

IZAZOVI U TESTIRANJU I OCENI KVALITETA WEB APLIKACIJA THE WEB APPLICATIONS TESTING CHALLENGES

Ljubomir Lazić, Državni Univerzitet u Novom Pazaru
Vuka Karadžića bb, 36 300 Novi Pazar, SERBIA, llazic@np.ac.rs.

Sadržaj - *Merenje i ocenjivanje kvaliteta softvera kao proizvoda i procesa razvoja softvera, su važne teme u softverskom inženjerstvu danas. U radu je dat opis optimiziranog modela obezbeđenja i kontrole kvaliteta softvera (OptimalSQM) i njegove adaptacije na oblast Web aplikacija. Izvršena je analiza test strategija i tehnika testiranja softvera koje su pogodne za testiranje Web aplikacija. Izvršena je analiza karakteristika, pod-karakteristika i metrika za ocenu kvaliteta Web sajtova i aplikacija. Dat je opis strategije testiranja i kvantitativne ocene kvaliteta Web aplikacija na primeru jednog web sajta.*

Abstract - *Software product and development process quality measurement and assessment are very important issues in software engineering, today. This paper presents a set of best practice models and techniques integrated in optimized and quantitatively managed software testing process (Optimism), adapted to Web applications testing is discussed. Test strategies and test methods which are adequate for Web applications are analyzed. Web applications quality characteristics and sub-characteristics, their metrics for global Web quality assessment are analyzed. The results of an Web site testing and quality assessment is given.*

1. UVOD

Svedoci smo značajne ekspanzije interneta, internet korisnika i njegovog značaja u današnjim komunikacijama, poslovanju i u opšte u društvu. Takođe je veliki uticaj koji ovakva jedna pojava ostavlja na nas i naš stil života. Treba pomeniti i naprednije mogućnosti koje nudi internet kao što su: učenje na daljinu, video konferencije i elektronsko poslovanje (e-commerce).

Veliku popularnost doživljavaju "e-commerce" sajtovi, koji posreduju u sklapanju poslova i transakcija, kako između različitih kompanija tako i između kompanija i kupaca. Prema mnogim predviđanjima, ova mesta će biti posrednici u polovini svih trgovinskih transakcija koje se obavljaju na mreži. Veliki je broj softverskih projekata koji, nažalost, propadaju usled grešaka u nek(oj)im od faza razvoja softvera. Čak je mnogo veći broj projekata koji su propali nego onih koji su uspešno završeni. Dobro je poznato u slučaju konvencionalnih softvera [3]¹, da je za iole ozbiljnu aplikaciju, nemoguće do kraja tj. iscrpno (totalno) izvršiti testiranje softvera (TS): za sve moguće test slučajeve, sve moguće putanje (sekvence) izvršavanja programa i u svakom okruženju. Zato je važno primeniti postupak uzorkovanja [2,3] na osnovu nivoa poverenja, odnosno dozvoljenog rizika da neke greške u softveru ne budu otkrivene u Procesu Razvoja - Testiranja Softvera (PRS-PTS). U tom pogledu veoma je važno napraviti inteligentni izbor malog broja test slučajeva [2,5] na osnovu kojeg se može izvršiti procena kvaliteta softvera, odnosno kompletnog softvera jer je TS samo reprezentativni snimak stanja i ponašanja softverskog proizvoda. Zato i sama aktivnost TS mora da se proverava i ocenjuje kako bi se greške u samom PTS otkrile i otklonile. Web aplikacije (WebApl) su u stanju konstantnog menjanja. Oni koji razvijaju i oni koji testiraju treba da shvate kako će promene u dizajnu uticati na proces razvijanja i testiranja

aplikacije. Kako se tehnologije menjaju, oni koji testiraju treba da razumu kako će ove promene uticati na njih i kako će preuzeti svoj deo dogovornosti u izradi kvalitetne web aplikacije.

Projekt menadžeri i oni koji implementiraju Integralni i Optimalni Proces Testiranja Softvera (IOPTS) [3], koji je jezgro optimiziranog modela obezbeđenja i kontrole kvaliteta softvera (OptimalSQM), treba da od početka PRS-PTS planiraju, obezbede sredstva i integrišu modelovanje i simuliranje (M&S) u procesu: projektovanja, implementiranja, testiranja i logističke podrške polazeći od postojeće infrastrukture i raspoloživih modela i simulatora.

Zbog specifičnosti WebApl potrebno je izvršiti analizu klasičnih test strategija i tehnika testiranja softvera radi izbora onih koje su pogodne za testiranje Web aplikacija. Zbog sve većeg značaja Web tehnologija i aplikacija na internetu, obezbeđenje kvaliteta softvera u njima, pomoću tehnika testiranja softvera u procesu projektovanja WebApl, dobilo je veliki značaj. Zato je u ovom radu izvršena analiza karakteristika, pod-karakteristika i metrika za ocenu kvaliteta Web sajtova i aplikacija. To znači da optimizacioni model PTS treba da integriše aktivnosti: simuliranja i testiranja, identifikacije, procene i kontrole rizika koji u sprezi tj. u interakciji, doprinose poboljšanju efikasnosti i efektivnosti PTS.

2. IZAZOVI U TESTIRANJU WEB APLIKACIJA

Razumevanje procesa web testiranja je ključno u odlučivanju kako nastaviti sa odabirom procesa web testiranja, automatizovanih alata i metodologija. U nastavku je opisano nekoliko izazova koji moraju biti uzeti u obzir prilikom odlučivanja koji od procesa web testiranja najviše odgovara poslovanju kompanije. Web je u stanju konstantnog menjanja. Oni koji razvijaju i oni koji testiraju treba da shvate kako će promene u dizajnu uticati na proces razvijanja i testiranja aplikacije. Kako se tehnologije menjaju, oni koji

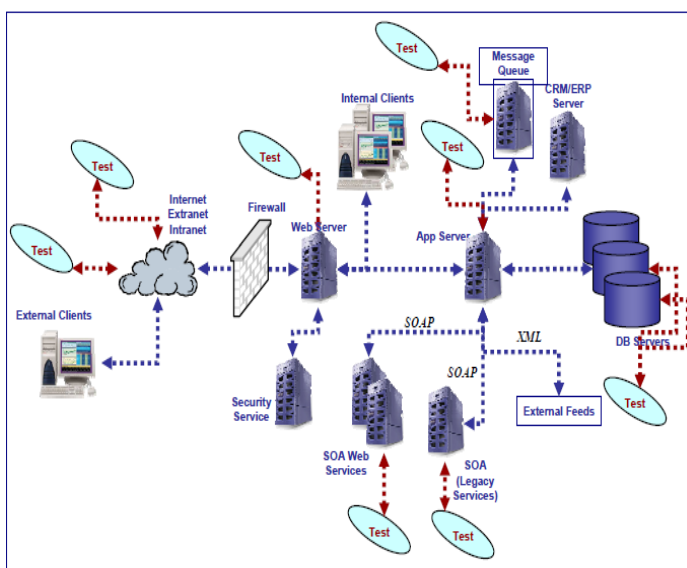
¹ Ovaj rad delimično je finansiralo Ministarstvo za Nauku i Tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru projekta tehnološkog razvoja: "Integralni i optimizirani proces testiranja i održavanja softvera", TR 13018.

testiraju treba da shvate, kako će ovo uticati na njih i kako će snositi svoj deo dogovornosti.

Kada prave test scenarije, testerima moraju razumeti kako da primene različite scenarije kombinovanja test aktivnosti, raznih tehnika otkrivanja grešaka u tradicionalnom softveru, koji treba da odgovore različitim tipovima poslovnih zahteva. Na primer, da li testerima testiraju grafički korisnički interfejs (graphic user interface - GUI) sajta ili testiraju HTML kôd? Test okruženje može biti težak deo podešavanja tehnika testiranja za izvođenje procesa testiranja. Moramo biti svesni svih različitih komponenti koje čine okruženje. Mrežni deo posebno može biti težak za simuliranje. Narednih nekoliko pitanja ćemo obraditi u ovom poglavlju:

- Višestruki serverski slojevi
- Firewall
- Baze podataka
- Server baza podataka

U test okruženju važno je znati kako će različite komponente interagovati među sobom. Ovo je ilustrovano na slici 1.



Slika 1. Tipična višeslojna IT arhitektura danas

Cilj testiranja Web aplikacija jeste, prvenstveno, da osigura da je web sajt spreman za korišćenje od strane korisnika. Test menadžer i test tim imaju ovaj zadatak i odgovornost. Proces web testiranja će omogućiti projektantima i testerima da nađu kritične datume zadataka, minimalizuju greške u testiranju i poboljšaju sajt u celini.

Važno je uvideti da, kada se odabere proces projektovanja i testiranja softvera na osnovu pažljivo određenih ciljeva i karakteristika kvaliteta WebApl, tada PRS-PTS primorava test tim i sve grupe koje su uključene u projekat da prate tačan proces testiranja. Proces web testiranja se gradi na jedinstvenim procesom izrade zahteva, analize zahteva, razvoja, dizajnom i kodiranjem sajta.

Testiranje se može pojaviti u bilo kojoj ili svim fazama uspostavljenog PRS-PTS. To zavisi od toga koliko temeljno menadžment želi da testira Web aplikaciju. Test plan bi trebalo da ima kvantitativno izraženu svrhu testiranja koja je povezana sa ciljevima testiranja [1,2,5]. Nivo testiranja koji se izvodi će dati korisniku podatke o optimalnosti performanci web sajta. Ove performanse se odnose na podešavanja servera, podapljkacija i generalno na funkcionalnost sajta. Ako se svrha testiranja i ciljevi poklope onda je sajt spreman za izradu.

Izbor značajnih atributa kvaliteta WebApl. Kod tradicionalnih softverskih aplikacija, korektnost i efikasnost su najčešće zahtevani atributi kvaliteta. WebApl karakteriše, pak, orijentacija na pružanje informacija i njihova upotrebljivost, kao i ostali atributi kvaliteta WebApl, kao što su: pouzdanost, jednostavnost, lakoća navigacije (kretanja kroz sajt), kompletnost sadržaja i drugi, što zavisi od primene do primene Web tehnologije (kompanijski portal, učenje na daljinu, video konferencije i elektronsko poslovanje). Nisu zanemarljivi ni atributi: kompatibilnost i interoperabilnost koji u nekim primenama nadmašuju značaj prethodno pomenutih atributa kvaliteta WebApl, o čemu će biti više reči u narednim poglavljima [5,6].

Odziv sistema. Jednom, kada testiranje počne, ponašanje (odziv) aplikacije kroz ciklus testiranja trebalo bi da bude posmatrano iz ugla kritičnosti izvršenja misije sajta. Ovo je usled potrebe da se osigura da sistem odgovara ispravno na pojedinačni test. Ako očekujete da sistem generiše 5 izveštaja u minuti, a dobijete jedan, podešavanja moraju biti izvršena, što može uključivati dodatne podatke, vreme odziva ili čak nove resurse.

Raspoloživost sistema. Kada aplikacija radi sa korisnicima, važno je osigurati da se oni mogu prijaviti na sistem. Kada korisnici troše vreme i energiju pokušavajući da dođu na sistem dok je testiranje upotrebljivosti sajta u toku, to može izazvati odlaganje u rasporedu testova i gubitak dragocenog vremena i novca.

Procene broja defekata. Pre testiranja, potrebno je primeniti metodu za procenu (estimaciju) broja grešaka u toku projektovanja sajta, koja će se onda koristiti za praćenje problema tokom razvoja aplikacije kako bi se njihovo rešavanje stavilo na pravo mesto i u pravo vreme. Problem treba uočiti čim se pojavi i treba ga pratiti kroz ceo tok razvoja, testiranja i u procesu modifikacije rešenja WebApl.

Očekivanja od Web sajta. Krajnji korisnik bi trebao biti u stanju da ubaci podatke u sistem i primi ispravne podatke za uzvrat, kao odgovor WebApl. Ovo je važan koncept za izbor strategije i adekvatne tehnike testiranja Web sajta, zato što je web sajt i dizajniran za korisnika, koji je u centru pažnje. Ovo je kritična komponenta koja utiče na ciljeve testiranja. Vaš ciklus testiranja ne bi se trebao nastavljati pre nego se pojavi znak Ok (uspešan ishod) na kraju svakog test ciklusa.

Ciljevi i strategije. Test tim bi trebao izraditi test plan koji će skicirati kritične datume i događaje u procesu testiranja. Test plan će se zasnovati na poslovnim zahtevima, uokvireni od projekatnata, testera i krajnjih korisnika, uključujući spisak ciljeva, strategija i test pristup kao deo test plana.

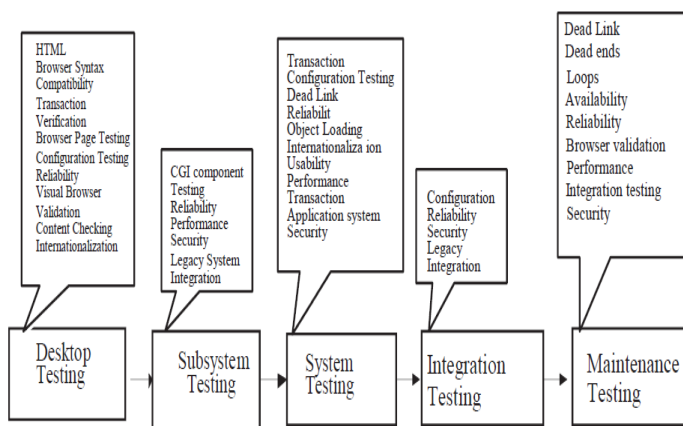
Platforme Web sajta. Pre testiranja, svaka platforma (kao što su: mainframe, OS2 ili MS Windows) moraju biti na odgovarajući način konfigurisane da bi testiranje počelo na vreme. Jednom kada se platforma konfigurira test tim i okruženje je spremno da se uspostavi paralelan test ciklus. Kroz proces test ciklusa ovaj tim će popravljati nedostatke kontinualno kako se ovi pojavljuju.

Preliminarno testiranje. Pre početka stvarnog testiranja web sajta trebali bi voditi računa o nekim koracima preliminarnog testiranja da bi odredili celokupne korisničke zahteve i to:

1. Sastaviti test tim.
2. Pripremiti dokumentaciju. Dokumentacija treba da uključuje:
 - a. Poslovne zahteve koje su prihvatili korisnici i test tim.
 - b. Potpun funkcionalan dizajn od strane projekatnata i programera.
 - c. Specifikacije unutrašnjeg (detajnog) dizajna.

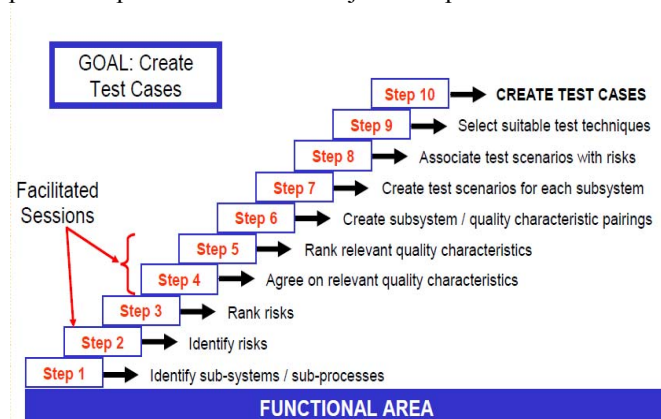
- d. Bilo koji dokument koji može pomoći tokom testiranja.
3. Napraviti projektni plan, izveštaj zahteva, neophodni standardi i procesi (kao što su proces izdavanja, proces promena itd.) bi trebali biti dostupni.
 4. Identifikovati aspekte visokog rizika.
 5. Dizajnirati test strategiju.
 - a) Postaviti konkretan raspored za svaku fazu testiranja.
 - b) Postaviti prioritete za redosled testiranja.
 - c) Postaviti okvir i ograničenja testova blagovremeno.
 - d) Testerima moraju biti svesni šta treba, a šta ne treba biti testirano u svakoj fazi testiranja.
 - e) Postaviti tim za uspostavljanje test okruženja.
 - f) Osigurati da hardver radi.
 - g) Potvrditi da je softer u redu i da je Web sajt spreman za testiranje.
 6. Osigurati da su sve komunikacione linije podešene i spremne za upotrebu. Komunikacija sa ključnim grupama je vrlo bitna tj. manje vremena provoditi na traženju ljudi, a više vremena potrošiti na testiranje softvera i web sajta.
 7. Bilo kakav alat kao što je snimi/reprodukuje (record/playback) treba podesiti da bude spreman za upotrebu.

Nakon uspešno obavljenog preliminarnog ispitivanja, definisani PTS upotpunjuje se aktivnostima koje su prikazane na slici 2, dok se postupak implementacije i izrade test slučajeva sprovodi kroz 10 koraka koji su opisani na slici 3.



Slika 2. Aktivnosti u procesu testiranja WebApl

Kako korisniku stoji na raspolaganju veliki broj mogućnosti i izbora, kombinacija transakcija, potrebno je ozbiljno razmotriti mogućnost automatizacije izrade i izvršenja test slučajeva prema slici 1, a to Web tehnologija i veliki broj softverskih alata na tržištu omogućuju, čime se značajno povećava produktivnost testiranja WebApl.



Slika 3. Izrada test slučajeva u 10 koraka

3. ANALIZA STRATEGIJA I TEHNIKA POGODNIH ZA TESTIRANJE WEB APLIKACIJA

Važan element optimiziranog modela obezbeđenja i kontrole kvaliteta softvera (OptimalSQM) je sam generički model kvaliteta, koji je adaptiran za oblast Web tehnologija.

Pošto je najveći broj WebApl izgrađen na bazi softverskih komponenti, to je strategija testiranja WebApl na bazi izrade softverskog modela poslovanja kompanije, neprimenljiva. Stoga je potrebno WebApl testirati detaljno u kontekstu poslovanja kompanije preko razvijene WebApl. Primenom ove strategije testiranja mogu se izbeći mnogi problemi kao što su: slepi-kraj, slepi-link, gramatičke greške, nekompatibilnost korišćenog pretraživača i sl. Kao što je već naglašeno ranije, postoji veliki broj ograničenja u izradi i testiranju WebApl. Glavno pitanje, koje je rešeno, u okviru ovog istraživanja [3], je adaptacija optimizacije troškova detaljnog ispitivanja WebAplikacije. Da bi se postigli postavljeni ciljevi testiranja WebApl predlažu se sledeći koraci:

Korak 1: Identifikacija bitnih atributa kvaliteta WebApl

Postoji više karakteristika kvaliteta WebApl od kojih zavisi uspeh poslovanja kompanije preko weba i koje se od primene do primene razlikuju zbog različitih očekivanja učesnika u izradi i eksploataciji WebApl. U literaturi [5,6] postoji više metoda i postupaka za izbor atributa kojima se mere i ocenjuju karakteristike kvaliteta WebApl za različite oblasti primene web tehnologija, počev od jednostavnih, informativnih web sajtova (portala) do kompleksnih (interaktivnih) kao što su učenje na daljinu, video konferencije, elektronska uprava i elektronsko poslovanje. Na osnovu izvršene analize karakteristika, pod-karakteristika i metrika za ocenu kvaliteta Web sajtova i aplikacija definišu se, ciljevi i specifikacija testiranja WebApl.

Korak 2: Elementarni (atomski) atributi kvaliteta konkretne WebApl

Nakon analize i identifikacije glavnih atributa kvaliteta WebApl, kao na primeru *e-Servisa* sa slike 4, razrađuju se usvojeni atributi kvaliteta do najelementarnijeg nivoa iz kojeg se direktno specificiraju i izrađuju test slučajevi. Za svaki atribut kvaliteta postoji više problema koje treba meriti i kvantitativno izraziti pomoću tzv. Metrika kvaliteta WebApl. Zatim treba izvršiti rangiranje test slučajeva prema ekonomskim kriterijumima i kriterijumu poslovnog rizika koji nosi neispunjenje test cilja tj. neotkrivanje greške WebApl.

Korak 3: Rangiranje elementarnih (atomskih) test atributa na osnovu dodeljenih težinskih faktora

Na osnovu ekonomske analize bitnih atributa poslovanja preko weba, iz liste zahteva za kvalitetom izvršiti rangiranje u tri koraka:

1. Identifikovati rizične (bitne) attribute poslovanja
2. Dodeliti težinski faktor svakom identifikovanim bitnom (rizičnom, npr. atribut - *kvalitet informacija* sa slike 4) atributu kvaliteta WebApl na osnovu postavljenih test ciljeva, vremena završavanja kompletnog PTS, troškova za sprovođenje PTS, intenziteta rizika (proizvoda verovatnoće da se ne otkrije greška i efekta greške) poredanih od test atributa sa najvećim ka najmanjem intenzitetu.
3. Dodeliti težinski factor svakom elementarnom atributu (na primer, atributima kao što

su: pouzdanost, upotrebljivost, kompletnost i td. u okviru bitnog atributa - *kvalitet informacija*)

Nakon proučavanja literature koja se bavi modelom kvaliteta WebApl u različitim oblastima primene [5,6], početni skup od 3 bitna i 17 elementarnih atributa kvaliteta WebApl je sačinjen, kao na primeru *e-Servisa* sa slike 4, a to su: **System Quality** (1. *Navigation*, 2. *Design*, 3. *Usability*, 4. *Functionality*, 5. *Responsiveness*, 6. *Availability*, 7. *Reliability*), zatim, **Information Quality** (8. *Understandability*, 9. *Usefulness*, 10. *Reliability*, 11. *Completeness*, 12. *Timeliness*), i **Service Quality** (13. *Responsiveness*, 14. *Reliability*, 15. *Empathy*, 16. *Assurance*, 17. *Training*).

Uzimajući u obzir specifičnosti web aplikacije, web sajta za oglašavanje i prodaju automobila i delova koji smo studirali, prilagodili smo attribute kvaliteta za testiranje sajta. Takođe smo, na bazi posećenosti sajta i sličnih informacija dobijenih od strane korisnika sajta utvrdili težinske faktore (procenti čiji zbir daje 100%) za elementarne attribute kao što je prikazano u tabelama 2 i 3 u narednom poglavlju.

Za kvantifikovanje ukupnog kvaliteta usluga web sajta - *e-Servisa*, usvojili smo relaciju koja se najčešće koristi u literaturi:

$$e - ServiceQuality = \sum_{i=1}^{NCQ} W_i * CQ_i \quad (1)$$

Gde je kvalitet servisa kvantitativno izražen (od 0 do 1, ili 0% do 100%) kao zbir proizvoda težinskih faktora (W_i) testiranih atributa kvaliteta sajta ($NCQ=17$) i stepena njihovog ispunjenja (CQ_i - od 0 do 1, ili 0% do 100%) prema projektnoj dokumentaciji.



Slika 4. Višedimenzionalni model kvaliteta *e-Servisa*

Korak 4: Izbor adekvatne test tehnike

Za svaki planiran test slučaj treba identifikovati odgovarajuću test tehniku na osnovu pravila da:

- Odabrana tehnika adekvatno testira realizovane (programirane) attribute kvaliteta WebApl
- Odabrana tehnika može lako da se automatizovano izvršava

- Odabrana tehnika testiranja minimizira vreme i troškove, da postoji raspoloživo obučeno osoblje, da je precizna i sl.

Ostale, manje važne attribute kvaliteta WebApl treba testirati ekonomičnijim tehnikama, jer ti atributi imaju manji prioritet i rizik.

Sve tehnike, koje stoje na raspolaganju pri testiranju WebApl, možemo grupisati u pet klasa:

1. Statičke tehnike testiranja (bez izvršavanja kôda)
2. Tehnike za testiranje okruženja WebApl (infrastructure)
3. Funkcionalne tehnike testiranja
4. Nefunkcionalne tehnike testiranja
5. Tehnike testiranja u fazi integracije WebApl.

Sve postojeće tradicionalne tehnike testiranja softvera mogu se svrstati u neku od pomenutih klasa. Takođe, testiranje atributa kvaliteta WebApl, može zahtevati upotrebu više raznorodnih tehnika.

Korak 5: Određivanje nivoa testiranja WebApl

Da bismo obezbedili da model testiranja i njegova arhitektura budu nezavisni od oblasti primene, treba primeniti pet aktivnosti u procesu testiranja WebApl, kao što je na slici 2 prikazano.

4. STUDIRANI SLUČAJ WEB SAJTA

Podaci o sajtu

Kao primer za demonstraciju opisane strategije testiranja web sajta, uzet je sajt www.mojauto.com, koji je nastao tokom izrade projekata na kursu: Upravljanje softverskim projektima, na Državnom Univerzitetu u Novom Pazaru. Sajt je napravljen za "firmu" koja se bavi prodajom polovnih automobila i rezervnih delova, na teritoriji naše zemlje. Sajt ima za cilj da reklamira firmu, i na taj način donese prihod samoj firmi. Još jedan od karakteristika sajta jeste ta što u sebi sadrži i delove e-biznisa što se ogleda u tome da se preko sajta mogu naručivati rezervni delovi za automobile koje firma prodaje. Sistem naplate poručenih delova je bio osmišljen tako da se naručena roba naplaćuje kupcu po uzeću.

Okvir testiranja

Da bi otpočeli testiranje najpre smo definisali okvir, odnosno opseg testiranja, na bazi modela WebAplQuality iz prethodnog odeljka.

Na osnovu analize sličnih sajtova na tržištu koji se bave prodajom automobilskih proizvoda, izdvojili smo 17 atributa kvaliteta sajtova, sa vrednostima svakog od njih iz dokumentacije za sajt www.mojauto.com, a koji su navedeni u Tabeli 1.

Tabela 1. Zahtevani testovi atributa kvaliteta web sajta

| Red.Br. Atributa | Naziv test atributa | Kol. | Red.Br. Atributa | Naziv test atributa | Kol. |
|------------------|---|------|------------------|---|------------|
| 1 | Prisutnost svih stranica | 79 | 10 | Validnost brojeva telefona | 16 |
| 2 | Validnost svih linkova | 185 | 11 | Pretraga | 0 |
| 3 | Pronađeni su svi fajlovi | 0 | 12 | Funkcionalnost | 2 |
| 4 | Kompletnost standardnih opcija i akcija | 23 | 13 | Konzistentnost cene | 67 |
| 5 | Sve slike su prikazane | 245 | 14 | Ponude su primenjene | 72 |
| 6 | Estetika sajta | 79 | 15 | Pojavljivanje tačnih informacija | 79 |
| 7 | Rad e-mail adresa | 1 | 16 | Količina proizvoda | 10 |
| 8 | Nedozvoljene radnje | 25 | 17 | Kompatibilnost operativnog sistema pretraživača | 2 |
| 9 | Rukovanje greškama | 0 | | Ukupno izvedenih testova | 807 |

Težinske vrednosti svakog atributa smo odredili na osnovu anketa posetilaca sličnih sajtova i oni su prikazani u Tabelama 2 i 3 u vidu zahtevane vrednosti izražene u procentima. Ovde ćemo dati rezultate za najosnovnije testove, koji se odnose na korektan rad sajta, odnosno na pojavljivanje svih stranica, prikazivanje slika i ispravnost svih linkova. U daljem izlaganju biće navedeni test primeri koji su rađeni po opisanoj metodologiji a na bazi rizika. Ovde se daju samo rezultati testiranja sajta koji su zasnovani samo na percepciji korisnika web sajta i koji osigurava da se greške ne dešavaju, da linkovi ka drugim stranicama rade i tako dalje. Nije dat test performansi, niti test sigurnosti. Formalne test tehnike, opisane na slici 2, bi trebale biti primenjivane tokom razvoja i naknadnih izmena na sajtu. Ovaj test se može posmatrati kao test prihvatljivosti od strane korisnika.

Rezultati testiranja

Od ukupno 807 izvršenih testova 782 testa su dobila pozitivnu ocenu, a 22 negativnu. Tri grupe testova (test slučajevi) nisu obrađene jer za to nije bilo mogućnosti. U tabeli 2 i 3, prikazani su procentualni rezultati ostvarenih atributa kvaliteta datog web sajta koji su testirani.

Tabela 2. Ostvareni rezultati ostvarenih atributa kvaliteta datog web sajta koji su testirani

| NAZIV TESTA | Zahtevano | Ostvareno |
|---|-----------|-----------|
| Prisutnost svih stranica | 6,8 % | 6,8 % |
| Validnost svih linkova | 15,7 % | 15,7 % |
| Pronađeni su svi fajlovi | - | - |
| Kompletnost standardnih opcija i akcija | 1,94 % | 1,94 % |
| Sve slike su prikazane | 38,8 % | 38,8 % |
| Estetika sajta | 6,68 % | 6,68 % |
| Rad e-mail adresa | 1,46 % | 1,46 % |
| Nedozvoljene radnje | 2,19 % | 0,88 % |
| Rukovanje greškama | - | - |

Tabela 3. Ostvareni rezultati ostvarenih atributa kvaliteta datog web sajta koji su testirani

| NAZIV TESTA | Zahtevano | Ostvareno |
|---|--------------|----------------|
| Validnost brojeva telefona | 1,22 % | 0,69 % |
| Pretraga | - | - |
| Funkcionalnost | 0,36 % | 0,36 % |
| Konzistencija cene | 2,43 % | 2,43 % |
| Ponude su primenjene | 8,94% | 8,94% |
| Pojavljivanje tačnih informacija | 6,68 % | 6,68 % |
| Količina proizvoda | 6,68 % | 6,68 % |
| Kompatibilnost operativnog sistema/pretraživača | 0,12 % | 0,12 % |
| Ukupnan ostvaren kvalitet (procentualno) | 100 % | 98.16 % |

U koloni “**Zahtevano**” su prikazane procentualne vrednosti svakog testa ponaosob u odnosu na ukupnu procenu kvaliteta web sajta tj. težinski factor W_i ($i=1,2,..17$). U koloni “**Ostvareno**” su prikazane postignute vrednosti atributa kvaliteta web sajta na tim testovima.

Ukupna ocena kvaliteta tj. Ocenjeni indeks kvaliteta web sajta je 98.16 %.

3. ZAKLJUČAK

Veliki je broj softverskih projekata koji, nažalost, propadaju usled grešaka u nek(oj)im od faza razvoja softvera. Čak je mnogo veći broj projekata koji su propali nego onih koji su uspešno završeni.

Jasno je da proces obezbeđenja kvaliteta softvera uopšte, a posebno Web softvera, zahteva mnogo napora, da postoje sredstva i potporni elementi ovog procesa, koji su danas brojni i fleksibilni. S toga, organizaciji koja se bavi razvojem web softvera ostaje da pronade put, da od svih metoda razvoja softvera odabere odgovarajuću, da je sprovede i prilagodi, i potom, paralelno sa razvojem, počne sa primenom standarda kvaliteta i standarda razvoja softvera, uopšte.

Kao što je u radu istaknuto, posebno je važno sprovođenje procesa testiranja softvera od početka pa do kraja projekta i na svim nivoima projektovanog softverskog rešenja. Tester je zadužen da spozna funkcionisanje sistema u celini, da zna odgovore na pitanja i da, na kraju krajeva, drži ravnotežu i podseća da aplikaciju koriste obični ili neobični ljudi, koji vole izveštaje i slike, sortiranje i prečice. To je neizbežno. Kako bi se izbegli ovi problemi, problemi kasnog sprovođenja kontrole kvaliteta, danas je ovladala ideja da se testiranje uvodi paralelno sa razvojem, da od starta bude senka razvoja. Na ovaj način, uklanjaju se brojni nedostaci kasne spoznaje grešaka, gubljenje vremena i smanjuju troškovi. Proces testiranja WebApl, koji je opisan i demonstriran na primeru jednog web sajta u ovom radu, ako se usavršava i automatizuje, onda štedi vreme i povećava kvalitet WebApl.

LITERATURA

- [1] A. Shazia, M. Shoaib and A. A. Shah, “Testing and validation of web-based software”, 18th National Computer Conference, © Saudi Computer Society, 2006.
- [2] S. Besson, “A strategy for risk-based testing”, na sajtu <http://www.sqe.com/>, 2005
- [3] Lj. Lazić, N. Mastorakis. ” OptimalSQM: Integrated and Optimized Software Quality Management”, WSEAS TRANSACTIONS on INFORMATION SCIENCE and APPLICATIONS, Issue 10, Volume 6, pp 1636-1664, 2009.
- [4] Lj. Lazić, " POREĐENJE MODELA ZA ESTIMACIJU NAPORA RAZVOJA I TESTIRANJA WEB APLIKACIJA (SAJTA)", 53. Konferencija ETRAN-a, Vrnjačka Banja, 15 – 18. juna 2009.
- [5] J. Santos, “E-service quality: a model of virtual service quality dimensions”, Managing Service Quality, Volume 13. Number 3, 2003. pp. 233-246
- [6] U. Godwin, K. Bagchi, P. Kirs, “Assessing Web Service Quality Dimensions: The E- SERVPERF Approach”, Issues in Information Systems, VOL IX, No. 2, 2008.