

Kristijan-Frano Čavar, mag.ing.el.
HEP-ODS d.o.o.
kristijanfrano.cavar@hep.hr

Branimir Gabrić, dipl.ing.el.
HEP-ODS d.o.o.
branimir.gabric@hep.hr

WEB APLIKACIJA ZA OTKRIVANJE "ZAMRZNUTIH" MJERENJA U SCADA SUSTAVU

SAŽETAK

Praćenjem SCADA sustava uočeno je da u sustav dolaze mjerenja s konstantnom vrijednošću, a pri tome ipak imaju oznaku da su osvježena. Budući da postoji mogućnost da su takva mjerenja neispravna, povećava se mogućnost pogreške pri manevriranju elektroenergetskom mrežom. U svrhu pronalaska takvih, "zamrznutih" mjerenja kreirana je aplikacija koja nadzire sva mjerenja u SCADA sustavu te upozorava korisnika na potencijalna zamrznuta mjerenja. Također, u sklopu navedene aplikacije omogućena je funkcionalnost otkrivanja novih neosvježanih indikacija u SCADA sustavu, kao i funkcija koja upozorava korisnike na učestale alarme u SCADA sustavu.

Ključne riječi: zamrznuta mjerenja, neosvježene indikacije, SCADA, Python, Django

WEB APPLICATION FOR DETERMINATION OF STALE MEASUREMENTS IN THE SCADA SYSTEM

SUMMARY

It has been revealed, by monitoring SCADA system, that constant value measurements come to the SCADA system but are marked as refreshed. Since there is a possibility that such measurements are incorrect, potential for wrong maneuvering the electric grid is being increased. For the purpose of detecting such "stale" measurements, the application has been created to monitor all measurements in the SCADA system and to alert the user about the potential stale measurements. Also, within the aforementioned application, it is possible to detect new indications in the SCADA system that are not being refreshed as well as function that warns users of frequent alerts in the SCADA systems.

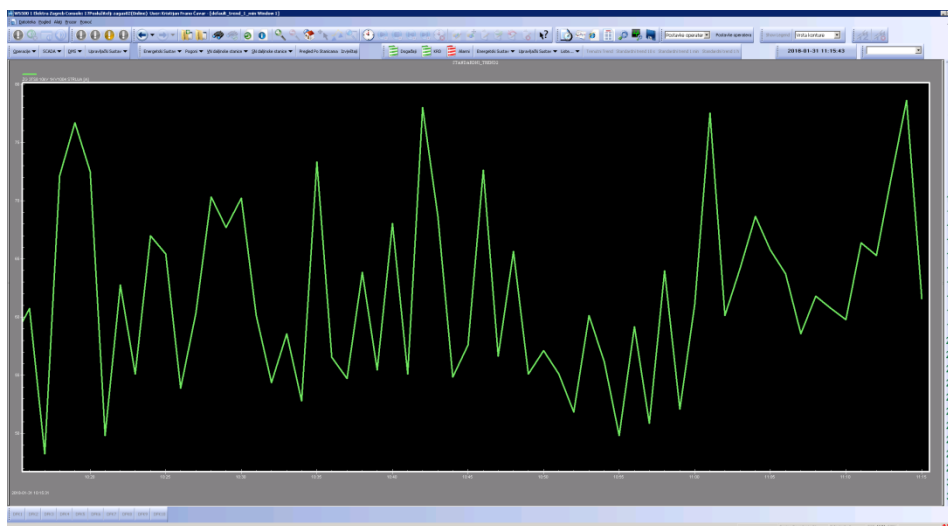
Key words: stale measurements, unrefreshed indications, SCADA, Python, Django

1. UVOD

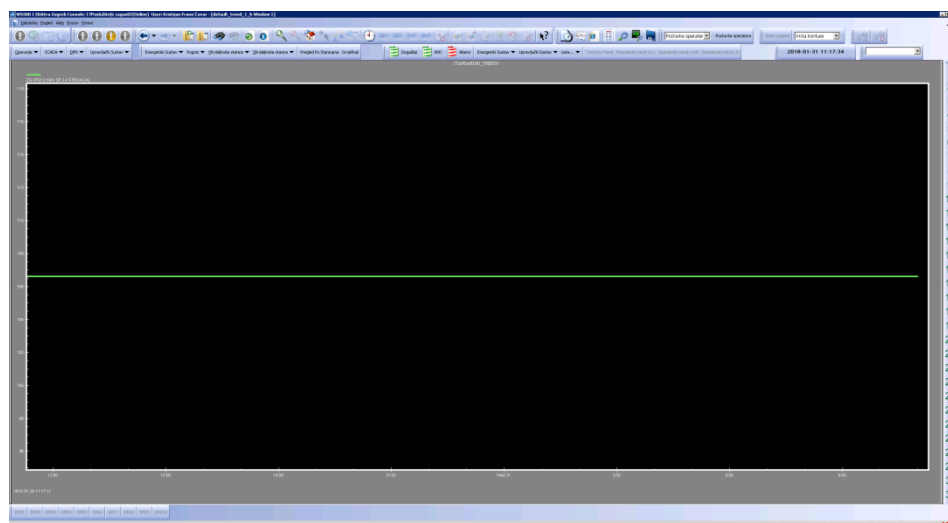
Kolege iz dispečerskog centra Elektro Zagreb su praćenjem SCADA sustava primijetili da u sustav dolaze mjerenja koja se ne mijenjaju, a pri tom imaju oznaku da su osvježena. U svrhu otkrivanja takvih, zamrznutih (ustajalih – eng. *stale*) mjerenja, došlo se na ideju napraviti web aplikaciju koja će dispečere, kolege u pripremi te administratore sustava upozoravati na sumnjiva mjerenja. Na osnovu spomenute ideje o otkrivanju zamrznutih mjerenja, sličnim principom razvijene su i funkcije koje upozoravaju korisnike na neosvježene indikacije te učestale alarme u SCADA sustavu.

2. FUNKCIONALNOSTI APLIKACIJE

Osnovu aplikacije predstavlja funkcija za pronalazak zamrznutih mjerenja u SCADA sustavu. Kao što je već prethodno opisano, zamrznuta mjerenja predstavljaju mjerenja koja u SCADA sustavu imaju oznaku da su osvježena ali im se vrijednost nije promijenila u predefiranom vremenskom periodu. Razliku između ispravnog i zamrznutog mjerenja u SCADA sustavu najbolje je objasniti grafom promjene vrijednosti struje u vremenskoj ovisnosti (slika 1. i slika 2.).



Slika 1. Graf (t-I) ispravnog mjerenja

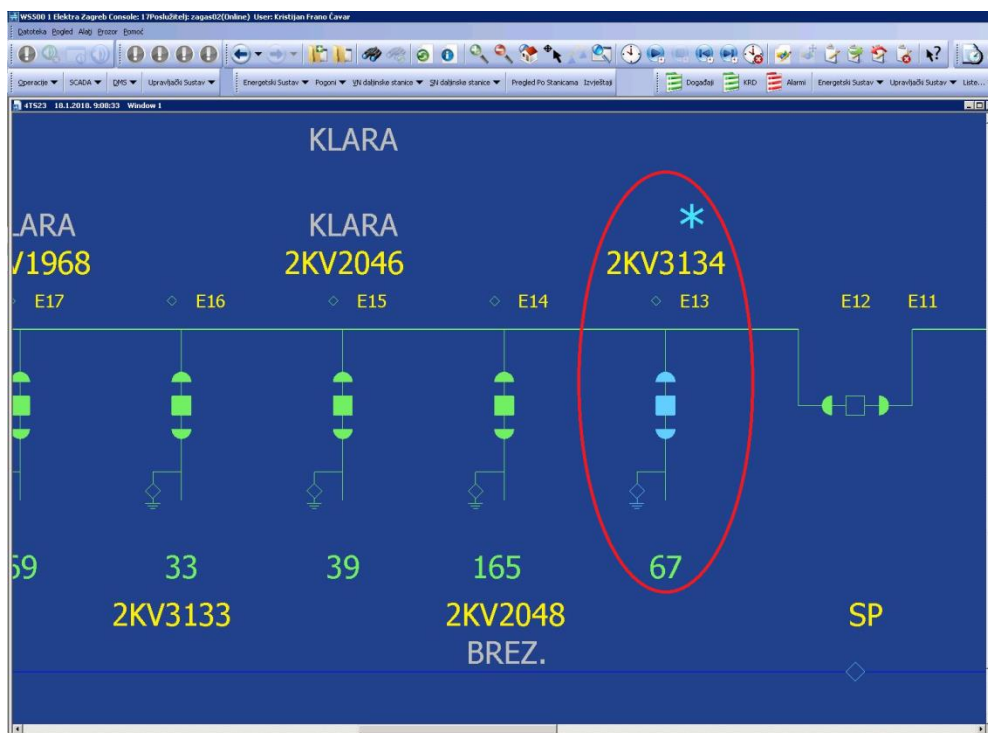


Slika 2. Graf (t-I) "zamrznutog" mjerenja

Najčešći otkriveni razlozi pojavljivanja zamrznutih mjerenja u SCADA sustavu su:

- Problemi u komunikacijskim kanalima.
 - Pogrešno konfiguriran komunikacijsko koncentracijski uređaj (KKU).
 - Pogreške pri osvježavanju PROZA NET FEP Managera.
- Preširoko postavljena mrtva zona:
 - na mjernom uređaju,
 - na SCADA-i u centru ili stanici.
- Zamrzavanje samog mjernog uređaja te
- pogrešne postavke pri konfiguraciji istog.

Pomoćnu funkcionalnost aplikacije predstavlja algoritam koji koristeći povijesne podatke otkriva indikacije koje su imale ispad u komunikaciji u traženom vremenu te upozorava na nove neosvježene indikacije u SCADA sustavu. Slika 3. prikazuje primjer neosvježene indikacije u vodnom polju (svijetlo plava boja vodnog polja E13).



Slika 3. Primjer neosvježene indikacije u vodnom polju (polje E13 s kabelom 2KV3134)

Također, statističkom obradom povijesnih događaja u SCADA sustavu, aplikacija otkriva učestale alarme/događaje u SCADA sustavu te upozorava korisnika na iste.

3. STRUKTURA WEB APLIKACIJE

3.1. Standardi i tehnologije korišteni u izradi web aplikacije

Osnova aplikacije se temelji na Python programskom jeziku u kojem su napisani algoritmi za obradu podataka iz SCADA-e te Django web okruženju (eng. *framework*). Django okruženje sadrži gotove alate za standardne postupke kod razvoja web aplikacija kao što su: objektno-relacijski modeli podataka, automatsko sučelje za administraciju, elegantni prikaz URL-a i sustav predložaka (eng. *Template*).

U odnosu na standardnu, globalno popularnu, MVC (eng. *Model-View-Controller*) strukturu web aplikacija, Django okruženje koristi drugačije nazive elemenata. Django View zapravo predstavlja Controller, dok Django Template predstavlja View iz MVC strukture, tako da se implementacija MVC-a u Django-u može nazvati MTV (eng. *Model-Template-View*).

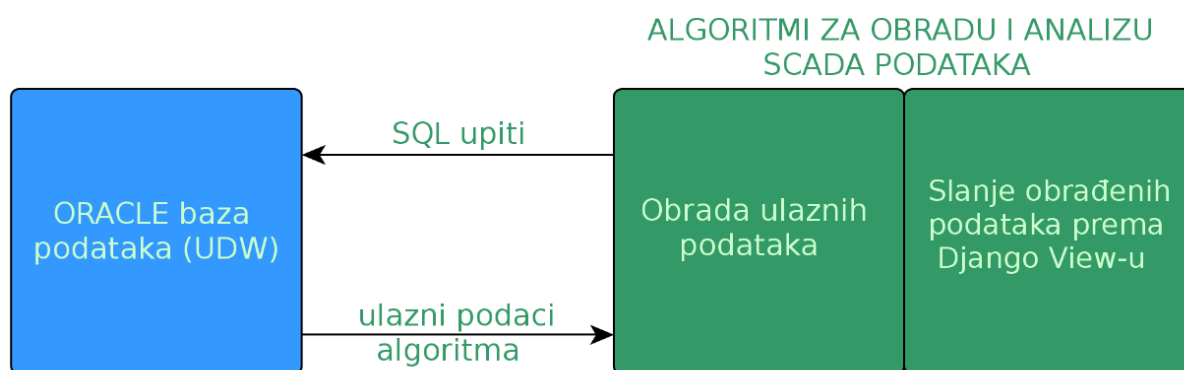
Kod Djangove MTV arhitekture Model predstavlja model podataka iz baze podataka, Template predstavlja prikazni dio aplikacije (ono što vidi krajnji korisnik) dok je View zadužen za samu logiku aplikacije i povezivanje baze podataka s predloškom.

Korisnički dio aplikacije, prikaz u internetskom pregledniku, izveden je pomoću Twitterovog Bootstrap frontend frameworka koji u sebi sadrži definirane stilske predloške za korištene HTML i CSS alate. Na klijentskoj strani su poslužili JavaScript i jQuery.

3.2. Programska logika

Moglo bi se reći da je aplikacija sazdana u trorednom modelu (eng. *three tier*). Prvi red je pristup bazi, drugi red je poslovna logika (analiza dohvaćenih podataka) dok treći red predstavlja generiranje prikaza za internetski preglednik.

Ishodišnu točku aplikacije za pronalazak zamrznutih mjerenja predstavlja spajanje na UDW Oracle bazu podataka (slika 4.).

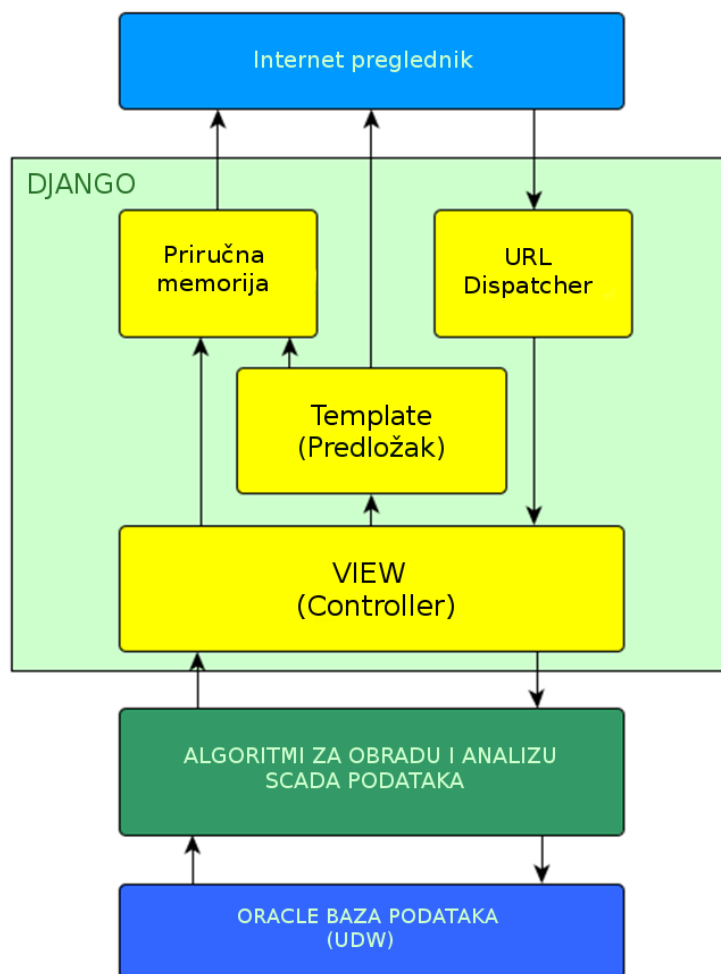


Slika 4. Spajanje Python funkcije s ORACLE bazom podataka

Program za obradu podataka pomoću SQL upita dobiva podatke iz UDW baze podataka. Nakon obrade podataka, program svoje rezultate šalje prema Django View-u gdje se podaci strukturiraju i dalje šalju prema Django Template-u. Prema dobivenim podacima, u Django Template-u se generira HTML kod, koji se šalje prema korisniku.

Navedenu web aplikaciju korisnik pokreće tako da u svoj internetski preglednik upiše adresu aplikacije koju prihvaća modul za proslijeđivanje URL-ova (engl. *Uniform Resource Locator*) koji se sastoji od regularnih izraza prema kojima URL *dispatcher* odabire Django View koji će biti aktiviran.

Osnovne cjeline prethodno opisanog procesa putanje informacija od ORACLE baze podataka do krajnjeg korisnika ukratko su prikazane dijagramom toka na slici 5.



Slika 5. Dijagram toka aplikacije za pronalazak zamrznutih mjerenja

3.3. Ekranski prikaz rezultata aplikacije

Da bi rezultati algoritma biti vidljivi u internetskom pregledniku, potrebno ih je proslijediti prema Django Template-u koji koristi poseban Djangov jezik za predloške (engl. *Django's template language*), kojim se modificira željeni HTML kod.

Sklapanjem u cjelinu svih navedenih dijelova aplikacije, rezultati postaju dostupni u internetskom pregledniku. Slika 6. prikazuje krajnje sučelje aplikacije s dohvaćenim rezultatima (prikaz u *Google Chrome-u*).

Mjerenje	Vrijednost [A]	Broj mjerenja	Broj ponavljanja	Postotak ponavljanja [%]
ZG 4TS13 10KV SP 2.4 STRUJA	88,343	96	96	100,0
ZG 4TS13 10KV 1KV2981 STRUJA	42,516	96	96	100,0
ZG 4TS13 10KV 1KV3385 STRUJA	29,016	96	96	100,0
ZG 3TS2 30KV 3KV21 STRUJA	9,111	96	96	100,0
ZG 3TS6 30KV 3KV14 STRUJA	8,411	96	96	100,0
ZG 4TS19 30KV 3KV17 STRUJA	8,279	96	96	100,0
DS 1TS361 10KV B7 STRUJA IR	27,757	96	87	90,62
ZG 4TS13 10KV TR1-J21 STRUJA	348,641	96	63	65,62
ZG 3TS11 10KV 1KV1653 STRUJA	123,949	96	60	62,5
ZG 4TS13 10KV 1KV2980 STRUJA	71,517	96	59	61,46
ZG 3TS6 10KV 1KV332 STRUJA	18,911	96	59	61,46

Download .csv

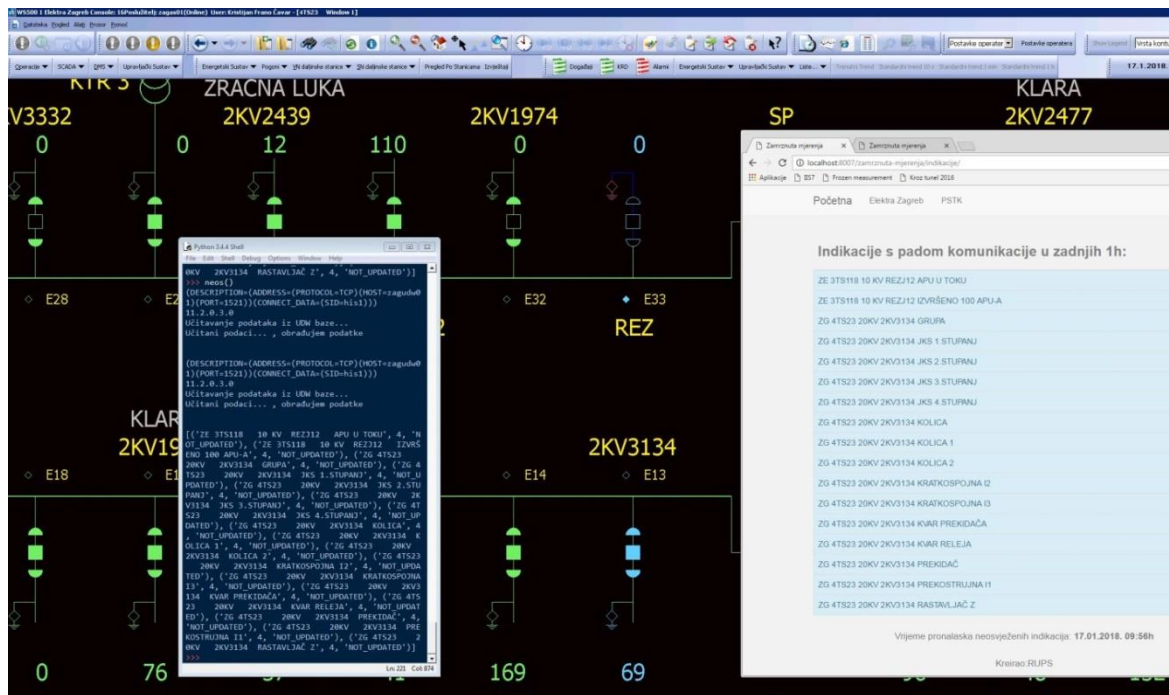
Vrijeme kreiranja izvještaja: 11.01.2018. 15:09h

Slika 6. Ekranski prikaz rezultata web aplikacije - pronađena zamrznuta mjerenja (Google Chrome)

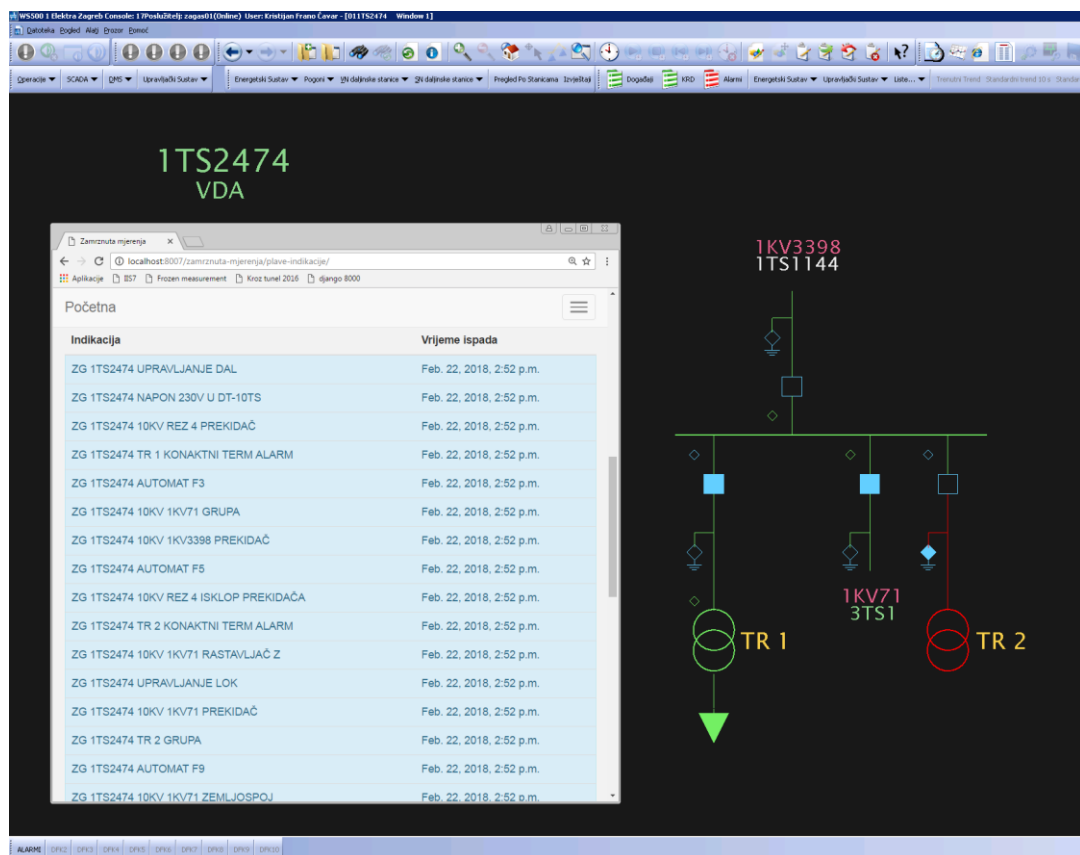
Boja retka upozorava korisnika na različite stupnjeve zamrznutih mjerenja bojeći ih prema sljedećim pravilima:

- Crvena boja označava opasna mjerenja (eng. *Danger Alert*) - mjerenja s vrijednošću većom od 10 ampera i postotkom ponavljanja većim od 98%.
- Žuta boja označava upozorenje (eng. *Warning Alert*) - mjerenja s vrijednošću manjom od 10 ampera i ponavljanjem većim od 90% te mjerenja s vrijednošću većom od 10 ampera u postotnom razredu od 90% do 98%.
- Plava boja označava informaciju o potencijalno budućim zamrznutim mjerenjima (eng. *Info Alert*) - ostala mjerenja u SCADA sustavu koja se ponavljaju više od 60%.

Kao što je već navedeno, osim otkrivanja zamrznutih mjerenja aplikacija pronalazi i nove neosvježene indikacije te učestale alarme u SCADA sustavu. Na slici 7. se nalazi primjer pronađenog neosvježene vodnog polja s prikazom rezultata u Python Shellu i Google Chromeu, dok slika 8. prikazuje pronalazak neosvježene daljinske stanice.

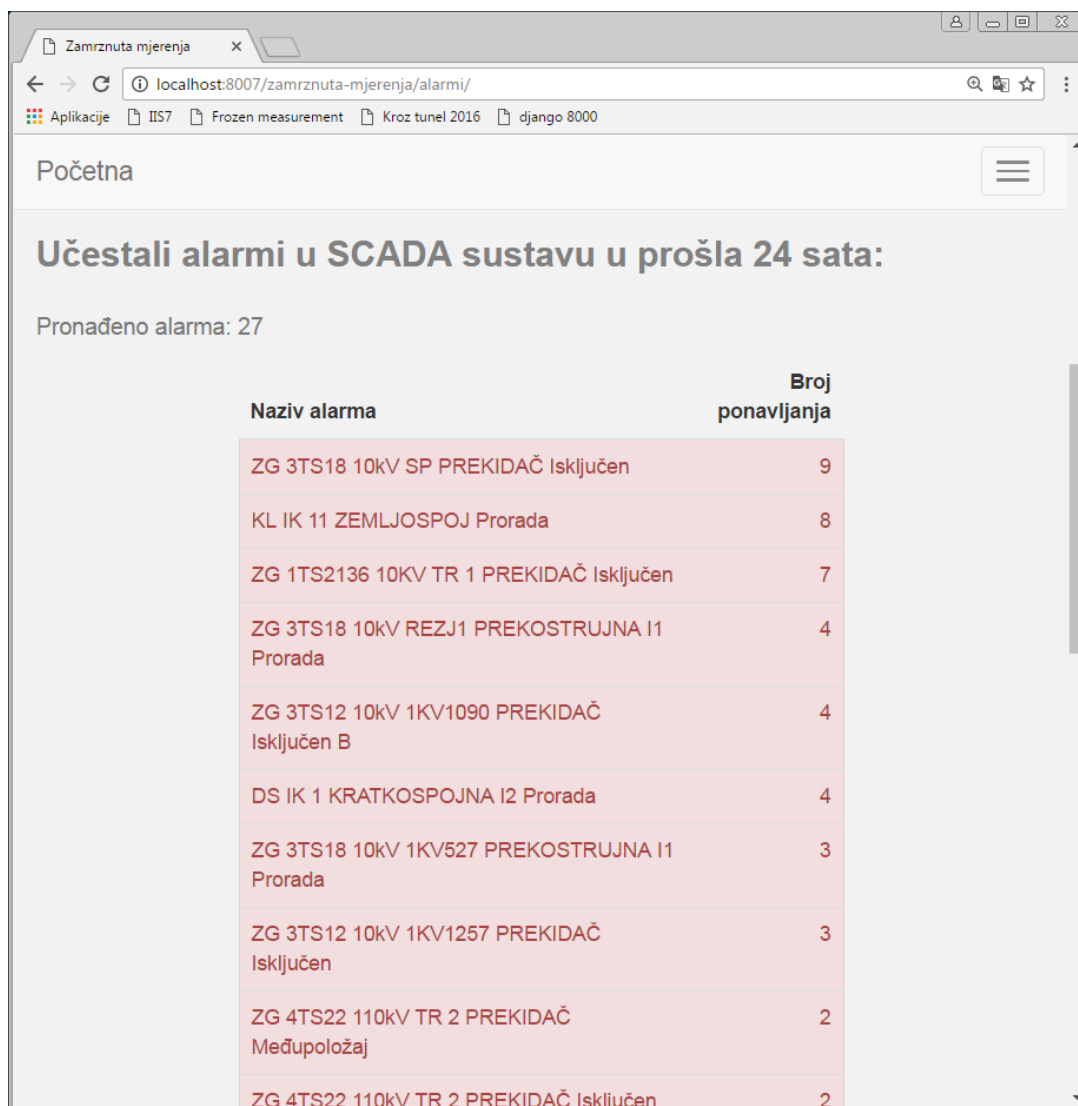


Slika 7. Prikaz otkrivenih neosvježениh indikacija (vodno polje E13 s kabelom 2KV 3134)



Slika 8. Prikaz otkrivenih neosvježениh indikacija (ispad daljinske stanice)

Aplikacija također ima mogućnost pratiti alarme koji dolaze u SCADA sustav te ukazivati na eventualne ponavljajuće alarme. Na slici 9. se nalazi primjer otkrivenih učestali alarma u protekla 24 sata.

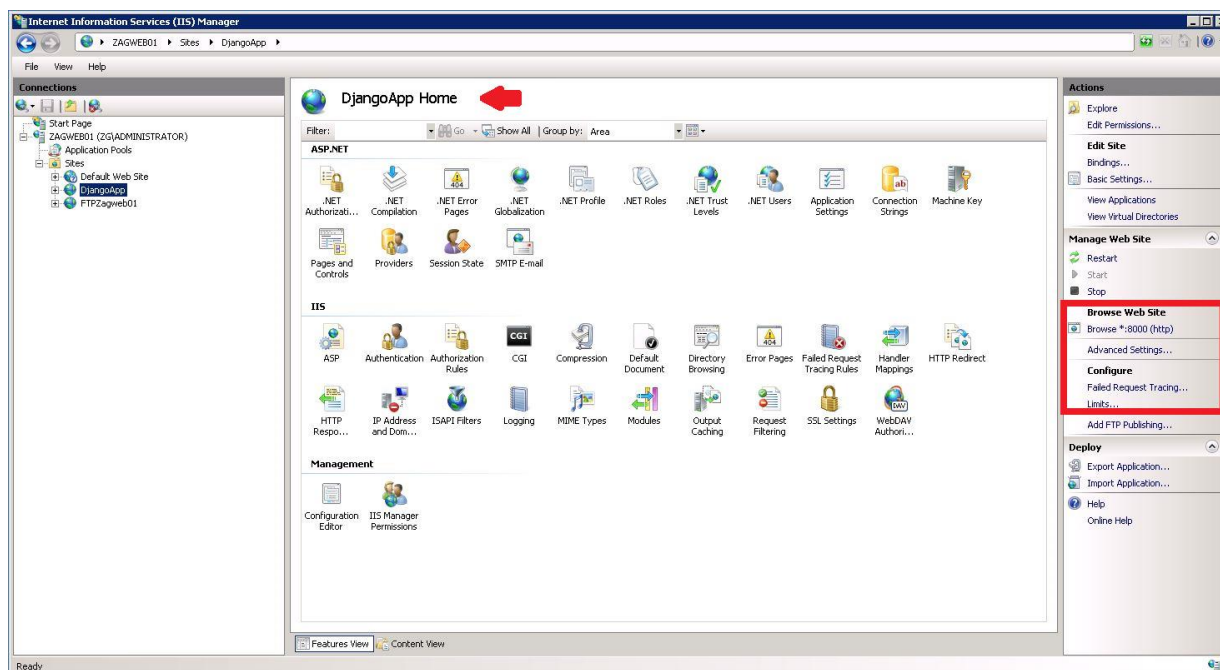


Naziv alarma	Broj ponavljanja
ZG 3TS18 10kV SP PREKIDAČ Isključen	9
KL IK 11 ZEMLJOSPOJ Prorada	8
ZG 1TS2136 10KV TR 1 PREKIDAČ Isključen	7
ZG 3TS18 10kV REZJ1 PREKOSTRUJNA I1 Prorada	4
ZG 3TS12 10kV 1KV1090 PREKIDAČ Isključen B	4
DS IK 1 KRATKOSPOJNA I2 Prorada	4
ZG 3TS18 10kV 1KV527 PREKOSTRUJNA I1 Prorada	3
ZG 3TS12 10kV 1KV1257 PREKIDAČ Isključen	3
ZG 4TS22 110kV TR 2 PREKIDAČ Međupoložaj	2
ZG 4TS22 110kV TR 2 PREKIDAČ Isključen	2

Slika 9. Prikaz učestalih alarma u SCADA sustavu (obrada događaja u prošla 24 sata)

3.4. Internet Information Service

Prilikom izrađivanja web stranica, da bi one bile dostupne na internetu/intranetu preko internetskog preglednika, potrebno ih je smjestiti na odgovarajući web poslužitelj. Vrijedno je spomenuti da bi Python/Django okruženje bi bilo lakše podesiti u Linux okolini, međutim kako se SCADA web poslužitelj nalazi na Windowsu, odlučeno je da se web aplikacija „Zamrznuta mjerenja“, izvodi preko Microsoftova servera za informacije – IIS (eng. *Internet Information Service*) koji predstavlja vezu između klijenta korisnika aplikacije i web servera (slika 8.). Korištenjem Django tehnologije unutar IIS-a omogućena je buduća izrada aplikacija na Django platformi.



Slika 10. Prikaz IIS sučelja s instaliranom Django aplikacijom na portu 8000

Web aplikaciji „Zamrznuta mjerenja“ moguće je pristupiti preko internetskog preglednika (preporuka *Google Chrome*) u poslovnoj/procesnoj mreži putem adrese:

<http://zagweb01:8000/zamrznuta-mjerenja/pocetna/>

4. ZAKLJUČAK

Budući da svakog dana SCADA sustav prikuplja sve više i više informacija neophodno je sustav stalno unaprjeđivati različitim dodacima i aplikacijama. Tako i ova web aplikacija - "Zamrznuta mjerenja" nudi pomoć pri svakodnevnim poslovima oko SCADA sustava. Budućim razvojem SCADA sustava i gomilanjem procesnih podataka javljat će se potreba za naprednijom obradom istih što otvara vrata razvoju *Data Science*-a u SCADA okruženju. Od raznih Python alata za obradu velikih količina podataka trenutno koristimo Python Pandas biblioteku koja uvelike ubrzava konvencionalna Python rješenja. Također, izvrstan alat kod navedene obrade i analize velikih količina podataka je i RStudio na bazi R-a. Nadamo se da će daljnjim razvijanjem vještina obrade SCADA podataka, putem Django platforme, nastati različite web aplikacije koje će nastaviti unaprjeđivati SCADA sustav.

5. LITERATURA:

- [1] Antonio Mele, „Django By Example“, Studeni 2015.
- [2] Django project documents, Available: <https://docs.djangoproject.com/en/2.0/>