

## **Implementacija web aplikacije za praćenje rada vodnih pumpnih stanica**

### ***Implementation of web application for monitoring of water pumping stations***

<sup>1</sup>Nino Šupljika, <sup>2</sup>Bruno Trstenjak

<sup>1</sup> student Međimurskog veleučilišta u Čakovcu

<sup>2</sup> Međimursko veleučilište Čakovec

Bana Jelačića Jelačića 22a, 40000 Čakovec, Hrvatska

e-mail: <sup>1</sup>nsupljika@student.mev.hr, <sup>2</sup>btrstenjak@mev.hr

**Sažetak:** *U svim većim gradovima i područjima izgrađeni su sustavi opskrbe vode. Osnovni element svakoga vodoopskrbnoga sustava čine vodne pumpne stanice. U ovom radu prikazana je struktura i način implementacije web i mobilne aplikacije za praćenje rada pumpnih stanica. U izradi aplikacije korištene su suvremene moderne programske tehnologije. PHP programski jezik odabran je za bazni skriptni jezik na kojem aplikacija temelji svoju funkcionalnost. Aplikacija podržava centraliziranim pristup podacima putem mobilnih uređaja. U ovom radu objašnjeni su glavni moduli koji čine aplikacije, njihova povezanost i detaljno je opisana implementirana sigurnosnih komponenti u web aplikaciji. Aplikacija omogućava praćenje rada svih segmenata poslovanja poduzeća za vodoopskrbu. Aplikacija u svom radu koristi MySQL bazu podataka razvijenu upravo za potrebe ovoga projekta.*

**Ključne riječi:** *vodne pumpne stanice, PHP Laravel, MySQL*

**Abstract:** *All larger cities and areas use water supply systems. The basic elements of each water supply system are water pumping stations. This paper*

*describes the structure and implementation of web application for monitoring the operation of water pump stations. The PHP programming language is selected as a basic scripting language. The application supports centralized access to data via mobile devices. In this paper are presented the main application modules, their connectivity and detailed description of the implemented components for application security. The application enables monitoring of all business segments of the water supply business. The application uses MySQL database, developed for the needs of this project.*

**Key words:** *water pump stations PHP, Laravel, MySQL*

## **1. Uvod**

Kako svakim danom sve više i više raste broj stanovnika, samim tim rastu i industrijski kapaciteti i potreba za vodom je sve veća. S povećanjem količine potrošnje vode povećava se i količina onečišćenih voda. Zbog važnosti vode u raznim granama čovjekovoga života, potrebno je osigurati dovoljne količine vode u naseljima čime se podiže opći životni standard čovjeka i njegovoga okoliša. Kako bi se potrebna količina kvalitetne vode dovela do krajnjeg korisnika, na što ekonomičniji način, potreban je funkcionalni vodoopskrbni sustav.

Osnovni element vodoopskrbnoga sustava čini crpna stanica. Crpnom stanicom u vodoopskrbi naziva se građevina s pripadajućom elektrostrojarskom opremom kojom se voda crpi i podiže na tlačnu visinu potrebnu za osiguranje zahtijevane raspodjele vode potrošačima.

U ovom članku prikazana je web aplikacija za praćenja rada jednoga takvoga vodoopskrbnoga sustava. Istaknuti su glavni moduli aplikacije kao i način bilježenja informacija o stanju vodnih stanica koje čine temelj svakoga vodoopskrbnoga sustava opskrbe.

## 2. Korištene tehnologije

Zbog postavljenih zahtjeva i potrebe za implementacijom različitih funkcija, u izradi aplikacije korišteno je nekoliko različitih tehnologija. Svaka od korištenih tehnologija pridonijela je ukupnoj kvaliteti web aplikacije te tomu da ista zadovoljava današnje propisane standarde kao što je responzivni dizajn, sigurnost, dinamičnost, mobilni pristup podacima i slično. U razvoju web aplikacije korištene su sljedeće tehnologije:

- *PHP* (engl. *Hypertext PreProcessor*) Laravel okruženje (Stauffer, 2016),
- *HTML 5* (Robbins, 2013),
- *jQuery i AJAX* (engl. *Asynchronous JavaScript and XML*),
- *Boostrap* (Spurlock, 2013.),
- *MySQL* (Tahaghoghi i Williams, 2010).

Za osnovnu tehnologiju u kojoj je izrađena kompletna struktura web aplikacije, korišten PHP skriptni jezik u Laravel okruženje (engl. *Framework*). Cijela aplikacija podržava MVC (engl. *Model-View-Controller*) strukturu. Osnovna karakteristika te MVC strukture je ta da se aplikacija funkcionalno dijeli na tri komponente (Pitt, 2012):

- *Model* (engl. *Model*) – dio aplikacije koji sadrži podatke i poslovnu logiku aplikacije,
- *Pogled* (engl. *View*) – dio aplikacije koji služi za prikaz podataka iz modela,
- *Upravitelj* (engl. *Controller*) - dio aplikacije koji upravlja korisničkim zahtjevima.

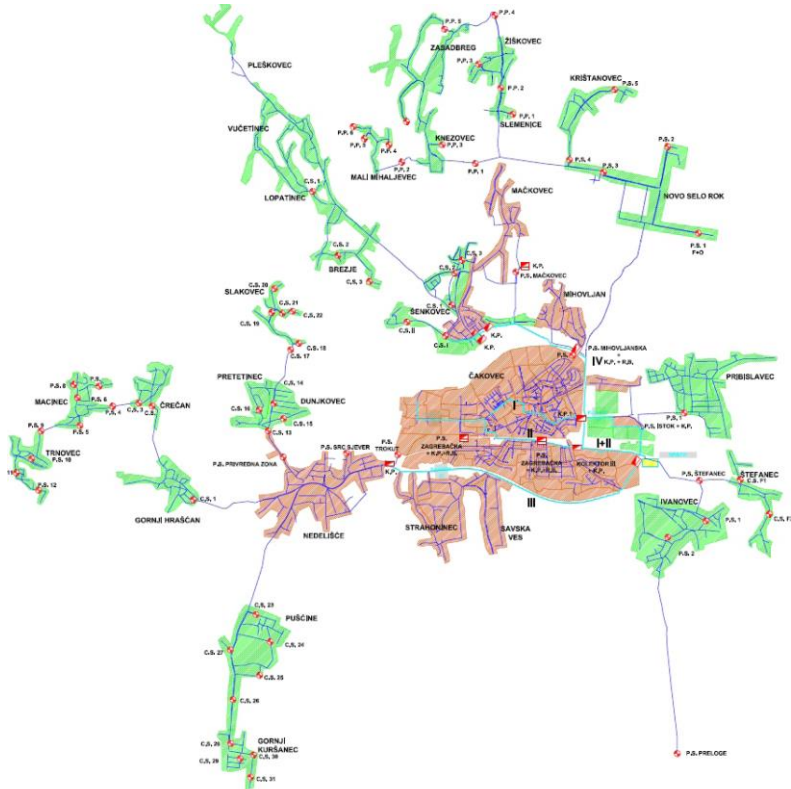
Ovakav pristup omogućuje modularni pristup u razvoju aplikacija i njihovu lakšu nadogradnju.

Od ostalih tehnologija, HTML 5 je standardni jezik za prikaz sadržaja na web poslužiteljima, korištena je web aplikacija koja zadovoljava propisane standarde i tako postane potpuno kompatibilna s bilo kojim web preglednikom. jQuery i AJAX (Darren i sur., 2005) tehnologije su JavaScript biblioteke koje omogućuju interakciju web aplikacije. Omogućavaju dinamičnost stranica, prikaz, unos i izmjenu podatka na suvremeni način. Bootstrap je biblioteka kojom web aplikacija dobiva na responzivnom izgledu. Responzivnost aplikacije osigurava da se aplikacija svojim izgledom automatski prilagođava svojstvima mobilnih uređaja. Upravo ova karakteristika razvijene web aplikacije omogućila je njenu uporabu na mobilnim uređajima. Posljednja korištena tehnologija je MySQL baza podataka. U bazu se zapisuju svi podaci koji su potrebni da web aplikacija bude smisljena i funkcionalna.

### **3. Struktura aplikacije**

Aplikacija je razvijena i implementirana za potrebe vodoopskrbe u Međimurju, za poduzeće Međimurske vode d.d. Vodoopskrbni sustav sastoji se od većeg broja raznih objekta, crpilišta i popratnih sadržaja. Sam sustav u svom radu koristi preko 200 pumpnih stanica dislociranih na širokom području Međimurja. Za kvalitetno praćenje rada tako velikog broja pumpnih stanica neophodan je IT sustav prikupljanja informacija koji će omogućavati mobilnost osoba i slanje podataka putem mobilnih uređaja u centralnu bazu. Razvijena aplikacija predstavlja programsko rješenje kojom se djelatnicima omogućava mobilna komunikacija s centralnim vodoopskrbnim sustavom. Izrani prijenos podataka o trenutačnom stanju pojedinih vodnih stanica, te izrada planova za njihovo održavanje. Na slici 1. prikazana je mapa vodoopskrbnog sustava, raspored vodocrpilišta i pumpnih stanica.

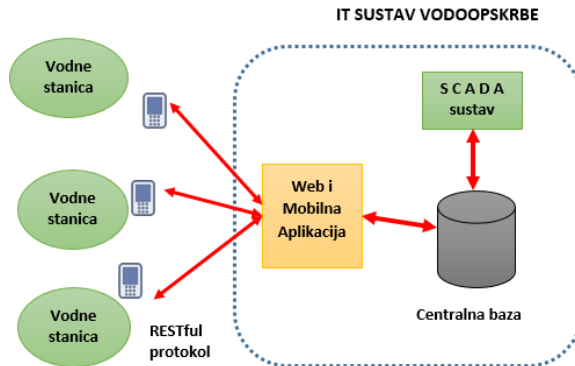
Slika 1. Sustav vodoopskrbe na području Međimurske županije



Na slici 1 može se vidjeti razgranatost sustava, međusobna povezanost vodnih stanica i crpilišta. Zbog kompleksnosti ovakvoga sustava i iznimne zahtjevnosti u praćenju rada pojedinih elementa sustava, uvođenje ovakve web aplikacije pokazalo se kao dobro rješenje.

Na slici 2. prikazana je logička arhitektura aplikacije i njezina povezanost s centralnom bazom.

Slika 2. Logička struktura aplikacije



Web aplikacija omogućuje, zbog svoje responzivnosti, uporabu na mobilnim uređajima. Sama aplikacija postavljena je na centralnom nadzoru, IT sustavu sustava vodoopskrbe. Djelatnici s terena, s pojedinih vodnih stanica gdje se provodi nadzor putem interneta spajaju se na web aplikaciju. Sama komunikacija između mobilnih uređaja i aplikacije, radi sigurnosti i pouzdanosti provodi se pomoću RESTful<sup>1</sup> web servis. Protokol obrađuje podatke u komunikaciji te ih šalje u centralnu bazu. U njoj su zapisani svi podatci nadzora za sve vodne stanice, pumpe i sl. Centralna baza internom vezom spojena je na SCADA<sup>2</sup> sustav poduzeća te je na taj način omogućena analiza podataka zaprimljenih s terena.

Razvijena aplikacija sastoji se od 3 osnovna modula:

- *administracija* – upravljanje i pregled korisnika aplikacije, objekata i parametara
- *vodoopskrba* – upravljanje i pregled mjerenja, servisa, pregleda ugrađene opreme i radova na vodoopskrbnim objektima, kao i troškovima i planovima održavanja

<sup>1</sup> RESTful servis s protokolima za razmjenu podataka između računalnog sustava i interneta

<sup>2</sup> SCADA - (eng. Supervisory Control And Data Acquisition) predstavlja računalni sustav za nadzor, mjerenje i upravljanje industrijskim sustavima

- *odvodnja* – upravljanje i pregled mjerenja, servisa, pregleda ugrađene opreme i radova na objektima odvodnje, kao i troškovima i planovima održavanja

U aplikaciji postoje 3 vrste korisničkih prava:

- *administrator* – može upravljati podacima svih modula
- *djelatnik* – može upravljati podacima u modulima vodoopskrbe i odvodnje
- *gost* – može samo pregledavati podatke u modulima vodoopskrbe i odvodnje

Modul „Administracija“ omogućava upravljanje podacima aplikacije poput: parametara, objekata i korisnika. U administratorski dio aplikacije može ući samo korisnik tipa „Administrator“ klikom na gumb „Administracija“ te izborom stavke koju želi uređivati. Slika 3 prikazuje administrativni modul, dio za definiranje parametra praćenja mjerenja.

U ovom dijelu aplikacije definiraju se parametri koji mogu biti dvojaki: mjerenje i ispitivanje. Parametar „mjerenje“ predstavlja parametar koji osobe koje održavaju pumpne stanice mogu izmjeriti određenim instrumentom kao što su napon, jakost struje i drugi parametri. Drugu vrstu parametra čine ispitivanja. Ispitivanje predstavlja parametar/komponentu koji se ispituju kao što su osigurači, snaga pumpe i slično.

**Slika 3.** Administrativni modul, definiraje popisa parametara

## Administracija parametara

PRETRAŽIVANJE

Unesite pojam za pretragu...

☰ Popis parametara

Naziv	Vrsta	
Id (mA)	Mjerenje	✘
Idn (A)	Mjerenje	✘
In (A)	Mjerenje	✘
In (A) termičke zaštite	Ispitivanje	✘
Instalirana snaga ili limitator (A)	Ispitivanje	✘
Izmjerena struja pumpe (A)	Ispitivanje	✘
Komunikacija (GPRS,SMS)	Ispitivanje	✘
Neprekinutost zaštitnog vodiča (ohm)	Mjerenje	✘
Osigurač pumpe	Ispitivanje	✘
Otpor petlje dolaznog vodiča (ohm)	Mjerenje	✘

Objekti predstavljaju postrojenje koje ima neku funkciju a mogu biti vezani uz vodoopskrbu ili odvodnju. Ukoliko se radi o objektu vodoopskrbe tada postoji samo mogućnost dodjeljivanja parametara mjerenja, dok kod objekta odvodnje postoji mogućnost dodjeljivanja parametara mjerenja i ispitivanja. Kod unosa ili uređivanja podataka o objektima, moguće je unijeti zadane vrijednosti za komunikacijske troškove (broj telefona, napomena), kao i zadane vrijednosti za troškove električne energije (broj obračunskog mjernog mjesta). Na slici 4 prikazana je forma aplikacije za uređivanje osnovnih podataka o objektu, pumpnoj stanici.

Modul „Vodoopskrba“ omogućava upravljanje sljedećim podacima aplikacije: praćenje rada objekata vodoopskrbe, troškovima vodoopskrbe (Električna energija, Komunikacije) i planovima održavanja za vodoopskrbu.



Slika 4. Forma za uređivanje osnovnih podataka o pumpnoj stanici

## Uređivanje postojeće pumpne stanice

Naziv	PS2 Ivanovec
Kategorija objekta	Odvodnja
Mjerenja	<input type="checkbox"/> Idn (A) <input type="checkbox"/> Neprekinutost zaštitnog vodiča (ohm) <input type="checkbox"/> Otpor petlje dolaznog vodiča (ohm)
Ispitivanja	<input type="checkbox"/> Instalirana snaga ili limitator (A) <input type="checkbox"/> Komunikacija (GPRS,SMS)
Komunikacijski troškovi	<input checked="" type="checkbox"/>
Broj telefona	098654321
Napomena (Komunikacije)	pretplata po ugovoru br. 123456 (Hrvatski telekom)

Za praćenje rada određenoga objekta, aplikacija korisniku nudi nekoliko mogućnosti. Za konkretno odabrani objekt nude se sljedeće mogućnosti: bilježenja mjerenja, vođenje podataka o provedenim servisima, pregled podataka o opremama koja su ugrađene u objekt kao i informacije o radovima koji se provode u objektu. Na slici 5 prikazan je zaslon aplikacije u kojoj se vode podatci o provedenim mjerenjima, konkretno za crpilište u općini Nedelišće.

Slika 3. Forma za unos podataka o mjerenjima na crpilištu

## Crpilište Nedelišće

Mjerenja	Servisi	Pregled ugrađene opreme	Radovi na objektu	Ispitivanja i pregled
----------	---------	-------------------------	-------------------	-----------------------

PRETRAŽIVANJE

Mjerenja  Id (mA)  Idn (A)  In (A)  Presjek dolaznog vodiča  Ra (ohm)  t (ms)  Uc (V)  Zaštitni uređaj

Od  Do

☰ Popis obavljenih mjerenja

Datum	Id (mA)	Idn (A)	In (A)	Presjek dolaznog vodiča	Ra (ohm)	t (ms)	Uc (V)	Zaštitni uređaj	
24.05.2016	225	0,3	25	5x10mm2	3,28	127	1	FID 25/0.3	✖

Osim mjerenja, vrlo važan dio aplikacije za korisnika je modul za izračun i praćenje troškova. Od troškova vode se podatci o troškovima električne energije te troškova komunikacija. Pregled troškova moguće je filtrirati prema

raznim uvjetima pretraživanja. Ukoliko korisnik odabere pregled troškova za određeni period, aplikacija sistematizira pojedinačne troškove te daje informaciju o ukupnom trošku za odabrani objekt.

Posljednji segment u ovom modulu predstavlja dio aplikacije za planiranje održavanja. Korisniku se omogućava da unosi razne bilješke za pojedine segmente planova. Kod planova održavanja moguće je, jednako kao kod servisa, postavljati status plana. Ukoliko u planiranom održavanju neki posao nije odrađen, aplikacija kod svog pokretanja o tome informira administratora sustava.

*Slika 4. Forma za unos podataka o provedenim ispitivanjima na crpilištima*

## PS14 Dunjkovec

Mjerenja
Servisi
Pregled ugrađene opreme
Radovi na objektu
Ispitivanja i pregled

PRETRAŽIVANJE

Ispitivanja

\* Instalirana snaga ili limitator (A)
\* Komunikacija (GPRS,SMS)
\* Osigurač pumpi
\* Skala ampermetra

\* Verzija programa telemetrije

Od

Do

☰ Popis obavljenih ispitivanja

Datum	Instalirana snaga ili limitator (A)	Komunikacija (GPRS,SMS)	Osigurač pumpi	Skala ampermetra	Verzija programa telemetrije	
24.05.2016	25A	SMS Pročistač Čakovec	C16A	0-25A	Pročistač Čakovec v1.0	✘
18.01.2016	25A	-	C16A	0-25A	-	✘

Posljednji, ne manje važan, je modul u aplikaciji je „Odvodnja“. Modul ima iste funkcionalnosti kao i modul „Vodoopskrba“ s dodatnom mogućnosti kao što su unos ispitivanja i pregleda kod pojedinih objekata vodoopskrbnoga sustava. Korisniku se u aplikaciji nudi odabir velikoga broja različitih specifičnih ispitivanja. Prema trenutnim potrebama, korisnik može filtrirati popis ispitivanja i time ubrzati unos podataka. Na slici 6 prikazana je forma za unos podataka o provedenim ispitivanjima.

#### 4. Implementirana sigurnost

U aplikaciju su ugrađene mjere kojima se poboljšava sigurnost i ispravnost rada kao i otpornost na razne zlonamjerne napade.

Laravel framework dolazi sa svojim vlastitim osnovnim sustavom autentifikacije koji je naknadno nadograđen s podrškom za prava pristupa korisnika. Kako korisnici ne bi mogli pristupiti sadržaju za kojeg nisu ovlašteni u aplikaciju je uveden međusloj koji sprječava pristup rutama kojima korisnik nema pravo pristupa. Popis ruta te korisničkih uloga koje mogu pristupiti tim rutama nalazi se u datoteci „routes/web.php“. Kako bi se spriječili „brute-force“ (Owens i Matthews, 2015) pokušaji otkrivanja lozinki korisnika u Laravel framework ugrađen je mehanizam koji sprječava prijavu korisnika na 60 sekundi ukoliko se 5 puta unese kriva lozinka.

U cilju da se prikriju lozinke koje su zapisane u bazi podataka, iste su hashirane korištenjem „bcrypt“ funkcije kreirane od strane Neils Provosa i Davida Mazièresa. Funkcija za hashiranje bazirana je na „Blowfish“ simetričnom kriptografskom algoritmu kojeg karakterizira jednostavnost implementiranja i velika brzina izvođenja (bcrypt, 2017). Lozinka „hashirana“ „bcrypt“ funkcijom vrlo je otporna na „brute-force“ pokušaje napada kao i na „rainbow table“ napade koji se baziraju na tablici koja služi za preokretanje kriptografskih hash funkcija (O'Donnell, 2017). Kako je hashiranje jednostrani proces, hashirana lozinka se više ne može dekriptirati te se kod prijave korisnika uspoređuju hashirane lozinke iz baze podataka i korisničkog zahtjeva.

Sljedeća sigurnosna razina koja je ugrađena u aplikaciju korištenje je CSRF tokena. CSRF (engl. *Cross-Site Request Forgery*) vrsta je zlonamjernoga napada kod kojeg napadač želi uzrokovati nenamjernu akciju u ime ovlaštenog korisnika poput resetiranja lozinke, brisanja ili uređivanja podataka tako da se iskorištava ranjivost stranice koja ne provjera izvor HTTP zahtjeva prije obrade

i izvedbe (CSRF napadi, 2017). Za sprječavanje te vrste napada generira se „CSRF token“ koji se ugrađuje u svaku formu te se pomoću njega potvrđuje da je korisnik upravo taj koji šalje zahtjev na poslužitelj.

## **5. Zaključak**

Korištenjem Laravel PHP frameworka izrađena je web aplikacija koja služi za praćenje rada pumpnih stanica u vodoopskrbi i odvodnji. Prilikom razvoja aplikacije korištene su i popratne moderne web tehnologije koje omogućavaju responzivni dizajn i intuitivno moderno korisničko sučelje.

Web aplikacija dizajnirana je prema uputama poduzeća „Međimurske vode“ koje se bave isporukom usluga vodoopskrbe te odvodnje onečišćene vode. Zbog kompleksnosti aplikacije i jednostavnije nadogradnje, odabrana je MVC struktura građe aplikacije. Aplikacija je podijeljena na tri osnovna modula što odgovara funkcionalnoj strukturi poduzeća u kojem je aplikacija stavljena u funkciju.

Aplikacija omogućuje evidentiranje i praćenje rada pumpnih stanica, a upravo tako prikupljeni podatci daju mogućnost za kasnije planiranje sustava održavanja kao i predviđanje eventualnih kvarova na sustavu. Ti prikupljeni podatci predstavljaju preduvjet za moguće uvođenje dodanog modula baziranog na metodama umjetne inteligencije za predikcije rada sustava.

U dizajnu web aplikacije vrlo mnogo pažnje izdvojilo se da aplikacija zadovoljava sigurnosne norme, posebno one koje se odnose na zaštitu osobnih podataka i prevenciju od internetskih napada. Tijekom testnog perioda, aplikacija se pokazala pouzdanom. Ovakva web aplikacija, izvrstan je primjer uspješne fuzije raznih suvremenih tehnologija, a sve s ciljem razvoja kvalitetnoga IT proizvoda prema suvremenim standardima.

## Literatura

1. bcrypt. <http://bcrypt.sourceforge.net> (07. 04 2017).
2. CSRF napadi. <http://www.cert.hr/node/15454> (07. 04 2017).
3. Darren James, Dave Crane, Eric Pascarello. (2005). Ajax In Action. Manning.
4. O'Donnell, A. Rainbow Tables: Your Password's Worst Nightmare:
5. <https://www.lifewire.com/rainbow-tables-your-passwords-worst-nightmare-2487288> (20. 03 2017).
6. Owens, J., & Matthews, J. (2015). A Study of Passwords and Methods Used in Brute-Force. ResearchGate.
7. Pitt, C. (2012). Pro PHP MVC. Apress.
8. Robbins, J. N. (2013). HTML5 Pocket Reference. O'Reilly Media.
9. Spurlock, J. (2013). Bootstrap: Responsive Web Development. O'Reilly Media.
10. Stauffer, M. (2016). Laravel: Up and Running. O'Reilly Media.
11. Tahaghoghi, S., & Williams, H. (2010). Learning MySQL: Get a Handle on Your Data. O'Reilly Media.