciju geografskog entiteta i dobija se primenom geometrijske analize (u tački, krugu, okviru, poligonu, koridoru, na putanji itd.).
3. „Šta se u međuvremenu promenilo sa tim entitetom...?“. Vremenski prikaz, šta se desilo sa proučavanim objektom, pojavom ili procesom u prethodnom periodu su veoma važne jer se vremenskom analizom mogu dobiti projekcije i trendovi u narednom periodu.
4. „Šta će se desiti ako...?“. Ove analize predstavljaju simulaciju različitih mogućih stanja sistema kao rezultat definisanja različitih scenarija.

Sve analitičke funkcije GIS-a se mogu grupisati u (Jovanović et al., 2012): analitičke funkcije na geografskim podacima i analitičke funkcija na atributskim podacima.

Primenom aritmetičkih i logičkih operacija u postupku analize geografskih podataka moguće je odgovoriti na sva pitanja – „gde?“ (lokacione karakteristike), „šta?“ (tematske karakteristike) i „kada?“ (vremenski atributi), kao i na sve moguće kombinacije ovih pitanja.

Prethodno navedene jednostavne analize mogu se kombinovati, kao i brojne druge, da bi se uradila kompleksna GIS analiza. Korišćenjem GIS-a moguće je kreirati detaljne modele realnog sveta da bi se rešili komplikovani problemi.

Upotrebom GIS-a mogu se ostvariti niz povoljnosti kao što su:

- povećana sigurnost podataka.
- očuvanje integriteta i kvaliteta podataka,
- smanjenje redundantnosti podataka (posebno prostornih),
- povećanje konzistentnosti podataka i
- upotreba različitih izvora podataka.

Pored navedenih prednosti, GIS omogućuje i vizuelni prikaz podataka kojima barata i utiče na smanjenje cene razvoja sistema. Funkcije koje GIS aplikacije mogu izvršavati zavise od oblasti u kojima se koriste ali je uobičajeno da većina GIS paketa mogu izvršiti sledeće funkcije:

- Prezentacija i tematsko mapiranje,
- Integracija baza podataka i ažuriranje,
- Odgovori na upite,
- Prostorna analiza,
- Preklapanje,
- Baferisanje i
- Poentiranje na poligone.

Sve ove funkcije se u GIS-u realizuju uz pomoć univerzalnih GIS operacija a koje se mogu grupisati u operacije za:

- analizu terena,
- analizu lokacije,
- pretraživanje,
- prostornu analizu,
- određivanje distribucije i suseda, i
- merenje rastojanja.

*Baferisanje* se koristi u prostornim analizama odnosa između dva objekta. Bafer u GIS tehnologiji predstavlja zonu fiksne širine oko nekog objekta na mapi. Za prostornu analizu značajno je poentiranje na poligone predstavlja mogućnost određivanja pripadnosti tačaka ili lokacija unutar odabranih područja - poligona..

*Preklapanje* je mogućnost prostornog poređenja objekata na mapi i atributa kroz dva ili više slojeva. Prostorni objekti mogu biti grupisani u slojeve (layer) koji se još nazivaju nivoi ili teme. Jedan sloj može prikazati jedan tip entiteta ili grupu entiteta koji su međusobno u nekoj vezi.

Zbog upotrebe podataka sa prostornim atributima, organizacija baze mora omogućiti *integraciju prostornih i neprostornih podataka*. Promena lokacije objekta prikazanog na mapi mora biti praćena odgovarajućom promenom podataka u bazi.

*Interpretacija geografskih podataka* vrlo često je u obliku niza brojeva ili tabela što je nerazumljivo običnim korisnicima računara. Međutim, ti podaci postaju vrlo razumljivi ukoliko se vizuelno prikažu na odgovarajući način. Bez upotrebe vizuelnog prikaza karata, planova, mreža infrastrukture i drugih važnih objekata, GIS bi bio vrlo skromnih mogućnosti (Kukrika, 2000). Prezentacija i tematsko mapiranje je mogućnost koja se kod korisnika najviše upotrebljava. Prikazivanje objekata na određenim lokacijama vrši se uz upotrebu prezentacionih mapa koje mogu biti georeferencirane. Pored prostornih podataka o objektu koji su izraženi njegovom pozicijom na mapi, mogu se prikazati i drugi atributi objekta. Upotrebna vrednost GIS-a se najviše ogleda prilikom prezentacionog mapiranja.

Pored toga, GIS se koristi i u analizi prostornih podataka. *Prostorna analiza* obuhvata analizu rastojanja, susedstva, pripadanja, preklapanja, približnosti, i dr, među objektima prikazanim na mapi. Predstavlja jednu od najvažnijih funkcija za podršku u donošenju odluka.

Pojavom GIS tehnologija učinjen je veliki napredak u digitalnom predstavljanju prirodnog i prostornog izgleda topografske (reljefne) površine i grafičke vizuelizacije njenih morfometrijskih elemenata. Najsavremeniji metod visinskog predstavljanja zemljišta i reljefnih oblika predstavlja digitalni model terena (DMT). DMT predstavlja osnovu za vizuelizacija koja pruža stvarni doživljaj prostora i na sasvim kvalitativno nov način omogućava sagledavanje prostornih odnosa, reljefnih svojstava i analizu morfometrijskih parametara reljefa. Na osnovu izrađenih digitalnih modela, a radi vojnogeografske procene geoprostora, moguće je brže, kvalitetnije, kompleksnije, preciznije i racionalnije sagledati topografsku površinu i vršiti kvantitativnu analizu reljefa (Gigović, 2010).

Međutim, u praksi, digitalni model je namenjen i najčešće korišćen za izvođenje brojnih složenih morfometrijskih analiza uz pomoć GIS-alata za: automatsko izračunavanje površina, iscrtavanje uzdužnih i poprečnih profila, sagledavanje ekspozicije padina, izračunavanje nagiba reljefa, analizu konkavnih površina, analizu optičke vidljivosti terena i neposredno izabranih tačaka (Gigović, 2010). Pomenuti način vojnogeografske analize ima očigledne

prednosti koje se pre svega odnose na uštedu vremena, a takođe i u tačnosti dobijenih podataka (Gigović, 2010).

Najčešće korišćene vrednosti morfometrijskih obeležja u vojnim analizama terena odnose se na vidljivost, nagib reljefa, ekspoziciju padina i vizuelizaciju (Gigović, 2010). Relevantnost i tačnost analize morfometrijskih parametra, računatih na osnovu rasterskog DMT, zavisi od tačnosti i rezolucije samoga izvornog modela visina.

Zbog navedenih mogućnosti, tehnologije geografskih informacionih sistema su svoju primenu našle u raznim oblastima svakodnevnog života. Postojećim GIS aplikacijama rešavaju se problemi vezani za mreže ulica i puteva, olakšava upravljanje prirodnim resursima, vrši parcelisanje zemljišta, lociraju se podzemne cevi i kablovi. GIS zalazi u sve oblasti koje barataju prostornim objektima i koriste se mapama.

GIS se uspešno može primenjivati u svim oblastima koje koriste podatke vezane za karte. Danas, posle nekoliko decenija razvoja, GIS je dokazao svoje prednosti u svim oblastima gde se zahteva vizuelizacija prostornih podataka i manipulisanje velikim brojem podataka, i nalazi primenu u svim vladinim institucijama i agencijama, od republičkog nivoa do lokalnih samouprava, a u poslednje vreme i u poslovanju preduzeća koja se bave transportnom logistikom, trgovinom nekretninama, marketingom, turizmom i sličnim domenima. GIS se značajno koristi u upravljanju vanrednim situacijama uzrokovanim prirodnim katastrofama (poplave, zemljotresi i sl.) jer može značajno doprineti brzom i efikasnijem organizaciji spasilaca i humanitarnih radnika na terenu. Uvezivanjem GPS uređaja sa GIS-om primenu nalazi u transportnoj logistici jer omogućava jednostavno praćenje pokretnih objekata u realnom, bez obzira gde se nalaze u svetu (na kopnu, moru ili vazduhu), i prikaz njihovih pozicija na adekvatnoj geografskoj podlozi. (Čekerevac et al., 2010).

GIS za specifičan domen primene se ne može jednostavno kupiti, već mora biti razvijen po zahtevima za specifične potrebe organizacije koja namerava da ga eksploatiše.

## **2.2.WEB APLIKACIJE**

Informacioni sistemi predstavljaju dominantan tip aplikacija u oblasti računarskih tehnologija. Na njihovom razvoju i održavanju angažovan je veliki broj IT stručnjaka. Osnovni zadatak informacionih sistema je podrška procesima prikupljanja, obrade, analize i predstavljanja informacija.

U prošlosti, informacioni sistemi su bili oslonjeni isključivo na informacije koje su bile dostupne u lokalnom okruženju. Zahvaljujući ubrzanom razvoju informacionih i komunikacionih tehnologija, korisnici informacionih sistema danas na raspolaganju imaju

ogromnu količinu informacija. U softverskom inženjerstvu, velika pažnja poklanja se načinima integracije informacija i predstavljanju integrisanih informacija. Moderni informacioni sistemi imaju mogućnost predstavljanja informacija iz velikog broja distribuiranih i heterogenih izvora informacija: baze znanja, baze podataka, digitalne biblioteke, sistemi elektronske pošte i sl. Osnovu za dostizanje ovakvog nivoa u razvoju informacionih sistema predstavlja razvoj Interneta i Web-a i korišćenja Interneta kao osnovnog radnog i razvojnog okruženja. Web ima značajan uticaj na pristup ogromnim količinama informacija dostupnih preko Interneta. U cilju realizacije sistema koji imaju mogućnost integracije informacija i vizuelizacije integrisanih informacija sve češće se koriste Web-zasnovana rešenja. Rešenja iz ove grupe Web aplikacija mogu se ubrojati u Web portale za pristup integrisanim informacijama.

Najefikasniji način vizuelizacije integrisanih informacija jeste korišćenje Web aplikacija. Bez obzira na to da li posmatrana Web aplikacija vrši integraciju informacija ili koristi usluge izdvojenog sistema za integraciju informacija, ona u ovoj situaciji predstavlja pristupnu tačku ka integrisanim informacijama. Imajući u vidu da su u pitanju informacije prikupljene iz heterogenih izvora, ovakve Web aplikacije mogu se nazvati Web portalima za pristup različitim izvorima informacija.

Razvoj i korišćenje Web aplikacija ne predstavlja novost u oblasti softverskog inženjerstva. Uporedo sa razvojem Internet tehnologija, menjao se i način razvoja i korišćenja aplikacija koje se baziraju na Internetu. Zahvaljujući svom radnom okruženju, Web aplikacije imaju mogućnost pristupa podacima iz heterogenih izvora informacija i njihovog kombinovanja (integracije) pa se mogu posmatrati kao pristupne tačke ka različitom sadržaju koji se prikazuje na zahtev korisnika.

Web rešenja za integraciju informacija mogu biti od posebnog značaja u okruženju velikih kompanija (Bogdanović et al., 2009). Naime, velike kompanije, bez obzira na njihovu primarnu oblast delatnosti, u većini slučajeva poseduju veći broj informacionih sistema. Ovi informacioni sistemi, najčešće funkcionišu potpuno nezavisno i generišu lokalne podskupove informacija (Stanimirović et al., 2007). Svi ovi lokalni podskupovi informacija su u vlasništvu kompanije koja je vlasnik i informacionih sistema koji su ih generisali. Mogućnost integracija lokalnih podskupova informacija omogućila bi zaposlenima obavljanje složenih analiza funkcionisanja kompanije, što bi za posledicu imalo efikasnije funkcionisanje kompanije u celini (Stoimenov et al., 2006). U ovim situacijama, rešenja zasnovana na Web tehnologijama mogu se pokazati kao odličan izbor. Iz tog razloga, razvoj i korišćenje Web

aplikacija trenutno predstavlja jedan od najpopularnijih pravaca istraživanja u oblasti softverskog inženjerstva.

Ukoliko se kao rešenje za vizuelizaciju i integraciju informacija odabere rešenje zasnovano na Web tehnologijama, prednosti koje ovakav izbor donosi su višestruke. Web tehnologija je pre svega zasnovana na vizuelnoj dimenziji i namenjena je za ljudsku upotrebu. Ipak, evolucija Web-a je stvarala potrebu promene korisnika ove tehnologije, tako da se ona sve više automatizuje.

Web aplikacije koriste javno dostupne i besplatne Web čitače i ne zavise od softverske platforme na strani korisnika. Web čitači predstavljaju univerzalni interfejs za prikaz podataka bilo kog formata. Izmene korisničkog interfejsa sprovode se izmenom programskog koda na Web serveru kada odmah postaju vidljive za sve korisnike.

Međutim, presudnu ulogu za prihvatanje Web aplikacije ima njihova upotrebljivost kao najvažniji faktor kvaliteta. Uporedo sa rastom popularnosti Web aplikacija rasla je pažnja koja se poklanja vrednovanju upotrebljivosti u svim fazama životnog ciklusa. U eri hiperprodukcije složenog i sofisticiranog Web softvera upotrebljivost je ključan faktor kvaliteta koji će odrediti njihov uspeh odnosno dalju sudbinu.

Trenutno su aktuelne Web aplikacije koje se mogu svrstati u grupu Web 2.0 aplikacija (O'Reilly, 2005). Između Web 1.0 i Web 2.0 aplikacija postoje izvesne razlike u tehnologijama koje se koriste za njihovo kreiranje, međutim glavna razlika se odnosi na način na koji projektanti i krajnji korisnici posmatraju aplikaciju i njeno korišćenje.

Korisnici Web 2.0 aplikacija mogu posedovati sopstvene podatke vezane za aplikaciju i imati potpunu kontrolu nad njima, a takođe i kreirati dodatke u interfejsu aplikacije. Na taj način, oko aplikacije se kreira grupa korisnika koji svojom participacijom doprinose razvoju aplikacije. Web 2.0 aplikacije podstiču kolaborativni način rada i korišćenja Interneta koji premešta centar pažnje sa softvera i podataka aplikacije na zajednicu korisnika kreiranu oko aplikacije. Intuitivan, bogat i interaktivan korisnički interfejs jedna je od dominantnih karakteristika Web 2.0 aplikacija. Osnovu izgradnje interfejsa predstavlja AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) tehnologija (Eernisse, 2006).

### ***2.2.1. Specifičnosti web aplikacija***

I Web aplikacije, poput „tradicionalnog“ softvera, podrazumevaju izvorni i izvršni kod, trajno smeštene podatke, arhitekturu, zahteve, dizajn, testiranje itd... Između Web aplikacija i tradicionalnih softverskih sistema postoje određene razlike koje proističu iz specifične sredine u kojoj se razvijaju, održavaju i koriste. Neke od njih su (Murgesan, 2008):

- Vremenski rokovi za razvoj Web aplikacija su značajno kraći i to utiče na izbor metoda i tehnika za njihov razvoj.
- Ubrzano nagomilavanje novih Web tehnologija i konkurentski pritisak da se one upotrebe donosi neke koristi, ali i značajne izazove pri razvoju i održavanju Web aplikacija.
- Veća nestabilnost zahteva, t.j. češća potreba za izmenama sadržaja, funkcionalnosti, strukture, navigacije, implementacije i sl.
- Sredina u kojoj su Web aplikacije smešene i u kojoj funkcionišu je nepredvidiva u odnosu na sredinu u kojoj funkcionišu tradicionalne softverske aplikacije, te nepredvidivost propusnog opsega ili dostupnosti Web servera mogu uticati na korisničko iskustvo.
- Web aplikacije mogu zatajiti iz mnogo različitih razloga. Posledice neuspeha i nezadovoljstva korisnika Web aplikacije mogu biti znatno ozbiljnije (skuplje) nego kod konvencionalnih IT sistema.
- Potrebe za sigurnošću i privatnosti su veće kod Web nego kod tradicionalnih softverskih aplikacija.
- Web može biti korišćen od strane velike, raznovrsne, udaljene grupe korisnika, koji imaju različite zahteve, očekivanja, nivo znanja i raznovrsne platforme na kojima koriste aplikaciju.
- Nelinearna navigacija i nepredvidljivo ponašanje korisnika.
- Web aplikacije su obično namenjene globalnoj korisničkoj bazi i moraju da zadovolje brojne i različite zahteve u pogledu nacionalnih i kulturnih osećanja i standarda.
- Komponente Web softvera se kreiraju dinamički i dosta su slabije spregnute nego kod ranijih vrsta softvera, a tok korisničkih izbora kroz aplikaciju zavisi od stanja sistema (Offut, 2003).

Prethodno navedena svojstva ukazuju na to da su Web aplikacije prilično specifični softverski proizvodi. Iz tih razloga, mnogi istraživači iz oblasti kvaliteta Web aplikacija u svojim radovima (Bublione, 2002; Becker and Olsina, 2010; Olsina and Molina, 2008; Lew and Olsina, 2011) ukazuju da postojeći modeli kvaliteta, navedeni u važećim ISO/IEC standardima, nisu pogodni da bi opisivali kvalitet Web aplikacija.

### **2.3. WEB GIS APLIKACIJE**

Uticaj Interneta kao razvojnog okruženja očigledan je i u oblasti razvoja Geografskih Informacionih Sistema (GIS). Trenutno najpopularnije GIS aplikacije podrazumevaju korišćenje Interneta kao osnovnog okruženja za rad sistema, te stoga predstavljaju evoluciju standardnih GIS sistema i mogu se svrstati u grupu Web GIS aplikacija (Milosavljević i dr,



2005). Pod terminom Web GIS se podrazumeva distribucija prostornih podataka za korisnike preko Web pretraživača odnosno njihovih interfejsa. Može se reći da je Web GIS bilo koji GIS koji koristi Web tehnologiju da bi komunicirao među svojim komponentama. U zavisnosti od softverskih mogućnosti korisnici Web GIS-a mogu da prikazuju prostorne podatke, da ih analiziraju ili da postavljaju upite.

Web GIS aplikacije implementiraju standardni skup GIS funkcionalnosti i čine iskorak u pogledu mogućnosti koje nudi novo radno okruženje (Eernisse, 2006). Osnovna prednost korišćenja Web GIS rešenja ogleda se u činjenici da ova rešenja omogućavaju povezivanje različitih tipova informacija u prostornom kontekstu i generisanje novih informacija i zaključaka na osnovu ovako ostvarenih veza. Web GIS rešenja omogućavaju integraciju informacija na način na koji je to moguće ostvariti korišćenjem jedino nekog od alata iz grupe GIS sistema. Karakteristike Web aplikacija donose prednost Web GIS sistemima u odnosu na ostale alate iz grupe GIS sistema.

Korišćenjem standardnih formata podataka podržanih od strane Web čitača moguće je prikazivati, pretraživati i procesirati prostorne i geopodatke. Internet infrastruktura, kao i infrastruktura drugih komunikacionih sistema (bežična komunikacija i intranet), olakšavaju pristup, obradu i distribuciju geoinformacija i funkcija za geoprocesiranje (Shaig, 2001). Web aplikacije koje koriste ove mogućnosti nazivaju se Web geografskim informacionim sistemima (Web GIS). Korišćenje Interneta kao osnove za razvoj GIS-a omogućava distribuciju prostornih i geopodataka mnogo širem auditorijumu nego što je to bio slučaj kod tradicionalnog GIS-a (Shaig, 2001). Do prostornih i geopodataka je moguće doći sa bilo koje tačke koja ima pristup Internetu i to korišćenjem standardnih Web čitača.

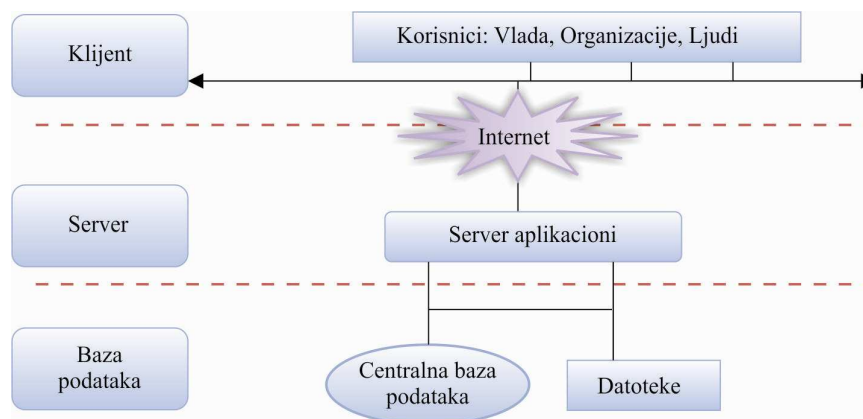
Aplikacije koje za svoje osnovno radno i razvojno okruženje imaju Internet, prošle su kroz više faza koje su definisale različite načine izgradnje i eksploatacije ovih aplikacija. Razvoj novih tehnologija je izmenio metodologiju i način razvoja savremenih Web GIS aplikacija. Iz tog razloga javila se potreba za osavremenjavanjem postojećih Web GIS aplikacija i proširenjem njihovih funkcionalnosti. Web GIS sa kakvim se danas susrećemo na Internetu umnogome se razlikuje od prvih implementacija ovih sistema. Za razliku od statičkog Web GIS-a koji je prikazivao unapred pripremljene mape ili dinamičkog Web GIS-a koji je svu funkcionalnost prebacivao na stranu servera, moderne Web GIS aplikacije poseduju klijente koji implementiraju veliki deo funkcionalnosti. Ovakva rešenja temelje se na korišćenju podataka iz različitih izvora, njihovom kombinovanju, pretraživanju, procesiranju, prikazivanju i promenama u zavisnosti od potreba korisnika. Aplikacija koja bi vršila integraciju i vizuelizaciju informacija iz različitih izvora vezanih za geografske objekte

na posmatranom području pripadala bi grupi GIS aplikacija, odnosno Web GIS aplikacija, ukoliko želimo da integrisane informacije budu dostupne što većem broju korisnika. U ovakvim situacijama optimalno rešenje je korišćenje Web GIS portala, koji bi predstavljao jedinstvenu pristupnu tačku ka informacijama iz heterogenih izvora vezanih za isto geografsko područje. Web GIS portali za prikaz integrisanih informacija koriste se u različitim oblastima.

### **2.3.1. Arhitektura Web GIS aplikacija**

Web GIS aplikacije imaju klijent/server arhitekturu (slika 2.1), koja ima klijentsku i serversku stranu. U ovoj arhitekturi korisnici, na strani klijenta, komuniciraju sa GIS aplikacijom kroz Internet koristeći neki raspoloživi pretraživač (browser). Web pretraživač je klijent koji vrši funkciju prezentacije, dok je web server udaljeni server koji vrši skladištenje podataka, ekstrakciju i obradu (Alesheikh et al., 2002; Soltanieh et al., 2003).

Web pretraživač igra ulogu interfejsa između korisnika i GIS-a i može se pokrenuti na bilo kom računaru na kome korisnici imaju pristup Internetu. Aplikativni server obavlja važne funkcije obrade podataka, kompleksne analize, proračune i dozvoljava komunikaciju između klijenta i GIS-a. Aplikativni serveri takođe pomažu organizacijama da dele svoje informacije uz pomoć jednostavnih web servisa. Server baze podataka uključuje sistem za upravljanje bazama podataka koji čuva i upravlja podacima koje koristi aplikativni server (Hossack. et al., 2004; Lan et al., 2009). Mnoge GIS aplikacije koriste i više od jedne baze podataka, a različite baze podataka mogu da se čuvaju na različitim serverima, što ponekad može izazvati duže vreme odziva zbog puta za GIS aplikacije, a koje je potrebno da se podaci sastave i vrate korisničkom interfejsu.



SLIKA 1. TIPIČNA ARHITEKTURA WEB ZASNOVANIH GIS APLIKACIJA

Kao posledica postojanja više razvojnih faza postoji veći broj generacija Web aplikacija. Trenutno je aktuelna druga generacija Web GIS rešenja koja predstavlja evoluciju prve generacije (Eernisse, 2006) i razlikuje se od prethodne po načinu implementacije i ponuđenim funkcionalnostima. Servisi koje koriste, problem koji rešavaju i prethodno iskustvo u razvoju, predstavljaju dodirne tačke dve generacije rešenja.

Osnovna odlika Web GIS rešenja druge generacije je da su intuitivni sa bogatim i interaktivnim korisničkim interfejsom. Izgradnja ovakvog interfejsa zasnovana je na upotrebi AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) tehnologije (Eernisse, 2006), koja korisnicima omogućava kreiranje sopstvenih dodataka u interfejsu aplikacije. Ovaj trend nije zaobišao ni geografski domen, pa smo svedoci razvoja i korišćenja Web 2.0 aplikacija koje mogu prikazivati, procesirati i pretraživati prostorne i geopodatke. Aplikacije ovog tipa pripadaju grupi Web GIS aplikacija i često se označavaju kao GeoWeb 2.0 aplikacije. Koristeći Internet kao svoje osnovno radno okruženje, GeoWeb 2.0 aplikacije imaju mogućnost distribucije prostornih i geopodataka mnogo širem auditorijumu nego što je to bio slučaj kod tradicionalnih GIS aplikacija. Korišćenjem ovih aplikacija moguće je doći do prostornih i geopodataka sa bilo koje tačke koja ima pristup Internetu.

Web GIS je načinio i korak dalje u smislu arhitektura Web 2.0 aplikacija. Najpopularnija rešenja iz ove oblasti danas su često portali ka prostornim i geopodacima. Korisnicima je na raspolaganju mogućnost kreiranja sopstvenih mapa, personalizacija izgleda aplikacije, dodavanje i izmena postojećih podataka i kombinovanje prostornih sa drugim tipovima podataka. Pobrojane mogućnosti dodaju kolaboracioni aspekt Web GIS-u i približavaju ga grupi Web 2.0 aplikacija pa je zbog toga sve češće u upotrebi termin GeoWeb 2.0 za ovakav tip aplikacija (GIS Matters, 2006). Porast broja različitih hardverskih arhitektura i pojava novih operativnih sistema otežavaju i usložavaju razvoj efikasnih i jeftinih aplikacija. Web GIS klijent predstavlja aplikaciju koja se izvršava na klijentskom računaru i podržava niz različitih funkcionalnosti koje omogućavaju vizuelizaciju geo-prostornih podataka. Savremene Web GIS aplikacije pružaju klijentima mogućnosti koje su nekada bile svojstvene za serversku stranu GIS sistema kao što su: dodavanje vektorskih objekata na mapu, personalizacija izgleda aplikacije, izvršavanje složenih prostornih upita, dodavanje novih podataka u aplikaciju i sl.

Web 2.0 aplikacije, a samim tim i GeoWeb 2.0 aplikacije, projektovane su kao sistemi u kojima je uloga korisnika približena ulozi projektanata aplikacija. Svojom aktivnošću, korisnici aplikacija kreiraju sopstveni skup informacija koji postaje sastavni deo posmatrane aplikacije. Na ovaj način vrši se personalizacija izgleda i sadržaja aplikacije, obogaćivanje

izvora informacija vezanog za posmatranu aplikaciju i kreiranje zajednice korisnika okupljenih oko pojedinačnih aplikacija.

### ***2.3.2. Glavne osobine Web GIS aplikacija***

Internet i Web su u „sajber prostoru“ uklonili ograničenja realnih distanci u prostoru omogućavajući trenutni pristup informacijama bez obzira na to koliko su korisnici i server udaljeni. Ovaj kvalitet Web GIS-a daje brojne prednosti nad tradicionalnim desktop GIS aplikacijama, a one podrazumevaju:

- *Globalni pristup.* Web GIS aplikacije se publikuju centralizovano na jednom mestu i čitav svet ih može videti. Svaki korisnik, koji ima pristup Internetu, sa svog kućnog računara može pristupiti Web GIS aplikaciji.
- *Veliki broj korisnika.* U principu, tradicionalni desktop GIS koristi jedan korisnik u određeno vreme, dok Web GIS može biti korišćen od strane desetina i stotina korisnika simultano. To zahteva više standarde i performanse Web GIS-a u odnosu na desktop GIS.
- *Sposobnost rada na više platformi.* Većina klijenata Web GIS-a su Web čitači koji igraju ulogu interfejsa između korisnika i GIS-a i mogu se pokrenuti na bilo kom računaru koji imaju pristup Internetu. Zbog činjenice da postoje različiti Web čitači koji su karakteristični za različite operativne sisteme (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Apple Safari, Google Chrome, Opera i sl.) i da se svi ovi čitači u velikoj meri sastoje od HTML i JavaScript standarda, Web GIS koji se oslanja na HTML klijente obično podržava različite operativne sisteme.
- *Niski troškovi u odnosu na prosečan broj korisnika.* Većina Internet komponenti je besplatna za krajnje korisnike što se odnosi i na Web GIS. Organizacije koje imaju potrebu za GIS-om mogu smanjiti troškove njegove kupovine i održavanja jer zaposleni mogu postaviti i koristiti Web GIS kod kuće, na poslu ili na terenu.
- *Jednostavnost korišćenja od strane krajnjih korisnika.* Web GIS je namenjen za širu publiku, uključujući i one korisnike koji ne znaju ništa o GIS-u i njihova očekivanja su da Web GIS bude jednostavan za korišćenje, kao i regularna Web stranica. Lakoća upotrebe Web GIS aplikacija podstiče javno učešće, ali i obavezuje Web GIS programere da takav GIS prilagode i korisnicima koji nemaju nikakvo znanje o GIS-u.
- *Centralizovana dogradnja.* U Web GIS-u, proces dogradnje funkcioniše mnogo jednostavnije, jer je dovoljno da se izmene sprovedu centralizovano na jednom mestu (serveru) da bi ih videli svi.

- *Različita svrha upotrebe.* Za razliku od desktop GIS-a čija je upotreba ograničena na određeni broj GIS profesionalaca, Web GIS može biti korišćen od strane širokog broja korisnika, u različite svrhe, poslovne i lične prirode.

Prethodno navedene karakteristike otkrivaju prednosti i izazove sa kojima se suočava Web GIS. Na primer, lakoća upotrebe Web GIS-a stimuliše javno učešće, ali i obavezuje Web GIS programere da takav GIS prilagode i korisnicima koji nemaju nikakvo znanje o GIS-u. Veliki broj korisnika podržava brži razvoj GIS-a, ali takođe zahteva da Web GIS bude bolje optimizovan, tj. da bude sposoban da održi dobre performanse i sa povećanjem broja korisnika.

Web GIS aplikacije pružaju mnoge mogućnosti dizajnirane za konkretne namene ali ističu se nekoliko osnovnih GIS funkcionalnosti koje su implementirane kod većine (Steinmann et al., 2005) kao što su:

- pronalaženje lokacije (*Searching Locations*), pomoću adrese, imena grada ili zip koda,
- navigacija (*Navigation*), pomeranje mape u sva četiri pravca i zumiranje (uvećanje ili smanjenje),
- najkraći put (*Get Direction*), između dve izabrane lokacije,
- Štampanje mapa (*Printing Maps*),
- deljenje mapa (*Sharing Maps*) i
- kreiranje sopstvenih mapa (*Creating Maps*), smeštanje tačkastih (oznaka), linijskih i površinskih objekata na mapi, dodavanje tekstualnih i multimedijalnih sadržaja (audio, video, foto).

Web GIS aplikacije bi trebalo da su zasnovane na tri glavne komponente: upotrebljivost, tačnost podataka i interaktivnost. Korisnicima treba omogućiti da postavе prostorni upit i štampaju jasne rezultate za njihovu upotrebu. Međutim, korišćenje Web GIS aplikacija nije uvek jednostavno jer ih koriste ljudi sa različitim predznanjima a neke čak i nemaju funkcije koje su oni očekivali (Nivala et al., 2008). Web GIS aplikacije imaju potrebu za vrednovanjem upotrebljivosti kako u procesu razvoja tako i u toku eksploatacije (Koua& Kraak, 2004).

#### **2.4. WEB GIS APLIKACIJE SPECIJALNE NAMENE**

GIS specijalne namene pripada specijalizovanim GIS aplikacijama, koje obično nastaju primenom GIS tehnologija na specifične domene. U ovakvim slučajevima GIS se proširuje sa specifičnim funkcijama za vizuelizaciju i analizu podataka karakterističnim za izabrani

domen. Postojanje velikog broja GIS softvera nameće potrebu za utvrđivanjem nekih kriterijuma za evaluaciju i odabiranje prikladnog softvera za specijalne namene.

### ***2.4.1. GIS za vojne namene***

Većina aktivnosti kojima se bavi vojska ima prostorni karakter. Prostorno-vremenska komponenta je ključna u nelinearnom, asimetričnom borbenom okruženju koje se karakteriše visokim tempom borbenih aktivnosti i brzom promenom situacije na terenu. Narastanje broja dostupnih podataka u jedinici vremena otežava njihovu transformaciju u informacije korisne za podršku u donošenju pravovremenih odluka. Prema tome, ako se uzmu u obzir osnovne karakteristike savremenih borbenih dejstava, primena savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija u komandovanju predstavlja imperativ za sve savremene armije. Međutim, stepen korišćenja GIS-a, tehnološki nivo razvoja i implementacije GIS-a zavisi od ekonomske moći zemlje i namene njenih oružanih snaga.

GIS za vojne namene ima za cilj stvaranje jedinstvene, zajedničke osnove za razvoj i implementaciju unificiranih alata i funkcija nad zajedničkom bazom prostornih podataka, čija je namena vizuelizacija bojišta i obezbeđenje podrške komandovanju Vojskom u svim misijama u realnom vremenu.

Danas je nezamislivo vršiti vojnogeografsku analizu geografskih činioca bez GIS-a. Zamenom klasičnih analognih izvora podataka digitalnim, koji su zasnovani na digitalnom modelu terena, omogućena je primena algoritama za izračunavanje pojedinih parametara morfometrijske analize, čime se značajno ubrzava proces vojne analize terena (Gigović, 2010). Svakako da primena DMT-a u vojnoj analizi terena doprinese uštedi sredstava i vremena, ali najznačajniju prednost predstavlja mogućnost kompleksnijeg i kvalitetnijeg vojnogeografskog sagledanja terena, što je bitan preduslov za donošenja pravilnih odluka u toku realizacije različitih zadataka.

Može se zaključiti da GIS za vojne namene treba da zadovoljava sve zahteve odlučivanja i komandovanja koji se odnose na definisanje, prikupljanje, obradu, analizu, ažuriranje, arhiviranje, integraciju, pristup, publikaciju, razvrstavanje i distribuciju prostornih podataka. U okviru komandno-informacionih sistema, GIS aplikacije su zadužene da podacima, neophodnim za donošenje odluka, dodaju i prostorno-vremensku komponentu koja omogućava svrsishodniju upotrebu snaga u prostoru i vremenu.

U ovom poglavlju autor ove disertacije se fokusira na specijalizovanim Web GIS aplikacijama koje se koriste za vojne namene.

### **2.4.2. Pregled stranih GIS rešenja**

Zajedničko za sva rešenja je da se GIS u većini armija sveta koristi:

- u okviru svojih komandni-informacionih sistema (KIS),
- na svim nivoima komandovanja,
- za formiranje i distribuciju jedinstvene operativne slike (JOS), i
- za povećanje borbenih i manevarskih mogućnosti.

Takođe, u većini oružanih snaga se teži stvaranju jedinstvenog GIS-a na nivou oružanih snaga, koji bi koristio zajedničke, višekorisničke, distribuirane baze prostornih podataka i predstavljao osnovu za dalju nadgradnju i implementaciju IS. Njihova implementacija se zasniva na Internet tehnologijama i servisnom pristupu u isporučivanju rezultata primene GIS. Međutim, na taktičkom nivou se obično koristi mobilni GIS, u zavisnosti od mogućnosti za bežičnim prenosom podataka u realnom vremenu do mobilnih klijenata. Za implementaciju GIS-a se koriste proizvodi američke firme ESRI (ArcGIS, ArcInfo) ili se vrši razvoj nezavisnih aplikacija u C++ i .Net razvojnom okruženju. U razvoju GIS-a učestvuju specijalizovani timovi van struktura vojske i koriste se postojeći državni resursi iz ove oblasti.

Na osnovu proučavanja materijala dostupnog na Internetu u nastavku su ukratko prikazana tipična strana rešenja u primeni GIS-a u vojne svrhe (ESRI, 2008).

U okviru NATO nije postojalo jedinstveno GIS rešenje. GIS alat se koristio na nivou država članica iz čega je proizašlo da su raznovrsnost hardvera, softvera i nedovoljna obučanost korisnika bili glavni uzroci problema nastalih prilikom prikupljanja obaveštajnih geoprostornih podataka i kreiranja odgovarajućih karata. Iz tog razloga, 2005. godine, nastao je prvi geoprostorni alat za prikupljanje obaveštajnih geoprostornih podataka iGeoSIT (interim Geo-Spatial Intelligence Tool), koji je omogućio deljenje geoprostornih podataka u okviru NATO komandi uz pomoć Web pretraživača. Koristi se u komandama KFOR, EUFOR i ISAF-u preko zaštićene Internet mreže.

Oružane snage Sjedinjenih Američkih Država (SAD) u operativnoj upotrebi imaju veći broj GIS-a u okviru specijalizovanih KIS-a na svim nivoima komandovanja. Međutim, najinteresantniji je projekat objedinjene Web jedinstvene operativne slike (JOS) (Joint WebCOP - Joint Web-Enabled Common Operating Picture). Projekat je deo familije sistema globalnog komandno-kontrolnog sistema (Global Command and Control System Family of Systems – GCCS FoS). WebCOP predstavlja Web orijentisanu aplikaciju koja pomoću Internet tehnologija omogućava prikaz jedinstvene operativne slike. Za pristup sa različitih

sistema koristi se običan Web pretraživač. Projekat se zasniva na strategiji informatičke dominacije nad protivnikom i nesmetanog pristupa Internetu u toku borbenih dejstava i predstavlja okvir za razvoj distribuiranog GIS-a u servisno orijentisanoj arhitekturi.

Norveška vojska je započela sa razvojem GIS-a 1995. godine za potrebe taktičkog nivoa pod nazivom MARIA i sada raspolaže GIS-om u okviru komandno-kontrolnog informacionog sistema (NORCCIS). Cilj razvoja je bio da se dobije aplikacija koja omogućava dinamički prikaz promene lokacija prostornih objekata u realnom vremenu. MARIA predstavlja kompletnu GIS platformu koja može da radi kao standardna Windows desktop aplikacija, kao Web server kojem se pristupa putem Internet pretraživača ili kao aplikacija za mobilne uređaje. Sadašnja osnovna namena softverskog paketa je pokrivanje C3I funkcija u sprezi sa geoprostornim informacijama u dinamičkom okruženju na svim nivoima komandovanja.

Nemačka vojska koristi GeoBroker® softver (GeoBroker, 2014) koji predstavlja integrisano rešenje visokih performansi za arhiviranje, upravljanje, pronalaženje, prikaz i diseminaciju vojnih i civilnih geoprostornih podataka i dokumenata. GeoBroker® je efikasan sistem za upravljanje geoprostornim podacima koji je u operativnoj upotrebi u geoinformacionoj službi nemačke vojske (AGeoBw) i drugim državnim organima. GeoBroker® je grafički, Web informacioni sistem omogućava specifična pretraživanja distribuiranih geoprostornih podataka raspoloživih širom sveta, ali i brz pristup bazi podataka. On je osnova za upotrebu geoprostornih podataka GIS-a na svim hijerarhijskim nivoima nemačke vojske. Zadužen je za pružanje prostornih informacija nemačkim vojnim snagama u zemlji i misijama van njenih granica. Koristi se za arhiviranje, upravljanje, istraživanje, prikaz i distribuciju svih vrsta geoprostornih podataka i dokumenata putem Interneta/Intraneta. Tipična primena GeoBroker® aplikacije je arhiviranje i distribucija snimaka, upravljanje velikim GIS bazama podataka, generisanje simulacionih i baza podataka misija npr. u planiranju misije i planiranju i podršci tokom civilnih i vojnih kriznih operacija. Pored osnovne namene, GeoBroker® vrši upravljanje objedinjenim geoprostornim podacima iz kojih se pripremaju prostorne baze sa terenima potrebnim za simulacione sisteme. GeoBroker® se koristi i kao alat u izveštavanju o kriznim situacijama prenosom podataka u standardizovanim formatima (ISO, OGC) i formiranjem zajedničke operativne slike.

Na Odeljenju za vojne nauke, švedskog koledža nacionalne odbrane (Swedish National Defence College - SNDC), tokom 2005. godine, u okviru projekta AQUA razvijen je SIGIS (Situation Geographic Information System). SIGIS je sistem kontrole i komandovanja čiji



klijenski deo omogućava vizuelizaciju trenutnog operativnog i taktičkog stanja na nivou pojedinačnog roda vojske (ESRI, 2008).

U oružanim snagama Španije je postoji veći broj međusobno nepovezanih sistema, što je predstavljalo problem u praćenju situacije. Zato se 2003. godine počelo sa projektovanjem digitalnog geografskog informacionog sistema (ESRI, 2008) sa ciljem da:

- sistem bude jedini na nivou Ministarstva odbrane Španije i da mora biti u funkciji podrške donosioca odluka,
- GIS mora zadovoljiti zahteve koji se odnose na definiciju, pristup, analizu, editovanje, integraciju, publikaciju i razvrstavanje prostornih podataka za sisteme Ministarstva odbrane u okviru komandno-kontrolnih sistema,
- mora imati kapacitete za distribuciju digitalnih prostornih podataka bilo kojoj jedinici bez obzira na njenu lokaciju i rad u okviru telekomunikacionog sistema koji će omogućiti dovoljan protok za potrebe razmene podataka u LAN i WAN mrežama,
- da po potrebi pruža usluge putem Web servisa,
- da je usaglašen sa STANAG i ISO standardima,
- da je interoperabilan sa nacionalnim i internacionalnim (NATO) sistemima,
- da je prikaz podataka uskladištenih u prostornoj bazi podataka u skladu sa pravilima donesenim od strane Kartografske Agencije Ministarstva odbrane Španije, konvencionalnom simbologijom i STANAG.

Osnovna namena sistema je akvizicija, obrada i eksploatacija digitalnih geografskih informacija. Implementacija opisanog sistema je u toku i planirano je da preuzme sve funkcije postojećih sistema na svim nivoima komandovanja.

Izraelske odbrambene snage (Israel Defense Forces – IDF) su u okviru različitih projekata, razvijale za svoje potrebe komandno-kontrolne sisteme različite namene koji u sebi sadrže i GIS. Naročito interesantna rešenja su projekti „Integrisani pešadijski borbeni sistem (Integrated Infantry Combat System – IICS)“ pod nazivom Dominator i TWISTER. Dominator obezbeđuje pristup JOS pojedinačnom vojniku na bojnopolju. Za razliku od njega, TWISTER je skalabilni višenamenski sistem otvorene arhitekture i modularnog tipa. Projektovan je za potrebe saradnje u združenim operacijama jedinica taktičkog i višeg nivoa komandovanja i omogućava punu kontrolu združenih operacija uz integraciju podataka sa većeg broja senzora uključujući i senzore sa bespilotnih letelica.

Ministarstvo odbrane Republike Hrvatske je projektom „VoGIS“ iz 2004. godine započelo izgradnju jedinstvenog geoinformacionog sistema (VoGIS, 2014). Osnov za

uvođenje VoGIS-a je princip da podaci prikupljeni u jednoj državnoj instituciji treba da budu dostupni i svim ostalim državnim institucijama.

Osnovni ciljevi realizacije projekta VoGIS-a su:

- korelacija sa ostalim geoinformacionim sistemima u Republici Hrvatskoj, prvenstveno sa hrvatskim topografskim informacionim sistemom CROTIS (Državne geodetske uprave Republike Hrvatske),
- uspostavljanje produktivnog višekorisničkog geoinformacionog sistema koji će sadržati sve elemente potrebne MO, prvenstveno za izradu vojne topografske baze podataka i vojnih karata, a zatim i razvoj daljih aktivnosti u oblasti vojnih prostornih informacija, i
- mogućnost realizacije sigurne dvosmerne razmene informacija sa ostalim članicama NATO i Partnerstva za mir.

Vojne topografske karte izrađuju se iz kartografskih baza podataka, u skladu sa NATO standardom STANAG 2211, koje zadovoljavaju GIS filozofiju, a istovremeno omogućavaju izradu tematskih i drugih vrsta karata (VoGIS, 2014). Izrađuju se u u dve razmere 1:50.000 (VTK50) i 1:250.000 (JOG-G) u univerzalnoj poprečnoj Mercatorovoj projekciji (UTM) na elipsoidu WGS84. Teritoriju Hrvatske pokriva 175 listova razmere 1:50.000 ili 14 listova 1:250.000 (VoGIS, 2014). Vojne topografske karte razmere 50.000 (VTK50) koriste kopnene i vazduhoplovne snage za podršku kopnenim operacijama za planiranje, taktičke operacije, proučavanje terena i prikupljanje ciljeva (VoGIS, 2014).

### ***2.4.3. GIS u Vojsci***

U prethodnom periodu postojali su pokušaji za implementacijom GIS aplikacije međutim, ni jedna od njih nije u upotrebi ali je naknadno razvijeno nekoliko specijalizovanih GIS aplikacija za vojne namene (Kovačević et al., 2011):

- informacioni sistem za izbor i ocenu radarskih položaja,
- sistem za automatski prijem i prikaz vazdušne situacije, i
- komandno-informacioni sistem tenkovske čete.

Ovi sistemi predstavljaju zasebne celine i ne mogu se koristiti za potrebe svih pripadnika Vojske. Iako u sebi imaju ugrađene osnovne alate za rad s digitalnom kartom, koji podrazumevaju i vođenje elektronske radne karte, ne koriste se za tu namenu. Osim za specifične namene ne mogu se koristiti u KoV-u za pružanje prostorne podrške u donošenju odluka.

Svakako, postoje brojni razlozi za uvođenje GIS-a u Vojsci, pri čemu se očekuju sledeći efekti:

- osnovna kompatibilnost sa drugim srodnim državnim sistemima u zemlji, kao i sa eventualno budućim spoljnim bezbedonosnim integracijama, na bazi domaćih i međunarodnih standarda,
- otvorena hardverska i softverska struktura obezbeđuje njegovu kontinualnu i dugoročnu dogradnju i prihvatanje novih tehničkih i tehnoloških rešenja,
- obezbeđenje softverske osnove za razvoj, primenu i eksploataciju svih vrsta GIS aplikacija,
- prostorna podrška jedinicama u mirovnim misijama i operacijama,
- vizuelizacija bojišta i stvaranje jedinstvene operativne slike u svim misijama Vojske,
- formiranje i održavanje centralizovane baze georeferenciranih prostornih podataka,
- sistemski pristup u prikupljanju, obradi, fuziji, analizi i distribuciji podataka o prostornim objektima od interesa za Vojsku,
- sinhronizacija snaga, bolja koordinacija dejstva i brže reagovanje na promene u toku izvođenja borbenih dejstava,
- koordinacija snaga na terenu sa ostalim državnim institucijama u procesu rešavanja kriznih situacija u zemlji,
- simulacija i predviđanje procesa i događaja na bojnopolju u zavisnosti od konfiguracije terena i međusobnog rasporeda prostornih objekata,
- prenos odluka o načinu upotrebe snaga potčinjenih sastava u realnom vremenu u razumljivoj, vizuelnoj formi na elektronskoj radnoj karti,
- fazna realizacija i implementacija drugih IS-a Vojske.

#### ***2.4.4. Web GIS aplikacije specijalne namene***

Web zasnovana GIS rešenja omogućavaju povezivanje različitih tipova informacija u prostornom kontekstu i generisanje novih informacija i zaključaka, što ih čini upotrebljivim u različitim oblastima. Pored upotrebe u tradicionalnim domenima na nivou vladinih institucija, lokalnih samouprava, komunalnih preduzeća i sl., Web GIS aplikacije su našle svoju primenu i u vojnim okvirima sistema odbrane, bezbednosti i obaveštajnog rada. U okviru ovih sistema, Web GIS aplikacije koriste se kao pristupne tačke integrisanim informacijama čime obezbeđuju kvalitetniji uvid u trenutnu situaciju na terenu i to sa bilo koje tačke koja ima pristup mrežnoj infrastrukturi posmatrane organizacije.

U odnosu na klasične desktop GIS aplikacije, Web zasnovana GIS rešenja imaju važnu prednost koja se ogleda u mogućnosti razvoja potpuno novih domen-specifičnih funkcionalnosti i njihova implementacija u vrlo kratkom vremenskom periodu radi potpunog usaglašavanja sa specifičnim potrebama korisnika. Web GIS aplikacija prilagođena specijalnim namenama može značajno da doprinese unapređenju rada jer je pogodnija za korišćenje i upotrebljivija od nekog opšteg softverskog rešenja.

Kao i GIS, Web GIS aplikacije za vojni domen primene ne mogu se kupiti na tržištu kao gotov proizvod, već po specifičnim zahtevima mora biti razvijen kao specijalizovan sistem koji će zadovoljiti potrebe vojne organizacije koja namerava da ga eksploatiše.

Najefikasniji način za razvoj specijalizovanih sistema zasniva se na korišćenju GIS programskih okvira, koji predstavlja kostur aplikacije koji će podržati sve osnovne GIS funkcionalnosti, a ujedno biti fleksibilan i jednostavno proširiv na specifični domen. Pri projektovanju arhitekture ovakvog GIS programskog okvira treba ispuniti sledeće ciljeve (Kovačević et al., 2011):

- organizovati geoprostorne informacije po slojevima različitog tipa (grupni slojevi, rasterske karte, slojevi geobjekata i slojevi pokrivnih podataka),
- omogućiti jednostavno dodavanje novih (specijalizovanih) tipova slojeva,
- implementirati osnovne geometrijske tipove (tačka, niz tačaka, polilinija i poligon),
- omogućiti jednostavno dodavanje novih tipova geometrija,
- implementirati proste geobjekte koji poseduju geometrijske i tematske atribute,
- omogućiti jednostavno dodavanje novih tipova geobjekata,
- omogućiti rad sa različitim kartografskim projekcijama (koordinatnim sistemima),
- omogućiti rad sa različitim izvorima geoprostornih podataka (baze podataka, shape fajlovi, georeferencirani rasterski formati) i
- implementirati interfejsnu klasu za ugrađivanje GIS podrške u aplikacije.

Za proširivanje GIS programskog okvira na specifični domen primenjuje se tehnika koja se zasniva na kreiranju novih klasa koje nasleđuju postojeće klase okvira.

### 3. INTERAKCIJA ČOVEK-RAČUNAR (HCI)

#### 3.1. HCI – POJAM, DEFINICIJA I CILJ

HCI (*Human Computer Interaction*) je interdisciplinarno polje vezano za računarske nauke, psihologiju, kognitivnu nauku, ergonomiju (ljudske faktore), dizajn, sociologiju, bibliotekarstvo, veštačku inteligenciju i druge oblasti. HCI je oblast nauke koja se bavi izučavanjem interakcije između ljudi (korisnika) i računarskih sistema i projektovanjem, evaluacijom i primenom interaktivnih računarskih sistema koje koristi čovek.

Najvažniji pojam kod HCI-ja je interfejs (eng. *interface*). Interfejs predstavlja tačku na kojoj dolazi do interakcije između čoveka i računara. Interfejs uključuje hardver (tj. ulazne-izlazne uređaje) i softver. Osnovni cilj HCI je unapređenje interakcije između korisnika i računara tako što će računare učiniti prikladnijim i lakšim za korišćenje.

HCI se takođe bavi:

- metodologijama i procesima za dizajniranje interfejsa,
- razvojem novih tehnika interakcije,
- metodama za implementaciju interfejsa,
- tehnikama za vrednovanje i poređenje interfejsa,
- razvojem modela i teorija interakcije.

Stručnjaci u oblasti HCI-ja se obično bave dizajnom grafičkih korisničkih interfejsa i Web interfejsa kroz praktičnom primenu metodologija projektovanja na probleme iz realnog života.

#### 3.2. PROBLEM INTERAKCIJE ČOVEK-RAČUNAR

Upotrebljivost (eng. *Usability*) i korisnost (eng. *Usefulness*) su pojmovi koji imaju glavnu ulogu u interakciji čoveka i kompjutera. Jedan od osnovnih ciljeva HCI je dizajn korisničkih interfejsa sa kojima može lako i efikasno da se manipuliše tj. da su upotrebljivi.

Softverski proizvodi se često reklamiraju pod parolom da su „intuitivni i prirodni” za korišćenje, često samo zato što imaju grafički korisnički interfejs. Mnogi istraživači u oblasti HCI-ja se ne slažu sa takvim tvrdnjama (da loše dizajniran GUI nemože biti upotrebljiv), a kvalifikacije „intuitivno i prirodno“ u tom kontekstu mogu da znače nejasno i varljivo. Intuitivnost nije suštinska već relativna osobina interfejsa i zavisi od korisnikove informisanosti i prethodnog iskustva i pod uticajem je kulturnih i drugim predrasuda.

Tokom protekle dvadesetak godina razvijene su brojne i raznovrsne metode koje integrišu tehnike za projektovanje i dizajn interakcije između čoveka i računara pri čemu većina polazi od modela interakcije korisnika, dizajnera i tehničkih sistema.

Prve metodologije su podrazumevale da su kognitivni procesi na strani korisnika predvidivi i merljivi zbog čega su se stručnjaci, kada dizajniraju korisničke interfejse, oslanjali na naučne rezultate iz oblasti istraživanja pamćenja i pažnje.

Savremeni modeli preferiraju stalnu povratnu spregu i saradnju između korisnika, dizajnera i inženjera i prilagođavaju tehničke sisteme korisnikovim potrebama, a ne korisnika dizajniranom sistemu.

Poboljšavanje iskoristivosti interaktivnih sistema nije samo izvođenje zadanog zadatka, nego bržem i prirodnijem načinu razmene informacija između korisnika i računara.

Sa strane korisnika, interaktivna tehnologija računara ograničena je ljudskim organima za komunikaciju; sa strane računara, ograničenje su samo ulazno-izlazni uređaji koje ljudi mogu izmisliti i napraviti.

Problem komunikacije između korisnika i računara može se posmatrati kao dva moćna informaciona procesora (računarski i ljudski) koji pokušavaju međusobno da komuniciraju preko vrlo uske veze.

Istraživanja na ovom području pokušavaju da što bolje iskoriste vezu i razvojem bržih, jačih i sličnijih sistema uklone moguće nesuglasice.

Smisao proučavanja interakcije između čoveka i računara je stvaranje sistema koji su upotrebljivi, sigurni, produktivni, efektivni i funkcionalni. Poslovna strana problema interakcije između čoveka i računara je kritična, ne zbog toga što donosi velike profite, već zbog toga što, kad je nema, često uzrokuje fatalne greške.

Već početkom 80-tih godina postalo je jasno da se postojeći računarski sistemi ne koriste dovoljno efikasno, ali ne zbog ograničenja tehničke prirode (hardverskih ili softverskih) već zbog – nepravilnog dizajna. Jedan termin koji se počeo koristiti 80-tih, a popularan je i danas, su „user-friendly“ proizvodi („prijateljski prema korisniku“). Ipak pojam koji je najviše zaživeo u računarskim naukama je *usability*, koji u prevodu znači **upotrebljivost**.

Upotrebljivost grafičkih računarskih interfejsa je izuzetno bitna oblast softverskog inženjeringa. Takođe to je i dinamična oblast koja je još uvek u razvoju. Stavovi pojedinih autora su često vrlo različiti, čak i suprotni, a postoji mnogo prostora za istraživanje i otkrivanje novih činjenica.

### **3.3. INŽENJERING UPOTREBLJIVOSTI**

Ideja “inženjeringa upotrebljivosti” je da se problemu upotrebljivosti sistema pristupi na kvantitativan način, odnosno na takav način da se razne osobine upotrebljivosti mogu izraziti broičano što ih čini merljivim. Tako se upotrebljivost može ugraditi u same specifikacije proizvoda.

Najvažniji koncept je sposobnost merenja upotrebljivosti sistema. Tradicionalni pristup je da se sistem najpre dizajnira i primeni kod korisnika, a zatim da se na osnovu povratnih informacija korisnika vrše izmene radi poboljšanja upotrebljivosti sistema. Naravno, ovo nije najbolji način. Merenje i procena upotrebljivosti se može vršiti već od faze dizajna informacionog sistema, tako da se korisniku odmah isporučuje upotrebljiv sistem, a to znači manje troškove implementacije.

Upotrebljivost se odnosi na meru uspešnosti proizvoda – bio to softver, računarski sistem ili konačan proizvod. Inženjering upotrebljivosti je celokupan proces proizvodnje upotrebljivih proizvoda, a inženjer upotrebljivosti je osoba koja to omogućuje. Procena upotrebljivosti je proces tokom kojeg se sistemi i proizvodi procenjuju koristeći neke od metoda dostupnih inženjeru upotrebljivosti (usability engineer) ili evaluatoru tj. softverskom inženjeru koji razume probleme korisnika.

Inženjer upotrebljivosti je uključen i u proces specificiranja zahteva korisnika i u sam inženjering softvera. Na taj način, veza između krajnjeg korisnika i programera je direktna, te se garantuje uključenost korisnika u sve faze dizajna softverskog proizvoda.

## **4. UPOTREBLJIVOST**

### **4.1. POJAM UPOTREBLJIVOSTI SOFTVERA**

Softverski proizvodi se sve više koriste za obavljanje raznih poslovnih i privatnih funkcija. Realizacija ciljeva i zadataka za lično zadovoljstvo, poslovni uspeh i ljudsku bezbednost oslanja se na visoko-kvalitetan softver i sisteme. Karakteristike današnjeg poslovnog sveta (globalna povezanost – Internet, zavisnost od softvera, Web aplikacije...) naglašavaju potrebu za predviđanjem upotrebljivosti softvera na lagan i prihvatljiv način. Visok kvalitet softverskih proizvoda je od suštinskog značaja da obezbedi vrednost i izbegavanje potencijalnih negativnih posledica za zainteresovane.

Upotrebljivost je kvalitativno svojstvo softvera pri njegovoj upotrebi (eng. quality in use), koje korisniku omogućuje jednostavno, efikasno i ugodno izvršavanje željenih zadataka. Upotrebljivost je višedimenzionalnog karaktera i ne može se posmatrati samo sa jednog aspekta jer je pod uticajem različitih faktora. U literaturi, termin upotrebljivost je široko korišćen i podrazumeva različite stvari različitim ljudima. Upotrebljivost je ključni element za definisanje opšteg kvaliteta softverskog sistema (Porteous et al., 1993). Upotrebljivost se takođe široko i najčešće prepoznaje kao faktor kvaliteta sa tehničkog aspekta. To je polje interakcije ljudi i računara (HCI) koje obezbeđuje teorijsku pozadinu i predlaže tehnike za proizvodnju kvalitetnih korisničkih interfejsa. Upotrebljivost se može posmatrati kao korisnost i lakoća korišćenja sistema. Upotrebljivost, takođe, ima i nekoliko drugih aspekata, uključujući dizajn interfejsa, dizajn funkcionalnosti, podataka i metapodataka i računarskih sistema i mreža (Arms 2000). Svi ovi različiti aspekti upotrebljivosti su od interesa za dizajnere softvera, programere i korisnike da bi se nabavio upotrebljiv sistem. Upotrebljivost se često koristi u različitom kontekstu kada može izgubiti precizno značenje (Pack, 2003). Zbog mnogih aspekata upotrebljivosti, neophodno je da se razmotre različite definicije upotrebljivosti i da se analizira sveobuhvatan skup atributa koji konstituišu upotrebljivost, tako da se dobije jasna vizija upotrebljivosti.

### **4.2. DEFINICIJE UPOTREBLJIVOSTI**

Upotrebljivost igra važnu ulogu u procesu razvoja softvera. Upotrebljivost je termin koji znači „jednostavan za korišćenje“ u situacijama kada čovek interaguje sa interfejsom sistema i njegovim funkcijama. Upotrebljivost je mera korisnosti ponuđenog rešenja, odnosno odgovor na pitanje koliko jednostavno i koliko efikasno korisnik može da završi željeni



zadatak. Upotrebljivost je pre svega povezana sa kvalitetom dizajna aplikacije, i uključuje: dizajn korisničkog interfejsa, metode razvoja, testiranje i puštanje u rad.

Iako koncept upotrebljivosti igra važnu ulogu u interakciji ljudi i računara, još uvek ne postoji univerzalno prihvaćena definicija upotrebljivosti. Upotrebljivost je kao karakteristika kvaliteta definisana od strane različitih istraživača (Abran et al., 2003; Nielsen and Mack, 1994; Rubin and Chisnell, 2008) i nekoliko ISO standarda, npr ISO/IEC 25010 (2009) i ISO/IEC 9241-11 (1998). Postoji mnogo različitih definicija upotrebljivosti (Folmer & Bosch, 2004) i njene dekompozicije u različitoj literaturi, standardima i modelima.

Makoid (Makoid et al., 1985) je predložio da različite definicije upotrebljivosti mogu uključiti različite parametre (korisničko zadovoljstvo, tip greške). Butler (Butler, 1985) je predložio da se sistem smatra upotrebljivim ako korisnici mogu da završe određeni zadatak u okviru unapred određenog vremenskog perioda. Reed (Reed, 1986) definiše upotrebljivost kao lakoću sa kojom se sistem može naučiti i koristiti. U istoj godini, Shackel (Shackel, 1986) je predstavio operativnu definiciju upotrebljivosti koja omogućava da se proceni sistem tokom životnog ciklusa razvoja. On je predstavio jedan od najčešće korišćenih definicija upotrebljivosti. On ukazuje da je sistem upotrebljiv u meri u kojoj je on efikasan, lak za učenje, fleksibilan i subjektivno prijatan. Goodwin (Goodwin, 1987) navodi da upotrebljivost nije lako definisati, jer zavisi od vrste zadataka koji se realizuje. Booth (Booth, 1989) smatra da je teško odrediti i meriti fleksibilnost sistema i veruje da korisnost treba da bude osnova za upotrebljivost, tako da on modifikuje Shackelove kriterijume u korisnost, efikasnost, lakoću učenja (ili jednostavnost upotrebe) i stav (ili dopadljivost). Shackel i Richardson (Shackel and Richardson, 1991) su prepoznali važnost inženjeringa upotrebljivosti koji su predložili da se izmeri upotrebljivost pomoću četiri različita kriterijuma. Kriterijumi su efikasnost, lakoća učenja, fleksibilnost i stav. Efektivnost se odnosi na učinak u realizaciji zadataka, lakoća učenja podrazumeva stepen učenja za postizanje zadataka, fleksibilnost je sposobnost da se prilagodi izmenama zadataka i stav se odnosi na korisničko zadovoljstvo u radu sa sistemom (Folmer & Bosch, 2004).

ISO 9126 (ISO/IEC 9126:1991) sadrži 21 atribut, koji su raspoređeni u šest oblasti: funkcionalnost, pouzdanost, upotrebljivost, efikasnost, mogućnost održavanja, i prenosivost, od kojih je upotrebljivost privukla pažnju većine istraživača. Institut inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE), predlaže definiciju za upotrebljivost kao: lakoću sa kojom korisnik može da nauči da radi, priprema unos i tumači rezultate nekog sistema ili komponente (IEEE Std 1061, 1992).

Upotrebljivost je definisao Nielsen (Nielsen, 1993) koji je identifikovao pet važnih atributa i povezoao sa upotrebljivošću. Iako je upotrebljivost definisana od strane mnogih ljudi, daje se kratak opis ovih atributa jer imaju ključnu ulogu za korisničku perspektivu i pogled na većinu interfejsa:

**Lakoća učenja:** sistem mora biti jednostavan i lak za učenje kako bi korisnici mogli brzo da nauče sistem i kako bi radili svoj posao na sistemu bez teškoća.

**Efikasnost:** sistem treba da bude efikasan i uštedi vreme korisnicima kada rade sa njim.

**Memorabilnost:** Sistem treba da bude lak za pamćenje od strane korisnika, tako da kada koriste ovaj sistem posle nekog vremena ne treba da uče sve ponovo da bi radili svoj posao.

**Greške:** Sistem mora imati nisku stopu greške i treba da pomogne korisnicima da čine malo grešaka prilikom korišćenja sistema.

**Zadovoljstvo:** Sistem treba da radi na zadovoljavajući način koji osigurava da će ga korisnici verovatno koristiti i da su zadovoljni sa sistemom.

Nielsen (Nielsen, 1993) je predstavio kako ovi različiti kriterijumi funkcionišu da pokažu jasan koncept upotrebljivosti i njenu ulogu u većem broju problema prihvatljivosti. Prihvatljivost može da obuhvata praktičnu i društvenu prihvatljivost. Upotrebljivost i uslužnost mogu da pomognu korisnost proizvoda koja poboljšava sposobnost korisnika da izvrši zadatak. Prema Nielsen, upotrebljivost proizvoda utiče na prihvatljivost kod korisnika, kao što je prikazano na Slici 2.



SLIKA 2. KONCEPT UPOTREBLJIVOSTI PREMA NIELSEN-U (FOLMER & BOSCH, 2004)

Ukupna prihvatljivost sistema je kombinacija društvene i praktične prihvatljivosti. Društvena prihvatljivost pokazuje da li je sistem namenjen za etičke svrhe. Praktična prihvatljivost je generalizacija o prihvatljivosti troškova sistema, kompatibilnost sa postojećim sistemima, pouzdanost, raspoloživost, korisnost i druga takva razmatranja. Korisnost je pitanje da li se sistem može da se koristi za postizanje nekog željenog cilja.

Korisnost se može dalje podeliti na iskoristivost i upotrebljivost. Iskoristivost je pitanje prognoze funkcionalnosti sistema da uradi ono što je potrebno. Upotrebljivost je pitanje koliko dobro korisnici mogu da koriste tu funkcionalnost. Dakle, svi ovi elementi sistema prihvatljivosti su veoma važni sa opšti stav. Upotrebljivost je samo jedan od mnogih, ali i dalje treba da bude jedan od kriterijuma za ocenjivanje softvera ili usluge.

ISO 9126 (1991) i Nielsen (Nielsen, 1993) se uglavnom usmeravaju na karakteristike koje predstavljaju upotrebljivost, dok druge definicije naglašavaju kako treba da se meri upotrebljivost, na primer (Bevan et al., 1991; ISO 9241-11, 1998). Dumas i Redish (Dumas i Redish, 1993) navode da upotrebljivost znači da ljudi koji koriste proizvod mogu da brzo i lako da ostvare svoje zadatke i fokusira se na četiri glavne tačke: korisnika, produktivnost, zadatke i lakoću korišćenja. Rubin (Rubin, 1994) je opisao da je dopadljivost takođe važan atribut upotrebljivosti koji predstavlja korisničku percepciju, osećanja i mišljenje o proizvodu. ISO 9241-11 (1998) definiše upotrebljivost kao: meru u kojoj proizvod može da se koristi od strane određenih korisnika da ostvare određene ciljeve sa efektivnošću, efikasnošću i zadovoljstvom u određenom kontekstu upotrebe (Jokela et al., 2003). Lecerof i dr. (Lecerof et al., 1998) obezbeđuje definiciju upotrebljivosti obraćajući značaj na korisničke potrebe, efikasnost, korisnička subjektivna osećanja, lakoću učenja i bezbedonosnu funkciju sistema, kao što su davanje prava korisnicima da ponište akcije koje mogu dovesti do greške. Clairmont i dr. (Clairmont et al., 1999) navode da je upotrebljivost stepen u kome korisnik može uspešno da uči i koristi proizvod za postizanje cilja. Campbell i dr. (Campbell et al., 2003) izričito navode da se upotrebljivost odnosi na odnose između alata i njihovih korisnika. Krug (Krug, 2006) je gledao na upotrebljivost iz perspektive korisnika sa potrebom za intuitivno iskustvo. Seffah (Seffah, 2008) tvrdi da postoji potreba da se razviju nova okruženja za testiranje upotrebljivosti i metodologije, jer se razvijaju tehnička okruženja a trenutne laboratorije su ograničene. Bevan (Bevan, 2009) tvrdi da, uprkos autoritativnoj prirodi međunarodnih standarda za upotrebljivost, mnogi od njih nisu u širokoj upotrebi. Nielsenovih pet atributa upotrebljivosti su drugačiji od gotovo tri atributa ISO 9241 Deo 11, osim zadovoljstva (Laurusdottir, 2009). U cilju upotrebljivosti ISO 9241-11, lakoća učenja, tolerancija grešaka i memorabilnost su opisani korišćenjem mera delotvornosti i efikasnosti. Nielsenova definicija je ponekad poznata kao "mala" upotrebljivost u odnosu na ISO 9241-11, koja je dobro poznata definicija visokog nivoa upotrebljivosti (Laurusdottir, 2009). Gardner-Bonneau (Gardner-Bonneau, 2010) raspravlja koliko mnogo ljudski faktor i upotrebljivost sistema će biti efikasni kada ima sve više i više promena u tehnološkom okruženju. Prema Rhodesu (Rhodesu, 2010), upotrebljivost je dalje podeljena na pet važnih

faktora ili atributa korisničkog interfejsa i to: efikasnost, lakoću učenja, memorabilnost, stopa greške i zadovoljstvo.

Navedene definicije upotrebljivosti najčešće se koriste za identifikovanje problema upotrebljivosti tradicionalnih grafičkih korisničkih interfejsa.

Međutim, pojava Interneta, kao osnovnog radnog i razvojnog okruženja sa specifičnim svojstvima, doprinosi ubrzanom razvoju i masovnoj upotrebi Web zasnovanih aplikacija koje predstavljaju prilično specifičan softverski proizvod. Iako se neke od pomenutih definicija upotrebljivosti mogu jednako uspešno primeniti i na razne Web aplikacije, kod weba je dodatno naglašena potreba pozitivnog korisničkog iskustva u interakciji s aplikacijom.

### **4.3. DEKOMPOZICIJA UPOTREBLJIVOSTI**

Kao što je opisano ranije, istraživači su na osnovu definicija upotrebljivosti na polju interakcije čoveka i računara identifikovali različite dimenzije upotrebljivosti. Odgovarajuća definicija upotrebljivosti može delovati kao smernica za razvoj efikasnog sistema softvera, ali ipak još uvek ne postoji definicija koja se dosledno prihvata od strane programera. Iako je u prethodnom periodu u literaturi predloženo više definicija upotrebljivosti i njenih atributa, ipak još nije postignut dogovor istraživača i tela za standardizaciju u pogledu koncepta upotrebljivosti (Abran i dr, 2003). Različit pogled na attribute upotrebljivosti i nedostatak autentičnih definicija upotrebljivosti osnovni su razlozi za lošu upotrebljivost softverskih sistema. Analiza različitih definicija upotrebljivosti iz različitih studija može pomoći programerima softverskih sistema da razviju efikasan i upotrebljiv softverski sistem. Uzimajući u obzir ovu činjenicu, Dubey i dr. u svojoj studiji (Dubey et al., 2010) daju retrospektivu formalnih definicija upotrebljivosti i njihovih atributa, sa namerom da pokažu kako se pogled istraživača na upotrebljivosti promenio tokom više od tri decenije.

Prvi model koristi McCall (McCall et al., 1977) koji opisuje upotrebljivost kao operativnost, obuku i komunikativnost. Gould (Gould, 1988) klasifikuju upotrebljivost na performanse sistema, funkcije sistema i korisnički interfejs. Booth (Booth, 1989) navodi da upotrebljivost ima četiri faktora tj. korisnost, efikasnost, lakoću učenja i stav. Bevan i dr. (Bevan et al., 1991) raspravljaju da se upotrebljivost zasniva na proizvodu, korisniku, jednostavnosti upotrebe i prihvatljivosti proizvoda za određenu klasu korisnika za obavljanje specifičnih zadataka u specifičnom okruženju. U FURPS (eng. **F**unctionality, **U**sability, **R**eliability, **P**erformance, and **S**upportability) modelu kvaliteta (Grady, 1992), upotrebljivost obuhvata ljudske faktore, estetiku, doslednost u korisničkom interfejsu, online i kontekstni help, čarobjake i agente, korisničku dokumentaciju i materijal za obuku. IEEE Std. 1061

(IEEE Std. 1061, 1992) je predložio model da korisnost zavisi od faktora razumljivosti, lakoće učenja i komunikativnosti. Hix i Hartson (Hix and Hartson, 1993) svrstavaju u upotrebljivost performanse, lakoću učenja, zadrživost znanja, napredne funkcije upotrebe, prvi utisak i dugoročno zadovoljstvo korisnika. Löwgren (Löwgren, 1993) je izjavio da je upotrebljivost rezultat relevantnosti, efikasnosti, lakoće učenja i stava. Shackel (Shackel, 1991) je osnovne dimenzije nazvao efikasnost, fleksibilnost, lakoća učenja i stav, dok je Nielsen (Nielsen, 1993) odredio lakoću učenja, mogućnost pamćenja, efikasnost, zadovoljstvo i greške. SUMI metoda merenja (eng. **S**oftware **U**sability **M**easurement **I**nventory), takođe opisuje upotrebljivost njegovim atributima: efikasnost, efektivnost, predusretljivost, kontrola i lakoća učenja (Porteous i dr., 1993). Luis (Lewis, 1995) uvodi upitnik PSSUQ (eng. Post Study System Usability Questionnaire), koji identifikuje attribute upotrebljivosti u smislu tri podskala tj. korisnost sistema, kvalitet informacija i kvalitet interfejsa. Thomas (Thomas, 1998) kategoriše attribute upotrebljivosti u rezultat, proces i zadatak. Dix i dr. (Dix et al., 1998) u svom modelu predstavlja upotrebljivost sistema u tri kategorije: lakoća učenja, fleksibilnost i robusnost. Arms (Arms, 2000 ) opisuje da upotrebljivost ima nekoliko aspekata, uključujući dizajn interfejsa, funkcionalan dizajn, podatke i metapodatke i računarskih sistema i mreža. Frokjaer i dr. (Frokjaer et al., 2000) tvrde da komponente efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo treba posmatrati kao zasebne i nezavisne aspekte upotrebljivosti.

Nakon toga, ISO je objavio standarde upotrebljivosti sa dva različita pogleda na upotrebljivost, odnosno lakoću upotrebe (ISO 9241-11, 1998) i kvalitet u upotrebi (ISO/IEC 9126-1, 2001). ISO 9241-11 uspostavlja efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo, kao osnovne dimenzije, a ISO/IEC 9126-1 ih definiše kao razumljivost, lakoću učenja, funkcionalnost i atraktivnost. U ISO 9126-1 (2001) model upotrebljivost je opisan kao kombinacija podkarakteristika: razumljivosti, lakoće učenja, operativnosti, atraktivnosti i usklađenosti. Standardi upotrebljivosti izdati od Međunarodne organizacije za standarde (ISO) u najširem smislu mogu biti svrstani u dve kategorije: standarde orijentisane ka proizvodu (ISO 9126, 2001; ISO 14598, 2001) i standarde orjentisane ka procesima (ISO 9241, 1992/2001; ISO 13407, 1999).

Doniaee i dr. (Doniaee et al., 2001) su razvili integrisani model merenja kvaliteta u upotrebi (QUIM). Atributi uključeni u QUIM su: efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, produktivnost, bezbednost, dostupnost i internacionalnost. Battleson i dr. (Battleson et al., 2001) su predložili da se poboljša upotrebljivost interfejsa koji mora biti lak za učenje, pamćenje i korišćenje, sa malo grešaka za ciljne korisnike i dizajniran da podrži specifične

zadatke. Studija CUNY+ (Oulanov&Pajarillo, 2002) primarno koristi upitnik kao metod procene upotrebljivosti. Autori sprovode studiju u dve faze da uporede upotrebljivost tekst-zasnovanih i Web zasnovanih CUNY Web sajtova. Kriterijumi koji su primenjivani su uticaj, efikasnost, kontrola, predusretljivost i prilagodljivost. Blandford i dr. (Blandford et al., 2002) ukazuju da je upotrebljivost tehnički, kognitivno, socijalno i dizajnu orijentisana i da je važno da se te različite perspektive okupe zajedno. Brinck i dr. (Brinck et al., 2002) je predložio da je upotrebljivost: funkcionalna ispravnost, efikasnost korišćenja, lakoća učenja, lakoća pamćenja, tolerantnost grešaka i subjektivni osećaj prijatnosti. Abran i dr. (Abran et al., 2003) kombinuju attribute ISO 9126 i ISO 9241 i razvijaju novi model sa atributima: efikasnost, zadovoljstvo, lakoća učenja i bezbednosti. Bas i dr. (Bas et al., 2003) da bi opisali upotrebljive softverske sisteme imaju kvalitete kao što su izmenljivost, prilagodljivost, ponovno korišćenje, performanse, bezbednost i sl. Shneiderman i dr. (Shneiderman et al., 2005) su identifikovali pet mera upotrebljivosti i to: vreme za učenje, brzinu rada, stopa grešaka korisnika, zadržavanje znanja tokom vremena i subjektivno zadovoljstvo. Jeng (Jeng, 2005), takođe koristi, efikasnost, zadovoljstvo i lakoću učenja kao attribute modela upotrebljivosti za digitalne biblioteke. Ona identifikuje svojstvenu i očiglednu upotrebljivost. Svojstvena upotrebljivost je nerazdvojiva i čini da je proizvod lako razumeti, lak za učenje, efikasan za upotrebu, prijatan za korišćenje i sa manje grešaka, dok je očigledna upotrebljivost vezana za vizuelni utisak o interfejsu. Seffah i dr. (Seffah et al., 2006) su razvili model upotrebljivosti koji obuhvata više od 127 konkretnih mera u 10 atributa. Poslednja revizija mera upotrebljivosti koja se koristi u HCI istraživanjima navodi više od 54 vrsta mera (Hornbæk, 2006). Juristo i dr. (Juristo et al., 2007) su predstavili određene karakteristike upotrebljivosti uzimajući inspiraciju iz brojnih realnih aplikacija. Sauro i dr. (Sauro et al., 2009) su izračunali povezanost atributa upotrebljivosti iz baze podataka i prototipskih atributa iz 90 različitih studija zbirne upotrebljivosti, kao što su: vreme na zadatku, stepen izvršenih zadataka, greške, zadovoljstvo nakon zadataka i zadovoljstvo posle testiranja. Rezultati ovog istraživanja su pomogli da se razjasne atributi koji su uticali na povezanost struktura studija upotrebljivosti.

Prema istraživanju (Karahoca et al., 2010), elementi upotrebljivosti su lakoća učenja i efikasnost, estetika i navigacija, sadržaj i funkcionalnost, preciznost i doslednost, tehnička adekvatnost, pomoć i dokumentacija i uklanjanje grešaka.

U studiji Dubey i dr. (Dubey et al., 2010) pregledano je 37 formalnih definicija, izdvojeno je ukupno 152 atributa, koji su grupisani u 22 kategorije. Oni su ustanovili da se u navedenim definicijama upotrebljivosti najčešće pojavljuju atributi: lakoća učenja, zadovoljstvo,

fleksibilnost, efikasnost, efektivnost i lakoća pamćenja. Međutim, nedostatak ove studije je što su pregledane publikacije sa definicijama upotrebljivosti iz samo jednog izvora (citation index database Scopus) objavljene pre 2010. godine. Neki istraživači na polju kvaliteta Web aplikacija (Bublione, 2002; Becker and Olsina, 2010; Olsina and Molina, 2008; Lew and Olsina, 2011) ukazuju da karakteristike kvaliteta softvera, navedene u modelima kvaliteta ISO/IEC standarda (ISO 25010) nisu dovoljne da bi opisale kvalitet specifičnih softverskih proizvoda kao što su Web aplikacije.

Upravo zbog toga, autor ove disertacije smatra da je potrebno sagledati publikacije iz više izvora i dopuniti spisak publikacija objavljenih 2010. godine i kasnije, sa težištem na one koje se bave web upotrebljivošću. Razlog za ovo je da se izvrši sveobuhvatnija analiza kako bi se identifikovali atributi koji u potpunosti odlikavaju i imaju najveći uticaj na upotrebljivost web aplikacija na struktuiran i neredundantan način.

Hronološki, rezime ukupno pregledanih atributa upotrebljivosti u različitim modelima, definicijama i standardima, od 1977. do 2012. godine, dat je u Tabeli 1.

TABELA 1. ATRIBUTI UPOTREBLJIVOSTI U RAZLIČITIM STANDARDIMA, MODELIMA I DEFINICIJAMA

Izvor	Atributi
(McCall, 1977)	operabilnost, obuka, komunikativnost
(Shackel, 1981,1986,1991)	lakoća korišćenja, efektivnost, lakoća učenja, fleksibilnost, korisnički stav
(Butler, 1985)	zadatak, utvrđeno vreme
(Makoid et al., 1985)	korisničko zadovoljstvo, tip greške
(Reed, 1986)	lak za učenje, lak za korišćenje
(Gould, 1988)	performanse sistema, funkcije sistema i korisnički interfejs
(Booth, 1989)	korisnost, efikasnost, lakoća učenja i stav
(Bevan et al., 1991)	proizvod, korisnik, jednostavnost upotrebe i prihvatljivost proizvoda
(IEEE Std. 1061, 1992)	razumljivost, lakoća učenja i komunikativnost
(Grady, 1992)	ljudski faktor, estetika, doslednost interfejsa, online i kontekstni help, čarobnjak i agenti, korisnička dokumentacija i materijal za obuku
(Nielsen, 1993)	lakoća učenja, efikasnost, lakoća pamćenja, malo grešaka, zadovoljstvo
(Dumas et al., 1993)	korisnici, produktivnost, zadaci, lakoća upotrebe
(Löwgren, 1993)	relevantnost, efikasnost, lakoća učenja i stav
(Hix et al., 1993)	inicalne performanse, lakoća učenja, zadrživost, napredne funkcije upotrebe, prvi utisak i dugoročno zadovoljstvo korisnika
(Porteous et al., 1993)	efikasnost, uticaj, predusretljivost, kontrola, lakoća učenja
(Preece, 1994)	lakoća učenja, propusnost, stav, fleksibilnost
(Lewis, 1995)	korisnost sistema, kvalitet informacija, kvalitet interfejsa
(Gluck, 1997)	upotrebljivost, korisnost
(Wixon, 1997)	lakoća učenja, efikasnost, memorabilnost, zadovoljstvo, fleksibilnost, prvi utisci, napredne funkcije, upotreba, evolutivnost
(Dix et al., 1998)	lakoća učenja, fleksibilnost, robusnost
(Lecerof et al., 1998)	korisničke potrebe, efikasnost, korisničko subjektivno zadovoljstvo, lakoća učenja, bezbednost sistema
(ISO 9241-11, 1998)	efikasnost, efektivnost i zadovoljstvo
(Thomas, 1998)	rezultati, proces, zadatak

Izvor	Atributi
(Kengeri et al., 1999)	efikasnost, dopadljivost, lakoća učenja, korisnost
(Constantine, 1999)	lakoća učenja, efikasnost u upotrebi, lakoća pamćenja, pouzdanost u upotrebi, zadovoljstvo korisnika
(Arms, 2000)	dizajn interfejsa, funkcionalan dizajn, podaci i metapodaci i računarski sistemi i mreže
(Battleson et al., 2001)	lak za učenje, lak za pamćenje, nekoliko grešaka, podrška
(ISO 9126-1, 2001)	razumljivost, lakoća učenja, operativnost, privlačnost, usaglašenost upotrebljivosti
(Donyaee et al., 2001)	efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, produktivnost, bezbednost, dostupnost i internacionalnost
(Oulanov and Pajarillo, 2002)	uticaj Web sajta, efikasnost, kontrola, predusretljivost, prilagodljivost
(Kim, 2002)	efikasnost interfejsa
(Brinck et al., 2002)	funkcionalna ispravnost, efikasnost korišćenja, lakoća učenja, lakoća pamćenja, tolerantnost grešaka i subjektivni osećaj prijatnosti
(Loiacono et al., 2002)	korisnost, upotrebljivost, zabava i izgradnja odnosa
(Olsina and Rossi, 2002)	razumljivost, povratne informacije i opcija pomoći, interfejs i estetske karakteristike.
(Whitney Quesenbery, 2001,2002, 2003)	efektivnost, efikasnost, angažovanje, tolerancija greške i lakoća učenja.
(Bass et al., 2003)	izmenljivost, prilagodljivost, ponovno korišćenje, performanse, bezbednost
(Campbell et al., 2003)	lakoća upotrebe, lakoća učenja, lakoća pamćenja, tolerantnost grešaka, subjektivno zadovoljstvo
(Shneiderman et al., 2005)	vreme za učenje, brzina rada, stopa grešaka korisnika, zadržavanje znanja tokom vremena i subjektivno zadovoljstvo
(Seffah et al., 2006)	efikasnost, efektivnost, produktivnost, zadovoljstvo, lakoća učenja, bezbednost, poverenje, pristupačnost, univerzalnost i korisnost.
(Wang and Senecal, 2008)	očekivane performanse, očekivani napor, društveni uticaj i obezbeđenje uslova, planiranja budžeta, obuka i evaluacija učinka
(Sauro et al., 2009)	vreme na zadatku, stepen izvršenih zadataka, greške, zadovoljstvo nakon zadataka i zadovoljstvo posle testiranja
(Oztekin et al., 2009)	pouzdanost, integracija komunikacija, navigacija, kontrola, osiguranje, odgovornost i kvalitet informacija
(Zhou, 2009)	estetika, lakoća upotrebe, multimedija, bogati sadržaj i reputacija
(Human Factors Research Group, 2011)	atraktivnost, kontrolabilnost, efikasnost, predusretljivost i lakoća učenja
(ISO 25010, 2009, 2011)	efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, bezbednost, prilagođenost kontekstu
(Lew, 2012); (Lew et al., 2010, 2011 i 2012); (Rafique et al., 2012) i (Becker et al., 2012)	efektivnost u upotrebi, efikasnost u upotrebi, lakoća učenja u upotrebi, pristupačnost u upotrebi i kvalitet informacija

#### 4.4. MODELI UPOTREBLJIVOSTI

Modeli upotrebljivosti su konceptualni pogledi kojima se utvrđuju ključne oblasti da se pokaže upotrebljivost postojećeg softvera. Analiza različitih modela upotrebljivosti predloženih od strane istraživača i međunarodnih organizacija za standarde (Eason, 1984; Shackel, 1991; Nielsen, 1993; ISO 9241-11, 1998; ISO 9126, 2001; Seffah et al., 2006; ISO 25010, 2011) može pomoći izdvajanje ključnih atributa koji utiču na upotrebljivost softverskog sistema a programerima da razviju efikasan i upotrebljiv softverski sistem.



TABELA 2. TAKSONOMIJA MODELA UPOTREBLJIVOSTI

Model	Atributi	Definicije	
<b>Easonov Model (1984)</b>	Zadatak	Frekvencija	Koliko puta je korisnik izvršio zadatak
		Otvorenost	Mera u kojoj se zadatak može menjati.
	Korisnik	Znanje	Znanje koje korisnik primenjuje za zadatak i može biti odgovarajuće ili neodgovarajuće.
		Motivacija	Koliko je korisnik odlučan da završi zadatak.
		Diskrecija	Mogućnost korisnika da ne koristi neki deo sistema.
	Sistem	Lakoća učenja	Potreban napor da razume i radi sa nepoznatim sistemom.
		Jednostavnost upotrebe	Napor koji je potreban za rad sa sistemom nakon što bude shvaćen i savladan od strane korisnika.
Zadatak		U kojoj meri informacije i funkcije koje sistem pruža odgovaraju potrebama korisnika.	
<b>Shackelov Model (1991)</b>	Efektivnost	Opisana je kao: sistemske performanse bolje od očekivanih.	
	Lakoća učenja	To je obuka korisnika posle određenog vremena od trenutka instalacije sistema. Takođe, uključuje korisnikovo dodatno vreme učenja za obuku i podršku sistema korisnika.	
	Fleksibilnost	Predstavlja varijacije u radu sistema na neki postojeći.	
	Stav	To je prihvatanje korisnika u okviru svojih stepena nelagodnosti, umora, nezadovoljstva i ličnog napora.	
<b>Nielsenov model (1993)</b>	Lakoća učenja	Sistem treba da bude lak za učenje i shvatanje. Za korisnika bi trebalo da bude lako da izvršava zadatak korišćenjem softverskog sistema.	
	Efikasnost	Efikasnost sistema je u direktnoj vezi sa njenom produktivnošću. Efikasniji sistem ima srazmerno visoku propusnu moć.	
	Lakoća pamćenja	Najviše odgovara povremenim korisnicima. Korisnik može da se vrati na prethodno stanje sistema bez pokretanja dalje od početka.	
	Greške	Stopa grešaka u bilo kom sistemu bi trebalo da bude manja. Ako se greška dogodi, sistem bi trebalo da bude u stanju da se oporavi.	
	Zadovoljstvo	To je prijatno osećanje koje korisnik dobija za vreme ili nakon korišćenja sistema. Ono se može posmatrati kao dopadljivost za sistem ili ispunjenje propisanih zadatka.	
<b>Preece et al. (1994)</b>	Lakoća učenja		
	Propusnost		
	Fleksibilnost		
	Stav		
<b>ISO 9241-11 (1998)</b>	Efektivnost	To je mera performanse sistema da uspešno završe određeni zadatak ili cilj u vremenu.	
	Efikasnost	Predstavlja uspešan završetak zadatka pomoću sistema. Ona se odnosi na tačnost i potpunost određenog cilja.	
	Zadovoljstvo	To je prihvatljivost sistema od strane korisnika, u navedenom kontekstu upotrebe.	
<b>Constantine &amp; Lockwood (1999)</b>	Lakoća učenja		
	Efikasnost u upotrebi		
	Lakoća pamćenja		
	Pouzdanost u upotrebi		
	Korisničko zadovoljstvo		
<b>ISO 9126 (2001)</b>	Razumljivost	Sposobnost softverskog proizvoda da omogući korisniku da razume da li je softver pogodan, i kako može da se koristi za određene zadatke u uslovima korišćenja.	
	Lakoća učenja	Sposobnost softverskog proizvoda da omogući korisniku da nauči svoju aplikaciju.	

	Lakoća upotrebe	Sposobnost softverskog proizvoda da omogući korisniku da radi i kontroliše ga.
	Privlačnost	Sposobnost softverskog proizvoda da bude privlačan za korisnika.
	Usaglašenost upotrebljivosti	Sposobnost softverskog proizvoda da se pridržava standarda, preporuka, priručnika ili propisa koji se odnose na upotrebljivost
<b>QUIM (2006)</b>	Efikasnost	On kombinuje različite standarde i model kao što su ISO 9241 i ISO 9126 i ujedinjuje u jedan konsolidovan, hijerarhijski model. Sastoji se od 10 faktora podeljenih na 26 merljivih kriterijuma povezanih sa 127 specifičnih pokazatelja.
	Lakoća učenja	
	Lakoća upotrebe	
	Efektivnost	
	Zadovoljstvo	
	Produktivnost	
	Bezbednost	
	Poverenje	
	Pristupačnost	
	univerzalnost	
<b>ISO 25010 (2011)</b>	Upotrebljivost u upotrebi	Efektivnost u upotrebi
		Efikasnost u upotrebi
		Zadovoljstvo u upotrebi
		Usaglašenost sa zahtevima upotrebljivosti u upotrebi
	Fleksibilnost u upotrebi	Prilagodljivost kontekstu u upotrebi
		Proširivost na kontekst u upotrebi
		Pristupačnost u upotrebi
		Usaglašenost sa zahtevima fleksibilnosti u upotrebi
	Bezbednost u upotrebi	Zdravlje i bezbednost operatera
		Javno zdravlje i bezbednost
		Oštećenja okoline u upotrebi
		Usaglašenost sa bezbednosnim zahtevima u upotrebi

Easonov model (Eason, 1984) karakteriše upotrebljivost u tri nezavosna dela (karakteristike zadatka, korisnika i sistema) na platformi na kojoj se zadatak izvodi, i reakcija korisnika koja je zavisna promenljiva. Kasnije, Shackel (Shackel, 1991) je dao značaj inženjeringu upotrebljivosti i relativnosti njegovog koncepta. On je dao četiri važne karakteristike upotrebljivosti nazvane lakoća učenja, efikasnost, fleksibilnost i stav. Nielsenov model (Nielsen, 1993) studira i prepoznaje upotrebljivost kao važan atribut koji utiče na prihvatanje proizvoda. On deli prihvatljivost na praktičnu i društvenu prihvatljivost i nadalje daje pet atributa upotrebljivosti koje naziva: lakoća učenja, efikasnost, lakoća pamćenja, greške i zadovoljstvo. Međunarodna organizacija za standardizaciju daje model koji se sastoji od tri osnovna podatributa i to: efikasnost, efektivnost i zadovoljstvo ( ISO 9214-11, 1998). Nešto kasnije, (ISO 9126, 2001) utvrđuje sledeće podatribute upotrebljivosti koje naziva: razumljivost, lakoća učenja, funkcionalnosti, privlačnost i usaglašenost upotrebljivosti. Seffah i dr. razvijaju 2006 godine (Seffah et al., 2006) konsolidirani model za merenje upotrebljivosti i metrika, skraćeno nazvan QUIM (eng. Quality in Use Integrated Measurement). On kombinuje različite standarde i modele, kao što su ISO 9241 i ISO 9126 i objedinjuje u jedan konsolidovani, hijerarhijski model. On navodi metode za utvrđivanje

zahteva kvaliteta kao i identifikovanje, implementaciju, analiziranje i vrednovanje i procesa i metrika kvaliteta proizvoda. Ovaj model je pogodan početnim korisnicima koji imaju malo znanja o upotrebljivosti i može biti primenjivan i od strane stručnjaka upotrebljivosti i ne stručnjaka. QUIM model se sastoji od 10 faktora (efikasnost, efektivnost, zadovoljstvo, lakoća učenja, produktivnost, bezbednost, poverenje, pristupačnost, korisnosti i univerzalnost), podeljenih na 26 merljivih kriterijuma koji sadrže 127 specifičnih metrika. Model se koristi za merenje stvarne upotrebe softvera u radu i identifikovanje problema. QUIM model povezuje faktore sa kriterijumima i metrikama na jasan i konzistentan način. Može se koristiti uopšten ili se može prilagoditi da se u specifičnom kontekstu. Modeli upotrebljivosti i njihove definicije su navedeni u Tabeli 2.

#### **4.5. STANDARDI UPOTREBLJIVOSTI**

Međunarodna organizacija za standarde ISO je u poslednjih 20 godina odigrala važnu ulogu u razvoju više standarda upotrebljivosti. Prema ISO Standardu, postoje tri osnovne tačke pogleda na kvalitet, i to: pogled iz ugla korisnika, pogled iz ugla onoga ko razvija softver i pogled sa pozicije rukovodioca – menadžera (ISO/IEC 9126:2001). Korisnici su fokusirani na spoljnu dimenziju kvaliteta ili kvalitet u upotrebi i razmatraju kvalitet vremena izvršenja softverskog proizvoda. Sa druge strane, menadžeri i oni koji razvijaju softver su fokusirani na interni kvalitet softverskog proizvoda koji uključuje sposobnost za održavanje, cenu efektivnosti i portabilnost. Upotrebljivost spada u domen eksternog kvaliteta jer se meri prema mišljenju korisnika.

Samo nekoliko modela kvaliteta softvera su dizajnirani za rešavanje aspekata upotrebljivosti na detaljan i strukturiran način (Abran et al., 2003). Glavni problem sa definicijom upotrebljivosti je da je veoma teško odrediti karakteristike i njene atribute koje treba posebno razmotriti. Priroda karakteristika i potrebni atributi zavise od konteksta u kome se proizvod koristi (Abran et al., 2003).

ISO je napravio standarde koji se odnose na upotrebljivost, ali ovi standardi ne podržavaju sve aspekte upotrebljivosti i oni nisu dobro integrisani u tekućoj praksi softverskog inženjerstva zbog nedostatka podrške (Abran et al., 2003).

Dva glavna standarda vezana za upotrebljivost su:

- ISO 9241-11 i
- ISO 9126 -1 (kasnije ISO 25010).

U nastavku rada date su definicije i detaljna objašnjenja oba standarda.

#### **4.5.1. ISO 9241-11 standard**

Međunarodna organizacija za standarde ISO prihvatila je (1998) ovaj standard kako bi se olakšao proces ugovaranja i ocene ispunjenja definisanih karakteristika. ISO 9241-11 standard se koristi za identifikaciju važnih informacija koje moraju biti razmatrane za procenu upotrebljivosti performansi i zadovoljstva korisnika (Folmer & Bosch, 2004).

Prema ISO 9241 deo 11, upotrebljivost se definiše kao "mera u kojoj proizvod može da se koristi od strane određenih korisnika da ostvare određene ciljeve sa efikasnošću, efektivnošću i zadovoljstvom u određenom kontekstu upotrebe" (ISO 9241-11:1998). Ova definicija smešta dva različita pogleda iz perspektive korisnika. Jedan je pogled na korisničke performanse koje obuhvataju efektivnost i efikasnost, a drugi je korisnički stav koji se bavi pitanjem zadovoljstva.

Definicija upotrebljivosti se sastoji od četiri elementa: korisnika, korisničkih ciljeva, proizvoda i konteksta upotrebe. Kontekst upotrebe podrazumeva "korisnika, zadatke i opremu i fizičko i društveno okruženje u kome se koristi proizvod" (ISO 9241-11:1998; Laurusdottir, 2009; Quesenbery, 2003). Upotrebljivost ISO 9241-11 ima tri merljiva atributa upotrebljivosti: efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo (ISO 9241-11:1998; Laurusdottir, 2009; Quesenbery, 2003).

**Efektivnost:** Korisnici ostvaruju određene ciljeve uz tačnost i potpunost. Sistem mora da bude precizan i da sadrži kompletne funkcije tako da korisnici nemaju poteškoća u postizanju svojih ciljeva.

**Efikasnost:** Resursi sistema se moraju koristiti uz tačnost i potpunost preko koje korisnici ostvaruju svoje ciljeve.

**Zadovoljstvo:** Korisnici moraju biti zadovoljni korišćenjem sistema.

ISO 9241-11 objašnjava prednosti merenja upotrebljivosti u odnosu na performanse i zadovoljstvo korisnika i naglašava da upotrebljivost vizuelnog displeja zavisi od konteksta upotrebe, tj. da će nivo dostignute upotrebljivosti zavisiti od konkretnih okolnosti u kojima se koristi proizvod.

Proizvodi se mogu porediti kroz zbirne ocene upotrebljivosti, sa ciljem da se suoče zahtevi korisnika i korisnički stav prema najboljim proizvodima u terminima završetka zadatka, vremena završetka zadatka, složenosti zadataka i zadovoljstva korisnika (Fiotakis, 2007; Koua, 2006). Upotrebljivost takođe zavisi od karakteristika korisnika i okruženja (Tiits, 2003). Zahtevi upotrebljivosti mogu biti izabrani u kontekstu upotrebe za ostvarivanjem

ciljeva korisnika i pratećih mera za nameravani rezultat za poređenje sistema (Folmer & Bosch, 2004; Bevan, 1999; Shneiderman and Plaisant, 2003).

Svaki korisnički interfejs treba da bude takav da ga i eksperti i početnici mogu koristiti lako. Korisnički interfejs treba biti uspešno evaluiran kada se koriste važni kriterijumi za ocenjivanje upotrebljivosti u procesu projektovanja i razvoja (Stone, 2001). Upotrebljivost dizajna korisničkog interfejsa može se oceniti mnogim pristupima (Granic et al., 2004; Borges et al., 1996; Levi and Conrad, 2009; Morkes and Nielsen, 2009; Tullis, 1998; Dix et al., 2003). Mnogi evaluatori koriste različite kriterijume za ocenjivanje, zasnovane na sopstvenim interesima i nameni upotrebljivosti proizvoda (Oppenheim, 2004). Mere upotrebljivosti korisničkih performansi i zadovoljstva pružaju osnov za istraživanje upotrebljivosti i upoređivanje proizvoda sa drugim karakteristikama dizajna u istom kontekstu (Dix et al., 2003). Zahtevi upotrebljivosti moraju jasno naglasiti vezu sa kontekstom upotrebe i pripadajućim merama. O korisnicima treba znati: ko su i šta su njihovi ciljevi i koju vrstu uslova će koristiti za sistem da bi se ispunili njihovi željeni ciljevi (Six, 2009).

#### **4.6. MODELI KVALITETA SOFTVERA**

Softverski proizvodi različitih veličina i namena imaju ključnu ulogu u modernom poslovnom i životnom okruženju. Postavlja se pitanje kakav je nivo kvaliteta i pouzdanosti softvera u civilnim (kao što su medicina, saobraćaj (vazdušni, pomorski, železnički ili drumski), upravljanje nuklearnim postrojenjima) ili vojnim oblastima primene, gde ljudski životi zavise od sigurnosti, pouzdanosti i kvaliteta softvera. Zabrinjava sama pomisao da kvalitet softvera u ovakvim sistemima može biti nizak jer softverske greške mogu uzrokovati katastrofalne posledice.

Imajući u vidu koliko detekcija i ispravljanje softverskih grešaka može biti skupa aktivnost kao i zahteve za kvalitetom i pouzdanošću softvera koje potrošači postavljaju pred softversku industriju, jasno je da samo implementacija sistema kvaliteta može obezbediti kvalitet softvera.

Softverski proizvodi imaju mnogo zainteresovanih strana, uključujući one koji ga razvijaju, održavaju ili koriste. Sveobuhvatna specifikacija i evaluacija kvaliteta softvera je ključni faktor u obezbeđivanju vrednosti za zainteresovane strane. Ovo se može postići definisanjem potrebnih i željenih karakteristika kvaliteta u vezi sa ciljevima i zadacima zainteresovanih strana za sistem. Ovo uključuje karakteristike kvaliteta koje se odnose na

softverske sisteme i podatke, kao i uticaj sistema na zainteresovane strane. Važno je da su karakteristike kvaliteta specificirane, merene i procenjivane kad god je to je moguće, koristeći proverene i široko prihvaćene mere i metode merenja. Modeli kvaliteta u ovim međunarodnim standardima mogu da se koriste za identifikaciju relevantnih karakteristika kvaliteta koje mogu da se dalje koriste za uspostavljanje uslova, kriterijuma za zadovoljstvo i odgovarajućih mera.

Kvalitet informacionog sistema (IS) je danas veoma važno pitanje jer može značajno uticati na povraćaj investicije u IS. Informacioni sistem dobrog kvaliteta može bolje podržati ljude u donošenju odluka ili obavljanju transakcija. Kvalitet IS se može definisati na mnogo različitih načina.

Softverski proizvod je komercijalni softverski paket koji sadrži softverske aplikacije i prateću dokumentaciju. Kvalitet softvera je definisan kao usklađenost proizvedenog softvera sa navedenim i podrazumevanim potrebama (ISO/IEC 9126:1991). U cilju razumevanja i merenja kvaliteta, naučnici često grade modele međusobnih veza karakteristika kvaliteta. Model kvaliteta je skup kvalitativnih karakteristika i veza između njih, koji pruža osnovu za procenu kvaliteta softverskog proizvoda i specificiranje njegovih zahteva (ISO/IEC 9126:1991).

Kvalitet softvera je kompleksno pitanje, koje se ne sme zaobići. Potrebno je definisati načine merenja pojedinačnih kvaliteta i definisati kriterijume prihvatljivosti. Testiranje je najefikasniji način za određivanje nivoa kvaliteta softverskog proizvoda. Iako testiranje kvaliteta softvera (softverskih komponenti) daje povratnu informaciju o upotrebljivosti softvera u realnim sistemima, kvalitet istog se ne može garantovati u potpunosti zbog delimičnog nepoznavanja ponašanja sistema kada se koristi u realnim uslovima.

Kao prvi korak u proceni kvaliteta softvera neophodno je definisati ili izabrati model kvaliteta sa skupom karakteristika kvaliteta koje treba oceniti.

Zato je potrebno raspraviti sledeća pitanja:

- Kako meriti kvalitet proizvoda softvera? Kvalitet softvera u celini je teško definisati pa zato i teško izmeriti.
- Da li kvalitet softverskog proizvod zavisi od domena? Očekuje se da relativni značaj karakteristika kvaliteta zavisi od domena ili konteksta upotrebe, gde je za neke karakteristike jedan domen veoma važan, a za druge domene ista karakteristika je manje važna ili nevažna.

- Kako se može definisani model kvaliteta koristiti u različitim domenima? Postojeći modeli kvaliteta su suviše uopšteni da bi dali pokriće za sve domene primene. Očekuje se da za neke domene redukovani skup karakteristika može da se koristi za procenu kvaliteta.
- Koje su razlike između kvaliteta softverskog proizvoda i kvaliteta softvera skrojenog po meri? Potrebno je uporediti karakteristike kvaliteta koje su važne za dizajniranje softvera po meri. Očekuje se da se mogu definisati različiti modeli kvaliteta za procenu kvaliteta softvera u različitim domenima primene. Potrebno je da ovi modeli kvaliteta budu zasnovani na aktuelnom ISO modelu kvaliteta, uz moguće korekcije za specifičan domen primene, što će usloviti redukciju ili proširenje karakteristika kvaliteta.

Koncept kvaliteta softvera ima više dimenzija i ne može se jednostavno definisati. Da bi obezbedili zahtevani kvalitet, potrebno je pratiti različite parametre, izraditi planove i razviti i implementirati standarde i dokumentaciju sistema kvaliteta koja će biti primenjena na softverske proizvode.

Fitzpatrick (Fitzpatrick, 1996) je definisao kvalitet softvera kao "stepen do kojeg je industrijski definisan skup željenih osobina ugrađen u proizvod kako bi unapredili njegove performanse tokom života".

Kvalitet softvera ima značaj kako za proizvođača tako i korisnika softvera i varira zavisno od ugla posmatranja. Programeri se smatraju nisocima razvoja i nalaze se u ulozi proizvođača proizvoda koji će biti prodat određenom korisniku. Korisnici softver vide kao sredstvo koje će im pomoći u realizaciji poslovnih procesa. Razumljivo je da kvalitet nema isti značaj za proizvođače i korisnike softvera jer su oba poslovna pogleda veoma različita, ali je kvalitet zajednički faktor koji može da im pomogne da ostvare svoje poslovne ciljeve.

Da bi dobili softverski proizvod koji je razvijen u skladu sa specifikacijom, koji zadovoljava zahteve kupaca i ne sadrži greške, utvrđuje se kvalitet softvera merenjem više parametara. Pri tome potrebno je izabrati parametre za merenje i obezbediti pogodne metodologije i tehnike za testiranje. Poseban problem predstavlja definisanje metrika, odnosno onog tipa merenja koji se odnosi na pripadajući softverski sistem. Zato je važno da se razvoj softvera odvija u skladu sa propisanim standardima kako bi se izbegle kasnije intervencije na modifikaciji softverska u životnom ciklusu softverskog proizvoda.

Kvalitet se intenzivno studirao u prošlosti. Pojam kvaliteta proizvoda i kvaliteta softvera su definisani od strane mnogih autora.

Gillies (Gillies, 1992) predstavlja sledeća saznanja o kvalitetu:

- Kvalitet nije apsolutan, za razliku od svojih fizičkih karakteristika, i ne može da se meri na kvantitativnom nivou.
- Kvalitet je višedimenzionalan, što znači da mnogi faktori utiču na definisanje i kvalitet.
- Kvalitet je podložan ograničenjima, odnosno troškovima i resursima.
- Kvalitet podrazumeva kompromise, što znači da će ponekad neki kvalitetni atributi biti odbačeni u korist drugih.
- Kriterijumi kvaliteta nisu nezavisni, odnosno kriterijumi kvaliteta su u interakciji jedni sa drugima, eventualno izazivajući konflikte.

Navedene izjave daju lep opis kvaliteta i objašnjavaju da je kvalitet složen i multidimenzionalan koncept, a procena kvaliteta složen proces. Svakako, odrediti ciljnu grupu, bitne attribute koji doprinose kvalitetu proizvoda i njihove željene, odnosno trenutne vrednosti, voditi računa o zahtevima različitih učesnika u projektu i ustupcima — teško je sve postići, naročito bez odgovarajućeg pomoćnog sredstva. Inženjersko sredstvo za olakšavanje razumevanja i uspostavljanja kontrole nad kvalitetom, koje se najčešće koristi je model, odnosno modelovanje.

Pošto softver može značajno uticati na rad i funkcionisanje poslovnog ili nekog drugog sistema, potrebno je da softver zadovoljava mnogobrojne attribute kvaliteta i da bude kvalitetan u celini. Softver mora da zadovolji, na prvom mestu, zahteve korisnika, i da poseduje određen nivo kvaliteta, a ne samo funkcionalnost.

Da bi razumeli i merili kvalitet, naučnici su često gradili modele kvaliteta. Postoji više modela kvaliteta koji sugerišu na koje se sve načine mogu međusobno povezati različiti atributi kvaliteta. Početni modeli kvaliteta su razvijeni u kritičnim oblastima primene (Air Force Systems, Rim Klima Centar za Razvoj i NASA). Model kvaliteta je skup karakteristika i odnosa između njih, koji pružaju osnov za specifikaciju zahteva kvaliteta i ocenjivanje kvaliteta (ISO/IEC 9126:1991).

Prva objavljena metoda za procenu kvaliteta softvera je (Rubey, 1968), koji predlaže attribute kvaliteta i metrike i razmatra spoljne faktore koji imaju uticaj na performanse programa. Korišćenjem metrike i spoljnih faktora, autori, takođe, predlažu model kvaliteta koji se može koristiti i za kvalitet programa i okruženje za programiranje ocenjivanja kvaliteta.

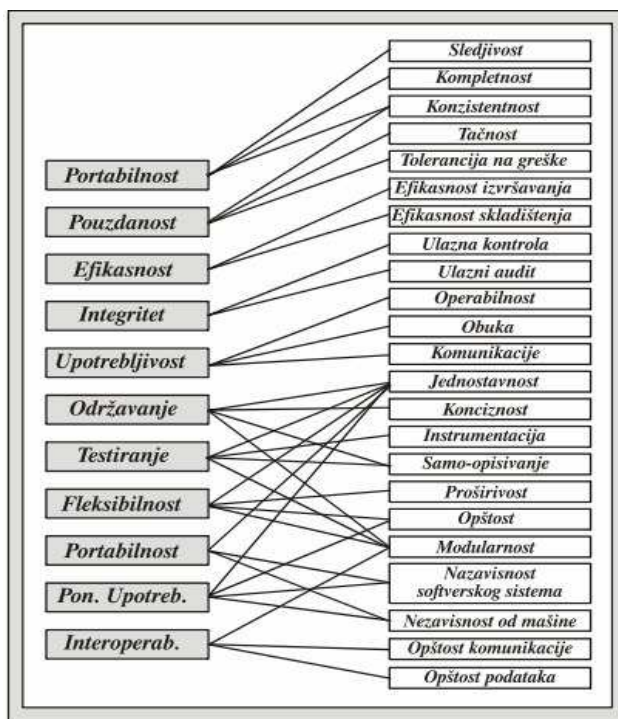


Da bi se definisao kvalitet softvera potrebno je meriti i vrednovati mnoge karakteristike koje nam omogućavaju utvrđivanje kvaliteta softvera, pri čemu metrika kvaliteta softvera ima značajnu ulogu.

Zato se moraju definisati karakteristike, koje značajno utiču na performanse i kvalitet softvera ali često nisu tako eksplicitne. Postoji veliki broj različitih pristupa za definisanje skupa karakteristika koje je potrebno meriti da bi se utvrdio kvalitet softvera, odnosno definisao modela kvaliteta, počev od klasika Boehm (Boehm, 1978), McCall (McCall, 1978), pa do novijih pristupa ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010, 2009).

#### 4.6.1. McCall-ov model kvaliteta softvera

U istorijskom pregledu nezaobilazan je model kvaliteta softvera koji su predložili McCall i dr. (McCall, Richards and Walters, 1977). Neki autori smatraju da je McCall-ov model (Slika 3) prvi i najviše korišćen model kvaliteta (Fitzpatrick, 1996). Oni su definisali “okvir kvaliteta” sa kriterijumima za kvalitet koji se oslanjaju na tri tačke: korišćenje, menjanje i prenošenje.



SLIKA 3. MCCALL -OV MODEL KVALITETA SOFTVERA (STEFANOVIĆ ET AL., 2006)

Glavna ideja McCall-ovog modela je procena odnosa između spoljašnjih faktora kvaliteta i kriterijuma kvaliteta proizvoda (Maryoly, 2003). Spoljašnji ili eksterni kvalitet se odnosi na

proizvod i meren je na strani korisnika, dok je unutrašnji ili interni kvalitet doživljen u toku razvoja i meri se sa strane programera (Kent, 2000).

U zavisnosti od namene softvera, ovi faktori kvaliteta se mogu organizovati u tri dimenzije proizvoda: operativnost, prenosivost i revizija proizvoda. Operativnost proizvoda se odnosi na sposobnost proizvoda da se razume, da bude stabilan i funkcionalan. Revizija proizvoda se odnosi na korekciju i adaptaciju sistema. Tranzicija proizvoda je u vezi sa karakteristikama prenosivosti uz pretpostavku brze promene hardvera.

#### **4.6.2. Boehm-ov model kvaliteta**

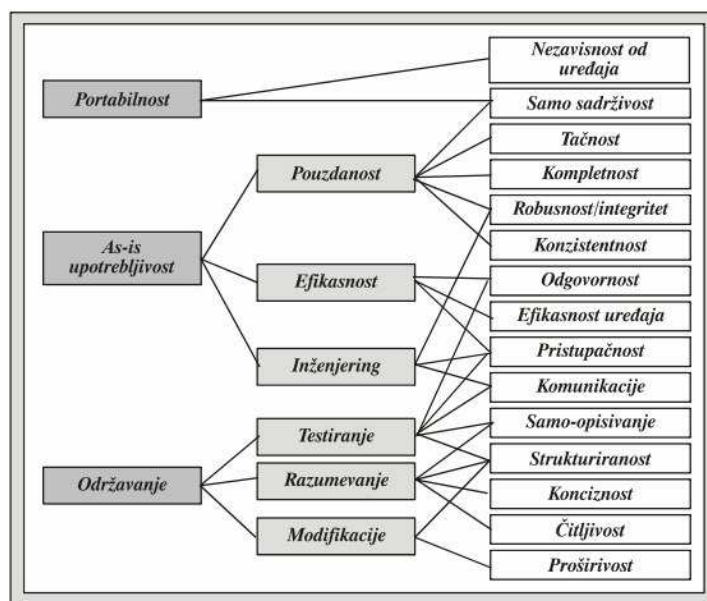
Jedan od najpoznatijih modela kvaliteta predložio je Boehm sa saradnicima (Boehm et al., 1976). U njemu su obuhvaćene opšte karakteristike kvaliteta u kriterijumi kvaliteta, prema vrsti i položaju korisnika, kroz tri ugla posmatranja: kao krajnji korisnici (as-is upotrebljivost), iz ugla potencijalnih korisnika, u slučaju promene sredine i korišćenja na drugim mestima (portabilnost) i potencijalnih korisnika, u nekom drugom vremenu (mogućnost održavanja) (Slika 4). Boehm, kao i McCall, u pojam uspešnog softvera uključuju potrebe i očekivanja korisnika. Njihovi modeli su slični jer predstavljaju hijerarhiju karakteristika, od kojih svaka doprinosi ukupnom kvalitetu (Boehm, 1978) ali Boehm uključuje karakteristike performansi hardvera koje nedostaju McCallovom modelu.

Model nije čisto hijerarhijski struktuiran, ali je u skladu sa (Gilies, 1992) modelom predstavljenim kao proširena hijerarhija, gde su atributi kvaliteta podeljeni. Tri karakteristike na najvišem nivou su povezane sa skupom karakteristika na nižim nivoima. Neke karakteristike na najnižem nivou su povezane sa više od jedne karakteristike na višem nivou.

Softver pre svega mora da bude upotrebljiv jer je u suprotnom njegov razvoj gubljenje vremena, novca i rada. Nakon isporuke proizvoda, upotrebljivost se može sagledavati na više načina, prema tipu korisnika (naručioc, programer i sl.). Naručilac je zadovoljan upotrebljivošću ako sistem radi ono što on želi, ali sistem mora da bude i prenosiv da bi mogao da se koristi na drugom računaru, bez uticaja na funkcionalnost. Drugi tip korisnika su oni koji se bave nadograđenim ili doradenim sistemom. Na kraju, treći tip korisnika se bavi održavanjem sistema a to su uglavnom programeri koji moraju biti sposobni da naprave sve uzmene u skladu sa zahtevima kupca, ili kada se otkriju greške da budu u stanju razumeju kod i modifikuju ga.

Bez obzira kojoj vrsti korisnici pripadaju, svi oni očekuju da sistem bude pouzdan i efikasan. Pouzdanost je karakteristika softvera kojoj doprinose mnoge podkarakteristike i podrazumeva da sistem ispravno radi bez otkaza u vrlo dugim vremenskim periodima, da

proizvodi ispravan i tačan rezultat za isti skup ulaznih podataka više puta pod istim uslovima. Istovremeno, sistem bi trebalo da ima razuman odziv na zahtev korisnika. Najzad, sistem za korisnike i programere treba da bude jednostavan za učenje i upotrebu.



SLIKA 4. BOEHM-OV MODEL KVALITETA SOFTVERA (STEFANOVIĆ ET AL., 2006)

Boehmov model dokazuje da je kvalitetan softver onaj koji zadovoljava potrebe korisnika i programera koji sa njim rade. To znači da softver radi ono što korisnik od njega traži i očekuje, ispravno i efikasno koristi računarske resurse, jednostavan je za učenje i korišćenje, dobro je projektovan, dobro kodiran i lako se testira i održava.

#### 4.6.3. *FURPS model kvaliteta*

FURPS model je predložen 1987. od strane Roberta Grady i Hewlett-Packard Co (Grady, 1987), a njegovo ime je izvedeno iz početnih slova ovih pet karakteristika kvaliteta koje koristi: **F**unctionality, **U**sability, **R**eliability, **P**erformance, and **S**upportability (srp. Funkcionalnost, Upotrebljivost, Pouzdanost, Performanse i Podrška ).

Model razlaže karakteristike u dve kategorije zahteva:

- Funkcionalni zahtevi: Definisani na strani ulaza i očekivanog izlaza.
- Nefunkcionalni zahtevi: Upotrebljivost, pouzdanost, performanse i mogućnosti podrške.

FURPS model treba da bude primenjivan u dva koraka. Na početku je potrebno izabrati prioritete, gde bi se definisali merljivi atributi kvaliteta. Jedina mana ovog modela je da ne uzima u obzir prenosivost softvera.

#### **4.6.4. Dromey-ev model kvaliteta**

Dromey predlaže način da se konstruiše model kvaliteta zasnovan na proizvodu, čije se sve karakteristike najnižeg nivoa mogu meriti (Dromey, 1996). On klasifikuje kvalitet koristeći četiri osobine: ispravnost, unutrašnja svojstva, kontekstna svojstva i opisna svojstva.

On predlaže tehniku za izgradnju modela kvaliteta i napominje kvalitet proizvoda u velikoj meri zavisi od izbora komponenti koje sačinjavaju proizvod, njihovih svojstava i kompozicije.

Nadalje, on predlaže osam atributa kvaliteta visokog nivoa od kojih iz ISO 9126:1991 i dva nova: ponovno korišćenje i zrelost procesa. Atributi zrelosti procesa se sastoje od: orijentacije klijenta, dobre definisanosti, ubedljivosti i efektivnosti, a atributi ponovnog korišćenja od: nezavisnosti od mašine, mogućnosti razdvajanja i mogućnosti konfigurisanja. Proces definisanja modela sastoji se od sledećih pet koraka:

1. Identifikovanje atributa kvaliteta visokog nivoa.
2. Identifikovanje komponenti proizvoda.
3. Identifikovanje i klasifikovanje najbitnijih svojstava kvaliteta svake komponente.
4. Predlaganje skupa aksioma za povezivanje atributa kvaliteta sa svojstvima proizvoda.
5. Procenjivanje modela, identifikovanje slabosti i njegova nadogradnja ili ponovno kreiranje.

Svaki model treba da podržava ciljeve proizvoda i projekta.

## **4.7. KVALITET SOFTVERA I STANDARDI**

Sa povećanjem broja softverskih aplikacija, rastao je i značaj kvaliteta softvera i da bi se upravljalo kvalitetom softvera bilo je potrebno utvrditi metodologije za objektivno kvantitativno vrednovanje softverskih proizvoda i procesa njihovog razvoja. Početkom 1990-ih godina, u softverskom inženjerstvu se pokušalo sa konsolidacijom mnogih aspekata kvaliteta u jedan model koji bi delovao kao svetski standard za merenje kvaliteta softvera. Jedan od glavnih ciljeva međunarodnih standarda je da uspostave konzistentnost i kompatibilnost na određenom polju. Važna prelomna tačka u standardizaciji kvaliteta softvera i metoda za njegovo merenje bilo je usvajanje prve verzije modela kvaliteta, predloženog krajem 1991. godine, u literaturi poznat kao standard ISO 9126:1991. Ovaj standard je trebao da potpomogne razumevanje između naručioca softvera i onoga ko treba da ga napravi, tokom dogovora o tome koje karakteristike kvaliteta softver mora imati i do kog stepena.

### **4.7.1. ISO/IEC 9126:1991**

ISO 9126, je model koji definiše kvalitet proizvoda kao skup karakteristika proizvoda (Maryoly, 2003). Kao osnova za internacionalni standard kvaliteta softvera je preporučan McCall-ov model. Jedna od glavnih razlika između ISO i modela koje su dali McCall i Boehm je ta što je kod ISO modela hijerarhija striktna.

Prva verzija je imala šest glavnih karakteristika koji doprinose kvalitetu (funkcionalnost, pouzdanost, upotrebljivost, efikasnost, mogućnost održavanja i prenosivost, a u aneksu su dati i predlozi 20 podkarakteristika. Svaka od karakteristika na desnoj strani odnosi se tačno na jedan atribut na levoj strani. Karakteristike na desnoj strani odnose se na korisnikov pogled na softver, a ne na interni pogled njegovog projektanta. U standardu se preporučuje direktno merenje karakteristika na desnoj strani, ali se ne daju detalji o tome kako da se merenja vrše.

Upotrebljivost je definisana kao "skup osobina koje se odnose na napor potreban za upotrebu i individualnu procenu takve upotrebe, od strane definisanog ili implicitnog skupa korisnika" (ISO/IEC 9126:1991). Sadržavala je tri podkarakteristike: razumljivost, učljivost i operabilnost (gde je operabilnost definisana kao „atributi softvera koji se odnose na trud koji korisnik uloži za izvršavanje operacije i njeno kontrolisanje“ (ISO/IEC 9126:1991)). Ovo je bio bazični model kvaliteta koji je, kako je u Standardu jasno bilo istaknuto, po potrebi

trebalo prilagoditi konkretnom projektu. ISO/IEC 9126 nije u sebi sadržavao attribute i metrike, čak ni u formi predloga, niti je propisivao metode merenja, rangiranja i procene, ali jeste nudio smernice za opšti model procesa evaluacije kvaliteta softvera.

Ovaj model pomaže da se pojasni šta se vrednuje u softveru koji pravimo i koristimo, ali nijedan od modela ne uključuje razlog zašto su neke od karakteristika obuhvaćene, a druge nisu i zašto se pojedini atributi pojavljuju u hijerarhiji. Pored toga, nema smernica o tome kako da se komponuju karakteristike nižeg nivoa u one višeg nivoa, da bi se dobila ukupna procena kvaliteta. Svi ti problemi otežavaju da odredimo da li je dati model potpun ili dosledan.

Ovaj model nudi šemu u dva nivoa sa karakteristikama i podkarakteristikama (Slika 5). Jedna od ključnih razlika je što ovaj model kvaliteta dopušta da svaka podkarakteristika utiče samo na jednu karakteristiku na višem nivou, za razliku od većine drugih modela.

Međunarodna organizacija za standardizaciju je u periodu od 2001. do 2004. godine izdala proširenu verziju ovog standarda. Ovaj standard, je podeljen na dva standarda ISO/IEC 9126:2001 (Kvalitet softverskog proizvoda) i ISO/IEC 14598 (Vrednovanje softverskog proizvoda). Radna grupa broj šest (WG6) Podkomiteta za softverski inženjering (SC7) odlučila je da proces evaluacije kvaliteta softvera izdvoji u potpuno novu seriju standarda ISO/IEC 14598, zato što su model kvaliteta i metrike korisni ne samo za evaluaciju kvaliteta, već i za druge svrhe, uključujući definisanje zahteva za kvalitetom (Azuma, 2001). Međutim, pokazalo se da je došlo do smanjenja popularnosti oba standarda (ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598) i da je ovo bila loša odluka, jer je dovela do komplikovanja čitave stvari.

#### **4.7.2. ISO/IEC 9126:2001**

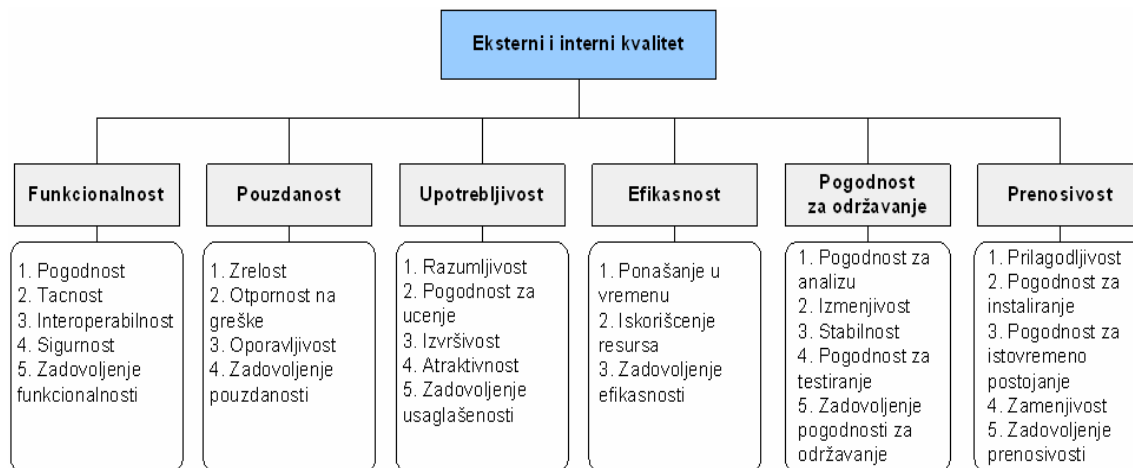
ISO/IEC 9126:2001 se sastojao od jednog međunarodnog standarda (IS) i tri tehnička izveštaja (TR):

- ISO/IEC IS 9126-1: 2001- Modeli kvaliteta;
- ISO/IEC TR 9126-2: 2003 - Eksterne metrike;
- ISO/IEC TR 9126-3: 2003 - Interne metrike i
- ISO/IEC TR 9126-4: 2004 - Metrike kvaliteta u upotrebi.

Prvi deo standarda **ISO/IEC 9126-1** se odnosio na koncepte uvedene u ranijoj verziji standarda, tj. preporučeni model kvaliteta softvera. Novina je bila što je model kvaliteta bio dvodelan i sastojao se iz modela *internog/eksternog kvaliteta* i modela *kvaliteta u upotrebi* softvera. Model internog/eksternog kvaliteta ostao je sličan prvobitnom modelu, iz ranije verzije standarda. Zadržano je svih šest osnovnih karakteristika, ali su redefinisane,

podkarakteristike su premeštene iz Aneksa i sada su postale deo standarda i imale su obavezujući karakter, dodate su neke nove podkarakteristike i redefinisane su kao „sposobnost softvera“, kako bi se omogućila njihova interpretacija kao dela interne ili eksterne perspektive kvaliteta.

Konačan model internog/eksternog kvaliteta prikazuje Slika 5 (Raičević, 2008).



SLIKA 5. MODEL KVALITETA ZA EKSTERNI I INTERNI KVALITET (ISO/IEC 9126-1)

**Interni kvalitet** softverskog proizvoda se meri i vrednuje na osnovu zahteva internog kvaliteta. Detalji kvaliteta mogu se poboljšati tokom implementacije koda i ispitivanja, ali osnovna postavka kvaliteta softverskog proizvoda predstavljena internim kvalitetom ostaje nepromenjena, osim u slučaju ponovnog projektovanja.

**Eksterni kvalitet:** zbir karakteristika softverskog proizvoda sa eksternog aspekta. Predstavlja kvalitet izvršavanja softvera, koji se obično meri i vrednuje tokom testiranja u simuliranom okruženju sa simuliranim podacima korišćenjem eksternih metrika. Tokom testiranja, treba da se otkrije i eliminiše većina grešaka. Ipak, neke greške mogu postojati i nakon testiranja. Pošto je teško ispraviti arhitekturu softvera ili osnovne postavke razvoja softvera, osnove razvoja se ne menjaju tokom testiranja.

Model kvaliteta deli attribute kvaliteta prema šest karakteristika:

- **funkcionalnost** (sposobnost softverskog proizvoda da obezbedi funkcije koje ispunjavaju iskazane i podrazumevane potrebe kada se softver koristi pod specificiranim uslovima),
- **pouzdanost** (sposobnost softverskog proizvoda da održava specificirani nivo performansi kada se koristi pod specificiranim uslovima),
- **upotrebljivost** (sposobnost softverskog proizvoda da bude razumljiv, korišćen i atraktivan za korisnika, kada se koristi pod specificiranim uslovima),

- *efikasnost* (sposobnost softverskog proizvoda da obezbedi odgovarajuće performanse u odnosu na korišćene resurse pod postavljenim uslovima),
- *pogodnost za održavanje* (sposobnost softverskog proizvoda da bude modifikovan. Modifikacija može da uključuje ispravke, poboljšanje ili adaptaciju softvera u odnosu na promene okruženja, kao i u zahtevima i funkcionalnim specifikacijama),
- *prenosivost* (sposobnost softverskog proizvoda da bude prenosiv iz jednog okruženja u drugo).

Ove karakteristike se dalje dele na 27 podkarakteristika koje se mogu meriti internim ili eksternim metrikama.

Upotrebljivost, na primer, ovde je definisana kao: „*Sposobnost softvera da bude shvaćen, naučen, korišćen i privlačan korisniku, kada se koristi pod propisanim uslovima*“ (ISO/IEC 9126-1:2001). Podeljena je na pet podkarakteristika, i to: tri stare, kao što su razumljivost, učljivost i operabilnost na koje su dodate privlačnost i usaglašenost sa propisima vezanim za upotrebljivost. Modeli internog/eksternog kvaliteta su imali identične karakteristike i podkarakteristike. Razlikovali su se jedino u metrikama kojima su one kvantifikovane, a koje su definisane u drugim delovima standarda.

Za svaku karakteristiku i podkarakteristiku, sposobnost softvera je određena skupom internih atributa koji mogu da se izmere. Karakteristike i podkarakteristike mogu da se mere eksterno stepenom sposobnosti koji je obezbeđen sistemom koji sadrži softver.

U kontekstu ISO/IEC 9126-1 standarda, kvalitet u upotrebi je viđenje kompletnog sistema na kom se softver pokreće od strane krajnjeg korisnika i meri se rezultatima upotrebe softvera, radije nego svojstvima samog softvera. Atributi internog i eksternog kvaliteta su uzrok, a atributi kvaliteta u upotrebi su efekat. Po Bevanu (Bevan, 1999): „*Kvalitet u upotrebi je cilj, a kvalitet softverskog proizvoda je sredstvo kojim se taj cilj postiže.*“ Dakle, kvalitet u upotrebi je kombinovani efekat karakteristika internog i eksternog kvaliteta na krajnjeg korisnika. Može se meriti nivoom do kog konkretni korisnici mogu postići specificirane zadatke sa *efektivnošću, produktivnošću, bezbednošću i zadovoljstvom* (četiri karakteristike modela kvaliteta u upotrebi), u konkretnom kontekstu upotrebe. Ali, iako postoje tri pogleda na kvalitet, ne treba zaboraviti da su to samo različite perspektive jedne te iste stvari, i da svaki od njih ima relaciju sa druga dva. Merenjem i evaluacijom kvaliteta u upotrebi može se potvrditi eksterni kvalitet softvera. Dalje, merenjem i evaluacijom eksternog kvaliteta možemo verifikovati interni kvalitet softvera, a ispitivanjem internog kvaliteta možemo izvući zaključke o potrebnim poboljšanjima procesa izrade softvera. Slično tome, uzimanje u

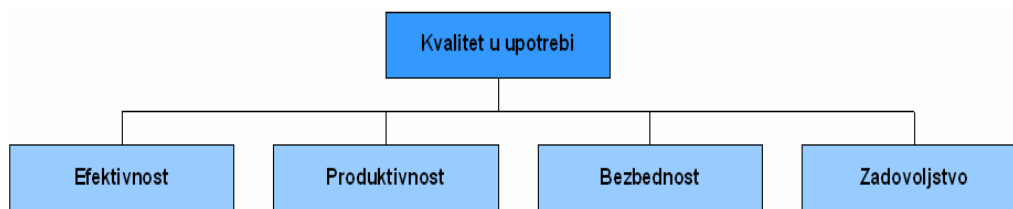


obzir atributa internog kvaliteta je preduslov za postizanje zahtevanog eksternog ponašanja, a razmatranje atributa eksternog kvaliteta je preduslov za postizanje kvaliteta u upotrebi.

Svojstva kvaliteta u upotrebi su podeljena na četiri podkarakteristike:

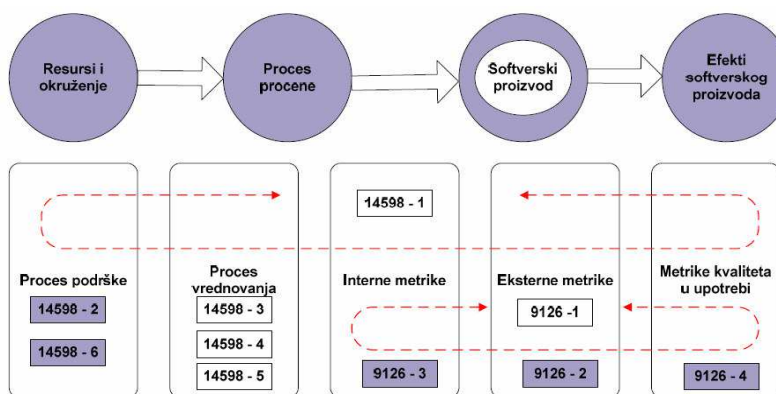
- **efektivnost** (sposobnost softverskog proizvoda da omogući korisnicima postizanje ciljeva sa tačnošću i kompletnošću u kontekstu specifične upotrebe)
- **produktivnost** (sposobnost softverskog proizvoda da omogući korisnicima upotrebu odgovarajuće količine resursa u vezi sa efektivnošću postignutom u specificiranom kontekstu upotrebe)
- **bezbednost** (sposobnost softverskog proizvoda za postizanje prihvatljivih nivoa rizika štete ljudima, poslu, softveru, imovini ili okruženju u kontekstu specifične upotrebe)
- **zadovoljstvo** (sposobnost softverskog proizvoda da zadovolji korisnike u kontekstu specifične upotrebe).

Model kvaliteta u upotrebi prikazuje Slika 6 (Raičević, 2008).



SLIKA 6. MODEL ZA KVALITET U UPOTREBI (ISO/IEC 9126-1)

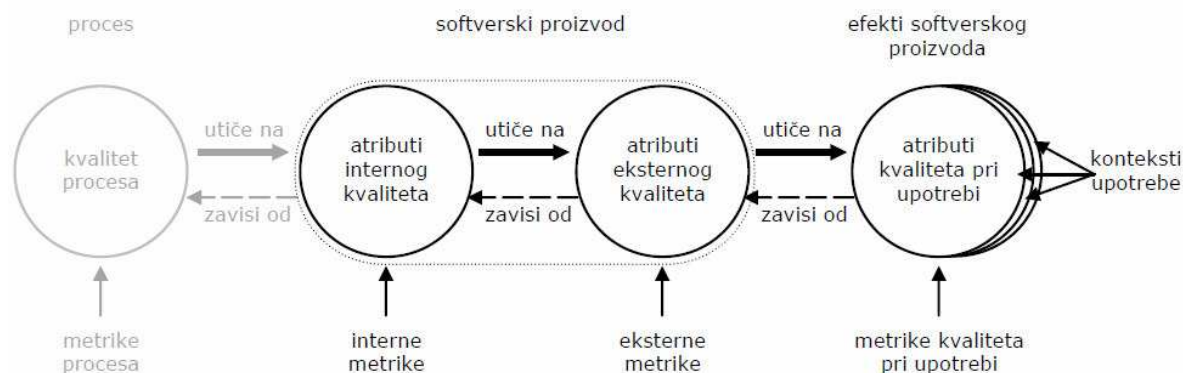
Kvalitet u upotrebi je kvalitet softverskog proizvoda sa korisničkog aspekta kada se koristi u specifičnom okruženju i u kontekstu specifične upotrebe. Meri stepen do kog korisnici mogu postići svoje ciljeve u određenom okruženju, a ne meri osobine samog softvera. Za ispunjavanje kriterijuma za eksterni kvalitet nije dovoljno ispunjenje kriterijuma interni za kvalitet. Takođe, ispunjavanje kriterijuma za eksterni kvalitet obično nije dovoljno za ispunjenje kriterijuma za kvalitet u upotrebi.



SLIKA 7. VEZA IZMEĐU STANDARDA ISO/IEC 9126 I ISO/IEC 14598 (RAIČEVIĆ, 2008)

Kada se govori o kvalitetu obično se misli na ispunjenje zahteva za kvalitetom sa korisničkog aspekta. Tada se zahtevi korisnika za kvalitetom odnose na kvalitet proizvoda u upotrebi. Da bi u proces razvoja softvera ugradili ispunjenje zahteva za kvalitetom potrebno je da se još u toku životnog ciklusa vrši vrednovanje softverskog proizvoda,.

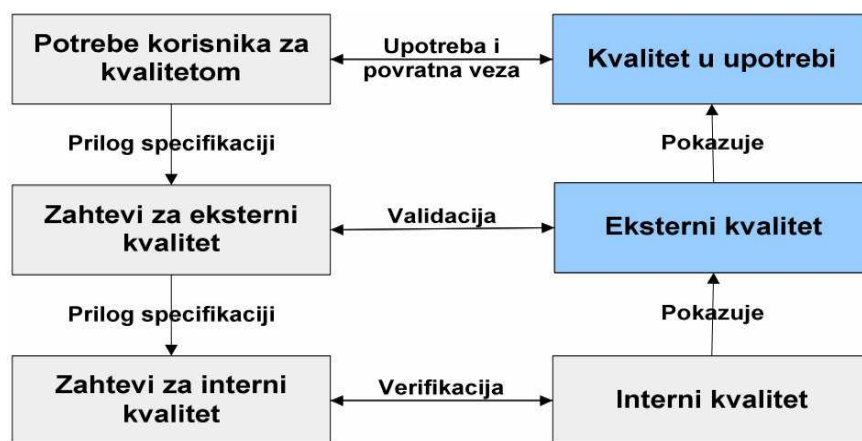
Kvalitet se procenjuje merenjem internih (obično statičko merenje međuproizvoda) i eksternih (merenje ponašanja koda kada se izvršava) atributa ili merenjem atributa kvaliteta u upotrebi. Osnovu za merenje kvaliteta pruža model kvaliteta prikazan na Slici 8.



SLIKA 8. KVALITET U ŽIVOTNOM CIKLUSU (ŠČEKIĆ , 2011)

Povezanost procesa vrednovanja kvaliteta proizvoda i kvaliteta u upotrebi je očigledna. Proces kvaliteta utiče na kvalitet proizvoda, a kvalitet proizvoda na kvalitet upotrebe, kao i obrnuto. Interni atributi vrše uticaj na eksterne atribute, a eksterni utiču na kvalitet u upotrebi. Očigledno je da se kvalitet međuproizvoda meri internim karakteristikama, a da se kvalitet konačnog proizvoda ogleda u eksternim atributima i upotrebnom vrednosti proizvoda.

Naravno, postoje različiti aspekti kvaliteta i različite metrike vezane za faze životnog ciklusa proizvoda.



SLIKA 9. KVALITET U ŽIVOTNOM CIKLUSU SOFTVERA (RAIČEVIĆ, 2008)

Za vrednovanje kvaliteta softverskog proizvoda u fazi definisanja ciljeva za kvalitet proizvoda ili međuproizvode koristi se definisani model kvaliteta. Vrednovanje atributa može se vršiti kako merenjem posledica tako i neposrednim merenjem.

Za oblikovanje liste parametara koji su u vezi sa kvalitetom koristi se proces hijerarhijske dekompozicije softverskog proizvoda. Naravno, nije moguće merenje svih karakteristika u svim mogućim slučajevima.

Drugi deo standarda **ISO/IEC 9126-2** odnosi se na eksterne metrike karakteristika kvaliteta softvera. Eksterna metrika je kvantitativna skala i metod merenja, koji može biti korišćen za merenje atributa ili karakteristike softvera koja je rezultat ponašanja sistema čiji je softver deo. Eksterne metrike su primenljive na softver koji se izvršava (pokreće) tokom testiranja ili upotrebe u kasnijim fazama razvoja ili čak tokom upotrebe u stvarnom radnom okruženju.

Treći deo standarda **ISO/IEC 9126-3** obezbeđuje interne metrike za kvantifikovanje karakteristika kvaliteta softvera. Interna metrika je kvantitativna skala i metod merenja, koji može biti upotrebljen za merenje atributa ili karakteristika kvaliteta softvera koja je deo samog softvera, direktno ili indirektno (nije rezultat merenja ponašanja sistema). Interne metrike su primjenljive tokom dizajniranja ili kodiranja, u ranim fazama životnog ciklusa softvera.

Na kraju, četvrti deo standarda **ISO/IEC 9126-4**, sadrži osnovni skup metrika za svaku karakteristiku kvaliteta u upotrebi, uputstva za njihovu primenu i primere kako se one koriste u životnom ciklusu softverskog proizvoda.

#### ***4.7.3. ISO/IEC 14598 (Evaluacija kvaliteta softvera)***

Drugi deo standarda ISO/IEC 9126 je ISO/IEC 14598 (Vrednovanje softverskog proizvoda). Ovo je serija ISO standarda koja „pruža metode za merenje, procenu i evaluaciju kvaliteta softverskog proizvoda“ (ISO/IEC 14598-1:1999).

**ISO/IEC 14598-1:1999** pruža osnovu za ovu seriju, tako što definiše osnovne pojmove i opisuje gde će se koristiti karakteristike i metrike kvaliteta definisane u ISO/IEC 9126 seriji.

ISO/IEC 14598-1 se sastoji od nekoliko delova koji se pojavljuju pod opštim nazivom Informaciona tehnologija – Vrednovanje softverskih proizvoda. Vrednovanje softverskog kvaliteta odnosi se na model kvaliteta, metod vrednovanja, merenje softvera, i alate za podršku. Ovaj standard je namenjen projektantima, onim koji vrše nabavku i nezavisnim ocenjivačima.

Seriya međunarodnih standarda ISO/IEC 14598 obezbeđuje uputstva i zahteve za proces vrednovanja u situaciji:

- Razvoja novih proizvoda ili poboljšanja postojećih (ISO/IEC 14598-3:2000),
- Nabavke proizvoda ili ponovnog korišćenja postojećeg proizvoda (ISO/IEC 14598-4:1999),
- Nezavisnog vrednovanja na zahtev projektanta, nabavljača ili treće strane (ISO/IEC 14598-5:1998).

Testiranje softvera predstavlja najefikasniji i najbolji način dostizanja i održavanja kvaliteta softverskih proizvoda. Utemeljeno je na pravilima i principima kvaliteta u okviru standarda koji se odnose na kvalitet i, na neki način, sprovodi u delo sve unapred definisane metode i tehnike za stvaranje i održavanje kvalitetnog softvera

#### ***4.7.4. SQuaRE - serija ISO/IEC standarda vezanih za kvalitet softvera***

Imajući u vidu nedostatke u ISO/IEC 9126 standardu koje su u literaturi identifikovali pojedini stručnjaci (npr. u Azuma, 2001; Al-Qutaish, 2009, 2010; Suryan and Gil, 2005; Olsina and Molina, 2008), Međunarodna organizacija za standardizaciju je odlučila da izda novu seriju standarda koja će regulisati ovu oblast, ovoga puta pod jedinstvenom oznakom i sa boljom organizacijom.

Novi standard je imao radno ime SQuaRE (eng. Software Product Quality Requirements and Evaluation) - zahtevi za kvalitet softverskih proizvoda i evaluaciju. On predstavlja drugu generaciju standarda vezanih za kvalitet softvera i izdat je sa namerom da vremenom zameni ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 serije, a izrađen je na osnovu sledećih smernica:

- Spajanjem posebnih serija ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 u jedan usaglašen,
- Uvođenje nove organizacije i standarda,
- Uvođenje novog referentnog modela,
- Uvođenje detaljnih vodiča,
- Uvođenje standarda na zahteve kvaliteta,
- Uvođenje priručnika za praktičnu upotrebu serija sa primerima,
- Koordinacija i usklađivanje modela merenja sa ISO/IEC 15939 Softversko inženjerstvo - Softver za merenje procesa.

SQuaRE označava seriju od četrnaest ISO/IEC standarda i tehničkih izveštaja vezanih za kvalitet softvera, koji su grupisani u pet tematskih celina ili delova:

1) **Upravljanje kvalitetom (ISO/IEC 2500n)**, pruža uopštenu sliku procesa evaluacije i modela kvaliteta, što ga čini važnim za razumevanje kompletne serije standarda. Definiše

zajedničke modele, pojmove i definicije na koje se pozivaju svi drugi standardi iz SQuaRE serije.

2) **Model kvaliteta (ISO/IEC 2501n)**, uvodi u upotrebu detaljan model kvaliteta uključujući karakteristike za interni, eksterni i kvalitet u upotrebi, koje su dalje razložene na podkarakteristike. Obezbeđeno je i praktično uputstvo za upotrebu modela kvaliteta.

3) **Merenje kvaliteta (ISO/IEC 2502n)**, obuhvata standarde koji uključuju referentni model za merenje kvaliteta softverskog proizvoda, metrike za interni, eksterni i kvalitet u upotrebi i uputstvo za njihovu praktičnu upotrebu.

4) **Zahtevi za kvalitetom** (serija **ISO/IEC 2503n**), pomažu pri specificiranju zahteva za kvalitetom a proces definisanja zahteva je preslikan na tehničke procese definisane u ISO/IEC 15288 standardu, i

5) **Evaluacija kvaliteta** (serija **ISO/IEC 2504n**), pruža zahteve, preporuke i uputstva za evaluaciju softverskog proizvoda, bilo da je izvode evaluatori, kupci ili oni koji razvijaju softver.

Glavne razlike između serija SQuaRE i ISO/IEC 9126, odnosno ISO/IEC 14598 su:

- uvođenje opšteg referentnog modela;
- usklađivanje i koordinacija uputstava za merenje i evaluaciju kvaliteta softvera;
- uvođenje dela posvećenog Zahtevima za kvalitetom;
- postojanje detaljnih uputstava za upotrebu svakog dela posebno;
- uvođenje saveta za praktičnu upotrebu u obliku primera;
- sadržaj ove serije je usklađen sa terminologijom vezanom za merenje softvera (korišćenom u ISO 15939:2007 standardu).

Na ovu seriju standarda snažan uticaj imao je međunarodni stručnjak za upotrebljivost softvera Nigel Bevan, koji se ogleda u naglašavanju važnosti kvaliteta u upotrebi (Bevan et al., 1991).

#### ***4.7.5. Model kvaliteta u upotrebi u ISO 25010 standardu***

ISO je tek nedavno razvio novu sveobuhvatniju definiciju kvaliteta u upotrebi, koja ima upotrebljivost, fleksibilnost i bezbednost, kao podkarakteristike koje mogu biti kvantifikovane iz perspektive različitih zainteresovanih strana, uključujući korisnike, menadžere i one koji održavaju softver.

Tradicionalno gledano, u skladu sa prvom ISO definicijom upotrebljivosti u ISO/IEC 9126 (1991), upotrebljivost je posmatrana kroz attribute korisničkog interfejsa koji čine proizvod jednostavnim za upotrebu, kao atribut kvaliteta softvera koga čini skup

karakteristika koji doprinose sposobnosti softverskog proizvoda da bude razumljiv, upotrebljiv i atraktivan za korisnika, kada se koristi pod specificiranim uslovima. Međutim, ova definicija upotrebljivosti korisničkog interfejsa je u suprotnosti sa definicijom upotrebljivosti definisanom u ISO 9241-11 (1998), koja upotrebljivost posmatra sa ergonomske tačke gledišta, kao stepen do kojeg proizvod može da se koristi od strane određenih korisnika da ostvare navedene ciljeve sa efektivnošću, efikasnosti i zadovoljstvom u određenom kontekstu upotrebe.

Ova šira interpretacija upotrebljivosti je ugrađena u promjenjenom ISO 9126-1 (2001), nazvana "kvalitet u upotrebi" kao kvalitet iz perspektive korisnika kada koristi proizvod (Bevan, 1999). Kada je ISO/IEC 9126-1 model kvaliteta ugrađen u seriji SQuaRE (kao ISO/IEC 25010), neka ISO/IEC nacionalna tela su komentarisala raskorak između uske definicije upotrebljivosti nasleđene iz ISO/IEC 9126 i šira definicije u CIF. Radi usklađivanja SQuaRE definicije upotrebljivosti sa CIF, karakteristika *upotrebljivost* je preimenovana u *operabilnost* i ima šire značenje. To je omogućilo da se *upotrebljivost* definiše kao karakteristika *kvaliteta u upotrebi*, sa podkarakteristikama efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo. Kvalitet u upotrebi u ISO/IEC CD 25010.3 ima još dve karakteristike: *bezbednost* iz 9126-1, kao i novu karakteristiku: *Fleksibilnost*.



SLIKA 10: MODEL KVALITETA U UPOTREBI U ISO 25010 STANDARDU

ISO/IEC 25010 zadržava ranije usvojena tri pogleda na kvalitet: interni, eksterni kvalitet i kvalitet u upotrebi. Međutim, proširuje koncept kvaliteta sa šest (ISO/IEC 9126-1) na osam karakteristika. U poređenju sa ISO/IEC 9126-1, karakteristika *upotrebljivost* je preimenovana u *operabilnost* i ima šire značenje. Neke podkarakteristike, kao što je *lakoća učenja*, su

ostale, dok su nove, kao *tehnička pristupačnost*, *usaglašenost* i sposobnost aplikacije da bude *od pomoći korisniku* dodate. *Sigurnost* je dodata kao posebna karakteristika, umesto kao podkarakteristika karakteristike *Funkcionalnost* u prethodnom standardu, dok su ostali nazivi malo izmenjeni kako bi bili opisniji.

Drugi model u ISO 25010 standardu, odnosi se na *kvalitet u upotrebi* i uključuje ranije karakteristike *kvaliteta u upotrebi* iz ISO 9126-1 standarda, kojima su dodate neke nove. Karakteristike *efektivnost* i *zadovoljstvo* iz ISO/IEC 9126-1 ubačene su u novi standard kao podkarakteristike *upotrebljivosti u upotrebi*, dok je *produktivnost* preimenovana u *efikasnost u upotrebi*. Pored toga, *fleksibilnost u upotrebi* je dodata kako bi se obuhvatili različiti konteksti upotrebe.

## **5. METODE ZA EVALUACIJU UPOTREBLJIVOSTI SOFTVERA**

Karakteristike današnjeg poslovnog sveta (globalna povezanost – Internet, zavisnost od softvera, Web aplikacije,...) naglašavaju potrebu za predviđanjem upotrebljivosti softvera na lagan i prihvatljiv način.

Evaluacija upotrebljivosti je proces koji podrazumeva primenu inženjeringa, naučnih i matematičkih principa i metoda u proizvodnji kvalitetnog softvera. Postojeće metode za predviđanje upotrebljivosti imaju ograničenu tačnost jer su njihovi modeli ograničeni aspektom korisnika, zadacima i okruženjem. Kvalitet upotrebe, umesto toga, može da se meri kao ishod interakcije u kontekstu: mere dostizanja ciljeva (kroz efektivnost); utrošenih resursa, kao što su vreme, novac ili mentalni napor da se postignu željeni ciljevi (kroz efikasnost), i meri u kojoj korisnik prihvata celokupan sistem (kroz zadovoljstvo). Ukupan sistem se sastoji od korisnika, zadataka, opreme (hardver, softver i materijal) i fizičkog i organizacionog okruženja koje utiče na interakciju. Kvalitet korišćenja celokupnog sistema obuhvata sve faktore koji mogu da utiču na korišćenje proizvoda u stvarnom svetu, uključujući faktore okruženja, izgled proizvoda i individualne razlike između korisnika, kao što su kulturne razlike ili predrasude. Tako širok pristup ima prednost jer se koncentriše na projektovanje proizvoda realnih potreba, koji će biti upotrebljiv od realnih korisnika koji obavljaju realne poslove u realnom tehničkom, fizičkom i organizacionom okruženju. Izbor odgovarajućih vrsta korisnika, zadataka i sredine zavisi od ciljeva evaluacije i u kom kontekstu se očekuje da se proizvod koristi. Za raznovrsne primene proizvoda može biti potrebno da se upotrebljivost meri u nekoliko različitih konteksta u kojima zadaci mogu biti izvršavani.

Danas postoji veći broj raznovrsnih metoda za procenu upotrebljivosti. Kao posledica toga, javlja se i pitanje izbora najprikladnijeg metoda za procenu upotrebljivosti određenog SW proizvoda. Izbor adekvatnog metoda može značajno unaprediti efikasnost evaluacionog procesa i upotrebljivost softverskog proizvoda. Izbor prave metode nije lagan zadatak, budući da on zavisi ne samo od tipa SW proizvoda, već i od ciljeva razvojnog projekta i konteksta upotrebe, te bi bilo potrebno imati efikasan formalan mehanizam za procenu upotrebljivosti proizvoda koji se želi nabaviti. Pri tome, izbor metoda uslovljavaju razni kriterijumi, od kojih su među najvažnijima resursi potrebni za izvođenje metoda (vreme, novac, broj potrebnih evaluatora i njihova stručnost, broj korisnika za testiranje, mesto i oprema za testiranje), potreban nivo objektivnosti, te mogućnost primene u raznim fazama izrade aplikacije.



## **5.1. OSNOVNI KONCEPTI EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI**

### ***5.1.1. Ciljevi evaluacije***

Upotrebljivost softverskih proizvoda je važna, u smislu omogućavanja korisniku da izvrši određene zadatke. To znači ne samo pružanje potrebne funkcionalnosti, već i omogućavanje pristupa, od strane korisnika, na vrlo jednostavan način akcijama sistema. Radi procene dizajna sistema sa stanovišta funkcionalnosti, važna je mogućnost merenja uticaja dizajna na krajnjeg korisnika. Ovo uključuje sledeće aspekte sistema: koliko je jednostavno obučiti korisnika za rad u sistemu, kolika je upotrebljivost sistema i kakav je stav korisnika prema sistemu. Dodatno, potrebno je uočiti delove dizajna koji preopterećuju korisnika na bilo koji način (na primer, ako korisnik mora da upamti veliku količinu informacija i dr.).

Evaluacija ima za cilj da oceni funkcionalnost sistema, proceni uticaj korisničkog interfejsa na korisnika i uoči konkretne probleme kod upotrebe sistema.

Krajnji cilj evaluacije je identifikacija konkretnih problema u dizajnu. To mogu biti različiti aspekti dizajna koji dovode do zbunjivanja korisnika ili neočekivanih rezultata određenih aktivnosti. Ovo je svakako povezano i sa funkcionalnošću i sa upotrebljivošću sistema.

### ***5.1.2. Stilovi evaluacije***

Razlikuju se dva osnovna stila evaluacije: laboratorijski i na terenu. Laboratorijski stil podrazumeva upotrebu sistema u laboratorijskim uslovima. Dizajner prolazi kroz dizajn sistema bez uključivanja krajnjih korisnika, ili nekoliko korisnika dolazi u laboratoriju i učestvuje u evaluaciji. Ovakav pristup ima brojne prednosti ali i mane. Dobro opremljena laboratorija može sadržati sofisticiranu audio/vizuelnu opremu. Takođe, korisnici rade bez ometanja. Nedostaci se ogledaju u nedostatku konteksta realnog okruženja u kome će aplikacija biti korišćena.

Drugi stil se odnosi na odlazak dizajnera i evaluatora na teren, u radno okruženje krajnjeg korisnika i posmatranje sistema u akciji. Ovaj stil ima mane, koje se ogledaju u visokom nivou ometanja (buka, telefonski pozivi), što predstavlja glavni nedostatak, a mogućnost praćenja ponašanja korisnika i aplikacije u realnom okruženju glavnu prednost.

### **5.1.3. Inženjering upotrebljivosti**

Proces obezbeđivanja upotrebljivosti proizvoda naziva se inženjering upotrebljivosti. Inženjering upotrebljivosti je kontinuiran proces, koji traje tokom celog životnog ciklusa proizvoda. U ranim studiji upotrebljivosti fokus je bio na testiranju postojećih proizvoda, a zatim na poboljšanju proizvoda na osnovu testova upotrebljivosti. Danas se mnogo više pažnje daje pitanju upotrebljivosti u ranim fazama životnog ciklusa proizvoda jer za greške koje su načinjene u početku veoma je skupo da se isprave na kraju.

Inženjering upotrebljivosti treba da počne sa projektom, ili, u stvari, čak i pre projekta, kada je napravljen plan projekta. Sve zainteresovane strane treba da se dogovore koliko je upotrebljivost važna za projekat i kako će biti organizovano njeno obezbeđivanje. Neophodno je da svi učesnici budu spremni da daju svoj maksimum za inženjering upotrebljivosti, jer je definitivno potrebna jaka saradnja klijenta. Mogu se postaviti neki osnovni ciljevi upotrebljivosti.

Najznačajniji rad inženjeringa upotrebljivosti za krajnji proizvod je u fazi analize zahteva, kada se korisnici i njihovi zadaci duboko studiraju kako bi se razumelo ko su korisnici i što oni treba da urade (korišćenjem proizvoda). Na osnovu rezultata analize korisnika postavljaju se zahtevi za proizvodom, uključujući i uslove upotrebljivosti.

### **5.1.4. Proces evaluacije kvaliteta**

Opšti proces evaluacije kvaliteta softvera je prvobitno definisan serijom standarda ISO/IEC 14598 sa ciljem da „pruži metode za merenje, procenu i evaluaciju kvaliteta softverskog proizvoda“. Nova serija SQuaRE standarda sadrži poseban deo koji pomaže pri specificiranju zahteva za kvalitetom (serija ISO/IEC 2503n) i deo koji pruža zahteve, preporuke i uputstva za evaluaciju softverskog proizvoda (serija ISO/IEC 2504n)( ISO/IEC 25040: 2011).

Na osnovu preporuka i uputstava navedenih u ovim standardima proces evaluacije kvaliteta softvera se sprovodi realizacijom sledećih faza:

#### **1. Uspostavljanje zahteva za evaluaciju**

- 1.1. *Definisanje cilja evaluacije* pojašnjava ko želi, koju vrstu evaluacije i u kojoj fazi.
- 1.2. *Identifikovanje konteksta upotrebe (korisnika, zadataka, okruženja, proizvoda)*, na osnovu ciljeva različitih učesnika u projektu, daje odgovor na pitanje šta se evaluira, za koga, u kom ambijentu i u kojoj fazi životnog ciklusa softvera.

1.3. *Specificiranje modela kvaliteta* za rezultat ima jasno definisane karakteristike i podkarakteristike kvaliteta koje softver mora imati. Ovaj korak obuhvata selekciju karakteristika i podkarakteristika, eventualno dodavanje onih kojih nema u usvojenom modelu a potrebne su u konkretnoj situaciji kao i definisanje važnosti svake od njih.

## **2. Specificiranje evaluacije**

2.1. *Izbor metrika*, je korak u kom se definišu metrike kvaliteta koje će se koristiti za evaluaciju svake karakteristike. Metrike bi trebalo da budu izabrane iz skupova definisanih serijom standarda ISO/IEC 2502n (Merenje kvaliteta) i prilagođene konkretnom projektu. Ukoliko ponuđeni skupovi ne zadovoljavaju potrebe projekta, moguće je definisati i dodati nove metrike.

2.2. *Uspostavljanje nivoa zadovoljenja* za metrike je faza u kojoj se definišu opsezi vrednosti podataka dobijenih merenjem, prihvatljivi opsezi vrednosti i donji prag, ispod koga će se vrednost date metrike smatrati neprihvatljivom. Vrednosti bi mogle biti i: „što veća“, „što manja“ ili „što približnija vrednosti“, u zavisnosti od vrste metrike.

2.3. *Uspostavljanje kriterijuma* je korak u kome se definiše kriterijum po kom će se vrednovati podaci sakupljeni posredstvom metrika što bi se koristilo u situacijama kada se donose odluke da li preći u sledeću fazu projekta ili da li isporučiti proizvod.

## **3. Dizajniranje evaluacije**

3.1. Podrazumeva *pravljenje plana evaluacije*, koji definiše **kada se** sakupljaju **koje** vrste podataka, **ko** ih sakuplja, kao i **kako** se podaci agregiraju i procenjuju, u skladu sa ranije izabranim metrikama i kriterijumima.

## **4. Sprovođenje evaluacije**

4.1. *Merenje* je faza u kojoj se, u skladu sa planom i ranije definisanim metrikama, sakupljaju i računaju izmerene vrednosti metrika.

4.2. *Upoređivanje* sa kriterijumima podrazumeva evaluaciju izračunate vrednosti svake metrike u odnosu na kriterijum koji je za nju određen.

4.3. *Procena rezultata* je korak u kom se evaluira niz izmerenih vrednosti, na osnovu uspostavljenog kriterijuma procene i donose se odluke.

## **5.2. METODE I TEHNIKE ZA PROCENU UPOTREBLJIVOSTI SOFTVERA**

Poslednjih godina, razvijeno je mnogo raznovrsnih metoda za procenu upotrebljivosti. Svaki evaluacioni pristup ima svoje prednosti i nedostatke koji moraju biti poštovani prilikom izbora najpogodnijeg pristupa za prikupljanje podataka u procesu evaluacije. U cilju eliminisanja nedostataka pojedinih metoda najbolje rezultate u proceni upotrebljivosti dobili bi kombinovanjem navedenih metoda. Ovakav pristup se nameće kao dobar kompromis između potrebe sprovođenja kvalitetnog vrednovanja web upotrebljivosti, te potrebnog vremena i troškova izvođenja.

Posebna pažnja biće posvećena sagledavanju postojećih modela za definisanje, organizovanje, procenu značaja i izbor faktora koji utiču na upotrebljivost, raspoloživih metoda za kvantifikovanje atributa upotrebljivosti, njihove prednosti i nedostatke, metrike upotrebljivosti i metode standardizacije.

Proces vrednovanja upotrebljivosti softvera poželjno je realizovati primenom određenih metoda. Metode predstavljaju neophodan i propisani sistematski način na koji se izvršavaju pojedini zadaci evaluacije. Danas postoji veći broj raznovrsnih metoda za procenu upotrebljivosti. Kao posledica toga, javlja se i pitanje izbora najprikladnijeg metoda za procenu upotrebljivosti određenog softverskog proizvoda. Izbor adekvatnog metoda može značajno unaprediti efikasnost evaluacionog procesa i upotrebljivost softverskog proizvoda. Međutim, izbor odgovarajućeg metoda koji će se primeniti u procesu vrednovanja upotrebljivosti nije jednostavan, budući da on zavisi ne samo od tipa softverskog proizvoda, već i od ciljeva razvojnog projekta i konteksta upotrebe. Pri tome, izbor metoda uslovljavaju razni kriterijumi, od kojih su među najvažnijima resursi potrebni za izvođenje metoda (vreme, novac, broj potrebnih evaluatora i njihova stručnost, broj korisnika za testiranje, mesto i oprema za testiranje), potreban nivo objektivnosti, te mogućnost primene u raznim fazama izrade aplikacije.

Tri su osnovna problema prilikom dizajniranja evaluacionog metoda za ocenu upotrebljivosti softvera. Prvi se sastoji u izboru šta treba meriti (ocenjivati)? Drugi je na koji način treba izabrane osobine meriti (ocenjivati). Konačno, postavlja se pitanje i na koji način predstaviti konačne rezultate ovakvog merenja? Izbor bitnih osobina predstavlja prvi evaluacioni korak. Polazeći od konteksta upotrebe softvera i njegove namene, osobine nisu podjednake važnosti a izbor osobina koje će se meriti u evaluacionom procesu se prepušta ekspertima.

Isto kao što postoji dosta različitih pristupa i definicija kvaliteta, tako postoje i brojne metode za njegovu evaluaciju. Primenjene, metode mogu biti kvalitativne ili kvantitativne, automatske, poluautomatske i ručne, u rasponu od lakih do teških za korišćenje itd. Poslednjih godina, razvijeno je mnogo raznovrsnih metoda za procenu upotrebljivosti koje je neophodno proučiti a koje je moguće svrstati u tri različite kategorije (Ivory and Hearst, 2001):

- metode pregledavanja (eng. *inspection methods*),
- metode testiranja (eng. *testing methods*),
- metode ispitivanja (eng. *inquiry methods*).

Prva kategorija metoda su tzv. analitičke metode koje koriste stručnjaci koji se bave procenom upotrebljivosti, dok se druge dve kategorije odnose na empirijske metode kojima se upotrebljivost testira pomoću korisnika.

Svaka od ovih kategorija je pogodna za neku potrebu a izbor zavisi od željenog cilja i namere evaluacije, kao i raspoloživih resursa (vreme, novac i sl.). Testiranje krajnjih korisnika daje pouzdane rezultate, ali ima i nekoliko nedostataka:

- 1) kod izbora reprezentativnog uzorka mora se voditi računa da uzorak realno odslikava korisničku populaciju inače rezultati evaluacije nisu upotrebljivi.
- 2) Za obuku korisnika često nema dovoljno vremena, ali neobučenos korisnika za korišćenje naprednijih funkcionalnosti aplikacije može dovesti do površnih zaključaka.
- 3) za izvršavanje testova korisnicima je obično ograničeno vreme, pa se ne može očekivati simuliranje svih realnih situacija u kojima se koristi aplikacija.
- 4) zaključci ovakvih evaluacija uglavnom ukazuju na simptome ali ne identifikuju uzroke problema.

Širi pregled raspoloživih metoda za vrednovanje upotrebljivosti dat je u tabeli 3, sa kratkim opisom, a u nastavku su detaljno opisane najčešće korišćene metode po kategorijama.

Procena upotrebljivosti proizvoda može imati za cilj identifikovanje problema upotrebljivosti i/ili dobijanje mere upotrebljivosti. Cilj procene može biti da se poboljša upotrebljivost proizvoda kao deo razvoaj (*formative evaluation*), ili da se proceni u kojoj meri su postignuti ciljevi upotrebljivosti (*summative evaluation*).

Formativna evaluacija je vrsta procene upotrebljivosti koja se koristi da pronalazjenje i eliminisanje problema upotrebljivosti u toku procesa razvoja proizvoda. Za formativno ocenjivanje mogu se koristiti metode: heurističke evaluacije, inspekcije korisničkog

interfejsa, testiranje razmišljanjem naglas, multidisciplinarna kognitivni prolaz i kognitivni prolaz.

TABELA 3. PREGLED METODA VREDNOVANJA UPOTREBLJIVOSTI (PLANTAK VUKOVAC AND OREHOVAČKI, 2010)

Naziv metode	Kratak opis metode
<b>1. Metode testiranja (testing methods)</b>	evaluatori za vreme testiranja posmatraju interakciju ispitanika sa interfejsom i zapisuju rezultate
Razmišljanje naglas ( <i>Thinking-Aloud Protocol</i> )	korisnik verbalizuje svoje misli za vreme testiranja
Postavljanje pitanja ( <i>Question-Asking Protocol</i> )	evaluator postavlja pitanja korisniku vezano za web aplikaciju i njeno korišćenje
Direktan prenos ( <i>Shadowing Method</i> )	stručnjak objašnjava korisničke akcije evaluatoru
Stručno podučavanje ( <i>Coaching Method</i> )	korisnik može evaluatoru postavljati pitanja vezana za funkcionisanje web aplikacije
Učenje ( <i>Teaching Method</i> )	iskusniji korisnik podučava novog korisnika kako rešiti zadatak pomoću web interfejsa
Konstruktivna interakcija ( <i>Codiscovery Learning</i> )	kolaboracija među korisnicima za vreme rešavanja zadatka
Merenje performansi ( <i>Performance Measurement</i> )	ispitanik zapisuje podatke o korišćenju za vreme testiranja
Analiza dnevnika ( <i>Log File Analysis</i> )	evaluator analizira podatke o korišćenju aplikacije
Odloženo emitovanje ( <i>Retrospective Testing</i> )	evaluator pregledava video zapis o korišćenju interfejsa zajedno sa korisnikom te mu postavlja pitanja
Udaljeno testiranje ( <i>Remote Testing</i> )	evaluator i ispitanik su fizički razdvojeni ili se testiranje sprovodi sa vremenskim razmakom
Metoda praćenja oka ( <i>Eye Tracking</i> )	pomoću specijalizovanih alata prikupljaju se podaci o tome kako korisnik pregledava elemente web interfejsa
Automatsko zapisivanje postupaka ( <i>Logging Actual Use</i> )	automatsko prikupljanje detaljnih podataka o upotrebi web aplikacije
<b>2. Metode pregledavanja (inspection methods)</b>	stručnjaci proveravaju usklađenost web interfejsa s poznatim i usvojenim standardima i smernicama
Usklađenost sa smernicama ( <i>Guideline Review</i> )	stručnjak proverava usklađenost web interfejsa sa smernicama upotrebljivosti
Kognitivna šetnja ( <i>Cognitive Walkthrough</i> )	stručnjak simulira način na koji korisnik rešava zadatak pomoću web interfejsa
Multidisciplinarna kognitivna šetnja ( <i>Pluralistic Walkthrough</i> )	korisnik, programer i stručnjak zajedno sprovode kognitivnu šetnju
Heurističko vrednovanje ( <i>Heuristic Evaluation</i> )	stručnjak identifikuje moguću neusklađenost sa heuristikama
Perspektivan pregled ( <i>Perspective-Based Inspection</i> )	stručnjak sprovodi usko usmereno heurističko vrednovanje
Pregled funkcionalnih delova ( <i>Feature Inspection</i> )	stručnjak vrednuje funkcionalne mogućnosti web interfejsa
Formalni pregled ( <i>Formal Usability Inspection</i> )	stručnjak sprovodi formalno heurističko vrednovanje
Pregled konzistentnosti ( <i>Consistency Inspection</i> )	stručnjak proverava konzistentnost kroz sve elemente web interfejsa
Usklađenost sa standardima ( <i>Standards Inspection</i> )	stručnjak proverava poštovanje standarda upotrebljivosti
<b>3. Metode ispitivanja (inquiry methods)</b>	evaluatori prikupljaju podatke o tome koliko su korisnici zadovoljni web aplikacijom
Kontekstno ispitivanje ( <i>Contextual Inquiry</i> )	evaluator ispituje korisnike u njihovom okruženju
Terensko ispitivanje ( <i>Field Observation</i> )	evaluator posmatra korišćenje sistema u radnom okruženju korisnika
Ciljne grupe ( <i>Focus Groups</i> )	veći broj korisnika učestvuje u raspravi o upotrebljivosti web interfejsa, a evaluator je moderator rasprave
Razgovori ( <i>Interviews</i> )	evaluator razgovara sa korisnikom postavljajući mu (unapred definisana) pitanja
Ankete ( <i>Surveys</i> )	evaluator postavlja korisniku specifična pitanja
Upitnici ( <i>Questionnaires</i> )	korisnik izražava svoj stav odgovarajući na specifična pitanja
Vođenje dnevnika ( <i>Self-Reporting Logs</i> )	korisnik snima operacije korisničkog interfejsa
Snimanje izgleda ekrana ( <i>Screen Snapshots</i> )	korisnik snima izgled ekrana web interfejsa
Povratna informacija od korisnika ( <i>User Feedback</i> )	korisnik predaje svoje beleške

Sumativna evaluacija upotrebljivosti je pristup koji je suprotan formativnoj evaluaciji upotrebljivosti i koristi se za procenu kompletnog ili skoro kompletnog dizajna u realnim uslovima kako bi se utvrdilo da li projekat ispunjava specifične merljive performanse i/ili ciljeve zadovoljstva, ili da se uspostavi mera upotrebljivosti ili da se radi poređenje.

### 5.2.1. Metode pregledavanja

Metode pregledavanja predstavljaju skup metoda za identifikaciju problema upotrebljivosti i poboljšanje upotrebljivosti dizajna interfejsa proverom usklađenosti sa uspostavljenim standardima i preporukama. One su upravo pogodne za evaluaciju dizajna interfejsa razvijene aplikacije i pronalaženje elemenata čije poboljšanje može dovesti do veće upotrebljivosti celog sistema. Preporuka je da se evaluacija dizajna izvrši u što ranijoj fazi još dok je proces dizajna u toku. U idealnom slučaju bi trebalo uraditi evaluaciju pre nego što se bilo kakav dizajn implementira. Što se kasnije otkriju propusti u dizajnu, njihova popravka više košta.

Od različitih metoda koje se mogu primeniti kako na prototipu tako i na finalnom proizvodu, za evaluaciju dizajna se mogu sprovesti metode Kognitivnog prolaza (*cognitive walk-through*) i Heuristička evaluaciju (*heuristic evaluation*),.

Korišćenjem metoda pregledavanja (eng. *Inspection methods*), može se proceniti usklađenost web aplikacije sa važećim standardima i smernicama koji obezbeđuju upotrebljivost. Konačna ocena web aplikacije zavisi isključivo o ličnom sudu pojedinca ili grupe ljudi koji su evaluaciju sproveli.

#### 5.2.1.1. Heuristička evaluacija

Heurističko vrednovanje (eng. *heuristic evaluation*) je najčešće korišćena neformalna metoda procene koju su razvili Jacob Nielsen i Rolf Molich (Nielsen and Molich, 1990). Termin heuristika predstavlja opšte načelo, preporuku ili smernicu prema kojoj se ocenjuju postojeći funkcionalni delovi interfejsa ili oblikuju novi tokom procesa razvoja aplikacije. Prve najšire prihvaćene heuristike je predložio Nielsen i zasnivaju se na deset principa upotrebljivosti koje služe da se otkriju kritične tačke i problemi u korisničkom interfejsu (Nielsen, 1994, 2005).

Procenu prema heuristikama može sprovesti jedan ili više evaluatora (ocenjivača) koji proučavaju svaki interaktivni element interfejsa aplikacije i analiziraju njegovu usklađenost sa spiskom poznatih i usvojenih principa upotrebljivosti. Za razliku od ostalih metoda testiranja upotrebljivosti, ova metoda zahteva manje novca i vremena jer ne uključuje korisnike te je evaluatori česti preferiraju ako su raspoloživi resursi ograničeni. Tako u slučajevima kada evaluaciju sprovode samo iskusni stručnjaci bez uključivanja korisnika, mogu se dobiti i te kako kvalitetni rezultati u ograničenom vremenu (Kantner and Rosenbaum, 1997). Kako bi osigurali nezavisnu, objektivnu i kvalitetnu procenu veoma

važno ograničenje je da svaki evaluator tokom procesa evaluacije najmanje dvaput individualno prolazi kroz sve elemente interfejsa. Prvi prolazak služi evaluatoru da se upozna sa aplikacijom i njenim mogućnostima, dok se u drugom fokusira na tačno određene elemente interfejsa i funkcionalnosti, te ih procenjuje prema popisu heuristika. Ovom metodom se kao rezultat dobija lista nepoštovanja heuristika koja ukazuje na probleme upotrebljivosti i daje smernice za njihovo ispravljanje.

Praktično, evaluaciju po heuristikama može sprovesti samo jedan evaluator ali ako želimo dobiti kvalitetnije podatke, u evaluaciju je potrebno uključiti što veći i heterogeniji skup stručnjaka jer istraživanja pokazuju da jedan evaluator može pronaći samo 35% od ukupnog broja postojećih problema upotrebljivosti (Molich and Nielsen, 1990).

I ova metoda, kao i ostale, ima svoje prednosti i nedostatke. Svakako da od prednosti treba naglasiti da se ona može koristiti u svim fazama razvoja aplikacije, da je njena primena jeftina i da se brzo i efikasno mogu identifikovati glavni ali i sporedni problemi upotrebljivosti aplikacije koja se evaluira, što potvrđuju mnoga istraživanja koja su preispitivala valjanost Nielsenovih heuristika (Sears, 1997).

Međutim, efikasnost ove metode prilično zavisi od iskustva i veština ocenjivača (Doubleday et al., 1997), što svakako predstavlja nedostatak o kome ne treba povesti računa prilikom odabira evaluatora jer će nam manje upotrebljive rezultate dati stručnjaci koji su početnici (Nielsen, 1992). Obzirom da korisnici nisu uključeni u proces evaluacije, njihove potrebe je teže identifikovati. Zbog nedostatka kontrole, neiskusni evaluatori mogu suviše naglasiti procenu samo određenih delova interfejsa, a ostalih u potpunosti zanemariti, iako su iste važnosti.

Na kraju, ova metoda se može primenjivati i za evaluaciju savremenih Web 2.0 aplikacija iako je nastala mnogo godina pre, što potvrđuje istraživanje da i Web 2.0 aplikacije mogu da budu izuzetno privlačne i uspešne uz zadovoljenje minimalnog broja predloženih i usvojenih heuristika (Hart et al., 2008; Silva & Dix, 2007).

#### **5.2.1.2. Kognitivni prolaz**

Kognitivni prolaz ili šetnja (eng. *cognitive walkthrough*) je metod evaluacije upotrebljivosti u kome se simulira ponašanje korisnika dok jedan ili više ocenjivača rešavaju niz zadataka i postavljaju niz pitanja iz perspektive korisnika (Polson et al., 1992). Proces sprovođenja evaluacije započinje izborom zadataka koje će evaluator izvršavati pomoću interfejsa. Zadaci se rešavaju prema unapred definisanom scenariju, korak po korak,



prolaskom niza akcija koje korisnik mora da prođe da bi završio zadatak koristeći interfejs sistema.

Kroz identifikaciju odnosa između korisničkih ciljeva, korisničkih akcija i reakcija aplikacije, moguće je predvideti korisničku reakciju u određenoj problemskoj situaciji. Nakon svake aktivnosti koju sprovede, evaluator komentariše svaki problem upotrebljivosti korisničkog interfejsa na koji naiđe. Na kraju evaluacije, kompletira se lista sa popisom problema te preporukama za poboljšanja koja se onda šalju razvojnom timu.

Glavni fokus metode je na utvrđivanju koliko lako se korisnik obučava za upotrebu sistema.

Posebno se ispituje koliko je lako naučiti korišćenje sistema kroz istraživanje sistema, gde korisnik slobodno prolazi kroz ponuđene opcije i otkriva kako da izvrši neki zadatak. Vrednovanje sazajne pogodnosti korisničkih interfejsa obično zahteva postojanje četiri elementa:

- opis prototipa sistema, koji ne mora da bude potpun, ali mora da bude dovoljno detaljan,
- opis zadataka koje korisnik treba da izvrši u interakciji sa sistemom,
- kompletan spisak akcija koje korisnik treba da preduzme da bi izvršio zadatak i
- indikacije o tome ko su korisnici i koliko iskustva i znanja oni imaju.

U toku kognitivnog prolaza kroz akcije, svaki korak se kritikuje ili komentariše. Neka od ključnih pitanja na koja treba odgovoriti u ovoj vrsti vrednovanja uključuju:

1. Da li će korisnici uopšte pokušati da urade neki zadatak?
2. Da li će oni biti u stanju da otkriju da je neka akcija dostupna?
3. Da li će biti sigurni da su odabrali pravu akciju?
4. Da li će razumeti efekat koji je akcija proizvela?

Važno je dokumentovati „kognitivni prolaz“ da bi se sačuvali podaci o tome šta je dobro a šta je potrebno unaprediti u dizajnu. Ponekad je dobro uključiti neke standardne forme za evaluaciju. Takva forma uključuje odgovore na gore navedena pitanja za samu aplikaciju, kao i vreme i mesto ispitivanja, alii imena ocenjivača. Onda bi se za svaku akciju pravila standardna forma koja se popunjava odgovorima na prethodna četiri pitanja. Svaki negativan odgovor za svako od pitanja po svakoj aktivnosti treba dokumentovati na posebnom izveštaju o problemima upotrebljivosti. Ovaj izveštaj o problemima treba da sadrži verziju programa, datum, ocenjivače i detaljan opis problema upotrebljivosti. Takođe bi bilo korisno utvrditi ozbiljnost problema, tj. da li evaluator misli da će se uočeni problem često pojavljivati i njegovu procenu o ozbiljnosti problema. Ove informacije će biti korisne dizajnerima da odrede prioritete za popravljavanje dizajna.

Iako postoji više verzija ove metode, izdvaja se multidisciplinarni kognitivni prolaz (eng. *Pluralistic walkthrough*) gde krajnji korisnik, programer i stručnjak koji se bavi proučavanjem web upotrebljivosti zajedno prolaze kroz celu aplikaciju komentarišući svaki interakcioni element interfejsa. Ova metoda je naročito pogodna za utvrđivanje problema upotrebljivosti koji su usko povezani s učenjem korišćenja web aplikacije (eng. *learnability*) i evaluaciju prezentacionih aspekata interfejsa. Svakako da od prednosti treba izdvojiti efikasnu identifikaciju problema koji proizlaze iz interakcije sa aplikacijom i mogućnost utvrđivanja korisničkih ciljeva i ponašanja prilikom korišćenja aplikacije. Glavni nedostaci ove metode su neuključivanje krajnjih korisnika u proces evaluacije, mogućnost izbora neodgovarajućih zadataka, sporost i preterana detaljnost.

### **5.2.2. Metode testiranja**

Metode testiranja (eng. *testing methods*) predstavljaju skup metoda kojima se obezbeđuju podaci o načinu upotrebe web aplikacije i problemima na koje korisnici nailaze u toku rada. Za vreme testiranja prati se rad korisnika dok izvršavaju zadatke i evidentiraju se rezultati. Nakon testiranja vrši se analiza rezultata kako bi se utvrdilo koliko je testirana web aplikacija pogodna za izvršavanje određene grupe zadataka, koliko često i zašto dolazi do određenih grešaka u radu i slično.

#### **5.2.2.1. Razmišljanje naglas**

Razmišljanje naglas (eng. *thinking aloud*) može biti najvrednija metoda inženjeringa upotrebljivosti koja se zasniva na verbalizovanim mislima korisnika dok izvršavaju svoje zadatke (Nielsen, 1994). Nakon što ispričaju svoja razmišljanja, testirani korisnici nam omogućavaju da razumemo kako su oni videli sistem i olakšavaju da identifikujemo glavne zablude krajnjih korisnika tj. koji delovi dijaloga izazivaju najviše problema. Razmišljanjem naglas se dobijaju vrlo kvalitetni podaci ali je vreme veoma bitan faktor jer se verbaliziraju na licu mesta sa osloncem na sadržaj radne memorije korisnika.

Postoji nekoliko varijanti ove metode. Prva varijanta ove metode je retrospektivni izvještaj (eng. *retrospective thinking aloud*) (Guan et al., 2006) prema kojoj korisnik ne razmišlja naglas tokom korišćenja aplikacije već nakon završetka zadatka, na osnovu sećanja, verbalno prenosi svoja zapažanja evaluatoru. Retrospektivni izveštaji imaju prednost jer se korisnici mogu bolje usredsrediti na izvođenje zadatka ali su ipak manje korisni, jer se oni oslanjaju na sećanje korisnika o nečemu šta su mislili pre izvesnog vremena i uvek postoji

rizik da se slučajno izostavi ili zaboravi neka činjenica koja može biti važna sa aspekta upotrebljivosti.

Varijanta ove metode nazvana *konstruktivna interakcija (co-discovery learning)* podrazumeva da dva test korisnika koriste istovremeno aplikaciju. Glavna prednost ove metode u odnosu na standardnu je u tome što je testna situacija mnogo prirodnija i pruža više mogućnosti da se kroz interakciju malog broja korisnika prikupi veća količina jasnih i detaljnih podataka. Uprkos prednosti, ova metoda zahteva puno vremena, naročito u fazi pripreme kada je ispitanicima potrebno dati detaljne upute o načinu njenog sprovođenja. Osim toga, ovaj oblik evaluacije prilično opterećuje ispitanike jer istovremeno obavljaju zadatak i verbalizuju misli, što je neprirodno jer im odvrća pažnju.

### 5.2.2.2. Metoda praćenja oka

**Metoda praćenja oka** (eng. *eye tracking*) se ubraja u metode testiranja upotrebljivosti jer se pokreti očiju smatraju indikatorom aktivnosti kognitivnog procesiranja (Granić i dr, 2009), a time i uloženog mentalnog i fizičkog napora prilikom korišćenja web aplikacije. Osim toga, pomoću ove metode moguće je dobiti uzorak načina pretraživanja i pregledavanja elemenata interfejsa. Osnovni tipovi pokreta oka su (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010), (Duchowski, 2007):

- fiksacija oka – predstavlja vreme potrošeno na usmeravanje i zadržavanje pogleda na elementu interfejsa potrebno za shvatanje značenja pojedinog elementa interfejsa;
- trzaj oka (eng. *saccade*) – vrlo brz pokret oka između dve fiksacije koji traje 10-100 ms.

Indeks uloženog mentalnog napora kod izvođenja zadataka pomoću web aplikacije moguće je izračunati na osnovu prosečnog trajanja fiksacija, prosečne amplitude trzaja i prosečnog prečnika zenice, dok je količinu uloženog fizičkog napora moguće izračunati na osnovu ukupnih trzaja oka i fiksacija pogleda, kao i snage spoljnih mišića oka.

U većini slučajeva uređaji za praćenje oka koriste tri tehnike za analizu prikupljenih podataka (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010; Pernice & Nielsen, 2009): mogućnost ponovnog pregledavanja, plan pregledavanja i termičke karte.

Najtačniju tehniku za prikupljanje podataka predstavlja **mogućnost ponovnog pregledavanje** (eng. *gaze replay*) koja omogućava snimanje rada očiju korisnika za vreme testiranja radi kasnije analize redosleda pregledavanja pojedinih elemenata interfejsa tokom izvršavanja zadatka. Međutim pored navedenih prednosti, glavni nedostatak ove tehnike je

što analiza prikupljenih informacija oduzima dosta vremena (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010).

**Plan pregledavanja** (eng. *gazeplot*) je tehnika koja omogućava grafički prikaz redosleda pregledavanja elemenata web interfejsa. Generisani plan sadrži tačke fiksacije, brojeve koji predstavljaju redosled pregledavanja i odnosi se na jednog korisnika i jednu web stranicu. Veličina tačke predstavlja dužinu trajanja fiksacije oka a količinu važnih delova interfejsa određuje ukupan broj tačaka. Iako se ovom tehnikom može prikupiti velika količina informacija, što je glavna prednost, analiza može biti dugotrajna zbog poteškoća u razlikovanju velikog broja tačaka fokusiranih na jednom elementu interfejsa i identifikovanju pripadajućih rednih brojeva.

**Termička karta** (eng. *heatmap*) predstavlja grafički prikaz frekvencije pregledavanja pojedinih elemenata web interfejsa i predstavlja kvantitativne podatke zasnovane na statistici te je za dobijanje relevantnih podataka potrebno uključiti više korisnika nego što je to slučaj kod ostalih metoda testiranja upotrebljivosti (najmanje 39 ispitanika po termičkoj karti) (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010; Pernice & Nielsen, 2009). Pojedini delovi web interfejsa označavaju se određenom bojom, zavisno od broja identifikovanih fiksacija oka. Crvenom bojom označavaju se oni delovi koji su privukli najviše pažnje korisnika, zatim sledi narandžasta, žuta i plava boja kojom su označena delovi interfejsa sa najmanjim brojem fiksacija. Siva boja označava da se na tom delu web aplikacije nije realizovao značajan broj fiksacija oka. Termičke karte je vrlo jednostavno generisati te se iz njih mogu izvući korisni zaključci vezani uz pozicioniranje pojedinih funkcionalnosti, reklama i sl. na web interfejsu (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010).

### **5.2.2.3. Automatsko zapisivanje podataka**

Metoda za prikupljanje podataka **automatskim zapisivanjem** (eng. *logging actual use*) se koristi da evaluatori dobiju informacije o načinu rešavanja istog problemskog zadatka od strane različitih grupa korisnika. Ovom metodom se automatski prikupljaju podaci vezani za interakciju korisnika i interfejsa web aplikacije, od pokretanja određenih akcija, vremena trajanja zadatka, broja klikova mišem, broja grešaka prilikom rada, broja pritisaka dirki na tastaturi, korišćenja pomoći itd.

Međutim, jedan od velikih nedostataka ove metode je što ona samo pokazuje šta korisnici rade ali ne pruža mogućnost korisniku da objasni značenje preduzetih akcija (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010). On se može prevazići kombinovanjem sa drugim metodama od kojih se obično preporučuje metoda razmišljanje naglas.

### 5.2.3. Metode ispitivanja

Ispitivanje je metoda prikupljanja empirijskih podataka posredstvom iskaza, prvenstveno usmenih, ali i pisanih, koje daju ispitanici. **Metode ispitivanja** (eng. *inquiry methods*) se najčešće koriste za vrednovanje ukupnog zadovoljstva na kraju razvojnog ciklusa web aplikacije ali se mogu koristiti i za utvrđivanje potreba korisnika za vreme razvoja aplikacije.

#### 5.2.3.1. Upitnici

**Upitnici** (eng. *questionnaires*) pripadaju indirektnoj metodi ispitivanja upotrebljivosti koja se može primenjivati u svim fazama životnog ciklusa softverskog proizvoda a najčešće nakon prvog kontakta korisnika sa aplikacijom. Upitnici se sastoje od unapred definisanih pitanja i skupa otvorenih ili zatvorenih odgovora radi prikupljanja informacija o njihovom zadovoljstvu i načinu kako korisnici upotrebljavaju aplikaciju. Subjektivni aspekt upotrebljivosti meri se Likertovom skalom sudova koja se zasniva na pretpostavci da svaka izjava na skali ima jednaku važnost u odnosu na to koliko odražava stav prema pitanju u upitniku. U literaturi (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010) se mogu pronaći mnogobrojni upitnici različitih autora, kao što su SUMI (Kirakowski et al., 1998; Kirakowski & Corbett, 1993), SUS (Brooke, 1996), ASQ (Komogortsev et al., 2009), PSQ (Komogortsev et al., 2009), CSUQ (Komogortsev et al., 2009), PSSUQ (Lewis, 1995; Komogortsev et al., 2009), QUIS (Chin, 1988; Norman et al., 1998) i PUTQ (Lin, 1997) za procenu upotrebljivosti programskih proizvoda bilo koje vrste te WAMMI (Human Factors Research Group, 2011; Kirakowski, 1998), UWIS (Oztekin et al., 2009), WUS (Muyllé et al., 2004), EUCS (Abdinnour-Helm et al., 2005) i PWQ (Aladwani & Palvia, 2002) za procenu zadovoljstva korisnika i upotrebljivosti Web stranica. Iako se radi o često korišćenim upitnicima, veliki broj omogućava vrednovanje relativno malog broja atributa upotrebljivosti i nema čvrstih argumenata da su pogodni za vrednovanje upotrebljivosti Web 2.0 aplikacija. U skorijim studijama (Orehovački, 2010) predlaže se skup atributa koje treba uzeti u obzir prilikom izrade upitnika za vrednovanja kvaliteta, a time i upotrebljivosti Web 2.0 aplikacija. Prednost ove metode je mogućnost identifikacije subjektivnih preferenci korisnika vezanih uz upotrebu Web aplikacije te mogućnost kvalitetne statističke obrade prikupljenih podataka i izvlačenje relevantnih zaključaka (Plantak Vukovac and Orehovački, 2010). Da bi se upitnikom dobili kvalitetni podaci i izvlačili važni zaključci, neophodno je da u istraživanju učestvuje najmanje trideset ispitanika. Međutim, rezultati dobijeni ovom metodom često se ne podudaraju sa podacima koji se prikupljaju objektivnim metodama merenja upotrebljivosti.

Sa druge strane, nedostatak ove metode je što korisnički sud može varirati, jer u trenutku ispunjavanja upitnika na korisničko mišljenje može uticati mnogo različitih faktora kao npr. raspoloženje ispitanika. U odnosu na druge metode koje su prethodno opisane, pomoću upitnika se identifikuje najmanja količina problema upotrebljivosti.

### **5.2.3.2. Terensko ispitivanje**

**Terensko ispitivanje** (eng. *field observation*) je metoda koja podrazumeva prikupljanje podataka u radnom okruženju korisnika i praćenje izvršavanja radnih zadataka pomoću određene web aplikacije. Za prikupljanje podataka terenskim istraživanjem obično se koriste tehnike: posmatranja, ispitivanja (anketa, intervju) i eksperimenata. Za bilo koju tehniku istraživanja neophodna je stručnost ispitivača, pravilan odabir uzorka za ispitivanje, pravilno sastavljeni upitnici, anketna pitanja ili pitanja za intervju.

Na rezultate i zaključke mogu uticati razni oblici uznemiravanja korisnika te je preporuka da se postupak prikupljanja podataka i vođenje beleški sprovodi nenametljivo kako bi se obezbedili normalni radni uslovi. Kako bi ispitivanje bilo manje primetno, ova metoda se često kombinuje sa metodom odgođenog emitovanja (eng. *retrospective testing*) kojom se rad korisnika snima kamerom, a podaci prikupljaju analizom video zapisa. Međutim, snimanje kamerom te kasnija detaljna analiza video zapisa zahteva previše vremena i predstavlja glavni nedostatak ove metode.

## **5.3. METODE ZA EVALUACIJU KVALITETA WEB APLIKACIJA**

Veoma važna komponenta razvoja softvera je njegovo vrednovanje. Kako bi obezbedili traženi kvalitet, neophodno je meriti mnoge karakteristike koje nam omogućavaju utvđivanje kvaliteta softvera, pri čemu metrika kvaliteta softvera ima značajnu ulogu. Međutim, prethodno je neophodno definisati model kvaliteta sa skupom karakteristika kvaliteta softvera koje treba oceniti. Naravno, nije moguće merenje svih karakteristika kvaliteta u svim mogućim slučajevima.

Zato se očekuje, da kombinovanje više poznatih evaluacionih metoda obezbedi lako primenljiv postupak sveobuhvatne i objektivne evaluacije upotrebljivosti Web GIS aplikacija, omogući jednostavno identifikovanje problema u dizajnu interfejsa i efikasno poređenje konkurentskih proizvoda ili istog proizvoda u različitim fazama životnog ciklusa.

Međutim, odvojena merenja nisu pogodna za procenu sveobuhvatne upotrebljivosti jer se svaka metrika meri na sopstvenoj skali a rezultati se teško upoređuju. Interpretacija

upotrebljivosti preko više metrika postaje nespretna, teška i neubedljiva za donošenje odluka, što je nedostatak ovakvog pristupa. Navedeni nedostaci ukazuju da je potrebno jednom merom iskazati ukupnu upotrebljivost na šta će se istraživanje fokusirati u okviru predložene doktorske disertacije. Težak zadatak za stručnjake, poslovne menadžere i potencijalne kupce je da odrede koji proizvod je superiorniji u odnosu na upotrebljivost ukoliko razmatraju više mera atributa na različitim skalama. Jedna metrika upotrebljivosti obezbeđuje bolju procenu upotrebljivosti i lakše poređenje proizvoda nego razmatranje pojedinačnih komponenti metrike. Ipak, postojanje i korišćenje svih ovih metoda ukazuje na potrebu da se složena konstrukcija upotrebljivosti predstavi sažeto u obliku kojim se može manipulisati. Izvođenje jedne metrike sumarne upotrebljivosti treba da obezbedi jasnu, razumljivu i nedvosmisleni interpretaciju rezultata i lako upoređivanje rezultata upotrebljivosti konkurentskih proizvoda ili istog nakon izmena.

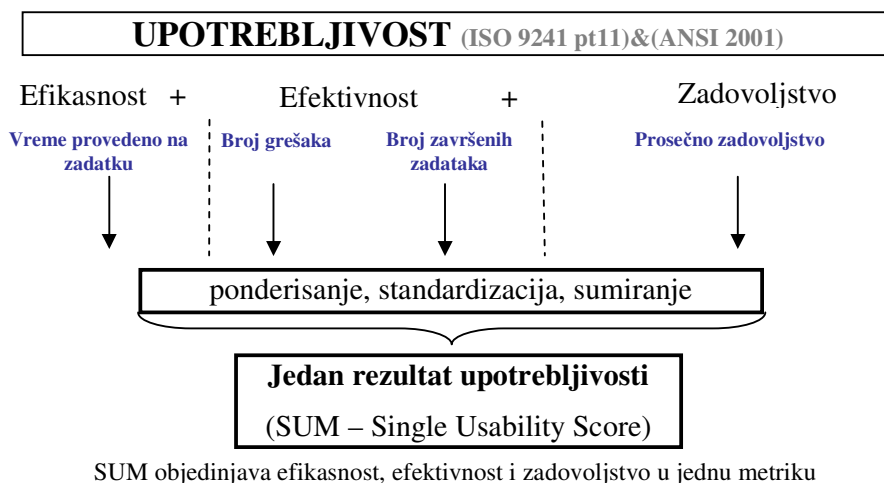
Bilo je pokušaja da se izvede jedna mera za upotrebljivost. Babiker i dr. (Babiker et al., 1991) izvode jednu metriku za upotrebljivost u hipertekst sistemima koristeći samo objektivna merenja performanse. Oni su ustanovili da je njihova metrika u korelaciji sa subjektivno procenjenim merama, ali njihov model se nije mogao generalizovati na drugim sistemima.

Cordes (Cordes, 1984) i McGee (McGee, 2003, 2004) su razvili novu metodu za merenje upotrebljivosti procenom veličine upotrebljivosti (eng. *Usability Magnitude Estimation - UME*). UME je klasičan merni metod u psihofizici koji se zasniva na kvantitativnoj proceni senzornih veličina kao odgovor na seriju fizičkih nadražaja. UME izvodi jedan skor za upotrebljivost koristeći geometrijsku sredinu da standardizuju subjektivne ocene učesnika i izvede jedan rezultat za upotrebljivost. Njihovo istraživanje identifikuje mogućnost za standardizovanu meru upotrebljivosti radi poređenja upotrebljivost između proizvoda ili istih proizvoda tokom vremena.

Lewis (Lewis, 1991) koristi sistem koji kreira rang na osnovu rezultata koji se sastoje i od objektivnog merenja korisničkih performansi i subjektivnih procena, ali metrika rezultatata predstavlja samo relativno poređenje sličnih proizvoda sa sličnim zadacima. Ona nije rezultat apsolutne mere upotrebljivosti proizvoda koja može biti upoređivana.

Sauro & Kindlind (Sauro and Kindlund, 2005) predlažu metod koji pojednostavljuje sve ANSI i ISO aspekte upotrebljivosti (efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo) i kombinuje četiri zajedničke metrike upotrebljivosti (kompletirani zadaci, broj grešaka, vreme na zadatku i ocena zadovoljstva) u jednu, standardizovanu i zbirnu metriku upotrebljivosti (standardized

and summated - usability metric SUM). Ovaj model zbirne upotrebljivosti je ilustrovan na Slici 11 (Sauro & Kindlund, 2005b).



SLIKA 11. SUM MODEL

SUM metod koristi četiri metrike za kvantifikovanje atributa upotrebljivosti: Efikasnost se meri vremenom provedenim na zadatku, efektivnost obuhvata broj kompletiranih zadataka i broj grešaka i satisfakcija kao prosečna vrednost odgovora na upitnik zadovoljstva, koji sadrži pitanja u vezi iskustva na zadatku, jednostavnosti zadatka, vreme na zadatku i ukupnog zadovoljstva zadatkom. Diskretnim tipovima podataka pripadaju broj grešaka i broj kompletiranih zadataka dok vreme i zadovoljstvo pripadaju kontinuiranom tipu podataka. Ove četiri komponente metrike se kombinuju u jednu skalu upotrebom metoda standardizacije. Za standardizaciju se koriste dva metoda u zavisnosti od tipa podataka.

SUM skor umanjuje složenost identifikovanja razlika u upotrebljivosti konkurentskih proizvoda i olakšava donošenje poslovnih odluka. Sumiranjem srednjih vrednosti standardizovanih veličina od četiri komponente metrike dobija se jedna, jedinstvena, uporediva metrika (SUM). Jedna metrika upotrebljivosti obezbeđuje bolju procenu upotrebljivosti i lakše poređenje između proizvoda nego razmatranje pojedinačnih komponenti metrike (Sauro & Kindlund, 2005b).

SUM ima dve dodatne prednosti. Prvo, obezbeđuje jednu kontinuiranu promenljivu koja se može koristiti u analizama regresije, za testiranje hipoteza a postojeće metrike se koriste za izveštaj o upotrebljivosti. Drugo, jedna metrika se zasniva na logici specificiranja granica što obezbeđuje određivanje upotrebljivosti zadatka ili proizvoda bez referenciranja na podatke iz prošlosti.



Radi povećanja objektivnosti dobijenih rezultata, autor u svojim radovima proširuje koncepte SUM metode koristeći metode dodeljivanja težinskih koeficijenata da bi naglasio relativni značaj promenljivih koje se koristi za kvantifikaciju.

Međutim, specifična svojstva Interneta, kao osnovnog radnog i razvojnog okruženja za Web aplikacije, ukazuju da Web aplikacije predstavljaju prilično specifičan softverski proizvod. Kod weba je, međutim, dodatno naglašena potreba pozitivnog korisničkog iskustva u interakciji s aplikacijom, tj. zadovoljstvo i osećaj ugodnosti korisnika pri ostvarivanju ciljeva na web sajtu, kao bitan uslov za zadržavanje korisnika.

S obzirom da se web aplikacije razvijaju znatno kraće nego klasični informacijski sistemi, vrednovanje upotrebljivosti često se preskače, a razlog za to leži i u činjenici da je za primenu pojedinih metoda potrebna sofisticirana oprema i visoka ekspertiza evaluatora. Međutim, web dizajneri su svesni dobrobiti koje vrednovanje upotrebljivosti donosi, najpre kroz skraćivanje razvoja web aplikacije ako se problemi upotrebljivosti identifikuju u ranim fazama životnog ciklusa i kroz povećanje njenog kvaliteta, te je osnovno pitanje praktičara kako na najefikasniji način vrednovanje web upotrebljivosti integrisati u svakodnevni rad.

Izbor metoda zavisi od raspoloživosti resursa potrebnih za izvođenje metoda (vreme, budžet, broj potrebnih evaluatora, broj korisnika za testiranje, oprema za testiranje), potreban nivo objektivnosti, te mogućnost primene u raznim fazama izrade web aplikacije. Korišćenje kombinovanog pristupa kako unutar kategorija, tako i između njih, mogu se umanjiti nedostaci pojedinih metoda upotrebljivosti i naći dobar kompromis između potrebe sprovođenja kvalitetnog vrednovanja web upotrebljivosti, te potrebnog vremena i troškova izvođenja.

Sve navedene metode potekle su iz discipline interakcije čoveka i kompjutera (HCI) i prevashodno su namenjene za evaluaciju kvaliteta tradicionalnih softverskih proizvoda. Iako se one koriste za identifikovanje problema upotrebljivosti tradicionalnih grafičkih korisničkih interfejsa, danas se mogu jednako uspešno primeniti i na razne Web aplikacije.

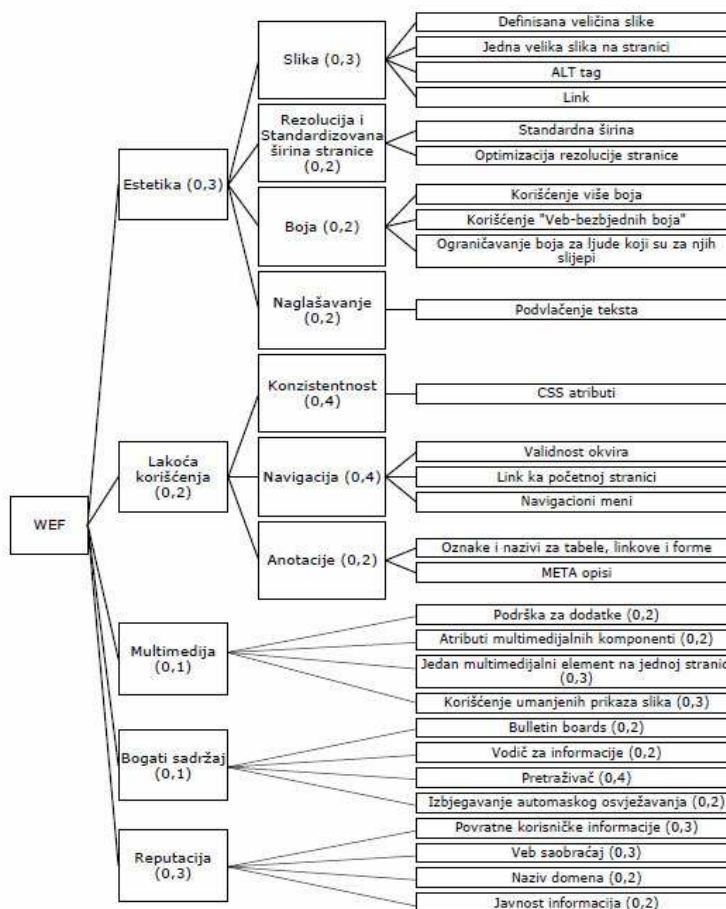
U nastavku će biti opisane najčešće korišćene metodologije praktičara nastalih poslednje decenije koje mogu poslužiti kao radni okviri za evaluaciju upotrebljivosti Web aplikacija.

### **5.3.1. WEF**

Radni okvir za evaluaciju Web sajta ili WEF (eng. *Website Evaluation Framework*) (Šćekić, 2011; Zhou, 2009) je kvantitativna metodologija koja snažno podržava tezu da je korisničko zadovoljstvo važnije od bilo čega drugog, što znači da zanemaruje neke druge bitne korisničke uloge (npr. razvoj i održavanje).

Glavni cilj ove metodologije je vrednovanje bilo kog Web sajta, nezavisno od domena, tipa ili programskog/skript jezika. Prednosti ove metodologije su univerzalnost i jednostavnost. Omogućava da svaki vlasnik ili administrator Web sajta može automatski na vrlo jednostavan način proveriti koliko je njegov sajt u skladu sa pravilima dobre prakse, a da ne mora obavezno imati tehničko i/ili domensko znanje.

Iako ovaj koncept predstavlja odličnu ideju na polju osiguranja kvaliteta softvera, postavlja se pitanje relevantnosti i praktične upotrebljivosti šablonskih evaluacija, kao što je ova.



SLIKA 12. WEF MODEL KVALITETA ZA EVALUACIJU WEB SAJTA (ŠČEKIĆ, 2011)

Model kvaliteta WEF radnog okvira sastoji se iz pet karakteristika kvaliteta (Zhou, 2009): estetika, lakoća upotrebe, multimedija, bogati sadržaj i reputacija. Samo dve od njih, estetika i lakoća upotrebe, su podeljene u podkarakteristike. Ostale se mere direktno indikatorima kvaliteta. Važnost pojedinih činilaca kvaliteta određuje se dodeljenim brojevima koji predstavljaju fiksne težinske faktore. Evaluacioni pristup ove metodologije je od dna prema vrhu, što znači da se najpre mere vrednosti najelementarnijih činilaca kvaliteta — indikatora

— koji se potom agregacionom formulom sabiraju u činioce kvaliteta višeg reda (podkarakteristike i karakteristike).

Nakon kompletiranja svih koraka evaluacije, vrši se rangiranje sajta u jednu od pet kategorija (Zhou, 2009), po sledećem ključu:

Kategorija	Opseg
★★★★★	0,9 — 1
★★★★☆	0,7 — 0,89
★★★☆☆	0,5 — 0,69
★★☆☆☆	0,3 — 0,49
★☆☆☆☆	0,1 — 0,29

SLIKA 13. KLJUČ ZA RANGIRANJE SAJTA (ŠČEKIĆ, 2011)

Na kraju, stiče se utisak da je isuviše površna da bi se koristila za ozbiljniju i sveobuhvatniju analizu i možda mogla biti korišćena za evaluaciju kvaliteta jednostavnih sajtova. Može se reći da je jednostavnost ove metodologije istovremeno i njena najveća snaga i najveći nedostatak.

### 5.3.2. *WebQual*

I ova metoda, kao i prethodna, zasniva se isključivo na gledištu krajnjeg korisnika sajta i u njemu vidi ultimativnog sudiju kvaliteta. Ovaj kvalitativni metod se svrstava u kategoriju metoda ispitivanja, jer koristi mehanizme upitnika, kojim se preko skupa od 36 tvrdnji ocenjuje 12 činilaca kvaliteta Web aplikacija, razvrstanih u četiri kategorije najvišeg nivoa: korisnost, upotrebljivost, zabava i izgradnja odnosa. Uglavnom je namenjena za procenu da li će dati korisnik ponovo posetiti sajt. Kao teorijsku osnovu za definsanje merila na osnovu koji će korisnik to odlučiti, koristi se Model prihvatljivosti tehnologije (TAM, od eng. *Technology Acceptance Model*).

Tokom ispunjavanja upitnika korisnik sajta na sedmostepenoj Likertovoj skali izražava svoje slaganje, odnosno neslaganje, sa datom tvrdnjom, u rasponu od „uopšte se ne slažem“ do „slažem se u potpunosti“.

Koristeći najkompetentnije ocenjivače kvaliteta Web aplikacija, WebQual obezbeđuje dosta pouzdan način za utvrđivanje te ocene. Izabrani činioći kvaliteta pružaju dobre mogućnosti za utvrđivanje oblasti koja je „najproblematičnija“, tako da se njenom poboljšanju da prioritet. Kada je u pitanju evaluacija kvaliteta sajta ovaj metod ima najbolji odnos cena/kvalitet, iz prostog razloga što vlasnike sajta ništa ne košta što će korisnici ispuniti upitnik, a informacije koje dobijaju su izuzetno vredne i relevantne.

Još jedan nedostatak ove metodologije je što nije (Loiacono et al., 2002) jasno definisan način analize podataka dobijenih iz upitnika. Naime, Likertova skala je skala ordinalnih vrednosti, gde su kategorije odgovora uređene po rangu, ali se intervali među njima ne mogu smatrati jednakima. To znači da se za analizu ordinalnih varijabli ne može upotrebiti metoda računanja srednje vrednosti (i standardne devijacije). Odgovarajuće tehnike opisne i deduktivne statistike razlikuju za ordinalne (t.j. kvalitativne) i intervalske (odnosno kvantitativne) varijable, a ako korisnici WebQual-a upotrebe pogrešne statističke tehnike, moglo bi se lako desiti da izvuku pogrešne zaključke iz sakupljenih podataka i tako „poprave“ nešto što trenutno nije potrebno popravljati a zanemare stvarne nedostatke svog Web sajta.



SLIKA 14. WEBQUAL MODEL KVALITETA (ŠČEKIĆ, 2011)

### 5.3.3. C-INCAMI (WebQEM)

C-INCAMI metodologija (Becker and Olsina, 2010) (od eng. *Contextual-Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator*) predstavlja sveobuhvatni i dobro razvijeni radni okvir za realizaciju projekata merenja i evaluacije kvaliteta, namenjen ozbiljnoj upotrebi od strane organizacija.

Za izgradnju robusnog i doslednog programa merenja i evaluacije potrebni su: radni okvir za merenje i evaluaciju, proces merenja i evaluacije i metodi i tehnike kojima bi se sprovodile određene aktivnosti na projektu (Olsina and Molina, 2008).

Na ovoj pretpostavci zasniva i C-INCAMI metodologija jer jedino ako se obezbedi dobro definisan proces, koji propisuje skup aktivnosti, njihovih ulaza i izlaza, uloge,

međuzavisnosti itd., može se postići konzistentnost i ponovljivost procesa merenja i evaluacije (MiE) i njegovih rezultata..

Radni okvir je strukturiran u šest osnovnih komponenti, (Šćekić, 2011) i to:

1. Definicija projekta MiE;
2. Specifikacija nefunkcionalnih zahteva;
3. Specifikacija konteksta;
4. Planiranje i implementacija merenja;
5. Dizajn i sprovođenje evaluacije;
6. Analiza rezultata i davanje preporuka.

C-INCAMI radni okvir propisuje proces merenja i evaluacije kvaliteta koji se sastoji od šest osnovnih aktivnosti (Šćekić, 2011):

1. Definisavanje nefunkcionalnih zahteva;
2. Planiranje merenja;
3. Izvršavanje merenja;
4. Planiranje evaluacije;
5. Izvršavanje evaluacije;
6. Analiza rezultata i davanje preporuka.

Da bi obezbedili metode i tehnike — Olsina i Rossi (Olsina and Rossi, 2002) su predstavili metod WebQEM (*Web Quality Evaluation Method*) koji se zasniva na gore opisanom radnom okviru i procesu evaluacije.

Korišćenje WebQEM-a za evaluaciju Web sajtova i aplikacija potpomaže napore koji se ulažu u cilju zadovoljenja zahteva za kvalitetom u novim Web razvojnim projektima, kao i kod već operativnih web aplikacija. Takođe pomaže u otkrivanju svojstava koja nedostaju ili loše implementiranih zahteva, kao što su dizajn interfejsa, ili problemi sa navigacijom, pristupačnošću, sistemima pretrage, sadržajem, pouzdanošću i performansama (Olsina and Rossi, 2002).

Koraci WebQEM procesa su grupisani u četiri glavne tehničke faze:

1. Definicija i specifikacija zahteva za kvalitetom;
2. Elementarno merenje i evaluacija (i planiranje i realizacija)
3. Globalna evaluacija (planiranje i evaluacija)
4. Zaključci i preporuke.

Tokom faze *definisavanja i specifikacije zahteva za kvalitet*, preciziraju se ciljevi evaluacije i korisnička tačka gledišta (uloga). Zatim, vrši se izbor modela kvaliteta, koji može biti definisan u odgovarajućem ISO standardu, uz dodavanje atributa koji su specifični za dati

domen. Nakon toga identifikuje se relativna važnost ovih komponenti za izabrane korisnike i zahtevani nivo pokrivenosti.

Korisničke uloge mogu se klasifikovati u tri apstraktne kategorije: posetilac, član razvojnog tima i menadžer. Ove kategorije mogu biti razbijene u pod-kategorije. Na primer, kategorija posetilac može se podeliti na pod-kategorije uobičajenih i naprednih posetilaca.

Kada su definisani opisi domena i proizvoda, dogovoreni ciljevi i izabrana korisnička uloga (t.j. eksplicitne i implicitne korisničke potrebe), mogu biti specificirane potrebne karakteristike, podkarakteristike i atributi, u vidu stabla zahteva. Rezultat ove faze je specifikacija zahteva za kvalitet.

Faza *elementarnog merenja i evaluacije* definiše dve glavne aktivnosti: Dizajn elementarne evaluacije i Sprovođenje elementarne evaluacije. U fazi dizajna beleže se sve informacije o izabranim metrikama i indikatorima, u skladu sa konceptualnom šemom Metrike i Elementarnog indikatora.

Faza *globalne evaluacije* ima dve glavne etape: Dizajn i Implementaciju parcijalne i globalne evaluacije. U fazi dizajna bira se agregacioni kriterijum i model izračunavanja zbira. Ova dva parametra imaju za cilj da evaluaciju učine dobro strukturiranom, tačnom i razumljivom. Postoje najmanje dva tipa modela: oni zasnovani na linearnim aditivnim i oni zasnovani na nelinearnim multikriterijumskim modelima skorovanja. Oba tipa koriste težinski faktor kao način određivanja relativne važnosti indikatora.

Čak i ako zanemarimo ostatak C-INCAMI radnog okvira, čiji je WebQEM sastavni deo, i posmatramo ovaj metod zasebno, lako ćemo uočiti njegove dobre strane. Sažet, a opet fleksibilan predloženi model kvaliteta, dobro definisan proces i skorovanje preferenci metodom zasnovanom na matematičkom modelu težinskih eksponenata čine ga, jednim od najboljih sredstava za kvantitativnu ekspertsku evaluaciju kvaliteta Web aplikacija koje stručna i akademska zajednica trenutno mogu da ponude. Osim toga, WebQEM se može koristiti u ranim fazama razvoja Web aplikacija podjednako efikasno kao i na operativnoj Web aplikaciji. Ovo je mogućnost koju prethodno opisane dve metodologije nemaju.

WebQEM ima svojih nedostataka od kojih je najveći neophodnost ekspertskog evaluatora koji poseduje znanje potrebno za definisanje stabla zahteva (Zhou, 2009) i dobro poznavanje domena u kom Web aplikacija funkcioniše. Zbog toga, ovaj metod nosi rizik da se prilikom evaluacije globalnog kvaliteta ne može u potpunosti izbeći subjektivnost (Olsina and Rossi, 2002). Ručno izvođenje iscrpne evaluacije zahtevalo bi ogroman napor i dosta vremena, što može predstavljati potencijalni problem. Iz ovog razloga Olsina et al. su kreirali alat pod nazivom „C-INCAMI Tool“ da bi olakšali proces evaluacije i uštedeli vreme.

#### **5.3.4. WAMMI**

WAMMI (eng. *Website Analysis and Measurement Inventory*) (Muylle et al., 2004) je servis za Web analizu koji meri i analizira iskustvo stvarnih korisnika websajta da pomogne u ostvarivanju digitalnog cilja. WAMMI je merni alat koji:

- Meri iskustvo korisnika Web sajta na osnovu reakcije posetilaca.
- Određuje vaš sajt u odnosu na druge Web sajtove u našoj međunarodnoj standardizovanoj bazu podataka.
- Generiše objektivne podatke za vaše upravljanje u pogodan i lak za čitanje digitalni izveštaj.
- Analizira kvalitativne komentare i reakcije na vaš sajt od korisnika.
- Interpretira kvantitativne i kvalitativne podatke za određivanje šta da se poboljša i koliko treba da se uloži.

WAMMI je naučni web sajt i analitički servis, razvijen koristeći psihometrijske tehnike sa rejtingom pouzdanosti podataka između 0.90 i 0.93.

Zasnovan je na međunarodnim softverskim standardima i ekspertizi dobijenoj iz procene upotrebljivosti softvera. Koristi se u javnom sektoru (e-uprave) i poslovnim sektorima kao što su bankarstvo, finansije, putovanja, Telekom i IT, i sajtovima za elektronsku trgovinu (e-trgovina). WAMMI se često koristi za međunarodne studije i dostupan je na većini evropskih jezika.

Iz velikog niza pitanja o iskustvima korisnika sa sajtovima izabrano je 20 izjava koje sumiraju suštinu iskustva posetioca sajta. Svako pitanje predstavlja vitalni aspekt korisničkog iskustva i sva su neophodna da prekriju celokupan spektar korisničkog iskustva. Sva pitanja pokrivaju određene teme, kao što su privlačnost, kontrola, efikasnost, predusretljivost i lakoća učenja ali se ne nameću na pitanja.

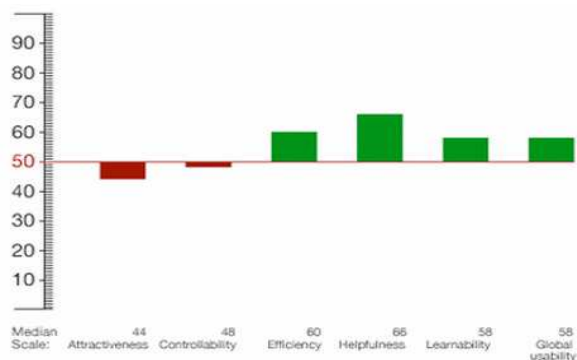
Usluga se okreće oko 20-izjava upitnika i međunarodne baze podataka. Posetioci popunjavaju upitnike i dostave svoje odgovore. Digitalni izveštaj je generisan na kraju probnog perioda. Iskustvo posetioca websajta se meri pitajući posetioca da uporedi svoja očekivanja sa onima što su pronašli na sajtu. Postavljanjem nekoliko dodatnih pitanja, dobijene su i analizirane detaljne informacije o tipu posetioca vašeg sajta, razlozima zašto su ga posetili i kako oni misle da ga mogu poboljšati.

WAMMI je jedinstven jer poredi zadovoljstvo posetioca sajta za koji se ocenjuje sa vrednostima iz referentne baze podataka, koja sadrži podatke iz više od 320 odabranih istraživanja. Ovo vam dozvoljava da uporedite svoj sajt sa drugim, i vidite da li je postigao

dobar ili loš rezultat. Drugi upitnici mogu samo dati vrednost koliko posetioca je ocenilo vaš sajt.

Ceo proces traje samo nekoliko minuta, a odgovor je visok (10-20%). Kada je odgovorilo dovoljno korisnika (negde između 40 i 200 korisnika), dobija se digitalni izveštaj u roku od dva radna dana a ceo proces procene obično ne traje duže od tri nedelje.

Najvažniji element izveštaja je profil sajta, koji sadrži pet podskala: Atraktivnost, Kontrolabilnost, Efikasnost, Predusretljivost i Lakoću učenja (*Attractiveness, Controllability, Efficiency, Helpfulness and Learnability*) a postoji i opšta ocena Globalne Upotrebljivosti.



SLIKA 15. PROFIL SAJTA SA PET PODSKALA

Ako je vaš web sajt za bilo koju skalu ocenjen prema bazi podataka iznad proseka (50) on je označen zelenim barom i prostire se iznad linije '50'. Ali ako je sajt postigao skor ispod proseka na skali, to se označava crvenim barom i proteže se nadole od linije '50'. Prosečna ocena je 50, ispod 30 ili iznad 70, to znači da je Vaš sajt izuzetan na toj skali, dok je 100 savršen skor.

Standardna devijacija izražava stepen odstupanja u podacima. Za ovu vrstu podataka, razumna vrednost standardne devijacije je 20.00. Što se veći broj ispitanika slaže u svojim ocenama web sajta standardna devijacija će biti manja, i obrnuto što veći broj ispitanika ima različita mišljenja, standardna devijacija će biti mnogo veća. Standardna devijacija preko 30 ukazuje da postoje dve ili više grupa ispitanika sa veoma različitim mišljenjima o upotrebljivosti sajta. Nije redak slučaj da se standardne devijacije razlikuju po skalama, kod nekih je ovaj iznos veći od drugih. Ovo ukazuje da postoje razlike u stepenu slaganja ispitanika oko tih skala.

Ostali elementi WAMMI izveštaja su:

- Detaljna analiza po svakoj izjavi, određivanje prioriteta za koje aspekte sajta je potrebno poboljšanje.
- Analiza dodatnih pitanja sa fiksnim ponuđenim odgovorima.



- Odgovori na slobodna tekstualna pitanja gde posetioci govore o stvarima koje nisu posebno tražena WAMMI pitanjima.
- Profili pojedinačnih posetioca i numerički rezime WAMMI rezultata.

### **5.3.5. UWIS**

HCI profesionalci uglavnom otkrivaju perceptivne i motorne teškoće kroz probleme zasnovane na veštinama i probleme doslednosti zasnovane na pravilima, dok prave namere krajnjih korisnika identifikuju problemi koji se zasnivaju na znanju (mentalni modeli) (Abdinnour-Helm et al., 2005).

Ovo pokazuje da postoji potreba za sveobuhvatnom metodologijom za merenje upotrebljivosti web zasnovanih informacionih sistema, koja će integrisati mere kvaliteta i upotrebljivosti. UWIS je metodologija za ocenu upotrebljivosti i dizajna web zasnovanih informacionih sistema koja kombinuje dimenzije i kvalitet web servisa i upotrebljivosti informacionih sistema (Oztekin et al., 2009).

Za procenu upotrebljivosti i kvaliteta web zasnovanih informacionih sistema UWIS koristi odgovarajuće metode. Ova metodologija primenjuje model struktuiranih jednačina (SEM *Structural Equation Modeling*) da uspostavi kvantitativni model za ocenu upotrebljivosti. UWIS integriše utvrđene dimenzije za merenje kvaliteta web usluga sa odgovarajućim listama formulisanih pitanja, koji predstavlja modifikaciju ServQual modela, proširen dimenzijom upotrebljivosti. Za kreiranje listi pitanja, UWIS koristi ServQual i WebQual pristupe za merenje kvaliteta, principe dijaloga za dizajn korisničkog interfejsa prema standardu ISO 9241-10 (ISO, 1996) i Nilsenove heuristike upotrebljivosti (Nielsen, 1994).

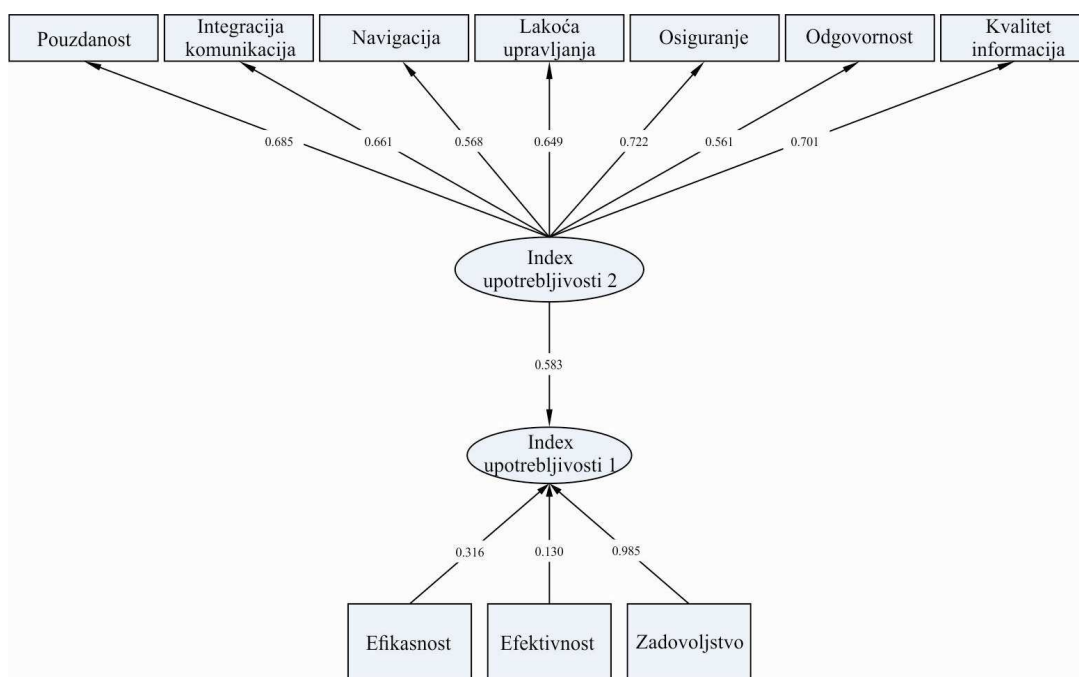
UWIS metodologija definiše kvantitativni model za merenje dimenzija upotrebljivosti i uvodi dve latentne varijable koje naziva indeksom upotrebljivosti. U skladu sa definicijom upotrebljivosti u ISO 9241-11, efikasnost, efektivnost i zadovoljstvo predstavljaju parametre visokog nivoa koji su grupisani i agregirani u indeksu upotrebljivosti 1 ( $UI_1$ ). Ove dimenzije predstavljaju objektivne mere upotrebljivosti i ne mogu biti promenjene direktno i svesno od strane dizajnera korisničkog interfejsa.

Dimenzije niskog nivoa upotrebljivosti su mere: pouzdanost, integracija komunikacija, navigacija, kontrola, osiguranje, odgovornost i kvalitet informacija (*reliability, integration of communication, navigation, controllability, assurance, responsiveness, and quality of information*) koje se preko UWIS metodologije sakupljaju za formiranje indeksa

upotrebljivosti 2 ( $UI_2$ ). Dimenzije niskog nivoa se mogu direktno menjati i poboljšati upotrebljivost pomoću analitičara ili dizajnera korisničkog interfejsa.

Za merenje povezanosti i međusobnih odnosa između indeksa upotrebljivosti  $UI_1$  i  $UI_2$  koriste se klasične statističke metode višestruke regresije u kombinaciji sa faktorskom analizom.

Pomoću UWIS metodologije, može biti dobijena lista najkritičnijih dimenzija. Nakon što se one poprave, očekuje se značajno poboljšanje performansi upotrebljivosti Web zasnovanih informacionih sistema (kroz efikasnost, efektivnost i zadovoljstvo) jer postoji snažna veza između mera niskog i visokog nivoa upotrebljivosti. Za utvrđivanje brojčanih pokazatelja jačine i smeru veze između varijabli korišćena je korelaciona analiza.



SLIKA 16. UWIS METODOLOGIJA

Glavno ograničenje UWIS metodologije je da ne pruža rešenje za merenje upotrebljivosti web zasnovanih informacionih sistema, ako liste dimenzija nisu linearno povezane sa indeksom upotrebljivosti. Ova mana proizlazi iz osnovnih principa SEM kvantitativne metode koju UWIS primenjuje. U ovakvim slučajevima, neophodno je koristiti sofisticiranije analitičke tehnike kao što su genetski algoritami, neuronske mreže i vektorska regresija da se objasni odnos između nelinearne liste dimenzija i indeksa upotrebljivosti.

## **C. EKSPERIMENTALNI RAD, REZULTATI I ANALIZA**

U savremenim uslovima, komunikacija, zasnovana na korišćenju Interneta i mrežnih protokola, postala je standard. Korišćenje Interneta učinilo je podatke dostupnim širokom krugu korisnika a distribuciju prostornih i geopodataka izuzetno lakom i efikasnom. U poslednjoj deceniji, došlo je do naglog porasta u korišćenju GIS aplikacija, posebno Web zasnovanih GIS aplikacija, u oblastima kao što su obrazovanje, saobraćaj, kriminalistika, marketing, sociologija, odbrana, upravljanje rizicima i oporavak od katastrofa i sl. Danas skoro sve kompanije i vladine agencije koriste GIS aplikacije kao sredstvo za donošenje odluka i rešavanje problema. Zbog sve veće upotrebe GIS aplikacija, procenjivanje kvaliteta dobija veliku važnost i zahteva fleksibilan okvir modeliranja koji bi ugradio posebne karakteristike GIS aplikacija u prostornu i vremensku dimenziju.

Web GIS aplikacije sa kakvim se danas susrećemo na Internetu koriste podatke iz različitih izvora, imaju mogućnost njihovog kombinovanja, procesiranja, pretraživanja, prikazivanja i promena u zavisnosti od potreba korisnika. Korisnicima se, pored osnovnih GIS funkcionalnosti, pruža mogućnost kreiranja sopstvenih mapa, personalizacija izgleda aplikacije, dodavanje vektorskih objekata, izvršavanje složenih prostornih upita, dodavanje novih objekata u aplikaciju i sl. Zbog toga se GIS rešenja zasnovana na Web tehnologijama nameću kao logičan izbor za vizuelizaciju i integraciju podataka iz heterogenih izvora. Web GIS predstavljaju posebnu vrstu potpuno funkcionalnih softverskih aplikacija sa složenom poslovnom logikom koja je prevazišla jednostavne sajtove za prenos informacija. Osim toga, korisnici su, postali sve zahtevniji i raznovrsniji u svojim zahtevima. Shodno tome, kvalitet Web GIS aplikacija i naročito *kvalitet u upotrebi*, odnosno *doživljen kvalitet* sa strane krajnjeg korisnika sve više dobija na značaju.

Metodološko poboljšanje *kvaliteta u upotrebi* (QinU), odnosno doživljenog kvaliteta (*perceived quality*), posebno Web GIS aplikacija, nije lak posao. Sistematska sredstava za evaluaciju QinU su važna jer omogućavaju razumevanje nivoa dostignutog zadovoljstva kvalitetom aplikacije i pružaju korisne informacije i preporuke za poboljšanje procesa na konzistentan način tokom vremena.

Prethodno navedene metode uglavnom su namenjene za evaluaciju kvaliteta tradicionalnih softverskih proizvoda, Web sajtova. Mali broj raspoloživih metoda za procenu upotrebljivosti Web GIS aplikacija, njihove poteškoće u primeni, nedostaci u objektivnosti i

interpretaciji rezultata ukazuju na neistraženost ove oblasti na globalnom planu, a pogotovo na našim prostorima.

Navedeni nedostaci nam ukazuju da raspoložive metode nisu pogodne za evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija jer se zasnivaju na modelima kvaliteta koji nisu namenjeni da bi opisivali kvalitet specifičnih softverskih proizvoda kao što su Web GIS aplikacije. Ovo pokazuje da postoji potreba za sveobuhvatnom metodologijom za merenje upotrebljivosti web zasnovanih geografskih informacionih sistema, koja će integrisati mere kvaliteta i upotrebljivosti. Procena upotrebljivosti je jedan od glavnih kamena temeljaca u dizajnu korisničkog interfejsa, ali to ne bi trebalo direktno posmatrati kao ekvivalent interakcije čoveka i računara (HCI) (Grinberg and Bakston, 2008) što je svakako sveobuhvatniji pojam.

Metode se međusobno ne isključuju, već se mogu kombinovati nezavisno od toga koji je metod najpogodniji za rešavanje datog problema. Svaka metoda ima svoje prednosti i nedostatke koji zavise od konteksta primene. Ovakav pristup daje podršku pretpostavci dobijanja pouzdanijih rezultata vrednovanja upotrebljivosti i jasnoj i razumljivoj interpretaciji rezultata, nedvosmislenog značenja.

Imajući u vidu navedene nedostatke može se izvući zaključak da je **neophodno** razviti novu sveobuhvatnu metodu za evaluaciju upotrebljivosti koja će se zasnivati na fleksibilnom modelu kvaliteta, skrojenog po meri Web GIS aplikacija, redefinicijom aktuelnog modela kvaliteta u upotrebi standarda ISO 25010. Fleksibilnost metode biće ograničena raspoloživim resursima (mesto, vreme, novac, evaluatori, korisnici i sl.)

Iz navedenih razloga, autor ove doktorske teze razvija metodologiju za ocenu upotrebljivosti i dizajna web zasnovanih geografskih informacionih sistema pod radnum nazivom **UWGIS**, koja kombinuje dimenzije kvaliteta proizvoda, podataka i upotrebljivosti Web GIS aplikacija.

Nova metoda evaluacije upotrebljivosti treba da ispuni sledeće **kriterijume**:

- Da je zasnovana na kompozitnom modelu kvaliteta koji integriše različite poglede na kvalitet (interni, eksterni i kvalitet u upotrebi),
- Da je kompozitni model kvaliteta pogodan za opisivanje kvaliteta, da uključuje relevantne karakteristike kvaliteta Web GIS aplikacija i njihovu važnost u skladu sa tipom korisnika,
- Da kvantitativni model ukupnog kvaliteta sadrži koeficijente relativnog značaja karakteristika kvaliteta u zavisnosti od domena ili konteksta primene,

- Da je usaglašen sa važećim standardima i preporukama iz oblasti kvaliteta i upotrebljivosti,
- Da kombinuje više poznatih evaluacionih pristupa,
- Da obezbeđuje objektivnost u evaluaciji upotrebljivosti Web GIS aplikacija u svim fazama životnog ciklusa,
- Da omogućava jednostavno identifikovanje problema u dizajnu interfejsa,
- Da interpretira upotrebljivost preko jedne metrike i osigura lako poređenje konkurentskih proizvoda ili istog proizvoda u različitim fazama životnog ciklusa i
- Da bude fleksibilna i da omogućava krojenje.

Kako bi nova metoda opravdala epitet sveobuhvatnosti, ona mora da integriše attribute različitih aspekata kvaliteta (eksterni kvalitet i kvalitet u upotrebi), različite poglede na kvalitet sa stanovišta korisnika ili eksperta, subjektivne sudove korisnika i evaluatora i objektivne rezultate merenja.

## **1. DEFINISANJE PROCESA ZA MERENJE I EVALUACIJU**

ISO/IEC 9126 standard nije propisivao metode merenja, rangiranja i procene niti je sadržavao attribute i metrike, ali je nudio smernice za opšti model procesa evaluacije kvaliteta softvera. Proces evaluacije kvaliteta softvera prvobitno je definisan standardom ISO/IEC 14598 sa ciljem da pruži metode za merenje, procenu i evaluaciju kvaliteta softverskog proizvoda. Nova serija SQuaRE standarda sadrži poseban deo koji pomaže pri specificiranju zahteva za kvalitetom (serija ISO/IEC 2503n) i deo koji pruža zahteve, preporuke i uputstva za evaluaciju softverskog proizvoda (serija ISO/IEC 2504n). Becker i Olsina (Becker and Olsina, 2010) predstavljaju C-INCAMI metodologiju namenjenu ozbiljnoj upotrebi koja predstavlja sveobuhvatni radni okvir za realizaciju projekata merenja i evaluacije kvaliteta.

Analizom navedenih metodologija za merenje i evaluaciju kvaliteta, može se izvući zaključak da je za izgradnju doslednog programa merenja i evaluacije neophodno definisati radni okvir koji će odrediti obim evaluacije i omogućiti izvođenje procesa merenja i evaluacije. Dobro definisan i sveobuhvatan radni okvir će obezbediti konzistentnost i ponovljivost procesa merenja i evaluacije upotrebljivosti i kvaliteta Web GIS aplikacija, a samim tim i njegovih rezultata.

Na osnovu preporuka i uputstava za evaluaciju kvaliteta softvera, navedenih u prethodnim studijama i važećim standardima, izvršena je redefinicija postojećih metodologija za

evaluaciju kvaliteta u upotrebi i kvaliteta softvera Web GIS aplikacija uspostavljen je radni okvir koji sadrži sledeće faze i aktivnosti:

**1. Definisane zahteva za evaluaciju;**

- 1.1. *Definisane informacionih potreba.* Da bi se pojasnila svrha evaluacije razmotriće se ko želi koju vrstu evaluacije i u kojoj fazi.
- 1.2. *Identifikovanje konteksta upotrebe* gde će se izvršiti identifikacija i analiza korisnika, zadataka, okruženja i proizvoda i definisati tip proizvoda koji se evaluira, vrste potencijalnih korisnika, ambijent i faza životnog ciklusa softvera.
- 1.3. *Specificiranje modela kvaliteta* gde će se izvršiti izbor i jasno definisati karakteristike i podkarakteristike koje softver mora imati i definisati važnost svake od njih.

**2. Planiranje merenja;**

- 2.1. *Izbor metrika* je aktivnost u kom će se izvršiti izbor metrika kvaliteta iz skupova definisanih u ISO/IEC standardima a koje će se prilagoditi konkretnom projektu i koristiti za evaluaciju svake karakteristike u svakoj fazi životnog ciklusa.
- 2.2. *Uspostavljanje nivoa zadovoljenja za metrike* je aktivnost u kojoj se definišu prihvatljivi opsezi vrednosti i donji prag, ispod koga će se vrednost date metrike smatrati neprihvatljivom.

**3. Izvršavanje merenja i planiranje evaluacije;**

- 3.1. *Elementarno merenje* je aktivnost u kojoj se, u skladu sa planom i ranije definisanim metrikama, sakupljaju i računaju izmerene vrednosti elementarnih metrika.
- 3.2. *Specificiranje kriterijuma prihvatljivosti*, definiše kriterijum po kom će se vrednovati podaci sakupljeni posredstvom metrika.
- 3.3. *Izrada plana evaluacije*, definiše kada se sakupljaju koje vrste podataka, ko ih sakuplja, kako se podaci agregiraju i procenjuju, u skladu sa ranije izabranim metrikama i kriterijumima. Ova faza sadrži aktivnosti identifikacije elementarnih, parcijalnih i globalnih indikatora.

**4. Izvršavanje evaluacije;**

- 4.1. *Izvršavanje globalne evaluacije* je aktivnost u kojoj se izračunavaju vrednosti elementarnih indikatora (podrazumeva evaluaciju izračunate vrednosti svake metrike u odnosu na kriterijum koji je za nju određen) i definiše agregacioni kriterijum i model izračunavanja (skorovanja) parcijalnih i globalnih indikatora.

**5. Analiza rezultata, zaključci i preporuke;**

5.1. *Analiza rezultata i njihova procena* je korak u kom se na osnovu uspostavljenog kriterijuma procene evaluira niz izmerenih vrednosti radi davanja preporuka ili donošenja odluka.

Kompletan postupak razvoja i praktična primena sveobuhvatne metode za evaluaciju upotrebljivosti Web zasnovane GIS aplikacije za vojni domen primene, u nastavku će biti prikazana u dve faze.

U prvoj fazi će biti definisani **zahtevi za evaluaciju** (*informacione potrebe, identifikacija konteksta upotrebe i specifikacija modela kvaliteta u kome su jasno definisane karakteristike upotrebljivosti, njihovi atributi i važnost svakog posebno*) i **planiranje merenja** (*izbor metrika i uspostavljanje opsega prihvatljivosti*).

U drugoj fazi će biti prikazana praktična primena razvijene sveobuhvatne metode za evaluaciju upotrebljivosti Web zasnovane GIS aplikacije za vojne namene kroz postupak **izvršavanja merenja, evaluacije i analize rezultata**.

## **RAZVOJ SVEOBUHVAATNE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI WEB GIS APLIKACIJA**

### **2. DEFINISANJE ZAHTEVA ZA EVALUACIJU**

Pored uobičajenih uslova za softverski inženjering postavljaju se i zahtevi upotrebljivosti. Benefit od postavljanja zahteva upotrebljivosti (Trump, 2010) su: naglašavanje važnosti rane upotrebljivosti u razvoju, definisanje konkretnih ciljeva upotrebljivosti i obezbeđenje kriterijuma upotrebljivosti koji mogu biti testirani.

Kvalitet zahteva detaljnu specifikaciju zahteva kako bi se konačni proizvod mogao kvantitativno uporediti sa ovim specifikacijama. Tokom ove faze, realizuju se aktivnosti kojima se uspostavlja informacione potrebe, specificira kontekst upotrebe i definiše model kvaliteta. Da bi uspostavili informacione potrebe pre svega se definiše cilj evaluacije, korisnička tačka gledišta i fokus. Korisničke uloge se mogu klasifikovati u apstraktne kategorije a ove dalje mogu biti razbijene u podkategorije. Na kraju, poslednja aktivnost na uspostavljanja informacione potrebe je identifikovanje fokusa.

Nakon uspostavljanja informacione potrebe, specificira se kontekst. Ova aktivnost se sastoji od izbora relevantnih svojstava konteksta i kvantifikovanja svakog od njih, na osnovu pridružene metrike.

Kada su definisani opisi domena i proizvoda, dogovoreni ciljevi i izabrana korisnička uloga, definišu se potrebne karakteristike, podkarakteristike i atributi koji su specifični za dati

domen, u vidu modela kvaliteta, i identifikuje se njihova relativna važnost. Mnogi atributi, opšti, kao i domen-karakteristični, mogu potencijalno doprineti kvalitetu Web aplikacije. Dakle, relativni značaj svake karakteristike, podkarakteristike i atributa varira i zavisi od cilja i obima, tipa aplikacije i domena primene i korisničkog stanovišta. Međutim, u skladu sa ranije rečenim, evaluacija mora biti skoncentrisana na određenu informacionu potrebu. Rezultat ove faze je specifikacija zahteva za kvalitetom.

## **2.1. USPOSTAVLJANJE INFORMACIONE POTREBE**

U ovoj fazi definisani su zahtevi za evaluacijom upotrebljivosti Web GIS aplikacije specijalne namene kroz specifikaciju predmeta i svrhe evaluacije, identifikaciju korisnika, zadataka, okruženja i proizvoda, vrsta potencijalnih korisnika, ambijenta i faza životnog ciklusa softvera.

Ako uzmemo u obzir programski okvir razvijen za Web GIS aplikacije (Rančić et al., 2011) koji sadrži sve zahtevane osnovne, napredne i specijalizovane GIS funkcionalnosti, može se smatrati da predstavlja funkcionalno kompletno rešenje koje ispunjava stroge vojne kriterijume koje se može uspešno upotrebljavati u vojnom domenu. Međutim, pre uvođenja potrebno je proceniti nivo upotrebljivosti te je predmet ove evaluacije upotrebljivosti upravo ova Web GIS aplikacija.

U širem kontekstu, svrha ove evaluacije je dobijanje integralne mere upotrebljivosti, nivoa zadovoljstva korisnika i kvaliteta Web zasnovanih GIS aplikacija za vojne namene, iz perspektive tipičnog potencijalnog korisnika, u simuliranim uslovima.

Praktična evaluacija ima za cilj da u fazi razvoja utvrdi nivo usaglašenosti dizajna Web GIS aplikacije za vojne namene sa korisničkim zahtevima kako bi se, za narednu verziju, isplanirala dogradnja radi funkcionalnog unapređenja i poboljšanja dizajna korisničkog interfejsa.

Procena upotrebljivosti je veoma značajna jer se uvođenjem GIS-a specijalne namene u VS očekuje zadovoljenje svih zahteva odlučivanja i komandovanja koji se odnose na definisanje, prikupljanje, obradu, analizu, ažuriranje, arhiviranje, integraciju, pristup, publikaciju, razvrstavanje i distribuciju prostornih podataka.

Web GIS za specijalne namene treba da predstavlja softversku platformu koja bi bila namenjena svim nivoima komandovanja (strategijskim, operativnim i taktičkim) koja treba da:

- omogućava rad sa 2D i 3D kartom,



- koristi rasterske i vektorske podloge karte u svim standardnim formatima,
- omogućava izvršavanje osnovnih, naprednih i namenskih (vojnih) GIS funkcija uz pomoć standardnog i namenskog skupa GIS alata, i
- koristi prostorno-vremenske baze podataka.

Univerzalnost ovakvog GIS softvera treba da se ogleda u vizuelizaciji bojišta u realnom ili skoro realnom vremenu i zadovoljenju potreba svih vrsta korisnika za prostornim podacima, kao i mogućnošću izvršavanja na svim predloženim hardverskim rešenjima.

U ovom poglavlju predstavljena je opšta struktura i glavne funkcionalnosti koje treba da ima GIS platforma specijalizovana za vojni domen. Ova GIS aplikacija treba da obezbedi kontekst za vizuelizaciju i analizu podataka specifičnih za vojni domen primene kao i proširenje sa funkcionalnostima specifičnim za vojnu namenu.

GIS programski okvir za vojni domen treba da zadovolji specifične zahteve (Kovačević et al., 2011):

- Sistem mora biti otvoren za nadogradnju u skladu sa novim rešenjima informacione tehnologije i organizacijsko-formacijskim promenama u Vojsci i mora omogućiti jednostavnu implementaciju novih funkcija i alata.
- Sistem mora obezbediti distribuciju operativnih vojnih geoprostornih podataka svim ustanovama, komandama i jedinicama Vojske, bez obzira na njihovu lokaciju.
- Korisnički interfejs mora biti intuitivan, prilagođen upotrebi vremenski ograničenim resursima sa brzim odzivom u svim uslovima rada – u lokalnu, mrežnom ili bežičnom Internet okruženju.
- Softverske komponente sistema moraju biti projektovane, razvijane i implementirane u skladu sa modelom servisno-orijentisanih arhitektura i orijentacijom ka mobilnom, bežičnom i Web GIS okruženju koja će obezbediti rad univerzalnih GIS platformi (fiksni i mobilni) i u slučaju prekida komunikacija.
- Skladištenje i prikaz podataka mora biti u skladu sa konvencionalnom vojnom simbologijom i standardima STANAG i ISO, što garantuje interoperabilnost sa nacionalnim i internacionalnim (NATO) sistemima.
- Sistem mora omogućiti vizuelno jasan prikaz borbene situacije u određenoj zoni (prostorijski, pravcu) dejstva i promene tokom priprema i izvođenja b/d (raspored i stanje obostrano upotrebljenih snaga i snaga koje se mogu neposredno upotrebiti tokom određenog vremenskog perioda, prema mestu i vremenu).

- Sistem za upravljanje bazom prostornih podataka treba da obezbedi centralizovani i distribuirani pristup bazi i prihvati i izvoz podataka u svim standardnim formatima.
- Servis za autorizaciju korisnika treba da obezbedi zaštićeni pristup podacima i servisima, mehanizam kreiranja i organizovanja korisničkih naloga kao i dodeljivanje pristupnih privilegija korisnicima ili grupi.
- Sistem mora da obezbedi sigurnu komunikaciju na Internetu/Intranetu zaštitom podataka između izvora i odredišta.
- Softverske i serverske mogućnosti se prilagođavaju hardveru, dok osnovne GIS funkcije, alati i radna površina ostaje ista.
- Automatizaciju neposredne i posredne komunikacije.

Baza operativnih geoprostornih vojnih podataka treba da nastane sintezom vojnih geoprostornih podataka od interesa iz više heterogenih izvora i da sadrži sve prostorne-vremenske podatke koji se koriste u toku pripreme i izvođenja b/d, i to:

- o sopstvenim i neprijateljskim snagama,
- o zemljištu (ortografske, hidrografske i geološke osobine, topografske i tematske karte, digitalni model reljefa, planovi gradova, aerofoto snimci, podaci o uređenju teritorije, objekti od značaja za odbranu i upotrebu snaga, podaci o prirodnim i veštačkim resursima na teritoriji),
- o vremenu (meteorološke osobine, vreme kao doba dana i godine, vreme kao prostor),
- o stanovništvu u prostoru (naseljenost, nacionalna i starosna struktura), i
- ostale prostorne podatke, zavisno od organizaciono-formacijskog sastava i zadataka i prostorne lokacije jedinice u kojoj se GIS server nalazi.

GIS softver obuhvata serverski i klijentski softver. Serverski softver treba da omogući pristup mrežnim i Web GIS servisima, Web, Intranet i lokalnim GIS aplikacijama i bazi podataka u stacionarnom i mobilnom komunikacionom okruženju. S druge strane, klijentski softver je na strani klijenta i može biti Web čitač, desktop aplikacija ili mobilna aplikacija, i treba da ima:

- opšte GIS funkcije i alate, i
- specijalizovane GIS funkcije i alate.

Funkcionalnosti korisničke Web GIS platforme, koje moraju biti podržane, mogu se grupisati u:

- *osnovne Web GIS funkcionalnosti* (Rančić et al., 2011), i to:

- Rad sa geotopografskim podacima u različitim geografskim (WGS84, Besel) i pravouglim (UTM, Gaus Kriger, MGRS) koordinatnim sistemima,
  - Rad sa rasterskim i vektorskim slojevima: podrazumeva standardne operacije sa slojevima kao što su uključivanje/isključivanje slojeva, pretraživanje slojeva, prikaz slojeva, filtriranje slojeva, dodavanje novog i brisanje postojećeg sloja, podešavanje stila prikaza sloja (Fontovi, Linije, Tekst i dr.) i sl.
  - Rad sa 2D radnom kartom: podešavanje radne karte, pregled simbola, unos simbola na radnoj karti, pojedinačna i grupna selekcija objekata, identifikovanje objekata i elementarno merenje (konverzija koordinata, merenje dužine i azimuta, površine i obima na karti),
  - Navigacija na 2D karti: zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere), pomeranje (panovanje),
  - Deljenje i štampanje mapa (radnih karata).
- *napredne Web GIS funkcionalnosti*, od kojih su najznačajnije:
- Prikaz 3D modela terena i navigacija u 3D prostoru: pomeranje (panovanje), zumiranje (približavanje/udaljavanje) i selekcija objekata i upravljanje tačkom pogleda,
  - Alati za tematsku analizu (spajanje slojeva iste geometrije, presek ili unija dva vektorska sloja poligonalne geometrije, kreiranje bafera na osnovu sloja).
- *specijalizovane GIS funkcionalnosti*, specifične za vojni domen, kao što su:
- Alati za geoprostornu analizu (analiza nagiba terena i prohodnosti zemljišta, analiza plavljenja, analiza profila terena i analiza optičke vidljivosti)(Gigović, 2010),
  - Vođenje elektronske radne karte sa implementiranom simbologijom po MIL-STD 2525C standardu (Kovačević et al., 2011),
  - Podrška za autorizaciju pristupa podacima i servisima,
  - Komunikacija između korisnika, i
  - Digitalna mreža puteva.

Radna karta je osnovna radna površina koja služi za prikaz, planiranje i upravljanje borbenom situacijom. Vođenje radne karte na elektronskoj karti nudi paletu implementiranih simbola u skladu sa MIL-STD 2525C standardom i grafičke elemente za vizuelno jasan grafički situacioni prikaz borbene situacije i scenarija borbenog angažovanja, kao i stvaranje novih šablona vojnih simbola (Kovačević et al., 2011). Radna karta se dobija nanošenjem

vojnih simbola na kartu, čime se simbol vezuje za određene koordinate na mapi. MIL-STD 2525C je standard koji definiše pravila i zahteve za specificiranje i prikaz vojne operacione simbologije, a razvijen je od strane vojske SAD sa ciljem da obezbedi kompatibilnost i komunikaciju između armija različitih država. Korišćenje radne karte treba da bude omogućeno u online režimu rada, korišćenjem Web servisa, dok se za offline režim rada koriste lokalno smešteni fajlovi radne karte.

3D prikaz terena omogućava kontinuirano kretanje kroz 3D virtuelnom okruženju i upravljanje u realnom vremenu.

Mrežne strukture i mrežni modeli podataka imaju važnu ulogu u velikom broju GIS aplikacija namenjenih za primenu u praktično svim oblastima gde konfiguracija prostornih podataka ima formu grafa (u saobraćaju, kablovskim telekomunikacijama i sl.). Specijalizovanu formu prostornih upita, koji zahtevaju prisustvo mrežne strukture u geografskim podacima, predstavljaju upiti puta. Graf predstavlja skup čvorova i linijskih segmenata koji ih povezuju i koji su specificirani svojim težinama. Tipičan zahtev nad mrežnom strukturom predstavlja nalaženje najkraćeg puta preko zadatih čvorova.

Web GIS za specifičan vojni domen primene, koji bi bio predmet evaluacije, može se u nekim slučajevima nabaviti kupovinom gotovog softverskog proizvoda na tržištu, ali ako ne zadovoljava sve zahteve odlučivanja i komandovanja može se ugovoriti razvoj specijalizovanog sistema po specifičnim zahtevima vojne organizacije u kojoj se namerava eksploatacija.

Kako bi se definisao predmet evaluacije neophodno je ispitati da li su zadovoljeni zahtevi specifični za vojni domen primene, a koji se odnose na definisanje, prikupljanje, obradu, analizu, ažuriranje, arhiviranje, integraciju, pristup, publikaciju, razvrstavanje i distribuciju prostornih podataka.

U slučaju kada se softver razvija namenski za poznatog korisnika, predmet evaluacije bi bile razvojne verzije proizvoda u različitim fazama razvojnog ciklusa, do uvođenja u operativnu upotrebu.

Međutim, ako se nabavlja gotov proizvod na tržištu, neophodno je izvršiti preliminarno ispitivanje ispunjenja zahtevanih tehničkih uslova i funkcionalnih zahteva specifičnih za vojni domen primene. Ovo ispitivanje je neophodno izvršiti pre početka procesa evaluacije upotrebljivosti a obično ga sprovode stručnjaci iz oblasti GIS i IT u dva koraka. U prvom koraku se utvrđuje koji, od svih konkurentnih Web GIS softvera, ispunjava obavezne taktičko-tehničke zahteve postavljene od strane naručioca, a dalje ispitivanje se sprovodi samo sa Web GIS aplikacijama koje ispunjavaju sve postavljene zahteve. Drugi korak se

sprovodi sa ciljem da se dobije filtrirani skup Web GIS aplikacija koje funkcionalno zadovoljavaju specifične zahteve za vojni domen primene. Opisani metod se može svrstati u ekspertsku evaluaciju i obezbeđuje da testirani korisnici mogu izvršavati sve postavljene zadatke u svim Web GIS aplikacijama, što mu je i najveća prednost. Za potrebe efikasnog sprovođenja ovog ispitivanja autor je kreirao list za evaluaciju koji je dat u Prilogu A.

Međutim, prilikom odlučivanja za način nabavke GIS rešenja za VS presudnu ulogu ima uslov da Vojska mora biti vlasnik kompletnog izvornog koda zbog:

- Zaštite od ubacivanja neželjenog koda i neovlašćenog pristupa od strane isporučioaca,
- Nema dodatnih troškova u slučaju naknadne modifikacije ili instalacije na novim lokacijama.
- Bržeg i stabilnijeg rada izvršnih verzija softvera jer su namenjene rešavanju tačno određenih problema i
- Mogućnosti samostalnog održavanja postojećih aplikacija i nadogradnja dodatnih funkcija softvera.

Na osnovu svega se može zaključiti da samostalni razvoj softvera za korisničke komponente GIS, u saradnji sa firmama i institucijama koje imaju iskustva u razvoju ovakve vrste softvera, ima značajne prednosti što će drastično smanjiti vreme razvoja uz izbegavanje potencijalnih grešaka u pristupu i izboru neophodnih razvojnih alata.

Iz ovog razloga, u ovom istraživanju, predmet evaluacije biće Web GIS aplikacija () kao softverska komponenta korisničke softverske GIS platforme zasnovana na programskom okviru za specifični domen primene (Rančić et al., 2011). U nastavku će biti naveden niz činjenica koja pomenuto rešenje izdvajaju i svrstavaju ga u povoljne za korišćenje u vojne namene.

Navedeni programski okvir jedini u potpunosti ispunjava stroge vojne kriterijume i sadrži sve zahtevane osnovne, napredne i specijalizovane GIS funkcionalnosti. Posmatrajući funkcionalnosti koje nudi, ovaj programski okvir se može posmatrati kao funkcionalno kompletno rešenje upotrebljivo čak i u jako specifičnim oblastima (Rančić et al., 2011).

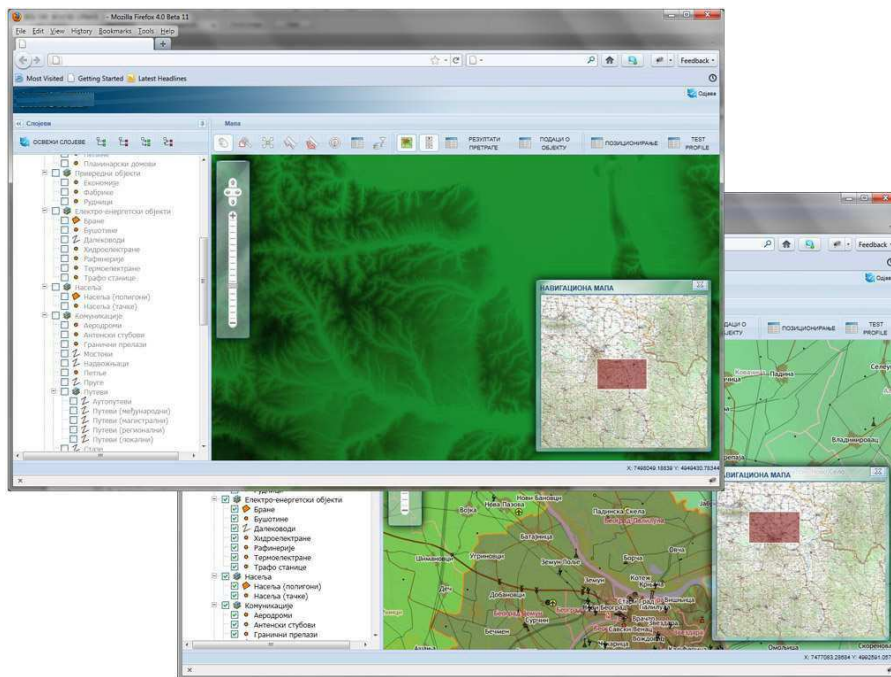
Ovaj programski okvir za razvoj Web GIS aplikacija ima klijent-server arhitekturu i omogućava jednostavno povezivanje i integraciju sa standardnim tipovima geo-prostornih Web servisa (Rančić et al., 2011). Web klijent predstavlja Web aplikaciju koja krajnjim korisnicima pruža korisnički interfejs za vizuelno predstavljanje i pretraživanje podataka koji se preuzimaju sa Web servera geo podataka. Web klijent kombinuje prednosti centralizovane

kontrole podataka i napredan korisnički interfejs, što ga svrstava u Web GIS klijenata srednje debljine (Rančić et al., 2011).

Programski okvir odlikuje se visokim stepenom modularnosti koji omogućava jednostavnu izgradnju i kasniju nadogradnju Web GIS klijenata. Web GIS klijenti razvijeni korišćenjem opisanog programskog okvira oslanjaju se na arhitekture koje implementiraju mehanizme zaštite informacija na Web-u baziranu i autorizovanom pristupu servisima geo-podataka. Ovakva organizacija čini navedeni programski okvir upotrebljivim u vojnom domenu u kojima je zaštita podataka od posebnog interesa (Rančić et al., 2011).

Programski okvir sadrži osnovni skup modula kojima obezbeđuje podršku za kreiranje bogatog korisničkog interfejsa (Slika 17), standardne funkcionalnosti (prikaz slojeva, prikaz mape, modula za pretrage geo-podataka po slojevima itd.) i osnovnog skupa alata koji obezbeđuju standardne funkcionalnosti kao što su panovanje, zumiranje, merenje obima i površine, merenje dužine i azimuta itd.

SLIKA 17. KORISNIČKI INTERFEJS WEB GIS KLIJENTA



Procena dizajna će omogućiti utvrđivanje nivoa usaglašenosti dizajna sa korisničkim zahtevima, identifikovanje problema upotrebljivosti i planiranje poboljšanja Web aplikacije. Pronalaženje i eliminisanje problema upotrebljivosti će doprineti unapređenju kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacije dok se procenom dizajna može ustanoviti u kojoj meri su postignuti ciljevi upotrebljivosti.

Istraživanje informacionih potreba ima za cilj identifikaciju svih mogućih korisničkih uloga koje mogu biti iskazane skupovima definisanih informacionih potreba neophodnih za odlučivanje, efektivnu i efikasnu realizaciju aktivnosti u procesu evaluacije upotrebljivosti i kvaliteta softvera. Iz ugla zainteresovanih strana, potencijalni korisnici mogu biti zapošljeni u organizacionim jedinicama kojima je u funkcionalnoj nadležnosti upotreba geoprostornih podataka. Svoje ciljeve potencijalni korisnici mogu ostvarivati u neposrednoj interakciji sa Web GIS ili indirektno, npr. korišćenjem štampanih rezultata. Svakako, odnos i uloga korisnika zavisi od dodeljenih zadataka iz funkcionalne nadležnosti.

U skladu sa preporukama u ISO/IEC 25010 standarda, potencijalni korisnici web zasnovanih GIS aplikacija mogu se klasifikovati u tri apstraktne kategorije:

- 1) *Primarni korisnici*: osobe koje su u neposrednoj interakciji sa Web GIS da bi ostvarili primarne ciljeve.
- 2) *Sekundarni korisnici*: osobe koje pružaju podršku, (na primer, administratori sistema održavaju sistem, pribavljaju i ažuriraju sadržaj, itd.).
- 3) *Indirektni korisnici*: osobe koja primaju izlaz, ali nemaju interakciju sa sistemom ) (na primer, rukovodioci).

Svaki od ovih tipova korisnika ima potrebe za kvalitetom u upotrebi u određenim kontekstima upotrebe (Cockton, 2008). Modeli kvaliteta obezbeđuju okvir za prikupljanje potreba zainteresovanih grupa (Cockton, 2008).

Sa stanovišta korisnika, da bi se ustanovile informacione potrebe koje kontinuirano i efikasno obezbeđuju kvalitet softvera, potrebno je istražiti relevantne karakteristike kvaliteta kvaliteta, povezanih sa odlukama koje donose i problemima koje oni rešavaju, da bi dostigli određeni cilj.

U svakom projektu za merenje i evaluaciju više od jedne kategorije entiteta mogu se koristiti različiti modeli kvaliteta. Za date informacione potrebe tj. namene i gledište korisnika definiše se *Fokus kvaliteta* koji uopšteno predstavlja koren karakteristika (merljivi koncept proračuna) jedne instance modela kvaliteta. Takođe, u instance modela kvaliteta, atributi su kombinovani ili vezani u skladu sa svojim (pod) karakteristikama.

U ovom istraživanju *Fokus kvaliteta* će biti „kvalitet u upotrebi“, ali će zbog uticaja atributa „*eksternog kvaliteta*“ biti posmatran u širem kontekstu. U tom smislu, fokus će obuhvatati i karakteristike „*eksternog kvaliteta*“ koje utiču, tj. od kojih zavisi „kvalitet u upotrebi“.

Model kvaliteta definiše skup karakteristika (podkarakteristika) i njihovih hijerarhijskih odnosa koji obezbeđuju osnovu za preciziranje strukture nefunkcionalnih zahteva i njegovu

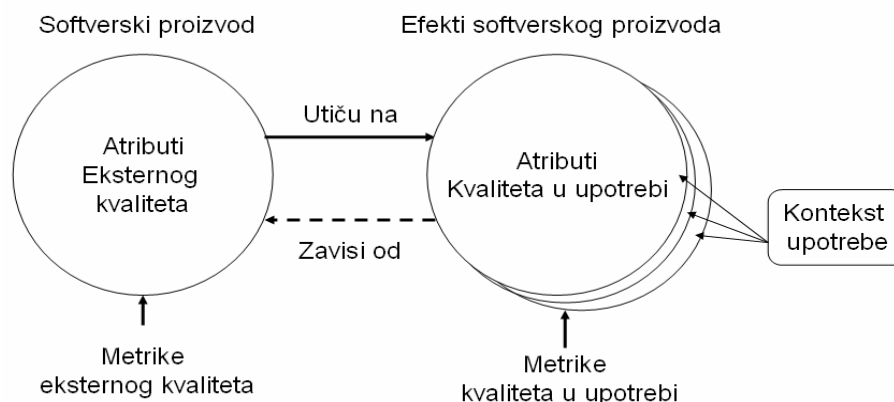
dalju evaluaciju. Model kvaliteta može biti namenjen za različite kategorije entiteta kao što su resursi, procesi, proizvod, sistem, sistem u upotrebi, projekat ili usluga.

### **2.1.1. Radni okvir za merenje i evaluaciju**

Diskusije o tome kako da se meri kvalitet informacionih sistema vode se nekoliko decenija unazad, najpre u oblasti ergonomije, jednostavnosti upotrebe, interakcije čoveka i računara, a kasnije u području upotrebljivosti. Međutim, nedavno su se ponovo javile diskusije o tome koliko su mere upotrebljivosti pogodne i kako da se razume odnos između različitih mera upotrebljivosti (Hornbaek, 2006).

Radni okvir za merenje i evaluaciju, autor ove disertacije zasniva na činjenici da postoje tri pogleda na kvalitet: interni (IQ), eksterni (EQ) i kvalitet u upotrebi (QinU), i da one predstavljaju samo različite perspektive jedne te iste stvari, ali da svaki od njih ima relaciju sa druga dva. Iz ovoga proističe da postoji snažna međusobna povezanost i međusobni uticaj atributa kvaliteta i kvaliteta u upotrebi softvera i da je kvalitet u upotrebi kombinovani efekat karakteristika internog i eksternog kvaliteta na krajnjeg korisnika.

Pored toga, radni okvir za modeliranje kvaliteta može da posluži za uspostavljanje odnosa između fokusa kvaliteta, najčešće nazvanih "utiče na" i "zavisi od", koji se odnosi na različite kategorije entiteta. Odnosi između fokusa EQ-QinU tj *eksternog kvaliteta* i *kvaliteta u upotrebi* u ISO 9126-1/25010 prikazan je na Slici 18.



SLIKA 18. ODNOS EKSTERNOG KVALITETA I KVALITETA U UPOTREBI U ISO 9126-1/25010

Povezanost kvaliteta proizvoda i kvaliteta u upotrebi je jasna. Kvalitet proizvoda doprinosi upotrebnom kvalitetu. Moguća je i povratna sprega od kvaliteta proizvoda, ka kvalitetu proizvoda u upotrebi. Interni atributi utiču na eksterne attribute, a eksterni vrše uticaj



na kvalitet u upotrebi. Prema tome, zahtevi koji se odnose na kvalitet softverskog proizvoda uključuju kriterijume ocenjivanja za interni kvalitet, eksterni kvalitet i kvalitet u upotrebi radi zadovoljenja potreba projekatana, onih koji održavaju proizvod, naručilaca i korisnika. (ISO/IEC 14598-1:1999.) *Kvalitet u upotrebi* sistema karakteriše uticaj koji softverski proizvod ima na zainteresovane strane. On se određuje pomoću kvaliteta softvera, hardvera i operativnog okruženja i karakteristikama korisnika, zadataka i socijalnog okruženja. Svi ovi faktori doprinose kvalitetu u upotrebi sistema. Osobine softverskog proizvoda određuju kvalitet proizvoda u određenim kontekstima korišćenja (Tabela 2. u ISO 25010). Karakteristike kvaliteta proizvoda kao što su: funkcionalna podobnost, efikasnost performansi, upotrebljivost, pouzdanost i bezbednost će imati značajan uticaj na kvalitet u upotrebi za osnovne korisnike. Efikasnost performansi, pouzdanost i sigurnost mogu biti od interesa drugim akterima koji su specijalizovani u ovim oblastima. Kompatibilnost, pogodnost održavanja i prenosivost će imati značajan uticaj na kvalitet u upotrebi za druge korisnike koji održavaju sistem. Kvalitet proizvoda se obično procenjuje merenjem statičkih parametara međuproizvoda (internih atributa) i merenjem ponašanja koda kada se izvršava (eksternih atributa) ili merenjem atributa kvaliteta u upotrebi. Osnovu za merenje kvaliteta pruža radni okvir definisan još 1999 u ISO/IEC 14598-1.

Merenjem i evaluacijom kvaliteta u upotrebi može se potvrditi eksterni kvalitet softvera. Dalje, merenjem i evaluacijom eksternog kvaliteta možemo verifikovati interni kvalitet softvera, a ispitivanjem internog kvaliteta možemo izvući zaključke o potrebnim poboljšanjima procesa izrade softvera. Slično tome, uzimanje u obzir atributa internog kvaliteta je preduslov za postizanje zahtevanog eksternog ponašanja, a razmatranje atributa eksternog kvaliteta je preduslov za postizanje kvaliteta u upotrebi. Dakle, kvalitet u upotrebi je kombinovani efekat karakteristika internog i eksternog kvaliteta na krajnjeg korisnika. Atributi internog i eksternog kvaliteta su uzrok, a atributi kvaliteta u upotrebi su efekat. Iz navedenog Bevan (Bevan, 1999) izvodi zaključak: „*Kvalitet u upotrebi je cilj, a kvalitet softverskog proizvoda je sredstvo kojim se taj cilj postiže.*“

Prema međunarodnim standardima (ISO/IEC 9126-1:2000, ISO/IEC 25010:2011), *kvalitet u upotrebi* je viđenje kompletnog sistema na kome se softver pokreće od strane krajnjeg korisnika i meri se rezultatima upotrebe softvera, radije nego svojstvima samog softvera.

Međutim, mnogi istraživači inspirisani povezanošću i uticajem kvaliteta proizvoda i kvaliteta u upotrebi u svojim skorašnjim radovima daju svoje viđenje problema i definišu metode za evaluaciju kvaliteta integrisanjem različitig pristupa.

Oztekin sa saradnicima (Oztekin et al., 2009) razvija metodologiju za ocenu upotrebljivosti i dizajna web zasnovanih informacionih sistema, nazvanu UWIS, koja kombinuje dimenzije i kvalitet web servisa kao i upotrebljivost informacionih sistema.

Becker sa grupom autora (Becker et al., 2012), u svom istraživanju polazi od 2Q2U model akvaliteta (Lew, Zhang and Olsina, 2010) razvija specifičnu strategiju nazvanu SIQinU (*Strategy for understanding and Improving Quality in Use*) kao integrisani način da proceni i nađe eventualne probleme u QinU koji su povezani sa karakteristikama i atributima eksternog kvaliteta (EQ) (mapiranje problema između QinU i EQ). Najpre je procenjena aplikacija iz ugla EQ, nakon čega su date preporuke za poboljšanje. Na osnovu preporučenih poboljšanja, nova verzija je ponovo procenjena kako bi se izmerio napredak i sa tačke gledišta EQ i sa strane QinU.

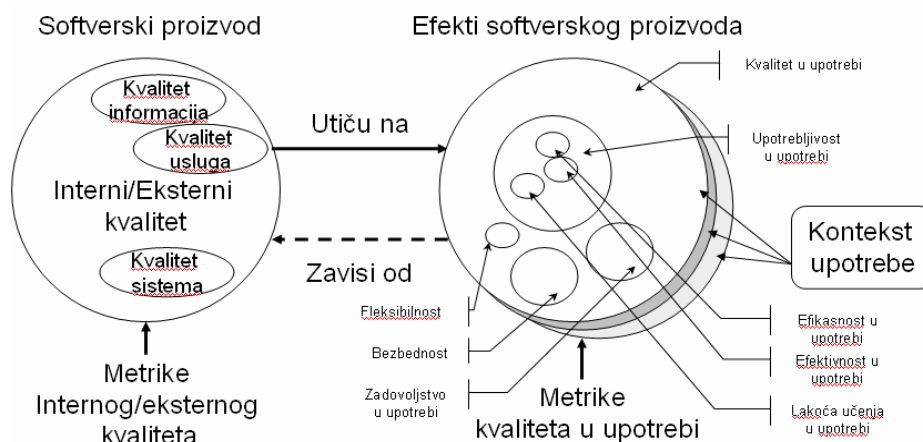
Snažna međusobna povezanost i obostrani uticaj između atributa kvaliteta i upotrebljivosti aplikacije, samo potvrđuje potrebu za sveobuhvatnom metodom evaluacije upotrebljivosti Web GIS aplikacija koja će objediniti ova dva pogleda na kvalitet.

Da bi se obuhvatio višedimenzioni karakter upotrebljivosti i povećala smislenost i strateški uticaj upotrebljivosti podataka, cela konstrukcija upotrebljivosti će biti predstavljena kao jedna zavisna varijabla (Sauro and Kindlund, 2005), tj. kao mera sveobuhvatne upotrebljivosti (*indeks upotrebljivosti*) merena različitim pristupima (objektivnim i subjektivnim), izražena u procentima.

Korelacije među ovim dimenzijama upotrebljivosti zavisiće na kompleksan način od domena primene, iskustva korisnika i konteksta upotrebe. Tokom proteklih godina, većina eksperimentalnih studija uključuje redukovan skup dimenzija upotrebljivosti, a kada se izvode tvrdnje u vezi sveukupne upotrebljivosti, one se oslanjaju na rizične pretpostavke i korelacije između dimenzija upotrebljivosti. Kada istraživači koriste uži izbor mera za procenu upotrebljivosti softvera oni, ili čine neke pretpostavke o odnosima između mera upotrebljivosti u specifičnom kontekstu, ili rizikuju da ignorišu važne dimenzije upotrebljivosti (Frokjaer et al., 2000). Većina današnjih metoda za predstavljanje upotrebljivosti jednom metrikom, ne obuhvataju sve dimenzije upotrebljivosti, naročito one elementarne kao što su efikasnost, efektivnost i zadovoljstvo.

Imajući u vidu očekivanja da upotrebljivost i kvalitet utiču jedni na druge (Bevan, 1995, 1999; Folmer and Bosch, 2004; Seffah et al., 2008.) kao i to da većina pristupa za ocenjivanje upotrebljivosti i kvaliteta ima mnogo stavki koje se preklapaju, nova metodologija će kombinovati ove, naizgled, odvojene pristupe. Zato se ovo istraživanje fokusira na integraciju pristupa vrednovanja kvaliteta i upotrebljivosti Web zasnovanih GIS aplikacija.

Iz navedenih razloga, autor definiše okvir za sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija koji će poslužiti za definisanje kompozitnog modela kvaliteta koji treba da integriše različite poglede na kvalitet i obezbedi da se uzmu u obzir sve relevantne karakteristike kvaliteta Web GIS aplikacija.



SLIKA 19. RADNI OKVIR ZA MODELIRANJE KVALITETA WEB GIS APLIKACIJA

Na osnovu navedenog, konceptualni okvir za modeliranje upotrebljivosti Web GIS aplikacija definiše ukupnu upotrebljivost koja predstavlja kompoziciju dve dimenzije upotrebljivosti: kvaliteta proizvoda i kvaliteta u upotrebi.

Pošto je cilj da se kombinuju dimenzije kvaliteta sa dimenzijom upotrebljivosti, potrebno je izabrati najpogodniji pristup za procenu upotrebljivosti i kvaliteta web zasnovanih GIS aplikacija.

Predloženi okvir se može koristiti za generisanje konceptualnog modela izborom izračunljivih karakteristika u terminologiji ISO, u zavisnosti od specifičnih informacionih potreba. U skladu sa tim atributi karakteristika se mogu kombinovati za dalja merenja i evaluaciju.

## 2.2. IDENTIFIKOVANJE KONTEKSTA UPOTREBE

Potrebe korisnika Web GIS aplikacija za kvalitetom obuhvataju zahteve za upotrebljivošću i kvalitetom proizvoda u specifičnim kontekstima upotrebe. Ove identifikovane potrebe mogu da se koriste kada se specificiraju eksterne i interne mere kvaliteta korišćenjem karakteristika i podkarakteristika kvaliteta softverskog proizvoda.

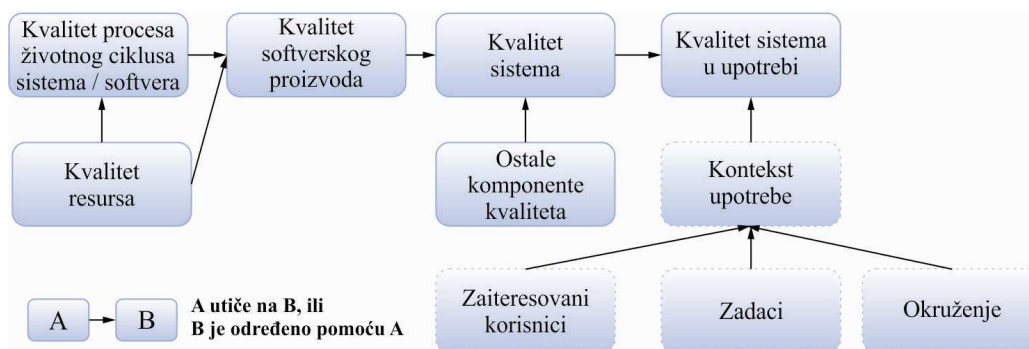
Kvalitet softverskog proizvoda može se proceniti merenjem unutrašnjih osobina ili merenjem spoljnih karakteristika ili merenjem kvaliteta u upotrebi (kada se proizvod koristi u stvarnim ili simuliranim uslovima).

Poboljšanje kvaliteta procesa doprinosi poboljšanju kvaliteta proizvoda, a kvalitet proizvoda doprinosi unapređenju kvaliteta u upotrebi sistema. Zbog toga, procena i unapređenje procesa je način da se poboljša kvalitet proizvoda, a evaluacija i poboljšanje kvaliteta proizvoda je način unapređenja kvaliteta u upotrebi sistema.

Slično tome, ocenjivanje *kvaliteta u upotrebi* će obezbediti povratne informacije za poboljšanje proizvoda, a procena proizvoda će pružiti povratne informacije za poboljšanje procesa. Odgovarajuće unutrašnje osobine softvera preduslov su za dostizanje potrebnog spoljnog ponašanja, a odgovarajuće spoljno ponašanje je preduslov za postizanje kvaliteta u upotrebi.

Kvalitet procesa životnog ciklusa softvera utiče na kvalitet softverskog proizvoda i sistema. Kvalitet resursa, kao što su ljudski resursi, softverski alati i tehnike koje se koriste za proces, utiču na kvalitet procesa, a samim tim, utiču na kvalitet proizvoda. Kvalitet softveskog proizvoda, kao i kvalitet ostalih komponenti sistema, utiče na kvalitet sistema. Kvalitet sistema ima raznih uticaja u zavisnosti od konteksta upotrebe. Kontekst upotrebe može biti definisan pomoću skupa korisnika, zadataka i sredine (okruženja).

Kvalitet u upotrebi (meren efektivnošću, efikasnošću i zadovoljstvom) je rezultat interakcije između korisnika i proizvoda dok obavlja zadatke u tehničkom, fizičkom, socijalnom i organizacionom okruženju (Slika 20).

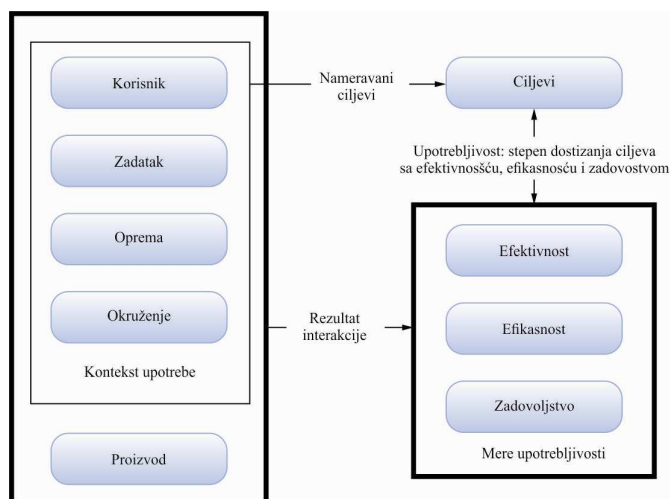


SLIKA 20. GLAVNI SUBJEKTI MODELA KVALITETA I NJIHOV ODNOS (ISO 25010)

### 2.2.1. Specifikacija konteksta upotrebe

Kvalitet u upotrebi ne određuje samo proizvod, već i kontekst u kome se koristi: određeni korisnici, zadaci i okruženja. To znači da ne postoji „upotrebljiv proizvod“ ili "neupotrebljiv

proizvod". Na primer, proizvod koji je neupotrebljiv od neiskusnih korisnika može biti sasvim upotrebljiv od obučanih korisnika. Termin „kontekst“ uključuje karakteristike korisnika i radnih ciljeva koje oni traže da ostvare, kao i tehničku, fizičku i organizacionu sredinu u kojoj oni rade.

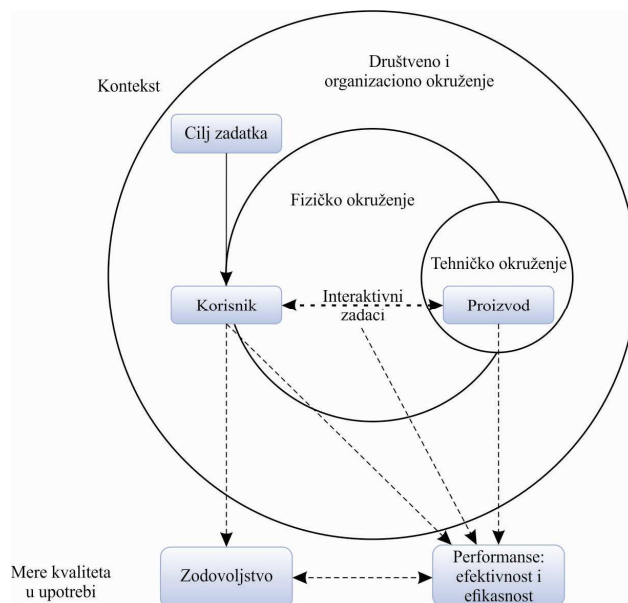


SLIKA 21. OKVIR UPOTREBLJIVOSTI U ISO 9241-11: 1998

Kontekst se može posmatrati kao posebna vrsta entiteta koji sačinjava skup svojstava (i njihovih vrednosti) relevantnih entiteta uključenih u datoj situaciji. Kontekst može biti kvantifikovan posredstvom entiteta koji su sa njim povezani. Svojstva relevantnih entiteta su takođe Atributi nazvana Svojstva konteksta.

Upotrebljivost se smatra važnim atributom za prihvatanje sistema od strane krajnjih korisnika. Međunarodni standard ISO 9241-11:1998 definiše upotrebljivost kao stepen do kojeg proizvod može da se koristi od strane početnika i iskusnih korisnika da obavljaju zadatke za postizanje željenih funkcionalnosti proizvoda sa merenjem efikasnošću, efektivnošću i zadovoljstva u određenom kontekstu korišćenja.

Prema međunarodnom standardu, "Merenje performansi i zadovoljstva korisnika može da obezbedi osnovu za poređenje relativne upotrebljivosti proizvoda sa različitim tehničkim karakteristikama koji se koriste u istom kontekstu" (Slika 22). U tu svrhu, koristeći attribute, važno je da se odredi prihvatljiv nivo zahteva upotrebljivosti za procenu upotrebljivosti aplikacije.



SLIKA 22. MERENJE KVALITETA U UPOTREBI U KONTEKSTU UPOTREBE

Zato je neophodno da se identifikuje nameravani kontekst upotrebe pre bilo kakve evaluacije upotrebljivosti. To znači, potrebno je razumeti kontekst upotrebe proizvoda, odnosno ciljeve grupa korisnika i karakteristike glavnih korisnika, zadataka i okruženja u situaciji u kojoj će funkcionisati.

U fazi analize zahteva, ključna pitanja o kojima treba odlučiti su izbor zadataka za evaluaciju i identifikacija profila korisnika za evaluaciju, uzimajući u obzir raspoloživost odgovarajućih korisnika u skladu sa sredstvima i vremenom potrebnim za evaluaciju. Karakteristike korisnika su bitan faktor upotrebljivosti, ali u mnogim slučajevima će biti potrebno da se proceni proizvod odvojeno za različite grupe korisnika koji obavljaju različite zadatke. Ovo važi kako za procenu atributa upotrebljivosti tako i za ocenu kvaliteta u upotrebi.

### ***2.2.2. Analiza korisnika i zadataka***

U situaciji kada su korisnički profili sve više i više raznovrsni, poznavanje karakteristika korisnika, njihovih zadataka i sklonosti, od ključnog su značaja da se obezbedi efikasan Web GIS (Jokela et al., 2006; Van Elzakker, 2000; Williams et al., 2005). Pored toga, faktori, kao što su želje, iskustva, sposobnosti i zadaci utiču na reakciju korisnika prilikom različitih predstava sličnih geoprostornih podataka. Iz tog razloga, ovaj korak ima za cilj da istraži odgovore i reakcije grupa korisnika, a radi identifikovanja i boljeg razumevanja njihovih

potreba, sklonosti i zahteva zainteresovanih grupa u toku korišćenja Web GIS aplikacije (Nielsen, 1992).

Vrlo često može biti teško definisati prosečnog korisnika, te se korisnici mogu podeliti u grupe korisnika da bi se prevazišao nastali problem. Za grupe korisnika opisuju se njihova starost, obrazovanje, znanje, veštine, fizičko, socijalno i kulturno okruženje. Za proizvode koji se koriste za rad treba prikupljati i informacije vezane za posao: glavni zadaci, odgovornosti, kontrola opterećenja itd.

Koncept "korisnika" je definisan da uključuje svakoga čiji život/rad zavisi na neki način od sistema. U definisanju aktera, zainteresovane strane su svako ko je pogođen uspehom ili neuspehom sistema. Analiza zainteresovanih strana pruža polaznu osnovu za uspostavljanje zahteva svih ključnih zainteresovanih grupa. Na primer, prilikom procene adekvatnosti dizajna i sadržaja systemske pomoći neophodno je da se razmotre različite grupe korisnika. Slično tome, prilikom procene kvaliteta u upotrebi testiranjem korisnika, neophodno je izabrati reprezentativnu kombinaciju korisnika i zadataka za evaluaciju.

Analiza *zadataka* treba da proizvede jasnu sliku o tome šta sistem treba da uradi (Faulkner, 2000). *Zadatak* obuhvata ljudske aktivnosti da se postigne cilj. *Zadatak* se modelira kao hijerarhija podzadataka. Dekompozicija se jednostavno nastavlja koliko je potrebno, što zavisi od cilja sistema. Za svaki zadatak i podzadatak treba objasniti:

1. *Korisničke ciljeve*: Zašto se nešto radi?
2. *Korišćene metode* (alati, podela i redosled podzadataka): Kako se to radi?
3. *Preduslovi*: Koji resursi (informacije) su potrebni? Koji drugi zadaci moraju biti prethodno završeni?
4. *Rezultati*: Šta treba da se postigne? Koje se povratne informacije daju korisniku?
5. *Problemi i načini za njihovo prevazilaženje*: Koje greške se mogu pojaviti i na koji način se mogu ispraviti?
6. *Frekvencija*: Koliko često se nešto uradi?

Najvažniji zadaci radi boljeg razumevanja mogu se napisati kao scenarija. Scenario je obično tekstualni opis kako se stvari rade sada ili u budućnosti. Mogu da se koriste fotografije ili crteži umesto teksta. Scenariji određuju način na koji korisnici obavljaju svoje zadatke u određenom kontekstu.

Iz različitih razloga u ogromnoj većini slučajeva istraživanjem ne može da bude obuhvaćen celokupni osnovni skup zainteresovanih strana (potpuno posmatranje), nego samo deo osnovnog skupa (uzorak), pa se na osnovu rezultata dobijenog ispitivanjem uzorka izvodi zaključak o celokupnom osnovnom skupu (delimično posmatranje). Na taj način, metodom

uzorka, mogu da se predvide slučajevi koji nisu obuhvaćeni istraživanjem. U tom slučaju, uzorak predstavlja skup izabranih jedinica posmatranja iz osnovnog skupa sa ciljem da ga reprezentuju. Međutim, da bismo mogli opravdano da uopštavamo nalaz dobijen ispitivanjem uzorka na osnovni skup, neophodno je da budu ispunjeni neki uslovi. Metod uzorka predstavlja metod delimičnog posmatranja statističke mase, gde se posmatra samo deo jedinica iz celog osnovnog skupa, odabranih prema određenom kriterijumu.

Prilikom određivanja veličine uzorka mora da se vodi računa o:

- stepenu preciznosti koji se želi postići,
- stepenu varijabilnosti podataka u osnovnom skupu,
- visini troškova potrebnih za formiranje uzorka,
- dužini vremena koje je potrebno za formiranje uzorka i
- veličini osnovnog skupa.

Osnovne osobine ocena koje se dobijaju pomoću uzoraka su: nepristrasnost, preciznost i tačnost. Metode uzimanja uzoraka iz osnovnog skupa predstavljaju skup pravila i postupaka određenog načina izvlačenja uzorka i dele se u dve grupe:

- slučajni uzorci koji se zasnivaju na principima teorije verovatnoće zbog čega su ocene parametara osnovnog skupa na osnovu statistika nepristrasne i postoji mogućnost određivanja greške uzorka i
- namerni uzorci koji se ne zasnivaju na principima teorije verovatnoće.

Na osnovu izabranih kriterijuma, *stratifikovani uzorak* se dobija tako što se prethodno članovi osnovnog skupa podele na prirodne podskupove, tj. „stratume“ (čime se stvaraju homogene klase u odnosu na dato svojstvo), da bi se iz svakog od njih izvukli nezavisni slučajni uzorci.

Izbor jedinica u stratume može da se vrši na proporcionalan ili neproporcionalan način:

- proporcionalni stratifikovani uzorak: isti procenat članova (svaki stratum u uzorku zastupljen je srazmerno svojoj veličini),
- disproporcionalni stratifikovani uzorak: različit procenat članova.

U analizi korisničkih zadataka za prikupljanje podataka mogu da se koriste i sledeće metode:

- Razgovori, intervjui i upitnici sa korisnicima.
- Posmatranje korišćenja sličnog proizvoda ili vršenje sličan zadatak.
- Uključivanje stručnjaka u dizajnerskom timu.
- Preuzimanje uloge korisnika da se razume njihov stav.



- Artifakt-studija postojećeg materijala: papirne analogije, logovi, povratne informacije.
- Fokus grupe.

Mnoge tehnike su razvijene da olakšaju dijalog sa potencijalnim korisnicima, a najčešće se u pripremnim fazama koriste upitnici za prikupljanje osnovnih podataka.

Za prikupljanje podataka o korisnicima i zadacima, izabrana je tehnika anketiranja s obzirom da se do pojedinih podataka moglo doći jedino u neposredniom kontaktu sa korisnikom.

Prednost ove tehnike nad drugim istraživačkim tehnikama ogleda se i u činjenici da je vremenski ekonomičnija, na primer od intervjuisanja, jer omogućava istovremeno prikupljanje podataka od većeg broja ispitanika. Uz to, izrada anketnog lista nije zahtevala duge organizacijske pripreme i veliki naučni aparat, a time ni velike materijalne troškove. Kao instrument za prikupljanje podataka tehnikom anketiranja korišćen je *upitnik*. *Upitnik* je sastavljen tako da ispitanici, svoje odgovore (sudove) na ponuđena pitanja, različitog sadržaja, mogu rangirati (skalirati) na petostepenoj skali intervalnog tipa, pri čemu prva dva stepena u skali predstavljaju negativne vrednosti, treći je neutralni stepen, dok četvrti i peti predstavljaju dominaciju pozitivnih utisaka. Vrednovanje odgovora je jednostavno, petostepeno, tako da je najniža vrednost na skali ocenjivanja 1, a najviša vrednost odgovara broju 5. Sabiranje odgovora svakog pojedinca za sve stavke vrši se na taj način što im se pripisuju vrednosti gornjih pet kategorija sa 1, 2, 3, 4 i 5.

Za kvantifikovanje kvalitativnih činjenica korišćena je *tehnika skaliranja*. Pri tom je, radi veće preciznosti stava, putem skale rangova, ispitanicima ponuđeno da ocene, tj. vrednuju, attribute pojedinih varijabli iskazanih preko pitanja. Ova tehnika omogućila nam je da se od ispitanika dobije što više različitih mišljenja, iskaza i tvrdnji, pozitivnih i negativnih, a koje se odnose na ciljeve i zadatke.

Cilj ovog istraživanja je bio da se identifikuju relevantne karakteristike nameravanog konteksta. Za prikupljanje potrebnih podataka sastavljen je upitnik koji se sastoji od određenog broja pitanja koja su podeljena u tri grupe (Prilog B). Za kreiranje anketnih pitanja i upitnika, autor koristi okvir publikovan u (Chang, 2009) koji se sastoji od više dimenzija uspostavljenih za merenje više konkretnih informacija, sa aspekta korisnika i zadataka.

Prva dimenzija korisnika se bavi individualnim karakteristikama korisnika koji imaju uticaj na upotrebu aplikacije. Ova dimenzija obuhvata dva parametra: demografiju i prethodno iskustvo. Prethodno iskustvo korisnika je važan faktor koji utiče na korišćenje informacionih usluga jer novi korisnici (početnici) i stručni korisnici (eksperti) obično imaju

značajno različita očekivanja i rezultate učinka. Za prikupljanje demografskih podataka iskorišćen je *anketni list* (I deo Prilog B). Pitanjima iz ove ankete se identifikuje demografski profil potencijalnog korisnika i saznaju se pojedini podaci o statusu, obrazovanju, predznanju i raspoložibom iskustvu.

Druga dimenzija ima nameru da razume korišćenje Web GIS iz perspektive zadatka tumačenjem motiva korisnika (informativni, sticanje znanja) i karakteristika zadatka kada koristite Web GIS. Motivi i ciljevi vode korisnika da aplikaciju koristi u različitim pravcima (Rose and Levinson, 2004), na primer, u informativne svrhe, da nauče nešto i da steknu znanja, da se dobije sadržaj na raspolaganju (na primer, preuzimanje mapa). Ovi pravci će korisnicima, kroz proces pretraživanja informacija, stvarati različiti utrošak vremena i nejednake pogodnosti. Za prikupljanje podataka o zadacima korišćen je upitnik (II deo Prilog B). Ovom grupom pitanja želeli smo saznamo motive i karakteristike najčešće korišćenih funkcionalnosti aplikacije da bi dostigao ciljeve u svakodnevnom obavljanju funkcionalnih zadataka. Upitnici se baziraju na atributima vrednovanja iskazanim preko zavisnih parametara u obliku pitanja i služe da korisnici iskažu svoje stavove i mišljenja o motivima, ciljevima i načinu upotrebe Web GIS. Svako pitanje koje sadrži upitnik mora biti jasno definisano i mora biti objašnjen način na koji treba da se odgovori. Za svaki ponuđeni odgovor određuje se težina čija je svrha u narednoj fazi vrednovanja rezultata, tj. analize rezultata.

Treća grupa pitanja iskorišćena je za procenu fizičkog i tehničkog okruženja u kome se koristi Web GIS aplikacija.

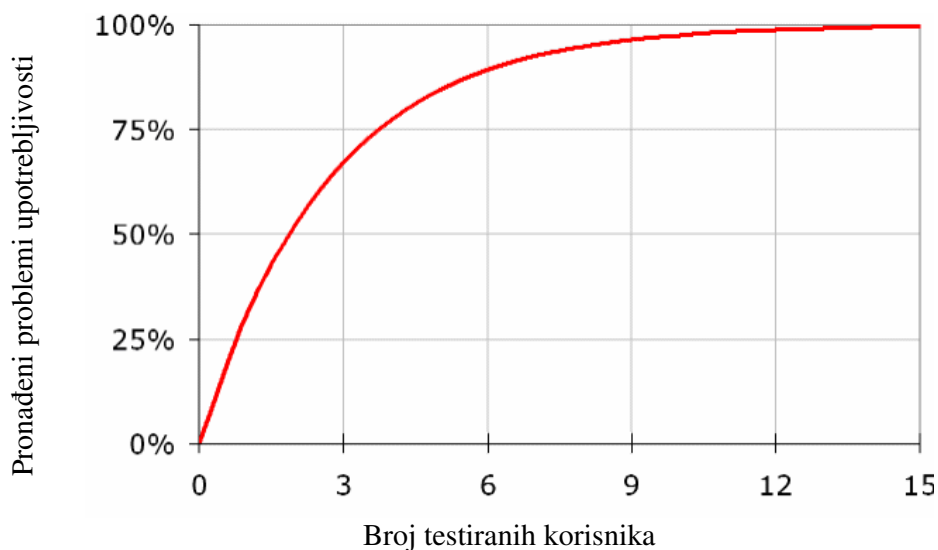
Uzorak ispitivanja (Ciljna grupa) čine zapošljeni u organizacionim jedinicama različitiog nivoa u hijerarhiji odlučivanja, kojima je korišćenje geoprostornih podataka u funkcionalnoj nadležnosti i koji potencijalno mogu biti korisnici Web GIS aplikacije za specijalne namene. Prikupljanje podataka o kontekstu upotrebe (korisnicima, zadacima i okruženju) realizovano je sprovođenjem anketiranja, na uzorku od 16 slučajno izabranih lica čije je profesionalno angažovanje vezano za korišćenje Web GIS aplikacije, različitog profila, proporcionalne strukture.

### ***2.2.3. Izbor korisnika***

Da bi testirali upotrebljivost, potrebni su korisnici. Izbor, pronalaženje i dostupnost korisnika za testiranje često može biti vrlo težak zadatak. To je i jedan od razloga što se testiranje upotrebljivosti ne vrši češće. Proces pronalaženja korisnika zavisi od toga šta se testira, vrste korisnika koji su nam potrebni i faze testiranja.

Uzimajući u obzir raspoloživost sredstava i vremena potrebnog za evaluaciju nije bilo realno da se testiranje upotrebljivosti realizuje sa svim korisnicima. Iz tog razloga primenjen je metod delimičnog posmatranja. Međutim, na samom početku je bilo neophodno definisati uzorak koji će predstavljati reprezentativnu kombinaciju korisnika. Prilikom definisanja uzorka nameću se dva problema: definisanje veličine uzorka u njegova podela na podskupove. Pravilan izbor veličine uzorka i njegova stratifikacija najviše utiču na tačnost i nepristrasnost rezultata i ključni su faktori koji omogućavaju njihovo uopštavanje.

Pregledom ranijih istraživanja uočava se da se problemom veličine uzorka u prethodnim dekadama bavio značajan broj istraživača ali sam se ipak odlučio za matematički model određivanja broja korisnika za pronalaženje problema upotrebljivosti u testovima upotrebljivosti koji je predložio Nielsen (Nielsen et al., 1993; 2000 and 2012). Njegova preporuka je da se „najbolji rezultati postižu testiranjem ne više od 5 korisnika izvršenjem više manjih testova koliko možete priuštiti“. Dakle, u tom slučaju moguće je pronaći 85% problema upotrebljivosti (Nielsen et al., 2000), što se vidi na Slici 23 .



SLIKA 23. VEROVATNOĆA PRONALAŽENJA PROBLEMA UPOTREBLJIVOSTI U ODNOSU NA BROJ TESTIRANIH KORISNIKA

Izuzetno, dodatni broj korisnika je potrebno uključiti u situacijama kada postoje nekoliko različitih kategorija korisnika. U tom slučaju, da bi se osigurala pokrivenost raznolikosti ponašanja u grupi, preporuka je da se izaberu najmanje 3 korisnika iz svake kategorije.

Osim toga, veći broj testiranja, čak i sa manjim brojem korisnika, može doneti bolje rezultate od jednog testiranja sa većim brojem korisnika (Krug, 2005).

Individualne karakteristike korisnika i promjenljivost u zadacima su faktori sa najvećim uticajem na upotrebljivost (Nielsen, 1993), tako da demografija korisnika treba da bude pažljivo proučavana. Da bi se poboljšala upotrebljivost potrebno je izvršiti identifikaciju krajnjih korisnika Web GIS aplikacije, zadatke koji oni izvršavaju da bi postigli željene ciljeve, kada i gde oni koriste GIS, njihove reakcije i očekivanja od aplikacije. Za pravilnu podjelu korisnika po grupama neophodno je identifikovati sve moguće uloge krajnjih korisnika i njihove sposobnosti.

TABELA 4. DEMOGRAFSKA STRUKTURA POTENCIJALNIH KORISNIKA WEB GIS APLIKACIJE

Karakteristika	Atribut	Σ	TIPOVI POTENCIJALNIH KORISNIKA			
			PRIMARNI		SEKUNDARNI	INDIREKTNI
			Počtnici	Napredni	Podrška	Rukovodioci
Broj ispitanika		16	5	5	3	3
Pol	Muškarci:	15	5	5	3	3
	Žene:	0				
Godine života	19-25	2	1		1	
	26-35	9	3	4	2	
	36-45	3	1	1		1
	45+	2				2
Nivo obrazovanja	Srednja	1	1			
	Osn. studije	9	4	3	2	
	MSc	4		2	1	1
	Dr	2				2
Radno iskustvo	< 3 god.	-				
	3-5 god.	3	2	1		
	5-15 god.	8	3	3	2	
	>15 god.	5		1	1	3
Kompjutersko predznanje	Nema	1				1
	Osnovno	3	2			1
	Srednje	5	3	1		1
	Prilično	5		4	1	
	Veoma mnogo	2			2	
Frekvencija korišćenja papirnih mapa	Ne koristi	6		3	3	
	Ponekad	2		2		
	Srednje	4	1			3
	Prilično	4	4			
	Veoma mnogo	-				
Iskustvo sa Web GIS aplikacijama	Nema	2				2
	Vrlo malo	5	4			1
	Srednje	2	1	1		
	Prilično	5		4	1	
	Veoma mnogo	2			2	
Korišćenje Interneta/Weba	Ne koristim	1				1
	Ponekad	3	2			1
	Mesečno	4	3			1
	Sedmično	1		1		
	Svakodnevno	7		4	3	

Međutim, vrlo je važno da grupa korisnika koji učestvuju u testu bude uparena sa ciljnom grupom korisnika aplikacije koja se ocenjuje. U tu svrhu, radi izrade demografskog profila tipičnih korisnika, bilo je potrebno prikupiti njihove atribute iz različitih aspekata, kao što su pol, starost, obrazovanje, zanimanje, iskustvo itd.

Nakon sprovedene ankete, prokupljeni su podaci o korisnicima koji su prikazani u Tabeli 4. Na osnovu statističkih proseka i demografske strukture izvršena je distribucija korisnika u podskupove koji reprezentuju nameravanu ciljnu grupu korisnika.

Iz ugla zainteresovanih strana, potencijalni korisnici Web GIS za specijalne namene su zapošljeni u organizacionim jedinicama vojske kojima je, da bi ostvarili svoje ciljeve, u funkcionalnoj nadležnosti upotreba geoprostornih podataka, bilo u neposrednoj interakciji sa Web GIS ili indirektno.

Uloga korisnika zavisi od dodeljenih zadataka iz funkcionalne nadležnosti te su u skladu sa tim potencijalni korisnici klasifikovani u tri apstraktne kategorije: primarnih, sekundarnih i indirektnih korisnika. U kategoriju primarnih korisnika svrstane su osobe koje su neposredni korisnici Web GIS aplikacije i dele se na početnike (neiskusne) i napredne korisnike. Kategoriji sekundarnih korisnika pripadaju IT stručnjaci koji imaju iskustvo sa GIS aplikacijama i u funkcionalnoj nadležnosti im je IT podrška. Indirektni korisnici su osobe koje su uglavnom rukovodioci i nisu neposredni korisnici ali koriste geoprostorne podatke kao GIS proizvode u vidu vizuelnih prikaza ili štampanih izlaza. U kontekstu primene u vojni domen svaki tip korisnika ima svoj ugao posmatranja i potrebe za kvalitetom u upotrebi.

Na osnovu studije (Calisir et al., 2011) izrađen je demografski profil potencijalnih korisnika Web GIS aplikacije za specijalne namene (Tabela 5).

TABELA 5. DEMOGRAFSKI PROFIL POTENCIJALNIH KORISNIKA WEB GIS APLIKACIJE

Karakteristika	Σ	TIPOVI POTENCIJALNIH KORISNIKA			
		PRIMARNI	SEKUNDARNI	INDIREKTNI	
		Početnici	Napredni	Podrška	Rukovodioci
Broj ispitanika	16	5	5	3	3
Pol (# korisnika)	M: 16	M: 5	M: 5	M: 3	M: 3
Godine života	Min: 22 Max: 52 Prosečno: 34	Min: 22 Max: 39 Prosečno: 30	Min: 28 Max: 43 Prosečno: 34	Min: 28 Max: 42 Prosečno: 32	Min: 41 Max: 52 Prosečno: 46
Nivo obrazovanja (# korisnika)	SSS: 1 Osn. Studije: 9 MSc: 4 Dr: 2	SSS: 1 Osn. Studije: 4	Osn. Studije: 3 MSc: 2	Osn. Studije: 2 MSc: 1	MSc: 1 Dr: 2
Radno iskustvo (godina)	Min: 3 Max: 35 Prosečno: 12	Min: 3 Max: 11 Prosečno: 7	Min: 3 Max: 13 Prosečno: 9	Min: 4 Max: 17 Prosečno: 11	Min: 27 Max: 35 Prosečno: 32
Kompjutersko predznanje	Prosečno: srednje	Prosečno: srednje	Prosečno: Prilično	Prosečno: Veoma mnogo	Prosečno: Osnovno
Frekvencija korišćenja papirnih mapa	Prosečno: srednje	Prosečno: Prilično	Prosečno: Ponekad	Prosečno: Ne koristi	Prosečno: Srednje
Iskustvo sa Web GIS aplikacijama	Prosečno: srednje	Prosečno: Vrlo malo	Prosečno: Prilično	Prosečno: Veoma mnogo	Prosečno: Nema
Korišćenje Intraneta/Weba	Prosečno: Često	Prosečno: Mesečno	Prosečno: Svakodnevno	Prosečno: Svakodnevno	Prosečno: Ponekad

Među anketiranim korisnicima, prosečna starost je 34 godine, nije bilo korisnika ženskog pola, većina njih poseduje najmanje diplomu osnovnih studija, prosečno radno iskustvo od 12 godine, srednje kompjutersko predznanje, sa prosečnom frekvencijom korišćenja papirnih mapa, prosečnim iskustvom sa Web GIS aplikacijama i čestiom upotrebom Interneta.

Detaljni podaci o demografskim profilima korisnika Web GIS aplikacije za specijalne namene, po kategorijama, nalaze se u Tabeli 5. Proučavanjem demografske pozadine grupa korisnika, može se zaključiti da Tabela 5 može poslužiti kao okvirni kriterijum za izbor ispitanika u fazi sprovođenja testiranja. Dobijeni podaci mogu poslužiti kod izbora reprezentativnog uzorka za testiranje upotrebljivosti. Njegovom primenom bi se obezbedila zastupljenost svake grupe korisnika u uzorku srazmerna svojoj veličini što je uslov za ponovljivost rezultata.

#### **2.2.4. Definisane zadatke**

U istraživanju upotrebljivosti "zadatak" za korisnika predstavlja misaonu aktivnost. Zadatak je redosled radnji i struktuiran skup aktivnosti u kojima se korisnik angažuje da postigne određeni cilj, pri čemu je „cilj“ željeno stanje sistema. Zadatak je ljudska aktivnost kojom korisnik postiže cilj modelovan kao hijerarhija podzadataka.

Nielsen (Nielsen, 1993) je sugerisao da se fokusiranjem na mali skup zadataka potpomaže racionalni razvoj softvera i dizajn napor. Zbog toga, da se dobije mali skup zadataka za procenu upotrebljivosti od suštinskog značaja je da se izabere prioritetan skup zadataka na osnovu njihovog značaja i frekvencije upotrebe. Ovaj pristup garantuje da tokom test eksperimenta, u ograničenom vremenskom periodu, mogu biti završeni odgovarajući zadaci upotrebljivosti od strane korisnika i evaluirane najvažnije funkcionalnosti.

Analiza zadataka je proces sortiranja šta ljudi stvarno rade kada obavljaju zadatke, odnosno koje akcije sprovode, kako oni reaguju na različite signale u svom radnom okruženju i kako oni planiraju svoje aktivnosti. Cilj analize zadataka bio je da se odrede očekivanja korisnika i informacioni zahtevi tokom procesa planiranja evaluacije. Analiza zadatka treba da proizvede jasnu sliku o tome šta sistem treba da uradi (Faulkner, 2000).

Za modelovanje zadataka mogu se koristiti: metoda analize slučajeva upotrebe (*Use Cases*), metode zasnovane na scenariju (*Scenario-based methods*) i metoda hijerarhijske analize zadataka (*HTA - Hierarchical task analysis*).

Metoda analize slučajeva upotrebe razvija sistem iz perspektive kako bi korisnik želeo da ga koristi. Ovaj metod kombinuje jednostavan način snimanja korisničkog scenarija u tekstualnom dokumentu i dijagrame kako korisničke grupe interaguju dok koriste sistem.

Metode zasnovane na scenariju opisuju sled događaja za vreme interakcije sa sistemom iz perspektive korisnika a opisi scenarija mogu biti kreirani pre nego se sistem izgradi tj. pre nego što se osete njegove posledice. Scenariji su posebno korisni kada je potrebno ukloniti fokus sa tehnologije kako bi se razmislile druge mogućnosti dizajna. Obično, tri do četiri scenarija bi trebalo da bude dobra polazna tačka da pokrije sve standardne korisnike, dok će više scenarija biti potrebno ako postoje raznovrsne grupe korisnika sa različitim potrebama.

Hijerarhijska analiza zadataka (HTA) opisuje zadatak u smislu hijerarhije poslova i planova zasnovanim na struktuiranim grafičkim zapisima. Ova metoda se zasniva na analizi zadataka u tri hijerarhijska nivoa: *motivi* za korišćenje i *ciljevi* koji se žele postići, *zadaci* kao struktuiran skup aktivnosti čijom se realizacijom oni postižu i jednostavne *aktivnosti* i *radnje* koje se moraju izvršavati po utvrđenom redosledu.

Pre projektovanja zadataka za testiranje upotrebljivosti, autor je sproveo anketu sa nekoliko potencijalnih korisnika Web GIS aplikacija. Kao instrument za prikupljanje podataka korišćen je upitnik sa 9 pitanja (Dodatak A II deo) sa ciljem da sazna koji su njihovi najčešći *motivi* za korišćenje, *ciljeve* koje žele da postignu, koliko često i koje funkcionalnosti aplikacije koriste da bi ih ostvarili i kakav je uticaj atributa upotrebljivosti na njih. Nakon sprovedene ankete, izvršena je statistička obrada i analiza prikupljenih podataka te se rezultati obrazlažu u daljem tekstu.

U Tabeli 6 prikazana je distribucija odgovora koji se tiču razloga za korišćenje aplikacije. Kao najčešći razlog za korišćenje Web GIS aplikacije ispitanici navode da su to zahtevi nadređenih, a gotovo nikad radi zabave.

TABELA 6. FREKVENCIJA MOTIVA UPOTREBE WEB GIS APLIKACIJE

Rb	Motivi	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1.	Iz lične radoznalosti	4	2	1	3	
2.	Na zahtev saradnika	4	4	2		
3.	Po nalogu nadređenog			3	6	1
4.	Radi zabave	8	2			

U Tabeli 7 prikazana je distribucija odgovora koji se odnose na ciljeve koje korisnici najčešće žele da postignu upotrebom funkcija Web GIS aplikacije. Što se tiče ciljeva, među anketiranim korisnicima, većina *često* koristi funkcije Web GIS aplikacije da pronade lokaciju (objekte) na mapi i dobije podatke o njima, da vid i teren u 3D prostoru i štampa mapu, za merenje udaljenosti i površine, konverziju koordinata i da kreira sopstvenu mapu, *ponekad* da razmenjuje sadržaj sa drugima, za analizu profila terena, plavljenja i prohodnosti terena, i da pronade (najkraći, alternativni, najekonomičniji) put između dve lokacije.

TABELA 7. FREKVENCIJA CILJEVA UPOTREBE FUNKCIJA WEB GIS APLIKACIJE

Rb	Ciljevi	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek	Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Da pronađete lokaciju (objekte) na mapi			1	8	1	<b>4,0</b>
2.	Da dobijete podatke o pronađenim objektima			2	6	2	<b>4,0</b>
3.	Da pronađete rutu između dve lokacije	1	2	5	2		2,8
4.	Da vidite teren u 3D prostoru		1	3	5	1	<b>3,6</b>
5.	Da kreirate sopstvene mape			5	5		<b>3,5</b>
6.	Da razmenjujete sadržaje sa drugima	1	2	4	3		2,9
7.	Za merenje dužine, azimuta, obima i površine		1	2	5	2	<b>3,8</b>
8.	Za konverziju koordinata		1	3	4	2	<b>3,7</b>
9.	Za analizu prohodnosti terena	3	3	4			2,1
10.	Za analizu plavljenja	2	3	4	1		2,4
11.	Za analizu profila terena	2	2	4	2		2,6
12.	Da štampate mapu			4	6		3,6

Na osnovu svog iskustva, korisnici su se izjasnili o frekvenciji upotrebe funkcija Web GIS u realizaciji zadataka, a zbirna raspodela frekvencija data je u Tabeli 8.

TABELA 8. FREKVENCIJA UPOTREBE FUNKCIJA WEB GIS APLIKACIJE

Rb	Ciljevi	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek	Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Rad sa WGS84 i Besel koordinatnim sistemima	1	2	4	3		2,9
2.	Rad sa UTM, Gaus Kriger i MGRS koordinatnim sistemima	1	3	5	2		3
3.	Rad sa rasterskim i vektorskim slojevima			1	8	1	<b>4</b>
4.	Rad sa 2D radnom kartom		2	3	5		3,3
5.	Konverzija koordinata, merenje dužine, azimuta, površine i obima			1	7	2	<b>4,1</b>
6.	Navigacija na 2D karti: zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere), pomeranje				6	4	<b>4,4</b>
7.	Štampanje mapa, razmena kratkih poruka i fajlova između korisnika	1	2	5	2		2,8
8.	Prikaz i navigacija u 3D prostoru	1	4	5			2,4
9.	Tematska analiza	4	4	2			1,8
10.	Autorizacija pristupa podacima i servisima		3	5	2		2,9
11.	Geoprostorna analiza	3	2	5			2,2
12.	Putna mreža	1	1	5	3		3
13.	Vođenje elektronske radne karte		1	1	6	2	<b>3,9</b>

Analizom odgovora anketiranih korisnika može se zaključiti da tipičan neposredni korisnik *u većini slučajeva* koristi funkcije za konverziju koordinata i elementarno merenje (dužine, azimuta, površine i obima), navigaciju na 2D karti (zumiranje, pomeranje i promena razmere) i operacije za rad sa rasterskim i vektorskim slojevima (uključivanje/isključivanje slojeva, pretraživanje slojeva, prikaz slojeva, filtriranje slojeva, dodavanje novog i brisanje postojećeg sloja, podešavanje stila prikaza sloja), *često* koristi funkcije za vođenje elektronske radne karte i rad sa 2D radnom kartom (podešavanje radne karte, pregled simbola, unos simbola na radnoj karti, pojedinačna i grupna selekcija objekata, identifikovanje objekata) i putnu mrežu, *ponekad* koristi funkcije za deljenje i štampanje



mapa i razmenu kratkih poruka i fajlova između korisnika, i geoprostornu analizu (analiza nagiba terena i prohodnosti zemljišta, analiza plavljenja, analiza profila terena i analiza optičke vidljivosti) i autorizaciju pristupa podacima i servisima, i *retko* za tematsku analizu (spajanje slojeva iste geometrije, presek ili unija dva vektorska sloja poligonalne geometrije, kreiranje bafera).

Korisnici su se zatim izjasnili o važnosti pojedinih funkcionalnosti Web GIS aplikacija u realizaciji zadataka, a distribucija odgovora data je u Tabeli 8A.

TABELA 8A. VAŽNOST WEB GIS FUNKCIJA

Rb	Funkcije	Apsolutno nevažno	Manje važno	Prosečno važno	Važno	Izuzetno važno	Σ
		1	2	3	4	5	
1.	Rad sa WGS84 i Besel koordinatnim sistemima		3	5	2		2.9
2.	Rad sa UTM, Gaus Kriger i MGRS koordinatnim sistemima		4	4	2		2.8
3.	Rad sa rasterskim i vektorskim slojevima			1	7	2	<b>4.1</b>
4.	Rad sa 2D radnom kartom			2	7	1	<b>3.9</b>
5.	Konverzija koordinata, merenje dužine, azimuta, površine i obima			3	6	1	<b>3.8</b>
6.	Navigacija na 2D karti: zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere), pomeranje			2	8		<b>3.8</b>
7.	Štampanje mapa, razmena kratkih poruka i fajlova između korisnika		1	5	3	1	<b>3.4</b>
8.	Prikaz i navigacija u 3D prostoru	1	2	5	1	1	2.9
9.	Tematska analiza	2	4	4			2.2
10.	Autorizacija pristupa podacima i servisima	3	2	5			2.2
11.	Geoprostorna analiza		1	4	5		<b>3.4</b>
12.	Putna mreža		1	4	4	1	<b>3.5</b>
13.	Vođenje elektronske radne karte		1	2	7		<b>3.6</b>

Analizom odgovora anketiranih korisnika može se zaključiti da je za većinu ispitanika *izuzetno važan* rad sa rasterskim i vektorskim slojevima (uključivanje/isključivanje slojeva, pretraživanje slojeva, prikaz slojeva, filtriranje slojeva, dodavanje novog i brisanje postojećeg sloja, podešavanje stila prikaza sloja), da je *važan* rad sa 2D radnom kartom (podešavanje radne karte, pregled simbola, unos simbola na radnoj karti, pojedinačna i grupna selekcija objekata, identifikovanje objekata), rad sa alatima za konverziju koordinata, elementarno merenje (merenje dužine i azimuta, površine i obima na karti) i navigaciju na 2D karti (zumiranje, uvećanje/umanjenje razmere, pomeranje), deljenje i štampanje mapa (radnih karata) i razmena kratkih poruka i fajlova situacija mapa između korisnika, putna mreža, geoprostorna analiza (analiza nagiba terena i prohodnosti zemljišta, analiza plavljenja, analiza profila terena i analiza optičke vidljivosti) i vođenje elektronske radne karte sa implementiranom simbologijom po MIL-STD 2525C standardu, i *prosečno važna* tematska

analiza (spajanje slojeva iste geometrije, presek ili unija dva vektorska sloja poligonalne geometrije, kreiranje bafera) i autorizacija pristupa podacima i servisima.

Zadaci upotrebljivosti treba da budu reprezentativni, izabrani da budu mogući predstavnici, i da obezbede razumnu pokrivenost najvažnijih delova korisničkog interfejsa i sistemskih funkcija (Nielsen, 1993).

Zadaci upotrebljivosti su dizajnirani na osnovu analize korisnika i zadataka. Pre projektovanja zadataka za testiranje upotrebljivosti izvršena je analiza motiva, ciljeva i važnosti pojedinih osnovnih, naprednih i specijalizovanih funkcionalnosti Web GIS aplikacije koja je obezbedila polaznu osnovu za kreiranje liste reprezentativnih zadataka za testiranje upotrebljivosti. U Tabeli 8B prikazan je stepen reprezentativnosti Web GIS funkcija koji je izračunavan kao proizvod prosečne frekvencije upotrebe funkcije i njene ocene prosečne važnosti. Može se zaključiti da korisnici najčešće koriste osnovne funkcije ali da su za korisnike vrlo važne specijalizovane funkcije, iako se ređe koriste. Dobijeni odgovori su doprineli izboru, projektovanju i određivanju važnosti reprezentativnih zadataka kojima će se testirati korisnici za procenu upotrebljivosti različitih Web GIS aplikacije.

TABELA 8B. STEPEN REPREZENTATIVNOSTI WEB GIS FUNKCIJA

Rb	Funkcije	Frekvencija upotrebe	Važnost	Stepen reprezentativnosti
1.	Rad sa WGS84 i Besel koordinatnim sistemima	2.9	2.9	<b>8.41</b>
2.	Rad sa UTM, Gaus Kriger i MGRS koordinatnim sistemima	3	2.8	<b>8.4</b>
3.	Rad sa rasterskim i vektorskim slojevima	<b>4</b>	<b>4.1</b>	<b>16.4*</b>
4.	Rad sa 2D radnom kartom	3.3	<b>3.9</b>	<b>12.87*</b>
5.	Konverzija koordinata, merenje dužine, azimuta, površine i obima	<b>4.1</b>	<b>3.8</b>	<b>15.58*</b>
6.	Navigacija na 2D karti: zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere), pomeranje	<b>4.4</b>	<b>3.8</b>	<b>16.72*</b>
7.	Štampanje mapa, komunikacija između korisnika	2.8	<b>3.4</b>	<b>9.52</b>
8.	Prikaz i navigacija u 3D prostoru	2.4	2.9	<b>6.96</b>
9.	Tematska analiza	1,8	2.2	<b>3.96</b>
10.	Autorizacija pristupa podacima i servisima	2.9	2.2	<b>6.38</b>
11.	Geoprostorna analiza	2.2	<b>3.4</b>	<b>7.48</b>
12.	Putna mreža	3	<b>3.5</b>	<b>10.5*</b>
13.	Vođenje elektronske radne karte	<b>3.9</b>	<b>3.6</b>	<b>14.04*</b>

\* Funkcionalnost reprezentativna

Za sprovođenje testiranja upotrebljivosti dizajniran je test koji sadrži 6 zadataka po utvrđenom redosledu, namenjenih da testiraju najčešće korišćene funkcionalnosti Web GIS aplikacija. Prilog C prikazuje spisak reprezentativnih zadataka i redosled pojedinih radnji za

njihovu realizaciju koji su korišćeni za testiranje upotrebljivosti Web GIS aplikacije za specijalne namene.

Reprezentativni zadaci obuhvataju najfrekventnije i najvažnije funkcionalnosti koje korisnici Web GIS aplikacija najčešće koriste: za lako i brzo pronalaženje određene lokacije na mapi (Navigation), za uvećanje/umanjenje razmere (Zooming) i pomeranje (Panning) vidljive oblasti, za merenje daljine i azimuta, površine i obima (Tools), da saznaju koliko su dva mesta udaljena i kojim putem se može doći od jednog mesta do drugog (Get Direction) i na kraju da se pozicioniraju na zadate koordinate (Finding Location).

Da bi se obezbedila razumljivost, lista zadataka za testiranje upotrebljivosti je verifikovana od strane dva slučajno izabrana potencijalna korisnika. Pre početka stvarnog testa upotrebljivosti, sa njima je sprovedeno pilot testiranje a rezultati su pomogli u prečišćavanju projektovanih zadataka, tako da korisnici za vreme testiranja, dok obavljaju dodeljene zadatke, nemaju problema i terminoloških nedoumica.

### ***2.2.5. Radno okruženje***

Kontekst upotrebe čini radno okruženje u kojem se zapravo koristi proizvod (ili je namenjen da se koristi) i može značajno uticati na upotrebljivost proizvoda i zato je neophodno da se razmatra u ovoj fazi. Radno okruženje se može opisati atributima tehničkog, fizičkog i organizacionog okruženja.

Karakteristike tehničkog okruženja (kao što su brzina procesora ili brzina pristupa Internetu), može imati uticaj na upotrebljivost proizvoda! Tehničko okruženje čini softver i hardver koji se koristi u sprezi sa proizvodom.

Fizičko okruženje može imati dubok uticaj na upotrebljivost proizvoda. Loše osvetljenje ili buka na radnom mestu može zapravo ometati korisnike da primaju značajne povratne informacije iz proizvoda. Isto tako, loša ergonomija ili čak pozicija korisnika na radnom mestu u odnosu na lokaciju proizvoda može negativno uticati na upotrebljivost.

Na kraju, organizacione karakteristike (stavovi organizacije i njenih zaposlenih, način organizacije rada i učestalost prekida – odmora) takođe mogu uticati na upotrebljivost proizvoda. Za prikupljanje podataka o kontekstu upotrebe korišćen je III deo upitnika (Prilog B). Ovom grupom pitanja želeli smo da saznamo informacije koje su karakteristične za tipično radno okruženje u kome se aplikacija koristi.

Na osnovu svog iskustva korisnici su se izjasnili o karakteristikama fizičkog i tehničkog okruženja, a zbirna raspodela frekvencija data je u Tabeli 9 i Tabeli 10.

TABELA 9. KARAKTERISTIKE FIZIČKOG OKRUŽENJA

		<b>Veoma loši</b>	<b>Loši</b>	<b>Dobri</b>	<b>Veoma dobri</b>	<b>Odlični</b>
1.	Atmosferski uslovi				1	12
2.	Auditivni uslovi				2	11
3.	Temperaturni uslovi					13
4.	Osvetljenje					13

Većina ispitanika se slaže u odgovorima da Web GIS aplikaciju koristi u odličnim atmosferskim uslovima, bez buke i temperaturnih odstupanja sa prirodnim osvetljenjem.

TABELA 10. KARAKTERISTIKE TEHNIČKOG OKRUŽENJA

		<b>Veoma spor</b>	<b>Spor</b>	<b>Srednje</b>	<b>Brz</b>	<b>Veoma brz</b>
1.	Brzina pristupa Internetu				1	12
2.	Brzina računara				3	10

Analizom odgovora anketiranih korisnika može se zaključiti da tipičan potencijalni korisnik koristi Internet Explorer kao standardni web pretraživač, Windows XP operativni sistem na prosečno brzom računaru i ima brzi pristup internetu.

Dobijeni odgovori su pomogli u izboru testnog okruženja i simuliranju uslova koji će biti slični realnom ambijentu u kome se koristi Web GIS aplikacija.

## **2.3. SPECIFICIRANJE MODELA KVALITETA**

### ***2.3.1. Specifikacija zahteva za kvalitetom***

Upotrebljivost softvera je višedimenzionalni koncept koji se ne može jednostavno definisati. Na osnovu analize korisnika i zadataka moraju da budu navedeni i zahtevi za proizvodom. Potrebe zainteresovanih grupa mogu biti prikupljene kao potrebe za kvalitetom u upotrebi i kvalitetom softvera a onda transformisane i navedene kao zahtevi zainteresovanih za kvalitetom.

Da bi obezbedili polaznu osnovu za zahteve za kvalitetom, uspostavljen je konceptualni okvir za prikupljanje potreba potencijalnih korisnika za kvalitetom i kvalitetom u upotrebi (Tabela 11). Zahtevi za kvalitetom se zasnivaju na specifikaciji informacione potrebe i kontekstu, a u daljem radu mogu se koristiti kao osnova za merenje uticaja kvaliteta sistema na korišćenje i održavanje.

Zahtevi za „kvalitetom u upotrebi“ preciziraju potreban nivo kvaliteta iz ugla korisnika i doprinose identifikovanju i definisanju zahteva za eksternim kvalitetom softvera. To je i razlog što se ovi zahtevi koriste kao cilj za validaciju softverskog proizvoda od strane korisnika.

Zahteve za karakteristikama „*kvaliteta softvera*“ treba navesti u specifikacijama zahteva kvaliteta koristeći kriterijume za mere kvaliteta koje se koriste kada se procenjuje proizvod.

TABELA 11. KONCEPTUALNI OKVIR ZA PRIKUPLJANJE POTREBA KORISNIKA ZA KVALITETOM U UPOTREBI WEB GIS APLIKACIJE

Potrebe korisnika	Primarni korisnici	Sekundarni korisnici		Indirektni korisnici
	U neposrednoj interakciji	Provajder sadržaja	Održavanje	Korišćenje izlaza
Efikasnost u upotrebi	Koliko korisnik treba da bude <i>efikasan</i> kada koristi sistem da izvrši svoj zadatak?	Koliko dobavljač sadržaja treba da bude <i>efikasan</i> prilikom ažuriranja sistema?	Koliko osoba koja održava ili priključuje sistem treba da bude <i>efikasna</i> ?	Koliko osoba koja koristi izlaz iz sistema treba da bude <i>efikasna</i> ?
Efektivnost u upotrebi	Koliko korisnik treba da bude <i>delotvoran</i> kada koristi sistem da izvrši svoj zadatak?	Koliko dobavljač sadržaja treba da bude <i>efektivan</i> prilikom ažuriranja sistema?	Koliko osoba koja održava ili priključuje sistem treba da bude <i>efektivna</i> ?	Koliko osoba koja koristi izlaz iz sistema treba da bude <i>efektivna</i> ?
Zadovoljstvo u upotrebi	Koliko korisnik treba da bude <i>zadovoljan</i> kada koristi sistem da izvrši svoj zadatak?	Koliko dobavljač sadržaja treba da bude <i>zadovoljan</i> prilikom ažuriranja sistema?	Koliko osoba koja održava ili priključuje sistem treba da bude <i>zadovoljna</i> ?	Koliko osoba koja koristi izlaz iz sistema treba da bude <i>zadovoljna</i> ?
Lakoća učenja u upotrebi	U kojoj meri učenje da se koriste sistem treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće?	U kojoj meri učenje za pribavljanje sadržaja treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće?	U kojoj meri učenje za održavanje i priključenje sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće?	U kojoj meri učenje da se koriste izlazi iz sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće?
Pristupačnost u upotrebi	U kojoj meri korišćenje sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće za osobe sa invaliditetom?	U kojoj meri pribavljanje sadržaja treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće za osobe sa invaliditetom?	U kojoj meri održavanje i priključenje sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće za osobe sa invaliditetom?	U kojoj meri korišćenje izlaza iz sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće za osobe sa invaliditetom?
Bezbednost u upotrebi	Koliko korišćenje sistema dok obavlja svoj zadatak treba da bude <i>bezbedno</i> za korisnika?	Koliko ažuriranje sadržaja sistema treba da bude <i>bezbedno</i> ?	Koliko unošenje promena ili priključenje sistema treba da bude <i>bezbedno</i> ?	Koliko korišćenje izlaza iz sistema treba da bude <i>bezbedno</i> ?
Fleksibilnost u upotrebi	U kojoj meri sistem treba da bude efikasan, efektivan, bezbedan i zadovoljavajući u svim nameravanim i potencijalnim kontekstima upotrebe?	U kojoj meri pribavljanje sadržaja treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće u svim nameravanim i potencijalnim kontekstima upotrebe?	U kojoj meri održavanje i priključenje sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće u svim nameravanim i potencijalnim kontekstima upotrebe?	U kojoj meri korišćenje izlaza iz sistema treba da bude efikasno, efektivno, bezbedno i zadovoljavajuće u svim nameravanim i potencijalnim kontekstima upotrebe?

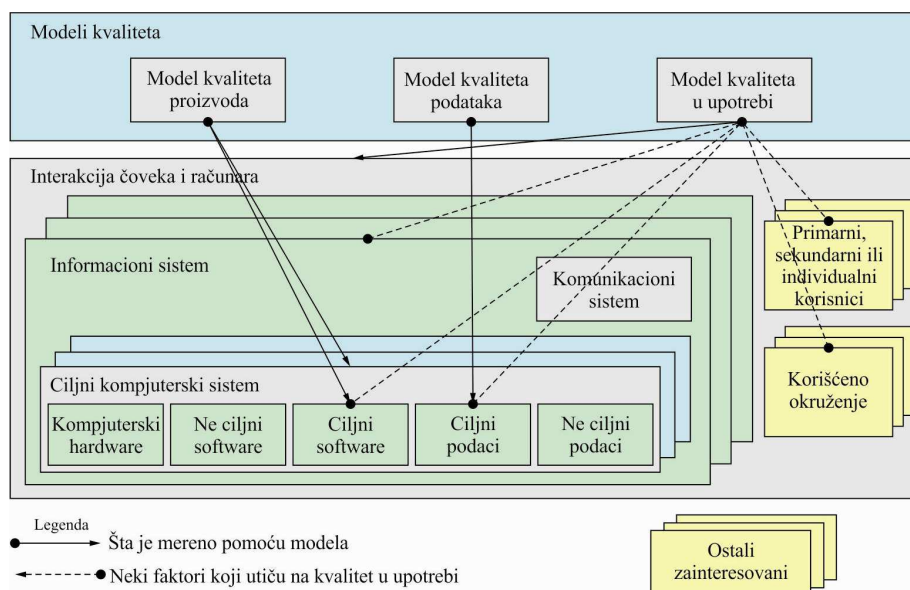
Zahtevi upotrebljivosti treba da budu konkretni i merljivi a podela na kategorije svakako može olakšati prikupljanje potreba. Potreba za merljivim parametrima i pokazateljima nameće potrebu da se određena stanja koja se izražavaju kvalitativnim (atributivnim) pokazateljima pretvore u bročane podatke, kojima se jednostavnije operiše, odnosno da se kvantifikuju.

Za prikupljanje potreba zainteresovanih grupa za kvalitetom u upotrebi i kvalitetom softvera iskorišćena je metoda intervjua.

### 2.3.2. Dekompozicija kvaliteta

Da bi razumeli i merili kvalitet, najpre je potrebno izgraditi **model kvaliteta**. Jedna od najvažnijih oblasti istraživanja upotrebljivosti fokusira se na attribute, principe i karakteristike upotrebljivosti. Definirati model kvaliteta za određeni domen upotrebe softvera znači suočiti se sa sledećim pitanjem „Koje karakteristike kvaliteta uključiti u modeli i koji su odnosi između njih?”.

Iako intuitivno znamo šta je to kvalitet, nije lako formalno definisati skup karakteristika koje doprinose dobrom kvalitetu. Osim toga, često se okrećemo onim atributima koji su pogodni i jednostavni za merenje, umesto onima koji su zaista neophodni (Barnes and Vidgen, 2002).



SLIKA 24. MODELI KVALITETA U SQUARE

Da bi se obezbedio zahtevani kvalitet u upotrebi potrebno je meriti i vrednovati mnoge karakteristike koje nam omogućavaju utvđivanje upotrebljivosti softvera, pri čemu metrike imaju značajnu ulogu. Glavni problem sa definicijom upotrebljivosti je da je veoma teško

odrediti karakteristike i njene atribute koje treba posebno razmotriti. Samo nekoliko modela kvaliteta softvera na detaljan i strukturiran način rešavaju aspekt upotrebljivosti (Abran et al., 2003).

Cilj ovog dela disertacije je da se vidi kako su karakteristike i njihovi atributi definisani u prethodnim studijama. To će biti učinjeno u cilju prilagođavanja modela kvaliteta u upotrebi definisanog u ISO/IEC 25010 i kompletiranja modela za kontekst WBGIS aplikacija.

Od 2011. godine do danas, aktuelan standard u oblasti kvaliteta softvera je ISO 25010 koji predstavlja drugu generaciju standarda vezanih za kvalitet softvera i izdat je sa namerom da definiše referentne modele kvaliteta i proces vrednovanja, koji će zameniti ISO/IEC 9126 i ISO/IEC 14598 serije. Trenutno, aktuelna serija međunarodnih standarda (SQuaRE) obuhvata tri modela kvaliteta: model kvaliteta u upotrebi i model kvaliteta proizvoda (ISO/IEC 25010), kao i model kvaliteta podataka (ISO/IEC 25012).

Međutim, ISO 25010 ne uključuje kvalitet informacija jer je za to namenjen da se bavi ISO 25012. Ovaj standard predstavlja opšti model za kvalitet podataka i namenjen je da se koristi u kombinaciji sa ISO 25010. Ima za cilj da uspostavi standarde u kvalitetu podataka, planiranju i obavljaju procene kvaliteta podataka. Međutim, posebnim definisanjem kvaliteta podataka, to je izgubilo naglasak u korišćenju i prezentaciji podataka, kao informacija, što je posebno važno za GIS aplikacije.

Modeli kvaliteta definisani u aktuelnim ISO standardima su suviše uopšteni da bi dali pokriće za sve domene primene i većina praktičara ih samo koristi kao priručnik ili polazište prilikom modeliranja i merenja kvaliteta. Naravno, nije moguće merenje svih internih i eksternih karakteristika, kao ni merenje kvaliteta u upotrebi u svim mogućim slučajevima. Zajedno, modeli kvaliteta služe kao okvir koji obezbeđuje da se uzmu u obzir sve karakteristike kvaliteta.

Prema tome, za definisanje modela kvaliteta za sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti potrebno je obezbediti fleksibilan okvir za merenje i evaluaciju kvaliteta Web GIS aplikacija koji će integrisati različite poglede na kvalitet. Međutim, krojenje modela treba zasnivati na principima koje možemo uzeti iz ISO 25010 a koji daju razloge za bilo kakve promene:

- Da jedna faza kvaliteta može da utiče na sledeću fazu.
- Da postoji pozitivna korelacija između atributa proizvoda i učinka kvaliteta u upotrebi, tj. upotrebljivost ove faze zavisi od faze koja „utiče“.
- Modeliranje kvaliteta koristi format hijerarhijskog stabla olakšavajući nam da shvatimo i razumemo šta je kvalitet i koji je prvi korak ka poboljšanju.

Iako je neophodno da ovi modeli kvaliteta budu zasnovani na aktuelnim ISO modelima kvaliteta, nameće se potreba za prepoznavanjem karakteristika kvaliteta koje su važne za specifičan domen primene, što će usloviti krojenje modela po meri i njegovu korekciju tj. redukciju ili proširenje karakteristika kvaliteta.

Relativni značaj karakteristika kvaliteta zavisi od domena ili konteksta upotrebe. Upravo zbog toga, ima razloga i preporuka za dodavanje novih karakteristika *kvaliteta u upotrebi* i proširenje standarda kvaliteta ISO 25010 što potvrđuju i najnoviji radovi istraživača iz oblasti kvaliteta u upotrebi, upotrebljivosti i korisničkog iskustva, kao što su Hassenzahl, Bevan, Lew i dr. (Hassenzahl, 2008; Bevan, 2009; Lew et al., 2010; 2011 and 2012).

Istraživački napor tokom protekle decenije dali su veliki broj modela kvaliteta softvera WEB aplikacija orjentisanih na određeni domen. Tako imamo modele kvaliteta za određene domene kao što su: e-učenje (Chua and Dyson, 2004; Bhuasiri et al., 2012; Kasse and Balunywa, 2013), e-trgovina (Loiacono et al., 2002; Barnes and Vidgen, 2002; Lee and Kozar, 2006; Lazić, 2010), hotelijerstvo (Spremić i dr, 2008), e-bankarstvo (Moraga et al., 2008), akademski sajtovi (Olsina et al., 2001), državna uprava (Quirchmayr et al., 2007) itd. Pored toga, postoji i dosta opštih modela kvaliteta krojenih naročito za Web aplikacije, kao što su (Olsina and Rossi, 2002; Li and Suomi, 2009; Montero et al., 2008; Bjarnik, 2001; Offut, 2003 and Buglione, 2004).

Jedan od pristupa predstavljen je u studiji (Calero, 2004) gde su autori iz više desetina publikacija vezanih za metrike kvaliteta Web softvera sakupili preko 300 jedinstvenih metrika koje su razvrstali po dimenzijama koje predstavljaju aspekte kvaliteta Web sajta koje treba evaluirati: a) Web svojstva; b) životni ciklus i c) karakteristike kvaliteta. U „Web svojstva“ uključena su tri aspekta: sadržaj, prezentacija i navigacija. Uvođenjem dimenzije životnog ciklusa, autori su obuhvatili i interese ljudi koji su uključeni u razvoj, eksploataciju i proces održavanja Web aplikacija. Kao osnova za definisanje karakteristika kvaliteta, korišćen je ISO 9126 standard, pa je usvojen hijerarhijski model kvaliteta u tri nivoa. Iako ova studija predstavlja dobar izvor metrika koje su prilagođene Web aplikacijama, i dalje ostaje problem primene tih metrika, t.j. odabira odgovarajućih metrika u datoj situaciji. U ovome bi nam mogla pomoći studija (Buglione et al., 2002), u kojoj su autori, koristeći WQM model kvaliteta (koji se sastoji od četiri karakteristike kvaliteta, razložene na ukupno osamnaest podkarakteristika i trideset i četiri metrike) ukazali na različit značaj svojstava Web aplikacije u zavisnosti od domena primene.

Neki istraživači na polju kvaliteta Web GIS aplikacija (Koua&Kraak, 2004; Lew et al., 2010; Lew et al., 2010a; Rafique et al., 2012) su u svojim radovima ukazali da postojeći



modeli kvaliteta odgovarajućih ISO/IEC standarda nisu namenjeni da bi opisivali kvalitet Web GIS aplikacija i da karakteristike kvaliteta softvera nisu dovoljne.

### **2.3.3. Identifikacija faktora koji utiču na kvalitet u upotrebi**

Tokom nekoliko decenija, u literaturi su opisane različite definicije i atributi upotrebljivosti. U prethodnom delu naveden je širi skup različitih standarda i studija u kojima su hronološki date formalne definicije upotrebljivosti i modeli kvaliteta, koji su predstavljali osnovu za dalji rad. Kako bi se izolovali oni atributi koji najviše utiču na upotrebljivost koriste se tri pristupa: prvi analizira attribute upotrebljivosti u različitim formalnim definicijama upotrebljivosti, drugi analizira attribute u ključnim modelima upotrebljivosti a treći razmatra korisnički aspekt uticaja atributa upotrebljivosti na Web GIS aplikacije.

Prvi pristup podrazumeva analizu sadržaja svih formalnih definicija datih u pregledanim publikacijama i izdvajanje ključnih atributa upotrebljivosti. Izvršena je analiza izdvojenih atributa i identifikacija srodnih osobina na osnovu kojih su grupisani u određene kategorije atributa upotrebljivosti. Međutim, uočeno je da su predložene definicije neformalne, suviše kratke i dvosmislene.

TABELA 12. PREGLEDANI ATRIBUTI UPOTREBLJIVOSTI I NJIHOVA UČESTALOST

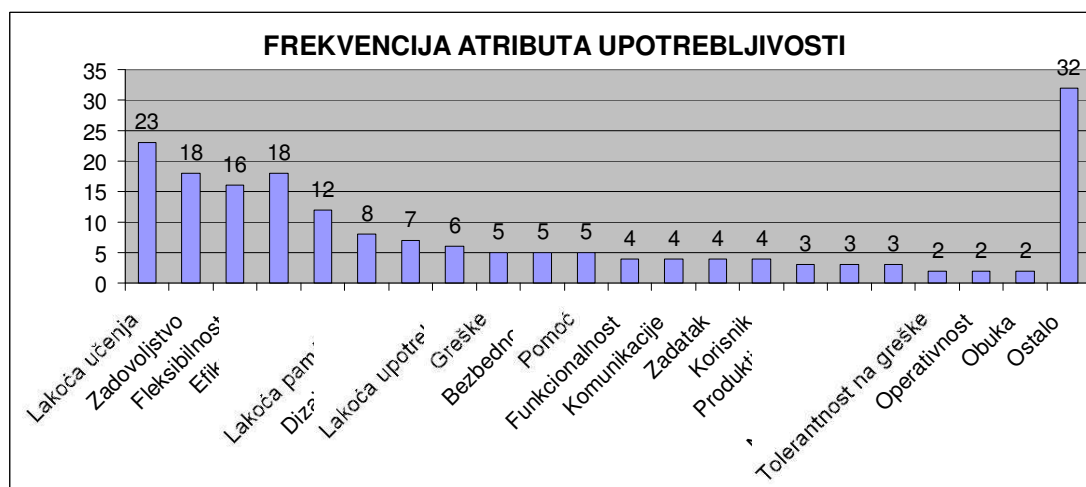
Atributi	Frekvencija	Procenat
<b>Lakoća učenja</b>	<b>23</b>	<b>12.4%</b>
<b>Zadovoljstvo</b>	<b>18</b>	<b>9.7%</b>
<b>Fleksibilnost</b>	<b>16</b>	<b>8.6%</b>
<b>Efikasnost</b>	<b>18</b>	<b>9.7%</b>
<b>Efektivnost</b>	<b>12</b>	<b>6.5%</b>
Lakoća pamćenja	8	4.3%
Dizajn interfejsa	7	3.8%
Lakoća upotrebe	6	3.2%
Greške	5	2.7%
Bezbednost	5	2.7%
Pomoć	5	2.7%
Funkcionalnost	4	2.2%
Komunikacije	4	2.2%
Zadatak	4	2.2%
Korisnik	4	2.2%
Produktivnost	3	1.6%
Prvi utisak	3	1.6%
Tolerantnost na greške	3	1.6%
Napredne osobine	2	1.1%
Operativnost	2	1.1%
Obuka	2	1.1%
Ostalo	32	17.2%
Ukupno	186	100.0%

U 46 formalnih definicija, datih u Tabeli 1 u Poglavlju 4.3, identifikovano je 186 različitih atributa, koji su grupisani pod 22 različite kategorije. Od svih atributa, 21 se

pojavljuju 2 ili više puta (ukupna frekvencija 154) i grupisani su u posebnu kategoriju dok se 32 atributa pojavljuju samo jednom i grupisani su u grupu pod zajedničkim imenom „ostali“.

U Tabeli 12 prikazani su atributi upotrebljivosti i njihova frekvencija pojavljivanja a sortirani su po opadajućem redosledu, od atributa sa najvećim brojem pojavljivanja na vrhu, do poslednjeg atributa sa najmanjim brojem pojavljivanja na dnu.

Na osnovu ukupne frekvencije atributa u svim obuhvaćenim definicijama može se izvesti zaključak da atributi: lakoća učenja, zadovoljstvo, fleksibilnost, efikasnost, efektivnost i lakoća pamćenja imaju najviše uticaja na upotrebljivosti softverskog sistema.



SLIKA 25. FREKVENCIJA ATRIBUTA UPOTREBLJIVOSTI U PREGLEDANIM STANDARDIMA I STUDIJAMA

Drugi pristup razmatra ključne attribute upotrebljivosti u modelima upotrebljivosti predloženih od strane istraživača i međunarodnih organizacija za standarde ((Eason, 1984), (Shackel, 1991), (Nielsen, 1993), (ISO 9241-11, 1998), (ISO 9126, 2001), QUIM model (Seffah et al., 2006), (ISO 25010, 2011) i dr.).

TABELA 13. POREĐENJE MODELA UPOTREBLJIVOSTI

Atributi upotrebljivosti	Eason (1984)	Shackel (1991)	Nielsen (1993)	ISO 9241-11 (1998)	ISO 9126 (2001)	QUIM (2006)	ISO 25010 (2011)
Efektivnost		√		√		√	√
Efikasnost	√		√	√		√	√
Zadovoljstvo			√	√		√	√
Lakoća učenja	√	√	√		√	√	√
Pristupačnost						√	√

Iako svi modeli imaju dosta različitih atributa, analizom zajedničkih osobina ustanovljene su sličnosti. Na osnovu studija istraživača o sličnostima između modela upotrebljivosti i učestalosti pojavljivanja atributa u svim obuhvaćenim modelima upotrebljivosti, može se izvesti zaključak da 5 atributa (*efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, lakoća učenja i pristupačnost*), imaju najviše uticaja na upotrebljivost softvera. U Tabeli 13 prikazani su atributi upotrebljivosti u razmatranim modelima upotrebljivosti i njihova frekvencija pojavljivanja.

TABELA 13A. VAŽNOST ATRIBUTA UPOTREBLJIVOSTI SA ASPEKTA KORISNIKA WEB GIS APLIKACIJA

Rb	Atributi upotrebljivosti	Apsolutno nevažno	Manje važno	Prosečno važno	Važno	Izuzetno važno	Σ	Rang
		1	2	3	4	5		
1.	Lakoća učenja			2	4	4	<b>4,2</b>	<b>2</b>
2.	Zadovoljstvo			1	4	5	<b>4,4</b>	<b>1</b>
3.	Fleksibilnost			2	6	2	<b>4</b>	<b>3</b>
4.	Efikasnost			2	7	1	<b>3,9</b>	<b>4</b>
5.	Efektivnost			3	6	1	<b>3,8</b>	<b>5</b>
6.	Lakoća pamćenja	2	2	6			2,4	10
7.	Dizajn interfejsa		1	4	5		3,4	7
8.	Lakoća upotrebe	1	2	5	1	1	2,9	9
9.	Greške	1	1	4	4		3,1	8
10.	Bezbednost			2	7	1	<b>3,9</b>	<b>4</b>
11.	Pomoć		1	4	5		3,4	7
12.	Funkcionalnost		1	4	4	1	3,5	6
13.	Zadatak	4	3	2	1		2	13
14.	Korisnik	3	3	4			2,1	12
15.	Produktivnost	1	3	3	2		2,4	10
16.	Prvi utisak	3	4	3			2	13
17.	Tolerantnost na greške	1	4	5			2,4	10
18.	Napredne osobine	3	5	2			1,9	14
19.	Operativnost	1	6	3			2,2	11
20.	Obuka	4	3	3			1,9	14

Treći pristup analizira važnost atributa upotrebljivosti Web GIS aplikacija sa aspekta korisnika. Korisnicima je kroz anketu ponuđen širi spisak opštih atributa upotrebljivosti, sa pitanjem (9 pitanje u II delu Dodatka A) da se izjasne o njihovoj važnosti i uticaju na funkcionalnosti Web GIS aplikacije, čija je distribucija odgovora data u Tabeli 13A. Nakon statističke obrade istih, izvršeno je rangiranje i izbor ključnih atributa (zadovoljstvo, lakoća učenja, fleksibilnost, efikasnost, bezbednost i efektivnost) koji po mišljenju korisnika, najviše doprinose upotrebljivosti Web GIS aplikacija.

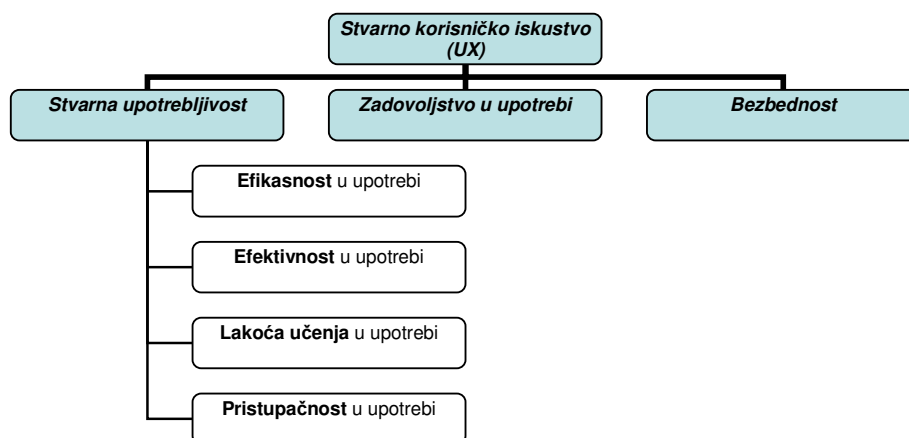
U poređnom analizom dobijenih rezultata u sva tri pristupa može se izvesti zaključak da karakteristike: *efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, lakoća učenja, fleksibilnost i bezbednost* imaju najviše uticaja na upotrebljivost Web GIS aplikacija.

Upravo je to i razlog, da se ovaj skup karakteristika koristi u daljem istraživanju potreba korisnika za kvalitetom a radi formiranja modela upotrebljivosti za Web GIS aplikacije.

### **2.3.4. Karakteristike kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija**

#### **2.3.4.1. Upotrebljivost kao karakteristika kvaliteta u upotrebi**

U aktuelnom standardu ISO/IEC CD 25010.3, **upotrebljivost** je definisana kao karakteristika kvaliteta u upotrebi, ima iste podkarakteristike kao u ISO 9241-11. Dve podkarakteristike zadržavaju iste definicije: *efektivnost* (definisana u smislu "tačnosti i potpunosti") i *efikasnost* (definisana u smislu "potrošenih resursa"). Ali *zadovoljstvo*, koje je definisano u ISO 9241-11 u smislu "komfora i prihvatljivosti upotrebe", u ISO/IEC CD 25010.3 je dobilo šire tumačenje.



SLIKA 26. 2Q2U - PROŠIRENI MODEL KVALITETA U UPOTREBI U ISO 25010 STANDARDU

Imajući u vidu navedene nedostatke ISO/IEC 25010 standarda, Lew sa sar. u svojim radovima (Lew, Olsina and Zhang, 2010; 2011 and 2012) redefiniše model kvaliteta u upotrebi u standardu ISO 25010 i razvija novi fleksibilan kvalitativni okvir, nazvan 2Q2U (*internal/external Quality, Quality in use, actual Usability and User experience*), koji obezbeđuje neophodan skup karakteristika kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija (Slika 26).

2Q2U model zadržava tri pogleda na kvalitet, ranije usvojenih u ISO/IEC 25010: interni, eksterni kvalitet i kvalitet u upotrebi. Redefinisani koncept kvaliteta u 2Q2U obuhvata proširenje modela kvaliteta softverskog proizvoda, dodajući *kvalitet informacija* kao novu

devetu karakteristiku a koja predstavlja stepen u kome softver obezbeđuje informacije koje su tačne, pogodne, pristupačne i usklađene sa zakonom.

Drugi pogled na kvalitet u 2Q2U modelu, odnosi se na *kvalitet u upotrebi* (QinU) i uključuje ranije karakteristike *kvaliteta u upotrebi* iz ISO/IEC 25010 standarda, kojima su dodate 3 nove podkarakteristike (*Lakoća učenja, Osećaj zajedništva i Komunikativnost*) i dva nova koncepta (*Stvarna upotrebljivost i Stvarno korisničko iskustvo*).

Kod web aplikacija dodatno je naglašena potreba pozitivnog korisničkog iskustva u interakciji s aplikacijom, tj. zadovoljstvo i osećaj ugodnosti korisnika kao bitan uslov za zadržavanje korisnika.

*Stvarno korisničko iskustvo* (*Actual User Experience* ili UX) je sinonim za *kvalitet u upotrebi* i predstavlja stepen u kojem određeni korisnici mogu da ostvare stvarnu upotrebljivost, bezbednost i zadovoljstvo u određenom kontekstu korišćenja. *Stvarno korisničko iskustvo* se ocenjuje ne samo merama i indikatorima učinka korisnika kao u *stvarnoj upotrebljivosti*, nego i putem instrumenata za merenje subjektivnog zadovoljstva.

Efikasnost, efektivnost, lakoća učenja, komunikativnost, bezbednost i zadovoljstvo predstavljaju parametre visokog nivoa i ne mogu biti promenjeni direktno i svesno od strane dizajnera korisničkog interfejsa.

U poređenju sa ISO/IEC 25010, karakteristika *Upotrebljivost u upotrebi* je preimenovana u *Stvarnu upotrebljivost* (*Actual Usability*), ima šire značenje i predstavlja stepen u kome korisnik ostvaruje određene ciljeve sa efektivnošću, efikasnošću, lakoćom učenja u upotrebi i bez komunikativnih poremećaja u određenom kontekstu korišćenja. Stvarna upotrebljivost se meri i vrednuje u realnom operativnom okruženju gde pravi korisnici obavljaju stvarne određene zadatke.

*Zadovoljstvo* je, umesto kao podkarakteristika karakteristike *Upotrebljivosti u upotrebi* u prethodnom standardu (ISO/IEC 25010), dodata kao posebna karakteristika *stvarnog korisničkog iskustva*, dok je *bezbednost* ostala ista.

Neke podkarakteristike, kao što je *efikasnost* i *efektivnost*, su ostale, dok su *lakoća učenja* i *pristupačnost* u upotrebi dodate.

2Q2U model, isto kao i ISO 25010 standard, podržava krojenje modela u zavisnosti od situacije uvođenjem relativnog značaja karakteristika i podkarakteristika, zavisno od proizvoda i domena primene, jer "nije praktično moguće izmeriti sve ... a relativni značaj karakteristika kvaliteta zavisi od proizvoda i domena primene. Dakle, model treba da bude prilagođen kontekstu pre upotrebe ...".

Ovi zaključci nisu zakoni ali nam ukazuju nam da je svaka Web aplikacija jedinstvena na svoj način i tako joj treba i pristupati pri planiranju evaluacije kvaliteta.

Navedena svojstva daju značajnu prednost navedenim modelima te će zbog toga poslužiti kao polazna osnova za definisanje modela kvaliteta za sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija za specijalne namene.

#### **2.3.4.2. Lakoća učenja kao podkarakteristika upotrebljivosti**

Iako se često zanemaruje, mnogi uticajni istraživači (Lew et al., 2010, 2011 i 2012; Rafique, 2012) ističu *Lakoću učenja* (eng. *Learnability in Use*) kao ključni atribut stvarne upotrebljivosti i najuticajni faktor uspeha softverskih aplikacija a posebno GIS aplikacija.

Lakoća učenja, po nekim definicijama, opisuje koliko je lako za korisnike da ostvare osnovne zadatke koje prvi put susreću u softverskoj aplikaciji. Dobra lakoća učenja ne samo da brzo dovodi do bolje produktivnosti, već igra važnu ulogu u početnom usvajanju ili odbacivanju tehnologije. Postoje brojni pristupi koji se koriste za definisanje, merenje i procenu lakoće učenja.

U tehnološkom svetu sve više softver postaje raznovrsniji i složeniji, što je posebno naglašeno kod GIS aplikacija. Nove opcije se dodaju veoma brzo novim GIS aplikacijama, a očekuje se da će korisnici odmah moći da ih koriste. Međutim, iako GIS aplikacije imaju grafički korisnički interfejs, one su sasvim drugačije od tradicionalnih kompjuterskih aplikacija. Specifične karakteristike GIS aplikacija, stavljaju veći naglasak na lakoću učenja u GIS aplikacijama. Posebne funkcije neophodne za manipulaciju prostornim aspektima čine interfejs komplikovan i težak za učenje. GIS aplikacije koriste jedinstvene interfejse, pa stoga korisnici moraju da nauče različite stilove interfejsa za svaku aplikaciju. GIS aplikacije uglavnom zahtevaju trodimenzionalne (3D) stilove interakcije. Novim korisnicima je prilično teško da transformišu tradicionalni stil interakcije tzv. WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointers) u trodimezionalnu interakciju, što neminovno dovodi do teškoća u učenju.

GIS aplikacije kombinuju funkcije upita i analiza sa vizuelizacijom i geografskim karakteristikama da bi ispitali prostorne probleme. Korišćenje, upravljanje i analiza prostornih podataka, kao i mogućnost analize prostornih upita su karakteristične za GIS aplikacije, ali to dovodi do problema upotrebljivosti, posebno u razumevanju i učenju aplikacije. Zbog potrebe da se u GIS aplikacijama razumeju geografski pojmovi i različiti tipovi podataka, korisnici imaju relativno dugu krivu učenja.

Pored različitog stila interakcije, GIS vizualizacija donosi još nekoliko izazova. Za prikaz i interakciju sa višedimenzionim geoprostornim objektima i pojavama, GIS koristi virtuelno

okruženje. U realnom okruženju, kretanje je ograničeno fizičkim granicama a kinestetska povratna informacija je na raspolaganju korisniku. U virtuelnom okruženju takva povratna informacija se obično ne daje. Navigacija u virtuelnom okruženju se uglavnom indirektno kontroliše interakcijom sa alatima kao što su tastatura, miš, džojstik itd. Pored toga što je indirektna obično se kontroliše izvan okruženja pa je uobičajeno za korisnike početnike da izgube orijentaciju tj. svest o prostoru.

GIS može prikazati široka područja na malom ekranu i omogućava kretanje u velikim prostorima ali se korisnik najčešće bavi samo delom velikog prostora. Zato je uobičajeno za početnike da se dezorijentišu kada se zumiraju u malom prostoru bez referentnog teksta (na primer, imena mesta).

Lakoća učenja ima specifičan značaj posebno kod modernih Web GIS aplikacija. Sa konvencionalnim softverskim sistemima, korisnici moraju da ulože često veliki napor i vreme da instaliraju i nauče da koriste aplikaciju. Međutim, sa Web aplikacijama, korisnici se mogu vrlo brzo prebaciti sa jedne aplikacije na drugu Web aplikaciju uz minimalan napor. Dobra lakoća učenja vodi do razumnog vremena za učenje, adekvatne produktivnosti tokom faze učenja i na taj način boljem zadovoljstvu kod novih korisnika. Poboljšanje lakoće učenja, stoga, ima značajan uticaj na uspeh softverskih aplikacija, a posebno kod Web GIS aplikacija, jer one podrazumevaju drugačiji stil interakcije, trodimenzionalni dizajn interfejsa i potrebu da se shvate prostorni koncepti, čineći ih teškim za učenje. Da bi se lakoća učenja jasno definisala a zatim vrednovala neophodno je prvo identifikovati i razumeti pitanje lakoće učenja.

U eri interneta i Web GIS aplikacija, lakoća učenja ima nove izazove a online pomoć i podrška preko mreže su glavni mehanizmi podrške korisnicima.

Iako istraživači prepoznaju značaj lakoće učenja (Lew et al., 2010, 2011 i 2012; Rafique, 2012), među istraživačima nedostaje konsenzus o definisanju i proceni lakoće učenja izgleda, što dovodi do zaključka da lakoća učenja softverskih sistema još uvek predstavlja problem.

Pored brojnih definicija lakoće učenja, u Tabeli 14 navedene su samo reprezentativne definicije korišćene u različitim istraživanjima u poslednje dve decenije (Rafique, 2012).

Objektivnim metodatama testiranja, *lakoća učenja* se može meriti vremenom potrebnim za učenje sistema, vremenom potrebnim za postizanje performansi navedenih kriterijumom, vremenom provedenim za korišćenje on-line pomoći ili u potrazi za informacijama u dokumentaciji, vremenom provedenim za bavljenje greškama, vremenom potrebnim za održavanje znanja sistema, vremenom potrebnim za ponovo učenje sistema posle izvesnog vremena, učestalošću poruka o greškama i korišćenja on-line pomoći.

TABELA 14. REPREZENTATIVNE DEFINICIJE LAKOĆE UČENJA

Br.	Izvor	Definicija
1	(Butler, 1985)	Početne performanse korisnika na osnovu sopstvenih uputstva "i" [dozvoljavajući] iskusnim korisnicima da odaberu alternativni model koji uključuju manje ekrana ili pritisaka na taster.
2	(Hart and Steveland, 1988)	Brzina i lakoća sa kojom korisnici misle da su u stanju da koriste proizvod ili sposobnost da nauče kako da koriste nove funkcije kada je to potrebno.
3	(Nielsen, 1993)	Iskustvo novog korisnika na početnom delu krive učenja.
4	(Bevan and Macleod's, 1994)	Mera poređenja kvaliteta u upotrebi za korisnike tokom vremena.
5	(Santos and Badre, 1995)	Mera napora potrebnog za tipičnog korisnika da može obavljati niz zadataka pomoću interaktivnog sistema sa prethodno definisanim nivoom stepena znanja.
6	(Dix, 1998)	Lakoća sa kojom novi korisnici mogu da počnu efikasnu interakciju i dostizanje maksimalnih performansi.
7	(Kirakowski and Claridge, 1998)	Stepen do kojeg korisnici osećaju da su u stanju da upravljaju osnovnim funkcijama proizvoda u toku prve upotrebe u Web kontekstu.
8	(ISO 9126-1, 2001)	Sposobnost softverskog proizvoda da omogući korisniku da nauči svoju aplikaciju.
9	(ISO 25010, 2011)	Stepen u kome proizvod ili sistem može biti korišćen od određenih korisnika za postizanje navedenih ciljeva učenja da se proizvod ili sistem koristi sa efektivnošću, efikasnošću, bezbednošću i zadovoljstvom u određenom kontekstu korišćenja.
10	(Lew et al., 2011)	Stepen do kojeg određeni korisnici mogu efikasno i efektivno da uče dok ostvaruju određene ciljeve, a u određenom kontekstu upotrebe".

Mnogi aspekti upotrebljivosti najbolje se mogu proučavati ispitivanjem korisnika. Ovo naročito važi za pitanja o subjektivnom zadovoljstvu korisnika koje je teško objektivno izmeriti.

Takođe, *lakoća učenja* kao podkarakteristika upotrebljivosti može biti ocenjivana pomoću subjektivnih upitnika. Korišćenje subjektivnih upitnika je bio veoma efikasan i popularan metod za procenu upotrebljivosti. Tabela 15 prikazuje neke poznate upitnike sa brojem pitanja koji su relevantni za lakoću učenja sa aspekta proizvoda i kvaliteta u upotrebi.

TABELA 15. PITANJA VEZANA ZA LAKOĆU UČENJA U POZNATIM UPITNICIMA

Naziv upitnika	Broj pitanja iz perspektive	
	Proizvoda	Kvaliteta u upotrebi
PUTQ (Lin et al., 1997)	34	-
SUMI (Kirakowski et al., 1998)	4	6
QUIS (Chin et al., 1988)	7	10
PSSUQ (Lewis, 1995)	2	2
PHUE (Perlman, 1997)	5	-
SUS (Brooke, 1996)	-	4
IUI (Gediga, 1999)	11	6
WAMMI (Human Factors Research Group, 2011)	-	2
USE (Lund, 2001)	-	4

Mora se imati u vidu da procena lakoće učenja softvera treba da obezbedi kvantitativne i kvalitativne rezultate koji su razumljivi, prihvatljivi i ponovljivi, da bi se dokazao ključni pokretač za poboljšanje lakoće učenja, a samim tim i kvaliteta softvera. Sve referencirane metodologije zahtevaju od korisnika da prepoznaju probleme lakoće učenja ili subjektivno ili



objektivno procene lakoću učenja merenjem vremena na zadatku, korektnost, brojanju grešaka ili subjektivnim odgovorima korisnika.

Za potrebe ovog istraživanja definicija *Lakoće učenja* iz metodologije WAMMI (Human Factors Research Group, 2011), prilagođena je kontekstu tako da ona sada predstavlja: stepen do koga korisnici smatraju da mogu da koriste Web GIS aplikaciju ako je koriste prvi put i stepen do koga oni misle da mogu da nauče da koriste druge funkcionalnosti ili pristupaju ostalim informacijama nakon što su započeli da ga koriste.

U kontekstu ove definicije, za konstrukciju Upitnika o lakoći učenja (Prilog D – 2. Upitnik o lakoći učenja) iz WAMMI upitnika su izdvojena i prilagođena dva pitanja za potrebe sprovođenja evaluacije, i ona sada glase:

1. Sav sadržaj u aplikaciji je napisan na način koji je lako razumeti.
2. Brzo ću zaboraviti kako da koristim ovu Web aplikaciju.

#### **2.3.4.3. Zadovoljstvo kao karakteristika kvaliteta u upotrebi**

Pošto je teško direktno meriti kvalitet i efikasnost informacionog sistema, istraživači najčešće koriste metode indirektnog merenja za merenje zadovoljstva krajnjeg korisnika u interakciji sa informacionim sistemom. Merenje zadovoljstva krajnjeg korisnika dok koristi neki IS ima dugu istoriju. Mnogi programeri smatraju *zadovoljstvo* kao subjektivan odgovor koji ne može biti kvantifikovan i u mnogim testovima upotrebljivosti dobija se samo kvalitativna povratna informacija o zadovoljstvu. Nekada su se koristili *Ad-hoc* upitnici, ali psihometrijski dizajnirani upitnici daju pouzdanije rezultate (Rubin, 2008).

Subjektivna procena upotrebljivosti fokusira se na ličnom iskustvu pojedinca sa proizvodom i može se realizovati metodama inspekcije, testiranja i anketiranja. Metode anketiranja su najčešće korišćene metode subjektivnih merenja čiji rezultati zavise od subjektivnih ocena ispitanika (ili mišljenja anketiranih) i podrazumevaju lica koja sprovode ispitivanje.

Za procenu upotrebljivosti softverskih proizvoda bilo koje vrste u literaturi se mogu pronaći mnogobrojni upitnici različitih autora, kao što su SUMI (Software Usability Measurement Inventory) (Kirakowski et al., 1998; Kirakowski&Corbett, 1993), SUS (System Usability Scale) (Brooke, 1996), ASQ (Komogortsev et al., 2009), PSQ (Printer-Scenario Questionnaire) (Komogortsev et al., 2009), CSUQ (Computer System Usability Questionnaire) (Komogortsev et al., 2009), PSSUQ (Post-Study System Usability Questionnaire) (Lewis, 1995; Komogortsev et al., 2009), QUIS (Questionnaire for User Interface Satisfaction) (Chin, 1988; Norman et al., 1998) i PUTQ (Purdue Usability

Testing Questionnaire) (Lin, 1997). Jednostavni upitnici kao što su SUS (Komogortsev, 2009), samo mere korisničku procenu lakoće korišćenja. Duži upitnici kao što su SUMI (Kirakowski, 1993), mogu meriti više specifičnih aspekata, kao što su uticaj, efikasnost, predusretljivost, kontrolu i lakoću učenja. Poverenje se može meriti pomoću sistema skale poverenja (Quesenbery, 2003), a zadovoljstvo sa upitnicima, kao što su AttrakDiff (Nielsen, 1994). Tu su i razni upitnici za udobnost, npr (Shneiderman, 2004).

Za procenu zadovoljstva korisnika i upotrebljivosti Web stranica dostupni su upitnici kao što su WAMMI (Website Analysis and Measurement Inventory)(Human Factors Research Group, 2011; Kirakowski, 1998), UWIS (Usability of web-based information systems) (Oztekina et al., 2009), WUS (Website Usability Scale) (Muyllé et al., 2004), EUCS (End-User Computer Satisfaction)(Abdinnour-Helm et al., 2005) i PWQ (Aladwani & Palvia, 2002). Iako se radi o često korišćenim upitnicima, veliki broj omogućava vrednovanje relativno malog broja atributa upotrebljivosti i nema čvrstih arhimenata da su pogodni za vrednovanje upotrebljivosti Web 2.0 aplikacija.

Jedna od najvećih prednosti korišćenja upitnika u istraživanju upotrebljivosti je da upitnici mogu evaluatorima obezbediti povratne informacije iz korisničke tačke gledišta (Annett, 2002; Baber, 2002; Kirakowski, 2003). Pošto je dizajn orjentisan korisniku jedan od najvažnijih aspekata u procesu inženjeringa upotrebljivosti (Keinonen, 1998), upitnici mogu biti suštinski značajan metod, pod pretpostavkom da su ispitanici reprezentativni predstavnici ciljne populacije korisnika. U poređenju sa drugim metodama istraživanja upitnici su brz i ekonomičan metod koji može obezbediti uporedive mere ili rezultate. Tako je uobičajeno da evaluatori u svojim istraživanjima koriste upitnike da prikupe velike količine podataka u kratkom vremenu, što je svakako i ekonomski opravdano. Još jedna prednost je da postoje mnogi aspekti upotrebljivosti ili dimenzije za koje ne postoje uspostavljena objektivna merenja, i oni koji se mogu meriti samo subjektivnom procenom.

Međutim, nedostatak postojećih upitnika i skala je da su suviše uopšteni, i ne mogu biti primenljivi za procenu upotrebljivosti pojedinih grupa specifičnih proizvoda. Njihovi autori preporučuju da se nedostatak može izbeći uspostavljanjem konteksta upotrebe, karakterizacijom populacije krajnjeg korisnika i razumevanjem zadataka (van Veenendaal, 1998). Da bi se ova razmatranja integrisala u upitnik upotrebljivosti, povećana je potreba za više specifičnim upitnicima koji su prilagođeni posebnim grupama softverskih proizvoda.

Kao posledica ove potrebe, razvijeni su upitnici koji su prilagođeni određenim grupama softvera, kao što su WAMMI (Kirakovski & Cierlik, 1998) za Web upotrebljivost, MUMMS

za procenu multimedijalnih proizvoda, kao i UFOS za merenje upotrebljivosti u on-line prodavnicama (Konradt et al. 2003).

Dakle, novi upitnik upotrebljivosti za specifične grupe proizvoda kao što su Web GIS aplikacije, je potreban ne samo u smislu novog domena ciljnih proizvoda, već i u pogledu razvoja definicija i koncepata upotrebljivosti, te će kompletan razvoj biti prikazan kasnije.

#### **2.3.4.4. Bezbednost kao karakteristika kvaliteta u upotrebi**

Treća karakteristika, **Bezbednost u upotrebi** je pozajmljena od ISO/IEC 25010 standarda, ali ima drugačije tumačenje i definisana je kao stepen očekivanog uticaja od ugrožavanja ljudi, posla, podataka, softvera, imovine ili životne sredine u kontekstu planiranim kontekstima upotrebe.

Dok efektivnost i efikasnost mere pozitivne prednosti produktivnosti i postizanja cilja, bezbednost se ovde tumači u širem smislu kao način za merenje potencijalno negativnih rezultata koji bi mogli proisteći iz nepotpunih ili netačnih izlaza. Za potrošača proizvoda, negativne poslovne posledice ne moraju biti povezane samo sa lošim performansama, već i, na primer, sa nedostatkom prijatne emocionalne reakcije ili postizanja drugih hedonističkih ciljeva.

Bezbednost u ISO/IEC 25010 standarda ima četiri podkarakteristike:

- **Komercijalna oštećenja:** stepen očekivanog uticaja ugrožavanja komercijalne imovine ili ugleda u namenjenom kontekstu upotrebe. To može obuhvatiti administrativne troškove ispravljanje pogrešnih izlaza, nemogućnost da se obezbedi prihvatljiva usluga, ili gubitak sadašnjih ili budućih prodaja.
- **Zdravlje i bezbednost operatera:** stepen očekivanog uticaja štete na operatera u namenjenim kontekstima upotrebe.
- **Javno zdravlje i bezbednost:** stepen očekivanog uticaja štete na javnost u namenjenim kontekstima upotrebe.
- **Ekološka šteta:** stepen očekivanog uticaja štete na imovini ili okruženje u nameranim kontekstima upotrebe.

Na osnovu analize definicija karakteristika i podkarakteristika bezbednosti u ISO/IEC 25010 standardu, a iz perspektive krajnjih korisnika Web GIS aplikacija u nameranom kontekstu upotrebe, identifikovane su dve nove podkarakteristike koje najviše utiču na bezbednost: "*rizik po ličnu bezbednost*" i "*rizik od ekonomske štete*". Osnova za definisanje

novih podkarakteristika bile su podkarakteristike bezbednosti iz ISO 25010 standarda: Komercijalna šteta i Zdravlje i bezbednost operatera.

Specifikacija i merenje upotrebljivosti uvek treba da budu razmatrane u vezi sa pratećim bezbedonosnim rizicima. Bezbednost proizvoda nije lako izmeriti, ali obično je moguće na osnovu ranijeg iskustva sa sličnim proizvodima ili sistemima, da se navedu potencijalne negativne posledice oštećenja proizvoda ili ljudske greške. Množenjem procenjene frekvencije sa procenjenim uticajem potencijalnih kvarova predstavlja osnovu za prioritarnu potrebu da se nađu rešenja za dizajn i da se minimizira verovatnoća dešavanja grešaka. Rešenja mogu da uključe poboljšanja korisničkog interfejsa radi smanjenja verovatnoće ljudske greške.

Kao instrument za merenje bezbednosti u upotrebi, razvijen je upitnik (Prilog D – 2. Upitnik o bezbednosti) koji sadrži 6 pitanja, grupisanih u dve dimenzije (Lična bezbednost i Ekonomska šteta) koje čine osnovnu skalu.

#### **2.3.4.5. Fleksibilnost kao karakteristika kvaliteta u upotrebi**

Upotrebljivost je definisana u odnosu na performanse i zadovoljstvo korisnika u određenom kontekstu upotrebe. Važnost konteksta se mora imati u vidu, jer proizvod koji je upotrebljiv u jednom kontekstu upotrebe ne mora biti upotrebljiv u drugom kontekstu sa različitim korisnicima, zadacima ili okruženjem. Međutim, posledica toga može biti vrlo visoka upotrebljivost za proizvod sa pažljivo odabranim, ali nereprezentativnim, korisnicima, zadacima i okruženjem korišćenja. Zato je neophodno da potencijalni kupac prosudi da li korisnici, zadaci i okruženja za koje je upotrebljivost pokazana, odgovaraju njihovim potrebama (Stone, 2001).

Veoma je važno je da se preciziraju zahtevi za fleksibilnost, čak i ako njeno testiranje nije praktično. Širi opseg korisničkih grupa, zadataka i okruženja može da se prevede u dodatnim zahtevima za dizajn proizvoda sa potrebnim karakteristikama da podrže korišćenje za sve identifikovane kontekste upotrebe. Usaglašenost sa kontekstima koji ne mogu biti testirani mogu se ceniti sudovima eksperata.

Potreba da se razmotri kontekst je izričit u novoj definiciji kvaliteta u upotrebi u ISO/IEC CD 25010.3. Zato je uključena ***Fleksibilnost*** kao treća karakteristika kvaliteta u upotrebi, sa pod-osobinama *usaglašenost sa kontekstom*, *proširivost na kontekst* i *pristupačnost* u upotrebi.

*Usaglašenost sa kontekstom* se definiše kao stepen do kojeg upotrebljivost i bezbednost ispunjavaju uslove u svim kontekstima namenjene upotrebe. Ovo obezbeđuje osnovu za merenje stepena u kome je upotrebljivost postignuta u nameravanim kontekstima upotrebe.

*Proširivost konteksta* se definiše kao stepen upotrebljivosti i bezbednosti izvan prvobitno nameravanih konteksta. Proširivost konteksta se može postići prilagođavanjem proizvoda za dodatne korisničke grupe, zadatke i kulture. Proširivost konteksta omogućava proizvodima da uzmu u obzir okolnosti, mogućnosti i individualne želje koji ne mogu biti predviđeni unapred. Ako proizvod nije namenjen za proširivost konteksta, neće biti bezbedno koristiti proizvod u kontekstima za koje nije namenjen. Proširivost konteksta je teže odrediti i meriti unapred, kao što je u pitanju upotreba u neočekivanim kontekstima upotrebe. Zahtevi dizajna koji olakšavaju proširivosti konteksta obuhvataju projektovanje proizvoda, tako da može da se konfigurise za specifične potrebe (npr. jezik, kultura, radni koraci), ili se mogu prilagoditi od strane korisnika da odgovaraju individualnim mogućnostima i potrebama. Proizvodi se često koriste za nepredviđene svrhe, tako da sposobnost proizvoda da se prilagodi novim potrebama znatno proširuje upotrebljivost. To se jedino može pravilno oceniti preko modela stvarne upotrebe, ali potencijalno može biti procenjen stepen u kojoj meri je dizajn otvoren za konfiguraciju i adaptaciju. Kao i kod usklađenosti sa kontekstom, identifikovanje zahteva za proširivost konteksta može imati veliki uticaj na dizajn.

*Pristupačnost* je definisana kao stepen upotrebljivosti za korisnike sa posebnim potrebama. Identifikovanje opsega nameravanih konteksta upotrebe može da otkrije dodatne korisnike, zadatke i okruženja koji mogu da budu prioritet za testiranje. Pristupačnost može biti određena uspostavljanjem ciljeva upotrebljivosti za korisnike sa posebnim potrebama, dajući cilj dizajnu za uspešnost i produktivnost koja se očekuje od korisnika sa invaliditetom.

Na osnovu analize definicija karakteristika i podkarakteristika fleksibilnosti u ISO/IEC 25010 standardu, kada se radi o Web aplikacijama, postoje indicije da mogu biti korišćene od strane velikog broja korisnika sa različitim sklonostima ili kulturama, ili čak različitim nivoima invaliditeta. Međutim, analiza nameravanog konteksta upotrebe ukazuje na homogenost potencijalnih korisnika u smislu kulturnih predrasuda i izostanak korisnika sa posebnim potrebama, te je Fleksibilnost zato prilagođena nameravanom kontekstu. Iz perspektive krajnjih korisnika Web GIS aplikacija, identifikovane su dve nove podkarakteristike koje najviše utiču na fleksibilnost: *usaglašenost sa kontekstom*, *proširivost na kontekst* i *personalizacija* u upotrebi.

Podkarakteristika *Personalizacija* predstavlja stepen do kojeg korisnici mogu da izmene Web GIS aplikaciju da odgovara njihovim specifičnim željama i potrebama. Ova

podkarakteristika nije bila definisana u ISO/IEC 25010 standardom, ali je i jasno pominjana u kontekstu upotrebe krajnjih korisnika i također podržana prethodnim studijama.

Da bi se merila fleksibilnost, koncipiran je upitnik (Prilog D – 2. Upitnik o fleksibilnosti) koji obuhvata 2 pitanja koja se odnose na dimenzije fleksibilnosti, grupisana u dve dimenzije (Usaglašenost sa kontekstom i Personalizacija u upotrebi) koje čine osnovnu skalu.

### **2.3.5. Razvoj upitnika zadovoljstva za Web GIS aplikacije**

Aktuelni pristupi zadovoljstvu obično procenjuju prvenstveno percepciju korisnika o efektivnosti i efikasnosti, tako da ako korisnici vide proizvod kao efektivan i efikasan, podrazumeva se da oni treba da budu zadovoljni (Hassenzahl, 2002). Ali, zabava ili uživanje su aspekt korisničkog iskustva koji takođe značajno doprinosi ukupnom zadovoljstvu proizvodom (Cockton, 2008).

Dakle, u cilju da obuhvati opšte korisničko iskustvo, zadovoljstvo mora da se bavi i pragmatičnim i hedonističkim korisničkim ciljevima.

U ISO/IEC CD 25010.3 je predloženo da se oni mogu sumirati kao:

**Dopadljivost** (kognitivno zadovoljstvo): stepen u kome je korisnik zadovoljan jednostavnošću upotrebe i postizanjem pragmatičnih ciljeva, uključujući prihvatljive uočene rezultate upotrebe.

**Poverenje** (zadovoljstvo sa bezbednošću): stepen u kome je korisnik uveren da će se proizvod ponašati za šta je namenjen i sa prihvatljivim posledicama korišćenja.

**Zadovoljstvo** (emocionalna zadovoljstvo): stepen u kome je korisnik zadovoljan svojim viđenjem ostvarenja hedonističkih ciljeva stimulacije, identifikacije i evokacije i povezane emotivne reakcije.

**Udobnost** (fizičko zadovoljstvo): stepen u kome je korisnik zadovoljan fizičkom udobnošću.

Sa ciljem da izmere korisničke performanse i zadovoljstvo, Koua i sar. (Koua et al., 2006) su predložili kriterijum za evaluaciju upotrebljivosti za GIS aplikacije. Njihova metodologija procene obuhvatala je tri kriterijuma: efikasnost/performance korisnika, korisnost i reakciju korisnika. To je važno, naročito za takve aplikacije, jer testiranje upotrebljivosti zasnovano na ovim kriterijumima može da obezbedi dobro razumevanje pitanja upotrebljivosti u Web GIS aplikacijama.

Prema Koua (Koua et al., 2006), *efikasnost* se bavi funkcionalnošću aplikacije, te se zato evaluacija efektivnosti zasniva na opservaciji korisničkih performansi i iskustvima na zadacima. To se odnosi na prikupljanje podataka i svih raspoloživih parametara za završetak

zadatka kao što je merenje vremena koje korisnik potroši za ispunjavanje zadataka, koliko zadataka je završeno a koliko nije kompletno, broj grešaka, da li je zadatak koji se izvršava ispravan ili ne i njihove performanse i odziv, lakoću upotrebe i nivo težine, kao i vreme provedeno za dobijanje pomoći.

**Korisnost** se odnosi na korisnička očekivanja i zahteve dok obavljaju različite zadatke. To zavisi od toga da li aplikacija podržava korisničke ciljeve i zadatke, da li korisnici mogu lako da razumeju i tumače rezultate aplikacije i da li je fleksibilna prema očekivanjima korisnika. Svi ovi podaci mogu se dobiti putem komentara korisnika, obavljanjem zadataka, verbalnim protokolom i odgovorima iz upitnika (Koua et al., 2006).

**Korisnička reakcija** se odnosi na korisničko mišljenje, poglede, stavove i sklonosti korisnika prema aplikaciji. Ovo takođe može da se meri upitnicima, ocenjivanjem i intervjuima (Koua et al., 2006).

Sa aspekta Web aplikacija, zadovoljstvom se bavilo više studija a koje su korišćene kao osnova za definisanje karakteristike zadovoljstva (Tate, 2007, 2009), (Manouselis et al., 2004), (Zhang et al., 1999), (Kuo et al., 2005). Kao rezultat analize ove literature, zadovoljstvo se može definisati kao: *lakoća sa kojom korisnici mogu da obavljaju svoje zadatke kroz Web GIS aplikaciju, vizuelna i lična iskustva korisnika, komunikativnost i na kraju osećaj zajedništva.*

Što je lakše korišćenje aplikacije, korisnici će biti zadovoljniji. To znači da aplikacija treba da bude jednostavna za navigaciju, laka za učenje i jednostavna za pronalaženje informacija potrebnih korisniku. **Iskustvo** je podkarakteristika koja obuhvata vizuelno i lično iskustvo korisnika kao rezultat korišćenja Web GIS aplikacije. Ova podkarakteristika obuhvata aspekt uticaja dizajna Web GIS aplikacije na zadovoljstvo korisnika, zajedno sa percepcijom prihvatljivih vremena odziva. **Komunikativnost** (*Communicability*) je stepen kojme određeni korisnici mogu da ostvare određene ciljeve bez komunikativnih poremećaja u interakciji u određenom kontekstu upotrebe. **Osećaj zajedništva** (*Sense of Community*) predstavlja stepen u kome je korisnik zadovoljan kada sreće, saraduje i komunicira sa drugim korisnicima sličnih interesa i potreba.

Međutim ovaj pristup je suviše uopšten i ne sagledava zadovoljstva korisnika sa aspekta upotrebljivosti GIS aplikacija u Web okruženju.

Prema mišljenju IS&T (Information Services and Technology) radne grupe na MIT (Massachusetts Institute of Technology) u evaluaciju upotrebljivosti web sajtova potrebno je uključiti većinu faktora koji slede: navigaciju, funkcionalnost, kontrolu korisnika, jezik i sadržaj, on-line pomoć i korisnička uputstva, povratne informacije od korisnika i sistema,

web pristupačnost, doslednost, prevenciju i korekciju grešaka i arhitekturnu i vizuelnu jasnoću. Međutim, treba imati u vidu da nije potrebno da se primene svi faktori na svim sajtoovima (Usability Guidelines, 2009).

Dakle, u cilju sveobuhvatne procene zadovoljstva neophodno je zadovoljstvo posmatrati sa aspekta upotrebljivosti ali i kvaliteta proizvoda. Sa aspekta upotrebljivosti zadovoljstvo se odnosi na korisničkim iskustvima na zadacima, dok sa aspekta kvaliteta proizvoda, zadovoljstvo obuhvata faktore kvaliteta koji doprinose zadovoljstvu i utiču na opšte korisničko iskustvo u vezi proizvoda.

TABELA 16. REPREZENTATIVNE DEFINICIJE ZADOVOLJSTVA

Br.	Izvor	Definicija
1	(Doll and Torkzadeh, 1988)	Sadržaj, tačnost, format, lakoća upotrebe i pravovremenost.
2	(Delone and McLean, 1992)	Kvalitet informacija, upotreba, zadovoljstvo korisnika, uticaj pojedinca i uticaj organizacije.
3	(Seddon and Kijev, 1996)	Značaj sistema, Kvalitet sistema, Kvalitet informacija i Doživljena upotrebljivost.
4	(Liu et al., 2000)	kvalitet informacija i usluga, korišćenje sistema, razigranost i kvalitet dizajna sistema.
5	(Armstrong et al. 2005)	Kvalitet informacija, upotrebljivost sistema, karakteristike upotrebe sistema, ukupno zadovoljstvo
6	(Kuo et al. 2006)	Efikasnost, korisnost, korisnička reakcija
7	(Wang and Senecal, 2007)	Lakoća navigacije, brzina, interaktivnost
8	(Hasan et al., 2008)	Sadržaj (Karakteristike informacija), dizajn (vizuelne karakteristike), logička organizacija I struktura elemenata, jednostavnost.
9	(Usability Guidelines, 2009)	Navigacija, funkcionalnost, kontrola korisnika, jezik i sadržaj, on-line pomoć i korisnička uputstva, povratne informacije od korisnika i sistema, web pristupačnost, doslednost, prevencija i korekcija grešaka i arhitekturna i vizuelna jasnoća
10	(Azleen et al., 2009)	sadržaj, tačnost, format, jednostavnost upotrebe, pravovremenost, zadovoljstvo sa brzinom sistema, pouzdanost Sistema.
11	(Oztekin et al., 2009)	Kvalitet proizvoda: pouzdanost, integracija komunikacije, navigacija, lakoća upravljanja, osiguranje, odziv.
12	(Gorla et al., 2010)	Kvalitet sistema, kvalitet informacija i kvalitet usluga.

Jedan od dobro poznatih i često korišćenih u literaturi instrumenata (Tabela 16.), za merenje zadovoljstva krajnjeg korisnika dok koristi neki IS, dizajniran je od strane Doll i Torkzadeh (Doll and Torkzadeh, 1988). On se sastojao od 12 pitanja kojima su merili 5 dimenzija: sadržaj (content), tačnost (accuracy), format, lakoća upotrebe (ease of use) i pravovremenost (timeliness).

U svom radu, Delone i McLean (Delone and McLean 1992) razvijaju proces za merenje zadovoljstva korisnika koji je pogodan za merenje šest interaktivnih faktora kvaliteta sistema koji su po njima od presudnog značaja za uspeh IS, i to: kvalitet informacija, upotreba, zadovoljstvo korisnika, uticaj pojedinca i uticaj organizacije. Sinonim za kvalitet informacija je kvalitet podatka koji su Wang i Strong (Wang and Strong, 1996) opisali kao podatak koji je "pogodan za korišćenje od strane korisnika". Takođe oni su "dimenziju kvaliteta podataka"



opisali kao skup atributa kvaliteta podataka koji predstavlja samo jedan aspekt kvaliteta podataka.

Seddon i Kijev (Seddon and Kijev, 1996) su napravili nekoliko ključnih promena na listi osnovnih varijabli, Delone i McLean i predložili novi instrument za njihovo merenje koji se sastojao od kombinacije skala iz različitih istraživanja: osam pitanja za Kvalitet sistema (Doll and Torkzadeh, 1988; Davis, 1989), plus tri dodatna pitanja; deset pitanja za Kvalitet informacija (Doll and Torkzadeh, 1988); šest pitanja za Doživljenu upotrebljivost (Davis, 1989); četiri pitanja za Korisničko zadovoljstvo (Seddon and Yip, 1992); i pet pitanja za Važnost Sistema (Zaichkowski, 1985). Na osnovu rezultata svojih istraživanja, oni su zaključili da njihov model obuhvata glavne izvore varijansi u vezi sa zadovoljstvom korisnika i da se revidirani instrument može koristiti u proceni kako zadovoljstva korisnika tako i četiri najvažnija konstrukta koji doprinose zadovoljstvu: *Značaja sistema, Kvaliteta sistema, Kvaliteta informacija i Doživljenoj upotrebljivosti*. Nažalost, iako su svoj model merenja testirali koristeći tehniku modelovanja strukturnih jednačina (SEM), oni daju malo psihometrijskih informacija o svom instrumentu. Inspekcija faktorskih opterećenja prikazanih u svom modelu merenja otvara mogućnost daljeg usavršavanja njihovog instrumenta, o čemu govori u svom radu Armstrong sa sar. (Armstrong et al., 2005). Petter sa sar. (Petter et al., 2008) pregledava 180 članaka vezanih za uspeh IS, objavljenih u periodu od 1992-2007, i analizira odnose između šest konstrukta D&M modela (Delone and McLean, 2003).

U prethodnom periodu malo je sveobuhvatnih studija koje su ispitivale međusobni odnos između kvaliteta sistema, kvaliteta informacija i kvaliteta usluga i njihovog kombinovanog direktnog uticaja na upotrebljivost.

Liu i sar. (Liu et al., 2000) sagledavaju uspešnost Web sajta u kontekstu elektronske trgovine preko četiri dimenzije: kvalitet informacija i usluga, korišćenje sistema, razigranost i kvalitet dizajna sistema.

Pošto se prethodna istraživanja uglavnom zasnivaju na ispitivanju individualnog uticaja, Gorla i sar. (Gorla et al., 2010) nastavljaju sa istraživanjem pojedinačnog ili kombinovanog efekta kvaliteta sistema, kvaliteta informacija, kao i kvaliteta usluga na organizaciju. U svojoj studiji (Gorla et al., 2010) daju sveobuhvatan pregled tri atributa kvaliteta informacionih sistema: kvalitet sistema, kvalitet informacija i kvalitet usluga.

Kako je fokus ove disertacije na sveobuhvatnoj evaluaciji upotrebljivosti Web zasnovanih GIS aplikacija, za sagledavanje korisničkog iskustva sa aspekta upotrebljivosti Web GIS aplikacija, neophodno je razviti novu skala koja će pokriti širi aspekt uticaja kvaliteta

proizvoda na upotrebljivost sagledavanjem faktora kvaliteta koji doprinose opštem korisničkom iskustvu u vezi proizvoda.

### 2.3.5.1. Instrument

Na osnovu pregledanih studija, izabrano je deset varijabli koje mogu uticati na zadovoljstvo korisnika Web zasnovanih GIS aplikacija. Da bi se omogućilo široko i sveobuhvatno istraživanje, uključena su pitanja iz više oblasti koji se odnose na kvalitet informacija, kvalitet usluge i kvalitet proizvoda kao što je Web GIS aplikacija. U skladu sa tim, razvijen je instrument za merenje zadovoljstva korisnika koji sadrži 57 pitanja, grupisanih po dimenzijama koje čine osnovnu skalu (Tabela 17).

TABLE 17: DIMENZIJE ZADOVOLJSTVA KORISNIKA

Dimenzija	Izvor
Sadržaj ( <i>Content</i> )	(Doll and Torkzadeh, 1988)
Tačnost ( <i>Accuracy</i> )	
Format ( <i>Format</i> )	
Lakoća upotrebe ( <i>Ease of Use</i> )	
Pravovremenost ( <i>Timeliness</i> )	
Brzina sistema ( <i>Satisfaction with System Speed</i> )	(Chin and Lee, 2000)
Pouzdanost ( <i>Reliability</i> )	(Azleen et al., 2009); (Gorla et al., 2010)
Vreme odziva ( <i>Responsiveness</i> )	(Oztekin et al., 2009); (Gorla et al., 2010)
Osiguranje ( <i>Assurance</i> )	(Gorla et al., 2010)
Saosećanje ( <i>Empathy</i> )	

Nakon konstrukcije upitnika, sprovedeno je pilot istraživanje u kome su ispitanici vođeni kroz seriju od 57 pitanja fokusiranih na percepciju zadovoljstva korisnika Web GIS aplikacije. Upitnici su distribuirani svim potencijalnim posrednim i neposrednim korisnicima aplikacije koju koriste u svakodnevnom poslu, ali su validni rezultati prikupljeni od 34 ispitanika što čini stepen odziva od blizu 60%. Odgovori na pitanja su mereni na petostepenoj Likertovoj skali sudova, gde je 1 = "gotovo nikada," 2 = "Ponekad" 3 = "oko pola vremena" 4 = "većinu vremena" i 5 = "gotovo uvek". Međutim, za razliku od ranijih studija, ispitanici mogu proceniti da li je odgovor moguć i na svako pitanje mogu da odgovore opciono sa N/A (Not available).

Za deset faktora (tačnost, lakoća upotrebe, pouzdanost, pravovremenost, sadržaj, format, brzina sistema, vreme odziva, osiguranje i empatija) koji mogu doprineti zadovoljstvu krajnjeg korisnika sprovedena je deskriptivna analiza i testiranje pouzdanosti instrumenata u cilju dobijanja snažnog i validnog rezultata. Kao tehnika za ekstrakciju korišćena je analiza osnovnih komponenti (PCA - *principal components analysis*) (Jolliffe, 2002; Abdi and Williams, 2010), a Varimax kao metod rotacije (Abdi, 2003). Takođe, za redukciju pitanja u obimnim faktorima sprovedena je faktorska analiza kao statistička tehnika. Za statističku

obradu podataka korišćen je programski paket SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences, v13.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA*) za Windows.

### 2.3.5.2. Deskriptivna analiza

Tabela 18 predstavlja deskriptivnu analizu (minimum, maksimum, srednja vrednost i standardna devijacija) opsega intervala za zavisne i nezavisne promenljive. Minimalna vrednost za većinu promenljivih je 1.00 a maksimalna je 5.00. Rezultat pokazuje srednju vrednost za sedam faktora (sadržaj = 3.66; tačnost = 3.55; format = 3.69; lakoća upotrebe = 3.6; pravovremenost = 3.33; brzina sistema = 3.48; pouzdanost sistema = 3.49; vreme odziva = 3.61; osiguranje = 3.42; empatija = 3.52).

Srednja vrednost za zadovoljstvo korisnika je 3.61. U principu, to pokazuje da su korisnici Web GIS aplikacije veoma zadovoljni. Korisnici su najmanje zadovoljni pravovremenosti (3.33) a najviše formatom (3.69). Od rezultata standardnih devijacija, najniža je za brzinu sistema (0.562) i to pokazuje da je nivo zadovoljstva za brzinu sistema bio stalno blizu prosečnom iznosu. Međutim, najveća standardna devijacija je za lakoću upotrebe (0.692) što pokazuje veći stepen neslaganja korisnika u oceni, tj. jedan deo je zadovoljstvo ocenio visoko a drugi nisko.

TABELA 18. DESKRIPTIVNA ANALIZA

Faktori	N	Minimum	Maksimum	Srednja vrednost	Standardna devijacija
Sadržaj	34	2.33	5.00	3.66	0.577
Tačnost	34	2.43	5.00	3.55	0.593
Format	34	2.43	5.00	<b>3.69</b>	0.681
Lakoća upotrebe	34	2.14	5.00	3.60	<b>0.692</b>
Pravovremenost	34	2.50	5.00	<b>3.33</b>	0.585
Brzina sistema	34	2.33	4.83	3.48	<b>0.562</b>
Pouzdanost sistema	34	2.29	4.71	3.49	0.556
Vreme odziva	34	2.14	5.00	3.61	0.632
Osiguranje	34	2.33	5.00	3.42	0.578
Empatija	34	2.18	5.00	3.52	0.588
Zadovoljstvo korisnika	34	2.14	5.00	3.61	0.632

### 2.3.5.3. Analiza pouzdanosti

Evaluacija upotrebljivosti upitnika kao instrumenta izvršena je ispitivanjem pouzdanosti (*Reliability Testing*) i validnosti upitnika.

Pouzdanost označava meru konzistentnog (doslednog) i postojanog ponašanja testa tj. metode merenja. To znači da test primenjen u raznim vremenima merenja na ista lica na isti način, daje iste vrednosti, ako objekti merenja nisu promenjeni u međuvremenu. Test ne

može da bude valjan (validan) ako istovremeno nije i pouzdan. Obrnuto ne važi, jer test može biti pouzdan iako nije valjan (validan).

Za ocenjivanje pouzdanosti u ovom istraživanju primenjen je test interne konzistentnosti koji predstavlja doslednost u davanju odgovora na postavljena pitanja. Test je pouzdaniji ukoliko su odgovori na nezavisne stavke korelirani među sobom. Interna konzistentnost je analizirana primenom *Kronbah alfa* koeficijenta (Cronbach alpha), koji se dobija korelacijom jedne polovine odgovora sa drugom i koji je prikazan zajedno sa 95% intervalom poverenja (CI). Kronbah alfa koeficijent se koristi kada su odgovori na pitanja ocenjeni na osnovu stepena zadatih skala (kao što je, na primer, Likertova petostepena skala) i predstavlja prosečne vrednosti korelacija među stavkama. Iako se vrednosti koeficijenta alfa kreću između 0 i 1, rezultati koji su blizu vrednosti 1 označavaju visoku pouzdanost testa. Prihvatljiv nivo pouzdanosti zavisi od svrhe istraživačkog projekta. Davis je u svojoj studiji (Davis, 1999) predložio da je koeficijent pouzdanosti od 0.7 dovoljan za razvojno istraživanje ali neki autori sugerišu da bi u ranim fazama istraživanja pouzdanost od 0.5 do 0,6 bila dovoljna. Ne postoji slaganje oko toga šta je minimalna prihvatljiva vrednost za vrednost alfa koeficijenta, ali, da bi se merenje smatralo pouzdanim, u ovoj disertaciji je prihvaćeno da je najniža prihvatljiva granična vrednost za koeficijent alfa 0.6.

Tabela 19 prikazuje analizu pouzdanosti, Kronbah alfa koeficijente pouzdanosti za deset faktora i zadovoljstvo (zavisna varijabla). Kronbah alfa vrednost za sve faktore u ovoj studiji se kretala iznad prihvatljive granice od 0.6 (od 0.747 za dimenziju *Format* do 0.922 za *Sadržaj*).

TABELA 19: ANALIZA POUZDANOSTI

<b>Faktori</b>	<b>Koeficijent alfa</b>	<b>N=Izjava</b>
Zadovoljstvo korisnika	0.732	7
Sadržaj	0.922	9
Tačnost	0.897	4
Format	0.747	7
Lakoća upotrebe	0.898	6
Pravovremenost	0.812	5
Brzina sistema	0.818	3
Pouzdanost sistema	0.818	5
Vreme odziva	0.833	4
Osiguranje	0.866	4
Empatija	0.854	3

Kako su vrednosti Kronbah alfa koeficijenata interne konzistentnosti grupacija pitanja u okviru upitnika za svih deset posmatranih faktora iznad 0.6, može se zaključiti da je zadovoljen kriterijum pouzdanosti posmatranog upitnika tj. da su pravilno formirane grupe

pitanja i da se može koristiti kao validan i pouzdan instrument za procenu zadovoljstva korisnika Web zasnovanih GIS aplikacija.

Uporedna analiza pouzdanosti nekoliko instrumenata iz različitih studija prikazana je po stavkama u Tabeli 19A.

TABELA 19A: ANALIZA POUZDANOSTI RAZLIČITIH INSTRUMENATA

Dimenzija	Koeficijent alfa					
	Tekuća	(Oztekin et al., 2009)	(Azleen et al., 2009)	(Amdan et al., 2006)	(Chin and Lee, 2000)	(Doll and Torkzadeh, 1988)
Zadovoljstvo korisnika	0.732	-	0.771	0.8550	-	-
Sadržaj	0.922	-	0.918	0.9243	-	0.89
Tačnost	0.897	0.697	0.875	0.8834	-	0.91
Format	0.747	-	0.927	0.9256	-	0.78
Lakoća upotrebe	0.898	-	0.927	0.8912	-	0.85
Pravovremenost	0.812	-	0.751	0.8711	-	0.82
Brzina sistema	0.818	-	0.800	0.9126	0.72	-
Pouzdanost sistema	<b>0.818</b>	0.755	0.759	0.7204	-	-
Vreme odziva	<b>0.833</b>	0.753	-	-	-	-
Osiguranje	0.866	-	-	-	-	-
Empatija	0.854	-	-	-	-	-

U instrumentu razvijenom u ovoj disertaciji koeficijent alfa za faktor *sadržaj* je 0.922 i veći je od rezultata u studijama (Azleen et al., 2009) i (Doll i Torkzadeh, 1988) ali je manji nego kod (Amdan et al., 2006). Koeficijent alfa za faktor *tačnost* je 0.897 i veći je od rezultata u studijama (Oztekin et al., 2009) i (Azleen et al., 2009) ali je manji nego kod (Doll and Torkzadeh, 1988) i (Amdan et al., 2006). Koeficijent alfa za faktor *format* je 0.747 i najmanji je od rezultata u studijama (Azleen et al., 2009), (Doll and Torkzadeh, 1988) i (Amdan et al., 2006). Koeficijent alfa za faktor *lakoća upotrebe* je 0.898 i veći je od rezultata u studijama (Amdan et al., 2006) i (Doll and Torkzadeh, 1988) ali je manji nego kod (Azleen et al., 2009). Koeficijent alfa za faktor *pravovremenost* je 0.812 i veći je od rezultata u studiji (Azleen et al., 2009) ali je manji nego kod (Doll and Torkzadeh, 1988) i (Amdan et al., 2006). Koeficijent alfa za faktor *brzina sistema* je 0.818 i veći je od rezultata u studijama (Azleen et al., 2009) i (Chin and Lee, 2000) ali je manji nego kod (Amdan et al., 2006). Koeficijent alfa za faktor *pouzdanost sistema* je 0.818 i najveći je od rezultata u studijama (Oztekin et al., 2009), (Azleen et al., 2009) i (Amdan et al., 2006). Koeficijent alfa za faktor *vreme odziva* je 0.833 i veći je od rezultata u studiji (Oztekin et al., 2009).

Pouzdanost ovog instrumenta može se uporediti sa studijama (Azleen et al., 2009) i (Amdan et al., 2006). Iz Tabele 19A, koeficijenti alfa samo za faktore *pouzdanost sistema* i *tačnost* pokazuju bolje rezultate nego (Amdan et al., 2006).

#### **2.3.5.4. Faktorska analiza**

Faktorska analiza je skup statističko-matematičkih postupaka pogodnih za analizu podataka o međusobnoj povezanosti među posmatranim pojavama, koja je nastala i koja se i danas razvija u sklopu savremene psihologije. Iako je metodološka osnova istraživanja u različitim područjima mnogih društvenih nauka, primenjuje se i u istraživanjima na području prirodnih nauka.

Faktorska analiza se pokazala korisnom u svim situacijama gde se u istraživanjima istovremeno pojavljuje veći broj varijabli koje stoje u međusobnim korelacijama i gde se zahteva utvrđivanje osnovnih izvora kovarijacije među podacima. Faktorska analiza obezbeđuje osnovu za stvaranje novog skupa sa mnogo manjim brojem varijabli a koje obuhvataju prirodu i karakter originalnih varijabli. Supstitucijom novih varijabli mogu se redukovati problemi velikog broja varijabli ili visokih interkorelacija među varijablama. Jedan od prvih koraka u konstruisanju sumirane skale je procena njene dimenzionalnosti i adekvatnosti odabranih varijabli, kroz faktorsku analizu. Faktorska analiza može da stvori nove kompozitne skorove iz originalnih varijabli, otkrije neke interesantne povezanosti i otvori mogućnost grupisanja varijabli u nove skrivene dimenzije.

Izbor metoda izvođenja (ekstrakcije) zavisi od ciljeva faktorske analize i obima prethodnog znanja o varijansi. Broj faktora koji su odabrani da predstavljaju osnovnu strukturu podataka određen je na osnovu kriterijuma procenta varijanse koji je zasnovan na ostvarenju navedenog kumulativnog procenta ukupne varijase ekstrahovane uzastopnim faktorima. Za interpretaciju faktora i selekciju finalnog faktorskog rešenja korišćeno je rotiranje faktorske matrice da bi se uticalo na redistribuiranje varijanse sa ranijih faktora na kasnije faktore, s ciljem da se ostvari jednostavnije i teoretski značajnije faktorska rešenja.

Međutim, pre sprovođenja analize najpre je ispitana pogodnost podataka za faktorsku analizu, merenjem adekvatnosti uzorkovanja pomoću KMO testa (Kaiser-Meyer-Olkin) (Kaiser, 1970).

Vrednost KMO može se kretati u intervalu od 0 do 1, a softverski paket SPSS sugeriše da ukoliko su vrednosti više od 0.5 smatra se da je primena faktorske analize opravdana. Budući da je ustanovljeno da pokazatelj adekvatnosti KMO, za dato područje iznosi 0.897, što ukazuje na zadovoljavajuću reprezentativnost merenih varijabli i da ima smisla raditi faktorsku analizu na datim varijablama.

Faktorsko opterećenje je način interpretiranja uloge koju svaka varijabla igra u definisanju svakog faktora. Kod interpretiranja faktora, mora se doneti odluka koja faktorska

opterećenja su vredna razmatranja. Faktorska opterećenja predstavljaju korelaciju svake varijable i faktora, pri čemu veća opterećenja čine varijablu reprezentom faktora. Prema tome, veća apsolutna veličina faktorskog opterećenja ima veći uticaj u interpretaciji faktorske matrice, tj. promenljive sa višim opterećenjima se smatraju važnijima.

Pošto je faktorsko opterećenje korelacija varijable i faktora, kvadrirano opterećenje je obim ukupne varijanse varijable, koji taj faktor objašnjava. Stoga, opterećenje od 0.30 se prevodi približno u objašnjenje od 10%, a opterećenje od 0.50 označava da faktor objašnjava 25% varijanse. Opterećenje mora da pređe 0.70 da bi faktor objasnio 50% varijanse.

Važan alat u interpretaciji faktora je faktorska rotacija. Nerotirano faktorsko rešenje ne može da obezbedi značajnu šemu opterećenja varijable. Zato se koristi rotacioni metod, da bi se ostvarila jednostavnija i teoretski značajnija faktorska rešenja. U većini slučajeva, rotacija faktora poboljšava interpretaciju putem redukovanja nekih dvosmislenosti koje često prate inicijalna nerotirana faktorska rešenja.

### **Faktor sadržaj**

Za faktor *sadržaj* vezano je deset izjava sa faktorskim opterećenjem od 0.699 do 0.853 (Tabela 20). Vrednost Kajzer-Mejer-Oklinovog pokazatelja je 0.897, što premašuje preporučenu vrednost 0.6. Obim ukupne varijanse varijable, koji ovaj faktor objašnjava je 6.103 a procenat (%) objašnjene varijanse je 61.033.

TABELA 20: MATRICA KOMPONENTI ZA SADRŽAJ

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Faktorska opterećenja</b>
CNT1	Izlaz iz Web GIS zadovoljava vaše potrebe.	0.853
CNT2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam sadržajem Web GIS aplikacije.</i>	0.832
CNT3	Web GIS pruža dovoljno informacija.	0.820
CNT4	Web GIS daje pravu količinu informacija za moje potrebe.	0.812
CNT5	Informacije koje daje Web GIS odgovaraju mojim potrebama	0.780
CNT6	Web GIS obezbeđuje izveštaje koji izgledaju tačno kako mi je potrebno.	0.770
CNT7	Sadržaj informacija zadovoljava moje potrebe.	0.760
CNT8	Web GIS adekvatno zadovoljava moje potrebe za obradom informacija.	0.742
CNT9	Mogu lako razumeti izveštaj.	0.731
CNT10	Web GIS pruža samo one informacije koje su mi tačno potrebne?	0.699

Kao što se vidi u Tabeli 20, najveći uticaj na faktor *sadržaj* ima izjava ispitanika da sveukupno Web GIS aplikacija zadovoljava njihove potrebe, označena kao CNT1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.853. Druga izjava po važnosti da su zadovoljni sa sadržajem Web GIS aplikacije, označena kao CNT2, sa faktorskim opterećenjem od 0.832. Dalje, visok uticaj imaju i ostale izjave, ali se mogu izdvojiti izjave da Web GIS aplikacija pruža dovoljno informacija i daje pravu količinu informacija,

označene kao CNT3 i CNT4, sa faktorskim opterećenjem od 0.820 i 0.812, respektivno. Konačno, od svih ponuđenih izjava, korisnici su ocenili da najmanje može doprineti zadovoljstvu krajnjeg korisnika sadržajem izjava da Web GIS aplikacija pruža tačno one informacije koje su potrebne, označena kao CNT10, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.699).

### **Faktor tačnost**

Krajnji korisnici su dali svoje mišljenje da koriste Web GIS aplikaciju zbog faktora tačnosti. Faktor tačnost obuhvata pet pitanja a faktorska opterećenja se kreću između 0.526 i 0.859. KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor je 0.856. Ukupna objašnjena varijansa je 4.752, a % objašnjene varijanse je 59.4.

TABELA 21: MATRICA KOMPONENTI ZA TAČNOST

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Faktorska opterećenja</b>
ACC1	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam tačnošću Web GIS aplikacije.</i>	0.859
ACC2	Web GIS aplikacija pruža precizne informacije.	0.858
ACC3	Web GIS aplikacija pruža pouzdane informacije.	0.848
ACC4	Web GIS aplikacija pruža tačne informacije.	0.817
ACC5	Web GIS aplikacija radi bez grešaka.	0.526

Kao što Tabela 21 pokazuje, najveći uticaj na faktor tačnost ima izjava ispitanika da su sveukupno zadovoljni tačnošću Web GIS aplikacijom, označena kao ACC1, sa faktorskim opterećenja 0.859. Oni su se složili da je, iz perspektive tačnosti, druga izjava po važnosti da Web GIS aplikacija pruža precizne informacije, označena kao ACC2, sa faktorskim opterećenjem od 0.858. Dalje, visok uticaj imaju izjave da Web GIS aplikacija obezbeđuje pouzdane i tačne informacije, označene kao ACC3 i ACC4, sa faktorskim opterećenjem od 0.848 i 0.817, respektivno. Na kraju, oni su takođe našli da, od svih ponuđenih izjava, najmanje uticaja ima izjava da Web GIS aplikacija radi bez grešaka, označena kao ACC5, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.526).

### **Faktor format**

Za faktor *format* vezano je osam izjava sa faktorskim opterećenjem od 0.781 do 0.892 (Tabela 22). KMO mera adekvatnosti uzorkovanja za faktor je 0.934. Obim ukupne varijanse varijable, koji ovaj faktor objašnjava je 5.591 a % objašnjene varijanse je 69.882.

Kao što se vidi u Tabeli 22, najveći uticaj na faktor *format* ima izjava ispitanika da su zadovoljni kako su im informacije predstavljene, označena kao FMT1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.892. Druga izjava po važnosti da su sve u svemu zadovoljni sa formatom prikazanih izlaznih informacija iz Web GIS aplikacije, označena kao



FMT2, sa faktorskim opterećenjem od 0.866. Dalje, visok uticaj imaju i ostale izjave, ali se mogu izdvojiti izjave da je upotreba terminologije, grafike i menija dosledna i da su ispitanici zadovoljni rasporedom izlaznih informacija, označene kao FMT3 i FMT4, sa faktorskim opterećenjem od 0.852 i 0.845, respektivno. Konačno, korisnici su ocenili da zadovoljstvu krajnjeg korisnika formatom najmanje može doprineti izjava da je format prikaza u skladu sa standardima, označena kao FMT8, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.781).

TABELA 22: MATRICA KOMPONENTI ZA FORMAT

Simbol	Izjava	Faktorska opterećenja
FMT1	Zadovoljan sam kako su mi informacije predstavljene?	0.892
FMT2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam formatima u Web GIS?</i>	0.866
FMT3	Format izlaza je zadovoljavajući.	0.852
FMT4	Zadovoljan sam rasporedom izlaza.	0.845
FMT5	Informacije su jasne.	0.824
FMT6	Zadovoljan sam načinom na koji su informacije predstavljene.	0.811
FMT7	Izlaz je predstavljen u pogodnom formatu.	0.811
FMT8	Format je predstavljen u skladu sa standardima.	0.781

### Faktor lakoća upotrebe

Za faktor *lakoća upotrebe* vezano je sedam izjava sa faktorskim opterećenjem od 0.780 do 0.891 (Tabela 23). KMO mera adekvatnosti uzorkovanja za faktor je 0.928. Obim ukupne varijanse varijable, koji ovaj faktor objašnjava je 5.571 a % objašnjene varijanse je 69.634.

TABELA 23: MATRICA KOMPONENTI ZA LAKOĆU UPOTREBE

Simbol	Izjava	Faktorska opterećenja
EOU1	Web GIS aplikacija je jednostavna za korišćenje.	0.891
EOU2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam lakoćom korišćenja Web GIS aplikacije.</i>	0.859
EOU3	Web GIS aplikacija je jednostavna i laka za komunikaciju.	0.846
EOU4	Web GIS aplikacija je prijatna za korisnika	0.840
EOU5	Lako je raditi sa Web GIS aplikacijom.	0.827
EOU6	Interakcija sa Web GIS aplikacijom je jasna i razumljiva.	0.817
EOU7	Lako dobijam da Web GIS radi ono što želim.	0.780

Kao što Tabela 23 pokazuje, najveći uticaj na faktor *lakoća upotrebe* ima izjava ispitanika da je Web GIS aplikacija jednostavna za korišćenje, označena kao EOU1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.891. Druga izjava po važnosti da su sve u svemu zadovoljni lakoćom korišćenja Web GIS aplikacije, označena kao EOU2, sa faktorskim opterećenjem od 0.859. Dalje, visok uticaj imaju i ostale izjave, ali se mogu izdvojiti izjave da je Web GIS aplikacija laka za komunikaciju i prijatna za korisnika, označene kao EOU3 i EOU4, sa faktorskim opterećenjem od 0.846 i 0.840, respektivno. Konačno, korisnici su ocenili da zadovoljstvu krajnjeg korisnika lakoćom upotrebe najmanje može doprineti izjava

da Web GIS radi ono što on želi, označena kao EOU7, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.780).

### **Faktor pouzdanost**

Pouzdanost sistema je faktor koji takođe nije ignorisan od strane krajnjih korisnika u proceni svog zadovoljstva prema Web GIS aplikaciji. Faktor se prvobitno sastojao od osam izjava. Međutim, dve izjave (Web GIS aplikacija je zaustavljena ili prekinuta, i Web GIS aplikacija je doživela nezgodan prekid rada) su uklonjene jer imaju faktor opterećenja niži od 0.50. Konačno, faktor obuhvata šest pitanja i faktor opterećenja se kreće između 0.625 i 0.880. KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor je 0.750. Ukupna objašnjena varijansa je 3.662 a % objašnjene varijanse je 45.777.

TABELA 24: MATRICA KOMPONENTI ZA POUZDANOST

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Faktorska opterećenja</b>
RLB1	Web GIS aplikacija je efikasna.	0.880
RLB2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam pouzdanošću Web GIS aplikacije.</i>	0.836
RLB3	Web GIS je efektivan.	0.830
RLB4	Web GIS obezbeđuje rezervnu kopiju ili mehanizam za oporavak sistema.	0.701
RLB5	Web GIS obezbeđuje autentikaciju.	0.675
RLB6	Web GIS poseduje sistem za bezbednost i zaštitu.	0.629

Kao što Tabela 24 pokazuje, najveći uticaj na faktor *pouzdanost* ima izjava ispitanika da je Web GIS aplikacija efikasna, označena kao RLB1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.880. Dalje, sa visokim uticajem se mogu izdvojiti izjave da su ispitanici sveukupno zadovoljni pouzdanošću i efektivnošću Web GIS aplikacijom, označene kao RLB2 i RLB3, sa faktorskim opterećenjem od 0.836 i 0.830, respektivno. Konačno, korisnici su ocenili da zadovoljstvu krajnjeg korisnika lakoćom upotrebe najmanje može doprineti izjava da Web GIS poseduje bezbednosni sistem, označena kao RLB6, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.629).

### **Faktor pravovremenost**

Faktor pravovremenost obuhvata šest pitanja a faktorska opterećenja se kreću između 0.566 i 0.735. KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor je 0.774. Ukupna objašnjena varijansa je 3.052, a % objašnjene varijanse je 43.607.

Kao što Tabela 25 pokazuje, najveći uticaj na faktor *pravovremenost* ima izjava ispitanika da Web GIS aplikacija pruža zastarele informacije, označena kao TML1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.735. Druga po važnosti se može izdvojiti izjava da su ispitanici zadovoljni pravovremenošću Web GIS aplikacijom, označenom kao TML2, sa

faktorskim opterećenjem od 0.707. Konačno, korisnici su ocenili da zadovoljstvu krajnjeg korisnika pravovremenošću najmanje može doprineti izjava da su ispitanici dobili potrebne informacije na vreme, označena kao TML6, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.566).

TABELA 25: MATRICA KOMPONENTI ZA PRAVOVREMENOST

Simbol	Izjava	Faktorska opterećenja
TML1	Web GIS aplikacija pruža informacije koje su suviše stare da bi bile korisne.	0.735
TML2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam pravovremenošću Web GIS aplikacije.</i>	0.707
TML3	Web GIS aplikacija pruža informacije blagovremeno.	0.665
TML4	Informacije iz Web GIS aplikacije dobijam prekasno za moje potrebe.	0.634
TML5	Web GIS aplikacija obezbeđuje aktuelne informacije.	0.608
TML6	Dobijam potrebne informacije na vreme.	0.566

### Faktor brzina sistema

Za faktor *zadovoljstvo brzinom sistema* vezano je četiri izjave sa opterećenjem od 0.699 do 0.892 (Tabela 26). KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor je 0.895. Ukupna objašnjena varijansa je 4.123 a % objašnjene varijanse je 41,043.

TABELA 26: MATRICA KOMPONENTI ZA BRZINU SISTEMA

Simbol	Izjava	Faktorska opterećenja
SSP1	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam lakoćom brzinom rada Web GIS aplikacije.</i>	0.892
SSP2	Zadovoljan sam brzinom odziva Web GIS aplikacije.	0.841
SSP3	Zadovoljan sam tempom rada sa Web GIS aplikacijom.	0.806
SSP4	Web GIS aplikacija je u stanju da obradi veliki broj izveštaja.	0.699

### Faktor vreme odziva

Za faktor *vreme odziva* vezane su četiri izjave sa opterećenjem od 0.613 do 0.714 (Tabela 27). KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor je 0.765. Ukupna objašnjena varijansa je 3.142 a % objašnjene varijanse je 31.743.

TABELA 27: MATRICA KOMPONENTI ZA VREME ODZIVA

Simbol	Izjava	Faktorska opterećenja
RS1	IT podrška preko e-mail odgovora daje brzu uslugu korisniku.	0.714
RS2	Postoji sistem dolaznih i odlaznih e-mail poruka sa pritužbama korisnika.	0.707
RS3	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam vremenom odziva zapošljeni u IT.</i>	0.671
RS4	Pomoć je raspoloživa sve vreme.	0.613

Kao što Tabela 26 pokazuje, najveći uticaj na faktor *zadovoljstvo brzinom sistema* ima izjava da su ispitanici sveukupno zadovoljni brzinom rada Web GIS aplikacije, označena kao SSP1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.892. Druga po važnosti se može izdvojiti izjava da su ispitanici zadovoljni brzinom odziva Web GIS aplikacije, označenom kao SSP2, sa faktorskim opterećenjem od 0.841. Najzad, korisnici su ocenili da zadovoljstvu

krajnjeg korisnika brzinom sistema najmanje može doprineti izjava da je Web GIS aplikacija u stanju da obradi veliki broj izveštaja, označena kao SSP4, sa najmanjim faktorskim opterećenjem (0.699).

Najveći uticaj na faktor *vreme odziva* ima izjava da su ispitanici zadovoljni brzinom odziva ljudi iz IT podrške, označena kao RS1, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.714. Druga po važnosti se može izdvojiti izjava da postoji uspostavljen sistem komunikacije putem email-a koji se bavi pritužbama korisnika, označenom kao RS2, sa faktorskim opterećenjem od 0.707. Najzad, korisnici su ocenili da na zadovoljstvo krajnjeg korisnika vremenom odziva najmanje utiču izjave da povratne informacije od IT podrške stižu kasno i da je pomoć raspoloživa sve vreme, označene kao RS3 i RS4, sa najmanjim faktorskim opterećenjem 0.671 i 0.613, respektivno.

### **Faktor osiguranje**

Za faktor *osiguranje* vezane su četiri izjave sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja od 0.613 do 0.841 (Tabela 28). KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor osiguranje je 0.815. Ukupna objašnjena varijansa je 5.172 a % objašnjene varijanse je 53.543.

TABELA 28: MATRICA KOMPONENTI ZA OSIGURANJE

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Faktorska opterećenja</b>
ASS1	Zapošljeni u IT podršci imaju znanja da dobro rade svoj posao.	0.735
ASS2	Ton poruka zapošljenih u IT podršci stalno je ljubazan sa korisnicima.	0.848
ASS3	U transakcijama sa zaposlenima u IT osećam se bezbedno.	0.755
ASS4	Rad korisnika je lakši i brži sa Web GIS aplikacijom nego bez nje.	0.834

Najveći uticaj na faktor *osiguranje* ima izjava da je ton ljudi iz IT podrške stalno ljubazan, označena kao ASS2, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.848. Druga po važnosti se može izdvojiti izjava da je korisnički rad lakši i brži upotrebom Web GIS aplikacije nego bez nje, označenom kao ASS4, sa faktorskim opterećenjem od 0.834. Najzad, korisnici su ocenili da na faktor osiguranje najmanje utiču izjave da zapošljeni u IT podršci imaju znanja da dobro rade svoj posao i da se osećaju bezbedno u transakcijama sa zaposlenim na IS, označene kao ASS1 i ASS3, sa najmanjim faktorskim opterećenjem 0.735 i 0.755, respektivno.

### Faktor empatija (saosećanje)

Za faktor *empatija* vezane su tri izjave sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja od 0.776 do 0.854 (Tabela 29). KMO mera adekvatnosti uzimanja uzoraka za faktor osiguranje je 0.786. Ukupna objašnjena varijansa je 4.18 a % objašnjene varijanse je 33.54.

TABELA 29: MATRICA KOMPONENTI ZA EMPATIJU

Simbol	Izjava	Faktorska opterećenja
EMP1	Korisnicima se pruža posebna pažnja.	0.776
EMP2	Zapošljeni u IT podršci razumeju specifične potrebe njegovih korisnika.	0.841
EMP3	Vreme rada Web GIS aplikacija odgovara svim korisnicima.	0.854

Najveći uticaj na faktor *empatija* ima izjava da im je Web GIS aplikacija raspoloživa u svakom trenutku kad im je potrebna, označena kao EMP3, sa faktorskim opterećenjem od 0.854. Druga po važnosti se može izdvojiti izjava da zapošljeni u IT podršci razumeju specifične potrebe korisnika Web GIS aplikacije, označena kao EMP2, sa apsolutnom veličinom faktorskog opterećenja 0.841. Najzad, korisnici su ocenili da na faktor empatija najmanje utiče izjava da se korisnicima pruža posebna pažnja, označena kao EMP1, sa najmanjim faktorskim opterećenjem 0.776.

TABELA 30: MATRICA KORELACIJE FAKTORA ZADOVOLJSTVA

	EOU	CNT	TML	FMT	ACC	SSP	RLB	RS	ASS	EMP	SAT
EOU	1.000										
CNT	0.721	1.000									
TML	0.705	0.644	1.000								
FMT	0.799	0.811	0.676	1.000							
ACC	0.753	0.787	0.631	0.788	1.000						
SSP	0.643	0.782	0.739	0.732	0.713	1.000					
RLB	0.755	0.723	0.749	0.690	0.690	0.672	1.000				
RS	0.703	0.799	0.756	0.723	0.693	0.779	0.741	1.000			
ASS	0.638	0.766	0.705	0.666	0.668	0.651	0.678	0.748	1.000		
EMP	0.674	0.767	0.746	0.712	0.672	0.680	0.755	0.773	0.874	1.000	
SAT	0.833	0.801	0.688	0.844	0.782	0.643	0.782	0.739	0.732	0.713	1.000

Faktorska analiza se može koristiti za ispitivanje osnovnih odnosa za veliki broj varijabli, kao i za određivanje da li se informacije mogu sumirati u manji skup faktora. U faktorskoj analizi traži se obrazac odnosa između velikog broja varijabli. To znači da moramo početi analizu sa pregledom korelacionih odnosa originalnih varijabli.

Osnov za sprovođenje faktorske analize je matrica korelacije prikazana u Tabeli 30, koja sadrži jednostavne linearne korelacije svakog para varijabli tj. empirijske rezultate analize međusobnih odnosa svih deset faktora. Ona ukazuje da su svi ključni faktori koji doprinose zadovoljstvu krajnjeg korisnika u pozitivnoj korelaciji i da svaki faktor deli veću varijansu sa sopstvenim blokom mera nego sa drugim faktorima, predstavljenim u drugim grupama.

Dobijena tabela koeficijenata korelacije može da doprinese boljoj identifikaciji, imenovanju i razumevanju faktora.

Ako posmatramo definisani skup koji uključuje mere za sadržaj, tačnost, format, lakoću upotrebe, pravovremenost, brzinu sistema, pouzdanost sistema, vreme odziva, osiguranje i empatiju, postavlja se pitanje da li se ove dimenzije mogu grupisati u neke opštije oblasti evaluacije? Vizuelni pregled originalne korelacione matrice (Tabela 30) ne otkriva lako neku specifičnu šemu. Postoje rasute visoke korelacije, ali grupisanja varijabli nisu očigledna.

Kao tehnika za ekstrakciju faktora korišćena je analiza osnovnih komponenti (PCA) koristeći ukupnu varijansu promenljivih, a Varimax kao metod rotacije, pri čemu varijansu opterećenja računamo za svaku kolonu posebno, kako bi se dobio veći broj zajedničkih faktora. Međutim, za redukciju pitanja u obimnim faktorima sprovedena je faktorska analiza kao statistička tehnika.

Faktorskom analizom izdvojena su tri faktora koji zajednički objašnjavaju 70.1% ukupne varijanse, sa najvećim opterećenjem na dva faktora koji su označeni kao zadovoljstvo informacijama i zadovoljstvo uslugom. Faktori su vrlo jasno definisani, a stavke imaju visoko opterećenje ( $> 0.60$ ) na svoje primarne faktore.

Prvo, grupisane su zajedno dve dimenzije (sadržaj i format), koje su u vezi sa kvalitetom informacija. Dalje, grupisane su zajedno četiri dimenzije (tačnost, lakoća upotrebe, pravovremenost i brzina sistema) koje opisuju zadovoljstvo sistemom. Na kraju, grupisani su pouzdanost sistema, vreme odziva, osiguranje i empatija koji opisuju zadovoljstvo uslugom. Svaka grupa predstavlja set visoko međupovezanih varijabli, koji može odražavati opštiju evaluativnu dimenziju. U ovom slučaju, mogli bi obeležiti tri grupe varijabli sledećim oznakama: zadovoljstvo informacijama, zadovoljstvo sistemom i zadovoljstvo uslugom. To daje manji set koncepata za razmatranje, u bilo kom strateškom ili taktičkom evaluacionom planu, a ipak bi pružalo uvid u ono što sačinjava svaku opštu oblast.

Imajući u vidu zajedničke osobine između šesnaest stavki, prvi faktor je označen kao „*zadovoljstvo informacijama*“ i konstruisan je od 18 izjava iz dve dimenzije: Sadržaj (*Content*) sa koeficijentom opterećenja od 0.94 i Format (*Format*) sa koeficijentom opterećenja od 0.99. Iako su dimenzije originalno definisane u (Doll and Torkzadeh, 1988), pitanja su preuzeta iz (Azleen et al., 2011) i prilagođena kontekstu za potrebe ove disertacije. Stavke definisane ovim faktorom ukazuju da je kranjim korisnicima potrebno obezbediti dovoljno informacija prikazanih u odgovarajućem formatu, dati pravu količinu informacija koja se uklapa u njihove potrebe i izostaviti suvišne informacije. Ovaj faktor objašnjava 12.26% varijanse, i drugi je po važnosti u odnosu na "*zadovoljstvo uslugom*".

Drugi faktor „*zadovoljstvo sistemom*“ čine dvadeset dva pitanja definisana u četiri dimenzije, od kojih su tri originalno definisane u (Doll and Torkzadeh, 1988) kao: „Lakoća upotrebe (*easy of use*)“ (opterećenje = 0.93), „Tačnost (*Accuracy*)“ (opterećenje = 0.95) i „Pravovremenost (*Timeliness*)“ (opterećenje = 0.92) i jedna definisana u (Chin and Lee, 2000) kao "Zadovoljstvo brzinom sistema (*Satisfaction with System Speed*)" (opterećenje = 0.80). Pitanja su preuzeta iz (Azleen et al., 2011) i prilagođena kontekstu za potrebe ove disertacije. Ovaj faktor čini 10.54% varijanse i upućuje na činjenicu da bi krajnji korisnik bio zadovoljan ukoliko je Web GIS brz i korisniku prijatan i lak za korišćenje a informacije tačne, ažurne i prikazane na jasan i upotrebljiv oblik.

Treći faktor je označen kao "*zadovoljstvo uslugom*", jer se ova pitanja, pre svega, odnose na obim izgradnje međusobnih odnosa između IT odeljenja i krajnjih korisnika. Ovaj faktor je definisan pomoću sedamnaest pitanja definisanih u četiri dimenzije: „Pouzdanost (*Reliability*)“ (opterećenje = 0.90), „Vreme odziva (*Responsiveness*)“ (opterećenje = 0.89), „Osiguranje (*Assurance*)“ (opterećenje = 0.92) i „Saosećanje (*Empathy*)“ (opterećenje = 0.91), od kojih su 11 pitanja za dimenzije *Vreme odziva*, *Osiguranje* i *Saosećanje* preuzeta i adaptirana iz studije (Gorla et al., 2010) kao i 6 pitanja iz studije (Azleen et al., 2011), za dimenziju *Pouzdanost*. Ovaj faktor odražava činjenicu da je neophodno da IT odeljenje pruži odličnu uslugu sa visokim nivoom reagovanja, garancije i saosećanja, kako bi krajnji korisnici bili zadovoljni. Ovaj faktor je jedan od najvažnijih jer objašnjava 47.39%.

U Tabeli 31 prikazani su Kronbah alfa koeficijenti pouzdanosti za sva tri faktora: zadovoljstvo informacijama, sistemom i uslugom. Kronbah alfa vrednosti sva tri posmatrana faktora su iznad prihvatljive granice od 0.6 (od 0.65 za dimenziju *Zadovoljstvo sistemom* do 0.89 za *Zadovoljstvo informacijama*).

TABELA 31. KOEFICIJENTI INTERNE KONZISTENTNOSTI GRUPACIJA PITANJA U UPITNIKU

	Dimenzija	Broj pitanja	Faktorska opterećenja (t-vrednost)	Koeficijent Alfa	Varijansa %	Kompozitna pouzdanost
Zadovoljstvo informacijama	Sadržaj	10	0.94 (16.5)	0.89	12.26	<b>0.95</b>
	Format	8	0.95 (51.0)			
Zadovoljstvo sistemom	Tačnost	5	0.95 (79.0)	0.65	10.54	<b>0.84</b>
	Lakoća upotrebe	7	0.93 (79.0)			
	Pravovremenost	6	0.92 (79.0)			
	Brzina sistema	4	0.80 (79.0)			
Zadovoljstvo uslugom	Pouzdanost sistema	6	0.90 (50.5)	0.85	47.39	<b>0.87</b>
	Vreme odziva	4	0.89 (31.0)			
	Osiguranje	4	0.92 (60.5)			
	Saosećanje	3	0.91 (49.5)			
			Opterećenje>0.707 t>1.96	>0.60		>0.70

Iz ovih rezultata može se zaključiti da je za ove tri skale posmatranog upitnika zadovoljen kriterijum pouzdanosti i da se upitnik (Prilog D) može koristiti kao pouzdan instrument za procenu zadovoljstva korisnika Web zasnovanih GIS aplikacija.

Pouzdanost ovog instrumenta može se uporediti sa studijom (Gorla et al., 2010). U Tabeli 31A prikazane su Kronbah alfa vrednosti sva tri posmatrana faktora u razvijenom instrumentu i instrumentu iz studije (Gorla et al., 2010).

TABELA 31A: ANALIZA POUZDANOSTI RAZLIČITIH INSTRUMENATA

Dimenzija	Alpha (Coefficient)	
	Tekuća	N. Gorla et al. (2010)
Zadovoljstvo informacijama	0.83	0.88
Zadovoljstvo sistemom	0.65	0.67
Zadovoljstvo uslugom	0.81	0.83

Međutim, uporednom analizom pouzdanosti oba instrumenta može se zaključiti da svi koeficijenti alfa instrumenta u studiji (Gorla et al., 2010) pokazuju neznatno bolje rezultate.

Za utvrđivanje konvergentne validnosti potrebno je zadovoljiti tri kriterijuma (Gorla et al., 2010), a to su :

- (1) da svi indikatori faktorskih opterećenja budu značajni i preko 0.707,
- (2) da pouzdanost faktora bude veća od 0.60 i
- (3) da prosečno ekstrahovana varijansa (AVE) za svaki konstrukt treba biti veća od 0.50 .

Kao što je prikazano u Tabeli 31, faktor opterećenja svih 10 stavki (grupisanih u tri nove dimenzije) u CFA (Confirmatory Factor Analysis) modelu su značajna na  $P = 0.001$ , a sve stavke imale su faktor opterećenja veći od 0.707. Kompozitna pouzdanost sva tri konstrukta je veća od 0.70 (minimalna pouzdanost je bila 0.85). Pored toga, sve prosečno ekstrahovane varijanse su preko 0.50 (minimalna AVE bio 0.61). Može se zaključiti da je konvergentna validnost osnovana.

### **2.3.6. Izgradnja modela kvaliteta u upotrebi za Web GIS aplikacije**

Kao prvi korak u proceni upotrebljivosti softvera neophodno je definisati ili izabrati model kvaliteta koji će obezbediti neophodan skup karakteristika kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija, koje treba oceniti.

Imajući u vidu prethodnu analizu, autor zadržava tri pogleda na kvalitet, ranije usvojenih u (ISO/IEC 25010, 2011): interni, eksterni kvalitet i kvalitet u upotrebi, ali u skladu sa novim fleksibilnim kvalitativnim okvirom, redefiniše modele kvaliteta predložene u standardu ISO 25010. Prvi pogled na kvalitet u novom modelu, odnosi se na eksterni *kvalitet* i uključuje ranije karakteristike *kvaliteta* iz ISO 25010 standarda kojima je dodat *kvalitet informacija*,



kao nova deveta karakteristika a koja predstavlja stepen u kome softver obezbeđuje informacije koje su tačne, pogodne, pristupačne i usklađene sa zakonom. Drugi pogled na kvalitet u novom modelu, odnosi se na *kvalitet u upotrebi* (QinU) i uključuje četiri karakteristike: *upotrebljivost, zadovoljstvo, bezbednost i fleksibilnost*.

U poređenju sa ISO/IEC 25010, karakteristika *kvalitet u upotrebi* uključuje tri ranije karakteristike *kvaliteta u upotrebi* iz ISO/IEC 25010 standarda (*upotrebljivost, bezbednost i fleksibilnost*), kojima je dodato *zadovoljstvo kvalitetom* kao posebna karakteristika *kvaliteta u upotrebi*, umesto kao podkarakteristika karakteristike *Upotrebljivost u upotrebi* u prethodnom standardu (ISO/IEC 25010).

*Kvalitet u upotrebi* predstavlja stepen u kojem određeni korisnici mogu da ostvare stvarnu upotrebljivost i bezbednost, bez komunikativnih poremećaja u određenom kontekstu korišćenja. *Kvalitet u upotrebi* se ocenjuje ne samo merama i indikatorima učinka korisnika nego i putem instrumenata za merenje subjektivnog zadovoljstva.

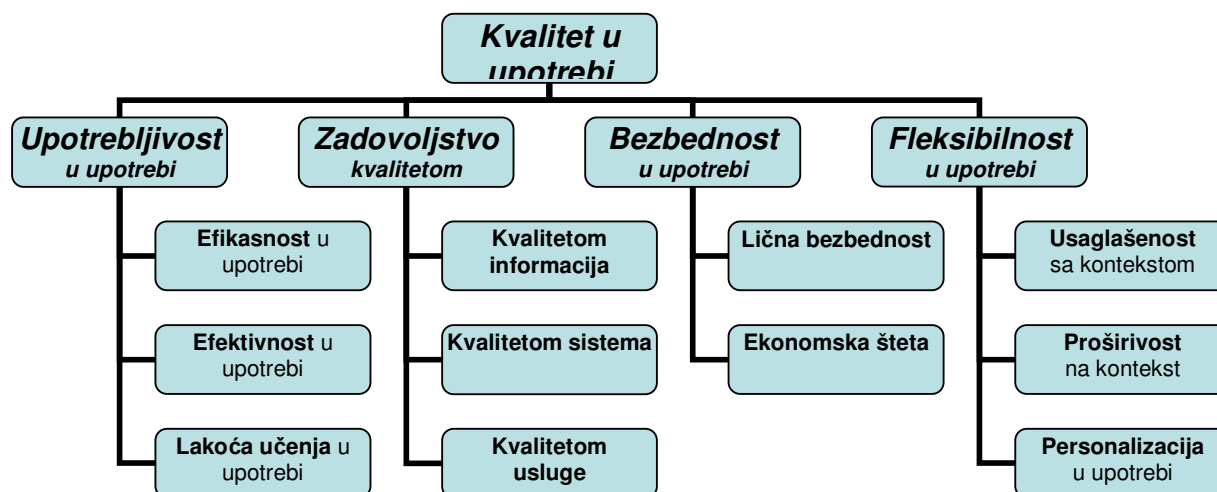
Karakteristika *Upotrebljivost u upotrebi* uključuje dve ranije karakteristike iz ISO/IEC 25010 standarda (*efikasnost i efektivnost*), kojima je dodata *Lakoća učenja* kao nova podkarakteristika. *Upotrebljivost u upotrebi* sada ima šire značenje i predstavlja stepen u kome korisnik ostvaruje određene ciljeve sa efektivnošću, efikasnošću i lakoćom učenja u upotrebi u određenom kontekstu korišćenja. *Upotrebljivost u upotrebi* se meri i vrednuje u realnom operativnom okruženju gde pravi korisnici obavljaju stvarne određene zadatke.

Karakteristika *Zadovoljstvo* je, u odnosu na prethodni standard (ISO/IEC 25010), sada posebna karakteristika *kvaliteta u upotrebi* i ima šire tumačenje jer integriše dimenzije upotrebljivosti i kvaliteta. Razlog za ovo je u činjenici što je kod web aplikacija dodatno naglašena potreba pozitivnog korisničkog iskustva u interakciji s aplikacijom te zadovoljstvo i osećaj ugodnosti korisnika predstavljaju bitan uslov za zadržavanje korisnika. Aktuelni pristupi zadovoljstvu obično procenjuju prvenstveno percepciju korisnika o efektivnosti i efikasnosti, tako da ako korisnici vide proizvod kao efektivan i efikasan, podrazumeva se da oni treba da budu zadovoljni (Hassenzahl, 2002). *Zadovoljstvo* sada ima tri latentne varijable: *kvalitet informacija, kvalitet sistema i kvalitet usluge* (servisa). Sadržaj i format su atributi kvaliteta informacija. *Zadovoljstvo kvalitetom sistema* opisuju četiri atributa (tačnost, lakoća upotrebe, pravovremenost i brzina sistema). Na kraju, *zadovoljstvo uslugom* opisuju: pouzdanost sistema, vreme odziva, osiguranje i empatija.

Treća karakteristika, *Bezbednost u upotrebi* je ostala ista i definisana je kao stepen potencijalno negativnih rezultata koji bi mogli da ugroze sve činioce u planiranim kontekstima upotrebe. *Bezbednost* ima dve podkarakteristike: *Zdravlje i bezbednost*

*operatera* (stepen očekivanog uticaja štete na operatera u namenjenim kontekstima upotrebe), *Komercijalna oštećenja* (stepen očekivanog uticaja ugrožavanja komercijalne imovine ili ugleda u namenjenom kontekstu upotrebe).

Četvrta karakteristika, *Fleksibilnost* je ostala ista i uključuje tri podkarakteristike: *usaglašenost sa kontekstom*, *proširivost na kontekst* i *personalizacija u upotrebi*. *Usaglašenost sa kontekstom* se definiše kao stepen do kojeg upotrebljivost i bezbednost ispunjavaju uslove u svim kontekstima namenjene upotrebe. Ovo obezbeđuje osnovu za merenje stepena u kome je upotrebljivost postignuta u nameranim kontekstima upotrebe. *Proširivost konteksta* se definiše kao stepen upotrebljivosti i bezbednosti izvan prvobitno nameranim kontekstima.



SLIKA 27. MODEL KVALITETA U UPOTREBI ZA WEB GIS APLIKACIJE

Na osnovu iznetih stavova u ovom istraživanju predložen je model kvaliteta u upotrebi Web zasnovanih GIS aplikacija za specijalne namene, koji je kompletno prikazan na slici u Prilogu E. Navedeni model je hijerarhijski i ima četiri nivoa, dok su na Slici 27, zbog prostornih ograničenja, prikazana samo prva tri nivoa.

### **2.3.7. Relativna važnost karakteristika kvaliteta**

Sledeće važno pitanje su odnosi između činilaca kvaliteta definisanih modelom, što nam ukazuju studije (Lazić, 2007). Autori studija (Quirchmayr et al., 2007; Zulzalil et al., 2008) ukazuju da relativna važnost svakog činioaca kvaliteta varira u zavisnosti od izabrane korisničke populacije (tačke gledišta) i domena primene. U nastavku, istraživanje se fokusira na modeliranje odnosa između atributa upotrebljivosti i intenziteta njihovog konkretnog uticaja na upotrebljivost sistema u datom okruženju.

### **2.3.7.1. Metode za određivanje važnosti atributa kvaliteta**

Modeli kvaliteta pružaju niz karakteristika kvaliteta koje su relevantne za širok spektar zainteresovanih strana, kao što su: programeri, integratori sistema, vlasnici, oni koji održavaju, izvođače radova, stručnjaci za obezbeđenje i kontrolu kvaliteta i korisnici.

Međutim, kompletan skup karakteristika kvaliteta ovih modela ne može biti važan za sve vrste korisnika. Dakle, za svaku vrstu korisnika treba uzeti u obzir važnost karakteristika kvaliteta u svakom modelu pre finalizacije skupa karakteristika kvaliteta koje će se koristiti. Relativni značaj karakteristika kvaliteta će zavistiti od visokih ciljeva i zadataka projekta. Prema tome model treba da bude skrojen (prilagođen) pre upotrebe u sklopu dekompozicije zahteva za identifikovanje onih karakteristika i podkarakteristika koje su najvažnije, i dodeljenim resursima između različitih vrsta metrika u zavisnosti od ciljeva i zadataka zainteresovanih strana za proizvod.

Određivanje težina kriterijuma jedan je od ključnih koraka u rešavanju problema višekriterijumske analize. Značaj težina kriterijuma ogleda se u činjenici da težine kriterijuma mogu uticati na konačno rešenje konkretnog višekriterijumskog problema.

Pored činjenice da ne postoji jedinstveno određenje pojma težine kriterijuma, problem određivanja težina kriterijuma dodatno usložava nedovoljno poznavanje mogućih metoda određivanja težina kriterijuma u konkretnoj situaciji odlučivanja. Uzimajući u obzir činjenicu da težine kriterijuma mogu značajno uticati na rezultat procesa odlučivanja, jasno je da se posebna pažnja mora posvetiti objektivnosti težina kriterijuma, što nažalost nije uvek prisutno pri rešavanja praktičnih problema. Poznavanje pravog značenja kriterijuma ima suštinsku važnost za pravilnu primenu metoda i modela.

Način na koji se određuju težine kriterijuma mora biti u skladu sa višekriterijumskim modelom koji će biti korišćen.

Na osnovu analize raspoložive literature može se zaključiti da ne postoji jedinstvena podela metoda određivanja težina kriterijuma već da je ona vršena po potrebi za rešavanje konkretnog praktičnog problema u skladu shvatanjima autora (Milićević and Župac, 2012). Tako su Weber i Borcharding (Weber and Borcharding, 1993) izvršili podelu metoda za određivanja težina kriterijuma na: statističke i algebarske, holističke i dekomponovane, direktne i indirektne i kompenzacione i nekompenzacione.

Teorija odlučivanja, kao specifična multidisciplinarna naučna grana, bavi se sintezom kvantitativnih (matematičkih) metoda i konkretnih problemskih pokazatelja. Time se postiže primenljivost različitih metoda i tehnika odlučivanja u rešavanju problema različite prirode.

U procesu razvoja i usavršavanja metoda višekriterijumske analize razvijeno je više metoda određivanja težina kriterijuma čija se klasifikacija može izvršiti na više načina a koje se, u najopštijem slučaju, mogu podeliti na subjektivne i objektivne. Subjektivni pristupi su zasnovani na određivanju težina kriterijuma na osnovu informacije dobijene od donosioca odluke ili od eksperata uključenih u proces odlučivanja. Subjektivni pristupi odražavaju subjektivno mišljenje i intuiciju donosioca odluke i time donosilac odluke utiče na rezultat procesa odlučivanja. Objektivni pristupi su zasnovani na određivanju težina kriterijuma na osnovu informacije sadržane u matrici odlučivanja primenom određenih matematičkih modela. Za razliku od subjektivnih metoda, objektivne metode isključuju uticaj donosioca odluke na vrednost težina kriterijuma.

Donosioci odluka se u većini slučajeva suočavaju sa većim brojem kriterijuma, koji mogu da budu i suprotstavljeni. U takvoj situaciji nije moguće donošenje odluka na osnovu intuicije i zaključaka zasnovanih na iskustvu, već se nameće potreba za sveobuhvatnim sagledavanjem problema i donošenjem optimalne odluke zavisno od jasnih pokazatelja.

Sa druge strane, potreba za merljivim parametrima i pokazateljima nameće potrebu da se određena stanja koja se izražavaju kvalitativnim (atributivnim) pokazateljima pretvore u brođane podatke, kojima se jednostavnije operiše, odnosno da se kvantifikuju.

Višekriterijumska analiza se svakim danom, sve više, pokazuje kao neizostavna u svim poslovnim aktivnostima u različitim oblastima društva, te stoga ima i sve veći značaj u procesu odlučivanja. Naime, veoma važne odluke se često i ne mogu doneti sa sigurnošću samo na osnovu intuitivnih zaključaka, niti na osnovu površnih pokazatelja.

Kao veoma moćan instrument za poređenje ponuđenih rešenja i za izbor najboljeg, višekriterijumska analiza je nezaobilazan činilac u svim odlukama u savremenom upravljanju sistemima. Višekriterijumske analize ne moraju da se primenjuju samo u poslovnim procesima već i u svim mogućim situacijama u kojima se nudi više mogućnosti i, prilikom izbora, razmatra više kriterijuma.

U praksi se izbor najpovoljnije ponude prepušta subjektivnoj proceni pojedinca koji učestvuju u evaluaciji. Višekriterijumska analiza predstavlja proces donošenja odluke u situacijama kada postoji veći broj kriterijuma.

Određivanje težina kriterijuma metodom parnih poređenja zasniva se na parnom poređenju kriterijuma i proračunu težina primenom određene metode prioritizacije. Donosilac odluke poredi svaki kriterijum sa ostalim i određuje nivo preferentnosti za svaki par kriterijuma. Kao pomoć u određivanju veličine preferentnosti jednog kriterijuma u odnosu na

drugi koristi se ordinalna skala. Jedna od najčešće korišćenih metoda je metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP) (Saaty, 1980).

### **2.3.7.2. Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP)**

Početak sedamdesetih godina, Tomas Sati (Saaty, 1980) razvio je jednu od najpoznatijih metoda naučne analize i donošenja odluka vrednovanjem kriterijuma i varijanta u odnosu na postavljeni cilj – analitički hijerarhijski proces (AHP).

AHP je pristup odlučivanju koji je dizajniran da pomogne u rešavanju složenih višekriterijumskih problema u više područja primene. AHP olakšava analizu složenih problema proisteklih iz neizvesnih situacija i predstavlja moćan alat za donošenje odluka vrednovanjem više kriterijuma. Proces odlučivanja posmatra se kao hijerarhijski proces sa više nivoa. Metoda se zasniva na činjenici da se i najsloženiji problem može razložiti prema sledećoj hijerarhijskoj strukturi: na samom vrhu je cilj, koji se ne poredi ni sa jednim od postojećih elemenata, na prvom nivou ispod njega su kriterijumi, a na donjem nivou hijerarhijske strukture nalaze se varijante. AHP postupno upoređuje alternative i meri njihov uticaj na cilj i tako pomaže u donošenju pravilne odluke.

Analitički hijerarhijski proces sastoji se od četiri osnovne faze (Borović and Milić, 2001):

- struktuiranje problema – polazi se od izrade hijerarhije modela problema odlučivanja sa ciljem na vrhu, a kriterijumima i varijantama na dnu modela;
- prikupljanje podataka – na svakom nivou hijerarhijske strukture u parovima se međusobno upoređuju elementi, i to za sve nivoe celokupne hijerarhije (pri čemu se koristi najpoznatija skala devet tačaka);
- procene relativnih težina – izračunavaju se prioriteta kriterijuma i varijanti radi dobijanja jedinstvenih sopstvenih vektora, odnosno težina za sve elemente na svakom nivou hijerarhije;
- određivanje rešenja problema – na osnovu prethodnih faza i matematičkih proračuna dolazi se do najboljeg izbora.

U radovima (Saaty, 1986; Alphonse, 1997; Harker & Vargas, 1987) definisani su aksiomi na kojima se zasniva AHP. Pojednostavljeno, oni glase:

- Aksiom recipročnosti. Ako je element A n puta značajniji od elementa B, tada je element B  $1/n$  puta značajniji od elementa A.
- Aksiom homogenosti. Poređenje ima smisla jedino ako su elementi uporedivi – npr. ne može se porediti težina komarca i težina slona.

- Aksiom zavisnosti. Dozvoljava se poređenje među grupom elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa, tj. poređenja na nižem nivou zavise od elementa višeg nivoa.
- Aksiom očekivanja. Svaka promena u strukturi hijerarhije zahteva ponovno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji.

Metoda omogućava povezanost svih delova hijerarhije, tako da promena bilo kog faktora utiče na ostale faktore. Prilikom upoređivanja i rangiranja varijanti i odlučivanja koja je od njih u prednosti u odnosu na ostale koriste se tabele u koje se unose podaci. U okviru AHP metode upoređuju se prednosti i nedostaci pojedinih varijanata, kojima se rang određuje u obliku broja. Kriterijumi za odabir određene varijante mogu da imaju različit značaj, pa im se dodeljuju težinski koeficijenti. Metoda je zasnovana na poređenju varijanti u parovima. Težine pojedinih kriterijuma određuju se upoređivanjem kriterijuma u parovima i određivanjem koliko je svaki kriterijum važniji od drugog kriterijuma.

$$S = \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \right\}$$

Jednak značaj dva elementa izražen je ocenom 1, a apsolutni značaj jednog elementa u odnosu na drugi, ocenom 9. Rezultati poređenja elemenata na datom nivou hijerarhije smeštaju se u odgovarajuće matrice poređenja.

TABELA 32: SATIJEVA SKALA RELATIVNOG ZNAČAJA (SAATY, 1980)

Značaj	Definicija	Objašnjenje
9	Apsolutna dominantnost	Dominantnost najvišeg stepena
7	Demonstrirana dominantnost	Dominantnost jednog elementa potvrđena u praksi
5	Jaka dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje znatno favorizuju jedan element u odnosu na drugi
3	Slaba dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje neznatno favorizuju jedan element u odnosu na drugi
1	Isti značaj	Dva elementa su identičnog značaja u odnosu na cilj
2,4,6,8	Međuvrednosti	Potreban kompromis ili dalja podela

Ukoliko postoji  $n$  elemenata koji se porede, rezultati poređenja formiraju matricu  $A$  dimenzija  $n \times n$ . Rezultat poređenja elementa  $i$  u odnosu na element  $j$  smešta se u matricu  $A$  na mestu  $a_{ij}$  (1):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Recipročna vrednost rezultata poređenja se smešta na mestu  $ji$  a da bi se očuvala konzistentnost rasuđivanja. Donosilac odluke poredi  $n$  elemenata korišćenjem skale iz Tabele 3 i rezultate smešta u matricu  $A$ . Na primer, ako je element 1 znatno favorizovan u odnosu na

element 2, na mestu  $a_{12}$  matrice A bio bi broj 5, a na mestu  $a_{21}$  bila bi recipročna vrednost,  $1/5$ .

Prema (Alphonse, 1997), u „savršenom svetu“, kada je matrica A potpuno konzistentna, u kojoj se smeštaju rezultati poređenja, bila bi ista kao kao matrica X (2):

$$x = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

gde je  $w_i$  relativni težinski koeficijent elementa i.

Za ekstrakciju vrednosti vektora težinskih koeficijenata iz matrice A,  $\{w_i\}$ , koje bi bile bliske aproksimacije odgovarajućih elemenata matrice X, predloženo je više različitih metoda. Tako bi se bi se za matricu A prvo odredila njena sopstvena maksimalna vrednost  $\lambda_{\max}$ .

Zatim bi se, kao vektor približnih vrednosti težinskih koeficijenata,  $\{w_i\}$  uzeo odgovarajući vektor sopstvenih vrednosti matrice, jer važi:

$$\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Vektor  $w = \{w_i\}$  može se dobiti rešavanjem sledećeg sistema homogenih linearnih jednačina:

$$Aw = nw \quad \text{ili} \quad (A - nI)w = 0. \quad (4)$$

Prikazani sistem ima netrivialno rešenje ako je determinanta matrice jednaka nuli ( $A - nI$ ).

Kako je svaki red matrice jednak proizvodu prvog reda matrice i konstante, matrica X sada ima rang 1. Zato su sve sopstvene vrednosti jednake nuli, sem jedne, a zbir sopstvenih vrednosti matrice jednaka je tragu matrice. U ovom slučaju trag matrice X jednak je n. Prema tome, n je sopstvena vrednost matrice A i sistem (4) ima netrivialno rešenje. Rešenje se sastoji od pozitivnih elemenata u vektoru rešenja i ono je jedinstveno u granicama date multiplikativne konstante (teorema Perron–Frobenius). Da bi se postiglo da w bude jedinstveno, njegovi elementi se normalizuju tako sto se podele sa njihovom sumom.

Druge tehnike za određivanje vektora težinskih koeficijenata  $\{w_i\}$ , a koje takođe preporučuje Saaty, uključuju sumiranje redova matrice rezultata poređenja i normalizovanje dobijenih suma, jer je:

$$\sum_{j=1}^n \frac{w_i}{w_j} = w_i \left( \sum_{j=1}^n \frac{1}{w_j} \right) \quad i = 1, \dots, n \quad (\text{po redovima}) \quad (5)$$

Vektor težinskih koeficijenata  $\{w_i\}$ , takođe se može dobiti tako što se recipročne vrednosti suma kolona normalizuju s obzirom na to da je:

$$\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{w_j} = \frac{1}{w_j} \left( \sum_{i=1}^n w_i \right) \quad j = 1, \dots, n \quad (\text{po kolonama}) \quad (6)$$

Određeni vektor težinskih koeficijenata množi se sa težinskim koeficijentom elementa sa višeg nivoa koji je korišćen kao kriterijum pri poređenju.

Procedura se ponavlja idući ka nižim nivoima hijerarhije. Težinski koeficijenti se računaju za svaki element na datom nivou i isti se zatim koriste za određivanje tzv. kompozitnih relativnih težinskih koeficijenata elemenata u nižim nivoima.

Pošto se postupak sprovede do poslednjeg nivoa na kome su alternative, na kraju se određuju kompozitni težinski koeficijenti svih alternativa. Zbir ovih koeficijenata je 1, a donosilac odluke raspolaže sa dve ključne informacije: (1) poznat je relativan značaj svake alternative u odnosu na cilj na vrhu hijerarhije (ocena značajnosti) i (2) utvrđen je redosled alternativa po značaju (rangiranje).

AHP spada u popularne metode i zato što ima sposobnost da identifikuje i analizira nekonzistentnosti donosioca odluka u procesu rasuđivanja i vrednovanja elemenata hijerarhije. Čovek je, naime, retko konzistentan pri procenjivanju vrednosti ili odnosa kvalitativnih elemenata u hijerarhiji. AHP na određen način ublažava ovaj problem tako što odmerava stepen nekonzistentnosti i o tome obaveštava donosioca odluka.

Kada bi postojala mogućnost da se precizno odrede vrednosti težinskih koeficijenata svih elemenata koji se međusobno porede na datom nivou hijerarhije, sopstvene vrednosti matrice (1) bile bi potpuno konzistentne. Imajući u vidu da je broj poređenja često veliki ( $n*(n-1)/2$ ), često matrica A nije potpuno konzistentna, odnosno nije ista kao matrica X. Ukoliko se, na primer, tvrdi da je A mnogo većeg značaja od B, B nešto većeg značaja od C, a C nešto većeg značaja od A, nastaje nekonzistentnost što smanjuje pouzdanost rezultata. Redundantnost poređenja u parovima čini da je AHP mnogo manje osetljiv na greške u rasuđivanju. Greške u rasuđivanju mere se tako što se proračunava indeks konzistentnosti (CI) za dobijenu matricu poređenja, a zatim sračunava i stepen konzistentnosti (CR).

Da bi se izračunao stepen konzistentnosti (CR) (11), prvo treba izračunati indeks konzistentnosti (CI) prema relaciji (7):



$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

gde je  $\lambda_{\max}$  maksimalna sopstvena vrednost matrice poređenja. Što je  $\lambda_{\max}$  bliže broju  $n$ , manja će biti nekonzistentnost.

Da bi se izračunalo  $\lambda_{\max}$  (10), prvo treba pomnožiti matricu u kojoj se nalaze rezultati poređenja sa vektorom težinskih koeficijenata (vektorom prioriteta):

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix}, \quad (8)$$

a, zatim se podeli prvi element dobijenog vektora  $\{b_i\}$  sa prvim elementom vektora  $\{w_i\}$ , drugi element sa drugim, itd (9):

$$\begin{bmatrix} \frac{b_1}{w_1} \\ \frac{b_2}{w_2} \\ \dots \\ \frac{b_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_n \end{bmatrix}, \quad (9)$$

Konačno:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (10)$$

Zamenom vrednosti  $\lambda_{\max}$  iz relacije (10) u relaciju (7) određuje se indeks konzistentnosti (CI). Stepen konzistentnosti (CR) (11) predstavlja odnos indeksa konzistentnosti (CI) i slučajnog indeksa (RI):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (11)$$

Slučajni indeks (RI) zavisi od reda matrice, a preuzima se iz Tabele 33 u kojoj prvi red predstavlja red matrice, a drugi slučajni indeks.

TABELA 33: SLUČAJNI INDEKSI RI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.0	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Slučajni indeks (RI) je zavistan od reda matrice i preuzima se iz Tabele 33, u kojoj je red matrice predstavljen u prvom redu, a slučajni indeks u drugom.

Ukoliko je dobijeni stepen konzistentnosti (CR) manji od 0.10, smatra da je rezultat dovoljno tačan i ne treba vršiti korekcije u poređenjima i ponavljanje proračuna. Ali, ukoliko je stepen konzistentnosti veći od 0.10, potrebno je ponovo analizirati rezultate i ustanoviti razloge nekonzistentnosti, ukloniti ih delimičnim ponavljanjem poređenja u parovima.

Međutim, ako i višestruko ponavljanje procedure ne dovede do sniženja stepena konzistentnosti, do tolerantnog limita 0.10, sve rezultate treba odbaciti i ponoviti ceo postupak vrednovanja.

### **2.3.7.3. Određivanje relativne važnosti faktora metodom AHP**

Na osnovu gore navedene diskusije, ova studija koristi AHP pristup kako bi se utvrdili najvažnijih faktori koji utiču na kvalitet u upotrebi Web zasnovanih GIS aplikacija, kao cilja istraživanja. Upitnik se sastoji od niza pitanja a dizajniran je kroz neformalne razgovore sa stručnjacima iz Web i GIS oblasti kako bi proverili tačnosti upitnika i dvosmislenih izraza.

Karakteristike upotrebljivosti su subjektivni pojmovi koji se mogu ocenjivati sa različitih gledišta, koja daju različite rezultate. Obzirom na činjenicu da svi faktori upotrebljivosti nemaju isti značaj u ukupnoj oceni upotrebljivosti, ukazuje se potreba za davanjem razumnih težina ovim faktorima. U ovoj disertaciji, za dodeljivanje težina karakteristikama i podkarakteristikama kvaliteta u upotrebi, u predloženom modelu, usvojena je metodologija pod nazivom Analitičko Hijerarhijski Proces (Saati, 2000). Ova metodologija je izabrana za ovo istraživanje na osnovu karakteristika problema i razmatranja prednosti i nedostataka drugih metodologija.

Kako se u fazi struktuiranja određuju aktuelne karakteristike i podkarakteristike, to je u ovoj studiji urađeno u prethodnom delu, kada je uspostavljen hijerarhijski model kvaliteta u upotrebi prema kome **cilj** predstavlja **kvalitet u upotrebi** Web GIS aplikacije, na koji najviše utiču četiri faktora na sledećem nivou (upotrebljivost, zadovoljstvo, fleksibilnost i bezbednost), povezani sa odgovarajućim atributima na sledećem nivou.

Kada je formiran hijerarhijski model problema, u fazi ocenjivanja, identifikovani su parovi karakteristika i podkarakteristika za svaki nivo u hijerarhiji. Dalje, izvršeno je upoređivanje elemenata u parovima na svakom nivou hijerarhije u odnosu na element na višem nivou.

Da bi se razvio model kvaliteta u upotrebi, koji odgovara korisničkim potrebama određene grupe korisnika, sprovedeno je istraživanje sa 16 ispitanika (10 primarnih

neposrednih korisnika, 3 iz IT podrške i 3 rukovodioca) koji pripadaju različitim grupama potencijalnih korisnika zavisno od njihove korisničke uloge. Na taj način su prikupljeni sudovi ispitanika koji imaju različitu korisničku ulogu (primarni ili sekundarni korisnici) a koji su poslužili da bi se izvagali faktori upotrebljivosti svojstveni za svaku grupu korisnika. AHP predstavlja „kvalitativnu“ tehniku koja se oslanja na rasuđivanje i iskustvo donosioca odluke (eksperta ili ispitanika). Da bi oni izvršili upoređivanje i rangiranje datih karakteristika kvaliteta u upotrebi i njihovih podkarakteristika upotrebljivosti unapred je pripremljena kontrolna lista koja im je prezentovana da uporede i rangiraju date faktore upotrebljivosti.

Istraživanje u prethodnom poglavlju je pokazalo da na kvalitet u upotrebi Web GIS aplikacija najviše utiču 4 osnovna faktora (karakteristike): upotrebljivost u upotrebi, zadovoljstvo u upotrebi, bezbednost u upotrebi i fleksibilnost u upotrebi. Svaki od njih, opisan je sa pripadajućim skupom podkarakteristika i njihovih atributa. Na osnovu uspostavljenog modela kvaliteta, radi lakše primene AHP razvijena je hijerarhijska struktura u četiri nivoa, kao što je prikazano na slici u Prilogu E. Za više nivoa, izvršena su poređenja parova među kombinacijama Upotrebljivosti, Zadovoljstva, Bezbednosti i Fleksibilnosti (nivo 2) na sveukupni kvalitet u upotrebi (nivo 1). Za svaku karakteristiku na nivou 2 ponovljen je postupak poređenja parova među kombinacijama odgovarajućih podkarakteristika. Na primer, za podkarakteristike efektivnost, efikasnost i lakoća učenja (nivo 3) na karakteristiku upotrebljivost u upotrebi (nivo 2). Kompletan upitnik sa svim kombinacijama parova za sve karakteristike i podkarakteristike dat je u Prilogu F.

Kao instrument za prikupljanje individualnih sudova ispitanika korišćen je Upitnik. Za svaki hijerarhijski nivo razvijen je upitnik sa pripadajućim kombinacijama parova. Upitnik je sastavljen tako da ispitanici po redosledu, upoređuju parove faktora i donose svoje sudove i vezi njihove dominantnosti nad faktorom na višem nivou. Svaki sud ispitanika u pogledu intenziteta dominacije faktora iz jedne kolone nad faktorom iz druge, na kvalitet u upotrebi, naznačen je izborom jedne ćelije u svakom redu. Svoj sud oni mogu rangirati (skalirati) na skali intervalnog tipa od devet tačaka, preporučene od Saati (Saati, 1980) u Tabeli 3, pri čemu vrednost 1 pokazuje da oba upoređivana faktora imaju jednak nivo uticaja (dok vrednost 9 pokazuje da jedan faktor ima ekstremno više uticaja) na faktor koji je pod uticajem (na višem nivou hijerarhije). Ako je ispitanik izabrao ćeliju levo od "jednako", komponenta u *koloni 1* dominira nad *kolonom 2*.

Da bi dobili zbirni sud grupe, izračunata je geometrijska sredina svih pojedinačnih presuda poređenih parova za svako pitanje. Korišćenjem ovih zbirnih grupnih sudova, generisane su matrice poređenih parova.

Kao rezultat toga konstruisan je mrežni model koji se sastoji od relevantnih faktora i odnosa među njima (faza proračuna). U AHP metodi, relativni značaj svakog faktora se procenjuje na osnovu poređenja između svih faktora od strane ispitanika. Konačni ishod ove metode je prosečna težina koja je dodeljena svakom faktoru upotrebljivosti. Na osnovu matrice parnih poređenja, za izračunavanje težina tih faktora usvojen je pristup sopstvenog vektora koji odgovara najvećoj sopstvenoj vrednosti ( $\lambda_{\max}$ ). Time su dobijeni težinski koeficijenti svih elemenata koji mogu da posluže za rangiranje po prioritetu (*Priority ranking*). Za donosioca odluka, težinski koeficijenti predstavljaju meru relativnog značaja elemenata ili *koeficijente relativne važnosti* karakteristika, podkarakteristika ili atributa kvaliteta u upotrebi. Zbir svih težinskih koeficijenata elemenata na istom nivou u hijerarhiji je jednak 1.00.

Matrice poređenja i težinske vrednosti elemenata prikazane su u Prilogu G (Tabela 1- 8) za neposredne korisnike (primarna grupa) po sledećem redosledu: Upotrebljivost u upotrebi (sa podkarakteristikama od U1 – U3), Zadovoljstvo (sa podkarakteristikama od Z1-Z3), Bezbednost u upotrebi (sa podkarakteristikama od B1- B2) i Fleksibilnost u upotrebi (sa podkarakteristikama od F1-F2), težine (W) i Index konzistentnosti (CR) (Prilog G).

U Tabeli 9 na kraju Priloga G prikazane su težine, koje predstavljaju važnost svih karakteristika, njihovih potkarakteristika i pripadajućih atributa za procenu Kvaliteta u upotrebi za neposredne korisnike.

Na isti način dobijene su težine kako za sekundarne korisnike tako i za indirektno. U Prilogu G, u nastavku, date su i matrice poređenja i težine elemenata kako za sekundarne korisnike tako i za indirektno korisnika kao i kompletan pregled svih karakteristika, njihovih potkarakteristika i pripadajućih atributa za procenu Kvaliteta u upotrebi.

U Prilogu H data je kompletna specifikacija zahteva za kvalitetom u upotrebi Web GIS aplikacija za specijalne namene, gde su jasno definisane karakteristike, podkarakteristike i atributi, kao i njihova važnost. iz perspektive sva tri tipa korisnika (za neposredne, sekundarne i indirektno korisnike). Uoredni pregled koeficijenta relativne važnosti faktora kvaliteta u upotrebi dat je u Tabeli 34.

TABELA 34: UPOREDNI PREGLED KOEFICIJENTA RELATIVNE VAŽNOSTI FAKTORA KVALITETA U UPOTREBI ZA NEPOSREDNE, SEKUNDARNE I INDIREKTNE KORISNIKE

	Koeficijent važnosti			Koeficijent važnosti			Koeficijent važnosti									
	I nivo	Prim	Sek	Ind	II nivo	Prim	Sek	Ind	III nivo	Prim	Sek	Ind				
<b>Kvalitet u upotrebi (QinU)</b>	<b>U</b>	<b>0.279</b>	<b>0.345</b>	<b>0.380</b>	U1	0.072	0.243	0.220								
					U2	0.649	0.629	0.562								
					U3	0.279	0.129	0.218								
	<b>Z</b>	<b>0.560</b>	<b>0.176</b>	<b>0.203</b>	Z1	0.599	0.289	0.314	Z11	0.833	0.75	0.833				
									Z12	0.167	0.25	0.167				
					Z2	0.076	0.474	0.526	Z21	0.548	0.501	0.339	Z22	0.281	0.265	0.298
													Z23	0.103	0.079	0.209
													Z24	0.068	0.155	0.154
													Z31	0.119	0.124	0.121
					Z3	0.325	0.238	0.159	Z32	0.489	0.419	0.422	Z33	0.220	0.185	0.266
													Z34	0.172	0.271	0.190
	<b>B</b>	<b>0.050</b>	<b>0.148</b>	<b>0.101</b>	B1	0.25	0.167	0.25								
					B2	0.75	0.833	0.75								
	<b>F</b>	<b>0.111</b>	<b>0.331</b>	<b>0.317</b>	F1	0.638	0.693	0.637								
					F2	0.101	0.095	0.194								
					F3	0.261	0.212	0.169								

Specifikacija zahteva zasnovana je na modelu upotrebljivosti razvijenom u predhodnom poglavlju (Prilog E) sa ciljem da se prikupe potrebe zainteresovanih grupa.

Tabela 35 prikazuje uporedni pregled ranga prioriteta važnosti faktora kvaliteta u upotrebi za neposredne, sekundarne i indirektno korisnike.

TABELA 35: UPOREDNI PREGLED RANGA PRIORITETA VAŽNOSTI FAKTORA KVALITETA U UPOTREBI ZA NEPOSREDNE, SEKUNDARNE I INDIREKTNE KORISNIKE

	Rang prioriteta			Rang prioriteta			Rang prioriteta								
	I nivo	Prim	Sek	Ind	II nivo	Prim	Sek	Ind	III nivo	Prim	Sek	Ind			
<b>U</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	U1	3	2	2								
				U2	1	1	2								
				U3	2	3	3								
<b>Z</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	Z1	1	2	2	Z11	1	1	1				
								Z12	2	2	2				
				Z2	3	1	1	Z21	1	1	1	Z22	2	2	2
												Z23	3	4	3
												Z24	4	3	4
												Z31	4	4	4
				Z3	2	3	2	Z32	1	1	1	Z33	2	3	2
												Z34	3	2	3
<b>B</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	B1	2	2	2								
				B2	1	1	1								
<b>F</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	F1	1	1	1								
				F2	3	3	2								
				F3	2	2	3								

### **3. PLANIRANJE MERENJA**

Nakon definisanja ključnih činilaca (karakteristika, podkarakteristika i atributa) koji potencijalno doprinose kvalitetu Web aplikacije i njihovih međusobnih odnosa, u vidu modela kvaliteta, identifikovan je njihov relativni značaj u odnosu na ciljeve i zadatke zainteresovanih strana za proizvod. U ovoj fazi procesa evaluacije potrebno je izabrati odgovarajuće metrike i uspostaviti opsege njihove prihvatljivosti.

#### **3.1. IZBOR METRIKA**

Da bi se obezbedio zahtevani kvalitet, potrebno je meriti i vrednovati mnoge karakteristike koje omogućavaju utvrđivanje kvaliteta softvera, pri čemu metrika kvaliteta softvera ima značajnu ulogu. Prema ISO standardu (Ted & Angelika, 2006) utvrđeno je merenje kao postupak utvrđivanja količine, veličine ili stepena (nečega) korišćenjem standardnog skupa mera i postupka merenja definisanog metrikom dok **metrika** definiše sistem ili standard merenja; skale i jedinice merenja za praćenje indikatora efikasnosti. Izbor metrika je korak u kom se definišu metrike kvaliteta koje će se koristiti za evaluaciju svake karakteristike.

Iako se može učiniti da je područje metrika kvaliteta definisano, a primena metrika za praćenje i vrednovanje kvaliteta i upotrebljivosti jasna, dosta je toga nedorečeno. Nedostaje formalizacija područja vrednovanja i merenja različitih pokazatelja kvaliteta.

##### ***3.1.1. Merenje upotrebljivosti***

Meriti znači, po određenim propisima, pridružiti izvesnom objektu određeni broj koji se tada obično naziva veličina. Meri se tako što se utvrđuje koliko puta se veličina kojom se meri (obično se naziva jedinična mera) sadrži u veličini koja se meri. Rezultat merenja veličine je broj, i potrebno je dobro razlikovati veličinu i broj koji se dobija njenim merenjem. Taj broj, zajedno sa imenovanjem jedinice veličine, zove se merni broj ili brojna vrednost veličine.

Za merenje kvaliteta softvera, prema ISO modelu kvaliteta, koriste se interne, eksterne i metrike kvaliteta u upotrebi.

**Interne metrike** mogu se primeniti na softverske proizvode koji se ne izvršavaju (kao što su specifikacije ili izvorni kod) za vreme projektovanja i kodiranja. U toku projektovanja softverskog proizvoda, međuproizvodi mogu da se vrednuju korišćenjem internih metrika koje mere unutrašnja svojstva. Osnovna namena internih metrika je obezbeđenje postizanja

zahtevanog eksternog kvaliteta i kvaliteta u upotrebi. Interne metrike obezbeđuju pomoć korisnicima, osobama koje vrše vrednovanje, osobama koje vrše testiranje i projektantima, omogućavaju vrednovanje kvaliteta softverskog proizvoda i ukazuju na elemente kvaliteta mnogo ranije nego što softverski proizvod postane izvršiv. Interne metrike mere interne attribute ili pokazuju eksterne attribute analizom statičkih svojstava međuproizvoda ili softverskog proizvoda koji se isporučuje. Merenja internih metrika koriste učestalost kompozicije softverskih elemenata koji se, na primer, pojavljuju u naredbama izvornog koda, dijagrama upravljanja, toka podataka i prikazima promene stanja.

*Eksterne metrike* koriste merenja softverskog proizvoda koje su izvedene iz merenja ponašanja sistema čiji je on deo, testiranjem, izvršavanjem i posmatranjem softvera koji se izvršava ili sistema. Pre naručivanja ili korišćenja softverskog proizvoda, treba ga vrednovati korišćenjem metrika koje su zasnovane na poslovnim objektima povezanim sa upotrebom, eksploatacijom i upravljanjem proizvodom u specificiranom organizacionom i tehničkom okruženju. Eksterne metrike obezbeđuju pomoć korisnicima, osobama koje vrše vrednovanje, osobama koje vrše testiranje i projektantima i omogućavaju im vrednovanje kvaliteta softverskog proizvoda u toku testiranja ili izvršavanja.

*Metrike kvaliteta u upotrebi* se odnose na stepen do kog proizvod ispunjava potrebe korisnika radi postizanja specificiranih ciljeva sa efektivnošću, produktivnošću, bezbednošću i zadovoljstvom u kontekstu upotrebe. Vrednovanje kvaliteta u upotrebi vrši validaciju kvaliteta softverskog proizvoda u scenarijima korisnik – zadatak.

Veza između kvaliteta u upotrebi i drugih karakteristika kvaliteta softverskog proizvoda zavisi od vrste korisnika:

- za krajnjeg korisnika kvalitet u upotrebi je uglavnom rezultat funkcionalnosti, pouzdanosti, upotrebljivosti i efikasnosti;
- za lica koja su odgovorna za implementaciju softvera kvalitet u upotrebi je uglavnom rezultat pogodnosti za održavanje;
- za lica koja prenose softver kvalitet u upotrebi je uglavnom rezultat prenosivosti;

### ***3.1.2. Metrike upotrebljivosti***

U najvećem broju inženjerskih i naučnih oblasti postoje standardizovana sredstva za procenu (merenje) i upoređivanje fenomena od interesa. Na žalost, na polju računarske tehnike čini se da postoji znatno neslaganje koje se tiče toga kako treba proceniti nešto tako osnovno kao što je upotrebljivost računarskog sistema. Na žalost, bez izvođenja

normalizacije mera, upoređivanje performansi različitih računarskih sistema se ne može jednostavno direktno izvesti.

Na polju kvaliteta predložen je i korišćen veliki broj metrika upotrebljivosti. Treba pri ovome imati u vidu činjenicu da veliki broj faktora utiče na upotrebljivost, tako da donošenje odluke šta od ponuđenog izabrati nije uvek lako i jednostavno. Ponekad jedan faktor može da ima veću težinu u odnosu na drugi, iako važan aspekt može predstavljati i neki treći faktor.

Osnovne karakteristike kvaliteta u upotrebi računarskih sistema obično se izražavaju sledećim merama:

- broj (count) - koliko puta se neki događaj javlja,
- trajanje (duration) - trajanje nekog vremenskog intervala,
- veličina (size) - obim nekog parametra.

Na osnovu izmerenih vrednosti, moguće je odrediti aktuelnu vrednost koju želimo koristiti za određivanje upotrebljivosti sistema. Ova vrednost se naziva metrika upotrebljivosti. Izmerene vrednosti, kakve su recimo broj, vremenski interval i veličina, mogu se direktno koristiti kao metrike upotrebljivosti. Ipak, često, sa ciljem da izvedemo metriku o brzini, od interesa je da se normalizuje mera kakva je, na primer broj u odnosu na neku standardizovanu vremensku jedinicu. Kao rezultat ovakve normalizacije dobijamo metriku, koja se naziva **propusnost** (*throughput* ili *rate metric*). Propusnost se izračunava deljenjem vrednosti koja odgovara broju događaja koji su se javili u datom vremenskom intervalu, sa vremenskim intervalom opservacije. Obzirom da je ovakva metrika upotrebljivosti normalizovana u odnosu na standardizovanu vremensku bazu, kakva je sekunda, ona je korisna za upoređivanje različitih merenja koja se obavljaju za različite vremenske intervale.

Izbor metrike koje će zadovoljiti potrebu za ispitivanjem i kvantifikovanjem procesa zavisi od mnogo činjenica koje treba ispitati. Metrike bi trebalo da budu izabrane iz skupova definisanih serijom standarda ISO/IEC 2502n (Merenje kvaliteta) i prilagođene konkretnom projektu. Ukoliko ponuđeni skupovi ne zadovoljavaju potrebe projekta, moguće je definisati i dodati nove metrike. U nastavku disertacije će biti predstavljene najznačajnije metrike za vrednovanje i procenu kvaliteta i upotrebljivosti softverskih proizvoda.

Opšte je prihvaćeno da objektivne mere za ocenu upotrebljivosti zavise od efikasnosti, efektivnosti i zadovoljstva.

Definicija *efikasnosti* glasi: “preciznost i potpunost ostvarenja cilja u odnosu na potrošene resurse”. U najjednostavnijem smislu, pod resursima se posmatra utrošeno vreme.



Međutim, efikasnost, ako želimo, možemo takođe posmatrati i kroz uloženi trud, jer je poželjno da korisnik koristi sistem uz što manje napora.

Tako bi metrike efikasnosti sistema mogle biti:

- Vreme potrebno za obavljanje izabраниh zadataka.
- Broj pojedinačnih akcija potrebnih za obavljanje zadatka.
- Vreme potrošeno na čitanje dokumentacije.
- Vreme potrošeno na pretraživanje Interneta.
- Vreme potrošeno na otklanjanje grešaka.

Prve dve metrike bi mogle predstavljati vreme i trud. Vreme i broj akcija obično stoje u međuzavisnosti, mada to ne mora obavezno biti slučaj. Neke akcije traju duže nego druge, pa ih je nekad potrebno razbiti sve do broja pritisaka na tipku ili klikova mišem.

Prema ISO standardu, *efektivnost* se definiše kao “preciznost i potpunost kojom korisnici postižu određeni zadatak”. U kontekstu osnovne definicije ovo znači stepen u kojem je zadatak obavljen, zadatim alatom, od strane konkretnog korisnika, u konkretnom okruženju.

Osnovne metrike efektivnosti, odnosno kategorije za poblіže ispitivanje i merenje, su:

- Odnos uspešnog i neuspešnog ispunjavanja zadatka.
- Frekvencija upotrebe pojedinih komandi odnosno mogućnosti/funkcija programa.
- Broj i obim problema koje ima korisnik pri ispunjavanju zadatka.
- Kvalitet izlaza.

Odnose uspeha i neuspeha posmatramo na nivou čitavog zadatka ili pojedinih podzadataka. Frekvencija upotrebe pojedinih mogućnosti nas upućuje na probleme sa efektivnošću sistema, na primer: Da li postoji redundantna (dvostruka, nepotrebna) funkcionalnost? Zašto se pojedine komande ne koriste? Da li su uopšte potrebne? Da li postoji neki drugi, efikasniji način rešavanja problema? I tako dalje..

Zavisno od problema, izlaz koji proizvede korisnik može biti ili ispravan ili pogrešan, odnosno može imati nivo prihvatljivosti. Tačan nivo prihvatljivog izlaza definišemo imajući u vidu zadatak.

Definicija *zadovoljstva* prema ISO standardu je: “komfor i prihvatljivost sistema”. Očito, ovo je teško izraziti na merljiv način. Jedina mogućnost jeste da izvršimo eksperiment na korisnicima, tj. da ih zamolimo da koriste naš sistem i zatim da opišu koliko su zadovoljni njegovim radom. Dakle, zadovoljstvo predstavlja udobnost korisnika i pozitivan stav prema

upotrebi sistema (ili ukupno korisničko mišljenje o proizvodu) mereno skalama stavova ocena (Na primer, na Likertovoj skali od 1 (veoma loše) do 5 (veoma dobro)).

Osim ovih osnovnih karakteristika upotrebljivosti, u ovoj disertaciji je dokazano da na upotrebljivost utiče i *lakoća učenja* i *fleksibilnost*.

Da bi bilo moguće koristiti sistem efektivno i što je brže moguće, potrebno je da on bude lagan za učenje korisnicima. *Lakoća učenja* je prvo što korisnici primećuju na sistemu, pa će verovatno doprineti njihovom prvom utisku. Važno je da sistem bude brzo naučen, pošto su troškovi obuke visoki, a poslodavac bi voleo da korisnici što pre budu produktivni. Pored toga, povećano vreme obuke povećava trošak prelaska na novi sistem, što bi moglo učiniti promenu sistema neprofitabilnom kratkoročno ili čak dugoročno ako se kadar često menja.

Neki ljudi vole da uče nove stvari ili posmatraju to kao izazov, ali to nije uvek tako. Zato se kod mnogih može javiti otpor prilikom učenja, jer jednostavno mrze da uče nove sisteme. Korisnici obično žele da što pre počnu obavljati zadatke i pri tome često prave greške ili nesmotrene stvari.

Kada govorimo o lakoći učenja, očito je najvažniji pojam vreme potrebno da korisnik počne koristiti sistem. Ali mogu se meriti i neke druge stvari, te zato možemo proširiti uobičajeni skup metrika sledećim kriterijumima:

- Vreme potrebno da se nauči sistem.
- Vreme potrebno da se postigne odabrani kriterijum performansi.
- Teškoće uočene prilikom sticanja potrebnog znanja.
- Vreme potrebno za održavanje znanja o sistemu
- Vreme potrebno za ponovno učenje sistema nakon određenog vremena bez korišćenja.

Ali jednostavnost učenja ne uključuje samo vreme provedeno na učenje, nego i meru koliko je sistem uspešno naučen. Neki od kriterijuma koji mogu poslužiti za ovo su:

- Učestalost grešaka.
- Učestalost neke konkretne greške.
- Učestalost upotrebe Interneta za pomoć.
- Broj situacija kada je korisniku bila potrebna pomoć za neki problem.

Shackel (Shackel, 1991) je definisao *fleksibilnost* kao „dozvoljenu adaptaciju na određeni nivo varijacije u zadatku i/ili okruženju”. Očito da je pri formulisanju ove definicije ključni uticaj imala ergonomija, jer se govori o adaptaciji proizvoda zadatku a ne korisniku, dakle ne govori se o svesnoj operaciji „adaptiranja” od strane korisnika. Međutim, proizvod se može koristiti u različitim okruženjima, sa različitim zadacima i korisnicima, što može uticati na

upotrebljivost. Naime, veliki broj programa se prodaju danas kao izvršni fajlovi, što znači da se oni mogu izvršavati samo na određenoj familiji procesora i pod određenim operativnim sistemom. Ako želimo da te programe prebacimo da se izvršavaju na nekom drugom procesoru naići ćemo na nepremostive teškoće. Zato se mora imati u vidu kontekst u kome se namerava upotreba proizvoda, jer proizvod koji je upotrebljiv u jednom kontekstu upotrebe ne mora biti upotrebljiv u drugom kontekstu. Zato je neophodno proširiti definiciju fleksibilnosti tako što će se uključiti i mogućnost korišćenja proizvoda u različitim kontekstima upotrebe.

Iz tog razloga veoma je važno uspostaviti metod za merenje sposobnosti prilagođavanja aplikacije zahtevima koji su specifični za kontekst u kome će se koristiti ili se namerava njeno korišćenje.

Osnovne metrike *fleksibilnost* za ispitivanje i merenje su:

- stepen postignute upotrebljivosti u nameravanom kontekstu upotrebe.
- stepen postignute upotrebljivosti izvan prvobitno nameravanog konteksta.
- stepen do kojeg korisnici mogu da izmene aplikaciju radi prilagođenja specifičnim željama i potrebama korisnika

### ***3.1.3. Definisane metrike kvaliteta u upotrebi za Web GIS***

Pravilan izbor metrika od presudne je važnosti za poboljšanje procene kvaliteta. Nepravilno odabrana metrika može dovesti do ponašanja ispod optimalnog nivoa i dovesti ljude daleko od pravih ciljeva.

Da bismo svakom atributu dodelili metriku, najpre su identifikovane elementarne metrike upotrebljivosti kojima se izabrani atributi mogu kvantifikovati. Izabrane metrike su klasifikovane u *direktne* i *indirektne*. Da bi dizajnirali metrike, jasno su definisane aktivnosti merenja kroz specificiranje metoda (merenja ili računanja) i skala metrike. Za direktne metrike izabran je metod merenja koji će se primenjivati za dobijanje odgovarajućih mera. Za indirektne metrike, najpre je utvrđena povezanost metrika i identifikovani su atributi koje povezane metrike kvantifikuju, a zatim je definisan metod računanja. Sve metrike su izražene u odgovarajućim jedinicama a neke su definisane za više atributa.

Skup vrednosti sa definisanim svojstvima predstavlja skalu koja može biti diskretnog ili kontinuiranog tipa. Tip skale zavisi od prirode odnosa između vrednosti na skali i utiče na izbor aritmetičkih i statističkih operacija koje se mogu izvoditi nad njenim vrednostima. Nakon izbora metrike, možemo izvesti (izvršiti) proces merenja.

Za dalju efikasnu analizu, sve navedene tradicionalne metrike prikupljenih podataka o upotrebljivosti mogu se kombinovati u jednu uniformnu skalu upotrebom metoda standardizacije. U zavisnosti od tipa prikupljenih podataka, za konverziju prikupljenih podataka u standardizovane metrike koriste se dve različite metode. Ove statističke tehnike zadržavaju kompletnost metrika upotrebljivosti, ali smanjuju konfuziju. Izvedene metrike upotrebljivosti izražene su u procentima nivoa kvaliteta i obezbeđuju smisleno poređenje kroz različite procese, što je zapravo nedostatak analiza tradicionalnih metrika upotrebljivosti.

Interpretacija kvaliteta u upotrebi preko jedne metrike obezbeđuje lakše poređenje proizvoda od razmatranja pojedinačnih komponenti metrike.

Izbor dobre metrike upotrebljivosti nije uvek trivijalan zadatak jer zavisi od onoga šta želimo da prikažemo kao rezultat i na koji način da izmerimo vrednosti. Polaznu osnovu za definisanje metrika predstavljaju jasno definisane karakteristike, podkarakteristike i atributi kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija, u prethodnoj fazi procesa evaluacije. Nakon identifikovanja objekata koji su od interesa za merenje određena je važnost svakog od njih.

*Kvalitet u upotrebi* predstavlja stepen u kojem određeni korisnici mogu da ostvare stvarnu upotrebljivost i bezbednost, bez komunikativnih poremećaja u određenom kontekstu korišćenja. Kvalitet u upotrebi se ocenjuje ne samo merama i indikatorima učinka korisnika nego i putem instrumenata za merenje subjektivnog zadovoljstva.

*Upotrebljivost u upotrebi* sada ima šire značenje i predstavlja stepen u kome korisnik ostvaruje određene ciljeve sa efektivnošću, efikasnošću i lakoćom učenja u upotrebi u određenom kontekstu korišćenja. Upotrebljivost u upotrebi se meri i vrednuje u realnom operativnom okruženju gde pravi korisnici obavljaju stvarne određene zadatke.

U ovoj disertaciji, metod za kvantifikovanje identifikovanih atributa kvaliteta u upotrebi koristi šest elementarnih metrika, od kojih su četiri direktne a dve indirektno.

Četiri elementarne metrike koje se dobijaju direktno, merenjem i vrednovanjem u realnom operativnom okruženju, gde pravi korisnici obavljaju stvarne određene zadatke, su:

- vreme izvršenja zadatka (*Task Time*),
- broj kompletiranih zadataka (*Task completion*),
- broj grešaka (*Error Counts*) i
- stepen zadovoljstva (*Satisfaction Scores*).

Vreme izvršenja zadatka je metrika kojom se procenjuje *efikasnost*, a utvrđuje se merenjem vremena koje protekne za vreme izvršenja zadatka. U kontekstu osnovne definicije, *efektivnost* predstavlja preciznost i potpunost obavljanja zadatka, od strane

konkretnog korisnika, u konkretnom okruženju i procenjuje se utvrđivanjem broja kompletiranih zadataka i broja grešaka. **Zadovoljstvo** predstavlja prosečnu vrednost odgovora na upitnik zadovoljstva, čija pitanja se odnose na kvalitet informacija, kvalitet sistema i kvalitet usluga. Za merenje subjektivnog zadovoljstva korisnika, koriste se mehanizmi upitnika, koji se zasnivaju isključivo na gledištu krajnjeg korisnika.

**Bezbednost** u upotrebi je definisana kao stepen očekivanog uticaja štete na operatera i ugrožavanja komercijalne imovine ili ugleda u namenjenim kontekstima upotrebe. Zadovoljstvo i bezbednost se utvrđuju ekspertskom i/ili korisničkom procenom. Opseg mera se kreće od 1 do 5 na Likertovoj skali sudova.

Diskretnim tipovima podataka pripadaju broj grešaka i broj kompletiranih zadataka, dok vreme i stepen zadovoljstva pripadaju kontinuiranom tipu podataka.

Da bi se osigurao sistematski pristup za procenu upotrebljivosti u Tabelama 36 i 37 su prikazane odgovarajuće direktne i indirektne metrike atributa za procenu upotrebljivosti i karakteristika Web GIS aplikacija.

TABELA 36: SPECIFIKACIJA DIREKTNIH METRIKA ATRIBUTA

Rb	Metrika	Tip podatka	Metod merenja/izračunavanja	Jedinica mere	Skala
1	vreme izvršenja zadatka ( <i>Task Time</i> )	Kontinuirani	Utvrđuje se merenjem vremena koje protekne za vreme izvršenja zadatka.	sekunde	Skup celih, pozitivnih brojeva
2	broj kompletiranih zadataka ( <i>Task Completion</i> )	Diskretni (binarni)	Utvrđuje se merenjem broja izvršenih zadataka.	Broj Izvršenih zadataka	Skup celih, pozitivnih brojeva
3	broj grešaka ( <i>Error Counts</i> )	Diskretni (binarni)	Utvrđuje se merenjem broja grešaka za vreme izvršenja zadatka.	Broj grešaka	Skup celih, pozitivnih brojeva
4	stepen zadovoljstva ( <i>Satisfaction Scores</i> )	Kontinuirani	Utvrđuje se korisničkom ili ekspertskom procenom i izražava stepen zadovoljstva. Izrazito je subjektivan po prirodi. Najpogodniji način utvrđivanja ovog elementarnog indikatora je anketa.	Broj (ocena)	Skup celih, pozitivnih brojeva. Opseg mera se kreće od 1 do 5 na Likertovoj skali.

Međutim, za vrednovanje Lakoće učenja i Fleksibilnosti identifikovane su dve indirektne metrike (Tabela 37) koje se dobijaju izračunavanjem preko zadatih formula, i to:

- stepen učenja,
- stepen prilagođavanja kontekstima,

**Lakoća učenja** se može dobiti direktnim merenjem subjektivne procene eksperta i/ili korisnika a može i indirektno izračunavanjem. Direktno merenje podrazumeva da se za odabrane korisnike - početnike meri vreme izvršavanja određenih zadataka. Može se

posmatrati kao stepen u kome korisnici uče kako da koriste pojedine proizvode u određenim kontekstima. Potrebno je napraviti razliku između korisnika sa određenim iskustvom u korišćenju računara i korisnika koji ne poseduju takvo iskustvo. Dakle, da bi se izračunao stepen učenja, utvrđuje se povećanje produktivnosti izmerene u dve uzastopne pojedinačne ponovljene sesije evaluacije istog zadatka. Stepen učenja se matematički izračunava preko formule (12):

$$\text{Stepen Učenja} = \frac{\partial(\text{TES})}{\partial t} \quad (12)$$

U ovoj formuli TES predstavlja efektivnost zadatka (eng. *Task Effectiveness*),  $t$  predstavlja broj ponavljanja evaluacionog zadatka, tj. broj sesije zadatka a  $\partial$  je standardna matematička oznaka za stepen promene.

Međutim, kada se testira upotrebljivost jednog proizvoda, može se koristiti mera za *relativnu efikasnost* koja pokazuje dostignuti stepen svakog korisnika na krivi učenja. Relativna efikasnost korisnika se definiše kao odnos (izražen u procentima) efikasnosti bilo kog korisnika i efikasnosti ekspertske korisnika u istom kontekstu. Matematički *Relativna Korisnička Efikasnost (RKE)* se može izračunati preko sledećih formula (13):

$$\text{RKE} = \frac{\text{Korisnička Efikasnost}}{\text{Efikasnost Eksperta}} \times 100\% \quad (13)$$

ili

$$\text{RKE} = \frac{\text{Korisnička Efektivnost}}{\text{Efektivnost Eksperta}} \times \frac{\text{Ekspersko Vreme Na Zadatku}}{\text{Korisničko Vreme Na Zadatku}} \times 100\%$$

TABELA 37: SPECIFIKACIJA INDIREKTNIH METRIKA ATRIBUTA

Rb	Metrika	Tip podataka	Metod merenja/izračunavanja	Jedinica mere	Skala
1	Stepen učenja	Kontinuirani	Utvrdjuje se izračunavanjem Relativne korisničke efikasnosti kao odnos efikasnosti bilo kog korisnika i efikasnosti ekspertske korisnika u istom kontekstu	%	Skup celih, pozitivnih brojeva. Opseg mera se kreće od 0 do 100%
2	Stepen prilagodavanja kontekstima	Kontinuirani	Utvrdjuje se izračunavanjem Relativne eksperstske efikasnosti kao odnos efikasnosti ekspertske korisnika izvan nameravanih konteksta i efikasnosti ekspertske korisnika u prvobitno nameravanim kontekstima upotrebe	%	Skup celih, pozitivnih brojeva. Opseg mera se kreće od 0 do 100%

Najpre se meri Relativna Efikasnost Korisnika svakog pojedinačnog korisnika, a zatim se izračunava prosečan broj svih korisnika za određenu grupu korisnika. Ekspertske korisnik je definisan kao lice koje je potpuno obučeno i ima značajno iskustvo za korišćenje proizvoda. Ako je na raspolaganju više stručnjaka, onda ekspertska efektivnost i ekspersko vreme na

zadatku može biti prosek rezultata postignutih od strane svih eksperata. Očigledno, ako su na raspolaganju više stručnjaka, mogu se dobiti pouzdaniji prosečni podaci.

**Fleksibilnost** u upotrebi se definiše kao stepen u kome je upotrebljivost postignuta u nameranim kontekstima upotrebe ili izvan prvobitno nameranih konteksta. Fleksibilnost se može dobiti direktnim merenjem subjektivne procene eksperta i/ili korisnika a može i indirektno izračunavanjem relativne efikasnosti. Dakle, relativna efikasnost ekspertske korisnika (i/ili korisnika) se definiše kao odnos (izražen u procentima) efikasnosti ekspertske korisnika (i/ili korisnika) izvan nameranih konteksta i efikasnosti ekspertske korisnika (i/ili korisnika) u prvobitno nameranim kontekstima upotrebe. Da bi se izračunao stepen prilagođenja kontekstima za koje nije namenjen, utvrđuje se promena produktivnosti izmerene u dve uzastopne pojedinačne ponovljene sesije evaluacije istog zadatka u nameranom i ne nameranom kontekstu.

Matematički, *Relativna Ekspertska Efikasnost (REE)* se može izračunati preko sledećih formula (14):

$$\text{REE} = \frac{\text{Efikasnost eksperta izvan nameranih konteksta}}{\text{Efikasnost eksperta u nameranim kontekstima}} \times 100\% \quad (14)$$

ili

$$\text{REE} = \frac{\text{EfektivnostEkspertaIzvanNamKont}}{\text{EfektivnostEkspertaUNamKont}} \times \frac{\text{EkspertskoVremeNaZadatkuUNamKont}}{\text{EkspertskoVremeNaZadatkuIzvanNamKont}} \times 100\%$$

### ***3.1.4. Metode normalizacije metrika***

U istraživanjima se jako često javlja potreba da se vrednosti entiteta na različitim varijablama međusobno uporede. Poređenjem vrednosti ispitanika na različitim varijablama mogu se steći različite, često praktično vrlo bitne informacije, o povezanosti između različitih varijabli. Međutim, najveći problem koji se javlja u vezi sa tim je činjenica da se različite varijable mere potpuno različitim mernim instrumentima, pa da se često i nominalno iste ili vrlo slične osobine mere potpuno različitim instrumentima koji kao rezultat proizvode takve brojčane vrednosti čije je međusobno poređenje u takvom izvornom obliku potpuno besmisleno, tj. nema smisla porediti vrednosti koje potiču sa različitih mernih skala.

Prva stvar koja se nameće prilikom razmatranja ovog problema je pitanje značenja mernih jedinica. Kada koristimo određene merne jedinice, onda nedvosmisleno znamo šta te jedinice znače. Međutim ako bi vrednosti sa tih skala izražene u tim jedinicama prebacili na neku drugu skalu u kojoj ne bi bilo jedinica, šta bi u tom slučaju značili dobijeni brojevi? Problem

poređenja veličina koje potiču sa različitih mernih skala statističari su rešili tako što kao jedinicu koriste standardnu devijaciju. Ovakvo rešenje je osnova čitavog niza statističkih tehnika jer nam omogućava da poredimo mere koje su izvorno bile u različitim jedinicama, kao i osobine koje bi drugačije bile neuporedive.

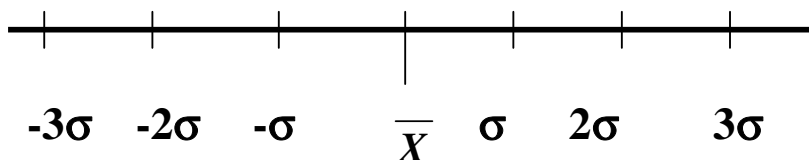
U statistici postoji tehnika koji nam omogućava da mere koje potiču sa različitih mernih skala transformišemo na jednu jedinstvenu mernu skalu, te da onda vrednosti koje se sada nalaze na toj skali međusobno poredimo.

Skala na koju se mere dobijene na različitim mernim skalama prevode da bi bile međusobno uporedive, a koja kao jedinicu koristi standardnu devijaciju naziva se **standardna** ili **Z skala** (Sauro, 2004). Uslov za transformisanje mera sa bilo koje merne skale na Z skalu je da je izvorna skala bar intervalnog tipa i da je distribucija poznata (što za većinu praktičnih svrha znači - da je distribucija normalna). Definišuća karakteristika Z skale je da je njena aritmetička sredina 0, a standardna devijacija 1. Podaci se na Z skalu prevode tako što se prvo od svake pojedinačne mere oduzme aritmetička sredina uzorka na toj varijabli, a onda se ta dobijena vrednost podeli standardnom devijacijom tog uzorka (15). Oduzimanjem aritmetičke sredine skala se "centrira na nulu", tj. postiže se da aritmetička sredina uzorka bude 0, a deljenjem sa standardnom devijacijom se poništava izvorna jedinica merenja, a standardna devijacija novodobijene skale postaje 1 (i tako smo podatke prebacili na skalu čija je aritmetička sredina 0, a standardna devijacija 1 - što je i bio cilj).

$$z_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (15)$$

Kako je Z skor u stvari standardna devijacija, samo na osnovu poznavanja Z skora bilo kog entiteta i oblika distribucije, moguće je izračunati procentualni rang datog entiteta, i obrnuto.

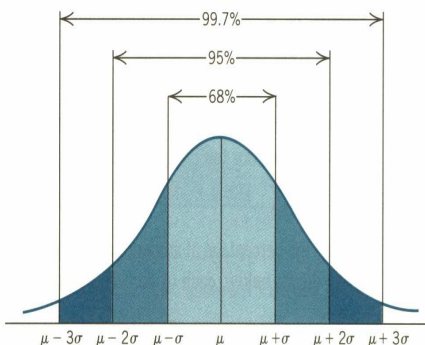
Standardizovana varijabla može izuzimati i pozitivne i negativne vrednosti (Slika 28). One će retko odstupati od aritmetičke sredine za više od  $+3\sigma$ .



SLIKA 28. DISTRIBUCIJA STANDARDIZOVANIH VARIJABLI

Dakle, u intervalu od  $+3\sigma$  će se naći gotovo sva odstupanja individualnih vrednosti numeričkog niza od aritmetičke sredine.





SLIKA 29. INTERVALI NORMALNE DISTRIBUCIJE

Za zvonolike distribucije (posebno normalne distribucije) (Slika 29) pojas od:

- $\bar{X} \pm 1\sigma$  obuhvata približno 68% podataka,
- $\bar{X} \pm 2\sigma$  obuhvata približno 95% podataka (sadrži najmanje 75% svih podataka),
- $\bar{X} \pm 3\sigma$  obuhvata približno 99.7% podataka (sadrži najmanje 88.89% svih podataka).

### 3.2. USPOSTAVLJANJE NIVOA ZADOVOLJENJA ZA METRIKE

Ako posmatramo izlaz kao rezultat koji proizvede korisnik, on može biti ili ispravan ili pogrešan, odnosno može imati razne nivoe prihvatljivosti. Specificiranje kriterijuma prihvatljivosti je faza u kojoj se uspostavljaju nivoi zadovoljenja za metrike i definišu prihvatljivi opsezi vrednosti podataka dobijenih merenjem i donji prag, ispod koga će se vrednost date metrike smatrati neprihvatljivom. Vrednosti bi mogle biti i: „što veća“, „što manja“ ili „što približnija vrednosti“, u zavisnosti od vrste metrike.

Za sve elementarne indikatore (metrike) definisana su sledeća svojstva:

- *Ciljna vrednost* - je kvantifikovani cilj vezan za performanse u poslovnom procesu.
- *Granična vrednost* - se koristi za postavljanje praga upozorenja. Svaka vrednost između granične i ciljne vrednosti je prihvatljiva.
- *Najgora vrednost* - je donja granica, najkritičnije stanje koje se može očekivati. Vrednost između najgore i granične vrednosti se smatra neprihvatljivom, i treba dati upozorenje o neophodnosti akcije za rešavanje problema.
- *Jedinica mere* - je osnovna jedinica za kvantifikaciju i koristi se da opiše jedinicu mere broja.

#### 3.2.1. Six Sigma statistička metodologija

Za unapređenje sistema i poboljšanje kvaliteta proizvoda koristi se **Six Sigma** statistička metodologija. Korišćenje statistike za poboljšanje poslovnih procesa i proizvoda nije nova, a mnoge od metoda koje se koriste u Six Sigma su usavršene u poslednjih nekoliko decenija.

Naime, kupci ili korisnici definišu šta je prihvatljiv nivo kvaliteta za bilo koje mere procesa. Prihvatljivi nivoi kvaliteta su identifikovani kao "ciljna vrednost" ili "specifična granica" a neprihvatljivi nivoi mera su identifikovani kao "nedostaci". Uslovi pod kojima se propust može dogoditi identifikovan je kao "mogućnosti". Verovatnoća da će se propust pojaviti u uzorku, spominje se kao "stepen nedostataka" (eng. *Defective rate*), i odgovara vrednosti pod nazivom "proces sigma" nazvan kao Six Sigma.

Standardovani oblik predstavlja proces sigma i opisuje koliko dobro proces ispunjava svoje ciljeve u smislu standardizovanih sigma ( $\sigma$ ) jedinica. Sigma jedinice mogu takođe biti izražene kao stopa neispravnosti ili nivo kvaliteta te mere. Dakle, proces na nivou kvaliteta 1 standardne devijacije iznad specifične granice govori o 2.5 sigma ili da ima "85% nivoa kvaliteta" ili da je "15% neispravnih" - sva tri izražavaju isti koncept kvaliteta.

### **3.2.2. Standardizacija metrika**

Za dalju analizu prikupljenih podataka izvršena je standardizacija tradicionalnih metrika upotrebljivosti na uniformnoj skali. Proces sigma za svaku meru, ili njegova odgovarajuća stopa neispravnosti ili nivo kvaliteta, obračunava se na jednom od dva načina u zavisnosti od vrste podataka koji se prikupljaju - diskretni ili kontinuirani. Ovom statističkom tehnikom izvedena metrika upotrebljivosti izražena je u obliku procenta nivoa kvaliteta (*Quality level*).

Četiri elementarne metrike upotrebljivosti pripadaju diskretnom ili kontinuiranom tipu podataka. Diskretni podatak (stopa greške i završetka zadatka) ne može se podeliti na manje smislene jedinice (ne možete imati pola greške). Kontinuirani podatak (vreme i zadovoljstvo) može se podeliti na beskonačno manje jedinice koje još uvek nešto znače. U zavisnosti od tipa prikupljenih podataka za konverziju prikupljenih podataka u standardizovanu metriku nivoa kvaliteta korišćene su dve različite metode.

Za diskretne podatke (broj grešaka i broj kompletiranih zadataka) nivo kvaliteta je obračunavan procentualno oduzimanjem neispravnih pokušaja od 1, (*Quality level = 1 - Defect rate, gde je Defective rate = Total defect/Total Opportunities*). Standardizovane z-veličine su dobijene konverzijom procenata (MS Excel formula  $NORMSINV(\text{percentage})$ ).

Nivo kvaliteta odgovara površini ispod normalne krive koja predstavlja deo procesa koji nije neispravan (16). Normalno odstupanje (ili z-skor) za nivo kvaliteta može se pronaći u standardizovanoj Z-tabeli. Proces sigma se zatim izračunava dodavanjem 1.5 „Sigma pomaka“ na z-skor (17). Ovaj sigma pomak se dodaje da odražava promene u procesu tokom vremena.

$$\text{Quality Level} = \text{Desired Area in the Normal Curve (z-score)} \quad (16)$$

$$\text{Process Sigma} = Z\text{-score} + 1.5 \text{ sigma shift} \quad (17)$$

Broj kompletiranih zadataka je metrika upotrebljivosti koja ima binarnu formu (kompletiran, nije kompletiran). Pretpostavka je da svaki ispitanik koji je pristupio testiranju želi uspešno da reši zadatak, tako je greška u kompletiranju zadatka identifikovana kao neispunjen zadatak (*task failure*). Svaki pokušaj bilo kog ispitanika da reši bilo koji od šest zadataka tretiran je kao prilika ili mogućnost da se pogreši.

Za razliku od obračuna broja kompletiranih zadataka, kod broja grešaka mogućnosti da se greška učini zavisi od složenosti zadataka. Zadaci su dekomponovani na podzadatke kako bi u njihovom skor u dobili ukupne mogućnosti da se greška učini (Error opportunities).

Za kontinualne podatke (vreme i zadovoljstvo) najpre su određene ciljne vrednosti (spec limit). Kod vremena provedenog na zadatku specificirana je ciljna vrednost maksimalno prihvatljivog vremena po svakom zadatku a kod testa zadovoljstva ciljnu granicu zadovoljstva na zadatku (preporuka da bude 4 na 5-to stepenoj skali zadovoljstva ili 5.6 na 7-mo stepenoj skali).

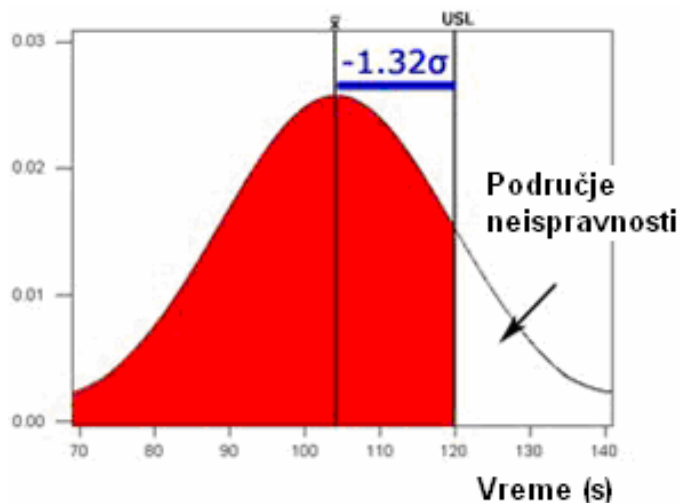
Metod za identifikovanje maksimalno prihvatljivog vremena (*Specification Limits*) u testovima upotrebljivosti definisali su Sauro&Kindlund (Sauro&Kindlund, 2005) i on podrazumeva isključivanje korisnika koji su imali kompozitni rezultat zadovoljstva manje od 4 i uzimanje 95% procenata preostalih vremena. Metod sadrži sledeće korake:

1. Brisanje vremena neuspešnih zadataka.
2. Brisanje vremena kod kojih su rezultati zadovoljstva manji od 4 (na 5-to stepenoj skali).
3. Pronalaženje 95% od ostalih vremena da se utvrdi ciljna granica.

Granica specifikacija postavljena na 5% znači da se maksimalno prihvatljivo vreme određuje uključujući samo 5% najbržih od najzadovoljnijih korisnika ili najsporije vrijeme za najviše zadovoljnih korisnika.

Standardizovana veličina vremena provedenog na zadatku (z-value) dobijena je oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku i deljenjem sa standardnom devijacijom ( $Z\text{-score} = (\text{Sample Mean} - \text{Spec}) / \text{St.Dev}$ ). Standardizovane z-veličine su konvertovane u procenat (MS Excel formula NORMSDIST(z-value)). Stopa neispravnosti odgovara površini ispod standardne normalne krive desno od Z-scor (Slika 30). Za kontinualne podatke, nivo kvaliteta je obračunavan procentualno oduzimanjem neispravnih pokušaja od 1, i odgovara površini ispod normalne krive levo Z-scor ( $\text{Quality Level} = 1 - \text{Defective rate}$ ). Proces sigma se zatim izračunava dodavanjem 1.5 "Sigma pomaka" na z-

skor. Ovaj sigma pomak se dodaje da odražava promene u procesu tokom vremena (*Process sigma = Z-score + 1.5 sigma shift*).



SLIKA 30. NORMALNA KRIVA – PODRUČJE NEISPRAVNOSTI (SAURO& KINDLUND, 2005).

Radi ilustracije, na Slici 30 prikazana je normalna kriva koja pokazuje područje neispravnosti iznad gornje specificirane granice (USL - *upper spec limit*) od 120 sekunde. Za prosečno vreme uzorka od 104 sekunde i standardnu devijaciju od 12 sekundi Z-rezultat je dobijen oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena i deljenjem sa standardnom devijacijom i iznosi  $(104-120) / 12 = -1,32\sigma$  i nivo kvaliteta 91%.

## **PRAKTIČNA PRIMENA NOVE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI**

Pošto je u prethodnom delu detaljno i opširno opisana kompletna specifikacija zahteva za kvalitetom u upotrebi Web GIS aplikacija za specijalne namene, ovo poglavlje je posvećeno potvrđivanju primenljivosti nove metode kroz praktično izvođenje merenja i evaluacije upotrebljivosti.

Celokupan proces merenja i evaluacije upotrebljivosti je realizovan u tromesečnom ciklusu u Nišu. Ciljnu grupu sačinjavali su ispitanici zapošljeni u organizacionim jedinicama vojske na različitim nivima u hijerarhiji odlučivanja, koji pripadaju stalnom sastavu i kojima je korišćenje geoprostornih podataka u funkcionalnoj nadležnosti te potencijalno mogu biti korisnici Web GIS aplikacije za specijalne namene. Ispitanici su birani tako da budu različite starosti, pola, interesovanja, vojnih oblasti, opšteg znanja i iskustva sa kompjuterima i internetom, Webom i GIS aplikacijama. U evaluaciji je učestvovalo 16 slučajno izabranih lica čije je profesionalno angažovanje vezano za korišćenje Web GIS aplikacije, različitog profila, prosečne starosti 34 godine života (od 22 do 52 godina), od kojih većina poseduje najmanje diplomu osnovnih studija, prosečno radno iskustvo od 12 godine, srednje kompjutersko predznanje, sa prosečnom frekvencijom korišćenja papirnih mapa, prosečnim iskustvom sa Web GIS aplikacijama i čestom upotrebom Interneta.

Praktična primena nove metode evaluacije upotrebljivosti biće realizovana kroz sledeće faze:

1. Izvršavanje merenja i planiranje evaluacije upotrebljivosti;
2. Izvršavanje evaluacije upotrebljivosti;
3. Analiza rezultata, zaključci i preporuke.

### **4. IZVRŠAVANJE MERENJA I PLANIRANJE EVALUACIJE**

Ova faza procesa sadrži tri aktivnosti: *Elementarno merenje*, *Specificiranje kriterijuma prihvatljivosti* i *Izradu plana evaluacije*.

*Elementarno merenje* je aktivnost u kojoj se, u skladu sa planom i ranije definisanim metrikama, sakupljaju i računaju izmerene vrednosti metrika.

*Specificiranje kriterijuma prihvatljivosti* je aktivnost u kojoj se definiše kriterijum po kom će se vrednovati podaci sakupljeni posredstvom metrika.

*Izrada plana evaluacije* je aktivnost u kojoj se definiše ko i kada sakuplja koje vrste podataka, kako se podaci agregiraju i vrednuju, u skladu sa ranije izabranim metrikama i kriterijumima. Ova faza sadrži aktivnosti identifikacije elementarnih i globalnih indikatora.

#### **4.1. ELEMENTARNO MERENJE**

*Elementarno merenje* je realizovano u dva koraka, gde prvi obuhvata sprovođenje merenja i prikupljanje podataka, a drugi izračunavanje izmerenih vrednosti direktnih i indirektnih metrika.

Tek nakon izbora metrika, kojima se kvantifikuju atributi, može se sprovesti proces merenja. Izvršavanje merenja je aktivnost koja za rezultat ima *Meru* i podrazumeva sakupljanje vrednosti svih mera za svaki entitet. Međutim, pošto dobijene vrednosti ne predstavljaju nivo zadovoljenja zahteva, u narednoj fazi će biti definisano novo preslikavanje koje će za rezultat imati vrednosti elementarnih indikatora.

Međutim, kao što postoji dosta različitih metrika postoje i brojne metode merenja, gde svaka odgovara nekoj potrebi. One mogu biti kategorisane u opsegu od lakih do teških za korišćenje, klasifikovane kao kvalitativne ili kvantitativne, automatske, poluautomatske i ručne. Metode koje su autoru bile dostupne opisane su u Poglavlju 5.2 (u delu B – Teorijski deo) i mogu se primenjivati u procesu merenja, ali će izbor zavisiti od željenog cilja i namere koja stoji iza evaluacije, ali i dostupnih resursa.

Cilj sveobuhvatne procene upotrebljivosti Web GIS aplikacije je da se ustanovi u kojoj meri su postignuti ciljevi upotrebljivosti. Najpogoniji pristup za dobijanje mere upotrebljivosti u realnim uslovima je metod sumativne evaluacije upotrebljivosti bi se utvrdilo da li su ispunjene specifične merljive performanse i ciljevi zadovoljstva ili radi poređenja proizvoda.

U skladu sa tim, za prikupljanje podataka potrebno je sprovesti merenja za šta su najpogodnije metode testiranja i ispitivanja.

Metodom testiranja se prati rad korisnika dok izvršavaju zadatke za vreme upotrebe web aplikacije i evidentiraju se rezultati i problemima na koje korisnici nailaze u toku rada. Na ovaj način prikupljaju se podaci vezani za interakciju korisnika (vremena trajanja zadatka, broja grešaka prilikom rada, korišćenja pomoći, broja klikova mišem, broja pritisaka dirki na tastaturi itd.). Nakon testiranja vrši se analiza rezultata kako bi se dobile informacije o tome na koji način različite grupe korisnika pristupaju rešavanju istog problemskog zadatka i utvrdilo koliko je testirana web aplikacija pogodna za izvršavanje određene grupe zadataka, koliko često i zašto dolazi do određenih grešaka u radu i slično..

Metoda ispitivanja je najpogodniji način za vrednovanje ukupnog zadovoljstva prikupljanjem empirijskih podataka posredstvom iskaza koje daju ispitanici. Međutim, nedostatak ove metode je što na rezultate i zaključke lako mogu uticati razni oblici uznemiravanja ispitanika te je neophodno da se u postupku prikupljanja podataka obezbede normalni radni uslovi. Pored ovoga neophodna je stručnost ispitivača, pravilan odabir uzorka za ispitivanje, pravilno sastavljeni upitnici, anketna pitanja ili pitanja za intervju.

Metode za merenje koje koriste krajnje korisnike za testiranje pružaju pouzdane rezultate, ali pored brojnih prednosti imaju i nekoliko nedostataka. Prvi nedostatak je što je teško izabrati uzorak koji realno odslikava korisničku populaciju. Uzorak korisničke populacije koji nije reprezentativan teško da može dati upotrebljive rezultate evaluacije. Drugi nedostatak je što za korišćenje naprednijih funkcionalnosti aplikacije, korisnike treba obučiti, a za to retko kad ima vremena. Ovo može navesti na izvođenje površnih zaključaka, vezanih isključivo za jednostavne funkcije Web aplikacije. Sledeći nedostatak je što ograničeno vreme za izvršavanje testova utiče na izbor zadataka i otežava simuliranje realnih scenarija korišćenja aplikacije. Na kraju, zbog nedostatka informacija, ovakve evaluacije ne omogućavaju identifikovanje uzroka a zaključci se odnose isključivo na simptome.

Međutim, metode inspekcije omogućavaju identifikovanje uzroka i mogu se uglavnom koristiti i u ranim fazama razvoja proizvoda. Njihova glavna prednost je što se može izvesti sa manjim brojem ljudi. Međutim, i ova metoda ima nedostataka koji se uglavnom odnose na visoku zavisnost od stručnosti evaluatora i subjektivnost evaluacije. Međutim, još ozbiljniji nedostaci odnose se na značenje sakupljenih informacija koje mogu realno prikazati ponašanje korisnika. Evaluator lako može napraviti pogrešnu procenu ponašanja korisnika i da u prvi plan stavi probleme koji nisu relevantni za korisnike ili da, u najgorem slučaju, ne otkrije potencijalni problem. Zbog toga, metode inspekcije nisu pogodne za donošenje zaključaka o korisničkim ciljevima i očekivanjima, koji su ključni za uspešnu evaluaciju.

Pored navedenih metoda, za izvršavanje delova evaluacije koji se često ponavljaju mogu se koristiti automatizovani alati koji su efikasni i jeftini i ne zahtevaju mnogo vremena, znanja i veštine od strane evaluatora. U odnosu na ručne metode, njihova prednost je što za analizu kompletne Web aplikacije zahtevaju manje napora. Osim toga, najpogodnije su utvrđivanje sintaksne ispravnosti aplikacije i poštovanja dobrih običaja prakse. Međutim, osnovni nedostatak ovakvih alata je što se ne mogu koristiti za procenu svojstva koja zahtevaju ljudski sud.

Na kraju, pošto jedna metoda ne može odgovarati svačijim potrebama, za sprovođenje iscrpne i relevante evaluacije preporuka je da se koriste više komplementarnih tehnika i metoda, a koje možemo izabrati u skladu sa željama, potrebama i mogućnostima.

U cilju automatizacije determinističkih procesa obrade prikupljenih podataka autor je razvio paket programa u softverskom okruženju Microsoft Excel, pod nazivom UWGIS tool v1.

#### ***4.1.1. Sprovođenje elementarnog merenja i prikupljanje podataka,***

Ko što je objašnjeno u poglavlju 3.1.3. za kvantifikovanje atributa kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacije za specijalne namene koristi se šest elementarnih metrika, od kojih su četiri direktne (specificiranih u Tabeli 34) i dobijaju se neposrednim merenjem rezultata ispitanika dok obavljaju stvarne određene zadatke u realnom operativnom okruženju, a dve su indirektno (specificirane u Tabeli 35) koje se izračunavaju od izmerenih vrednosti po zadatim formulama (numerisanim pod brojem 13. i 14.).

Za prikupljanje vrednosti direktnih metrika sprovedeno je testiranje korisnika u dva koraka. Zato je bilo neophodno obezbediti sve tehničke, fizičke i organizacione uslove koji odgovaraju nameravanom okruženju upotrebe Web GIS aplikacije za specijalne namene. Svi ispitanici su izolovani u mirno okruženje kako ne bi bili ometani za vreme obavljanja zadatka, već se koncentrisali na zadatke. Osim toga, svi korisnici su imali iste uslove jer su obavljali zadatke na istom računaru, preko istog pretraživača, iste brzine pristupa Intranetu. Pre sprovođenja testa upotrebljivosti, korisnici su upoznati sa postupkom evaluacije upotrebljivosti i zadacima Web GIS aplikacija koji ih očekuju.

Za ovu namenu, dizajniran je test koji sadrži 6 zadataka po utvrđenom redosledu, namenjenih da testiraju određenu funkcionalnost Web GIS aplikacija za specijalne namene. Svaki zadatak je komponovan od niza sekvencijalnih radnji nepromenljivog redosleda. Za pripremu zadataka testa, sprovedeno je pilot testiranje čiji su rezultati pomogli u prečišćavanju svih zadataka, tako da korisnici prilikom testiranja nemaju problema dok obavljaju dodeljene zadatke.

U prvom prolazu svi ispitanici su prvo rešavali praktične zadatke u nameravanom okruženju (Prilog C) a potom dva upitnika u Prilogu D (prvi je upitnik zadovoljstva i odnosi se na kvalitet informacija, sistema i servisa, a drugi na bezbednost, lakoću učenja i fleksibilnost u upotrebi). U drugom prolazu su samo eksperti rešavali iste zadatke (iz Priloga C) ali sada u nenameravanom okruženju.



Pre početka testiranja odštampani su upitnici i liste sa zadacima koji su terminološki prilagođeni Web GIS aplikaciji koja se testira, a ispitanicima su distribuirane pre početka svake faze.

TABELA 38: ZBIRNI REZULTATI KOMPLETIRANJA, BROJA GREŠAKA I POTROŠENOG VREMENA PO ZADACIMA I VRSTAMA KORISNIKA

ID Zadatka	Broj ispitanika	Broj Kompletiranih zadataka	Broj mogućih grešaka na zadatku	Ukupan broj mogućih grešala	Broj Grešaka	Vreme na zadatku (sek)
<b>Svi korisnici u nameravanom kontekstu</b>						
<b>Primarni korisnici</b>						
<b>Počtnici</b>						
1	5	4	3	15	5	60,00
2	5	4	4	20	8	36,60
3	5	3	4	20	5	36,00
4	5	3	4	20	9	108,80
5	5	2	5	25	10	106,40
6	5	3	3	15	10	71,00
<b>Napredni</b>						
1	5	5	3	15	2	46,40
2	5	5	4	20	4	29,00
3	5	5	4	20	1	27,40
4	5	5	4	20	2	97,00
5	5	5	5	25	2	90,60
6	5	5	3	15	2	51,80
<b>Sekundarni korisnici</b>						
<b>Eksperti</b>						
1	3	3	3	9	0	39,00
2	3	3	4	12	1	21,00
3	3	3	4	12	0	19,67
4	3	3	4	12	1	80,00
5	3	3	5	15	1	80,33
6	3	3	3	9	1	40,00
<b>Indirektni korisnici</b>						
1	3	2	3	9	8	82,67
2	3	2	4	12	9	60,00
3	3	1	4	12	5	43,00
4	3	1	4	12	9	111,67
5	3	1	5	15	8	109,33
6	3	1	3	9	7	81,33
<b>Eksperti u nenameravanom kontekstu</b>						
1	3	2	3	2	1	70,00
2	3	3	4	3	4	32,33
3	3	2	4	2	2	35,33
4	3	1	4	1	6	109,33
5	3	3	5	3	1	91,33
6	3	3	3	3	2	58,33

Dok su ispitanici rešavali zadatke evidentirani su rezultati za svakog ispitanika poimenično i to: uspešnost na kompletiranju zadaka, broj učinjenih grešaka i vreme utrošeno za realizaciju zadatka. Pojedinačni rezultati svih ispitanika ,na svim zadacima, su zbog obimnosti prikazani u Tabeli 1 u Prilogu J, a rezultati upitnika zadovoljstva, bezbednosti, lakoće učenja i fleksibilnosti u upotrebi, u Tabeli 3 u Prilogu J.

Nakon realizacije testiranja, svi podaci prikupljeni merenjem unešeni su u odgovarajuće tabele navedenog alata, nakon čega su automatski generisani zbirni rezultati za četiri direktne metrike: **broj uspešno/neuspešno izvršenih (kompletiranih) zadataka** (*task completion*), **broj učinjenih grešaka** (*error counts*), **vreme potrošeno na zadatku** (*task time*) (prikazani u Tabeli 38) i metrika za **zadovoljstvo korisnika** (*satisfaction scores*) (u Tabeli 4 u Prilogu J).

#### ***4.1.2. Izračunavanje izmerenih vrednosti direktnih i indirektnih metrika***

U daljem toku, izvršeno je razvrstavanje zbirnih rezultata kompletiranja, broja grešaka i potrošenog vremena, po zadacima iz Tabele 38, i njihova obrada radi konverzije u standardizovane veličine, izražene u procentima nivoa kvaliteta.

U zavisnosti od tipa prikupljenih podataka (diskretni ili kontinuirani) korišćene su dve različite metode za konverziju prikupljenih podataka.

U slučaju diskretnih tipova podataka, kao što su *broj grešaka* i *broj neuspešno izvršenih zadataka*, nivo kvaliteta je procentualno obračunavan oduzimanjem stepena neispravnosti od 1.

Stepen neispravnosti se, za *broj neuspešno izvršenih zadataka*, izračunava kao odnos izvršenih (kompletiranih) zadataka prema ukupnom broju pokušanih zadataka, pri čemu je svaki pokušaj bilo kog ispitanika da reši bilo koji od šest zadataka tretiran kao prilika ili mogućnost da se pogreši.

U Tabeli 1 u Prilogu K prikazani su rezultati standardizacije za *broj neuspešno izvršenih zadataka* koji obuhvataju: ukupan broj neuspešnih zadataka (po vrstama korisnika), broj ispitanika koji su izvršavali zadatak (po vrstama korisnika), z-vrednost i standardizovani procenat ekvivalentan zadacima i vrsti korisnika.

Stepen neispravnosti, za *broj učinjenih grešaka*, izračunava se kao odnos učinjenih grešaka na zadatku prema ukupnom broju mogućnosti za grešku. Za razliku od obračuna broja *neuspešno izvršenih zadataka*, kod *broja grešaka*, mogućnost da se greška učini zavisi

od složenosti zadataka. Zadaci su dekomponovani na radnje kako bi u njihovom skoru dobili ukupne mogućnosti da se greška učini.

U Tabeli 2 u Prilogu K prikazani su rezultati standardizacije za *broj grešaka* koji obuhvataju: ukupan broj grešaka na zadatku (po vrstama korisnika), broj ispitanika koji su izvršavali zadatak (po vrstama korisnika), z-vrednost i standardizovani procenat ekvivalentan zadacima i vrsti korisnika.

U slučaju kontinuiranih tipova podataka, kao što su *vreme* i *zadovoljstvo* najpre su određene prihvatljive granice (specifični limit). Kod vremena provedenog na zadatku specificirano je maksimalno prihvatljivo vreme po svakom zadatku a kod testa zadovoljstva ciljnu granicu zadovoljstva na zadatku (preporuka da bude 4 na skali zadovoljstva od 1-5).

Standardizovana veličina vremena provedenog na zadatku (z-value) dobijena je oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku i deljenjem sa standardnom devijacijom.

U Tabeli 3 u Prilogu K prikazani su rezultati standardizacije za *Vreme na zadatku* koji obuhvataju: srednje vreme zadatka i standardnu devijaciju (po vrstama korisnika), specificiranu granicu, z-vrednost i standardizovani procenat ekvivalentan zadacima i vrsti korisnika.

Za merenje zadovoljstva korisnika kreiran je upitnik (satisfaction questionnaires) koji sadrži 57 pitanja (attitude questions), koncipiranih u skladu sa kriterijumima u vezi kvaliteta informacija, kvaliteta sistema i kvaliteta usluga. Od ispitanika se očekivalo da iskažu svoj stav kako percipira sadržaj i format (kao attribute kvaliteta informacija), tačnost, lakoću upotrebe, pravovremenost i brzinu sistema (kao attribute kvaliteta sistema) i pouzdanost, vreme odziva, osiguranje i empatiju (kao attribute kvaliteta usluga).

Nakon testiranja korisnika u praktičnoj realizaciji postavljenih zadataka, svi ispitanici su odgovarali na pitanja iz upitnika gde su imali priliku da iskažu svoj stav na petostepenoj Likertovoj skali, sa krajnjim tačkama označenim kao 1 – uopšte se ne slažem, 5 – slažem se u potpunosti). Upitnici su popunjavani odmah nakon realizacije svih zadataka da bi se poboljšala tačnost. Za dalju analizu kreiran je kompozitni rezultat zadovoljstva od srednje vrednosti odgovora na pitanja.

U Tabeli 4 u Prilogu K prikazani su rezultati standardizacije za *Zadovoljstvo kvalitetom* koji obuhvataju: srednju kompozitnu ocenu i standardnu devijaciju (po korisnicima i vrstama korisnika), specificiranu granicu, z-vrednost i standardizovani procenat ekvivalentan korisnicima i vrsti korisnika.

Nakon standardizacije četiri direktne metrike čiji su podaci prikupljeni merenjem, izvršeno je izračunavanje i standardizacija dve izvedene metrike, definisanih prethodno, a to su: *Lakoća učenja* i *Fleksibilnost*.

*Lakoća učenja* se definiše kao stepen u kome korisnici uče kako da koriste pojedine proizvode u određenim kontekstima. Dakle da bi se izračunao stepen učenja, utvrđuje se povećanje produktivnosti izmerene u dve uzastopne pojedinačne ponovljene sesije evaluacije istog zadatka. Za izračunavanje lakoće učenja može se koristiti mera za *relativnu efikasnost* koja se definiše kao odnos prosečne efikasnosti početnika i efikasnosti naprednog (ili ekspertske) korisnika u istom kontekstu.

Efektivnost stručnjaka (ili naprednog korisnika) i njegovo (ekspertske) vreme na zadatku meri se dok stručnjak obavlja isti zadatak, na istom proizvodu, u istom okruženju kao korisnik koji se testira.

U Tabeli 5 u Prilogu K prikazani su rezultati standardizacije za *Lakoću učenja* koji obuhvataju: srednje vreme zadatka i standardna devijacija početnika i naprednih korisnika, specificirana granica, z-vrednost, standardizovani procenat ekvivalentan ekvivalentan zadacima, vrsti korisnika i stepenu učenja.

Zadovoljstvo *lakoćom učenja* mereno je preko dva pitanja iz upitnika (Prilog D) a zbirni rezultati su prikazani u Tabeli 6, u Prilogu K, i obuhvataju: srednju kompozitnu ocenu i standardnu devijaciju (po korisnicima i vrstama korisnika), specificiranu granica, z-vrednost i standardizovani procenat ekvivalentan korisnicima i vrsti korisnika.

*Fleksibilnost* u upotrebi se definiše kao stepen u kome je upotrebljivost postignuta u nameranim kontekstima upotrebe ili izvan prvobitno nameranih konteksta. Stepem prilagođenja kontekstu za koji nije namenjen se izračunava kao odnos efikasnosti ekspertske korisnika izvan nameranog konteksta i efikasnosti ekspertske korisnika u prvobitno nameranom konteksta upotrebe. Za merenje ovog parametra, u drugoj fazi testiranja, izvršeno je ponovno testiranje ekspertske korisnika u kome su korišćeni isti korisnici i zadaci ali u izmenjenim karakteristikama tehničkog okruženja i fizičkog okruženja. Tako je umesto stacionarnog računara korišćen prenosni, bez miša i sa manjom brzinom procesora i protokom podataka prema Intranetu u terenskim uslovima gde je loše osvetljenje, prisutna buka, loša ergonomija i pozicija korisnika u odnosu na lokaciju računara.

U Tabeli 7, u Prilogu K, prikazani su rezultati standardizacije za atribut *Fleksibilnost* koji obuhvataju: srednje vreme zadatka i standardna devijacija u nameranom i nenameranom kontekstu, specificirana granica, z-vrednost i standardizovani procenat ekvivalentan zadacima, vrstama korisnika i stepenu prilagodljivosti.

Fleksibilnost je merena preko dva pitanja iz upitnika (Prilog D), a zbirni rezultati su prikazani u Tabeli 8, u Prilogu K.

Na kraju bezbednost je merena preko subjektivnog suda ispitanika koji su odgovarali na 6 pitanja iz upitnika (Prilog D), od kojih se prva tri odnose na *Ličnu bezbednost*, a druga tri na *Ekonomsku štetu*. Zbirni rezultati standardizacije dati su u Tabeli 9, u Prilogu K.

## **4.2. IZRADA PLANA EVALUACIJE**

Izrada plana evaluacije je aktivnost u kojoj se definiše ko sakuplja i kada koje vrste podataka, kako se podaci agregiraju i procenjuju, u skladu sa ranije izabranim metrikama i kriterijumima. Indikatori su osnova za interpretaciju informacionih potreba i donošenje odluka. Postoje dva tipa indikatora: elementarni i parcijalni/globalni indikator. Planiranje evaluacije se izvodi kroz dve pod-aktivnosti: *Identifikacija elementarnih indikatora* i *Identifikacija parcijalnih/globalnih indikatora*.

Svakom merljivoj atributu iz stabla zahteva, pridružuje se promenljiva koja će sadržati numeričku vrednost direktne ili indirektna metriku. Međutim, kako ova vrednost ne predstavlja stvarni nivo zadovoljenja elementarnog zahteva, definiše se funkcija elementarnog kriterijuma, kojom se dobija vrednost elementarnog indikatora. Elementarni kriterijum se definiše u opsegu od 0 do 100 procenata i predstavlja stepen zadovoljenja zahteva za dati atribut. Radi olakšanja njihovog tumačenja mogu se definisati nivoi prihvatljivosti, kao na primer: neprihvatljiv, uslovno prihvatljiv i apsolutno prihvatljiv. Da bi se izvelo ovo preslikavanje, definiše se skup Elementarni i Globalni model, te Kriterijum odlučivanja za određenu korisničku informacionu potrebu.

### **4.2.1. Identifikacija elementarnih indikatora**

Elementarni indikator su nezavisni od drugih indikatora u evaluaciji koncepta na nižem nivou apstrakcije (t.j. atributa) i predstavljaju rezultat interpretacije izmerene vrednosti metriku atributa u novu promenljivu, kojoj se dodeljuju numeričke vrednosti. Identifikacija elementarnih indikatora uključuje specificiranje indikatora za svaki atribut (iz stabla zahteva), za šta se kao ulaz koristi pridružena metrika. Ovaj proces razložen je na sledeće aktivnosti: Uspostavljanje elementarnog modela, Definisavanje metoda računanja i Identifikovanje skale.

Krajnji rezultat ove aktivnosti je specifikacija elementarnih indikatora, prikazana u Prilogu I, koja sadrži: kod atributa, elementarni kriterijum (definiše metod za merenje ili izračunavanje i skalu za interpretaciju) i vrednosti težina (važnosti).

#### 4.2.2. Identifikacija parcijalnih i globalnih indikatora

Nakon ovoga, na sličan način kao što je gore opisano, sprovodi se *Identifikacija parcijalnih i globalnih indikatora* za svaki koncept u stablu zahteva (hijerarhijski viši od atributa). Parcijalni indikator se dobija posredstvom drugih indikatora da bi se procenio koncept na višem nivou apstrakcije. Globalni indikator odnosi se na koncept na najvišem nivou apstrakcije u hijerarhijskom stablu indikatora. Lista identifikovanih parcijalnih i globalnih indikatora prikazana je u Tabeli 39.

TABELA 39: LISTA PARCIJALNIH I GLOBALNIH INDIKATORA

Kod indikatora	Naziv indikatora	Tip indikatora	
		Globalni (GI)	Parcijalni (PI)
	<b>Kvalitet u upotrebi</b>	<b>GI</b>	
<b>1.</b>	<b>Upotrebljivost u upotrebi</b>		PI
1.1.	Efektivnost		PI
1.2.	Efikasnost		PI
1.3.	Lakoća učenja		PI
<b>2.</b>	<b>Zadovoljstvo</b>		PI
2.1.	Zadovoljstvo Informacijama		PI
<i>2.1.1.</i>	<i>Sadržaj</i>		PI
<i>2.1.2.</i>	<i>Format</i>		PI
2.2.	Zadovoljstvo sistemom		PI
<i>2.2.1.</i>	<i>Tačnost</i>		PI
<i>2.2.2.</i>	<i>Lakoća upotrebe</i>		PI
<i>2.2.3.</i>	<i>Pravovremenost</i>		PI
<i>2.2.4.</i>	<i>Brzina sistema</i>		PI
2.3.	Zadovoljstvo uslugom		PI
<i>2.3.1.</i>	<i>Pouzdanost sistema</i>		PI
<i>2.3.2.</i>	<i>Vreme odziva</i>		PI
<i>2.3.3.</i>	<i>Osiguranje</i>		PI
<i>2.3.4.</i>	<i>Saosećanje</i>		PI
<b>3.</b>	<b>Bezbednost u upotrebi</b>		PI
3.1.	Lična bezbednost		PI
3.2.	Ekonomska šteta		PI
<b>4.</b>	<b>Fleksibilnost u upotrebi</b>		PI
4.1.	Usaglašenost sa kontekstom		PI
4.2.	Proširivost na kontekst		PI
4.3.	Personalizacija u upotrebi		PI

#### 4.3. SPECIFIKACIJA KRITERIJUMA PRIHVATLJIVOSTI

*Specificiranje kriterijuma prihvatljivosti* je poslednja aktivnost ove faze u kojoj se, određuju opsezi prihvatljivosti (prikazani u Tabeli 40) koji će važiti za sve elementarne (u Prilogu I) i parcijalne/globalne indikatore (u Tabeli 39), po kom će se vrednovati sakupljeni podaci.

TABELA 40: KRITERIJUM PRIHVATLJIVOSTI ELEMENTARNIH INDIKATORA

<b>Neprihvatljiv:</b>	<b>Uslovno prihvatljiv:</b>	<b>Prihvatljiv:</b>
<b>Nivo Kvaliteta &lt;50%</b>	<b>50% &lt;= Nivo Kvaliteta &lt;=74%</b>	<b>Nivo Kvaliteta =&gt;75%</b>

Za određivanje opsega prihvatljivosti standardizovanih metrika elementarnih i parcijalnih/globalnih indikatora, definisan je kriterijum prihvatljivosti sa sledećim opsezima normalizovanih vrednosti:

- Indikatori čija vrednost nivoa kvaliteta ulazi u opseg 0 – 49% smatraju se lošim i nisu prihvatljivi jer zahtevaju hitne korekcije.
- Vrednosti nivoa kvaliteta u opsegu 50% – 74% su uslovno prihvatljive, ali im uz značajnije (od 50-64%) ili neznatne (od 65-74%) korekcije svakako treba podići nivo kvaliteta, nakon što se prvo izvrše korekcije nad kritičnim indikatorima visokog prioriteta.
- Treći opseg vrednosti, od 75% do 100% je apsolutno prihvatljiv i ne zahteva obavezno preduzimanje korektivnih akcija.

Opsezi prihvatljivosti svih standardizovanih metrika upotrebljivosti definisani su u odnosu na nivo kvaliteta koji je određen pomoću statističke metode za konverziju izmerenih veličina u standardizovane, izražene u procentima.

Svi elementarni i parcijalni/globalni indikatori se vrednuju po jedinstvenom kriterijumu prihvatljivosti, kao što je prikazano u Tabeli 40.

## 5. IZVRŠAVANJE GLOBALNE EVALUACIJE

Izvršavanje evaluacije je faza procesa koji sadrži dve aktivnosti: *Izračunavanje elementarnih indikatora* i *Izračunavanje parcijalnih i globalnih indikatora*. Ove aktivnosti je potrebno sprovesti nad svakim entitetom.

### 5.1. Izračunavanje elementarnih indikatora

Kada su sakupljene sve vrednosti elementarnih indikatora, izvršeno je njihovo vrednovanje (kolona 7 u Tabeli 41) u skladu sa jedinstvenim kriterijumom prihvatljivosti (iz Tabele 40), čiji su rezultati prikazani delimično u Tabeli 41 (kompletna lista data je u Prilogu L), i služe kao ulaz za aktivnost Izračunavanja globalnih indikatora. Svaki indikator kvaliteta vrednuje se u procentima nivoa kvaliteta na skali od 0 do 100 gde, 0 označava najmanji a 100 najveći nivo zadovoljenja datog indikatora.

TABELA 41: DEO EVALUACIONE LISTE ELEMENTARNIH INDIKATORA

Kod atributa	Elementarni indikatori	Nivo kvaliteta				Kriterijum prihvatljivosti
		Prim.	Sek.	Ind.	Svi	
1	2	3	4	5	6	7
1.1.1.	<i>vreme provedeno tokom izvršenja zadatka</i>	69%	100%	38%	68%	Uslovno
1.2.1.	<i>broj izvršenih zadataka</i>	63%	100%	44%	75%	
1.2.2.	<i>broj grešaka</i>	92%	99%	86%	93%	
1.3.1.	<i>Relativna korisnička efikasnost</i>	69%	69%	69%	69%	Uslovno
1.3.2.	<i>Lakoća korišćenja novih funkcionalnosti</i>	97%	88%	88%	95%	
1.3.3.	<i>Intuitivnost</i>	57%	72%	72%	63%	Uslovno
2.1.1.1.	Izlaz iz Web GIS	93%	72%	72%	86%	
2.1.1.2.	Zadovoljstvo sa sadržajem Web GIS	28%	12%	72%	33%	Neprihvatljiv
2.1.1.3.	Pružanje dovoljno informacija	28%	28%	12%	25%	Neprihvatljiv
2.1.1.4.	Količina informacija	22%	12%	12%	17%	Neprihvatljiv
2.1.1.5.	Usaglašenost datih informacija sa potrebama	17%	28%	12%	17%	Neprihvatljiv
2.1.1.6.	Usaglašenost izveštaja sa potrebama	7%	28%	12%	11%	Neprihvatljiv
2.1.1.7.	Sadržaj informacija	27%	28%	28%	26%	Neprihvatljiv
2.1.1.8.	Obrada informacija	12%	12%	28%	14%	Neprihvatljiv
2.1.1.9.	Razumljivost izveštaja	32%	72%	72%	50%	Uslovno
2.1.1.10.	Pružanje informacija u potrebnom obimu	22%	12%	12%	17%	Neprihvatljiv

### 5.2. Izračunavanje parcijalnih i globalnih indikatora

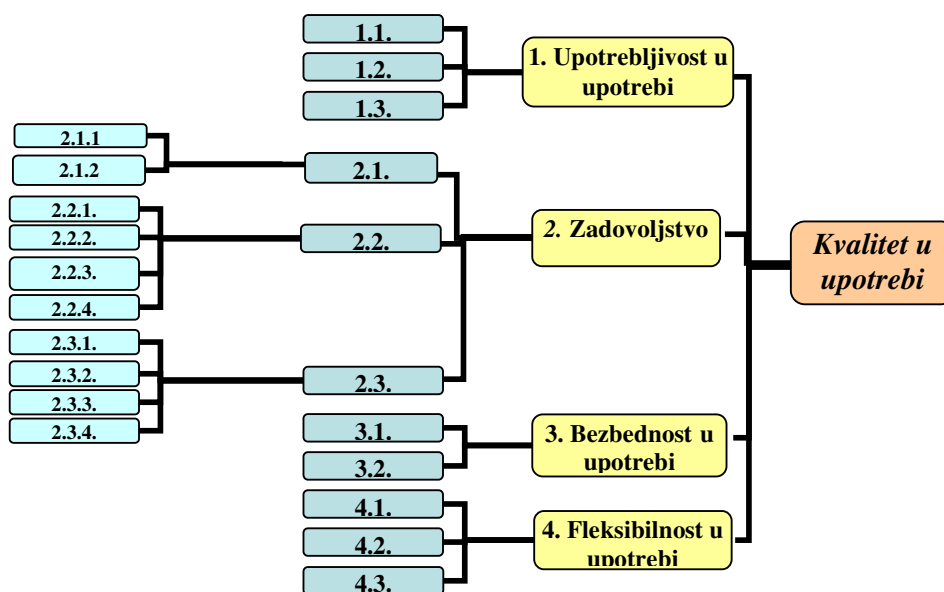
Potom se izvršava model agregacije, koji za rezultat ima vrednosti parcijalnih i globalnih indikatora. Kada se jednom definiše model računanja, proces agregacije prati hijerarhijsku strukturu definisanu modelom koncepta, od dna ka vrhu. Primenjujući ovaj mehanizam u fazi



izvršavanja evaluacije, ovaj model omogućava izračunavanje parcijalnih i globalnih indikatora. Vrednost globalnog indikatora na kraju predstavlja globalni stepen zadovoljenja informacione potrebe za datu svrhu i korisničku ulogu.

Evaluacioni pristup ove metodologije je od dna prema vrhu, što znači da se najpre mere vrednosti najelementarnijih činilaca kvaliteta koji se potom, uzimajući u obzir težinske faktore, agregacionom formulom sabiraju u činioce kvaliteta višeg reda (podkarakteristike i karakteristike). Hijerarhijska struktura parcijalnih i globalnih indikatora prikazana je u obliku stabla indikatora na Slici 31.

Izvršavanje globalne evaluacije definiše agregacioni kriterijum i model izračunavanja (skorovanja) parcijalnih i globalnih indikatora i podrazumeva evaluaciju izračunate vrednosti svake metrike u odnosu na jedinstveni kriterijum prihvatljivosti, koji je prikazan u Tabeli 40.



SLIKA 31. HIJERARHIJSKA STRUKTURA PARCIJALNIH/GLOBALNIH INDIKATORA .

Model izračunavanja parcijalnih i globalnih indikatora prikazan je u Tabeli 42 i zasnovan je na linearnom aditivnom skorovanju, uzimajući u obzir težinske faktore za određivanje relativne važnosti indikatora. Međutim, za sumiranje normalizovanih brojeva, evaluatori uobičajeno koriste geometrijsku sredinu. Geometrijska sredina se definiše kao n-ti koren proizvoda od n individualnih vrednosti. Korišćenje geometrijske sredine je pogodnije od aritmetičke sredine iz nekoliko razloga. Prvo, ekstremna vrednost u nizu ima veći efekat kod aritmetičke sredine u odnosu na geometrijsku tako da jedan veliki broj može da iskrivi rezultat. Korišćenjem geometrijske sredine nije moguće lako postići dobre performanse zahvaljujući samo dobrom rezultatu jednog programa iz grupe. Drugo, ključna prednost geometrijske sredine je da se ne narušava konzistentnost međusobnih odnosa, kada se

upoređuju normalizovane vrednosti, nezavisno od referentnog sistema koji se koristi za normalizaciju. Ako se uzmu u obzir navedene prednosti geometrijske sredine u odnosu na aritmetičku, čini se da je, kod geometrijske sredine, ukupan rezultat bolji indikator performansi za najveći broj programa.

TABELA 42: HIJERARHIJSKI MODEL SKOROVANJA PARCIJALNIH I GLOBALNIH INDIKATORA

Kod atributa	PARCIJALNI/GLOBALNI INDIKATRI	Primarni		Sekundarni		Indirektni		Vrednost		Kriterijum prihvatljivosti
		Koef. važn.	Nivo kval.	Koef. važn.	Nivo kval.	Koef. važn.	Nivo kval.	Glob. Ind.	Parc. Ind.	
<b>Kvalitet u upotrebi</b>			<b>70%</b>		<b>71%</b>		<b>66%</b>	<b>69%</b>		<b>Uslovno</b>
<b>1.</b>	<b>Upotrebljivost</b>	<b>0,279</b>	<b>84%</b>	<b>0,345</b>	<b>97%</b>	<b>0,38</b>	<b>62%</b>		<b>79%</b>	
1.1.	Efektivnost	0,072	84%	0,243	100%	0,22	38%		<b>68%</b>	<b>Uslovno</b>
1.2.	Efikasnost	0,649	88%	0,629	99%	0,562	65%		<b>83%</b>	
1.3.	Lakoća učenja	0,279	74%	0,129	76%	0,218	76%		<b>76%</b>	
<b>2.</b>	<b>Zadovoljstvo</b>	<b>0,56</b>	<b>62%</b>	<b>0,176</b>	<b>55%</b>	<b>0,203</b>	<b>56%</b>		<b>60%</b>	<b>Uslovno</b>
2.1.	Zadovoljstvo Informacijama	0,599	58%	0,289	51%	0,314	55%		<b>58%</b>	<b>Uslovno</b>
2.1.1.	Sadržaj	0,833	27%	0,75	28%	0,833	30%		<b>28%</b>	<b>Neprihvatljiv</b>
2.1.2.	Format	0,167	88%	0,25	75%	0,167	81%		<b>86%</b>	
2.2.	Zadovoljstvo sistemom	0,076	65%	0,474	61%	0,526	54%		<b>62%</b>	<b>Uslovno</b>
2.2.1.	Tačnost	0,548	78%	0,501	79%	0,339	79%		<b>78%</b>	
2.2.2.	Lakoća upotrebe	0,281	93%	0,265	86%	0,298	67%		<b>87%</b>	
2.2.3.	Pravovremenost	0,103	6%	0,079	5%	0,209	5%		<b>6%</b>	<b>Neprihvatljiv</b>
2.2.4.	Brzina sistema	0,068	91%	0,155	81%	0,154	76%		<b>87%</b>	
2.3.	Zadovoljstvo uslugom	0,325	62%	0,238	53%	0,159	60%		<b>60%</b>	<b>Uslovno</b>
2.3.1.	Pouzdanost sistema	0,119	90%	0,124	86%	0,121	83%		<b>89%</b>	
2.3.2.	Vreme odziva	0,489	6%	0,419	4%	0,422	4%		<b>7%</b>	<b>Neprihvatljiv</b>
2.3.3.	Osiguranje	0,22	99%	0,185	88%	0,266	88%		<b>97%</b>	
2.3.4.	Saosećanje	0,172	69%	0,271	42%	0,19	75%		<b>65%</b>	<b>Uslovno</b>
<b>3.</b>	<b>Bezbednost u upotrebi</b>	<b>0,05</b>	<b>96%</b>	<b>0,148</b>	<b>78%</b>	<b>0,101</b>	<b>75%</b>		<b>82%</b>	
3.1.	Lična bezbednost	0,25	99%	0,167	83%	0,25	75%		<b>85%</b>	
3.2.	Ekonomska šteta	0,75	89%	0,833	72%	0,75	75%		<b>78%</b>	
<b>4.</b>	<b>Fleksibilnost u upotrebi</b>	<b>0,111</b>	<b>66%</b>	<b>0,331</b>	<b>50%</b>	<b>0,317</b>	<b>75%</b>		<b>63%</b>	<b>Uslovno</b>
4.1.	Usaglašenost sa kontekstom	0,638	93%	0,693	88%	0,637	76%		<b>85%</b>	
4.2.	Proširivost na kontekst	0,101	78%	0,095	78%	0,194	78%		<b>78%</b>	
4.3.	Personalizacija u upotrebi	0,261	27%	0,212	12%	0,169	12%		<b>16%</b>	<b>Neprihvatljiv</b>

Vrednovanje parcijalnih i globalnih indikatora izvršeno je u skladu sa kriterijumom iz Tabele 40, a rezultati su prikazani u Tabeli 42.

## **6. ANALIZA REZULTATA, ZAKLJUČCI I PREPORUKE**

Svi podaci prikupljeni u procesu merenja i evaluacije služe kao ulazne vrednosti za analizu, donošenje zaključaka i davanje preporuke. Uopšteno, u ovoj fazi evaluatori analiziraju niz izmerenih i izračunatih vrednosti sakupljenih podataka o indikatorima sa ciljem da povećaju razumljivost nedostataka i slabosti Web GIS aplikacije u odnosu na informacionu potrebu i u skladu sa davanje preporuka ili donošenja odluka o daljim aktivnostima kojima bi se rešili identifikovani problemi.

Ova faza se najčešće realizuje kroz aktivnosti *Planiranja analize*, *Izvršenja analize* i *Izrade izveštaja*. Aktivnost *Planiranje analize* podrazumeva donošenje odluke u vezi dozvoljenih matematičkih i statističkih metoda i tehnika, odgovarajućim alatima i vrstama analize, mehanizmima prezentacije i vizuelizacije podataka. Nakon toga sledi aktivnost *Izvršenje analize* gde evaluatori analiziraju sakupljene podatke, identifikuju i dokumentuju prednosti, nedostatke i slabosti procenjiivanog proizvoda u odnosu na informacionu potrebu, te u skladu sa tim u formi izveštaja preporučuju dalje aktivnosti kojima bi se rešili identifikovani problemi.

Analizom vrednosti elementarnih indikatora mogu se identifikovati uzroci slabosti i propusti Web GIS aplikacije koji za posledicu imaju umanjenje ukupnog kvaliteta. Međutim, za sveobuhvatno sagledavanje kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacije neophodno je analizirati vrednosti parcijalnih i globalnih indikatora koji predstavlja globalni stepen zadovoljenja informacione potrebe za datu svrhu i korisničku ulogu.

Analitički pristup ove metodologije je od vrha hijerarhije prema dnu, što znači da se najpre analiziraju vrednosti globalnih indikatora na najvišem nivou hijerarhije, onda parcijalnih i na kraju vrednosti najelementarnijih indikatora.

Ukupan nivo kvaliteta globalnog indikatora ***Kvaliteta u upotrebi*** pripada opsegu srednje prihvatljivosti (69%) i koji uz neznatne korekcije može biti podignut na prihvatljiv nivo (>75%). Ali, ako pogledamo rezultate karakteristika kvaliteta u upotrebi, može se videti da nijedna od njih nije neprihvatljiva, tj. dve karakteristike su u potpunosti prihvatljive (*Upotrebljivost u upotrebi* (79%) i *Bezbednost u upotrebi* (82%)), ali su ipak dve karakteristike (*Zadovoljstvo* (60%) i *Fleksibilnost u upotrebi* (63%)) uslovno prihvatljive i uz značajnije korekcije može se dostići prihvatljiv nivo kvaliteta, iako nisu neophodne. Dalju analizu ću nastaviti upravo sa karakteristikama čiji je nivo kvaliteta najniži i vrlo blizu donjoj granici prihvatljivosti.

Analiza karakteristike **Zadovoljstvo** nam govori da vrednosti svih parcijalnih indikatora jedva prelaze donju granicu prihvatljivosti i minimalno zadovoljavaju zahteve za kvalitetom. Analizom parcijalnih indikatora na nižem nivou hijerarhije može se uočiti da je na vrednost indikatora *Zadovoljstvo informacijama* (58%) negativno uticala niska vrednost indikatora *Sadržaj* (28%), na *Zadovoljstvo sistemom* (62%) indikator *Pravovremenost* (27%) i na *Zadovoljstvo uslugom* (60%) indikator *Vreme odziva*.

Razlog za nisku vrednost indikatora *Sadržaj* leži u činjenici da ispitanici nisu zadovoljni količinom datih informacija, usaglašenosti datih informacija i izveštaja sa potrebama i obimom pruženih informacija. Kod *Pravovremenosti* ispitanici su najviše zamerki imali na pravovremeno dobijanje potrebnih informacija, zadovoljstvo blagovremenošću, aktuelnost informacija i zastarelost informacija. Na vrednost indikatora *Vreme odziva* negativno se odrazilo nedostatak pomoći, email podrške za pritužbe, brzinu usluge i vreme odziva zapošljenih u IT podršci.

Za pronalaženje uzroka ovih nedostataka treba imati u vidu da su očekivanja ispitanika bila veća te su izostanak pojedinih osnovnih funkcionalnosti iz desktop verzije GIS aplikacije prepoznali kao nedostatak. IT podrška nije na očekivanom nivou ali sa razlogom jer Web GIS aplikacija još uvek nije u operativnoj upotrebi.

Na osnovu ovih zaključaka a radi otklanjanja uočenih slabosti preporučuju se sledeće korektivne aktivnosti:

1. *Izvršiti procenu količine datih informacija i usaglasiti pružene informacije i izveštaje sa potrebama i obimom očekivanih informacija.*
2. *Uspostaviti mehanizam redovnog pregleda informacija koje se publikuju i obezbediti blagovremeneo znavljanje zastarelih informacija aktuelnim.*
3. *Obezbediti mogućnost za transparentno obraćanja za pomoć i pritužbe korisnika putem email-a.*
4. *Organizovati prikupljanje zahteva za pomoći i pritužbi i organizacionim merama u funkcionalno nadležnim institucijama obezbediti njihovo redovno pregledavanje, analizu i povratno slanje odgovora email-om u razumnom roku (ne većem od dva dana).*

Analiza naredne karakteristike **Fleksibilnost u upotrebi** nam govori da su vrednosti dva parcijalna indikatora (*Usaglašenost sa kontekstom* (85%) i *Proširivost na kontekst* (78%)) na visokom nivou, ali da je indikator *Personalizacija* ispod donje granice prihvatljivosti.

Indikator *Proširivost na kontekst* je blizu donje granice безусловne prihvatljivosti i ukazuje da upotreba Web GIS aplikacije u izmenjenom tehničkom i fizičkom okruženju nije značajno umanjila efikasnost ispitanika, ali da ima prostora za poboljšanje.

Na vrednost indikatora *Personalizacija* (16%) uticalo je nezadovoljstvo koje se odnosi na *Prilagođavanje aplikacije specifičnim željama i potrebama* (20%), naročito sekundarnih i indirektnih korisnika. Uzrok nezadovoljstva korisnika treba tražiti u nemogućnosti korisnika da menjaju aplikaciju radi prilagođenja specifičnim željama i potrebama korisnika.

Zato se preporučuje:

5. *Da se razmotri zamena pojedinih kombinacija tastera (kod panovanja ili zumiranja vidljivog dela ekrana npr. „klik na levi taster miša i ne puštajući ga pomerati kursor u ...“, kod merenja daljine i azimuta, površine i obima npr. „dupli levi klik miša na ...“, i sl.) jer nisu pogodna za upotrebu ako se Web GIS korisni npr. u terenskim uslovima na prenosnom računaru kojim se ne upravlja mišem već preko dodirne površine (touchpad).*
6. *Da se ispituju očekivanja i potrebe korisnika na osnovu kojih bi se korisnicima dala mogućnost prilagođavanja (kustomizacija) korisničkog interfejsa i eventualno izveštaja (obima i raspored informacija) personalnim željama i potrebama.*

Analiza karakteristike ***Bezbednost u upotrebi*** nam ukazuje na visoke vrednosti dva parcijalna indikatora (*Lična bezbednost* (85%) i *Ekonomska šteta* (78%)). Može se zaključiti da su svi ispitanici zadovoljni bezbednošću transakcija i smatraju da nema zloupotrebe ličnih podataka jer se preduzimaju adekvatne mere zaštite, da se upotrebom Web GIS aplikacije ne može narušiti ugled organizacije i izazvati neplanirani troškovi, kao i da nepravilnosti i greške ne mogu imati negativne posledice po ljude i imovinu.

Analiza poslednje karakteristike ***Upotrebljivost u upotrebi*** nam govori da je vrednosti indikatora *Efikasnost* (83%) na visokom nivou, dok je *Lakoća učenja* (76%) neznatno iznad a *Efektivnost* (68%) ispod donje granice безусловne prihvatljivosti.

Na vrednost indikatora *Efektivnost* uticalo je vreme indirektnih korisnika provedeno tokom izvršenja zadatka, što se i očekivalo jer oni spadaju u kategoriju nestalnih korisnika, obično na početnom nivou.

Preporuka je:

7. *Organizovati edukaciju rukovodioca o mogućnostima primene GIS-a, naročito koji nisu stalni korisnici, a koji povremeno postavljaju zahteve i koriste elektronske ili štampane izlaze iz Web GIS aplikacije.*

U zaključku se može reći da bi preduzimanje korektivnih akcija, u smislu predloženih preporuka, otklonile uzroke poteškoća u radu, i za posledicu imalo pozitivan uticaj na kvalitet u upotrebi Web GIS aplikacije specijalne namene. Svakako da elementarni, parcijalni i globalni indikatori reprezentuju kvalitet u upotrebi Web GIS aplikacije koji se odnosi na specifične grupe korisnika (primarne, sekundarne i indirektno) u specifičnom kontekstu (za vojne namene), ali ih ne treba tumačiti u širem kontekstu i poistovećivati sa sveukupnom ocenom kvaliteta softvera.

## **D. ZAKLJUČAK**

U proteklih tridestak godina, napredak informacionih tehnologija je uticao na svaki domen našeg života. Zavisnost od softvera postaje globalni fenomen, a vladine institucije i druge organizacije su postale potpuno zavisne od softvera bez kojih je nezamisliva bilo koja poslovna aktivnost, a u poslednje vreme sve više i individualna u slobodnim zanimanjima i u kućnim poslovima. Iz tog razloga, procenjivanje kvaliteta a posebno upotrebljivosti, dobija veliku važnost.

Za procenu upotrebljivosti raspoloživ je veći broj raznovrsnih metoda ali su one uglavnom namenjene za evaluaciju kvaliteta tradicionalnih softverskih proizvoda i identifikovanje problema upotrebljivosti tradicionalnih grafičkih korisničkih interfejsa. Iako se mogu uspešno primeniti i na razne Web aplikacije postavlja se pitanje izbora najprikladnije metode. Svaki evaluacioni pristup ima svoje prednosti i nedostatke a kako je potrebno obezbediti efikasan mehanizam za procenu upotrebljivosti, izbor adekvatnog metoda nije lagan zadatak. Svakako to zavisi od raspoloživih resursa za izvođenje metoda (vreme, novac, broj potrebnih evaluatora i njihova stručnost, broj korisnika za testiranje, mesto i oprema za testiranje), potreban nivo objektivnosti, te mogućnost primene u raznim fazama izrade aplikacije. .

Motivacija istraživanja pronađena je u činjenici da postojeći modeli kvaliteta odgovarajućih standarda nisu namenjeni da bi opisivali kvalitet Web GIS aplikacija za specijalne namene i da karakteristike kvaliteta softvera nisu dovoljne, da su raspoložive metode uglavnom namenjene za evaluaciju kvaliteta tradicionalnih softverskih proizvoda i da većina navedenih pristupa procenjuje upotrebljivost nezavisno. Na osnovu toga, jedan od ciljeva istraživanja je bio da se definiše adekvatan model upotrebljivosti i sveobuhvatan metod za merenje, procenu i evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija.

Dakle, zbog nedostatka adekvatne metodologije za evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija za specijalne namene, zaključak je da postoji potreba da se obezbedi model upotrebljivosti koji će sagledati upotrebljivost GIS aplikacija za specijalne namene u Web okruženju iz više aspekata, kojom bi se otklonili postojeći problemi neadekvatnih modela, odnosno omogućila praktična implementacija metode za sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija za specijalne namene i njene dalje perspektive razvoja.

Izvršena je originalna i sveobuhvatna analiza studija i standarda iz oblasti upotrebljivosti i kvaliteta u upotrebi softverskih proizvoda. U okviru toga je dat detaljan prikaz savremenih metoda i tehnika za procenu upotrebljivosti softvera posebno Web aplikacija.

Analizom standarda i metodologija navedenih u doktorskoj disertaciji, izveden je zaključak da je za izgradnju doslednog programa merenja i evaluacije upotrebljivosti neophodno definisati radni okvir koji će odrediti obim evaluacije i omogućiti izvođenje procesa merenja i evaluacije.

Na osnovu preporuka i uputstava, navedenih u postojećim studijama i važećim standardima, koji se odnose na metode za procenu upotrebljivosti, analize njihovih prednosti i nedostataka definisan je radni okvir za sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija, koji obezbeđuje konzistentnost i ponovljivost procesa merenja i evaluacije upotrebljivosti, a samim tim i njegovih rezultata.

Rad doprinesi sublimiranju i proširenju teoretskih i praktičnih saznanja o upotrebljivosti, i može da koristi onima koji izučavaju upotrebljivost, onima koji nabavljaju softverski proizvod da pomogne razumevanje pojma upotrebljivosti, terminologije i faktora koji doprinose kvalitetu u upotrebi i na kraju evaluatorima da olakša sprovođenje evaluacije upotrebljivosti.

U doktorskoj disertaciji je dat opis najčešće korišćenih metodologija praktičara nastalih poslednje decenije koje su poslužile kao radni okviri za evaluaciju upotrebljivosti Web aplikacija.

Predložen je, razrađen i realizovan originalni način sveobuhvatne procene kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija za specijalne namene primenom inženjeringa, naučnih i matematičkih principa i metoda.

Definisan je metod za identifikaciju faktora upotrebljivosti i određivanje njihove važnosti u kontekstu upotrebe za vojne namene i utvrđivanje kvantitativnog modela upotrebljivosti Web GIS aplikacija.

Detaljnou teoretskom analizom došlo se do kombinacije odgovarajućih metoda za efikasnu sveobuhvatnu evaluaciju upotrebljivosti Web GIS aplikacija.

Razvijena je sveobuhvatna kvantitativna metodologija za evaluaciju Web GIS aplikacija za vojne namene, pod radnum nazivom **UWGIS**, koja se zasniva na novom, sveobuhvatnom i dobro razvijenom kvalitativnom okviru za realizaciju merenja i evaluacije kvaliteta.

Ovaj metod redefiniše postojeći sistem vrednosti, integriše dimenzije kvaliteta proizvoda, podataka i upotrebljivosti i koristiti više različitih evaluacionih metoda za kvantifikovanje atributa kvaliteta u upotrebi.

Uspostavljen je potpuno vrednosni sistem kvaliteta u upotrebi, u kome su definisani ključni činioci (karakteristike, podkarakteristike i atributi) koji potencijalno doprinose kvalitetu Web aplikacije i njihov međusobni odnos, u vidu modela kvaliteta, identifikovan je



njihov relativni značaj u odnosu na ciljeve i zadatke zainteresovanih strana za proizvod. Izabrane su odgovarajuće metrike i uspostavljen je kriterijum prihvatljivosti.

Za formiranje *kvaliteta u upotrebi*, metod obezbeđuje sakupljanje dimenzija niskog nivoa upotrebljivosti, kvaliteta servisa, sistema i informacija. Dimenzije niskog nivoa se mogu direktno menjati i poboljšati upotrebljivost pomoću analitičara ili dizajnera korisničkog interfejsa. Za merenje povezanosti i međusobnih odnosa između ukupnog indeksa kvaliteta proizvoda koriste se klasične statističke metode višestruke regresije u kombinaciji sa faktorskom analizom.

Za merenje subjektivnog zadovoljstva korisnika korišćen je mehanizam upitnika, koji se zasniva isključivo na gledištu krajnjeg korisnika. Ovaj kvalitativni metod se svrstava u kategoriju metoda ispitivanja koji preko skupa od 57 izjava ocenjuje 10 dimenzija kvaliteta, razvrstanih u tri kategorije najvišeg nivoa: kvalitet informacija, kvalitet sistema i kvalitet usluga.

Međutim, kako se pojedini atributi kvaliteta mere nezavisno, svaka metrika se odvojenim objektivnim ili subjektivnim metodama meri na sopstvenoj skali. Pošto odvojena merenja nisu pogodna za procenu sveobuhvatne upotrebljivosti i upoređivanje rezultata, kvantitativni model skorovanja obezbeđuje agregiranje i izvođenje jedne mere upotrebljivosti.

Interpretacija upotrebljivosti preko jedne metrike upotrebljivosti obezbeđuje bolju procenu upotrebljivosti i lakše poređenje proizvoda nego razmatranje pojedinačnih komponenti metrike, što je prednost ovakvog pristupa.

Ovaj kvalitativni metod se može svrstati u kategoriju kombinovanih metoda i predstavlja dobar kompromis između kvalitetnog vrednovanja upotrebljivosti, potrebnog vremena i troškova izvođenja. Eksperiment je pokazao da je primena kombinovanog pristupa za evaluaciju, sublimirana u novoj metodi moguća, opravdana i da utiče na objektivnost u proceni upotrebljivosti. Takođe, ovaj pristup se može koristiti za procenu u kojoj meri su postignuti ciljevi upotrebljivosti, te se može svrstati u sumativne evaluacione metode.

Rezultati, izloženi u eksperimentalnom delu rada, ukazuju da je razrešeno niz dilema koje postoje, naročito u pogledu načina definisanja potreba korisnika, izbora faktora i njihove međusobne povezanosti, određivanja vrednosti koeficijenta njihove važnosti, definisanja kriterijuma prihvatljivosti kojima se ocenjuju atributi kvaliteta u upotrebi i utvrđivanja koraka u procesu evaluacije upotrebljivosti softverskog proizvoda, što svakako potvrđuje njegovu naučnu vrednost, ali i praktičnu upotrebljivost.

Svakako da je za razvoj ove metoda neophodno ekspertsko znanje za definisanje informacionih potreba, identifikovanje konteksta upotrebe, specificiranje modela kvaliteta, izbor metrika i uspostavljanje nivoa zadovoljenja za metrike.

Sama metoda je namenjena da se na jednostavan način, bez posedovanja posebnog tehničkog ili domenskog znanja, može proveriti stepen korisničkog iskustva pri korišćenju Web GIS aplikacije. Međutim, kada bi se na osnovu podataka prikupljenih merenjem, ručno izračunavale vrednosti izvedenih metrika, izvršavala standardizacija metrika i sveobuhvatna evaluacija elementarnih, parcijalnih i globalnih indikatora, proces bi zahtevao ulaganje ogromnog rada i vremena. Iz ovog razloga, autor je kreirao alat pod nazivom „UWGIS tool v1“, razvijen u programskom paketu Microsoft Excel, koji potpuno automatizuje celokupan proces obrade svih podataka i ne zahteva naročito ekspertsko znanje, kako u toku njegove upotrebe tako i u fazi analize rezultata i njihove procene, izvođenja zaključaka i davanja preporuka.

Metoda obezbeđuje listu najkritičnijih dimenzija koje treba da se poprave, nakon čega se očekuje poboljšanje performansi upotrebljivosti jer postoji snažna veza između mera za kvalitet dizajna korisničkog interfejsa i upotrebljivosti.

Razvijena metoda evaluacije kvaliteta u upotrebi odlikuju sledeće karakteristike:

- Zasnovana je na kompozitnom modelu kvaliteta u upotrebi koji integriše različite poglede na kvalitet (interni, eksterni i kvalitet u upotrebi),
- Razvijeni model kvaliteta u upotrebi je prilagođen informacionim potrebama, zahtevima korisničkih grupa i uključuje relevantne karakteristike kvaliteta u upotrebi Web GIS aplikacija za specijalne namene,
- Kvantitativni model ukupnog kvaliteta sadrži koeficijente relativnog značaja karakteristika kvaliteta u upotrebi za vojni domen primene u zavisnosti od vrste korisnika,
- Usaglašen je sa važećim standardima i preporukama iz oblasti kvaliteta i upotrebljivosti,
- Kombiniuje više poznatih evaluacionih pristupa,
- Obezbeđuje objektivnost u evaluaciji upotrebljivosti Web GIS aplikacija u svim fazama životnog ciklusa,
- Omogućava jednostavno identifikovanje problema u dizajnu interfejsa, i
- Interpretira kvalitet u upotrebi preko jedne metrike i osigurava lako poređenje konkurentskih proizvoda ili istog proizvoda u različitim fazama životnog ciklusa.

Ako se uzme u obzir da nova metoda integriše attribute različitih aspekata kvaliteta (eksterni kvalitet i kvalitet u upotrebi), različite poglede na kvalitet sa stanovišta korisnika ili

eksperta, subjektivne sudove korisnika i evaluatora i objektivne rezultate merenja onda se s pravom može reći da opravdava epitet sveobuhvatnosti.

Dobijeni rezultati su pokazali da novi metod ima izvesnu prednost u odnosu na prethodne metode jer omogućava:

- identifikaciju faktora upotrebljivosti i određivanje njihove važnosti u kontekstu upotrebe čime se obezbeđuje veća pouzdanost i objektivnost dobijenih rezultata upotrebljivosti.
- integraciju različitih podataka o atributima upotrebljivosti dobijenih od korisnika, eksperata ili merenjem performansi korisnika u toku izvršavanja skupa unapred definisanih zadataka.
- Poboljšanje jasnoće i razumljivosti interpretacije ukupne upotrebljivosti izvođenjem jedne metrike sumarne upotrebljivosti na jedinstvenoj skali,
- Lakše poređenje upotrebljivosti konkurentskih softverskih proizvoda ili istog nakon izmena.

Metod se fleksibilan i može se primenjivati u bilo kojoj fazi životnog ciklusa Web GIS aplikacije, kako za procenu ispunjenosti ugovorenih zahteva tako i predviđanje upotrebljivosti u svim fazama razvoja, a naročito u fazi prijema gotovog softverskog proizvoda od strane isporučioaca pre uvođenja u operativnu upotrebu.

Rad kroz zaključak i sintezu dobijenih istraživačkih rezultata u vidu predloženih rešenja, ispunjava postavljeni cilj i time daje naučni doprinos u oblasti evaluacije upotrebljivosti Web zasnovanih GIS aplikacija, te kao takav, treba da pomogne sadašnjim i budućim generacijama, da obogate i unapređuju znanja u teoriji i praksi iz oblasti upotrebljivosti.

## **E. LITERATURA :**

- Abdi, H. and Williams, L. J. (2010), Principal component analysis. *WIREs Comp Stat*, 2: 433–459. doi: 10.1002/wics.101
- Abdi, H. (2003). Factor rotations in factor analysis. Dallas, TX: Program in Cognition and Neurosciences, University of Texas.
- Abran, A. Khelifi, A. Suryn, W. and Seffah, A. (2003) “Usability Meanings and Interpretations in ISO Standards,” *Software Quality Journal*, vol. 11, pp. 325-338.
- Abran A. et al. (2003) “Consolidating the ISO Usability Models,” In Proceedings of 11<sup>th</sup> International Software Quality Management Conference.
- Abdinnour-Helm, S.F., Chaparro, B.S., Farmer, S.M. (2005) Using the End-User Computing Satisfaction (EUCS) Instrument to Measure Satisfaction with a Web Site. *Decision Sciences*, Vol. 36, No. 2, pp. 341-364.
- Al-Qutaish, R., (2009) “An Investigation of the Weaknesses of the ISO 9126 International Standard,” in Proceedings of Second International Conference on Computer and Electrical Engineering, pp. 275-279.
- Al-Qutaish, R., (2009) “Measuring the Software Product Quality During the Software Development Life-Cycle: An International Organization for Standardization Standards Perspective,” *Journal of Computer Science*, vol. V, no. 5, pp. 392-397.
- Al-Qutaish, R., (2010) “ISO 9126: Analysis of Quality Models and Measures,” in *Software Metrics and Software Metrology*, Alain Abrain, Ed.: John Wiley & Sons, Inc, ch. 10, pp. 205-228.
- Aladwani, A.M., Palvia, P.C. (2002) Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality. *Information & Management*, Vol. 39, No. 6, pp. 467-476.
- Alesheikh, A., Helali, H. & Behroz, H. (2002) *Web GIS: Technologies and Its Applications*. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, 15.
- Alphonse C.B. (1997) Application of the Analytic Hierarchy Process in agriculture in developing countries, *Agricultural Systems*, 53, 97-112.
- Arms, William Y. (2000): *Digital libraries*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Armstrong, D.B., Fogarty, G.J., Digsdag, D. & Dimpleby, J. 2005, ‘Validation of a computer user satisfaction questionnaire to measure IS success in small business’, *Journal of Research and Practice in Information Technology*, vol. 37, no. 1, pp. 27 - 42.
- Azleen., I., Mohd Rushdan, Y., Mohd Zulkeflee, A.R., Rahida., A.R. . (2007). The Study Of End-user Computing Satisfaction (EUCS) On Computerised Accounting System (CAS) Among Labuan F.T Government Sectors: A Case Study In The Responsibility Centres. *Labuan E-journal Of Muamalat And Society*. vol.1: 1-14.

- Azuma, M., (2001) "SquaRE: The next generation of the ISO/IEC 9126 and 14598 international standards series on software product quality," 2001.
- Babiker, E.M., Fujihara, H., Boyle, Craig. D. B. (1991) A metric for hypertext usability. In Proc. 11<sup>th</sup> Annual International Conference on Systems documentation, (pp.95-104). ACM Press.
- Barnes, S. and Vidgen, R. (2002) "An Integrative Approach to the Assessment of E-Commerce Quality," Journal of Electronic Commerce Research, vol. III, no. 3, pp. 114-127.
- Battleson, B., Booth, A., & Weintrop, J. (2001): Usability testing of an academic library Web site: A case study, The Journal of Academic Librarianship, Vol. 27(3), pp. 188-198.
- Bass, L. and John, B. E. (2003): Linking usability to software architecture patterns through general scenarios, Journal of Systems and Software, Vol. 66(3), pp. 187-197.
- Becker, P. and Olsina, L. (2010) "Towards Support Processes for Web Projects," GIDIS\_Web, Engineering School, UNLPam, La Pampa, Argentina.
- Becker, P., Lew, P. and Olsina, L. (2012) "Specifying Process Views for a Measurement, Evaluation, and Improvement Strategy," Advances in Software Engineering, vol. 2012, Article ID 949746, 28 pages, doi:10.1155/2012/949746
- Bevan, N., Kirakowski, J. and Maissel, J., (1991) "What is Usability?," in Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on HCI, Stuttgart.
- Bevan, N. and Macleod, M. (1994) "Usability measurement in context.," Beh. and Infor. Tech. vol. 13, pp. 132-145.
- Bevan, N. (1999) "Common Industry format usability tests", Serco usability services 4 sandy lane, Teddington, Middx, TW11 0 DU, UK.
- Bevan, N., "Quality in Use: Meeting User Needs for Quality," Journal of Systems and Software, vol. I, no. 49, pp. 89-96.
- Bevan, N. (2009) "Extending quality in use to provide a framework for usability measurement," Proc. of HCI Int'l.
- Bevan N. (2009): International Standards for Usability Should Be More Widely Used, Journal of Usability Studies, Vol. 4(3), pp. 106-113.
- Bhuasiri W., Xaymoungkhoun O., Zo H., Jeung J. R. Ciganek A. P. (2011). Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty. Computers & Education 58 (2012) 843-855.
- Bjarnik, G. (2001) "Towards valid quality models for websites," University of Udine, Udine.
- Blandford, A., and Buchanan G. (2002): Usability for digital libraries, Proceedings of the Second ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries, 424, New York, ACM Press.
- Boehm, B. W, Brown, J. R. and Lipow, M. (1976) Quantitative Evaluation of Software Quality, Proceeding 2<sup>nd</sup> International Conference on Software Engineering, pp. 592-605
- Boehm B. W. et. All. (1978) "Characteristics of Software Quality", TRW serise on Software Technologies, Vol. 1, North Holland.

- Bogdanović, M., Davidović, N., Stanimirović, A. i Stoimenov, L. (2009) "Web portal za pristup integrisanim informacijama", INFOTEH 2009, Jahorina, 18-20.03.
- Booth, P. (1989): An introduction to human-computer interaction. Hillsdale, USA, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Borges, J. A., Morales, I. and Rodríguez, N.J. (1996) "Guidelines for designing usable World Wide Web pages" In Conference companion on Human factors in computing systems: common ground. Vancouver, British Columbia, Canada: ACM, pp. 277-278
- Borović, S., Milić, M. (2001) Zbirka zadataka iz odabranih oblasti operacionalnih istraživanja, Vojna akademija, Beograd.
- Brooke, J. (1996) "SUS: A quick and dirty usability scale," in Usability evaluation in industry, P.W. Jordan, B. Weerdmeester, A. Thomas, I.L. McLelland (Eds.), Taylor and Francis.
- Brinck, T., Gergle D. and Wood S. D. (2002): Designing Web sites that work: Usability for the Web, San Francisco, Morgan Kaufmann.
- Bublione, L., Gasparro, F., Giacobbe, E. and Grande, C. (2002) "A Quality Model for Web-based Enviroments: GUFPI-ISMA Viewpoint," GUFPIISMA, Rome.
- Butler, K. (1985): Connecting Theory and Practice: A Case Study of Achieving Usability Goals, In Proceedings of CHI 85, ACM, New York, pp. 85-88.
- Calero, C., Ruiz, J. and Piattini, M. (2004) "A Web Metrics Survey Using WQM," in ICWE 2004, pp. 147-160.
- Calisir, F., Gumussoy, C. A., Bayraktaroglu, A.E., and E. Saygivar (2011). Usability and Functionality: A Comparison of Key Project Personel's and Potential Users' Evaluations. Proceedings of the International Conference on Computer, Electrical, and Sytems Sciences, and Engineering, November 14-16, Paris-France, pp. 204-208.
- Campbell, K., and Aucoin, R. (2003): Value-based design of learning portals as new academic spaces, In: Jafari, A. and M. Sheehan (Eds.), Designing Portals: Opportunities and Challenges, Hershey, PA, IRM Press, pp. 162-185
- Chang, K. (Grace) (2009), An Analytic Characterization Of Web GIS Utilization In Recreation And Tourism Information Search, Dissertation Abstracts International, Volume: 70-09, Section: A, page: 3635.
- Chin, J.P., Diehl, V.A. and Norman, K.L. (1988) "Development of an instrument measuring user satisfaction of the humancomputer interface," Proc SIGCHI conference on Human factors in computing systems, ACM, pp. 213-218, doi:10.1145/57167.57203.
- Chua B. B. and Dyson L. E., (2004), "Applying The ISO 9126 Model To The Evaluation Of An E-Learning", in Proceedings of the 21st ASCILITE Conference, pp. 184-190.
- Clairmont, M., Dickstein R. and Mills V. (1999): Testing of usability in the design of a new information gateway.
- Congalton, R.G. and Green, K. (1992) The ABCs of GIS. Journal of Forestry 1992:13-20
- Cordes, R. E. (1984) Application of Magnitude Estimation for Evaluating Software Ease of Use. In Gavriel Salvendy (Ed.) First USA-Japan Conference on Human Computer Interaction, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

- Cockton, G. (2008) Putting Value into E-valuation. In: Law, E. L., Hvannberg, E. T., Cockton, G. (eds.) Maturing Usability. Quality in Software, Interaction and Value. Springer.
- Čekerevac Z., Anđelić S., Glumac S., Dragović G., (2010), “Savremene tendencije primene GIS tehnologija”, International Scientific Conference Management 2010, Kruševac,.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Davis, G. B. (1999). A Research Perspective for Information Systems and Example of Emerging Area of Research. *Information Systems Frontiers*, 1(3), 195-203.
- Delone, W. H., McLean, E.R. (1992) “Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable”, *Information Systems Research*, Vol. 3, March, pp. 60-95.
- Delone, W. H., McLean, E.R. (2003) The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update *Journal of Management Information Systems / Spring 2003*, Vol. 19, no. 4, pp. 9–30.
- Dromey, R.G.(1996): “Cornering the Chimera“, *IEEE Software*, 13, (1), pp. 33-43
- Doll, W. J., Torkzadeh, G. (1988). “The Measurement of End-User Computing Satisfaction.” *MIS Quarterly*, (June): 259-274.
- Dix A. et al. (2003) “Human-Computer Interaction” 3<sup>rd</sup> ed., Prentice Hall.
- Donyaee, M. and Seffah, A. (2001): QUIM: An Integrated Model for Specifying and Measuring Quality in Use, Eighth IFIP Conference on Human Computer Interaction, Tokyo, Japan.
- Doubleday, A., Ryan, M., Springett, M., Sutcliffe, A. (1997) A Comparison of Usability Techniques for Evaluating Design. Symposium on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods and Techniques (ACM DIS), Amsterdam, NL, pp 101-110.
- Dubey, S.K. and Rana, A. (2010) “Analytical Roadmap to Usability Definitions and Decompositions,” vol. 2, no. 9, pp. 4723–4729.
- Dumas, Joseph. S. and Redish Janice C. (1993): A practical guide to usability testing, Norwood, NJ, Ablex Publishing Co.
- Duchowski, A.T. (2007) *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, Second edition. London: Springer-Verlag.
- Eason (1984): Towards the experimental study of usability, *Behaviour and Information Technology*, Vol. 3(2), pp. 133-143.
- Eernisse M. (2006) *Build Your Own Ajax Web Applications*, SitePoint.
- ESRI, (2008) *GIS in the Defence and Intelligence Communities*, <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-in-defense-vol3.pdf>
- Faulkner, X. (2000) *Usability Engineering*, Palgrave, Grassroots Series, 244p.

- Fiotakis, G., Fidas, C. and Avouris, N. (2007) "Comparative usability evaluation of web systems through activity lens", Electrical & Computer Engineering Department, HCI Group, University of Patras.
- Fitzpatrick, R. (1996) Software Quality: Definitions and Strategic Issues, Staffordshire University, School of Computing Report, Staffordshire University, UK.
- Folmer, E. & Bosch, J. (2004) Architecting for usability: A survey. Journal of Systems and Software, 70(1-2), 61-78.
- Frojkaer, E., Hertzum, M. and Hornbaek, K. (2000): Measuring Usability: Are Effectiveness, Efficiency, and Satisfaction Really Correlated, In CHI'00, New York, ACM Press, pp. 345-352.
- Gardner-Bonneau, D. (2010): Is Technology Becoming More Usable or Less and With What Consequences, Journal of Usability Studies, Vol. 5(2), pp. 46-49.
- Gediga, G., Hamborg, K.-C. and Düntsch, I. (1999) "The IsoMetrics usability inventory: An operationalization of ISO 9241-10 supporting summative and formative evaluation of software systems," Beh. and Infor. Tech. vol. 18, pp. 151-164.
- GeoBroker® Intelligent geospatial data management,  
[https://www.esg.de/fileadmin/downloads/geobroker\\_en.pdf](https://www.esg.de/fileadmin/downloads/geobroker_en.pdf)
- Gillies, Alan C. (1992) Software quality: Theory and management, Chapman & Hall, London, England.
- GIS Matters, GeoWeb 2.0, <http://gismatters.blogspot.com/2006/06/geoweb-20.html>
- Goodwin, N. (1987): Functionality and Usability, In Communications of the ACM, Vol. 30(3), pp. 229-233.
- Gorla N., Somers T.M., Wong B. (2010): Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. Journal of Strategic Information Systems 19. 207–228.
- Gould, J. D. (1988): How to design usable systems, In Handbook of Human Computer Interaction, ed. Martin Helander, New York, Elsevier, pp. 757–89
- Grady R., Caswell, D. (1987) Software Metrics: Establishing a Company-Wide Program. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Grady, R. B. (1992): Practical Software Metrics for Project Management and Process Improvement, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Granic, A., Glavinic, V. and Males, L. (2004) "Evaluation of page design concepts of a Web-based authoring shell", In Electrotechnical Conference, MELECON 2004. Proceedings of the 12<sup>th</sup> IEEE Mediterranean, pp. 751-756.
- Granić, A., Mitrović, I., Marangunić, N. (2009) "Web Portal Design: an Employment of a Range of Assessment Methods", In Papadopoulos, G. A.; Wojtkowski, W.; Wojtkowski, W. G.; Wrycza, S.; Zupancic, J. (Eds.): Information Systems Development: Towards a Service Provision Society. Springer-Verlag: New York, pp.



- Greenberg, S. & Buxton, B. (2008) Usability Evaluation Considered Harmful (Some of the Time). In CHI 2008 Proceedings, pp. 111-120.
- Gigović, Lj., Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena, Vojnotehnički glasnik br. 2/2010, str. 165–178, Beograd,
- Guan, Z., Lee, S., Cuddihy, E. and Ramey J. (2006) "The Validity of the Stimulated Retrospective Think-Aloud Method as Measured by Eye Tracking", CHI 2006 Proceedings, pp. 1253-1262.
- Hart, S. G. and Staveland, L. E. (1988) "Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research," in Advances in Psychology, vol 52, A.H. Peter, M. Najmedin (Eds.), North-Holland, pp. 139-183.
- Hart, J., Ridley, C., Taher, F., Sas, C., Dix, A. (2008) "Exploring the Facebook Experience: A New Approach to Usability" Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges; October 20-22, Lund, Sweden, ACM, pp. 471-474.
- Harker P.T., and Vargas L.G. (1987) "The theory of ratio scale estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process", Management Science, 33(11), 1383-1403.
- Hassenzahl, M. (2002) "The effect of perceived hedonic quality on product appealingness" International Journal of Human-Computer Interaction, 13, 479–497.
- Hassenzahl, M. (2008) "User experience: towards an experiential perspective on product quality," IHM. vol. 339, Proc. of the 20th Int'l Conference of the Assoc. Francophone d'Interaction Homme-Machine, pp. 11-15.
- Herrera M. , Ma Ángeles M., Caballero I., Calero C., (2010) "Quality in Use Model for Web Portals (QiUWeP)", Current Trends in Web Engineering, Vol 63, iss 85, pp 91-101.
- HFR Group, (2011) "WAMMI questionnaire," Human Factors Research Group in Cork, Ireland.
- Hix, D. and Hartson H. R. (1993): Developing user interfaces: Ensuring usability through product & process. New York, John Wiley.
- Hornbæk, K. (2006): Current Practice in Measuring Usability: Challenges to Usability Studies and Research, International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 64 (2), pp. 79-102.
- Hossack, I. et al. (2004) A GIS and Web-based decision support tool for the management of urban soils. *Cybernetics and Systems*, 35(5-6), 499-509.
- Humphreys T., Plate A. (2006) Measuring the effectiveness of your ISMS implementations based on ISO/IEC 27001, BSI.
- IEEE Std. 1061. (1992): IEEE standard for a software quality metrics methodology, New York, IEEE Computer Society Press.
- ISO/IEC 9126: 1991.
- ISO 9241-11: 1998, "Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability ," Geneva, Switzerland: Author., 1998.

- ISO/IEC 9126-1: 2001, Software Engineering – Product Quality – Part 1: Quality Model, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2001.
- ISO/IEC TR 9126-2: 2003, Software Engineering – Product Quality – Part 2: External Metrics, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2003.
- ISO/IEC TR 9126-3: 2003, Software Engineering – Product Quality – Part 3: Internal Metrics, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2003.
- ISO/IEC TR 9126-4: 2004, Software Engineering – Product Quality – Part 4: Quality in Use Metrics, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2004.
- ISO/IEC 14598-5: 1998, Information Technology – Software Product Evaluation – Part 5: Process for Evaluators, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1998.
- ISO/IEC 14598-1: 1999, Information Technology—Software Product Evaluation—Part 1: General Overview, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1999.
- ISO/IEC 14598-4: 1999, Information Technology – Software Product Evaluation – Part 4: Process for Acquirers, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 1999.
- ISO/IEC 14598-2: 2000, Information Technology – Software Product Evaluation – Part 2: Planning and Management, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2000.
- ISO/IEC 14598-3: 2000, Information Technology – Software Product Evaluation – Part 3: Process for Developers, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2000.
- ISO/IEC 14598-6: 2001, Information Technology – Software Product Evaluation – Part 6: Documentation of Evaluation Modules, ISO/IEC, Geneva, Switzerland, 2001.
- ISO/IEC 25010: 2009, Software engineering – software product quality requirements and evaluation (SquaRE) – quality model and guide, 2009
- ISO/IEC 25010.3: 2011, “Systems and software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Software product quality and system quality in use models”,. ISO (2011).
- ISO/IEC 2503n - Quality Requirements Division.
- ISO/IEC 2504n - Quality Evaluation Division.
- ISO/IEC 25040: 2011, “Systems and software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) –Evaluation process”.
- Ivory, M., Sinha, R. and Hearst, M. A. (2001) "Empirically Validated Web Page Design Metrics," in ACM SIGCHI'01, Seattle, WA, USA.
- Ivory M.Y., Hearst, M.A. (2001) The State of the Art in Automating Usability Evaluation of User Interfaces, ACM Computing Surveys, Vol. 33, No. 4, pp. 470-516.
- Jeng, J. (2005) “Usability Assessment of Academic Digital Libraries: Effectiveness, Efficiency, Satisfaction and Learnability,” vol. 55, pp. 96–121.
- Jokela, T., Iivari, N., Matero, J., & Karukka, M. (2006) The standard of user-centered design and the standard definition of usability: analyzing ISO 13407 against ISO 9241-11. In

- Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction. Rio de Janeiro, Brazil: ACM, pp. 53-60.
- Jolliffe I.T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p. 28 illus. ISBN 978-0-387-95442-4
- Jovanović, M. (2010) „Upravljanje ugovorima za softver oslanjanjem na standarde – način dostizanja kvaliteta i sprečavanja zloupotreba“, Treće naučno-stručno „Savetovanje o Zloupotrebi informacionih tehnologija i zaštiti ZITEH '10“, ISBN 978-86-90951111-6, Beograd, Mart 5-6.
- Jovanović V., Đurđev B., Srdić Z. i Stankov U. (2012), Geografski informacioni sistemi, Univerzitet Singidunum, Univerzitet u Novom Sadu, ISBN: 978-86-7912-86-408-1
- Juristo, N., Moreno, A.M. and Sanchez-Sequra, M-I (2007): Analyzing the Impact of Usability on Software Design, The Journal of Systems and Software, pp. 1506-1516.
- JUS ISO/IEC 12207: 1997, Informaciona tehnologija – Procesi žiivotnog ciklusa softvera
- Kaiser, H.F. (1970). A second generation Little Jiffy. Psychometrika, 35, 401-415.
- Kantner, L., Rosenbaum, S. (1997) Usability Studies of WWW Sites: Heuristic Evaluation vs. Laboratory Testing. Proceedings of International Conference on Computer Documentation (ACM SIGDOC), Snowbird, USA, pp 153-160.
- Karahoca, D. Karahoca, A. Karaoglu, A. Gulluoglu, B. and Arifoglu, E. (2010) “Evaluation of web based learning on student achievement in primary school computer courses,” Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 2, no. 2, pp. 5813–5819.
- Kasse J. P. and Balunywa W. (2013) An assessment of e-learning utilization by a section of Ugandan universities: challenges, success factors and way forward, International Conference on ICT for Africa 2013, February 20 -23, Harare, Zimbabwe.
- Kent, Beck, (2000) Extreme Programming Explained: Embrace Change. Addison Wesley.
- Kirakowski, J., Corbett, M. (1993) SUMI: the software measurement inventory. British Journal of Educational Technology, Vol. 24, No. 3, pp. 210-212.
- Kirakowski, J., Claridge, N., Whitehand, R. (1998) Human Centered Measures of Success in Web Site Design. Proceedings of the 4th Conference on Human Factors & the Web, June 5; Basking Ridge, New York, USA. AT&T Labs.
- Komogortsev O.V., Mueller, C.J., Tamir, D., Feldman, L. (2009) An Effort Based Model of Software Usability. Proceedings of the International Conference on Software Engineering Theory and Practice (SETP-09), July 13-16; Orlando, Florida, USA. pp. 75-83.
- Kovačević M., Milosavljević, A., Rančić, D., Trajković, B. (2011) Proširenje GIS programskog okvira na vojni domen u cilju implementacije MIL-STD 2525C standarda. YUINFO 2011, Kopaonik 6.-9. mart 2011..
- Koua, E. & Kraak, M., (2004) A usability framework for the design and evaluation of an exploratory geovisualization environment. In Proceedings of the International Conference on Information Visualization. Pp. 153-158.

- Koua, E. L., MacEachren, A. & Kraak, M., (2006), "Evaluating the usability of visualization methods in an exploratory geovisualization environment", *International Journal of Geographical Information Science*, 20(4), 425.
- Krug, S. (2005): *Don't make me think: A common sense approach to Web usability*, 2nd ed. Berkeley: New Riders Press, 2005, chap. 9.
- Kuo T, L.I., Huang C et al. (2005), Measuring user's perceived portal service quality: An empirical study. *Total Quality Management and Business Excellence*, p. 16:309.
- Kukrika, M. (2000), *Geografski informacioni sistemi*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet.
- Lan, H.X. et al. (2009) A web-based GIS for managing and assessing landslide data for the town of Peace River, Canada. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9(4), 1433-1443.
- Laurusdottir, M. K., (2009) "Listen to your users, The Effect of Usability Evaluation on Software Development Practice", department of information technology Uppsala University.
- Lazić, Lj., (2007) "Integralni i optimizirani proces testiranja softvera (IOPTS), uvodno predavanje," Državni univerzitet u Novom Pazaru, Novi Pazar.
- Lazić, Lj., (2010) "Izazovi u testiranju i oceni kvaliteta Web aplikacija," Državni univerzitet u Novom Pazaru, Novi Pazar.
- Lecerof, A., & Paterno, F. (1998): Automatic Support for Usability Evaluation, *IEEE Transactions on Software Engineering*, 24(10), pp. 863-888.
- Lee Y., Kozar K. A. (2006), Investigating the effect of website quality on e-business success: An analytic hierarchy process (AHP) approach, *Decision Support Systems* 42 (2006) 1383-1401.
- Levi, M. D., and Conrad, F.G., (2009) "Usability Testing of World Wide Web Sites" Bureau OF Labor Statistics.
- Lew P., Olsina L., Li Zhang, (2010) Quality, Quality in Use, Actual Usability and User Experience as Key Drivers for Web Application Evaluation, *Lecture Notes in Computer Science*, Volume 6189, Web Engineering, Pages 218-232.
- Lew P., Li Zhang, Olsina L., (2010) Usability and user experience as key drivers for evaluating GIS application quality, In *The 18th International Conference on Geoinformatics: GIScience in Change*, Geoinformatics 2010, Peking University, Beijing, China, June, 18-20, pages 1-6, IEEE, DOI: 10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567803
- Lew, P. and Olsina, L., (2011) "Instantiating Web Quality Models in a Purposeful Way," in *11<sup>th</sup> Int'l Conference on Web Engineering (ICWE2011)*, Paphos, Cyprus, 2011, Volume 6757, pp. 214-229.
- Lew P., Olsina L., Becker P. and Zhang L., (2011) "An integrated strategy to systematically understand and manage quality in use for web applications," *Requirements Engineering* vol., pp. 1-32.

- Lew P., Qanber Abbasi M., Rafique I., Wang X., Olsina L. (2012) Using Web Quality Models and Questionnaires for Web Applications Evaluation. IEEE proceedings of QUATIC, Lisbon, Portugal.
- Lew P., (2012) An Enterprise Framework for Evaluating and Improving Software Quality. In proceedings of 30th Pacific Northwest Software Quality Conference (PNSQ2012), Portland, Oregon, pp. 393-404.
- Lewis, J (1991) A Rank-Based Method for the Usability Comparison of Competing Products. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 35<sup>th</sup> Annual Meeting San Francisco California (pp1312-1316).
- Lewis, J.R. (1995) "IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use," Int. J. Hum.-Comput. Interact. vol. 7, pp. 57-78.
- Li H. and Suomi, R., (2009) "A Proposed Scale for Measuring E-service Quality," International Journal of u- and e-Service, Science and Technology, vol. II, no. 1.
- Lin, H.X., Choong Y.-Y. and Salvendy, G. (1997) "A proposed index of usability: a method for comparing the relative usability of different software systems," Beh. & Infor. Tech. vol. 16, pp. 267-278.
- Liu, Chang and Arnett, Kirk P., (2000), "Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce", Information & Management, Vol. 38, No. 1, October 2000, pp. 23-33.
- Loiacono, E., Watson, R. and Goodhue, D., (2002) "WebQual™: A Measure of Web Site Quality," Worcester Polytechnic Institute & University of Georgia, Worcester, Massachusetts and Athens, Georgia.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2005). Geographical information systems and science, Chichester: John Wiley & Sons.
- Löwgren, J. (1993): Human-computer interaction, Student literature, Lund, Sweden.
- Lund, A.M. (2001) "Measuring Usability with the USE Questionnaire," Usability and User Experience vol. 8.
- Makoid, L., Forte, C., and Perry, J. (1985): An Empirical Model for Usability Evaluation Based on the Dynamics of the Human-Computer Interface, Technical Report TR-85-15, North Carolina State University.
- Manouselis N. and Sampson D.G., (2004) "Multiple Dimensions of User Satisfaction as Quality Criteria for Web Portals", in ICWI, IADIS, pp. 535-542, 2004.
- McCall, J., Richards, P. and Walters, G., (1977) "Factors in Software Quality," NTIS AD-A049-014.
- McCall J.A., Cavano, J.P., (1978) A Framework for the Measurement of Software Quality, Proceedings of the ACM Software Quality Assurance Workshop, pp. 133-139
- McGee, M. (2003). Usability magnitude estimation. Proc.HFES, 47<sup>th</sup> Annual Meeting, (691–695).
- McGee, M (2004). Master usability scaling: magnitude estimation and master scaling applied to usability measurement. In Proc. CHI 2004, (pp 335 – 342). Washington, D.C.: ACM Press.

- Milićević, M., Župac, G.: „Objektivni pristup određivanju težina kriterijuma“ naučni članak, Vojnotehnički glasnik br. 1, januar – mart 2012.
- Milosavljević, A., Stoimenov, L., Dorđević-Kajan, S., (2005) “An Architecture for Open and Scalable Web GIS”, 8th AGILE Conference on GIScience, Estoril, Portugal, May 26-28, pp. 629-634.
- MIL-STD-498 5 Dec 94 (PDF version 7/1/95).
- Montero, F., Lozano, M. D. and González, P., (2008) "Usability-Oriented Quality Model Based on Ergonomic Criteria," in *Web Information Systems Quality*, Coral Calero Muñoz, Ángeles Moraga, and Mario Piattini, Eds. Hershey, New York: Information Science Reference, ch. 8, pp. 220-233.
- Molich, R., Nielsen, J. (1990) Improving a Human-Computer Dialogue. *Communications of the ACM*, Vol. 33, No. 3, pp. 338-348.
- Moraga, A., Cordoba, J., Calero, C. and Cachero, C., (2008) "A General View of Quality Models for Web Portals and a Particularization to E-Banking Domain," in *Web Information Systems Quality*, Coral Calero Muñoz, Ángeles Moraga, and Mario Piattini, Eds. Hershey, New York: Information Science Reference, ch. 7, pp. 113-129.
- Morkes, J. and Nielsen, J., (1998) “Applying writing guidelines to Web pages” In CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems, pp. 321-322.
- Maryoly, O., Perez, M., Rojas, T. (2003) Construction of a Systemic Quality Model for Evaluating a Software Product, Kluwer Academic Publishers. *Software Quality Journal*, 11, 219–242.
- Murgesan, S., (2008) “Web Application Development: Challenges and The Role of Web Engineering,” in *Web Engineering – Modelling and Implementing Web Applications*, Gustavo Rossi et al., Eds.: Springer, ch. 2, pp. 7-32.
- Muylle, S., Moenaert, R., Despontin, M. (2004) The conceptualization and empirical validation of web site user satisfaction. *Information & Management*, Vol. 41, No. 5, pp. 543-560.
- Nielsen, J. (1992) The Usability Engineering Lifecycle. *IEEE Computer*, Vol. 25, No. 3, pp. 12-22.
- Nielsen, J. (1992). Finding usability problems through heuristic evaluation. Paper presented at the Proceedings ACM CHI'92 Conference, Monterey, CA.
- Nielsen, J. (1993): *Usability Engineering*, Academic Press.
- Nielsen, J., and Landauer, T. K. (1993). "A mathematical model of the finding of usability problems," *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference* (Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993), pp. 206-213.
- Nielsen, J., Mack, R. L., (1994) *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley & Sons.
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, San Francisco.
- Nielsen, J. (1994) Heuristic evaluation. In: Nielsen, J., Mack, R.L. (eds) *Usability Inspection Methods*. Wiley & Sons, New York.

- Nielsen, J. (2005) Ten Usability Heuristics. Dostupno na [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html).
- Nivala, A., Brewster, S. & Sarjakoski, L., (2008) Usability evaluation of web mapping sites. *Cartographic Journal*, 45(2), 129-138.
- Norman, K.L., Shneiderman, B.A., Harper, B.D., Slaughter, L.A. (1998) Questionnaire for User Interaction Satisfaction, Version 7.0: Users' Guide. College Park: University of Maryland.
- Nur Sukinah Aziz, Adzhar Kamaludin, Norrozila Sulaiman (2013), Assessing Web Site Usability Measurement, *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, Volume: 02 Issue: 09 | Sep-2013, eISSN: 2319-1163 | pISSN: 2321-7308, Available @ <http://www.ijret.org>.
- Olsina, L., Godoy, G., Lafuente, G. J. and Rossi, G., (2001) "Specifying Quality Characteristics and Attributes for Websites," UNLP Argentina.
- Olsina, L. and Rossi, G., (2002) "Measuring Web Application Quality with WebQEM," *IEEE Multimedia*, vol. 9, no. 4, pp. 20-29.
- Olsina L. and Molina, H., (2008) "How To Measure And Evaluate Web Applications In A Consistent Way," in *Web Engineering – Modelling and Implementing Web Applications*, Gustavo Rossi et al., Eds. London: Springer, ch. 8, pp. 385-420.
- Offut, J., (2003) "Web Software Applications Quality Attributes," George Mason University.
- O'Reilly T., (2005) What is Web 2.0, <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>
- Oppenheim, A., (2004) "Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Management", Reprinted Pub Ltd.
- Orehovački, T. (2010) Proposal for a Set of Quality Attributes Relevant for Web 2.0 Application Success. Proceedings of the 32nd International Conference on Information Technology Interfaces, June 21-24, Cavtat, Croatia.
- Oztekin, A., Nikov, A., Zaim, S. (2009) UWIS: An assessment methodology for usability of web-based information systems, *The Journal of Systems and Software*, Vol. 82, No. 12, pp. 2038-2050.
- Pack, T. (2003): Fiddling with the Internet dials: Understanding usability, *Online*, 27 (2), pp. 36-38.
- Perlman, G., (1997) " Practical usability evaluation," *Proc CHI '97 extended abstracts on Human factors in computing systems: looking to the future*, ACM, pp. 168-169, doi:10.1145/1120212.1120326.
- Pernice, K., Nielsen, J. (2009) *Eyetracking Methodology: How to Conduct and Evaluate Usability Studies Using Eyetracking*, Nielsen Norman Group.
- Petter, S., DeLone, W., McLean, E., 2008. Measuring information system success: models, dimensions, measures, and relationships. *European Journal of Information Systems* 17, 236–263.

- Plantak Vukovac, D., Orehovački T., (2010) Metode vrednovanja web upotrebljivosti // CASE 22 - Metode i alati za razvoj poslovnih i informatičkih sustava. Rijeka : CASE d.o.o., 2010. ; str. 171-182
- Polson, P., Lewis, C., Rieman, J., Wharton, C. (1992) Cognitive Walkthrough: A Method for Theory-based Evaluation of User Interfaces. International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 36, pp. 741-773.
- Porteous, M., Kirakowsky, J. & Corbett, M. (1993): SUMI user handbook, Human Factors Research Group, University College Cork.
- Poyhonen, M. and Hamalainen, R., (2001) On the convergence of multiattribute weighting methods. European Journal of Operational Research, 129, 569–585.
- Quesenbery, W., (2003) “Dimensions of Usability: Defining the Conversation, Driving the Process”.
- Quesenbery, W. (2003): Dimensions of usability. In Albers, M., & Mazur, B., Content and complexity: Information design in technical communication. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Quirchmayr, G., Funilkul, S. and Chutimaskul, W., (2007) "A Quality Model of e-Government Services Based on the ISO/IEC 9126 Standard," University of Vienna; University of Technology Thonburi, Viena, Bangkok.
- Radivojević, G., Lazić, B., Šormaz, G., & Tasić, B. (2007). Neki primeri primene GIS i GPS tehnologije. Transport i logistika, (13), 56-67.
- Rafique, I. ; Jingnong Weng ; Yunhong Wang ; Abbasi, M.Q. ; Lew, P. , (2012) " Software Learnability Evaluation: An Overview of Definitions and Evaluation Methodologies for GIS Applications," ICCGI 2012 : The Seventh International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology. ISBN: 978-1-61208-202-8.
- Raičević N., (2008) Standardi u testiranju softvera, Diplomski rad, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.
- Rančić, D., Stoimenov, L., Milosavljević, A., Bogdanović, M., Antolović, I., Pejanović, M., (2011). Potencijal upotrebe Web GIS rešenja u oblasti bezbednosti i odbrane. YUINFO 2011., Kopaonik 6-9- mart 2011.
- Reed, P. (1986): Usability Testing in the Real World. In Proceedings of CHI 86, ACM, Boston, 212.
- Rhodes, J.S., (2010, January, 1). A Proposal for evaluating Usability Testing Methods: The Practical Review System (PRS). 2003.
- Rubey R. J., Hartwick, R. D., (1968) Quantitative Measurement of Program Quality, ACM National Conference Proceedings, pp. 671-677.
- Rubin, J. (1994): Handbook of usability testing: How to plan, design, and conduct effective tests, New York, Wiley.
- Rubin, J. and Chisnell, D., (2008) “Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests”, 2<sup>nd</sup> edition. Indiana: Wiley Publishing, Inc., chap. 1 and 2.
- Saaty TL (1980) “The Analytic Hierarchy Process” McGraw-Hill, New York, USA. 287p.



- Saaty T.L.(1986) Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process, Management Science, 32(7), 841-855.
- Santos, P.J. and Badre, A.N., (1995) "Discount learnability evaluation," GVU Technical Report, Georgia Institute of Technology, pp. 30-38.
- Sauro, J. (2004) How Do You Calculate a Z-Score? Retrieved September 13, 2004, from Measuring Usability Web site: [http://measuringusability.com/z\\_calc.htm](http://measuringusability.com/z_calc.htm)
- Sauro, J & Kindlund E. (2005) "A Method to Standardize Usability Metrics into a Single Score." In Proceedings of the Conference in Human Factors in Computing Systems 2005
- Sauro, J. & Kindlund E. (2005) "Using a Single Usability Metric (SUM) to Compare the Usability of Competing Products" in Proceeding of the Human Computer Interaction International Conference (HCII 2005), Las Vegas, USA
- Sauro, J & Kindlund E. (2005) Making Sense of Usability Metrics: Usability and Six Sigma, in Proceedings of the 14<sup>th</sup> Annual Conference of the Usability Professionals Association, Montreal, PQ. Canada
- Sauro, J. & Kindlund E. (2005) "How long Should a Task Take? Identifying Specification Limits for Task Times in Usability Tests" in Proceeding of the Human Computer Interaction International Conference (HCII 2005), Las Vegas, USA
- Sauro, J. & Lewis J.R. (2009): Correlations among Prototypical Usability Metrics: Evidence for the Construct of Usability, proceedings of the conference in Human Factors in Computing Systems (CHI 2009) Boston, MA.
- Šćekić S., (2011) Modeli kvaliteta i metodevalidacije Veb aplikacija, Diplomski rad, Računarski fakultet, Univerzitet Union.
- Sears, A.L. (1997) Heuristic walkthroughs: Finding problems without the noise. International Journal of Human-Computer Interaction, Vol. 9, No. 3, pp. 213–234.
- Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R.B. and Padda, H.K. (2006): Usability measurement and metrics: A consolidated model, Software Quality Control, Vol. 14, No. 2, pp. 159–178.
- Seffah, A. (2008): A Low-Cost Test Environment for Usability Studies of Head-Mounted Virtual Reality Systems, Journal of Usability Studies, Vol. 3, No. 2, pp. 60-73.
- Shackel, B. (1981): The concept of usability. Proceedings of IBM Software and Information Usability Symposium, Poughkeepsie, NY, September 15–18, 1–30; and in J. L. Bennett, D. Case, J. Sandelin, and M. Smith eds. 1984. Visual Display Terminals: Usability Issues and Health Concerns, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, pp. 45–88.
- Shackel, B. (1991): Usability – Context, framework, definition, design and evaluation. In Human Factors for Informatics Usability, ed. Brian Shackel and Simon J. Richardson, 21–37. New York, Cambridge University Press.
- Shaig, A., (2001) An Overview of Web based Geographic Information Systems, SIRC 2001, Dunedin, New Zealand.
- Shneiderman, B. and Plaisant, C., (2003) "Designing the User Interface", Addison-Wesley.

- Shneiderman, B. and Plaisant, C. (2005): *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison Wesley, Boston, MA.
- Silva, P.A., Dix, A. (2007) Usability - Not as we know it! Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on HCI 2007: People and Computers XXI: HCI...but not as we know it - Volume 2; September 03 – 07; University of Lancaster, United Kingdom, ACM, pp. 103 – 106.
- Six, J.M., (2009) *Writing Usability Requirements and Metrics*. Published by Uxmatters, 2009.
- Soltanieh, S.M.K., Alesheikh, A.A. & Mohammadi, H., (2003) Design and implementation of a web-based GIS for the Iranian Roads Information.
- SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, v13.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
- Spremić, M., Janković, B. and Pejić Bach M., (2008) "Web metrics for managing quality and auditing Croatian hotel web sites - cluster analysis," WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS, vol. VII, no. 3, pp. 229-238.
- Stanimirović, A., Stoimenov, L., Đorđević-Kajan, S., Kostić, M., Krstić, A., (2007) "Integracija geopodataka na nivou preduzeća u okviru aplikacije GinisED", YUINFO.
- Stefanović M., Mitrović S., Erić M., (2006) Model kvaliteta softvera, 33. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 10.-12-maj.2006.
- Steinmann, R., Krek, A. & Blaschke, T., (2005) Can Online Map-Based Applications Improve Citizen Participation? In *E-Government: Towards Electronic Democracy*. Pp. 25-35.
- Stoimenov, L., Đorđević-Kajan, S., Stojanović, D., Kostić, M., Vukašinović, A., Janjić, A., (2006) "Geografski informacioni sistem za evidenciju, održavanje i analizu elektrodistributivne mreže", YUINFO.
- Stone, R., (2001) "Learning and the importance of interactivity information design becomes interaction design", *Information Visualization, Proceedings, Fifth International Conference*, pp 624-629.
- Stillwell, W.G, Seaver D.A, Edwards, W., (1981) A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility decision making. *Organizational Behavior and Human Performance* 28(1), 62–77.
- Suryan, W. and Gil, B., (2005) "ISO/IEC 9126–3 internal quality measures: are they still useful?,".
- Tate, M.E., J. Hope, B. Barnes, S. , *Perceived Service Quality in a University Web Portal: Revising the E-Qual Instrument*. 2007.
- Tate, M., et al., *Stakeholder Expectations of Service Quality in a University Web Portal*. 2009. p. 1-21.
- Thomas, Rita Leigh, (1998) *Elements of performance and satisfaction as indicators of the usability of digital spatial interfaces for information-seeking: Implications for ISLA*. PhD diss., University of Southern California.

- Ted H., Angelika P. (2006), Measuring the effectiveness of your ISMS implementations based on ISO/IEC 27001, BSI.
- Tiits, K., (2003) "Usability of geographic information systems in internet", a case study of journey planners.
- Trump. (2010, December, 15). Cost effective User Centered Design.
- Tullis, T. S., (1998) "A method for evaluating Web page design concepts" In CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems, pp. 323-324.
- Usability Evaluation, 2009. Usability Evaluation. Available at: 46 <http://usabilityhome.com/> [Accessed December 10, 2013].
- van Elzakker, C. P. J. M. (2000). Use and users of maps on the web. Cartographic Perspectives, 37(Fall), 34-50.
- VoGIS Vojni geoinformacijski sustav, 2014, <http://www.geofoto.hr/index.php/hr/vojne-topografske-karte.html>.
- Wang, J. and Senecal, S., (2008) "MEASURING PERCEIVED WEBSITE USABILITY," Journal of Internet Commerce, vol. 6, no. 4, pp. 97-112.
- Weber, M., Borcharding, K., (1993) Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. European Journal of Operational Research, 67, 1-12.
- WebQual home page. <http://www.webqual.co.uk/>.
- Williams, D., & Lafrenière, P. (2005). The atlas of Canada in education. Paper presented at the Joint ICA Commissions Seminar on Internet-based cartographic teaching and learning: Atlases, map use, and visual analytics, Madrid.
- Zhang P., Small R.V., and Dran G., (1999), Websites that Satisfy Users: A Theoretical Framework for Web User Interface Design and Evaluation, in Proceedings of 32nd IEEE International Conference on System Sciences, Hawaii, USA.
- Zhou, Z., (2009) "Evaluating Websites Using a Practical Quality Model," Software Technology Research Laboratory, De Montfort University, MPhil Thesis.
- Zulzalil, H., Ghani, A.A.A., Selamat, M.H., and Mahmud, R., (2008) "A Case Study to Identify Quality Attributes Relationships for Webbased Applications," International Journal of Computer Science and Network Security, vol. VIII, no. 8, pp. 215-220.

## **Biografija autora**

### **1.1. Lični podaci**

Mr Nebojša Đorđević je rođen 21. februara 1964. godine u Nišu. Trenutno živi i radi u Nišu. Oženjen je i otac dvoje dece.

### **1.2. Podaci o dosadašnjem obrazovanju**

Mr Nebojša Đorđević je završio srednju Elektrotehničku školu „Nikola Tesla“ u Nišu, na smeru za elektronsku automatiku i računare, postigavši odličan uspeh u svim razredima. Vojnotehničku akademiju KoV, smer Računarska tehnika, u trajanju od 10 semestara, je završio u Zagrebu, sa prosečnom ocenom 8,02. Diplomirao je 1987. godine sa ocenom 9 na diplomskom radu na temu „Konfigurisanje operativnih sistema za interaktivan rad“, kada stiče zvanje diplomiranog inženjera računarske tehnike.

Poslediplomske studije pohađao je na Elektronskom fakultetu u Nišu na smeru Računarska tehnika i informatika. Magistarsku tezu sa naslovom „Model korisničkog interfejsa geografskog informacionog sistema za specijalne namene“ odbranio je 23. maja 2001. godine, čime je stekao naučno zvanje magistra tehničkih nauka.

Doktorske studije na Elektronskom fakultetu u Nišu, smer Računarstvo i informatika, upisao 2006/7. godine.

### **1.3. Profesionalna karijera**

Nakon završetka redovnih studija na Vojnotehničkoj akademiji stupio je u profesionalnu vojnu službu. U toku profesionalne karijere, obavljao je raznovrsne dužnosti informatičke službe (programera, projektanta, analitičara). Od 1998. godine obavlja značajne rukovodeće dužnosti informatičke službe u komandi 3. Armije, Prištinskom korpusu, Kopnenim snagama i Kopnenoj vojsci.

Mr Nebojša Đorđević je autor/koautor desetak naučnih radova objavljenih u naučnim časopisima i zbornicima naučnih konferencija međunarodnog i nacionalnog značaja. Težište njegovog naučno-istraživačkog rada je HCI kao i istraživanje metoda za evaluaciju upotrebljivosti softverskih proizvoda.

## F. PRILOZI

### PRILOG A – EVALUACIONI LIST

Ovaj evaluacioni list sadrži spisak osnovnih zahteva i Web GIS funkcionalnosti i služi za procenu ispunjenosti tehničkih zahteva naručioca kao i osnovnih, naprednih i specijalizovanih funkcionalnosti koje mora imati Web GIS aplikacija za vojne namene.

	Mora imati	Poželjno imati	Web za vojne namene
<b>OSNOVNI ZAHTEVI:</b>			
<i>Servisno-orijentisana arhitektura</i>	+		+
<i>Otvorenost za nadogradnju novih funkcija i alata.</i>	+		+
<i>Sposobnost rada na različitim operativnim sistemima</i>	+		+
<i>Sposobnost rada preko različitih Web pretraživača</i>	+		+
Apple Safari 3+		+	
Google Chrome 1+	+		+
IE7+	+		+
Mozilla 1.7+		+	
Opera 8.02+		+	
<i>Centralizovani i distribuirani pristup bazi prostornih podataka.</i>	+		+
<i>Prihvatanje i izvoz podataka u različitim grafičkim standardnim formatima.</i>	+		+
Rad sa različitim grafičkim formatima rasterskih podataka.			
PNG	+		+
JPEG	+		+
GIF	+		+
TIFF	+		+
BMP	+		+
Rad sa različitim grafičkim formatima vektorskih podataka.			
SVG		+	
PDF	+		+
CDR	+		+
SWF		+	
<i>Jezička podrška interfejsu za srpski jezik</i>	+		+
<b>OSNOVNE GIS FUNKCIONALNOSTI:</b>			
<i>Podrška za rad u geografskom koordinatnom sistemu.</i>	+		+
WGS84		+	
Besel	+		+
<i>Podrška za rad u pravouglom koordinatnom sistemu.</i>	+		+
UTM	+		+
Gaus Kriger	+		
MGRS		+	
<i>Upravljanje rasterskim i vektorskim slojevima:</i>	+		+
Uključivanje i isključivanje slojeva	+		+
Pretraživanje slojeva	+		+
Prikaz slojeva	+		+
Filtriranje slojeva	+		+
Dodavanje novog sloja		+	
Brisanje postojećeg sloja		+	
Podešavanje stila prikaza sloja		+	
<i>Podrška za rad sa 2D radnom kartom:</i>	+		+

**PRILOZI**

Podešavanje radne karte	+		+
Pregled simbola		+	
Unos simbola na radnoj karti		+	
Pojedinačna i grupna selekcija objekata	+		+
Identifikovanje objekata	+		+
Merenje dužine	+		+
Merenje azimuta	+		+
Merenje površine	+		+
Merenje obima	+		+
Konverzija koordinata	+		+
<b>Navigacija na 2D karti:</b>	+		+
Zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere)	+		+
Pomeranje (panovanje)	+		+
<b>Deljenje i štampanje mapa (radnih karata)</b>		+	
<b>NAPREDNE GIS FUNKCIONALNOSTI:</b>			
<b>Podrška za prikaz 3D modela terena i navigaciju u 3D prostoru:</b>		+	
Pomeranje (panovanje)		+	
Zumiranje (približavanje/udaljavanje)		+	
Selekcija objekata		+	
Upravljanje tačkom pogleda		+	
<b>Alati za tematsku analizu:</b>		+	
Spajanje slojeva iste geometrije		+	
Presek dva vektorska sloja poligonalne geometrije		+	
Unija dva vektorska sloja poligonalne geometrije		+	
Kreiranje bafera na osnovu sloja		+	
<b>SPECIJALIZOVANE GIS FUNKCIONALNOSTI:</b>			
<b>Alati za geoprostornu analizu:</b>		+	
Analiza plavljenja		+	
Analiza profila terena		+	
Analiza optičke vidljivosti		+	
<b>Putna mreža:</b>	+		+
Pronalaženje najkraćeg puta	+		+
<b>Implementiran servis za autorizaciju korisnika:</b>	+		+
Autorizaciju pristupa podacima i servisima	+		+
Mehanizam kreiranja i organizovanja korisničkih naloga		+	
Dodeljivanje pristupnih privilegija korisnicima ili grupi		+	
<b>Podrška za automatizovanu komunikaciju između korisnika.</b>		+	
<b>Vodenje elektronske radne karte sa implementiranom simbologijom po MIL-STD 2525C standardu,</b>		+	

## **PRILOG B – UPITNIK ZA IDENTIFIKOVANJE KONTEKSTA UPOTREBE**

### **U P U T S T V O**

Ovim istraživanjem želimo da saznamo profil potencijalnog korisnika, karakteristike i frekvenciju funkcionalnosti aplikacije koje koristite da bi dostigli svoje ciljeve i ambijent u kome koristite Web zasnovanu GIS aplikaciju za specijalne namene.

U upitniku je postavljen određen broj pitanja podeljenih u tri grupe. Prvom grupom pitanja želeli smo da saznamo pojedine podatke o vašem statusu, obrazovanju, predznanju i iskustvu kojim raspolazete. Sledećom grupom pitanja želeli smo saznati vaše motive i ciljeve za korišćenje Web GIS i identifikujemo najfrekventne zadatke i njihove karakteristike koje koristite za svakodnevno obavljanje funkcionalnih zadataka. Trećom grupom pitanja želeli smo da procenimo fizičko i tehničko okruženje u kome svakodnevno obavljate funkcionalne zadatke upotrebom Web GIS aplikacije.

Molimo Vas da pažljivo pročitate svako pitanje i ponuđene odgovore. Uz pojedina pitanja su ponuđeni odgovori a na pojedina nisu. Na pitanja kod kojih su ponuđeni odgovori zaokružite ono sa čim se slažete a na pitanja koja nemaju ponuđene odgovore treba da date svoje mišljenje u vidu procene na skali sudova od 1 do 5.

Odgovarajte onako kako vi mislite ili procenjujete, a ne onako kako neko očekuje od vas.

Ovo istraživanje je anonimno, čime je zagarantovana diskrecija vaših odgovora, radi čega vas molimo na iskrenost u odgovaranju, jer će se rezultati koristiti isključivo za identifikovanje nameravanog konteksta u kome se koristi Web GIS.

Unapred se zahvaljujemo na saradnji.

## DEMOGRAFSKI PODACI

### I

Ovom grupom pitanja želeli smo da saznamo pojedine podatke o vašem statusu, obrazovanju, predznanju i iskustvu kojim raspolazete.

---

1. Pol :

- 1) Muškarac
- 2) Žena

2. Koliko imaš godina života?

- 1) 19-25
- 2) 26-35
- 3) 36-45
- 4) 45+

3. Najviši stepen obrazovanja:

- 1) Srednja stručna sprema
- 2) Osnovne studije
- 3) Master/Magistarske studije (ili istog nivoa)
- 4) Doktorske studije (ili istog nivoa)

4. Radno iskustvo:

- 1) < 3 god.
- 2) 3-5 god.
- 3) 5-15 god.
- 4) >15 god.

5. Koliko imaš kompjuterskog predznanja?

- 1) Nimalo
- 2) Osnovno
- 3) Srednje
- 4) Prilično
- 5) Veoma mnogo

6. Koliko često koristiš papirne mape za realizaciju redovnih zadataka?

- 1) Ne koristim
- 2) Ponekad
- 3) Jedanput mesečno
- 4) Jedanput sedmično
- 5) Svakodnevno

7. Koliko imaš predznanja o geoprostornim podacima i GIS aplikacijama?

- 1) Nimalo
- 2) Osnovno
- 3) Srednje
- 4) Prilično
- 5) Veoma mnogo



8. Koliko često koristiš Web GIS za realizaciju redovnih zadataka?
- 1) Ne koristim
  - 2) Ponekad
  - 3) Jedanput mesečno
  - 4) Jedanput sedmično
  - 5) Svakodnevno
9. Koliko prosečno provodiš vremena na Internetu (web)?
- 1) Ne koristim
  - 2) Ponekad
  - 3) Jedanput mesečno
  - 4) Jedanput sedmično
  - 5) Svakodnevno
10. Odredi svoju korisničku ulogu:
- 1) Neposredno koristim Web GIS aplikaciju za realizaciju zadataka iz svoje nadležnosti
  - 2) Radim na održavanju baze geoprostornih podataka (administracija, dobavljanje i publikovanje sadržaja)
  - 3) Nisam neposredni korisnik, ali koristim vizuelne prikaze i štampane izlaze geoprostornih podataka za donošenje odluka.
11. Da li imate probleme sa učenjem ?
- 1) Nemam
  - 2) Ponekad
  - 3) Prilično
  - 4) Veoma mnogo
12. Da li imate smetnje sa govorom, vidom ili sluhom ?
- 1) Nemam
  - 2) Ponekad
  - 3) Prilično
  - 4) Veoma mnogo
13. Da li imate motoričkih smetnji?
- 1) Nemam
  - 2) Ponekad
  - 3) Prilično
  - 4) Veoma mnogo

**II**

Sledećom grupom pitanja želeli smo saznati vaše motive i ciljeve za korišćenje Web GIS i identifikujemo najfrekventne zadatke i njihove karakteristike koje koristite za svakodnevno obavljanje funkcionalnih zadataka.

---

1. Koliko često koristite Web GIS za realizaciju redovnih zadataka?

Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1	2	3	4	5

2. Iz kojih motiva koristite Web GIS aplikaciju?

	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. Iz lične radoznalosti	1	2	3	4	5
2. Na zahtev saradnika	1	2	3	4	5
3. Po nalogu nadređenog	1	2	3	4	5
4. Radi zabave	1	2	3	4	5

3. Koji ciljeve želite da postignete upotrebom Web GIS aplikacije?

	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. Da pronađete lokaciju na mapi	1	2	3	4	5
2. Da dobijete podatke o pronađenim objektima	1	2	3	4	5
3. Da pronađete rutu između dve lokacije	1	2	3	4	5
4. Da vidite teren u 3D prostoru	1	2	3	4	5
5. Da kreirate sopstvene mape	1	2	3	4	5
6. Da razmenjujete sadržaje sa drugima	1	2	3	4	5
7. Da štampate mapu	1	2	3	4	5

4. Kada koristite Web GIS aplikaciju?

	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. U fazi pripreme za rešavanje problema	1	2	3	4	5
2. U toku	1	2	3	4	5
3. Nakon rešenja	1	2	3	4	5

**PRILOZI**

5. Zasnivano na vašem iskustvu, navedite koliko često koristite navedene funkcije Web GIS u realizaciji zadataka?

	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. Rad sa WGS84 i Besel koordinatnim sistemima	1	2	3	4	5
2. Rad sa UTM, Gaus Kriger i MGRS koordinatnim sistemima	1	2	3	4	5
3. Rad sa rasterskim i vektorskim slojevima	1	2	3	4	5
4. Rad sa 2D radnom kartom	1	2	3	4	5
5. Konverzija koordinata, merenje dužine, azimuta, površine i obima	1	2	3	4	5
6. Navigacija na 2D karti: zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere), pomeranje	1	2	3	4	5
7. Štampanje mapa, razmena kratkih poruka i fajlova između korisnika	1	2	3	4	5
8. Prikaz i navigacija u 3D prostoru	1	2	3	4	5
9. Tematska analiza	1	2	3	4	5
10. Autorizacija pristupa podacima i servisima	1	2	3	4	5
11. Geoprostorna analiza	1	2	3	4	5
12. Vođenje elektronske radne karte	1	2	3	4	5

6. Ocenite važnost pojedinih funkcionalnosti Web GIS aplikacije?

	Apsolutno nevažno	Manje važno	Prosečno važno	Važno	Izuzetno važno
1. Rad sa WGS84 i Besel koordinatnim sistemima	1	2	3	4	5
2. Rad sa UTM, Gaus Kriger i MGRS koordinatnim sistemima	1	2	3	4	5
3. Rad sa rasterskim i vektorskim slojevima	1	2	3	4	5
4. Rad sa 2D radnom kartom	1	2	3	4	5
5. Konverzija koordinata, merenje dužine, azimuta, površine i obima	1	2	3	4	5
6. Navigacija na 2D karti: zumiranje (uvećanje/umanjenje razmere), pomeranje	1	2	3	4	5
7. Štampanje mapa, razmena kratkih poruka i fajlova između korisnika	1	2	3	4	5
8. Prikaz i navigacija u 3D prostoru	1	2	3	4	5
9. Tematska analiza	1	2	3	4	5
10. Autorizacija pristupa podacima i servisima	1	2	3	4	5
11. Geoprostorna analiza	1	2	3	4	5
12. Vođenje elektronske radne karte	1	2	3	4	5

7. Koliko su korisni navedeni tipovi podaka, dobavljeni pomoću Web GIS aplikacije?

	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. Putna mreža	1	2	3	4	5
2. Aerofoto snimci	1	2	3	4	5
3. Satelitski snimci	1	2	3	4	5
4. 3D simulacija	1	2	3	4	5
5. Slike, grafika, video	1	2	3	4	5
6. Tekst i hyperlink	1	2	3	4	5

8. Koje su vaše dalje namere u vezi Web GIS aplikacije?

	Nikad	Retko	Ponekad	Često	Uvek
1. Koliko često nameravate da koristite Web GIS u dalje radu	1	2	3	4	5
2. Kolika je verovatnoća da ćete preporučiti drugima korišćenje Web GIS	1	2	3	4	5

9. Ocenite uticaj pojedinih atributa na upotrebljivost Web GIS aplikacije?

	Apsolutno nevažno	Manje važno	Prosečno važno	Važno	Izuzetno važno
1. Lakoća učenja	1	2	3	4	5
2. Zadovoljstvo	1	2	3	4	5
3. Fleksibilnost	1	2	3	4	5
4. Efikasnost	1	2	3	4	5
5. Efektivnost	1	2	3	4	5
6. Lakoća pamćenja	1	2	3	4	5
7. Dizajn interfejsa	1	2	3	4	5
8. Lakoća upotrebe	1	2	3	4	5
9. Greške	1	2	3	4	5
10. Bezbednost	1	2	3	4	5
11. Pomoć	1	2	3	4	5
12. Funkcionalnost	1	2	3	4	5
13. Zadatak	1	2	3	4	5
14. Korisnik	1	2	3	4	5
15. Produktivnost	1	2	3	4	5
16. Prvi utisak	1	2	3	4	5
17. Tolerantnost na greške	1	2	3	4	5
18. Napredne osobine	1	2	3	4	5
19. Operativnost	1	2	3	4	5
20. Obuka	1	2	3	4	5

### III

Sledećom grupom pitanja želeli smo da procenimo fizičko i tehničko okruženje u kome svakodnevno obavljate funkcionalne zadatke upotrebom Web GIS aplikacije.

---

1. Fizičko okruženje :

	Veoma loši	Loši	Dobri	Veoma dobri	Odlični
1. Atmosferski uslovi	1	2	3	4	5
2. Auditivni uslovi	1	2	3	4	5
3. Temperaturni uslovi	1	2	3	4	5
4. Osvetljenje	1	2	3	4	5

2. Tehničko okruženje :

	Veoma spor	Spor	Srednje	Brz	Veoma brz
1. Brzina pristupa Internetu	1	2	3	4	5
2. Brzina računara	1	2	3	4	5

3. Koji web pretraživač najčešće koristite?

- 1) Internet explorer
- 2) Opera
- 3) Google
- 4) Mozilla

4. Koji operativni sistem koristite?

- 1) XP
- 2) Vista
- 3) Win 7
- 4) Win 2008

## **PRILOG C - ZADACI UPOTREBLJIVOSTI**

Svaki zadatak je sastavljen od niza sekvencijalnih radnji nepromenljivog redosleda. Terminologija u zadacima je usaglašena sa terminologijom Web GIS aplikacije koja se testira.

<p><b>Zadatak 1</b> (<i>Navigation</i>): Preko navigacione mape pronađi zadatu lokaciju na mapi.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pokreni Web GIS aplikaciju</li> <li>2) Korišćenjem navigacione mape pronađi grad Niš i podesi da bude u centru vidljivog dela ekrana</li> <li>3) Isključi prikaz navigacione mapu.</li> </ol>
<p><b>Zadatak 2</b> (<i>Zooming and Panning</i>): Uvećanje/umanjenje razmere i pomeranje vidljive oblasti.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Izaberi alat za panovanje.</li> <li>2) Pritisni levi taster miša na vidljivoj površini i ne puštajući ga pomerati kursor na onu stranu da naselje Leskovac bude u centru ekrana, nakon čega otpustiti taster.</li> <li>3) Izaberi alat za zumiranje i panovanje.</li> <li>4) Umanju razmeru prikazanih podataka i mapa za tri nivoa i pomeri trenutno prikazanu oblast za tri fiksna pomeraja ka jugu.</li> </ol>
<p><b>Zadatak 3</b> (<i>Tools</i>): Merenje daljine i azimuta.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Izaberi alat za merenje daljine i azimuta.</li> <li>2) U vidljivom delu ekrana odaberi tačku na karti od koje počinje merenje.</li> <li>3) Pomeriti miša do tačke na karti do koje izmeriti rastojanje i azimut u odnosu na početnu tačku.</li> <li>4) Prekini merenje rastojanja i azimuta (duplim levim klikom miša na krajnju tačku)</li> </ol>
<p><b>Zadatak 4</b> (<i>Tools</i>): Merenje površine i obima.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Izaberi alat za merenje površine i obima.</li> <li>2) U vidljivom delu ekrana odaberi početnu tačku na karti od koje počinje merenje.</li> <li>3) Definiši oblast sa najmanje 6 tačaka za koju izmeriti površinu i obim.</li> <li>4) Prekini merenje površine i obima (duplim levim klikom miša na krajnju tačku).</li> </ol>
<p><b>Zadatak 5</b> (<i>Get Directions</i>): Određivanje najkraćeg puta između dve zadate lokacije.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Izaberi opciju za definisanje rute</li> <li>2) Unesi početnu tačku rute (Niš)</li> <li>3) Unesi odredište destinacije (Beograd)</li> <li>4) Definiši minimalno jednu tačku na mapi kroz koju je neophodno pronaći najkraći put</li> <li>5) Pokreni akciju određivanja najkraćeg puta (na dugme „Pronađi”)</li> </ol>
<p><b>Zadatak 6</b> (<i>Finding Location</i>) : Pozicioniranje centra mape na zadate koordinate.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Izaberi alat za pozicioniranje čime se otvara dijalog za definisanje novih koordinata centra mape.</li> <li>2) U prikazanom dijalogu biće prikazane koordinate trenutnog centra mape. Uneti koordinate centra: 44.765866, 20.493289 (Beograd)</li> <li>3) Izvrši pozicioniranje (levim klikom miša na dugme „Izvrši pozicioniranje”).</li> </ol>

## PRILOG D: UPITNICI

### I. UPITNIK ZADOVOLJSTVA

Sledećim skupom pitanja želeli smo da procenimo vaše subjektivno zadovoljstvo sa upotrebom Web GIS aplikacije. Potrebno je da skali od 1 do 5 (1 – uopšte se ne slažem, 5 – slažem se u potpunosti) iskažete stepen slaganja sa datom izjavom.

#### Zadovoljstvo kvalitetom INFORMACIJA

##### 1. Sadržaj

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
CNT1	Izlaz iz Web GIS zadovoljava vaše potrebe.	1 2 3 4 5	N/A
CNT2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam sadržajem Web GIS aplikacije.</i>	1 2 3 4 5	N/A
CNT3	Web GIS pruža dovoljno informacija.	1 2 3 4 5	N/A
CNT4	Web GIS daje pravu količinu informacija za moje potrebe.	1 2 3 4 5	N/A
CNT5	Informacije koje daje Web GIS odgovaraju mojim potrebama	1 2 3 4 5	N/A
CNT6	Web GIS obezbeđuje izveštaje koji izgledaju tačno kako mi je potrebno.	1 2 3 4 5	N/A
CNT7	Sadržaj informacija zadovoljava moje potrebe.	1 2 3 4 5	N/A
CNT8	Web GIS adekvatno zadovoljava moje potrebe za obradom informacija.	1 2 3 4 5	N/A
CNT9	Mogu lako razumeti izveštaj.	1 2 3 4 5	N/A
CNT10	Web GIS pruža samo one informacije koje su mi tačno potrebne?	1 2 3 4 5	N/A

##### 2. Format

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
FMT1	Zadovoljan sam kako su mi informacije predstavljene?	1 2 3 4 5	N/A
FMT2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam formatima u Web GIS?</i>	1 2 3 4 5	N/A
FMT3	Format izlaza je zadovoljavajući.	1 2 3 4 5	N/A
FMT4	Zadovoljan sam rasporedom izlaza.	1 2 3 4 5	N/A
FMT5	Informacije su jasne.	1 2 3 4 5	N/A
FMT6	Zadovoljan sam načinom na koji su informacije predstavljene.	1 2 3 4 5	N/A
FMT7	Izlaz je predstavljen u pogodnom formatu.	1 2 3 4 5	N/A
FMT8	Format je predstavljen u skladu sa standardima.	1 2 3 4 5	N/A

#### Zadovoljstvo kvalitetom SISTEMA

##### 3. Tačnost

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
ACC1	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam tačnošću Web GIS aplikacije.</i>	1 2 3 4 5	N/A
ACC2	Web GIS aplikacija pruža precizne informacije.	1 2 3 4 5	N/A
ACC3	Web GIS aplikacija pruža pouzdane informacije.	1 2 3 4 5	N/A
ACC4	Web GIS aplikacija pruža tačne informacije.	1 2 3 4 5	N/A
ACC5	Web GIS aplikacija radi bez grešaka.	1 2 3 4 5	N/A

#### 4. Lakoća upotrebe

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
EOU1	Web GIS aplikacija je jednostavna za korišćenje.	1 2 3 4 5	N/A
EOU2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam lakoćom korišćenja Web GIS aplikacije.</i>	1 2 3 4 5	N/A
EOU3	Web GIS aplikacija je jednostavna i laka za komunikaciju.	1 2 3 4 5	N/A
EOU4	Web GIS aplikacija je prijatna za korisnika	1 2 3 4 5	N/A
EOU5	Lako je raditi sa Web GIS aplikacijom.	1 2 3 4 5	N/A
EOU6	Interakcija sa Web GIS aplikacijom je jasna i razumljiva.	1 2 3 4 5	N/A
EOU7	Lako dobijam da Web GIS radi ono što želim.	1 2 3 4 5	N/A

#### 5. Pravovremenost

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
TML1	Web GIS aplikacija pruža informacije koje su suviše stare da bi bile korisne.	1 2 3 4 5	N/A
TML2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam blagovremenošću Web GIS aplikacije.</i>	1 2 3 4 5	N/A
TML3	Web GIS aplikacija pruža informacije blagovremeno.	1 2 3 4 5	N/A
TML4	Informacije iz Web GIS aplikacije dobijam prekasno za moje potrebe.	1 2 3 4 5	N/A
TML5	Web GIS aplikacija obezbeđuje aktuelne informacije.	1 2 3 4 5	N/A
TML6	Dobijam potrebne informacije na vreme.	1 2 3 4 5	N/A

#### 6. Brzina sistema

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
SSP1	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam brzinom rada Web GIS aplikacije.</i>	1 2 3 4 5	N/A
SSP2	Zadovoljan sam brzinom odziva Web GIS aplikacije.	1 2 3 4 5	N/A
SSP3	Zadovoljan sam tempom rada sa Web GIS aplikacijom.	1 2 3 4 5	N/A
SSP4	Web GIS aplikacija je u stanju da obradi veliki broj izveštaja.	1 2 3 4 5	N/A

### Zadovoljstvo kvalitetom USLUGE

#### 7. Pouzdanost

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
RLB1	Web GIS aplikacija je efikasna.	1 2 3 4 5	N/A
RLB2	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam pouzdanošću Web GIS aplikacije.</i>	1 2 3 4 5	N/A
RLB3	Web GIS je efektivan.	1 2 3 4 5	N/A
RLB4	Web GIS obezbeđuje rezervnu kopiju ili mehanizam za oporavak sistema.	1 2 3 4 5	N/A
RLB5	Web GIS obezbeđuje autentikaciju.	1 2 3 4 5	N/A
RLB6	Web GIS poseduje sistem za bezbednost i zaštitu.	1 2 3 4 5	N/A

#### 8. Vreme odziva

Simbol	Izjava	Stepen zadovoljstva	N/A
RS1	IT podrška preko e-mail odgovora daje brzu uslugu korisniku.	1 2 3 4 5	N/A
RS2	Postoji sistem dolaznih i odlaznih e-mail poruka sa pritužbama korisnika.	1 2 3 4 5	N/A
RS3	<i>Sve u svemu, zadovoljan sam vremenom odziva zapošljeni u IT.</i>	1 2 3 4 5	N/A
RS4	Pomoć je raspoloživa sve vreme.	1 2 3 4 5	N/A



**9. Osiguranje**

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen zadovoljstva</b>	<b>N/A</b>
ASS1	Zapošljeni u IT podršci imaju znanja da dobro rade svoj posao.	1 2 3 4 5	N/A
ASS2	Ton poruka zapošljenih u IT podršci stalno je ljubazan sa korisnicima.	1 2 3 4 5	N/A
ASS3	U transakcijama sa zaposlenima u IT osećam se bezbedno.	1 2 3 4 5	N/A
ASS4	Rad korisnika je lakši i brži sa Web GIS aplikacijom nego bez nje.	1 2 3 4 5	N/A

**10. Empatija**

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen zadovoljstva</b>	<b>N/A</b>
EMP1	Korisnicima se pruža posebna pažnja.	1 2 3 4 5	N/A
EMP2	Zapošljeni u IT podršci razumeju specifične potrebe njegovih korisnika.	1 2 3 4 5	N/A
EMP3	Vreme rada Web GIS aplikacija odgovara svim korisnicima.	1 2 3 4 5	N/A

## **II. UPITNIK O LAKOĆI UČENJA, BEZBEDNOSTI I FLEKSIBILNOSTI**

Sledećim skupom pitanja želeli smo da saznamo vaše subjektivno mišljenje u vezi sa lakoćom učenja, bezbednošću i fleksibilnošću Web GIS aplikacije. Potrebno je da skali od 1 do 5 (1 – uopšte se ne slažem, 5 – slažem se u potpunosti) iskažete stepen slaganja sa datom izjavom.

### **LAKOĆA UČENJA**

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen slaganja</b>	<b>N/A</b>
EOL1	Sav sadržaj u aplikaciji je napisan na način koji je lako razumeti.	1 2 3 4 5	N/A
EOL2	Brzo ću zaboraviti kako da koristim ovu Web aplikaciju.	1 2 3 4 5	N/A

### **BEZBEDNOST U UPOTREBI**

#### *1. Lična bezbednost*

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen slaganja</b>	<b>N/A</b>
PS1	Zadovoljan sam bezbednošću transakcija.	1 2 3 4 5	N/A
PS2	Preduzimaju se mere za bezbednost i zaštitu ličnih podataka.	1 2 3 4 5	N/A
PS3	Nema pokazatelja zloupotrebe ličnih podataka.	1 2 3 4 5	N/A

#### *2. Ekonomska šteta*

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen slaganja</b>	<b>N/A</b>
ED1	Upotrebom Web GIS aplikacije ne može se narušiti ugled organizacije.	1 2 3 4 5	N/A
ED2	Upotreba Web GIS aplikacije ne može izazvati neplanirane troškove.	1 2 3 4 5	N/A
ED3	Nepravilnosti i greške ne mogu imati negativne posledice po ljude i imovinu.	1 2 3 4 5	N/A

### **FLEKSIBILNOST U UPOTREBI**

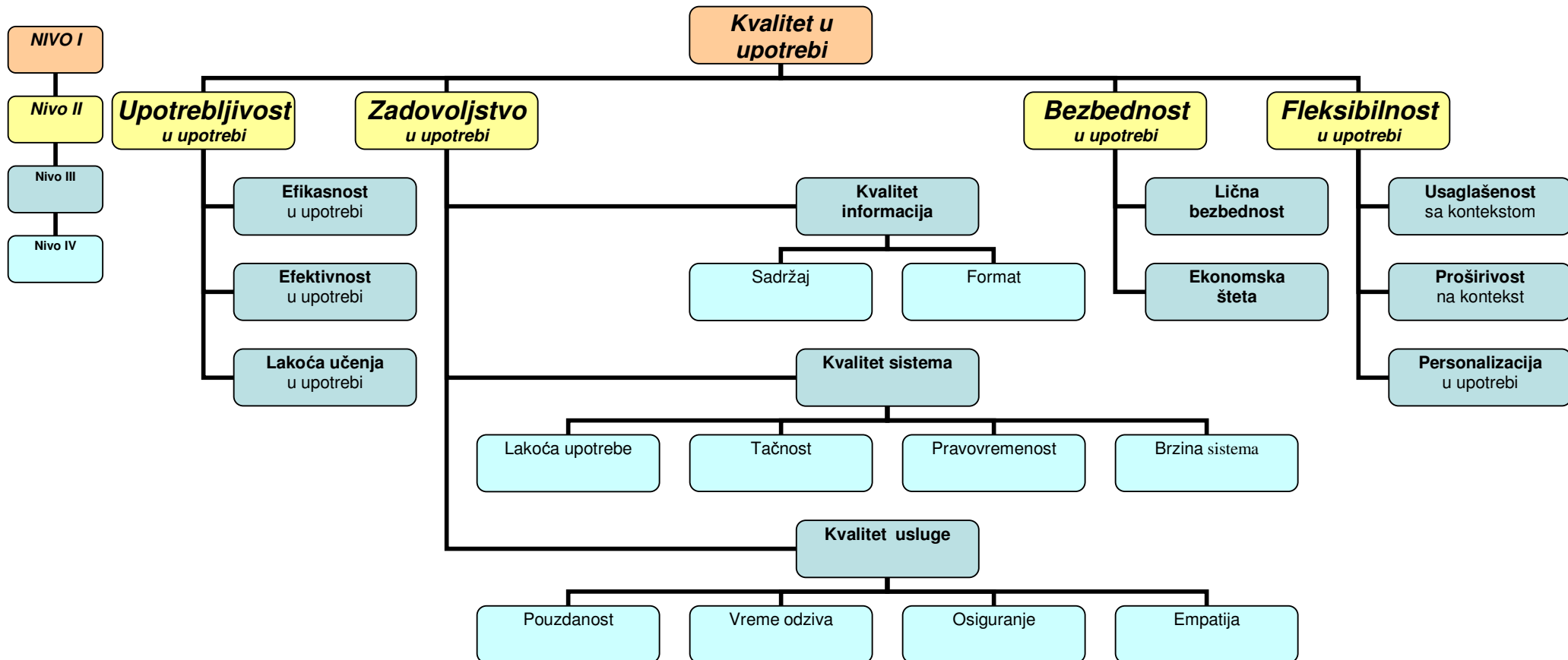
#### *1. Usaglašenost sa kontekstom*

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen slaganja</b>	<b>N/A</b>
EMP1	Web GIS aplikacije je upotreblijiva u nameravanom kontekstu upotrebe.	1 2 3 4 5	N/A

#### *2. Personalizacija u upotrebi*

<b>Simbol</b>	<b>Izjava</b>	<b>Stepen slaganja</b>	<b>N/A</b>
PIU1	Postoji mogućnost za prilagođavanje Web GIS aplikacije specifičnim željama i potrebama.	1 2 3 4 5	N/A

**PRILOG E: HIJERARHIJSKI MODEL KVALITETA U UPOTREBI Web GIS APLIKACIJA**



## PRILOG F: UPITNIK ZA UPOREĐIVANJE PAROVA

### NIVO I

**Kvalitet u upotrebi:** Koja od uparenih karakteristika utiče više na kvalitetu u upotrebi i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Upotrebljivost										Zadovoljstvo
Upotrebljivost										Bezbednost
Upotrebljivost										Fleksibilnost
Zadovoljstvo										Bezbednost
Zadovoljstvo										Fleksibilnost
Bezbednost										Fleksibilnost

### NIVO II

**Upotrebljivost u upotrebi:** Koja od uparenih podkarakteristika utiče više na upotrebljivost u upotrebi i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Efektivnost										Efikasnost
Efektivnost										Lakoća učenja
Efikasnost										Lakoća učenja

**Zadovoljstvo u upotrebi:** Koja od uparenih podkarakteristika utiče više na zadovoljstvo u upotrebi i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Kvalitet informacija										Kvalitet sistema
Kvalitet informacija										Kvalitet usluge
Kvalitet sistema										Kvalitet usluge

**Bezbednost u upotrebi:** Koja od uparenih podkarakteristika utiče više na bezbednost u upotrebi i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Lična bezbednost										Ekonomska šteta

**PRILOZI**

**Upotrebljivost u upotrebi:** Koja od uparenih podkarakteristika utiče više na upotrebljivost u upotrebi i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Usaglašenost sa kontekstom										Proširivost na kontekst
Usaglašenost sa kontekstom										Personalizacija u upotrebi
Proširivost na kontekst										Personalizacija u upotrebi

**NIVO III**

**Kvalitet sistema:** Koja od atributa utiče više na kvaliteta sistema i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Lakoća upotrebe										Tačnost
Lakoća upotrebe										Pravovremenost
Lakoća upotrebe										Brzina sistema
Tačnost										Pravovremenost
Tačnost										Brzina sistema
Pravovremenost										Brzina sistema

**Kvalitet informacija:** Koji od atributa utiče više na zadovoljstvo kvalitetom informacija i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Sadržaj										Format

**Kvalitet usluge:** Koja od atributa utiče više na kvaliteta usluge i koliko?

Kolona 1	Apsolutno	Vrlo jako	Jako	Slabo	Jednako	Slabo	Jako	Vrlo jako	Apsolutno	Kolona 2
Pouzdanost										Vreme odziva
Pouzdanost										Osiguranje
Pouzdanost										Empatija
Vreme odziva										Osiguranje
Vreme odziva										Empatija
Osiguranje										Empatija

**PRILOG G: MATRICE POREĐENJA**

**1. MATRICE POREĐENJA ZA NEPOSREDNE KORISNIKE**

**NIVO I**

**Tabela 1** Poređenje karakteristika (U, Z, B i F) u odnosu na Cilj - *kvalitet u upotrebi*

	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>W</i>
<i>U</i>	1,00	0,27	6,00	4,15	<b>0,278</b>
<i>Z</i>	3,65	1,00	7,00	4,18	<b>0,561</b>
<i>B</i>	0,17	0,14	1,00	0,31	<b>0,049</b>
<i>F</i>	0,24	0,24	3,25	1,00	<b>0,111</b>

CR=0.0948

**NIVO II**

**Tabela 2** Poređenje podkarakteristika (U1-U3) u odnosu na karakteristiku *Upotrebljivost (U)*

	<i>U1</i>	<i>U2</i>	<i>U3</i>	<i>W</i>
<i>U1</i>	1,00	0,14	0,20	0,072
<i>U2</i>	7,00	1,00	3,00	0,649
<i>U3</i>	5,00	0,33	1,00	0,279

CR=0.0559

**Tabela 3** Poređenje podkarakteristika (Z1-Z3) u odnosu na karakteristiku *Zadovoljstvo (Z)*

	<i>Z1</i>	<i>Z2</i>	<i>Z3</i>	<i>W</i>
<i>Z1</i>	1,00	8,65	1,68	0,599
<i>Z2</i>	0,12	1,00	0,26	0,076
<i>Z3</i>	0,59	3,89	1,00	0,325

CR=0.0082

**Tabela 4** Poređenje podkarakteristika (B1-B2) u odnosu na karakteristiku *Bezbednost (B)*

	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>W</i>
<i>B1</i>	1,00	0,33	0,25
<i>B2</i>	3	1,00	0,75

CR=0

**Tabela 5** Poređenje podkarakteristika (F1-F3) u odnosu na karakteristiku *Fleksibilnost (F)*

	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>W</i>
<i>F1</i>	1,00	8,32	1,86	0,638
<i>F2</i>	0,12	1,00	0,51	0,101
<i>F3</i>	0,54	1,96	1,00	0,261

CR=0.0652

**NIVO III**

**Tabela 6** Poređenje atributa (Z11-Z12) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo informacijama (Z1)*

	<i>Z11</i>	<i>Z12</i>	<i>W</i>
<i>Z11</i>	1,00	5	0,833
<i>Z12</i>	0,2	1,00	0,167

CR=0

**Tabela 7** Poređenje atributa (Z21-Z24) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo sistemom* (Z2)

	Z21	Z22	Z23	Z24	W
Z21	1,00	3,30	4,73	5,22	0,548
Z22	0,30	1,00	4,47	4,18	0,281
Z23	0,21	0,22	1,00	2,29	0,103
Z24	0,19	0,24	0,44	1,00	0,068

CR=0,0818

**Tabela 8** Poređenje atributa (Z31-Z34) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo uslugom* (Z3)

	Z31	Z32	Z33	Z34	W
Z31	1,00	0,44	0,45	0,44	0,119
Z32	2,30	1,00	3,72	2,91	0,489
Z33	2,24	0,27	1,00	1,86	0,220
Z34	2,30	0,34	0,54	1,00	0,172

CR=0,0845

**Tabela 9** Važnost (težina) svih faktora u proceni kvaliteta u upotrebi za **neposredne** korisnike

Cilj (Nivo I)	Karakteristike (Nivo II)	Težina	Podkarakteristike (Nivo III)	Težina	Atributi (Nivo IV)	Težina	
<b>Kvalitet u upotrebi (QinU)</b>	<i>Upotrebljivost u upotrebi (U)</i>	<b>0,279</b>	Efektivnost (U1)	0,072			
			Efikasnost (U2)	0,649			
			Lakoća učenja (U3)	0,279			
	<i>Zadovoljstvo (Z)</i>	<b>0,560</b>	Zadovoljstvo Informacijama (Z1)	0,599	<i>Sadržaj (Z11)</i>	0,833	
					<i>Format (Z12)</i>	0,167	
					<i>Tačnost (Z21)</i>	0,548	
			Zadovoljstvo sistemom (Z2)	0,076	<i>Lakoća upotrebe (Z22)</i>	0,281	
					<i>Pravovremenost (Z23)</i>	0,103	
					<i>Brzina sistema (Z24)</i>	0,068	
					<i>Pouzdanost sistema (Z31)</i>	0,119	
			Zadovoljstvo uslugom (Z3)	0,325	<i>Vreme odziva (Z32)</i>	0,489	
					<i>Osiguranje (Z33)</i>	0,220	
	<i>Saosećanje (Z34)</i>	0,172					
	<i>Bezbednost u upotrebi (B)</i>	<b>0,050</b>	Lična bezbednost (B1)	0,25			
					Ekonomska šteta (B2)	0,75	
<i>Fleksibilnost u upotrebi (F)</i>	<b>0,111</b>	Usaglašenost sa kontekstom (F1)	0,638				
				Proširivost na kontekst (F2)	0,101		
				Personalizacija u upotrebi (F3)	0,261		

## 2. MATRICE POREĐENJA ZA SEKUNDARNE KORISNIKE

### NIVO I

**Tabela 1** Poređenje karakteristika (U, Z, B i F) u odnosu na Cilj - *kvalitet u upotrebi*

	U	Z	B	F	W
U	1,00	2,88	2,22	0,71	0,345
Z	0,35	1,00	1,41	0,66	0,176
B	0,45	0,71	1,00	0,54	0,148
F	1,41	1,52	1,85	1,00	0,331

CR=0.0385

### NIVO II

**Tabela 2** Poređenje podkarakteristika (U1-U3) u odnosu na karakteristiku *Upotrebljivost* (U)

	U1	U2	U3	W
U1	1,00	0,33	2,2	0,243
U2	3,03	1	4,17	0,629
U3	0,45	0,24	1,00	0,129

CR=0.0211

**Tabela 3** Poređenje podkarakteristika (Z1-Z3) u odnosu na karakteristiku *Zadovoljstvo* (Z)

	Z1	Z2	Z3	W
Z1	1,00	0,44	1,68	0,289
Z2	2,27	1	1,44	0,474
Z3	0,60	0,69	1,00	0,238

CR=0.0919

**Tabela 4** Poređenje podkarakteristika (B1-B2) u odnosu na karakteristiku *Bezbednost* (B)

	B1	B2	W
B1	1,00	0,33	0,25
B2	3	1,00	0,75

CR=0

**Tabela 5** Poređenje podkarakteristika (F1-F3) u odnosu na karakteristiku *Fleksibilnost* (F)

	F1	F2	F3	W
F1	1,00	8,32	2,86	0,693
F2	0,12	1	0,51	0,095
F3	0,35	1,96	1,00	0,212

CR=0.0149

### NIVO III

**Tabela 6** Poređenje atributa (Z11-Z12) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo informacijama* (Z1)

	Z11	Z12	W
Z11	1,00	5	0,833
Z12	0,2	1,00	0,167

CR=0



**Tabela 7** Poređenje atributa (Z21-Z24) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo sistemom* (Z2)

	Z21	Z22	Z23	Z24	W
Z21	1,00	3,3	4,73	2,22	0,501
Z22	0,30	1	4,47	2,18	0,265
Z23	0,21	0,22	1,00	0,54	0,079
Z24	0,45	0,46	1,85	1,00	0,155

CR=0,0642

**Tabela 8** Poređenje atributa (Z31-Z34) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo uslugom* (Z3)

	Z31	Z32	Z33	Z34	W
Z31	1,00	0,44	0,45	0,44	0,124
Z32	2,27	1	2,72	1,91	0,419
Z33	2,22	0,37	1,00	0,54	0,185
Z34	2,27	0,52	1,85	1,00	0,271

CR=0,0422

**Tabela 9** Važnost (težina) svih faktora u proceni kvaliteta u upotrebi za **sekundarne** korisnike

Cilj (Nivo I)	Karakteristike (Nivo II)	Težina	Podkarakteristike (Nivo III)	Težina	Atributi (Nivo IV)	Težina	
<b>Kvalitet u upotrebi (QinU)</b>	<i>Upotrebljivost u upotrebi (U)</i>	<b>0,345</b>	Efektivnost (U1)	0,243			
			Efikasnost (U2)	0,629			
			Lakoća učenja (U3)	0,129			
	<i>Zadovoljstvo (Z)</i>	<b>0,176</b>	Zadovoljstvo Informacijama (Z1)	0,289	<i>Sadržaj (Z11)</i>	0,75	
					<i>Format (Z12)</i>	0,25	
					<i>Tačnost (Z21)</i>	0,501	
			Zadovoljstvo sistemom (Z2)	0,474	<i>Lakoća upotrebe (Z22)</i>	0,265	
					<i>Pravovremenost (Z23)</i>	0,079	
					<i>Brzina sistema (Z24)</i>	0,155	
					<i>Pouzdanost sistema (Z31)</i>	0,124	
			Zadovoljstvo uslugom (Z3)	0,238	<i>Vreme odziva (Z32)</i>	0,419	
					<i>Osiguranje (Z33)</i>	0,185	
	<i>Saosećanje (Z34)</i>	0,271					
	<i>Bezbednost u upotrebi (B)</i>	<b>0,148</b>	Lična bezbednost (B1)	0,167			
			Ekonomska šteta (B2)	0,833			
<i>Fleksibilnost u upotrebi (F)</i>	<b>0,331</b>	Usaglašenost sa kontekstom (F1)	0,693				
		Proširivost na kontekst (F2)	0,095				
		Personalizacija u upotrebi (F3)	0,212				

### 3. MATRICE POREĐENJA ZA INDIREKTNE KORISNIKE

#### NIVO I

**Tabela 1** Poređenje karakteristika (U, Z, B i F) u odnosu na Cilj - *kvalitet u upotrebi*

	U	Z	B	F	W
U	1,00	2,88	4,22	0,71	0,380
Z	0,35	1,00	3,16	0,66	0,203
B	0,24	0,32	1,00	0,54	0,101
F	1,41	1,52	1,85	1,00	0,317

CR=0.0924

#### NIVO II

**Tabela 2** Poređenje podkarakteristika (U1-U3) u odnosu na karakteristiku *Upotrebljivost (U)*

	U1	U2	U3	W
U1	1,00	0,33	1,2	0,220
U2	3,03	1	2,17	0,562
U3	0,83	0,46	1,00	0,218

CR=0.0256

**Tabela 3** Poređenje podkarakteristika (Z1-Z3) u odnosu na karakteristiku *Zadovoljstvo (Z)*

	Z1	Z2	Z3	W
Z1	1,00	0,44	2,68	0,314
Z2	2,27	1	2,44	0,526
Z3	0,37	0,41	1,00	0,159

CR=0.0808

**Tabela 4** Poređenje podkarakteristika (B1-B2) u odnosu na karakteristiku *Bezbednost (B)*

	B1	B2	W
B1	1,00	0,33	0,25
B2	3	1,00	0,75

CR=0

**Tabela 5** Poređenje podkarakteristika (F1-F3) u odnosu na karakteristiku *Fleksibilnost (F)*

	F1	F2	F3	W
F1	1,00	4,32	2,86	0,637
F2	0,23	1	1,51	0,194
F3	0,35	0,66	1,00	0,169

CR=0.0655

#### NIVO III

**Tabela 6** Poređenje atributa (Z11-Z12) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo informacijama (Z1)*

	Z11	Z12	W
Z11	1,00	5	0,833
Z12	0,2	1,00	0,167

CR=0

**Tabela 7** Poređenje atributa (Z21-Z24) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo sistemom* (Z2)

	Z21	Z22	Z23	Z24	W
Z21	1,00	1,3	1,73	2,22	0,339
Z22	0,77	1	2,47	1,18	0,298
Z23	0,58	0,40	1,00	2,29	0,209
Z24	0,45	0,85	0,44	1,00	0,154

CR=0,0797

**Tabela 8** Poređenje atributa (Z31-Z34) u odnosu na podkarakteristiku *Zadovoljstvo uslugom* (Z3)

	Z31	Z32	Z33	Z34	W
Z31	1,00	0,44	0,45	0,44	0,121
Z32	2,27	1	2,72	1,91	0,422
Z33	2,22	0,37	1,00	2,29	0,266
Z34	2,27	0,52	0,44	1,00	0,190

CR=0,0422

**Tabela 9** Važnost (težina) svih faktora u proceni kvaliteta u upotrebi za **indirektne** korisnike

Cilj (Nivo I)	Karakteristike (Nivo II)	Težina	Podkarakteristike (Nivo III)	Težina	Atributi (Nivo IV)	Težina			
<b>Kvalitet u upotrebi (QinU)</b>	<i>Upotrebljivost u upotrebi (U)</i>	<b>0,380</b>	Efektivnost (U1)	0,220					
			Efikasnost (U2)	0,562					
			Lakoća učenja (U3)	0,218					
	<i>Zadovoljstvo (Z)</i>	<b>0,203</b>	<i>Zadovoljstvo informacijama (Z1)</i>	Zadovoljstvo sistemom (Z2)	0,314	<i>Sadržaj (Z11)</i>	0,833		
						<i>Format (Z12)</i>	0,167		
						<i>Tačnost (Z21)</i>	0,339		
			<i>Zadovoljstvo uslugom (Z3)</i>	<b>0,526</b>			<b>0,159</b>	<i>Lakoća upotrebe (Z22)</i>	0,298
								<i>Pravovremenost (Z23)</i>	0,209
								<i>Bržina sistema (Z24)</i>	0,154
								<i>Pouzdanost sistema (Z31)</i>	0,121
								<i>Vreme odziva (Z32)</i>	0,422
								<i>Osiguranje (Z33)</i>	0,266
	<i>Saosećanje (Z34)</i>	0,190							
	<i>Bezbednost u upotrebi (B)</i>	<b>0,101</b>				<i>Lična bezbednost (B1)</i>	0,25		
						<i>Ekonomska šteta (B2)</i>	0,75		
<i>Fleksibilnost u upotrebi (F)</i>	<b>0,317</b>				<i>Usaglašenost sa kontekstom (F1)</i>	0,637			
					<i>Proširivost na kontekst (F2)</i>	0,194			
					<i>Personalizacija u upotrebi (F3)</i>	0,169			

**PRILOG H: SPECIFIKACIJA ZAHTEVA ZA KVALITETOM U UPOTREBI Web GIS APLIKACIJA**

Kod atributa	Karakteristike	Težina		
	Podkarakteristike	Prim	Sek	Ind
<b>1.</b>	<b>Upotrebljivost u upotrebi</b>	<b>0,279</b>	<b>0,345</b>	<b>0,380</b>
<b>1.1.</b>	<b>Efektivnost</b>	<b>0,072</b>	<b>0,243</b>	<b>0,220</b>
<i>1.1.1.</i>	<i>vreme provedeno tokom izvršenja zadatka</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<b>1.2.</b>	<b>Efikasnost</b>	<b>0,649</b>	<b>0,629</b>	<b>0,562</b>
<i>1.2.1.</i>	<i>broj izvršenih zadataka</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>
<i>1.2.2.</i>	<i>broj grešaka</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>
<b>1.3.</b>	<b>Lakoća učenja</b>	<b>0,279</b>	<b>0,129</b>	<b>0,218</b>
<i>1.3.1.</i>	<i>Relativna korisnička efikasnost</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>
<i>1.3.2.</i>	<i>Lakoća korišćenja novih funkcionalnosti</i>	<i>0.3</i>	<i>0.3</i>	<i>0.3</i>
<i>1.3.3.</i>	<i>Intuitivnost</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>
<b>2.</b>	<b>Zadovoljstvo</b>	<b>0,560</b>	<b>0,176</b>	<b>0,203</b>
<b>2.1.</b>	<b>Zadovoljstvo Informacijama</b>	<b>0,599</b>	<b>0,289</b>	<b>0,314</b>
<i>2.1.1.</i>	<i>Sadržaj</i>	<i>0,833</i>	<i>0,75</i>	<i>0,833</i>
<i>2.1.1.1.</i>	<i>Izlaz iz Web GIS</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.2.</i>	<i>Zadovoljstvo sa sadržajem Web GIS</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.3.</i>	<i>Pružanje dovoljno informacija</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.4.</i>	<i>Količina informacija</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.5.</i>	<i>Usaglašenost datih informacija sa potrebama</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.6.</i>	<i>Usaglašenost izveštaja sa potrebama</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.7.</i>	<i>Sadržaj informacija</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.8.</i>	<i>Obrada informacija</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.9.</i>	<i>Razumljivost izveštaja</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.1.10.</i>	<i>Pružanje informacija u potrebnom obimu</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>2.1.2.</i>	<i>Format</i>	<i>0,167</i>	<i>0,25</i>	<i>0,167</i>
<i>2.1.2.1.</i>	<i>Predstavljanje informacija</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.2.</i>	<i>Format</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.3.</i>	<i>Format izlaza</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.4.</i>	<i>Raspored izlaza</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.5.</i>	<i>Jasnoća unformacija</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.6.</i>	<i>Način predstavljanja informacija</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.7.</i>	<i>Pogodnost formata izlaznih informacija</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<i>2.1.2.8.</i>	<i>Usaglašenost sa standardima</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>	<i>0.125</i>
<b>2.2.</b>	<b>Zadovoljstvo sistemom</b>	<b>0,076</b>	<b>0,474</b>	<b>0,526</b>
<i>2.2.1.</i>	<i>Tačnost</i>	<i>0,548</i>	<i>0,501</i>	<i>0,339</i>
<i>2.2.1.1.</i>	<i>Tačnost Web GIS aplikacije.</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>
<i>2.2.1.2.</i>	<i>Preciznost informacija.</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>
<i>2.2.1.3.</i>	<i>Pouzdanost informacije.</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>
<i>2.2.1.4.</i>	<i>Tačnost informacija.</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>
<i>2.2.1.5.</i>	<i>Da li je Web GIS aplikacija bez grešaka?</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>
<i>2.2.2.</i>	<i>Lakoća upotrebe</i>	<i>0,281</i>	<i>0,265</i>	<i>0,298</i>
<i>2.2.2.1.</i>	<i>Jednostavnost korišćenja</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.2.2.</i>	<i>Lakoća korišćenja Web GIS aplikacije</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.2.3.</i>	<i>Lakoća komuniciranja</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.2.4.</i>	<i>Prijatnost korisniku</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.2.5.</i>	<i>Lakoća rada</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.2.6.</i>	<i>Jasnoća i razumljivost interakcije</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.2.7.</i>	<i>Lakoća upravljanja</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>
<i>2.2.3.</i>	<i>Pravovremenost</i>	<i>0,103</i>	<i>0,079</i>	<i>0,209</i>
<i>2.2.3.1.</i>	<i>Zastarelost informacija</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>	<i>0.143</i>

**PRILOZI**

2.2.3.2.	Zadovoljstvo pravovremenošću	0.143	0.143	0.143
2.2.3.3.	Blagovremeno pružanje informacija	0.143	0.143	0.143
2.2.3.4.	Prekasno dobijate informacije	0.143	0.143	0.143
2.2.3.5.	Aktuelnost informacija	0.143	0.143	0.143
2.2.3.6.	Pravovremeno dobijanje informacija	0.143	0.143	0.143
<b>2.2.4.</b>	<b>Brzina sistema</b>	<b>0,068</b>	<b>0,155</b>	<b>0,154</b>
2.2.4.1.	Zadovoljstvo brzinom	0.166	0.166	0.166
2.2.4.2.	Brzina rada aplikacije	0.166	0.166	0.166
2.2.4.3.	Tempo rada	0.166	0.166	0.166
2.2.4.4.	Obrada velikog broja izveštaja	0.166	0.166	0.166
<b>2.3.</b>	<b>Zadovoljstvo uslugom</b>	<b>0,325</b>	<b>0,238</b>	<b>0,159</b>
<b>2.3.1.</b>	<b>Pouzdanost sistema</b>	<b>0,119</b>	<b>0,124</b>	<b>0,121</b>
2.3.1.1.	Efikasnost	0.166	0.166	0.166
2.3.1.2.	Pouzdanost	0.166	0.166	0.166
2.3.1.3.	Efektivnost	0.166	0.166	0.166
2.3.1.4.	Rezervne kopije ili oporavak sistema	0.166	0.166	0.166
2.3.1.5.	Autentikacija	0.166	0.166	0.166
2.3.1.6.	Opremljenost bezbedonosnim sistemom	0.166	0.166	0.166
<b>2.3.2.</b>	<b>Vreme odziva</b>	<b>0,489</b>	<b>0,419</b>	<b>0,422</b>
2.3.2.1.	Brzina usluge	0.25	0.25	0.25
2.3.2.2.	Email podrška za pritužbe	0.25	0.25	0.25
2.3.2.3.	Doslednost upotrebe terminologije, grafike i menija	0.25	0.25	0.25
2.3.2.4.	Raspoloživost pomoći	0.25	0.25	0.25
<b>2.3.3.</b>	<b>Osiguranje</b>	<b>0,220</b>	<b>0,185</b>	<b>0,266</b>
2.3.3.1.	Stručnost zaposlenih u podršci	0.25	0.25	0.25
2.3.3.2.	Ljubaznost osoblja	0.25	0.25	0.25
2.3.3.3.	Bezbednost u transakcijama sa zaposlenima na IS	0.25	0.25	0.25
2.3.3.4.	Lakoća i brzina rada sa sistemom	0.25	0.25	0.25
<b>2.3.4</b>	<b>Saosećanje</b>	<b>0,172</b>	<b>0,271</b>	<b>0,190</b>
2.3.4.1.	Pružanje posebne pažnje	0.33	0.33	0.33
2.3.4.2.	Razumevanje specifičnih potreba	0.33	0.33	0.33
2.3.4.3.	Pogodnost radnog vremena	0.33	0.33	0.33
<b>3.</b>	<b>Bezbednost u upotrebi</b>	<b>0,050</b>	<b>0,148</b>	<b>0,101</b>
<b>3.1.</b>	<b>Lična bezbednost</b>	<b>0,25</b>	<b>0,167</b>	<b>0,25</b>
3.1.1.	Bezbednost transakcija	0.33	0.33	0.33
3.1.2.	Bezbednost ličnih podataka.	0.33	0.33	0.33
3.1.3.	Zloupotreba ličnih podataka.	0.33	0.33	0.33
<b>3.2.</b>	<b>Ekonomska šteta</b>	<b>0,75</b>	<b>0,833</b>	<b>0,75</b>
3.2.1.	Narušavanje ugleda	0.33	0.33	0.33
3.2.2.	Neplanirani troškovi	0.33	0.33	0.33
3.2.3.	Ugrožavanje imovine	0.33	0.33	0.33
<b>4.</b>	<b>Fleksibilnost u upotrebi</b>	<b>0,111</b>	<b>0,331</b>	<b>0,317</b>
<b>4.1.</b>	<b>Usaglašenost sa kontekstom</b>	<b>0,638</b>	<b>0,693</b>	<b>0,637</b>
4.1.1.	Upotrebljivost u nameravanom kontekstu upotrebe	0,638	0,693	0,637
<b>4.2.</b>	<b>Proširivost na kontekst</b>	<b>0,101</b>	<b>0,095</b>	<b>0,194</b>
4.2.1.	Prilagodavanje kontekstima za koje nije namenjen	0,101	0,095	0,194
<b>4.3.</b>	<b>Personalizacija u upotrebi</b>	<b>0,261</b>	<b>0,212</b>	<b>0,169</b>
4.3.1.	Prilagodavanje aplikacije specifičnim željama i potrebama	0,261	0,212	0,169

**PRILOG I: LISTA ELEMENTARNIH INDIKATORA**

Kod indikatora	Elementarni kriterijum	Težina		
		Prim	Sek	Ind
1.1.1.	<p>Meri se vreme izvršenja zadatka mereno u sekundama (<i>Task Time</i>). Izmereni podatak je kontinuiranog tipa.</p> <p>Utvrđuje se indirektno tj. izračunava se oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku i deljenjem sa standardnom devijacijom  <math>Z\text{-score} = (\text{SrednjeVreme} - \text{SpecVreme}) / \text{St.Dev}</math></p> <p>Preporučena gornja granica (Spec.Vreme) je prosečno vreme 5% najmanjih vremena najviše zadovoljnih korisnika.</p> <p>Nivo kvaliteta za normalno odstupanje (ili z-skor) može se pronaći u standardizovanoj Z-tabeli.</p> <p>Nakon standardizacije interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.</p>	1	1	1
1.2.1.	<p>Meri se broj kompletiranih zadataka (<i>task completion</i>). Izmereni podatak je diskretnog tipa.</p> <p>Utvrđuje se indirektno tj. izračunava se  <math>\text{NivoKvaliteta} = 1 - \text{StepenKompletZadataka}</math>,  gde je <math>\text{StepenKompletZadataka} = \text{BrojKompletZadataka} / \text{UkupanBrojZadataka}</math></p> <p>Nakon standardizacije interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.</p>	0.5	0.5	0.5
1.2.2.	<p>Meri se broj broj grešaka (<i>error counts</i>) za vreme izvršenja zadatka. Izmereni podatak je diskretnog tipa.</p> <p>Utvrđuje se indirektno tj. izračunava se  <math>\text{NivoNeispravnosti} = 1 - \text{StepenNeispravnosti}</math>,  gde je <math>\text{StepenNeispravnosti} = \text{BrojGrešaka} / \text{UkupanBrojMogućnosti}</math></p> <p>Nakon standardizacije interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.</p>	0.5	0.5	0.5
1.3.1.	<p>Utvrđuje se indirektno izračunavanjem Relativne korisničke efikasnosti (RKE) kao odnos efikasnosti (izražen u procentima) bilo kog korisnika i efikasnosti ekspertske korisnika u istom kontekstu. Izračunava se  <math>\text{RKE} = \frac{\text{KorisničkaEfikasnost}}{\text{EfikasnostEksperta}} \times 100\%</math></p> <p>Korisnička efikasnost se izračunava oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku počenika i deljenjem sa standardnom devijacijom.</p> <p>Efikasnost eksperta se izračunava oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku naprednih korisnika i deljenjem sa standardnom devijacijom.</p> <p>Preporučena gornja granica (Spec.Vreme) je prosečno vreme 5% najmanjih vremena najviše zadovoljnih korisnika.</p> <p>Dobijeni podatak je kontinuiranog tipa i interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.</p>	0.5	0.5	0.5

**PRILOZI**

Kod indikatora	Elementarni kriterijum	Težina		
		Prim	Sek	Ind
1.3.2.		0.3	0.3	0.3
1.3.3.		0.2	0.2	0.2
2.1.1.1.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.2.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.3.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.4.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.5.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.6.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.7.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.8.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.9.		0.1	0.1	0.1
2.1.1.10.		0.1	0.1	0.1
2.1.2.1.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.2.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.3.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.4.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.5.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.6.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.7.		0.125	0.125	0.125
2.1.2.8.		0.125	0.125	0.125
2.2.1.1.	Meri se stepen zadovoljstva ( <i>satisfaction scores</i> ) na skali od 1 do 5. Izmereni podatak je diskretnog tipa.	0.2	0.2	0.2
2.2.1.2.		0.2	0.2	0.2
2.2.1.3.		0.2	0.2	0.2
2.2.1.4.	Utvrđuje se indirektno tj. izračunava se oduzimanjem specificiranog limita od srednje ocene na zadatku i deljenjem sa standardnom devijacijom	0.2	0.2	0.2
2.2.1.5.		0.2	0.2	0.2
2.2.2.1.		0.143	0.143	0.143
2.2.2.2.	$Z\text{-score} = (SrednjaOcena - SpecOcena) / St.Dev$	0.143	0.143	0.143
2.2.2.3.		0.143	0.143	0.143
2.2.2.4.	Nivo kvaliteta za normalno odstupanje (ili z-skor) može se pronaći u standardizovanoj Z-tabeli.	0.143	0.143	0.143
2.2.2.5.		0.143	0.143	0.143
2.2.2.6.		0.143	0.143	0.143
2.2.2.7.	Preporučena gornja granica (Spec.Ocena) je 4 na skali zadovoljstva od 1-5.	0.143	0.143	0.143
2.2.3.1.		0.143	0.143	0.143
2.2.3.2.	Dobijeni podatak je kontinuiranog tipa i interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.	0.143	0.143	0.143
2.2.3.3.		0.143	0.143	0.143
2.2.3.4.		0.143	0.143	0.143
2.2.3.5.		0.143	0.143	0.143
2.2.3.6.		0.143	0.143	0.143
2.2.4.1.		0.166	0.166	0.166
2.2.4.2.		0.166	0.166	0.166
2.2.4.3.		0.166	0.166	0.166
2.2.4.4.		0.166	0.166	0.166
2.2.4.5.		0.166	0.166	0.166
2.2.4.6.		0.166	0.166	0.166
2.3.1.1.		0.166	0.166	0.166
2.3.1.2.		0.166	0.166	0.166
2.3.1.3.		0.166	0.166	0.166
2.3.1.4.		0.166	0.166	0.166
2.3.1.5.		0.166	0.166	0.166
2.3.1.6.		0.166	0.166	0.166
2.3.2.1.		0.25	0.25	0.25
2.3.2.2.		0.25	0.25	0.25
2.3.2.3.		0.25	0.25	0.25
2.3.2.4.		0.25	0.25	0.25
2.3.3.1.		0.25	0.25	0.25

**PRILOZI**

Kod indikatora	Elementarni kriterijum	Težina		
		Prim	Sek	Ind
2.3.3.2.		0.25	0.25	0.25
2.3.3.3.		0.25	0.25	0.25
2.3.3.4.	Meri se stepen zadovoljstva ( <i>satisfaction scores</i> ) na skali od 1 do 5. Izmereni podatak je diskretnog tipa.	0.25	0.25	0.25
2.3.4.1.		0.33	0.33	0.33
2.3.4.2.		0.33	0.33	0.33
2.3.4.3.	Utvrđuje se indirektno tj. izračunava se oduzimanjem specificiranog limita od srednje ocene na zadatku i deljenjem sa standardnom devijacijom	0.33	0.33	0.33
3.1.1.	$Z\text{-score} = (\text{SrednjaOcena} - \text{SpecOcena}) / \text{St.Dev}$	0.33	0.33	0.33
3.1.2.		0.33	0.33	0.33
3.1.3.		0.33	0.33	0.33
3.2.1.	Nivo kvaliteta za normalno odstupanje (ili z-skor) može se pronaći u standardizovanoj Z-tabeli.	0.33	0.33	0.33
3.2.2.		0.33	0.33	0.33
3.2.3.	Preporučena gornja granica (Spec.Ocena) je 4 na skali zadovoljstva od 1-5.	0.33	0.33	0.33
4.1.1.	Dobijeni podatak je kontinuiranog tipa i interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.	0,638	0,693	0,637
4.3.1.		0,261	0,212	0,169
4.2.1.	<p>Utvrđuje se izračunavanjem Relativne eksperstke efikasnosti kao odnos efikasnosti ekspertske korisnika izvan nameravanih konteksta i efikasnosti ekspertske korisnika u prvobitno nameravanim kontekstima upotrebe.</p> <p>Izračunava se kao</p> $REE = \frac{\text{EfikasnostEkspertaIzvanNameravanihKonteksta}}{\text{Efikasnost eksperta u nameravanim kontekstima}} \times 100\%$ <p>Efikasnost eksperta izvan nameravanog konteksta se izračunava oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku eksperta izvan nameravanog konteksta i deljenjem sa standardnom devijacijom.</p> <p>Efikasnost eksperta u nameravanom kontekstu se izračunava oduzimanjem specificiranog limita od srednjeg vremena na zadatku eksperta u nameravanom kontekstu i deljenjem sa standardnom devijacijom.</p> <p>Preporučena gornja granica (Spec.Vreme) je prosečno vreme 5% najmanjih vremena najviše zadovoljnih korisnika.</p> <p>Dobijeni podatak je kontinuiranog tipa i interpretira se u procentima nivoa kvaliteta. Opseg mera se kreće od 0 do 100%.</p>	0,101	0,095	0,194



## PRILOG J: POJEDINAČNI REZULTATI TESTIRANJA

TABELA 1. REZULTATI TESTIRANJA SVIH KORISNIKA U NAMERAVANOM KONTEKSTU

Tip korisnika	Nivo korisnika	Id zadatka	Id korisnika	Broj Kompl. zadataka	Greške	Vreme zadatka (sek)
Prim	Početak	1	1	1	1	64
Prim	Početak	1	2	1	1	59
Prim	Početak	1	3	1	2	53
Prim	Početak	1	4	0	1	69
Prim	Početak	1	5	1	0	55
Prim	Napredni	1	6	1	0	33
Prim	Napredni	1	7	1	0	45
Prim	Napredni	1	8	1	0	48
Prim	Napredni	1	9	1	1	55
Prim	Napredni	1	10	1	1	51
Sek	Ekspert	1	11	1	0	41
Sek	Ekspert	1	12	1	0	37
Sek	Ekspert	1	13	1	0	39
Ind		1	14	1	2	77
Ind		1	15	0	3	82
Ind		1	16	1	3	89
Prim	Početak	2	1	1	1	39
Prim	Početak	2	2	1	2	36
Prim	Početak	2	3	0	3	39
Prim	Početak	2	4	1	1	33
Prim	Početak	2	5	1	1	36
Prim	Napredni	2	6	1	1	28
Prim	Napredni	2	7	1	2	33
Prim	Napredni	2	8	1	1	29
Prim	Napredni	2	9	1	0	27
Prim	Napredni	2	10	1	0	28
Sek	Ekspert	2	11	1	1	23
Sek	Ekspert	2	12	1	0	21
Sek	Ekspert	2	13	1	0	19
Ind		2	14	1	4	44
Ind		2	15	0	2	65
Ind		2	16	1	3	71
Prim	Početak	3	1	0	1	32
Prim	Početak	3	2	1	2	42
Prim	Početak	3	3	0	1	34
Prim	Početak	3	4	1	1	37
Prim	Početak	3	5	1	0	35
Prim	Napredni	3	6	1	0	29
Prim	Napredni	3	7	1	0	25
Prim	Napredni	3	8	1	1	31
Prim	Napredni	3	9	1	0	27
Prim	Napredni	3	10	1	0	25
Sek	Ekspert	3	11	1	0	22
Sek	Ekspert	3	12	1	0	19
Sek	Ekspert	3	13	1	0	18
Ind		3	14	0	2	43

**PRILOZI**

<b>Tip korisnika</b>	<b>Nivo korisnika</b>	<b>Id zadatka</b>	<b>Id korisnika</b>	<b>Broj Kompl. zadataka</b>	<b>Greške</b>	<b>Vreme zadatka (sek)</b>
Ind		3	15	1	1	32
Ind		3	16	0	2	54
Prim	Početaknik	4	1	0	3	117
Prim	Početaknik	4	2	1	1	111
Prim	Početaknik	4	3	0	2	100
Prim	Početaknik	4	4	1	1	112
Prim	Početaknik	4	5	1	2	104
Prim	Napredni	4	6	1	0	93
Prim	Napredni	4	7	1	0	92
Prim	Napredni	4	8	1	1	107
Prim	Napredni	4	9	1	0	95
Prim	Napredni	4	10	1	1	98
Sek	Ekspert	4	11	1	0	76
Sek	Ekspert	4	12	1	0	81
Sek	Ekspert	4	13	1	1	83
Ind		4	14	1	2	98
Ind		4	15	0	3	113
Ind		4	16	0	4	124
Prim	Početaknik	5	1	0	3	115
Prim	Početaknik	5	2	1	1	100
Prim	Početaknik	5	3	0	2	107
Prim	Početaknik	5	4	0	3	110
Prim	Početaknik	5	5	1	1	100
Prim	Napredni	5	6	1	1	92
Prim	Napredni	5	7	1	0	88
Prim	Napredni	5	8	1	0	95
Prim	Napredni	5	9	1	1	91
Prim	Napredni	5	10	1	0	87
Sek	Ekspert	5	11	1	0	79
Sek	Ekspert	5	12	1	0	80
Sek	Ekspert	5	13	1	1	82
Ind		5	14	0	2	98
Ind		5	15	1	2	87
Ind		5	16	0	4	143
Prim	Početaknik	6	1	0	3	83
Prim	Početaknik	6	2	0	3	69
Prim	Početaknik	6	3	1	2	79
Prim	Početaknik	6	4	1	1	63
Prim	Početaknik	6	5	1	1	61
Prim	Napredni	6	6	1	1	66
Prim	Napredni	6	7	1	0	48
Prim	Napredni	6	8	1	0	51
Prim	Napredni	6	9	1	0	49
Prim	Napredni	6	10	1	1	45
Sek	Ekspert	6	11	1	0	40
Sek	Ekspert	6	12	1	1	41
Sek	Ekspert	6	13	1	0	39
Ind		6	14	1	1	58
Ind		6	15	0	3	88
Ind		6	16	0	3	98

TABELA 2. REZULTATI TESTIRANJA EKSPERATA U NENAMERAVANOM KONTEKSTU

<b>Tip korisnika</b>	<b>Nivo korisnika</b>	<b>Id zadatka</b>	<b>Id korisnika</b>	<b>Broj Kompletiranih zadataka</b>	<b>Greške</b>	<b>Vreme zadatka (sek)</b>
Sek	Ekspert	1	11	0	1	69
Sek	Ekspert	1	12	1	0	66
Sek	Ekspert	1	13	1	0	75
Sek	Ekspert	2	11	1	1	36
Sek	Ekspert	2	12	1	1	28
Sek	Ekspert	2	13	1	2	33
Sek	Ekspert	3	11	0	1	34
Sek	Ekspert	3	12	1	1	37
Sek	Ekspert	3	13	1	0	35
Sek	Ekspert	4	11	0	3	117
Sek	Ekspert	4	12	1	1	111
Sek	Ekspert	4	13	0	2	100
Sek	Ekspert	5	11	1	0	88
Sek	Ekspert	5	12	1	0	95
Sek	Ekspert	5	13	1	1	91
Sek	Ekspert	6	11	1	1	61
Sek	Ekspert	6	12	1	1	66
Sek	Ekspert	6	13	1	0	48

TABELA 3. REZULTATI TESTIRANJA U VEZI ZADOVOLJSTVA, BEZBEDNOSTI, LAKOĆE UČENJA I FLEKSIBILNOSTI

Kod atributa	Karakteristike	Primarni										Sekundarni korisnici			Indirektni korisnici		
		Početnici					Napredni					11	12	13	14	15	16
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
<b>1.3.</b>	<b>Lakoća učenja</b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>
1.3.2.	Lakoća korišćenja novih funkcionalnosti	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4
1.3.3.	Intuitivnost	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5
<b>2.</b>	<b>Zadovoljstvo</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>
<b>2.1.</b>	<b>Zadovoljstvo Informacijama</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>4,3</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>
2.1.1.	Sadržaj	3,7	3,7	3,5	3,4	3,7	3,8	3,7	3,6	3,7	3,9	3,5	3,7	3,8	3,6	3,9	3,6
2.1.1.1.	Izlaz iz Web GIS	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5
2.1.1.2.	Zadovoljstvo sa sadržajem Web GIS	3	3	4	3	4	4	3	3	4	5	3	3	4	4	4	5
2.1.1.3.	Pružanje dovoljno informacija	4	2	2	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3
2.1.1.4.	Količina informacija	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3
2.1.1.5.	Usaglašenost datih informacija sa potrebama	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3
2.1.1.6.	Usaglašenost izveštaja sa potrebama	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3
2.1.1.7.	Sadržaj informacija	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4
2.1.1.8.	Obrada informacija	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3
2.1.1.9.	Razumljivost izveštaja	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	5	4	4
2.1.1.10.	Pružanje informacija u potrebnom obimu	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3
<b>2.1.2.</b>	<b>Format</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>
2.1.2.1.	Predstavljanje informacija	5	4	3	4	5	5	5	4	5	4	5	4	3	4	5	5
2.1.2.2.	Format	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4
2.1.2.3.	Format izlaza	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5
2.1.2.4.	Raspored izlaza	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4
2.1.2.5.	Jasnoća informacija	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5
2.1.2.6.	Način predstavljanja informacija	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5
2.1.2.7.	Pogodnost formata izlaznih informacija	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4
2.1.2.8.	Usaglašenost sa standardima	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5
<b>2.2.</b>	<b>Zadovoljstvo sistemom</b>	<b>3,9</b>	<b>4,2</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,3</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>Tačnost</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>4,8</b>
2.2.1.1.	Tačnost Web GIS aplikacije.	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5
2.2.1.2.	Preciznost informacija.	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	4	5	5	4
2.2.1.3.	Pouzdanost informacije.	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5
2.2.1.4.	Tačnost informacija.	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5
2.2.1.5.	Rad bez grešaka	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
<b>2.2.2.</b>	<b>Lakoća upotrebe</b>	<b>4,1</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>4,6</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>4,6</b>	<b>4,9</b>	<b>4,7</b>	<b>4,9</b>	<b>4,7</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>
2.2.2.1.	Jednostavnost korišćenja	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4
2.2.2.2.	Lakoća korišćenja Web GIS aplikacije	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3
2.2.2.3.	Lakoća komuniciranja	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	3	4	3
2.2.2.4.	Prijatnost korisniku	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5
2.2.2.5.	Lakoća rada	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4
2.2.2.6.	Jasnoća i razumljivost interakcije	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5
2.2.2.7.	Lakoća upravljanja	3	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5
<b>2.2.3.</b>	<b>Pravovremenost</b>	<b>3,0</b>	<b>2,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,3</b>	<b>2,8</b>
2.2.3.1.	Zastarelost informacija	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	2	2	3	3
2.2.3.2.	Zadovoljstvo blagovremenosti	3	3	4	3	3	2	4	3	3	3	3	2	3	4	3	3
2.2.3.3.	Blagovremeno pružanje informacija	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	3

**PRILOZI**

2.2.3.4.	Prekasno dobijate informacije	2	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3
2.2.3.5.	Aktuelnost informacija	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3
2.2.3.6.	Pravovremeno dobijanje informacija	4	2	3	3	2	3	4	2	3	3	4	3	3	2	3	2
<b>2.2.4.</b>	<b>Brzina sistema</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>
2.2.4.1.	Zadovoljstvo brzinom	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5
2.2.4.2.	Brzina rada aplikacije	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4
2.2.4.3.	Tempo rada	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5
2.2.4.4.	Obrada velikog broja izveštaja	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4
<b>2.3.</b>	<b>Zadovoljstvo uslugom</b>	<b>4,6</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>	<b>4,3</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>
<b>2.3.1.</b>	<b>Pouzdanost sistema</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>5,0</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>
2.3.1.1.	Efikasnost	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5
2.3.1.2.	Pouzdanost	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4
2.3.1.3.	Efektivnost	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4
2.3.1.4.	Rezervne kopije ili oporavak sistema	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4
2.3.1.5.	Lozinke	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5
2.3.1.6.	Opremljenost bezbedonosnim sistemom	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4
<b>2.3.2.</b>	<b>Vreme odziva</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
2.3.2.1.	Brzina usluge	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4
2.3.2.2.	Email podrška za pritužbe	5	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3
2.3.2.3.	Doslednost upotrebe terminologije, grafike i menija	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2
2.3.2.4.	Raspoloživost pomoći	5	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4
<b>2.3.3.</b>	<b>Osiguranje</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
2.3.3.1.	Stručnost zaposlenih u podršci	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5
2.3.3.2.	Ljubaznost osoblja	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4
2.3.3.3.	Bezbednost u transakcijama sa zaposlenima na IS	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4
2.3.3.4.	Lakoća i brzina rada sa sistemom	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5
<b>2.3.4.</b>	<b>Saosjećanje</b>	<b>4,3</b>	<b>5,0</b>	<b>4,3</b>	<b>4,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>3,3</b>	<b>4,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,0</b>	<b>4,3</b>
2.3.4.1.	Pružanje posebne pažnje	4	5	5	4	5	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4
2.3.4.2.	Razumevanje specifičnih potreba	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5
2.3.4.3.	Pogodnost radnog vremena	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4
<b>3.</b>	<b>Bezbednost u upotrebi</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,7</b>	<b>4,8</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>
<b>3.1.</b>	<b>Lična bezbednost</b>	<b>5,0</b>	<b>4,7</b>	<b>5,0</b>	<b>4,3</b>	<b>5,0</b>	<b>4,7</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,3</b>	<b>5,0</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>
3.1.1.	Bezbednost transakcija	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
3.1.2.	Bezbednost ličnih podataka.	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5
3.1.3.	Zloupotreba ličnih podataka.	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4
<b>3.2.</b>	<b>Ekonomska šteta</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>5,0</b>	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>4,0</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,0</b>
3.2.1.	Narušavanje ugleda	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4
3.2.2.	Neplanirani troškovi	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4
3.2.3.	Ugrožavanje imovine	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4
<b>4.</b>	<b>Fleksibilnost u upotrebi</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,0</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>
<b>4.1.</b>	<b>Usaglašenost sa kontekstom</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>
4.1.1.	Upotrebljivost u nameravanom kontekstu upotrebe	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5
<b>4.3.</b>	<b>Personalizacija u upotrebi</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>
4.3.1.	Prilagodavanje aplikacije specifičnim željama i potrebama	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4

PRILOZI

TABELA 4. ZBIRNI REZULTATI TESTIRANJA PO VRSTAMA KORISNIKA U VEZI ZADOVOLJSTVA, BEZBEDNOSTI, LAKOĆE UČENJA I FLEKSIBILNOSTI

Kod	Karakteristike Podkarakteristike	Primarni			Sekundarni			Indirektni korisnici			Svi		
		Sr. vr	St. dev	%	Sr. vr	St. dev	%	Sr. vr	St. dev	%	Sr. vr	St. dev	%
<b>1.3.</b>	<b>Lakoća učenja</b>	4,5	0,49	<b>82%</b>	4,5	0,58	<b>81%</b>	4,5	0,58	<b>81%</b>	4,5	0,50	<b>83%</b>
1.3.2.	Lakoća korišćenja novih funkcionalnosti	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,45	<b>95%</b>
1.3.3.	Intuitivnost	4,1	0,57	<b>57%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,2	0,54	<b>63%</b>
<b>2.</b>	<b>Zadovoljstvo</b>	4,2	0,51	<b>62%</b>	4,1	0,59	<b>56%</b>	4,1	0,58	<b>57%</b>	4,1	0,53	<b>60%</b>
<b>2.1.</b>	<b>Zadovoljstvo Informacijama</b>	4,1	0,52	<b>60%</b>	4,0	0,60	<b>53%</b>	4,1	0,58	<b>57%</b>	4,1	0,53	<b>58%</b>
2.1.1.	<i>Sadržaj</i>	3,7	0,55	<b>27%</b>	3,7	0,58	<b>28%</b>	3,7	0,58	<b>30%</b>	3,7	0,55	<b>28%</b>
2.1.1.1.	Izlaz iz Web GIS	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,51	<b>86%</b>
2.1.1.2.	Zadovoljstvo sa sadržajem Web GIS	3,6	0,70	<b>28%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	3,7	0,70	<b>33%</b>
2.1.1.3.	Pružanje dovoljno informacija	3,5	0,85	<b>28%</b>	3,7	0,6	<b>28%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,5	0,73	<b>25%</b>
2.1.1.4.	Količina informacija	3,6	0,52	<b>22%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,5	0,52	<b>17%</b>
2.1.1.5.	Usaglašenost datih informacija sa potrebama	3,5	0,53	<b>17%</b>	3,7	0,6	<b>28%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,5	0,52	<b>17%</b>
2.1.1.6.	Usaglašenost izveštaja sa potrebama	3,3	0,48	<b>7%</b>	3,7	0,6	<b>28%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,4	0,50	<b>11%</b>
2.1.1.7.	Sadržaj informacija	3,7	0,48	<b>27%</b>	3,7	0,6	<b>28%</b>	3,7	0,58	<b>28%</b>	3,7	0,48	<b>26%</b>
2.1.1.8.	Obrada informacija	3,4	0,52	<b>12%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	3,7	0,58	<b>28%</b>	3,4	0,51	<b>14%</b>
2.1.1.9.	Razumljivost izveštaja	3,8	0,42	<b>32%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,0	0,52	<b>50%</b>
2.1.1.10.	Pružanje informacija u potrebnom obimu	3,6	0,52	<b>22%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,5	0,52	<b>17%</b>
2.1.2.	<i>Format</i>	4,6	0,50	<b>88%</b>	4,4	0,63	<b>75%</b>	4,5	0,58	<b>81%</b>	4,5	0,51	<b>86%</b>
2.1.2.1.	Predstavljanje informacija	4,4	0,70	<b>72%</b>	4,0	1,0	<b>50%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,4	0,72	<b>70%</b>
2.1.2.2.	Format	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,51	<b>86%</b>
2.1.2.3.	Format izlaza	4,5	0,53	<b>83%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,4	0,51	<b>80%</b>
2.1.2.4.	Raspored izlaza	4,4	0,52	<b>78%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,4	0,50	<b>77%</b>
2.1.2.5.	Jasnoća unformacija	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,45	<b>95%</b>
2.1.2.6.	Način predstavljanja informacija	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,45	<b>95%</b>
2.1.2.7.	Pogodnost formata izlaznih informacija	4,3	0,48	<b>73%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,3	0,48	<b>74%</b>
2.1.2.8.	Usaglašenost sa standardima	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,45	<b>95%</b>
<b>2.2.</b>	<b>Zadovoljstvo sistemom</b>	4,2	0,49	<b>65%</b>	4,2	0,58	<b>61%</b>	4,1	0,59	<b>54%</b>	4,2	0,53	<b>62%</b>
2.2.1.	<i>Tačnost</i>	4,4	0,50	<b>78%</b>	4,5	0,58	<b>79%</b>	4,5	0,58	<b>79%</b>	4,4	0,53	<b>78%</b>
2.2.1.1.	Tačnost Web GIS aplikacije.	4,6	0,52	<b>88%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,51	<b>86%</b>
2.2.1.2.	Preciznost informacija.	3,7	0,48	<b>27%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,0	0,63	<b>50%</b>
2.2.1.3.	Pouzdanost informacije.	4,6	0,52	<b>88%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,51	<b>86%</b>
2.2.1.4.	Tačnost informacija.	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,51	<b>86%</b>
2.2.1.5.	Rad bez grešaka	4,3	0,48	<b>73%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,4	0,50	<b>77%</b>
2.2.2.	<i>Lakoća upotrebe</i>	4,7	0,49	<b>93%</b>	4,6	0,58	<b>86%</b>	4,3	0,64	<b>67%</b>	4,6	0,55	<b>87%</b>
2.2.2.1.	Jednostavnost korišćenja	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,7	0,48	<b>92%</b>
2.2.2.2.	Lakoća korišćenja Web GIS aplikacije	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,0	1,00	<b>50%</b>	4,6	0,63	<b>81%</b>
2.2.2.3.	Lakoća komuniciranja	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	4,4	0,72	<b>70%</b>
2.2.2.4.	Prijatnost korisniku	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,45	<b>95%</b>
2.2.2.5.	Lakoća rada	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,50	<b>89%</b>
2.2.2.6.	Jasnoća i razumljivost interakcije	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,45	<b>95%</b>
2.2.2.7.	Lakoća upravljanja	4,5	0,71	<b>76%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,6	0,63	<b>81%</b>
2.2.3.	<i>Pravovremenost</i>	3,1	0,56	<b>6%</b>	3,1	0,58	<b>5%</b>	3,1	0,58	<b>5%</b>	3,1	0,58	<b>6%</b>
2.2.3.1.	Zastarelost informacija	3,3	0,48	<b>7%</b>	2,7	0,6	<b>1%</b>	2,7	0,58	<b>1%</b>	3,1	0,57	<b>5%</b>
2.2.3.2.	Zadovoljstvo blagovremenošću	3,1	0,57	<b>6%</b>	2,7	0,6	<b>1%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,1	0,57	<b>5%</b>
2.2.3.3.	Blagovremeno pružanje informacija	3,0	0,47	<b>2%</b>	2,7	0,6	<b>1%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,0	0,52	<b>3%</b>
2.2.3.4.	Prekasno dobijate informacije	3,2	0,63	<b>10%</b>	3,7	0,6	<b>28%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,3	0,60	<b>13%</b>
2.2.3.5.	Aktuelnost informacija	3,3	0,48	<b>7%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	3,3	0,58	<b>12%</b>	3,3	0,48	<b>8%</b>
2.2.3.6.	Pravovremeno dobijanje informacija	2,9	0,74	<b>7%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	2,3	0,58	<b>0%</b>	2,9	0,72	<b>6%</b>
2.2.4.	<i>Brzina sistema</i>	4,6	0,41	<b>91%</b>	4,5	0,58	<b>81%</b>	4,4	0,58	<b>76%</b>	4,5	0,45	<b>87%</b>
2.2.4.1.	Zadovoljstvo brzinom	4,9	0,32	<b>100%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,40	<b>98%</b>
2.2.4.2.	Brzina rada aplikacije	4,3	0,48	<b>73%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,3	0,48	<b>74%</b>
2.2.4.3.	Tempo rada	4,8	0,42	<b>97%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,7	0,48	<b>92%</b>
2.2.4.4.	Obrada velikog broja izveštaja	4,2	0,42	<b>68%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,3	0,45	<b>71%</b>
<b>2.3.</b>	<b>Zadovoljstvo uslugom</b>	4,2	0,52	<b>62%</b>	4,0	0,58	<b>53%</b>	4,1	0,58	<b>60%</b>	4,1	0,54	<b>60%</b>
2.3.1.	<i>Pouzdanost sistema</i>	4,6	0,47	<b>90%</b>	4,6	0,58	<b>86%</b>	4,6	0,58	<b>83%</b>	4,6	0,49	<b>89%</b>
2.3.1.1.	Efikasnost	4,4	0,52	<b>78%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,5	0,52	<b>83%</b>
2.3.1.2.	Pouzdanost	4,3	0,48	<b>73%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,4	0,50	<b>77%</b>
2.3.1.3.	Efektivnost	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,3	0,6	<b>72%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,6	0,50	<b>89%</b>
2.3.1.4.	Rezervne kopije ili oporavak sistema	4,6	0,52	<b>88%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,3	0,58	<b>72%</b>	4,6	0,51	<b>86%</b>
2.3.1.5.	Lozinke	4,9	0,32	<b>100%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,8	0,40	<b>98%</b>
2.3.1.6.	Opremljenost bezbedonosnim sistemom	4,7	0,48	<b>93%</b>	4,7	0,6	<b>88%</b>	4,7	0,58	<b>88%</b>	4,7	0,48	<b>92%</b>
2.3.2.	<i>Vreme odziva</i>	2,9	0,73	<b>6%</b>	3,0	0,58	<b>4%</b>	3,0	0,58	<b>4%</b>	2,9	0,72	<b>7%</b>
2.3.2.1.	Brzina usluge	2,8	0,42	<b>0%</b>	3,3	0,6	<b>12%</b>	3,7	0,58	<b>28%</b>	3,1	0,57	<b>5%</b>

**PRILOZI**

2.3.2.2.	Email podrška za pritužbe	2,7	0,95	9%	2,7	0,6	1%	2,7	0,58	1%	2,7	0,79	5%
2.3.2.3.	Vreme odziva zaposleni u IT	3,2	0,63	10%	2,7	0,6	1%	2,3	0,58	0%	2,9	0,68	6%
2.3.2.4.	Raspoloživost pomoći	2,8	0,92	10%	3,3	0,6	12%	3,3	0,58	12%	3,0	0,82	11%
2.3.3.	<b>Osiguranje</b>	4,9	0,34	99%	4,7	0,58	88%	4,7	0,58	88%	4,8	0,41	97%
2.3.3.1.	Stručnost zaposlenih u podršci	4,9	0,32	100%	4,7	0,6	88%	4,7	0,58	88%	4,8	0,40	98%
2.3.3.2.	Ljubaznost osoblja	4,8	0,42	97%	4,7	0,6	88%	4,7	0,58	88%	4,8	0,45	95%
2.3.3.3.	Bezbednost u transakcijama sa zaposlenima na IS	4,9	0,32	100%	4,7	0,6	88%	4,7	0,58	88%	4,8	0,40	98%
2.3.3.4.	Lakoća i brzina rada sa sistemom	4,9	0,32	100%	4,7	0,6	88%	4,7	0,58	88%	4,8	0,40	98%
2.3.4.	<b>Saosećanje</b>	4,3	0,53	69%	3,9	0,58	42%	4,3	0,58	72%	4,2	0,55	65%
2.3.4.1.	Pružanje posebne pažnje	4,2	0,63	62%	3,7	0,6	28%	4,3	0,58	72%	4,1	0,62	58%
2.3.4.2.	Razumevanje specifičnih potreba	4,3	0,48	73%	3,7	0,6	28%	4,3	0,58	72%	4,2	0,54	63%
2.3.4.3.	Pogodnost radnog vremena	4,3	0,48	73%	4,3	0,6	72%	4,3	0,58	72%	4,3	0,48	74%
3.	<b>Bezbednost u upotrebi</b>	4,7	0,42	96%	4,4	0,58	78%	4,4	0,58	75%	4,6	0,48	90%
3.1.	<b>Lična bezbednost</b>	4,9	0,35	99%	4,6	0,58	83%	4,4	0,58	78%	4,7	0,45	95%
3.1.1.	Bezbednost transakcija	4,9	0,32	100%	4,7	0,6	88%	4,3	0,58	72%	4,8	0,45	95%
3.1.2.	Bezbednost ličnih podataka.	4,9	0,32	100%	4,7	0,6	88%	4,7	0,58	88%	4,8	0,40	98%
3.1.3.	Zloupotreba ličnih podataka.	4,8	0,42	97%	4,3	0,6	72%	4,3	0,58	72%	4,6	0,50	89%
3.2.	<b>Ekonomska šteta</b>	4,6	0,49	89%	4,3	0,58	72%	4,3	0,58	72%	4,5	0,51	84%
3.2.1.	Narušavanje ugleda	4,7	0,48	93%	4,3	0,6	72%	4,3	0,58	72%	4,6	0,51	86%
3.2.2.	Neplanirani troškovi	4,4	0,52	78%	4,3	0,6	72%	4,3	0,58	72%	4,4	0,50	77%
3.2.3.	Ugrožavanje imovine	4,7	0,48	93%	4,3	0,6	72%	4,3	0,58	72%	4,6	0,51	86%
4.	<b>Fleksibilnost u upotrebi</b>	4,2	0,48	66%	4,0	0,58	50%	3,8	0,58	39%	4,1	0,51	57%
4.1.	<b>Usaglašenost sa kontekstom</b>	4,7	0,48	93%	4,7	0,58	88%	4,3	0,58	72%	4,6	0,50	89%
4.1.1.	Upotrebljivost u nameravanom kontekstu upotrebe	4,7	0,48	93%	4,7	0,6	88%	4,3	0,58	72%	4,6	0,50	89%
4.3.	<b>Personalizacija u upotrebi</b>	3,7	0,48	27%	3,3	0,58	12%	3,3	0,58	12%	3,6	0,51	20%
4.3.1.	Prilagođavanje aplikacije specifičnim željama i potrebama	3,7	0,48	27%	3,3	0,6	12%	3,3	0,58	12%	3,6	0,51	20%

**PRILOZI**

## PRILOG K: Konverzija prikupljenih podataka u standardizovanu metriku nivoa kvaliteta

TABELA 1: KOMPLETIRANJE ZADATAKA

(UKUPNO NEUSPEŠNIH ZADATAKA, POKUŠANIH ZADATAKA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN ZADACIMA I VRSTAMA KORISNIKA)

ID Zadatka	Neuspešni zadaci					Broj korisnika					z vrednost				Nivo kvaliteta					
	Prim.korisnici			Sek.	Ind.	Prim. korisnici			Sek.	Ind.	Prim. korisnici		Sek.	Ind.	Prim. korisnici			Sek. korisnici	Ind. korisnici	□
	poc	nap	□			poc	nap	□			poc	nap			Sek.	Ind.	poc			
1	1	0	1	0	1	5	5	10	3	3	0,842	3	3	0,431	80%	100%	90%	100%	67%	86%
2	1	0	1	0	1	5	5	10	3	3	0,842	3	3	0,431	80%	100%	90%	100%	67%	86%
3	2	0	2	0	2	5	5	10	3	3	0,253	3	3	-0,431	60%	100%	80%	100%	33%	71%
4	2	0	2	0	2	5	5	10	3	3	0,253	3	3	-0,431	60%	100%	80%	100%	33%	71%
5	3	0	3	0	2	5	5	10	3	3	-0,253	3	3	-0,431	40%	100%	70%	100%	33%	68%
6	2	0	2	0	2	5	5	10	3	3	0,253	3	3	-0,431	60%	100%	80%	100%	33%	71%
															<b>63%</b>	<b>100%</b>	<b>82%</b>	<b>100%</b>	<b>44%</b>	<b>75%</b>

TABELA 2: GREŠKE

(UKUPNO GREŠAKA, MOGUĆNOSTI ZA GREŠKU, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN ZADACIMA I VRSTAMA KORISNIKA)

ID Zadatka	Greške na zadatku				Broj korisnika				Mogućnost greške	z vrednost				Nivo kvaliteta						
	Prim. korisnici		Sek.	Ind.	Prim. korisnici		Sek.	Ind.		Prim. korisnici		Sek.	Ind.	Prim. korisnici			Sek. korisnici	Ind. korisnici	□	
	poc	nap			poc	nap				poc	nap			Sek.	Ind.	poc				nap
1	5	2	0	8	5	5	3	3	15	1,501	1,932	3	0,924	93%	97%	95%	100%	82%	93%	
2	8	4	1	9	5	5	3	3	20	1,405	1,751	2,128	1,036	92%	96%	94%	98%	85%	92%	
3	5	1	0	5	5	5	3	3	20	1,645	2,326	3	1,383	95%	99%	97%	100%	92%	96%	
4	9	2	1	9	5	5	3	3	20	1,341	2,054	2,128	1,036	91%	98%	95%	98%	85%	93%	
5	10	2	1	8	5	5	3	3	25	1,405	2,144	2,216	1,244	92%	98%	95%	99%	89%	94%	
6	10	2	1	7	5	5	3	3	15	1,111	1,932	2,010	1,013	87%	97%	92%	98%	84%	91%	
															<b>92%</b>	<b>98%</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>	<b>86%</b>	<b>93%</b>



**PRILOZI**

**TABELA 3: VREME NA ZADATKU (TASK TIME)**

(SREDNJE VREME ZADATKA, STANDARDNA DEVIJACIJA, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN ZADACIMA I VRSTAMA KORISNIKA)

ID Zadatka	Srednja vrednost vremena/SD									z vrednost				Nivo kvaliteta					
	Prim. Korisnici				Sek. korisnici	Ind. korisnici	Spec limit	Prim. Korisnici		Sek. korisnici	Ind. korisnici	Prim. Korisnici			Sek. korisnici	Ind. korisnici	□		
	poc		nap					poc	nap			poc	nap	Prim					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	60	7	46	8	39	2	83	6	81	3,233	4,165	21,100	-0,243	100%	100%	100%	100%	40%	74%
2	37	8	29	2	21	2	60	14	53	2,017	10,426	16,225	-0,462	98%	100%	99%	100%	32%	68%
3	36	4	27	3	20	2	43	11	39	0,853	4,544	9,408	-0,341	80%	100%	90%	100%	37%	69%
4	109	7	97	6	80	2	112	13	111	0,392	2,392	15,108	-0,017	65%	99%	82%	100%	49%	74%
5	106	7	91	3	80	4	109	30	100	-0,984	2,929	5,455	-0,315	16%	100%	58%	100%	38%	60%
6	71	10	52	8	40	1	81	21	72	0,088	2,437	31,850	-0,456	53%	99%	76%	100%	32%	63%
														<b>69%</b>	<b>100%</b>	<b>84%</b>	<b>100%</b>	<b>38%</b>	<b>68%</b>

**TABELA 4: ZADOVOLJSTVO KVALITETOM**

(SREDNJA KOMPOZITNA OCENA, STANDARDNA DEVIJACIJA, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN KORISNICIMA I VRSTI KORISNIKA)

	Primarni														Sekundarni korisnici				Indirektni korisnici				Svi
	Početnici						Napredni								Sr. vr	Sr. vr	Sr. vr	Sr. vr					
	1	2	3	4	5	Sr. vr	6	7	8	9	10	Sr. vr	Sr. vr	11					12	13	Sr. vr	14	
	1	2	3	4	5	Sr. vr	6	7	8	9	10	Sr. vr	Sr. vr	11	12	13	Sr. vr	14	15	16	Sr. vr		
<b>Sr. vred.</b>	4,2	4,1	4,1	4,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,2	4,2	4,2	<b>4,2</b>	4,1	4,0	4,1	<b>4,1</b>	4,1	4,1	4,1	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	
<b>St. Dev</b>	0,80	0,92	0,85	0,81	0,83	0,67	0,89	0,79	0,90	0,83	0,79	0,72	<b>0,51</b>	0,81	0,85	0,77	<b>0,59</b>	0,86	0,70	0,87	<b>0,58</b>	<b>0,53</b>	
<b>Spec.limit</b>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>	
<b>z vrednost</b>	0,31	0,16	0,17	-0,02	0,28	0,23	0,21	0,24	0,10	0,25	0,20	0,23	<b>0,31</b>	0,11	0,06	0,13	<b>0,14</b>	0,11	0,15	0,11	<b>0,17</b>	<b>0,25</b>	
<b>Nivo kv.</b>	62%	56%	57%	49%	61%	59%	58%	60%	54%	60%	58%	59%	<b>62%</b>	55%	52%	55%	<b>56%</b>	54%	56%	54%	<b>57%</b>	<b>60%</b>	

## PRILOZI

### TABELA 5: LAKOČA UČENJA

(SREDNJE VREME ZADATKA I STANDARDNA DEVIJACIJA POČETNIKA I NAPREDNIH KORISNIKA, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN ZADACIMA, VRSTAMA KORISNIKA I STEPENU UČENJA)

ID Zadatka	Srednja vrednost/SD				Spec Limit	z vrednost		Nivo kvaliteta		Stepen učenja
	Početnici		Napredni			Početnici	Napredni	Početnici	Napredni	
1	60	7	46	8	81	3,233	4,17	100%	100%	100%
2	37	8	29	2	53	2,017	10,43	98%	100%	98%
3	36	4	27	3	39	0,853	4,54	80%	100%	80%
4	109	7	97	6	111	0,392	2,39	65%	99%	66%
5	106	7	91	3	100	-0,984	2,93	16%	100%	16%
6	71	10	52	8	72	0,088	2,44	53%	99%	54%
								69%	100%	<b>69%</b>

### TABELA 6: ZADOVOLJSTVO LAKOČOM UČENJA

(SREDNJA KOMPOZITNA OCENA, STANDARDNA DEVIJACIJA, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN KORISNICIMA I VRSTI KORISNIKA)

	Primarni													Sekundarni korisnici				Indirektni korisnici				Svi
	Početnici						Napredni															
	1	2	3	4	5	Sr. vr	6	7	8	9	10	Sr. vr	Sr. vr	11	12	13	Sr. vr	14	15	16	Sr. vr	
<b>Sr. vred.</b>	4,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,40	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	<b>4,45</b>	4,50	4,50	4,50	<b>4,50</b>	4,50	4,50	4,50	<b>4,50</b>	<b>4,47</b>
<b>St. Dev</b>	1,41	0,71	0,71	0,71	0,71	0,57	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,42	<b>0,49</b>	0,71	0,71	0,71	<b>0,24</b>	0,71	0,71	0,71	<b>0,24</b>	<b>0,50</b>
<b>Spec.limit</b>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>
<b>z vrednost</b>	0,00	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	1,18	<b>0,91</b>	0,71	0,71	0,71	<b>2,12</b>	0,71	0,71	0,71	<b>2,12</b>	<b>0,95</b>
<b>Nivo kv.</b>	50%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	88%	<b>82%</b>	76%	76%	76%	<b>98%</b>	76%	76%	76%	<b>98%</b>	<b>83%</b>

## PRILOZI

### TABELA 7: FLEKSIBILNOST

(SREDNJE VREME ZADATKA I STANDARDNA DEVIJACIJA U NAMERAVANOM I NENAMERAVANOM KONTEKSTU, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN ZADACIMA, VRSTAMA KORISNIKA I STEPENU PRILAGODLJIVOSTI)

ID Zadatka	Srednja vrednost/SD				Spec limit	z vrednost		Nivo kvaliteta		Stepen prilagodljivosti
	Ekpertski korisnici					Ekpertski korisnici		Ekpertski korisnici		
	Izvan konteksta		U nam kontekstu			Izvan konteksta	U nam kontekstu	Izvan konteksta	U nam kontekstu	
1	70	5	39	2	75	0,993	17,775	84%	100%	84%
2	32	4	21	2	36	0,833	7,350	80%	100%	80%
3	35	2	20	2	37	1,026	8,279	85%	100%	85%
4	109	9	80	2	111	0,193	14,892	58%	100%	58%
5	91	4	80	4	95	0,930	3,957	82%	100%	82%
6	58	9	40	1	66	0,771	25,500	78%	100%	78%
								<b>78%</b>	<b>100%</b>	<b>78%</b>

### TABELA 8: ZADOVOLJSTVO FLEKSIBILNOŠĆU

(SREDNJA KOMPOZITNA OCENA, STANDARDNA DEVIJACIJA, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT EKVIVALENTAN KORISNICIMA I VRSTI KORISNIKA)

	Primarni													Sekundarni korisnici				Indirektni korisnici				Svi
	Početnici						Napredni							Sekundarni korisnici				Indirektni korisnici				
	1	2	3	4	5	Sr. vr	6	7	8	9	10	Sr. vr	Sr. vr	11	12	13	Sr. vr	14	15	16	Sr. vr	
<b>Sr. vred.</b>	3,50	3,50	3,50	4,50	4,50	3,90	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	<b>4,20</b>	4,00	3,50	4,50	<b>4,00</b>	3,50	3,50	4,50	<b>3,83</b>	<b>4,09</b>
<b>St. Dev</b>	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	<b>0,48</b>	1,41	0,71	0,71	<b>0,58</b>	0,71	0,71	0,71	<b>0,58</b>	<b>0,51</b>
<b>Spec.limit</b>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>
<b>z vrednost</b>	-0,71	-0,71	-0,71	0,71	0,71	-0,14	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	<b>0,41</b>	0,00	-0,71	0,71	<b>0,00</b>	-0,71	-0,71	0,71	<b>-0,29</b>	<b>0,19</b>
<b>Nivo kv.</b>	24%	24%	24%	76%	76%	44%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	<b>66%</b>	50%	24%	76%	<b>50%</b>	24%	24%	76%	<b>39%</b>	<b>57%</b>

**PRILOZI**

**TABELA 9: ZADOVOLJSTVO BEZBEDNOŠĆU**  
(SREDNJA KOMPOZITNA OCENA, STANDARDNA DEVIJACIJA, SPECIFICIRANA GRANICA, Z-VREDNOST I STANDARDIZOVANI PROCENAT  
EKVIVALENTAN ATRIBUTU KVALITETA I VRSTAMA KORISNIKA)

	Primarni												Sekundarni korisnici				Indirektni korisnici				Svi	
	Početnici						Napredni															
	1	2	3	4	5	Sr. vr	6	7	8	9	10	Sr. vr	Sr. vr	11	12	13	Sr. vr	14	15	16		Sr. vr
<b>Sr. vred.</b>	4,67	4,50	4,83	4,50	4,83	4,67	4,83	4,83	4,83	4,67	4,83	4,80	<b>4,73</b>	4,17	4,67	4,50	<b>4,44</b>	4,17	4,67	4,33	<b>4,39</b>	<b>4,61</b>
<b>St. Dev</b>	0,47	0,24	0,24	0,24	0,24	0,19	0,24	0,24	0,24	0,47	0,24	0,19	<b>0,19</b>	0,24	0,47	0,24	<b>0,16</b>	0,24	0,47	0,47	<b>0,08</b>	<b>0,48</b>
<b>Spec.limit</b>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	4,00	4,00	4,00	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>
<b>z vrednost</b>	1,41	2,12	3,54	2,12	3,54	3,54	3,54	3,54	3,54	1,41	3,54	4,24	<b>3,89</b>	0,71	1,41	2,12	<b>2,83</b>	0,71	1,41	0,71	<b>4,95</b>	<b>1,28</b>
<b>Nivo kv.</b>	92%	98%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	100%	100%	<b>100%</b>	76%	92%	98%	<b>100%</b>	76%	92%	76%	<b>100%</b>	<b>90%</b>

**PRILOG L: Evaluacija elementarnih indikatora**

Kod atributa	Elementarni indikatori	Nivo kvaliteta				Kriterijum prihvatljivosti
		Prim.	Sek.	Ind.	Svi	
1.1.1.	<i>vreme provedeno tokom izvršenja zadatka</i>	69%	100%	38%	68%	Uslovno
1.2.1.	<i>broj izvršenih zadataka</i>	63%	100%	44%	75%	
1.2.2.	<i>broj grešaka</i>	92%	99%	86%	93%	
1.3.1.	<i>Relativna korisnička efikasnost</i>	69%	69%	69%	69%	Uslovno
1.3.2.	<i>Lakoća korišćenja novih funkcionalnosti</i>	97%	88%	88%	95%	
1.3.3.	<i>Intuitivnost</i>	57%	72%	72%	63%	Uslovno
2.1.1.1.	Izlaz iz Web GIS	93%	72%	72%	86%	
2.1.1.2.	Zadovoljstvo sa sadržajem Web GIS	28%	12%	72%	33%	Neprihvatljiv
2.1.1.3.	Pružanje dovoljno informacija	28%	28%	12%	25%	Neprihvatljiv
2.1.1.4.	Količina informacija	22%	12%	12%	17%	Neprihvatljiv
2.1.1.5.	Usaglašenost datih informacija sa potrebama	17%	28%	12%	17%	Neprihvatljiv
2.1.1.6.	Usaglašenost izveštaja sa potrebama	7%	28%	12%	11%	Neprihvatljiv
2.1.1.7.	Sadržaj informacija	27%	28%	28%	26%	Neprihvatljiv
2.1.1.8.	Obrada informacija	12%	12%	28%	14%	Neprihvatljiv
2.1.1.9.	Razumljivost izveštaja	32%	72%	72%	50%	Uslovno
2.1.1.10.	Pružanje informacija u potrebnom obimu	22%	12%	12%	17%	Neprihvatljiv
2.1.2.1.	Predstavljanje informacija	72%	50%	88%	70%	Uslovno
2.1.2.2.	Format	93%	72%	72%	86%	
2.1.2.3.	Format izlaza	83%	72%	72%	80%	
2.1.2.4.	Raspored izlaza	78%	72%	72%	77%	
2.1.2.5.	Jasnoća unformacija	97%	88%	88%	95%	
2.1.2.6.	Način predstavljanja informacija	97%	88%	88%	95%	
2.1.2.7.	Pogodnost formata izlaznih informacija	73%	72%	72%	74%	
2.1.2.8.	Usaglašenost sa standardima	97%	88%	88%	95%	
2.2.1.1.	Tačnost Web GIS aplikacije.	88%	88%	72%	86%	
2.2.1.2.	Preciznost informacija.	27%	72%	88%	50%	Uslovno
2.2.1.3.	Pouzdanost informacije.	88%	88%	72%	86%	
2.2.1.4.	Tačnost informacija.	93%	72%	72%	86%	
2.2.1.5.	Rad bez grešaka	73%	72%	88%	77%	
2.2.2.1.	Jednostavnost korišćenja	97%	88%	72%	92%	
2.2.2.2.	Lakoća korišćenja Web GIS aplikacije	93%	88%	50%	81%	
2.2.2.3.	Lakoća komuniciranja	93%	72%	12%	70%	Uslovno
2.2.2.4.	Prijatnost korisniku	97%	88%	88%	95%	
2.2.2.5.	Lakoća rada	93%	88%	72%	89%	
2.2.2.6.	Jasnoća i razumljivost interakcije	97%	88%	88%	95%	
2.2.2.7.	Lakoća upravljanja	76%	88%	88%	81%	
2.2.3.1.	Zastarelost informacija	7%	1%	1%	5%	Neprihvatljiv
2.2.3.2.	Zadovoljstvo blagovremenošću	6%	1%	12%	5%	Neprihvatljiv
2.2.3.3.	Blagovremeno pružanje informacija	2%	1%	12%	3%	Neprihvatljiv
2.2.3.4.	Prekasno dobijate informacije	10%	28%	12%	13%	Neprihvatljiv
2.2.3.5.	Aktuelnost informacija	7%	12%	12%	8%	Neprihvatljiv
2.2.3.6.	Pravovremeno dobijanje informacija	7%	12%	0%	6%	Neprihvatljiv
2.2.4.1.	Zadovoljstvo brzinom	100%	88%	88%	98%	
2.2.4.2.	Brzina rada aplikacije	73%	72%	72%	74%	

**PRILOZI**

Kod atributa	Elementarni indikatori	Nivo kvaliteta				Kriterijum prihvatljivosti
		Prim.	Sek.	Ind.	Svi	
2.2.4.3.	Tempo rada	97%	88%	72%	92%	
2.2.4.4.	Obrada velikog broja izveštaja	68%	72%	72%	71%	Uslovno
2.3.1.1.	Efikasnost	78%	88%	88%	83%	
2.3.1.2.	Pouzdanost	73%	88%	72%	77%	
2.3.1.3.	Efektivnost	93%	72%	88%	89%	
2.3.1.4.	Rezervne kopije ili oporavak sistema	88%	88%	72%	86%	
2.3.1.5.	Lozinke	100%	88%	88%	98%	
2.3.1.6.	Opremljenost bezbedonosnim sistemom	93%	88%	88%	92%	
2.3.2.1.	Brzina usluge	0%	12%	28%	5%	Neprihvatljiv
2.3.2.2.	Email podrška za pritužbe	9%	1%	1%	5%	Neprihvatljiv
2.3.2.3.	Vreme odziva zapošljeni u IT	10%	1%	0%	6%	Neprihvatljiv
2.3.2.4.	Raspoloživost pomoći	10%	12%	12%	11%	Neprihvatljiv
2.3.3.1.	Stručnost zaposlenih u podršci	100%	88%	88%	98%	
2.3.3.2.	Ljubaznost osoblja	97%	88%	88%	95%	
2.3.3.3.	Bezbednost u transakcijama sa zaposlenima na IS	100%	88%	88%	98%	
2.3.3.4.	Lakoća i brzina rada sa sistemom	100%	88%	88%	98%	
2.3.4.1.	Pružanje posebne pažnje	62%	28%	72%	58%	Uslovno
2.3.4.2.	Razumevanje specifičnih potreba	73%	28%	72%	63%	Uslovno
2.3.4.3.	Pogodnost radnog vremena	73%	72%	72%	74%	
3.1.1.	<i>Bezbednost transakcija</i>	100%	88%	72%	95%	
3.1.2.	<i>Bezbednost ličnih podataka.</i>	100%	88%	88%	98%	
3.1.3.	<i>Zloupotreba ličnih podataka.</i>	97%	72%	72%	89%	
3.2.1.	<i>Narušavanje ugleda</i>	93%	72%	72%	86%	
3.2.2.	<i>Neplanirani troškovi</i>	78%	72%	72%	77%	
3.2.3.	<i>Ugrožavanje imovine</i>	93%	72%	72%	86%	
4.1.1.	<i>Upotrebljivost u nameravanom kontekstu upotrebe</i>	93%	88%	72%	89%	
4.2.1.	<i>Prilagodavanje kontekstima za koje nije namenjen</i>	78%	78%	78%	78%	
4.3.1.	<i>Prilagodavanje aplikacije specifičnim željama i potrebama</i>	27%	12%	12%	20%	Neprihvatljiv

## IZJAVE AUTORA:



### IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem da je doktorska disertacija, pod naslovom:

**“RAZVOJ SVEOBUHVAATNE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI  
WEB ZASNOVANIH GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA ZA  
SPECIJALNE NAMENE”**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija, ni u celini, ni u delovima, nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome, prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava, niti zloupotrebio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

U Nišu, 31.10.2014. godine.

Autor disertacije: Mr Nebojša D. Đorđević

Potpis doktoranda:

---



## IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKE DISERTACIJE

Ime i prezime autora: **Nebojša D. Đorđević**

Studijski program: **Elektrotehnika i računarstvo**

Naslov rada: **Razvoj sveobuhvatne metode evaluacije upotrebljivosti Web zasnovanih geografskih informacionih sistema za specijalne namene**

Mentor: **prof. dr. Dejan Rančić**

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji, koju sam predao/la za unošenje u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci, koji su u vezi sa dobijanjem akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada, i to u katalogu Biblioteke, Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Nišu, kao i u publikacijama Univerziteta u Nišu.

U Nišu, 31.10.2014. godine.

Autor disertacije: Mr Nebojša D. Đorđević

Potpis doktoranda:

---





## IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Nikola Tesla“ da, u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu, unese moju doktorsku disertaciju, pod naslovom:

**“ RAZVOJ SVEOBUHVAATNE METODE EVALUACIJE UPOTREBLJIVOSTI  
WEB ZASNOVANIH GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA ZA  
SPECIJALNE NAMENE”**

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju, unetu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu, mogu koristiti svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio.

### **4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima**

U Nišu, 31.10.2014. godine.

Autor disertacije: Mr Nebojša D. Đorđević

Potpis doktoranda:

---