

mr. sc. Sandra Hutter
HEP d.o.o., Elektra Zagreb
sandra.hutter@hep.hr

Goran Šagovac, dipl. ing.
HEP d.o.o., Elektra Zagreb
goran.sagovac@hep.hr

Irena Klarić, dipl.ing.
HEP d.o.o., Elektra Zagreb
irena.klaric@hep.hr

BAZA OPTEREĆENJA DISTRIBUCIJSKIH TRAFOSTANICA 10(20)/0.4 KV

SAŽETAK

Baza opterećenja trafostanica sadrži podatke o mjerenjima u više od 1080 stanica na distribucijskom području grada Zagreba. Mjerenja se prikupljaju iz prijenosnih mjernih uređaja Topas, višefunkcijskih mjernih terminala DIOS-a i elektroničkih ampermetara ADRIA. Elektronički ampermetri DIOS i ADRIA su trajno ugrađeni u stanicama, dok su višekanalni analizatori mreže LEM Topas 1020/1040 prijenosni uređaji koji imaju mogućnost mjerenja opterećenja transformatora i pojedinih strujnih krugova u sve tri faze.

Predviđeni su zimski i ljetni ciklusi mjerenja, a mjerenja su organizirana u periodima od jednog do nekoliko dana. Posljednjih godina javlja se sve veća potreba za ljetnim mjerenjima, pogotovo u centru grada. Obuhvaćena su mjerenja od 2003. god.

Ključne riječi: baza podataka, opterećenje transformatora

LOAD DATABASE OF THE DISTRIBUTION SUBSTATIONS 10(20)/0.4 KV

SUMMARY

Load database contains data for over 1080 substations from the distribution area of the Zagreb city. Measurements are collected from the portable measuring devices Topas, multifunctional terminals DIOS and electronic ammeters ADRIA. Electronic ammeters DIOS and ADRIA are permanently placed in the substations, while the multi channel network analyzers LEM Topas 1020/1040 are portable measuring devices that have a possibility to measure transformer loads and separate circuit loads in all three phases.

Summer and winter measuring cycles are foreseen, and each measurement can last from one up to a couple days. In the last few years there is a greater need for the measurements in the summer period, especially in the town center. Measurements since the year 2003 are included in the database.

Key words: database, transformer load

1. UVOD

Zbog velike količine prikupljenih podataka tijekom godina, velikog broja distribucijskih stanica na području grada Zagreba (preko 2400), te sve većeg porasta opterećenja, javila se potreba za organizacijom podataka u bazi opterećenja trafostanica 10(20)/0.4 kV kojoj se može jednostavno pristupiti putem web aplikacija.

Baza opterećenja trafostanica sadrži podatke mjerenja za više od 1080 stanica na distribucijskom području grada Zagreba. Mjerenja se prikupljaju iz prijenosnih mjernih uređaja Topas, višefunkcijskih mjernih terminala DIOS-a i elektroničkih ampermetara ADRIA [1].

2. STRUKTURA BAZE

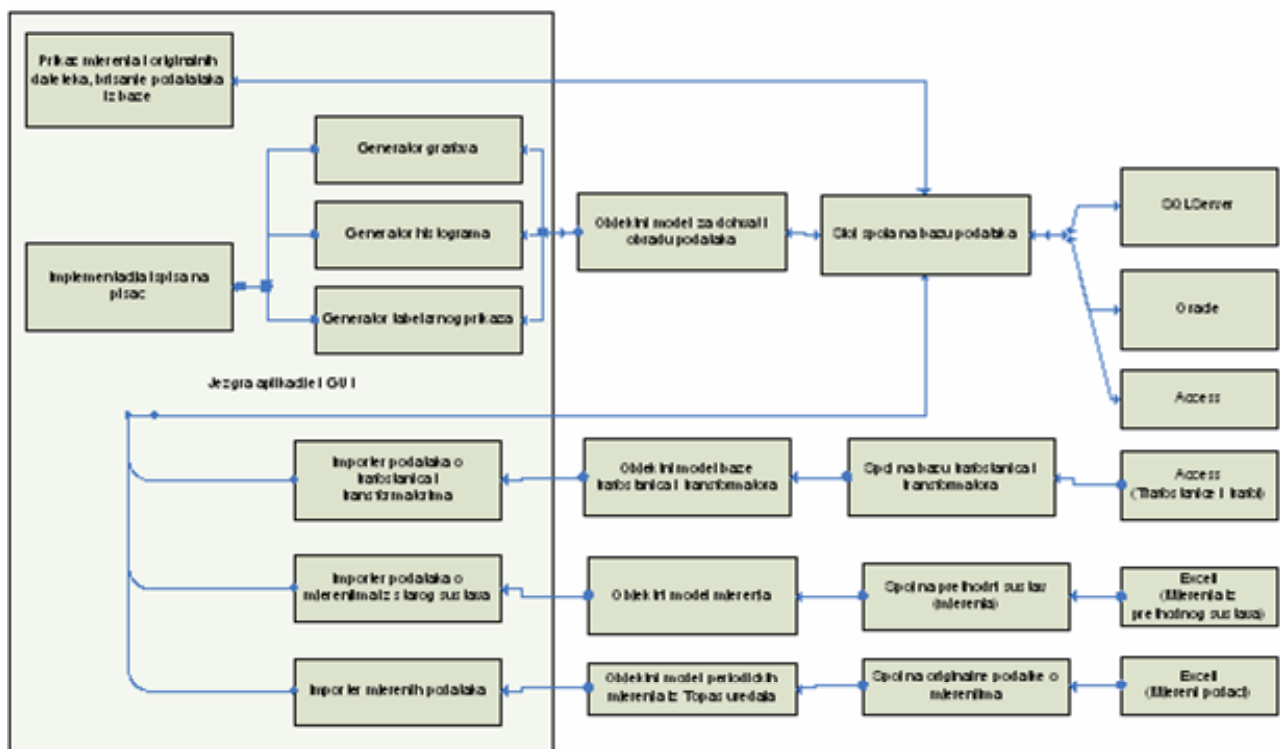
2.1. Aplikacije

Baza opterećenja se sastoji od **Windows aplikacije za unos i administriranje**, koja zahtjeva instalaciju podrške i **Web aplikacije za prikaz i izradu izvještaja**, koja koristi Internet pretraživač za prikaz, ne zahtjeva instalaciju podrške, te je dostupna svima iz HEP-ove mreže.

Prije nego što se pristupilo razvoju baze bili su postavljeni različiti zahtjevi, kako bi se zadovoljile specifične potrebe korisnika:

- Različiti mjerni instrumenti i formati podataka
- Pohrana, organizacija i pregled velikog broja mjernih podataka
- Grafički i tabelarni prikaz opterećenja transformatora
- Više klijentski rad
- Unos mjerenja iz starog sustava
- Aplikacija dostupna svima bez prethodnih instalacija

Aplikacija također omogućuje spajanje na različite sustave za upravljanje bazama podataka SQL Server, Access i Oracle sustav. Omogućen je dohvat podataka o trafostanicama iz već postojeće baze, te automatsko ili poluautomatsko unošenje novih mjerenja. Podržane su tri vrste mjernih instrumenata (Topas, ADRIA i DIOS).



Slika 1. Struktura aplikacije

Programski zahtjevi za administracijsku aplikaciju su instalirani Windowsi 2000, Windows XP, Windows 2003 ili Windows Vista, .NET Framework 2.0, MSDAC 2.8., te sustav za upravljanje bazama podataka. Ukoliko se spaja na Oracle bazu potrebno je instalirati i Oracle ODP .NET driver.

Programski zahtjevi za instalaciju web aplikacije na server su isti kao i za administracijsku aplikaciju uz dodatak, IIS server, .NET Framework 2.0 i ASP.NET 2.0, te za klijenta bilo koji web preglednik.

U aplikaciji za administraciju baze je potrebno unijeti postavke baze podataka i ulaznih direktorija, u toj aplikaciji se također ažuriraju podaci o trafostanicama, unose se podaci o mjerenjima, te je omogućena izmjena ili brisanje podataka.

2.2. Mjerni instrumenti

Elektronički ampermetri DIOS i ADRIA su trajno ugrađeni u stanicama, dok su višekanalni analizatori mreže LEM Topas 1020/1040 prijenosni uređaji koji imaju mogućnost mjerenja opterećenja na više mjernih mjesta (s Rogowski svicima).

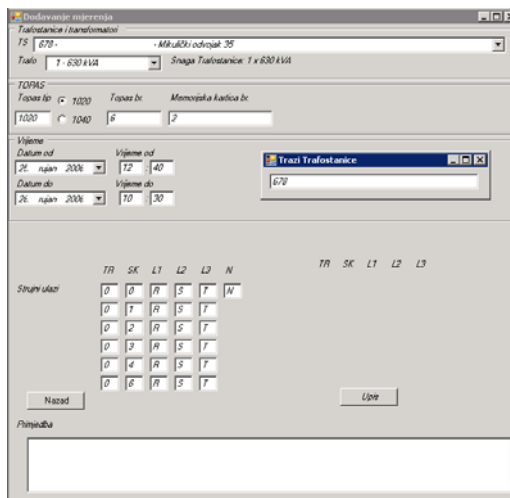
Predviđeni su zimski i ljetni ciklusi mjerenja, a mjerenja su organizirana u periodima od jednog do nekoliko dana. Posljednjih godina javila se sve veća potreba za ljetnim mjeranjima, pogotovo u centru grada. Obuhvaćena su mjerenja od 2003. god.

Višefunkcijski mjerni terminali DIOS bilježe mjerenja u 10 min periodima tijekom nekoliko mjeseci, te daju pregledan grafički prikaz električnih veličina (napona, struja, $\cos \varphi$, itd.). Odabir mjernih varijabli je donekle ograničen memorijom.



Slika 2. Mjerni instrumenti (Topas 1020/1040 i DIOS)

Pri unosu pojedinih mjerenja zabilježenih uređajima Topas potrebno je u administratorskoj aplikaciji unijeti strujne krugove i vremena mjerenja - početak i kraj mjerenja (slika 3). Unos je poluautomatski iz .xls formata. Adria mjerenja se unose direktno u bazu iz izvornih datoteka. Izveden je dekodirani format. Dios mjerenja unose se poluautomatski uz pretvorbu u .dbf format. Automatski se unose vremena mjerenja i prilagođava se rezolucija prikaza.



Slika 3. Dijalog za unos mjerenja

3. PREGLED MJERENJA

U korisničkoj web aplikaciji moguć je pregled grafikona opterećenja transformatora i pojedinih strujnih krugova u vremenskoj domeni, tabelarni prikaz najvećih vrijednosti struja i napona, te prikaz histograma (raspodjela opterećenja transformatora tijekom vremena, odnosno prikaz koliki udio vremena je transformator bio opterećen s određenom snagom, slika 8.). Podržana je automatska prilagodba rezolucije mjerenja, te se može uključiti prikaz karakterističnih vremena najmanjih i najvećih vrijednosti struja i napona.

3.1. Login, pregled i ispis mjerenja

Svaki korisnik prije rada sa aplikacijom mora obaviti prijavu. Login stranica se pojavljuje odmah pri pristupu aplikaciji, te se od korisnika zahtjeva ispravno korisničko ime ili lozinka.

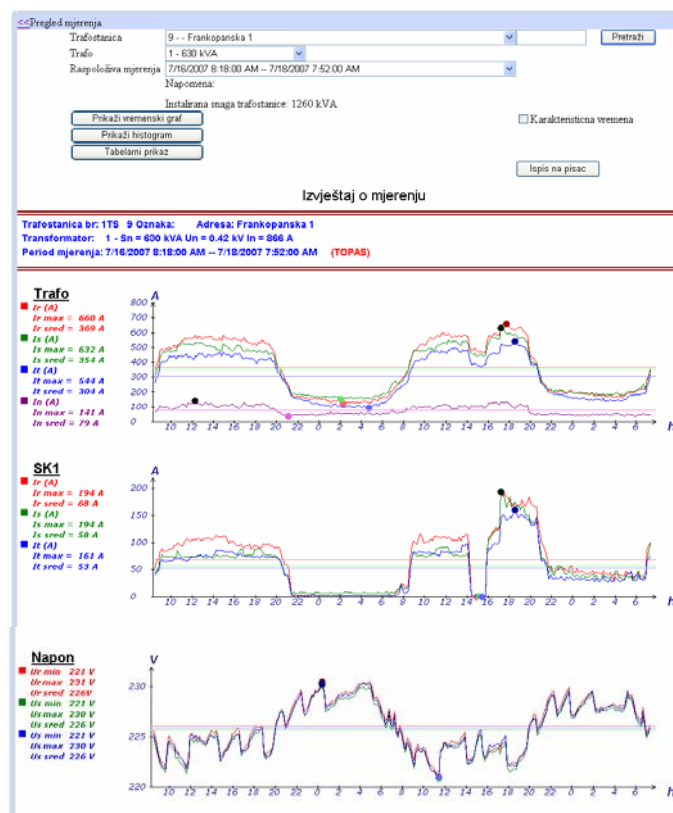
U slučaju uspješne prijave, korisniku se pojavljuje glavni izbornik. Svaki korisnik može biti korisnik ili administrator. Ovisno o dozvolama, pojavljuju se različiti prozori.

Nakon prijave potrebno je odabrati "Pregled mjerenja". Nakon odabira otvara se novi prozor u kojem korisnik ili administrator može pregledavati i ispisivati pojedine izvještaje o mjerenjima (priskom na tipku „Ispis na pisac“, slika 5).

Na slici 4. je prikazano tipično mjerenje dobiveno mjernim uređajem Topas. U zaglavlju je vidljiv broj i adresa stanice: 1 TS 9, Frankopanska 1, te period mjerenja: 16-18. 7. 2007. godine. U stanici su ugrađena dva transformator nazivne snage 630 kVA (što je vidljivo iz podatka o instaliranoj snazi), nazivnog napona 0,42 kV i nazivne snage 866 A.

Prikazane su usrednjene efektivne vrijednosti faznih struja na NN strani transformatora u 10-minutnim periodima. Te vrijednosti struja su mjerodavne za zagrijavanje transformatora.

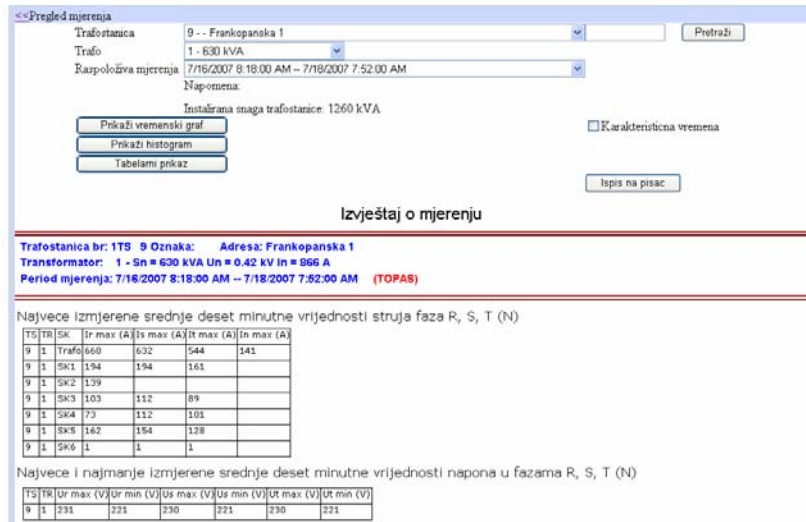
Iz prvog grafikona opterećenja transformatora 1 je vidljivo da se u radnom tjednu može smatrati da je opterećenje tijekom dva uzastopna dana otprilike jednako, stoga se mjerenje opterećenja obavlja u stanici u periodu od jednog dana. Drugi grafikon predstavlja opterećenje strujnog kruga broj 1. Vidljiv je utjecaj porasta opterećenja između 18-21 sat na ukupno opterećenje transformatora.



Slika 4. Grafikoni opterećenja transformatora i pojedinih strujnih krugova u vremenskoj domeni – Topas 1020/1040

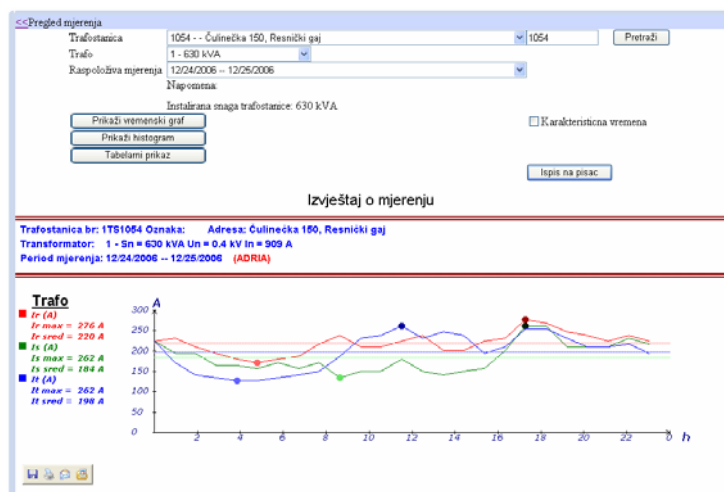
Najveće i najmanje karakteristične vrijednosti su na krivuljama označene točkama, a vrijednosti je moguće očitati u legendi ili u tablici, ukoliko se odabere tabelarni prikaz (slika 5). U ovoj stanici je ukupno priključeno šest strujnih krugova (grafikoni opterećenja na gornjoj slici nisu prikazani, ali postoje u bazi).

Na zadnjem grafikonu je prikazan napon u stanici, pravicima su označene srednje vrijednosti napona, u ovom slučaju redom za faze R, S, T: 231V, 230V i 230 V. Na slici je lako uočljiv porast napona tijekom noći, odnosno naponski pad pri najvećem opterećenju.



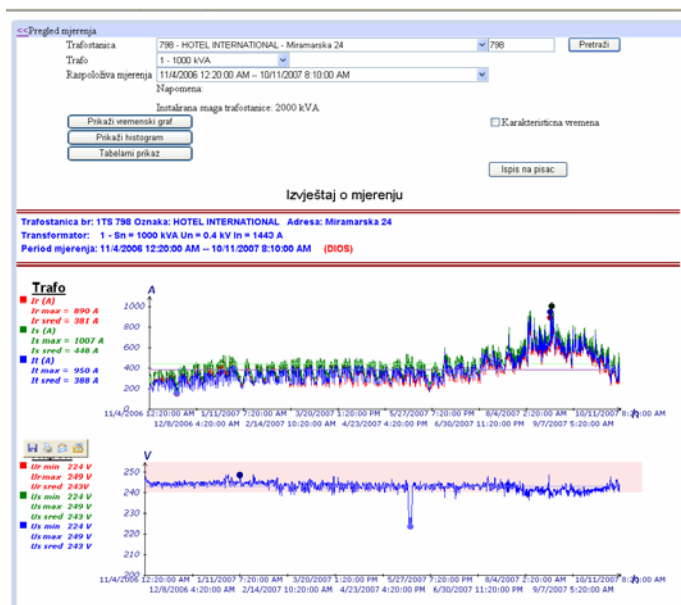
Slika 5. Tabelarni prikaz

Prikaz opterećenja transformatora za mjerenja dobivena iz elektroničkih ampermetara Adria je nešto drukčiji, jer ovi uređaj bilježe dnevni dijagram samo za jedan dan tijekom godine, odabran je Badnjak kao dan s natprosječnim opterećenjem (slika 6.). Osim toga bilježe vrijednosti najvećih zabilježenih struja u pojedinoj fazi tijekom cijele godine i datum kada je najveća struja zabilježena. Ti podaci su u bazi dani u tabelarnom prikazu.



Slika 6. Grafikoni opterećenja transformatora – Adria

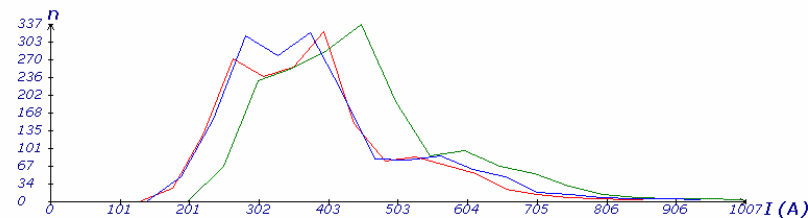
Elektronički ampermetri DIOS bilježe vrijednosti struja tijekom perioda od nekoliko mjeseci (slika 7.), te je stoga iz tih podataka lako uočiti trendove porasta ili pada opterećenja transformatora tijekom godine. Na drugom grafikonu je prikazan napon, te je vidljivo da je napon prešao gornju granicu od 240 V (ova vrijednost je zadana u programu). U ovakvim slučajevima, ovi podaci se koriste za dojavljivanje Službi za vođenje pogona o potrebi promjene položaja regulacijske preklopke transformatora.



Slika 7. Grafikoni opterećenja transformatora – Dios



■ Ir
■ Is
■ It
 X - Mjerena vrijednost
 Y - Učestalost vrijednosti
■ Nepotpuno



Slika 8. Grafikoni opterećenja transformatora – Dios

4. PRETRAGA MJERENJA

Baza omogućuje pretraživanje stanica opterećenih iznad neke zadane vrijednosti (kriteriji mogu biti 80 %, 90%, 100 % nazivnog tereta), te stanica u kojima je napon izvan dozvoljenih granica (slika 9). Trenutno je zadan opseg napona od 220 V do 240 V. Područja u kojima napon izlazi izvan zadanih granica (ispod 220 V, odnosno iznad 240 V) su označena crvenom bojom (slika 7).

Trafostanica	Transformator	Topas br.	Memorijska kartica	Vrijeme pocetka	Vrijeme kraja	Naponi ok	Struje ok	Instrument
13	0	0	852955	12/24/2007 12:00:00 AM	12/25/2007 12:00:00 AM	OK	NOT OK	Adria 2000
2018	1	0	132250631	12/24/2007 12:00:00 AM	12/25/2007 12:00:00 AM	OK	NOT OK	Adria 2000
2081	1	0	136379336	12/24/2007 12:00:00 AM	12/25/2007 12:00:00 AM	OK	NOT OK	Adria 2000
2125	0	0	139262875	12/24/2007 12:00:00 AM	12/25/2007 12:00:00 AM	OK	NOT OK	Adria 2000
1	1	6	15	11/29/2007 11:10:00 AM	11/30/2007 10:10:00 AM	NOT OK	OK	Topas
600	0	5	11	11/21/2007 9:10:00 AM	11/23/2007 8:50:00 AM	NOT OK	OK	Topas
2207	0	-1	144636745	11/16/2007 10:00:00 AM	11/29/2007 9:20:00 AM	NOT OK	OK	Dios
2289	3	-1	150010618	10/29/2007 8:40:00 AM	10/30/2007 9:00:00 AM	NOT OK	OK	Dios
2288	0	-1	149945080	10/26/2007 9:10:00 AM	10/30/2007 10:10:00 AM	NOT OK	OK	Dios
2289	1	-1	150010616	10/26/2007 8:50:00 AM	10/30/2007 10:00:00 AM	NOT OK	OK	Dios

Slika 9. Pretraživanje stanica opterećenih iznad neke zadane vrijednosti, odnosno stanica u kojima je napon izvan zadanih granica

5. ZAKLJUČAK

Sustavno mjerenje opterećenja u gradu Zagrebu postaje sve važnije, zbog naglog porasta broja potrošača i novih priključaka, rastućeg konzuma, te naglog širenja i izgradnje grada.

Uz siguran i pouzdan pogon, kvaliteta električne energije postala je jedan od važnih zahtijeva, koji je potrebno ispuniti u distribuciji električne energije [2]. Kvaliteta električne energije kod krajnjeg kupca direktno ovisi o stanju u elektroenergetskoj mreži. Kako bi se spriječilo pojavljivanje preniskih razina napona kod kupaca uslijed pada napona u mreži, bitno je poznavati i redovito pratiti opterećenja vodova ili transformatora.

Baza sadrži podatke prikupljene tijekom zadnjih pet godina. Baza opterećenja je namijenjena u prvom redu "energetičarima" (izdavanje elektroenergetskih suglasnosti, te izradu projektnih zadataka za izgradnju i rekonstrukcije NN i SN mreža) i projektantima u razvoju mreža i predstavlja koristan alat za određivanja trendova porasta (ili pada) potrošnje, optimiranja mreže i interpolacije novih stanica, te za kontrolu naponskih odstupanja u distribucijskim stanicama 10(20)/0,4 kV.

LITERATURA

- [1] I. Klarić, G. Šagovac " Mjerenje opterećenja u distribucijskoj mreži grada Zagreba", 7. savjetovanje HO CIGRÉ, Cavtat, 06. - 10. studenog 2005.
- [2] EN 50160:1999, "Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems", CENELEC, 1999.