

Internet aplikacija sa prilagodljivim dizajnom za prikaz interpretacije rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja

Vladimir Polužanski¹, Dragan Bojić², Nikola Miladinović¹, Jelena Lukić¹, Srđan Milosavljević¹

¹Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Univerzitet u Beogradu, Koste Glavinića 8A,
11000 Beograd, Srbija
vladimir.poluzanski@ieent.org

²Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Bulevar Kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija

Kratak sadržaj: U radu je prikazana realizacija prototipa internet aplikacije sa prilagodljivim dizajnom za prikaz interpretacije rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja. Razvoj ove aplikacije zamišljen je kao jedna faza unutar evolutivnog modela životnog ciklusa internet aplikacije za prikaz podataka iz baze podataka elektroenergetske opreme. U radu je objašnjen ovakav način razvoja aplikacije, najznačajniji rizici koji su prepoznati pri razvoju i način na koji su tretirani. Za izradu prototipa korišćen je programski okvir otvorenog koda Bootstrap. Aplikacija je urađena u ASP.NET programskom okruženju. Sistem za upravljanje bazom podataka je MS SQL SERVER.

Ključne reči: gasnohromatografska analiza, transformator, prilagodljiv dizajn, internet aplikacija, bootstrap, dijagnostika, razvoj softvera, evolutivni model životnog ciklusa softvera

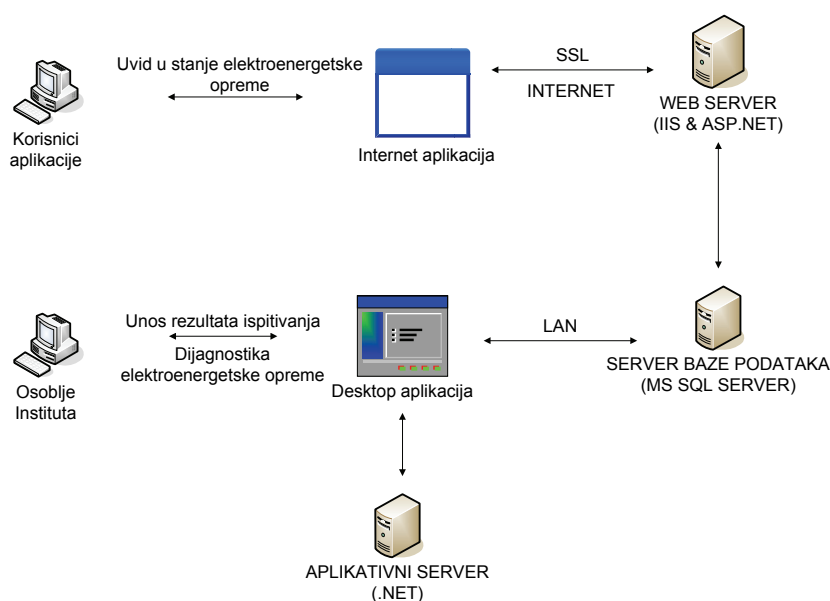
1. Uvod

U institutu Nikola Tesla prepoznata je potreba za stalnim i pravovremenim obaveštavanjem korisnika usluga Instituta kao i drugih interesenata o rezultatima ispitivanja elektroenergetske opreme koje vrši Institut. Institut je u saradnji sa JP Elektroprivreda Srbije formirao bazu podataka elektroenergetske opreme.

Baza podataka elektroenergetske opreme sadrži osnovne podatke o elektroenergetskoj opremi, pogonskim događajima i obavljenim ispitivanjima

elektroenergetske opreme (uključujući fabrička), kao i obavljenim radovima i remontima. U bazi podataka se takođe nalaze i podaci o post-mortem ispitivanjima i analizama kao i rezultati ispitivanja preuzeti sa sistema za daljinski nadzor elektroenergetske opreme [1-3].

U cilju postizanja efikasnog i sigurnog pristupa svih korisnika bazi podataka elektroenergetske opreme u institutu Nikola Tesla realizovane su aplikacije za pristup podacima preko lokalne mreže (Desktop aplikacija) i preko Interneta (Internet aplikacija). Koncept sistema koji obuhvata bazu podataka, desktop i internet aplikaciju prikazan je na slici 1 [1-3].



Slika 1 Koncept sistema [1-3]

Internet aplikacija omogućava pregled podataka za sve relevantne vrste merenja, opštih podataka o elektroenergetskoj opremi i pregled pogonskih događaja. Pristup internet aplikaciji vrši se sa internet adrese https://www.ieent.org/prototip/login_klijenti.aspx. Za uspešnu autentifikaciju potrebno je na internet portalu uneti odgovarajući par korisničko ime-lozinka [1-3].

Baza podataka elektroenergetske opreme se razvijala u više faza u okviru nekoliko studija koje je Institut uradio za potrebe JP EPS. U okviru svake od ovih studija, baza je inkrementalno proširena novim objektima ispitivanja i novim vrstama ispitivanja [1-3].

2. Model životnog ciklusa Internet aplikacije

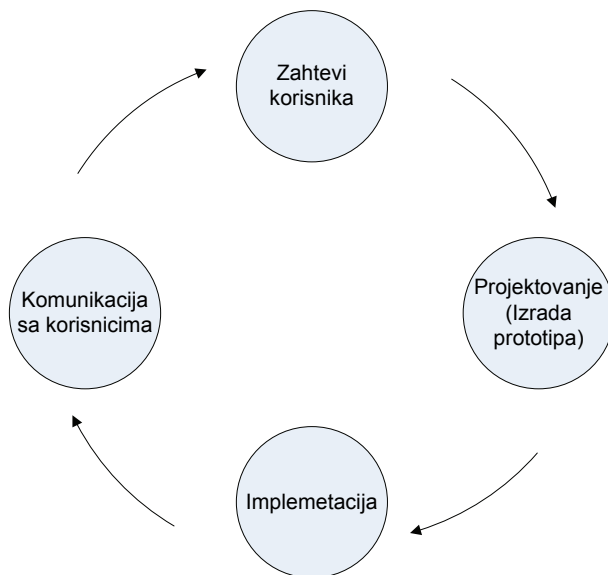
2.1. Evolutivni model životnog ciklusa Internet aplikacije

Činjenica da se baza podataka inkrementalno proširuje uslovljava je da se Internet aplikacija razvija po fazama. Najznačajnije faze razvoja životnog ciklusa Internet aplikacije prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1 Prikaz najznačajnijih faza razvoja tokom životnog ciklusa internet aplikacije za prikaz podataka iz baze podataka elektroenergetske opreme

Faza implementirana	Zahtev korisnika	Kratak opis najznačajnijih funkcionalnosti
Da	Pregled rezultata ispitivanja izolacionog ulja i papira transformatora	<ul style="list-style-type: none">• pregled rezultata ispitivanja• logovanje korisnika• organizacija prava pristupa pomoću uloga• hijerarhijski prikaz transformatora u vidu stabla
Da	Pregled rezultata električnih ispitivanja transformatora	<ul style="list-style-type: none">• pregled rezultata ispitivanja
Da	Redizajn korisničkog interfejsa	<ul style="list-style-type: none">• pretraga transformatora po zadatim kriterijumima• prikaz podataka u formi grafikona• prikaz podataka u formi tabela
Da	Pregled podataka o pogonskim događajima i fabričkim ispitivanjima transformatora	<ul style="list-style-type: none">• pregled rezultata ispitivanja• preuzimanje podataka u formi datoteka
U toku	Korisnički interfejs sa prilagodljivim dizajnom	<ul style="list-style-type: none">• pregled podataka na mobilnim uređajima
Planirana	Pregled podataka o ispitivanjima generatora	<ul style="list-style-type: none">• pregled rezultata ispitivanja

U razvoju sistema, Internet aplikacija služi da praktično prikaže trenutne mogućnosti sistema i motiviše korisnike da daju ideje za nove funkcionalnosti i proširenja, a samim tim i nova ulaganja u sistem. Evolutivni model životnog ciklusa Internet aplikacije prikazan je na Slici 2. Za više detalja o evolutivnom modelu životnog ciklusa softvera čitalac se upućuje na [4-6].



Slika 2 Prikaz evolutivnog modela životnog ciklusa internet aplikacije za prikaz podataka iz baze podataka elektroenergetske opreme

Ovakav pristup razvoju se pokazao veoma efikasnim, jer korisnici sistema nisu uvek svesni mogućnosti novih informacionih tehnologija i načina na koji one mogu unaprediti proces dijagnostike elektroenergetske opreme. Sa druge strane česta komunikacija sa korisnicima i izrada prototipa u okviru životnog ciklusa Internet aplikacije poboljšala je razmenu ideja i proširila saradnju kolega iz JP EPS i Instituta.

2.2. Aktuelni zahtevi za izmenu Internet aplikacije

Jedan od glavnih aktuelnih zahteva korisnika Internet aplikacije usmeren na budući razvoj Internet aplikacije, jeste da sadržaj internet stranica bude "lepo" prikazan na svim internet pretraživačima, a od skora da tako bude i na ostalim uređajima, pre svega na tabletima i mobilnim telefonima.

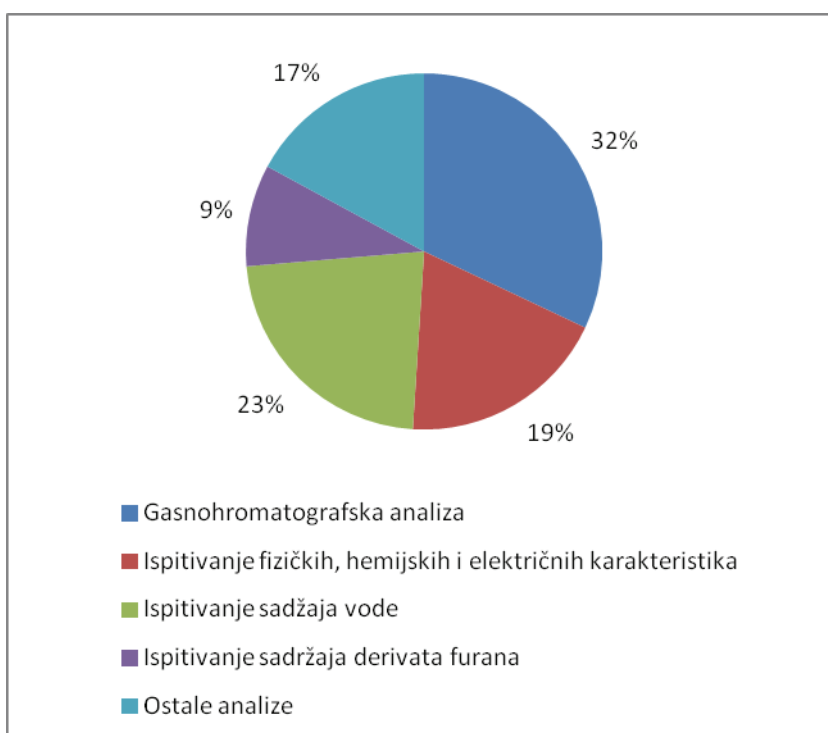
Ovakav zahtev vezan za izgled korisničkog interfejsa aplikacije od strane korisnika je nedovoljno precizan jer ni sami korisnici nemaju jasnu viziju budućeg izgleda aplikacije. Sa druge strane korisnici žele da u što kraćem roku imaju funkcionalnu aplikaciju koju mogu da koriste na mobilnim uređajima kako bi imali uvid u stanje, barem, najvažnije elektroenergetske opreme.

2.3. Gasnohromatografska analiza transformatorskog ulja

U bazi podataka elektroenergetske opreme nalaze se rezultati ispitivanja

transformatorskog ulja. Ovi rezultati ispitivanja su veoma važni za dijagnostiku transformatora, posebno zbog mogućnosti uzorkovanja ulja dok je transformator u pogonu. Osnovna dijagnostička ispitivanja ulja u smislu procene pogonske spremnosti transformatora su: određivanje sadržaja gasova (gasnohromatografska analiza), određivanje sadržaja derivata furana i vode u ulju, kao i merenje dielektrične čvrstoće ulja.

Gasnohromatografska analiza transformatorskog ulja primenjuje se više od četiri decenije u dijagnostici pogonskog stanja transformatora kao jedna od najvažnijih dijagnostičkih metoda [7]. Ona je ujedno i jedna od najčešće vršenih vrsta ispitivanja transformatorskog ulja u Institutu (Slika 3).



Slika 3 Procentualni pregled broja ispitivanja transformatorskog ulja izvršenih u Institutu, po vrsti ispitivanja, u periodu od 2009. do 2015. godine

Energetski transformator je pojedinačno najskuplji element u transformatorskoj stanici. Njegova cena je veća od polovine ukupne investicije novog objekta. Ostali troškovi (ugradnja, održavanje) vezani za životni vek transformatora su mali u odnosu na cenu nove jedinice. Ukoliko dođe do iznenadne havarije trošak koji nastaje može biti značajno veći od cene novog transformatora [1-2].

Analizom sadržaja gasova rastvorenih u ulju, u najvećem broju slučajeva, dolazi se do zaključka o ispravnosti transformatora [7].

Interpretaciju rezultata gasnohromatografske analize moguće je izvesti korišćenjem više različitih metoda. Najveći broj dijagnostičkih metoda koje su danas u upotrebi se mogu naći u standardima IEEE C57.104 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ili IEC 60599 (International Electrotechnical Commission) kao i drugim nacionalnim i međunarodnim uputstvima zasnovanim na prethodna dva standarda [7].

2.4. Izrada prototipa internet aplikacije

Sagledavajući zahteve korisnika kao i značaj interpretacije gasnohromatografske analize transformatorskog ulja, autori su predložili da sa razvije prototip internet aplikacije sa prilagodljivim dizajnom za prikaz interpretacije rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja. Razvoj ove aplikacije zamišljen je kao jedna faza unutar evolutivnog modela životnog ciklusa Internet aplikacije (Slika 2).

Uspešan završetak ove faze razvoja predstavljao bi korak u postupnom napredovanju ka finalnom proizvodu, a to je internet aplikacija sa prilagodljivim dizajnom za prikaz svih podataka iz baze podataka elektroenergetske opreme.

3. Internet aplikacija sa prilagodljivim dizajnom za prikaz interpretacije rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja

3.1. Optimizovan prikaz HTML sadržaja na uređajima različite dijagonale ekrana (Bootstrap programski okvir otvorenog koda)

U današnjim računarima internet pretraživač postao je program koji se najviše koristi. Spektar dijagonale monitora na kojima se prikazuje internet sadržaj trenutno se nalazi u opsegu od 3 do 27 inča.

Posledice ovog trenda osetili su i programeri internet aplikacija. Jedan od glavnih zahteva koji se postavljaju pred programere je da sav sadržaj bude "lepo" prikazan na svim internet pretraživačima, a od skora da tako bude i na ostalim uređajima, pre svega na tabletima i mobilnim telefonima. Drugi zahtev je izrada takve aplikacije u najkraćem mogućem roku. Jedno od mogućih rešenja ovih oprečnih zahteva predstavlja programski okvir otvorenog koda Bootstrap.

Bootstrap programski okvir nastao je 2010. godine unutar kompanije Twitter za unutrašnje potrebe. Njegova najvažnija karakteristika je postojanje podrške za sve popularne internet pretraživače, kako na računarima tako i na mobilnim platformama. Sledeća važna karakteristika je podrška za prilagodljiv dizajn [8]. Bootstrap šablon dizajn kompatibilan sa ASP.NET koji je korišćen

za izradu prototipa može se preuzeti sa [9].

3.2. Analiza softverskih rizika razvoja prototipa aplikacije

Svaka faza razvoja Internet aplikacije uzrokuje izmene u programskom kodu. Izrada ovog prototipa podrazumevala je najveće izmene u dizajnu aplikacije. Za izradu dizajna izabran je okvir otvorenog koda, dok je postojeća aplikacija urađena u ASP.NET programskom okruženju. Kontrole iz ASP.NET programskog okruženja imaju sopstveni HTML dizajn koji je samo delimično dostupan za izmene od strane programera. Kao najznačajniji rizik pri razvoju prototipa označena je mogućnost da dizajn programskog okvira Bootstrap neće biti u potpunosti kompatibilan sa korišćenim ASP.NET kontrolama. Proces upravljanja ovim rizikom prikazan je u Tabeli 2.

Tabela 2. Najznačajnija razmatranja u okviru faza upravljanja rizikom

Procenjen rizik	Nekompatibilnost dizajna postojećih ASP.NET kontrola sa Bootstrap programskim okvirom
Analiza	<ul style="list-style-type: none">• HTML dizajn ASP.NET kontrola samo delimično dostupan programeru• Velika verovatnoća nekompatibilnosti• Bootstrap programski okvir se ne može koristiti u slučaju nekompatibilnosti• Izabrati drugi programski okvir otvorenog koda kao sekundarno rešenje (npr. Foundation [10]).• U krajnjem slučaju samostalno razviti dizajn aplikacije
Planiranje	<ul style="list-style-type: none">• Ako se ispostavi da kontrola nije kompatibilna pokušati je zameniti nekom drugom, kompatibilnom kontrolom• Ne insistirati na potpunom uklapanju dizajna• Izbaciti iz upotrebe nekompatibilne kontrole ako njihova zamena ne iziskuje velike promene u kodu aplikacije
Praćenje	<ul style="list-style-type: none">• Identifikovati kontrole koje su ključne da budu kompatibilne i one koje bi mogle da se zamene• Uspeh kod ključnih kontrola bi značajno smanjio rizik razvoja aplikacije

Posledica nemogućnosti da se ovaj rizik otkloni ili barem značajno umanjí jesu velike izmene u kodu postojeće aplikacije i samim tim dovođenje u pitanje isplativosti izmene aplikacije na ovakav način.

3.3. Prototip aplikacije

Kao ključne kontrole pri upravljanju rizikom razvoja prototipa označene su kontrole koje obezbeđuju mehanizme autentifikacije i autorizacije korisnika (Login i Menu kontrola). Kontrola pristupa korisnika u postojećoj aplikaciji je realizovana mehanizmom uloga. Pristup stranicama se ostvaruje pomoću menija, koji se popunjava linkovima samo ka onim stranicama za koje

ulogovani korisnik ima pristup [11]. U Tabeli 3 je dat prikaz kontrola u postojećoj aplikaciji i kontrola koje su korišćene u prototipu.

Tabela 3. Prikaz kontrola u postojećoj aplikaciji i kontrola sa kojima su zamenjene u prototipu

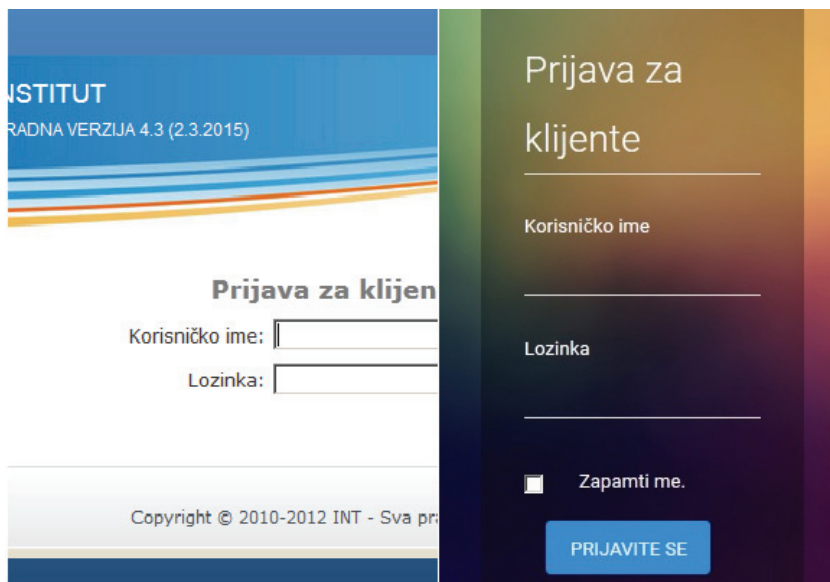
ASP.NET kontrola u postojećoj aplikaciji	ASP.NET kontrola u prototipu
Login	Login sa Layout template tagom
Menu	BulletdList
DropDownList	DropDownList
Label	Label
TextBox	TextBox
UpdatePanel	UpdatePanel

Login kontrola poseduje Layout template tag koji služi za proizvoljno definisanje dizajna kontrole. Pri prevođenju kontrole u HTML, ASP.NET smešta konačni HTML iz template taga u sveobuhvatni table tag. Ova činjenica sprečava dobijanje identičnog dizajna Login kontrole kao u izabranom Bootstrap šablon dizajnu. Korisnik ne primećuje ovu razliku, ona se vidi samo u izvornom kodu HTML stranice. Na osnovu razmatranja iz Tabele 2 ova razlika u dizajnu je označena kao beznačajna.

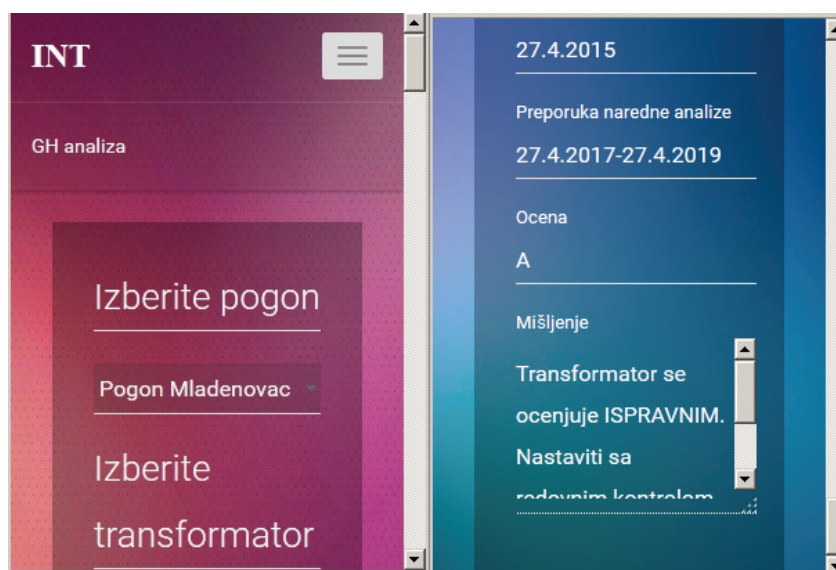
Sa druge strane Menu kontrola ne poseduje Layout template tag i njen dizajn nije kompatibilan sa korišćenim Bootstrap šablon dizajnom pa je pristupljeno pronalaženju moguće zamene za ovu kontrolu. Kontrola BulletedList se pokazala kao odgovarajuća zamena i što se tiče kompatibilnosti sa Bootstrap šablon dizajnom i što se tiče potrebne funkcionalnosti pri autorizaciji korisnika.

Na Slici 4 prikazan je uporedni pregled dizajna stranice za logovanje korisnika kod postojeće aplikacije i prototipa na ekranu veličene 5 inča.

Ostale kontrole navedene u Tabeli 3 su kompatibilne sa korišćenim Bootstrap šablon dizajnom. Kontrola UpdatePanel koja služi za parcijalno osvežavanje internet stranice je demonstraciono implementirana u prototipu (promena datuma ispitivanja u odgovarajućem padajućem meniju osvežava sekciju za prikaz interpretacije rezultata GH analize). Izgled stranice prototipa za prikaz interpretacije rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja prikazan je na Slici 5.



Slika 4 Prikaz izgleda stranice za logovanje korisnika na ekranu od 5 inča (mobilni telefon): postojeća aplikacija (levo), prototip sa prilagodljivim dizajnom (desno).



Slika 5 Izgled stranice prototipa za prikaz interpretacije rezultata gasnohromatografske analize transformatorskog ulja: traka za navigaciju internet pretraživača na gornjoj poziciji (levo), traka za navigaciju internet pretraživača na donjoj poziciji (desno).

Prototipu aplikacije je moguće pristupiti preko Interneta na adresi www.ieent.org/prototip/loginPrototip.aspx. Kao korisničko ime potrebno je uneti "test" i lozinku "test2015*".

4. Zaključak

Zamišljeni prototip aplikacije je uspešno realizovan. ASP.NET kontrole postojeće aplikacije koje su prepoznate kao najkritičnije po pitanju kompatibilnosti sa izabranim Bootstrap šablon dizajnom su uspešno prilagođene novom dizajnu. Ovim je umnogome smanjen rizik nastavka razvoja aplikacije. Prototipu je moguće pristupiti sa Interneta što omogućava korisnicima aplikacije da steknu brzi uvid u novi dizajn aplikacije i da formulišu nove zahteve. Koraci vezani za dalju implementaciju prototipa aplikacije zavisice od sugestija korisnika.

Literatura

- [1] Srđan Milosavljević, Vladimir Polužanski, Nikola Miladinović, Jelena Delić, Jelena Lukić, Dragan Kovacević, "Baza podataka kao alat za unapređenje dijagnostike stanja energetskih transformatora", *VIII Savetovanje CIRED Srbija*, Vrnjačka Banja 2012.
- [2] Srđan Milosavljević, Vladimir Polužanski, Nikola Miladinović, Jelena Lazić, Jelena Lukić, Dragan Kovačević, "Značaj baze podataka u održavanju energetskih transformatora prema stanju", *31. Savetovanje JUKO CIGRE 2013*, R A2 16, <http://cigresrbija.rs>
- [3] Vladimir Polužanski, Nikola Miladinović, Ana Milošević, Jelena Lazić, Uroš Kovačević, "Baza podataka za dijagnostiku stanja generatora u okviru dijagnostičkog centra", *INFOTEH-JAHORINA* Vol. 13, Mart 2014., ENS-1-14, <http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2014/radovi.html>
- [4] I. Sommerville, *Software Engineering*, 6. ed. Addison-Wesley, 2001
- [5] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. Ohlsson, B. Regnell, A. Wesslen, *Experimentation In Software Engineering*, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [6] [Etf.bg.ac.rs](http://www.etf.bg.ac.rs), 'Универзитет у Београду, Електротехнички факултет - Информације о предмету', 2015. [Online]. Available: http://www.etf.bg.ac.rs/index.php?option=com_content&task=view&id=1805&Itemid=206&sifra=DS1ST. [Accessed: 13- Nov- 2015].
- [7] Nikola Miladinović, "Ekspertski sistem za procenu pogonskog stanja transformatora analizom transformatorskog ulja", Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, magistarski rad, Beograd, 2014. godine

- [8] Mark Otto, 'Bootstrap · The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework.', *Getbootstrap.com*, 2015. [Online]. Available: <http://getbootstrap.com>. [Accessed: 13- Nov- 2015].
- [9] [Online]. Available: <http://www.aspxtemplates.com>. [Accessed: 13- Nov- 2015].
- [10] ZURB, 'Foundation | The Most Advanced Responsive Front-end Framework from ZURB', *Foundation.zurb.com*, 2015. [Online]. Available: <http://foundation.zurb.com>. [Accessed: 13- Nov- 2015].
- [11] [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms178428.aspx>. [Accessed: 13- Nov- 2015]

Abstract: This paper describes an adaptive Internet application for the interpretation of the transformer oil gas chromatographic analysis results. The first version of the application is developed by following an evolutionary software development concept. The most important software development risks and the appropriate solutions are described. An open-source web framework named Bootstrap is used for an application implementation. The application is developed by using ASP.NET and MS SQL server.

Keywords: dissolved gas analysis, power transformer, adaptive design, internet application, diagnostic, software development, evolutionary software development model

The Adaptive Internet Application for Interpretation of the Transformer Oil Gas Chromatographic Analysis Results

Rad primljen u uredništvo: 30.09.2015. godine.
Rad prihvaćen: 31.10.2015. godine.

