

Silvio Preglej, dipl. ing.  
ECCOS Inženjering d.o.o., Zagreb  
[silvio.preglej@eccos.com.hr](mailto:silvio.preglej@eccos.com.hr)

Marko Vujica, dipl. ing.  
ECCOS Inženjering d.o.o., Zagreb  
[marko.vujica@eccos.com.hr](mailto:marko.vujica@eccos.com.hr)

## IZVJEŠTAVANJE O KVALITETI ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠTENJEM WEB TEHNOLOGIJA

### SAŽETAK

Mjerenje kvalitete električne energije i ocjenjivanje usklađenosti karakteristika napona s normom HRN EN 50160, mjerenje karaktera opterećenja (HRN EN 61000-3-2, IEC 61000-3-4 i IEC 61000-3-6), kao i mjerenje kvalitete prema ostalim preporukama (IEEE 519, IEEE 1159 itd.) zahtjeva praćenje velikog broja parametara kroz dugo vremensko razdoblje, korištenjem naprednih mjernih uređaja.

Podatke dobivene mjerenjem potrebno je prikupiti, organizirati i pohraniti u bazu podataka. Veliki broj podataka sa različitih mjernih točaka treba obraditi, ocijeniti i što preglednije prikazati korisniku u obliku izvještaja. Izvještaji moraju biti prilagođeni različitim korisnicima ovisno o količini i opsegu informacija, kao i razini složenosti.

Alat za izvještavanje treba omogućiti jednostavan pregled i izradu izvještaja u formatu koji je raširen i korisnicima pristupačan. Korištenjem Web tehnologija za izvještavanje znatno se olakšava pristup izvještajima, njihova organizacija i distribucija. U radu je prikazana Web aplikacija razvijena za potrebe izvještavanja i upravljanja izvještajima o potrošnji i kvaliteti električne energije. Također prikazan je cilj razvoja platforme za izvještavanje koja bi omogućila proizvođačima, prijenosu i distribuciji, kao i korisnicima električne energije izradu kvalitetnih izvještaja o parametrima električne energije i kvalitete napona.

**Ključne riječi:** kvaliteta električne energije, HRN EN 50160, izvještavanje, web

## POWER QUALITY REPORTING USING WEB TECHNOLOGIES

### SUMMARY

Power quality monitoring and compliance of voltage characteristics to HRN EN 50160 standard, measurements of load characteristics (HRN EN 61000-3-2, IEC 61000-3-4 and IEC 61000-3-6) and compliance to different international standards (IEEE 519, IEEE 1159 etc.) requires monitoring a large number of parameters over prolonged periods of time using advanced measuring equipment.

Measured data has to be accumulated, organized and stored in database. Large quantities of data from different meters need to be processed, evaluated and presented to the user in most conspicuous way in form of power quality reports. Reports have to be user friendly and customized to different users based on quantity of data and level of complexity.

Reporting tool has to enable users a simple way of finding and creating reports in document format that is widespread and available. Web technologies for reporting enable user a simpler access to reports, easier systematization and distribution of reports. This paper will present custom Web application developed for power quality reporting and report management and also present future aim for reporting platform which will deliver high quality reports to both utility and consumers.

**Key words:** power quality, EN 50160, reporting, web

## 1. UVOD

Sakupljanje podataka i izvještavanje *eng. Data Aggregation and Reporting* je vrlo važan element u svakom poslovnom procesu koji se zasniva na velikoj količini podataka i informacija pohranjenih u baze podataka. U poslovnom okruženju gdje broj različitih informacija i količina podataka svakodnevno eksponencijalno raste, razvijene su složene metode i aplikacije poslovne inteligencije koji se sastoje od izvlačenja podataka *eng. Data Mining*, skladištenja podataka *eng. Data Warehouse* i na kraju analize i izvještavanja u cilju boljeg poslovnog odlučivanja i potpore poslovanju.

Takav model upravljanja podacima nužno je preuzeti i u sferi mjerenja električnih veličina, uz svu složenost koju donosi velik broj različitih mjernih instrumenata sa sve većim brojem mjerenih veličina pri planiranju opterećenja, praćenju smetnji i kvalitete električne energije. Dobivanje točnih informacija u pravo vrijeme ključno je za pravilno reagiranje i donošenja ispravnih poslovnih i procesnih odluka. Zbog toga je aplikacija za obradu podataka i izvještavanje presudan alat u sferi mjerenja kvalitete i potrošnje električne energije, premda u praksi često nedovoljno prepoznat.

## 2. MJERENJE PARAMETARA POTROŠNJE I KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Sustavi mjerenje električne energije u osnovi se sastoje od mjernih uređaja, komunikacijskih linija, baze podataka i programske opreme za prikupljanje i obradu mjernih podataka. Sustavi za mjerenje kvalitete i sustavi za mjerenje potrošnje električne energije mjere iste osnovne električne veličine te su u pravilu objedinjeni u zajednički sustav mjerenja i obrade podataka. Komponente sustava mjerenja (karakteristike mjernih uređaja, način komunikacije i upravljanja, programska podrška, tip baze podataka i konfiguracija pohranjenih podataka) različite su ovisno o proizvođaču mjernih uređaja i proizvođaču programske podrške. Preduvjet za kvalitetno izvještavanje i analizu, koji moraju zadovoljiti suvremeni sustavi mjerenja, je da se svi mjereni podaci, bez gubitka informacija i točnosti, pohranjuju u otvorenu, relacijsku bazu podataka (SQL Server, Oracle, MySQL, SQL Anywhere, itd...).

Podatke o potrošnji i kvaliteti električne energije koji su, ovisno o proizvođaču i implementaciji sustava mjerenja, disperzirani u različitim formatima i bazama podataka, potrebno je izvući, obraditi, analizirati i prezentirati korisniku što je zadatak aplikacija za izvještavanje.

## 3. PODACI O KVALITETI ELEKTRIČNE ENERGIJE

O mjerenju kvalitete električne energije već je dovoljno toga napisano i elaborirano tako da se ovdje osvrćemo samo na opis podataka i potrebna vremena mjerenja za sukladnost prema normi HRN EN 501060.

Tablica I. Pregled mjerenih veličina HRN EN 501060

Veličina	Mjerni interval	Granice	Sukladnost zadovoljena	Tijekom
Frekvencija	10s srednja vrijednost	$\pm 1\%$	99,5%	1 godine
	10s srednja vrijednost	+4 / -6%	100%	Ukupnog perioda mjerenja
Iznos napona	10min srednja vrijednost	$\pm 10\%$	95%	1 tjedan
	10min srednja vrijednost	+10 / -15%	100%	Ukupnog perioda mjerenja
Brze promjene napona		5%Un	nekoliko smetnji	Dan
Treperenje	Pk	$\leq 1$	95%	Ukupnog perioda mjerenja
Nesimetrija	10min srednja vrijednost	0-2%	95%	1 tjedan
Harmoničko izobličenje THD	10min srednja vrijednost	0-8%	95%	1 tjedan

Agregacija navedenih vrijednosti može biti izvedena neposredno u mjernom instrumentu ili posredno iz sirovih podataka pohranjenih u bazu, preko aplikacije za izvještavanje. Iz tablice je vidljivo da za minimalni period mjerenja, tipično za jedan tjedan, potrebo prikupiti i obraditi i do 100.000 vrijednosti, uključujući pojedine harmonike po fazi.

Tu veliku količinu podataka, samo za jednu točku mjerenja, potrebno je obraditi, evaluirati i vizualno predočiti korisniku tako da je jednostavno vidljiva sukladnost kvalitete s normom. Sličan problem i obim

podataka pojavljuje se i koda drugih normi i preporuka o kvaliteti. Osim toga izvještaji trebaju biti prilagođeni profilu korisnika. Tako primjerice razlikujemo detaljne izvještaje o kvaliteti sa svim parametrima mjerenja namijenjene za inženjere održavanja i kvalitete od pojednostavljenih izvještaja sukladnosti za više mjernih točaka cijelog područja prilagođenih upravljačkim strukturama korisnika. U izvještajima koji analiziraju smetnje i poremećaje na velikom području i sa velikim brojem instrumenata vrlo je bitno napraviti vremensku i geografsku analizu smetnje kako bi se olakšao pronalazak izvora smetnje.

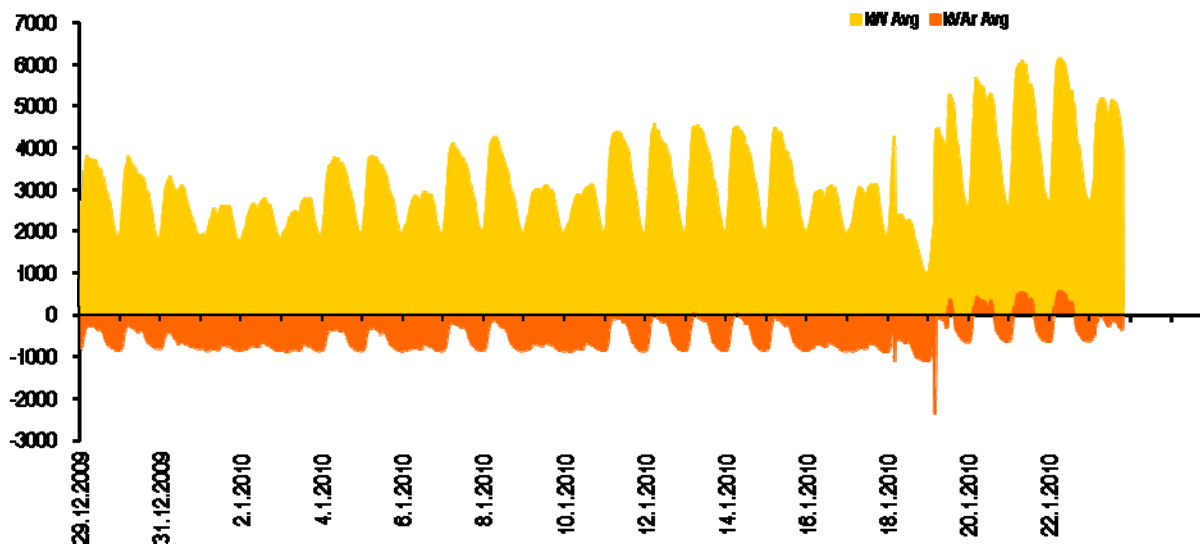
#### 4. PODACI O POTROŠNJI

Osim kvalitete električne energije korisnicima mjernih sustava zanimljivi su i podaci o potrošnji u različitim segmentima mreže. Kontinuirano mjerenje potrošnje cijelog postrojenja i praćenje profila snage pojedinih dijelova pogona omogućuje detaljno planiranje i predviđanje vršnog opterećenja na satnoj, dnevnoj i mjesečnoj bazi za što je potreban i kvalitetan sustav izvještavanja nad brojnim mjerenjima.

Kod velikih industrijskih potrošača, kao i kod operatera distribucijskih sustava, zanimljivo je izvještavati o potrošnji na nekoliko naponskih razina mreže, te na različitim točkama potrošnje. Ujedno je važno sve podatke prikazati na jednom izvještaju u sažetom obliku, na primjer za jedno distribucijsko područje ili za različite pogone kod industrijskih potrošača. Ako mjerimo potrošnju (radnu, jalovu i prividnu) ukupno i po fazama u 15 minutnim intervalima i tome pridodamo podatke o struji po fazama i  $\cos\phi$ , za period od mjesec dana dobivamo približno 46.000 podataka po jednom mjernom mjestu koje treba vizualizirati i predstaviti korisniku.

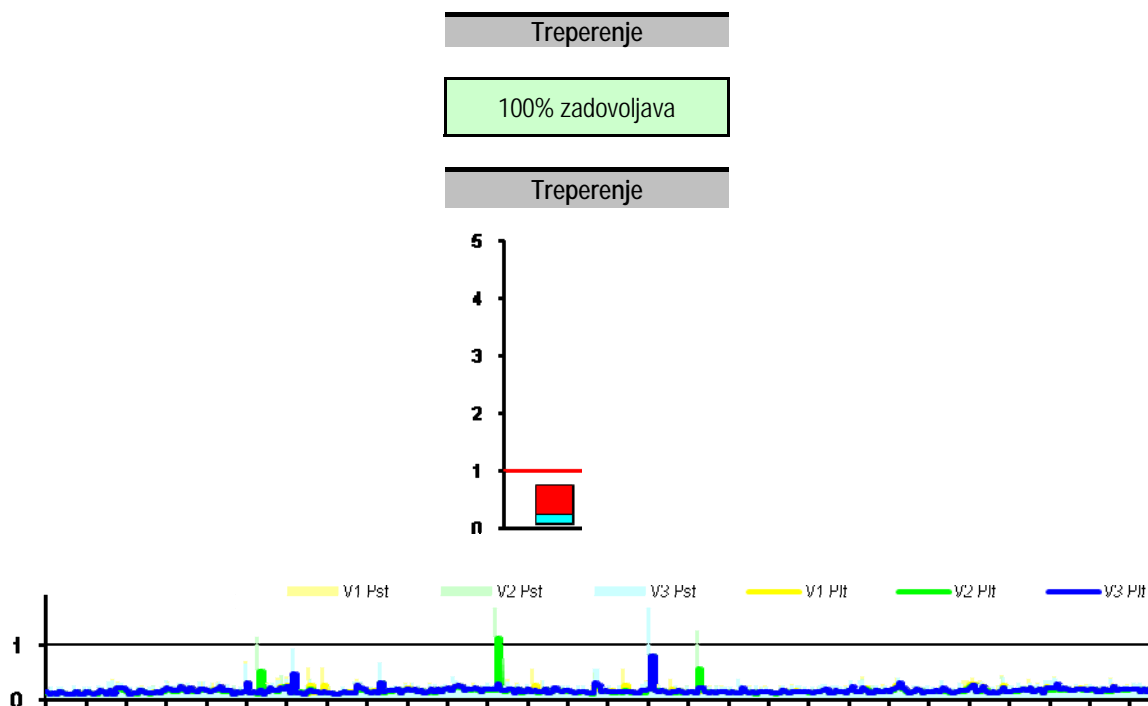
#### 5. VIZUALIZACIJA NUMERIČKIH PODATAKA

Da bi brojni podaci o kvaliteti i potrošnji električne energije bili jasni i razumljivi korisniku u izvještajima ih je potrebno grafički prikazati, odnosno vizualizirati. Osnovna zadaća vizualizacije je omogućavanje korisniku lakšeg uočavanja promjena, odnosno odstupanja od nominalnih vrijednosti, te prepoznavanje smetnji i kvarova. Pravilna interpretacija podataka, a time i uporabljivost i kvaliteta izvještaja, bitno je određena načinom vizualnog predočavanja podataka korisniku izvještaja. Kod dizajniranja izvještaja ta funkcionalna komponenta izvještaja mora biti usklađena s jednostavnošću korištenja i estetskom razinom izvještaja.



Slika 1 Primjer grafikona profila snaga.

Prezentacija podataka u izvještaju također treba biti prilagođena grupi korisnika za koji su izvještaji namijenjeni. Tako razlikujemo detaljne izvještaje o kvaliteti električne energije za inženjere specijaliste u održavanju koji mogu prepoznati potencijalne probleme od sumarnih izvještaja potrošnje za financijsku službu i upravu.



Slika 2 Primjer vizualizacije parametara kvalitete za treperenje.

## 6. FORMAT IZVJEŠTAJA

Proces izvještavanja sastoji se od unosa ulaznih podataka koji vrši korisnik kroz za to prilagođeno sučelje, dohvata podataka iz različitih izvora, agregacije i obrade podataka, te na kraju predstavljanja odnosno vizualizacije tih podataka korisniku, vrlo važan element je i elektronički oblik izvještaja. Elektronički oblik izvještaja je ono što korisnik zapravo vidi kao krajnji rezultat izvještavanja. Format izvještaja mora biti prepoznatljiv i raširen u uporabi, dostupan svim korisnicima, jednostavan za ispis, dodatnu obradu i analizu. Format koji se odmah nameće kao sve prisutan, korisnicima razumljiv, jednostavan za korištenje i obradu je Microsoft Excel radna bilježnica (.xls). Taj format omogućava prikaz velikog broja podataka u radnim listovima, posjeduje izvrstan matematički alat za analizu podataka i prikaz grafikona te odličnu podršku za ispis izvještaja i gotovo je zastupljen na svim računalima kroz komercijalni Microsoft Office paket ili besplatni OpenOffice paket. Jednostavan je i za distribuciju kroz elektroničku poštu i Internet, a omogućava korisnicima dodatnu analizu podataka u samoj aplikaciji.

Adobe PDF format je vrlo popularan i za razmjenu dokumenata prilagođen format jer omogućuje zaštitu sadržaja. PDF format je raširen i korisnicima dostupan format koji se koristi i kod aplikacija za izvještavanje. Većina aplikacija za izvještavanje omogućuje izvoz izvještaja u PDF format.

Ostali formati koji nisu korisnički orijentirani kao što su HTML ili XML služe za prikaz i razmjenu izvještaja između različitih programa i aplikacija.

## 7. PREDNOSTI WEB TEHNOLOGIJA

Sveprisutne Web tehnologije u Internet i Intranet aplikacijama, te prednosti klijent-poslužitelj arhitekture prepoznate su i u sferi izvještavanja. Omogućavaju razvoj i rad aplikacija na poslužiteljima, a sve interakcije korisnika odvijaju se kroz Web preglednike (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Safari ...) tako da nije potrebna instalacija posebnih aplikacija na računala korisnika. Web aplikacije su dostupne i preko mobilnih uređaja i „pametnih“ mobilnih telefona. Aplikacija je dostupna svim korisnicima u Intranet okruženju, a otvaranjem poslužitelja dostupna je i na Internetu.

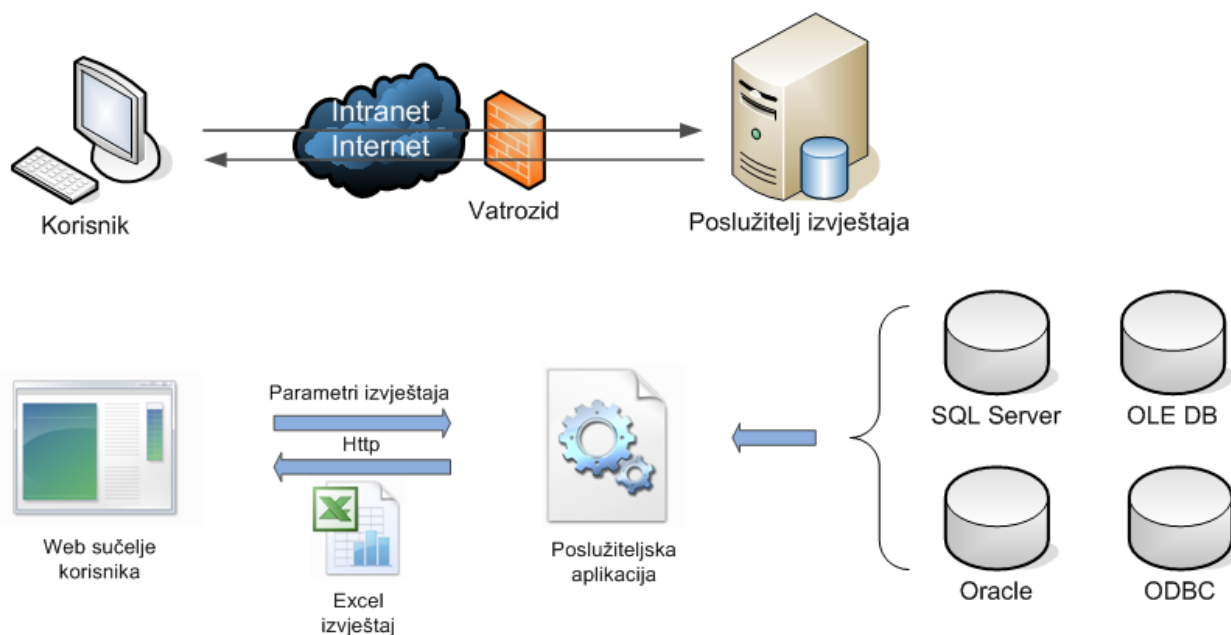
Sve promjene na aplikaciji odmah su vidljive svim korisnicima tako da je olakšano ažuriranje i dodavanje izvještaja, promjena i unaprjeđenje sučelja čime se olakšava administriranje i održavanje aplikacije. Najveća prednost Web sučelja je njegova raširenost, jednostavnost uporabe i broj korisnika.

Web aplikacije su dostupne korisnicima i ne zahtijevaju posebnu edukaciju i upoznavanje. Jednom postavljena aplikacija dostupna je svim korisnicima koji mogu, ovisno o definiranim korisničkim pravima, pregledavati i generirati izvještaje. Dostupnost podataka i izvještaja kao i prilagođenost izvještaja pojedinim grupama korisnika jednostavno se može definirati kroz korisnička prava. Web arhitektura pojednostavljuje razvoj aplikacija za izvještavanje, administratorima olakšava održavanje, a korisnicima, kroz prepoznatljivo sučelje, omogućava brz i jednostavan pristup traženim izvještajima.

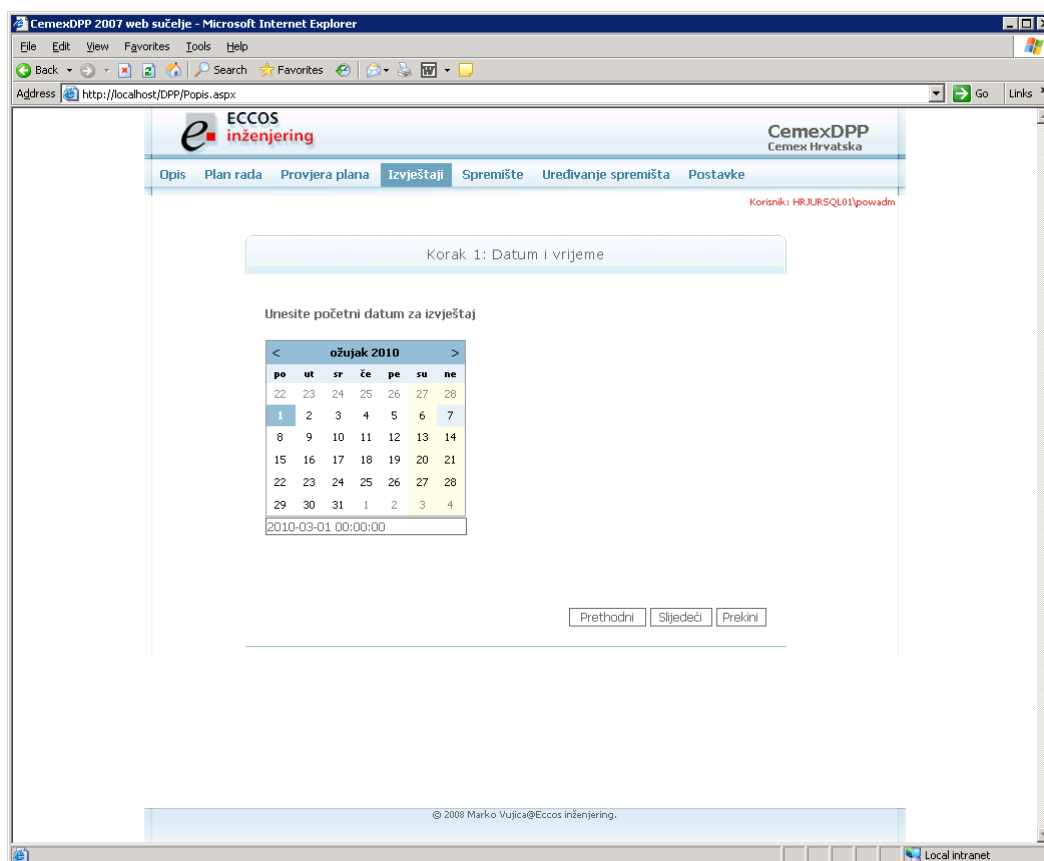
## 8. ARHITEKTURA APLIKACIJE ZA IZVJEŠTAVANJE

Aplikacija se sastoji od dva dijela: poslužiteljske aplikacije i web sučelja prema korisniku. Poslužiteljska aplikacija kao jezgra sustava omogućava spajanje na različite izvore podataka. Izvori podataka su najčešće SQL Server, Oracle server, MySQL, Access, te sve ostale OLE DB i ODBC kompatibilne baze podataka. Sljedeće zadaće poslužiteljske aplikacije su izvlačenje podataka iz baza i njihova obrada ovisno o korisnički unesenim parametrima, analiza podataka, izrada grafikona i slanje izvještaja u .xls formatu. Definicije izvještaja su pohranjene na poslužitelju u obliku konfiguracijskih XML datoteka u kojima su definirani izvori podataka, parametri izvještaja, SQL upiti i konačni format izvještaja u Excel datoteci.

Web sučelje jedini je korisniku vidljiv dio aplikacije koji omogućuje pregled pohranjenih izvještaja na poslužitelju, generiranje izvještaja i spremanje izvještaja. Web sučelje može biti prilagođeno različitim tvrtkama i korisnicima aplikacije ovisno o njihovim specifičnim potrebama dok poslužiteljska aplikacije ostaje nepromijenjena. Na taj način na poslužitelju može biti aktivno nekoliko sučelja iznad iste jezgre. Web sučelje omogućava: prikazivanje popisa dostupnih izvještaja na poslužitelju, pokretanje traženog izvještaja, unos parametara izvještaja od strane korisnika i slanje generiranog izvještaja na korisnikovo računalo. Svi se izvještaji izvršavaju centralno na poslužitelju i cjelovito izrađeni šalju se putem preglednika korisniku. Generirani izvještaji mogu se pohraniti na poslužitelj čime postaju dostupni i ostalim korisnicima aplikacije sukladno njihovim korisničkim pravima.

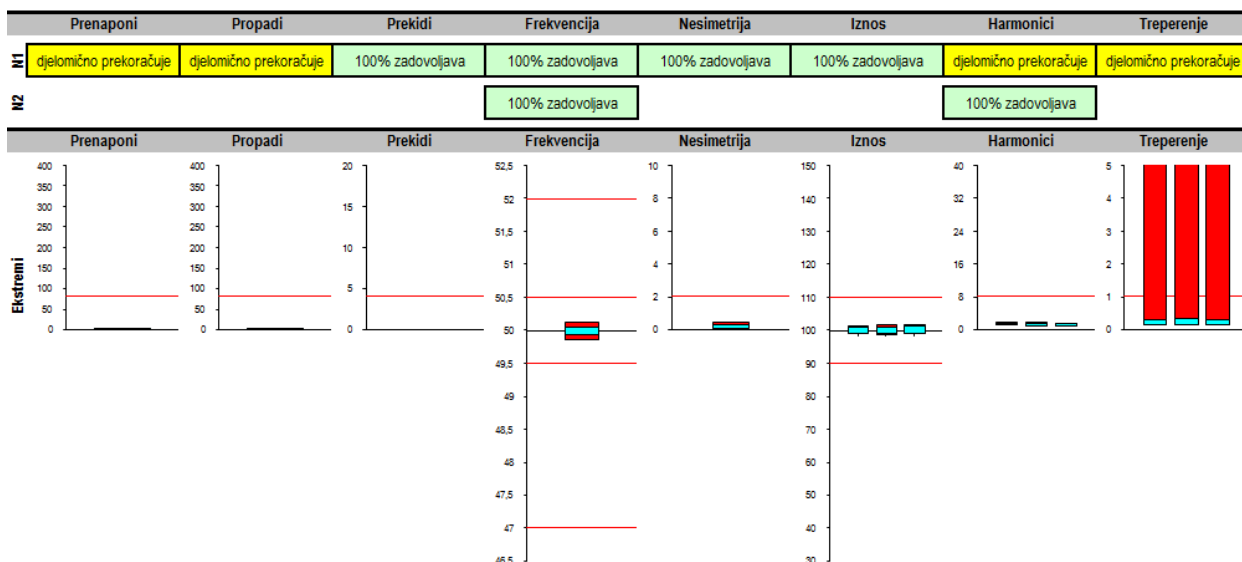


Slika 3 Arhitektura sustava izvještavanja



Slika 4 Primjer Web sučelja aplikacije za izvještavanje, unos parametara izvještaja.

### Izveštaj o sukladnosti kvalitete električne energije s normom EN 50160 / Graph.Bar



Slika 5 Izvještaj prema EN50106

## 9. POGLED PREMA BUDUĆIM SUSTAVIMA ZA IZVJEŠTAVANJE

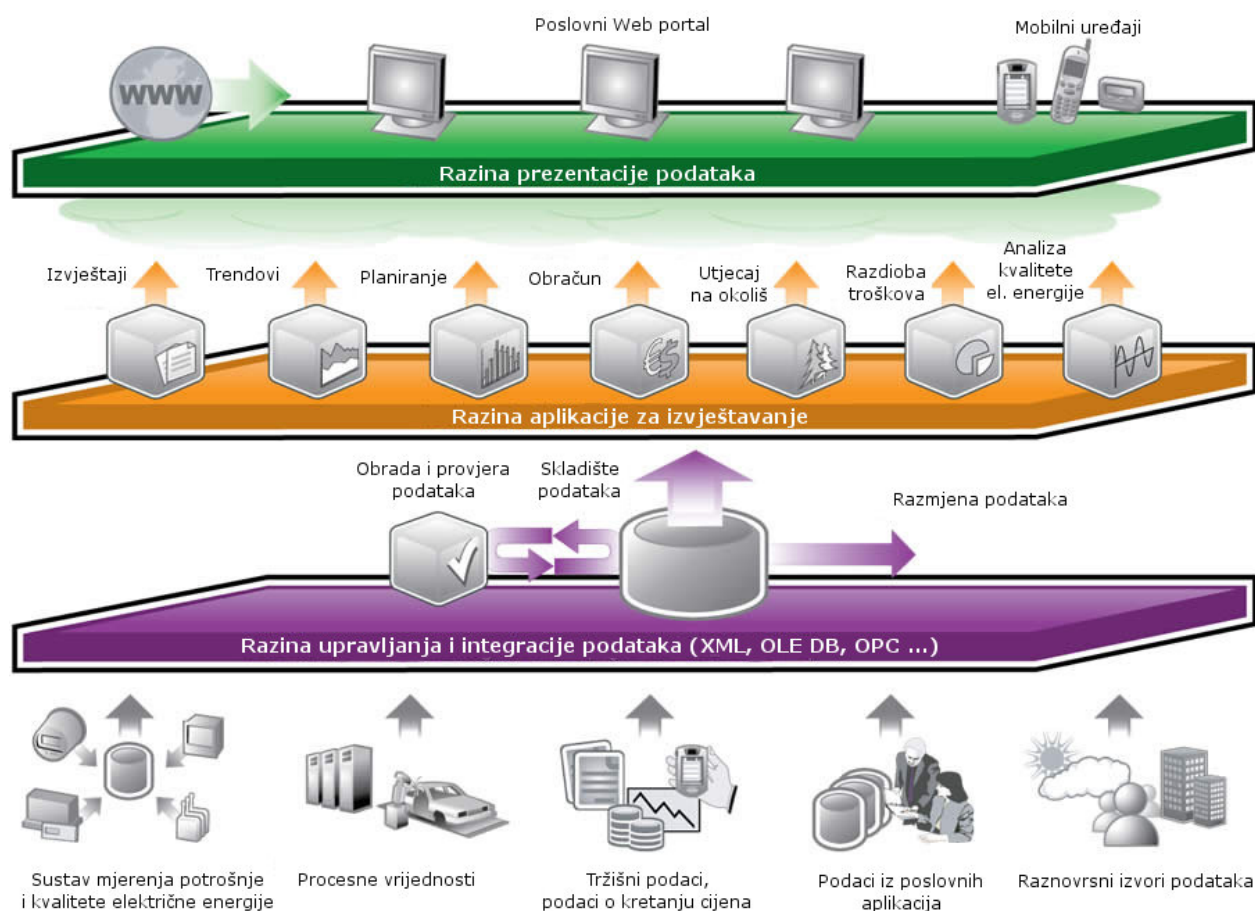
Alat za izvještavanje i njegov razvoj koji je počeo od pojedinačne aplikacije vezane uz jednog proizvođača ili tip mjernog uređaja instalirane na zasebnim procesnim računalima napravio je značajni iskorak uvođenjem složenijih sustava temeljenih na Web tehnologijama. Naime, primjena Web tehnologija omogućila je izvještavanje iz različitih izvora podataka za veliki broj korisnika. Krajnji doseg



tog razvoja biti će sveobuhvatni Web Portal električne energije. On će objediniti trenutne mjerne veličine i procesne vrijednosti iz različitih podsustava s povijesnim podacima, u obliku sofisticiranih izvještaja, zajedno s podacima o poslovanju tvrtke iz poslovnih aplikacija (npr. SAP). Centralizirana aplikacija omogućit će slanje predefiniranih izvještaja ili izvještaja generiranih ovisno o promjeni neke vrijednosti, putem elektroničke pošte direktno na korisnikove adrese.

Glavne prednosti takvog sustava su:

- neovisnost o izvoru podataka; prikupljanje podataka iz različitih izvora i formata baza podataka, datoteka i web servisa.
- prilagodljivost korisniku; izgled sučelja i izvještaja, obim podataka.
- otvorenost.



Slika 6 Struktura sustava za upravljanje energijom

## 10. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani zahtjevi za suvremeni sustav izvještavanja o kvaliteti i potrošnji električne energije. Opisan je i primjer jednog takvog sustava koji je samostalno razvijen na bazi web tehnologija. Nadalje, predstavljen je smjer budućeg razvoja takvih sustava izvještavanja koji se neće ograničiti samo na potrošnju i kvalitetu električne energije, nego će pružiti kompletan sustav gospodarenja energijom na razini poduzeća. Samo mjerenje i prikupljanje podataka nije dostatno bez pravog analitičkog alata koji ima mogućnost usporedbe i integracije mjerenih podataka s procesnim i poslovnim informacijama. Na taj način korisnik ima pregled svih podataka ključnih za bolje poslovanje i odlučivanje.

## **LITERATURA**

- [1] R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, H. W. Beaty, „Electrical Power Systems Quality“, McGraw-Hill, 1996.
- [2] HRN EN 50160:2008, „Naponske karakteristike električne energije iz javnog distribucijskog sustava“, 2008.
- [3] Asheibi, Stirling, Robinson, „Identification of Load Power Quality Characteristics using Data Mining“, 2006.
- [4] Brian Kingham, „National Quality of Supply Standards: Is EN50160 the Answer?“, 2008