

Razvoj softverskog alata za akviziciju, analizu i prikaz podataka u fotonaponskim sistemima

Dragoljub Mirjanić

Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske
Banja Luka, Republika Srpska
mirjanicd@gmail.com

Ljubiša Preradović

Univerzitet u Banjoj Luci
Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet
Banja Luka, Republika Srpska
ljpreradovic@agfbl.org

Darko Divnić

Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske
Banja Luka, Republika Srpska
divnic@gmail.com

Sažetak—Za istraživanja problematike fotonaponske konverzije sunčevog zračenja, i svih parametara koji obezbjeđuju veći energetske prinos, od velike važnosti su geografska lokacija i nagib, izbor fotovoltaičnih materijala, te specifičnosti komponenti solarnog sistema i njihova uzajamna vezu i podrška različitim softverskim rješenjima u ovoj oblasti. U radu je opisan softver koji je kreiran i analiziran u Laboratoriji za solarnu energetiku, koja u okviru svog fotonaponskog (FN) sistema, posjeduje eksperimentalnu solarnu elektranu od 2 kWp sa 8 monokristalnih fotonaponskih panela, meteorološku stanicu za mjerenje klimatskih podataka i eksperimentalni sistem, SolarBox, sastavljen od 5 polikristalnih panela od 50Wp različitog nagiba i geografske orijentacije, te više sofisticiranih uređaja sa sensorima i računarskim alatima za mjerenja karakteristika fotonaponskih modula i intenziteta sunčevog zračenja. Razvijeni softver rješava problem akvizicije, skladištenja i međusobne korelacije određenih podataka jednog podsistema u odnosu na drugi pod istim klimatskim uslovima i vrši analizu i prikaz bitnih parametara na osnovu kojih se može ocijeniti rad kompletnog sistema.

ključne riječi- Fotonaponski sistem; softverski alat; akvizicija podataka

I. UVOD

Danas su informacione tehnologije postale temeljna podrška solarnim sistemima, gdje su kreirane različite kategorije softvera – od desktop korisničkih aplikacija na različitim računarskim platformama, uvijek dostupnih geografskih informacionih sistema (GIS) postavljenih na brze web servere i tehnologije u oblaku (engl. cloud), pa do aplikacija za projektovanje solarnih sistema uz pomoć mobilnih uređaja i tableta [1]-[3]. Ovo je dodatno podržano velikim brojem baza podataka, ne samo klimatskih, nego i drugih potrebnih za simuliranje ili kreiranje solarnih sistema [4], [5]. Kako svi ovi podaci imaju zajedničke vremenski uslovljene odrednice, zavisno od učestalosti mjerenja, količina podataka svakim danom sve više raste, te je ove podatke potrebno pravilno skladištiti [6]. Zbog daljnjih manipulacija ovim podacima i svega ranije navedenog neophodno je

obezbijediti da oni budu skladišteni na sisteme za upravljanje bazama podataka [4] - [6].

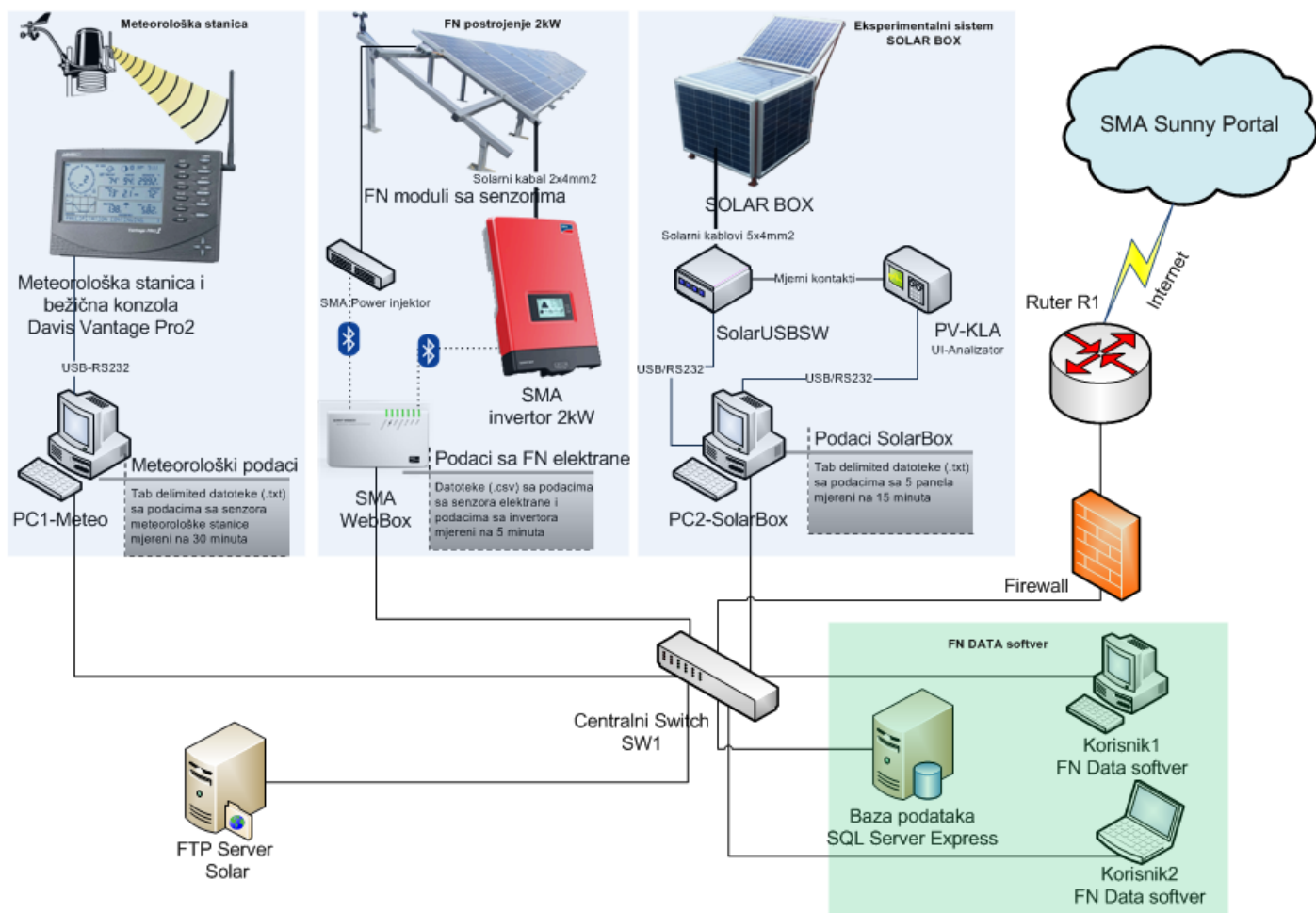
Ovaj rad je nastao usljed potreba za centralizacijom svih podataka FN sistema dobijenih u Laboratoriji za solarnu energiju Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske (ANURS), što je samo jedan korak do kompletne analize podataka FN sistema laboratorije koju obezbjeđuje softver načinjen za te namjene [7].

II. FN SISTEM LABORATORIJE

Laboratorija je počela sa radom krajem 2012. godine i posjeduje veliki broj mjernih uređaja i senzora koji, konstantno, 24 sata svakog dana mjere i snimaju, kako klimatske, tako i električne karakteristike, sa tri fizički odvojena i nezavisna sistema. Svaki od ovih sistema ima različit interval snimanja podataka: podaci FN postrojenja snimaju se na svakih 5 minuta, eksperimentalni SolarBox sistem na 15 minuta, a klimatski podaci se pomoću meteorološke stanice snimaju na 30 minuta. Snimljeni podaci su u različitim formatima i tipovima datoteka koje se smještaju na FTP serveru u zasebnim direktorijumima kojima se pristupa na osnovu korisničkih privilegija, gdje samo Web box (SMA - Njemački proizvođač solarne opreme) ima opciju da dnevne datoteke direktno smješta na server pomoću specifičnog modula (engl. *push module*)[8].

U skladu sa navedenim problem je međusobnog poređenja i analize podataka, za ova tri podsistema, koji nisu centralizovano skladišteni. Problem centralizacije skladištenja podataka je riješen kreiranjem baze podataka i aplikacije za akviziciju i monitoring relevantnog skupa podataka sa svih ključnih komponenti sistema, u odnosu na realne klimatske parametre.

Dijagram kompletnog sistema u laboratoriji ANURS je prikazan na slici 1, gdje su predstavljene nezavisne komponente sa data logerima, sensorima i mjernim uređajima, te način distribucije određenih podataka sa FN elektrane na SunnyPortal servis kao opciona mogućnost.



Slika 1. Dijagram komponenti FN sistema laboratorije

FTP server je konfigurisan tako da je za svaki uređaj obezbijeden pristup tačno određenom direktorijumu na disku servera. Pristup je omogućen putem jedinstvenog korisničkog imena i lozinke. Ovi podaci se mogu podesiti pri konfiguraciji komponenti FN sistema koje to podržavaju, i tako omogućiti da se datoteke automatski šalju na unaprijed zadanu putanju diska FTP servera.

III. FN SOFTVER SOLAR DATA

Datoteke sa podacima svakog sistema se na FTP serveru nalaze u sljedećim formatima:

Davis Meteos Logger podatke sa svim mjerenjima u intervalu od 30 minuta čuva u jednoj *txt* datoteci i na zahtjev klijenta moguće je te podatke prebaciti na FTP server. Format podataka je *tab delimited*. SMA WebBox podatke FN postrojenja, mjerene u intervalu od 5 minuta, automatski prebacuje na FTP server u datotekama *csv* formata za svaki dan mjerenja, gdje je format datuma i vremena (*dd.MM.yyyy HH:mm*) u jednom polju i različit je od istog iz prethodne datoteke [8], [9]. Eksperimentalni sistem Solar Box, za svaki dan mjerenja u intervalu od 15 minuta, podatke svakog FN modula, smješta u *txt* tab delimited datoteku. Ovdje je format datuma i vremena u različitim poljima u formatu (*M/dd/yyyy*) i (*HH:mm:nn tt*), respektivno.

Razvojno okruženje

Softver je kreiran u razvojnom okruženju Visual studio 2012 C#, a radi pod .Net Framework-om 4. Baza podataka je SQL server 2008 Desktop edition, a model baze je izvorno kreiran u ERWin okruženju.

Opis softvera Solar Data

U ovom poglavlju je opisano kreiranje baze podataka i softvera SOLAR DATA, te njegov način rada koji obezbjeđuje jednostavan pristup i analizu svih podataka i rezultata u vidu grafikona i tabela.

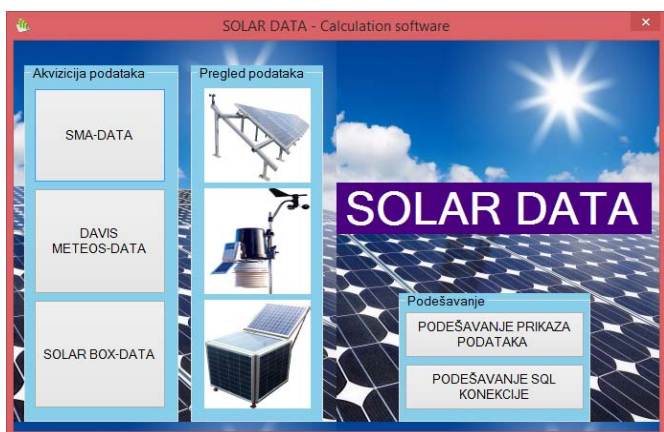
Izgled početne forme je prikazan na slici 2, i sadrži tri odvojena grupisana regiona sa komandnim dugmadima.

Pomoću ovi komandi moguće je pokretati forme sa sljedećih regiona:

- Akvizicija podataka - forme za raščlanjivanje (engl. parse) i smještanje podataka u bazu,
- Pregled podataka - forme za selektovanje podataka po različitim parametrima i njihovo prikazivanje u vidu grafikona i tabela, izvoz grafikona i podataka u vidu slike ili excel datoteke,

- Podešavanje softvera - forma za podešavanje parametara solarnih podsistema (bitni podaci sa karakteristikama uređaja i panela, podešavanja konekcije na bazu podataka i FTP server, konfiguracija parametara za analizu i prikaz podataka)

Aplikacija Solar data automatski pri svakom pokretanju provjerava da li su dostupne informacije za konekciju sa Bazom podataka. U slučaju da je aplikacija prvi put pokrenuta ili da konekcija sa bazom nije moguća automatski se pokreće forma za podešavanje konekcije sa SQL serverom sa podacima (adresa servera, korisničko ime, lozinka, naziv baze, vrsta konekcije), koji se čuvaju unutar Registra (*engl. Registry*) računara na kojem je aplikacija pokrenuta, i svaki put pri pokretanju aplikacije ili promjene podešavanja SQL konekcije, ovi podaci se čitaju ili upisuju sa istog mjesta u Registry.



Slika 2. Prikaz početne forme aplikacije SolarData

Podešavanje softvera

Podešavanje softvera se vrši za svaku komponentu sistema, a uređaji za koje se podešavaju parametri smješteni su u pet grupa (Osnovni podaci, Solarni paneli, Podešavanje prikaza, Parametri FTP servera, Uvoz podataka). Osnovni podaci, obuhvataju informacije o nazivu, geografskoj lokaciji, snazi, proizvođaču, vrsti sistema, itd. Podaci o parametrima FN panela su u okviru SolarPanel gdje se prikazuju: naziv proizvođača, model, vrsta, efikasnost, snaga i ostali električni parametri, dimenzije, masa itd.

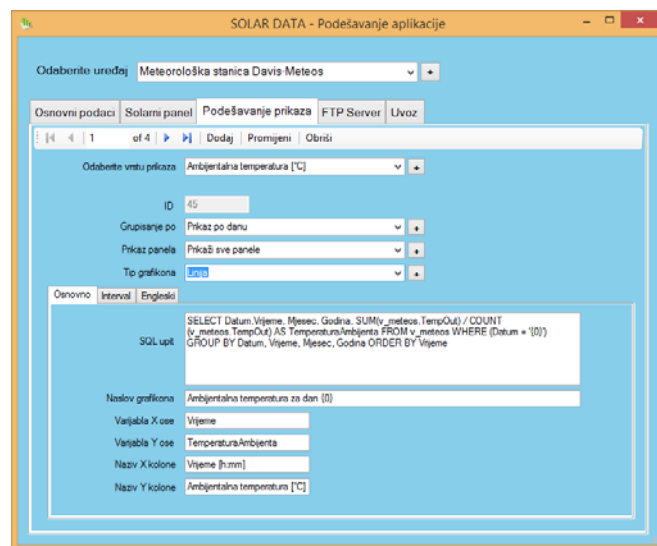
Podešavanje prikaza (Slika 3) opisuje način prikazivanja mjerenih podataka svake komponente FN sistema, u ovom slučaju je to meteorološka stanica Davis Meteos koja mjeri klimatske podatke.

Za svaku komponentu se mogu prikazati različiti parametri, a u ovom slučaju meteorološke stanice mogu se prikazati parametri kao što su: ambijentalna temperatura, smjer i brzina vjetrova, solarna radijacija koja je pala na osjetljivi piranometar, solarna energija, vlažnost vazduha [9]. Ovi parametri se mogu grupisati u četiri kategorije: po danu, mjesecu, godini i ukupno. Zatim u slučaju Solar Box komponentu sistema prikaz se može podesiti za sve panele ili pojedinačno za svaki. Može se predefinisati i izgled

grafikona podešavanjem vrijednosti iz polja Tip Grafikona. Osnovno podešavanje ovih prikaza se sastoji iz najvažnijeg polja koje sadrži SQL upit koji servira podatke za grafikon i tabele, i on se u ovom obliku nalazi u polju tabele baze podataka. Mogu se inicijalizirati i varijable za naslov grafikona, naslove i varijable X i Y ose grafikona koje u vitičastim zagradama sadrže brojevnne vrijednosti varijabli koje ih mijenjaju pri pokretanju programa i odgovarajućih prikaza.

Podešavanje prikaza podataka je moguće načiniti tako da se podaci selektuju u okviru definisanog vremenskog intervala, a ovo zahtijeva poseban SQL upit i ostale parametre koji sadrže vitičaste zagrade sa brojevnim vrijednostima koje će kao što je i ranije nevedeno, zauzeti odgovarajuće varijable pri pokretanju programa. Nazivi koordinatnih osa i naslova grafikona se mogu prilagoditi za prikaz na engleskom jeziku, uključujući i podešavanje intervala za prikaz.

Za pristup datotekama svake od komponenti, koje se nalaze na zasebnim direktorijumima i sa različitim parametrima pristupa na FTP serveru, koristi se podešavanje istog. Opcije uvoza SQL komandi omogućavaju da korisnik ne mora nužno imati informatički specijalizovana znanja. Dovoljno je samo uvesti datoteku sa SQL komandama na osnovu koje će softver kreirati nova i dodatna podešavanja sistema ili nove vrste grafikona.



Slika 3. Podešavanje prikaza komponenti sistema

Akvizicija podataka softverom

Modul za raščlanjivanje podataka iz datoteka **a** je kreiran tako da pri samom pokretanju provjerava da li na FTP severu postoje datoteke čiji je datum, preuzet iz naziva iste, noviji od datuma posljednjeg zapisa u tabeli baze podataka za datu FN komponentu. Ako jeste onda je moguće dozvoliti automatsko selektovanje i tretiranje svih novijih datoteka sa FTP servera koje nisu tretirane.

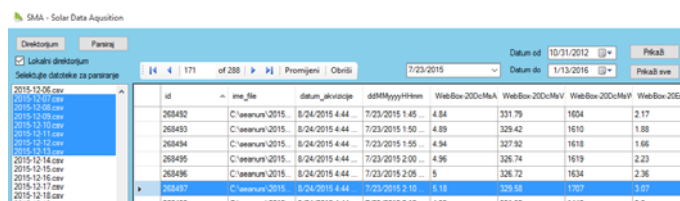
Ostavljena je mogućnost i pregleda svih postojećih datoteka na direktorijumu FN podsistema FTP servera i eventualnog selektivnog tretiranja neke od datoteka. Pri

tretiranju odabranih datoteka sa kontrole *list*, poslije uspješno obavljenog ovog koraka prikazuje se sve datoteke koje su uspješno tretirane i podaci arhivirani u bazu podataka se prikazuju na kontroli *datagridview* (slika 4). Program će dozvoliti upis u bazu samo onim podacima koje već ne postoje.

Raščlanjivanje podataka iz datoteka je za svaki od tri navedena sistema vršeno na drugačiji način i u zasebnim obrascima, jer su formati tih datoteka drugačiji, a takođe i određeni tipovi podataka se razlikuju. Na primjer, potrebno je vršiti konverzije datuma iz jednog formata, u za sva tri sistema isti zajednički format.

Takođe je moguće prikazati podatke pojedinačno za svaki dan ili ih prikazati u nekom vremenskom intervalu. Ove izvorne podatke je moguće po potrebi brisati ili mijenjati u slučaju da želimo uvoziti nove.

Za konekciju na lokalni ili udaljeni FTP server sa datotekama komponenti FN sistema kreirana je klasa *ftp.cs* za pristup i manipulaciju datotekama FTP koja sadrži metode za konekciju, preuzimanje, postavljanje i uzimanje informacija o datotekama.



Slika 4. Prikaz forme za pristup datotekama FTP servera i raščlanjivanje podataka za FN postrojenje

Postupak raščlanjivanja se vrši smještanjem cijele datoteke u privremenu tekstualnu listu tipa *string*, a zatim se svaka linija pojedinačno dijeli, zavisno od delimitera, na pojedinačna polja koja se čitaju uz pomoć regularnih izraza iz programske biblioteke *System.Text.RegularExpressions* [8], [9].

Ovi podaci se smještaju, za svaki red (*engl. DataRow*), u privremenu tabelu (*engl. DataTable*) skupa podataka (*engl. data set*) aplikacije koja se kasnije metodom spajanja (*engl. Merge*) sa tabelom iz baze podataka pri čemu nije dozvoljeno dupliranje podataka. Ovdje se koriste funkcionalnosti ADO.Net biblioteke *System.Data* sa klasama za manipulaciju kolekcijama kolona (*engl. DataColumn*) i redova privremenih tabela iz potrebne kolekcije podataka aplikacije [10], [11].

Za svaki podatak koji se preuzme iz datoteka FTP servera u bazu se upisuju naziv datoteke, datum i vrijeme preuzimanja podataka sa mjerenjima.

U ovom koraku raščlanjivanja podaci i dalje imaju svoje originalne odrednice intervala mjerenja od (5, 15 i 30 minuta) i kao takvi se smještaju u zasebne tabele Baze podataka. Tek pri analizi i prikazu podataka ovi se podaci podvrgavaju manipulacijama u smislu prilagođavanja i sinhronizacije datuma i vremena snimanja istih, za slučaj da se žele međusobno porediti varijable iz različitih komponenti FN sistema. Ovo je realizovano upotrebom

privremenih pogleda (*engl. Views*) koje podržava SQL server.

Pregled podataka softverom

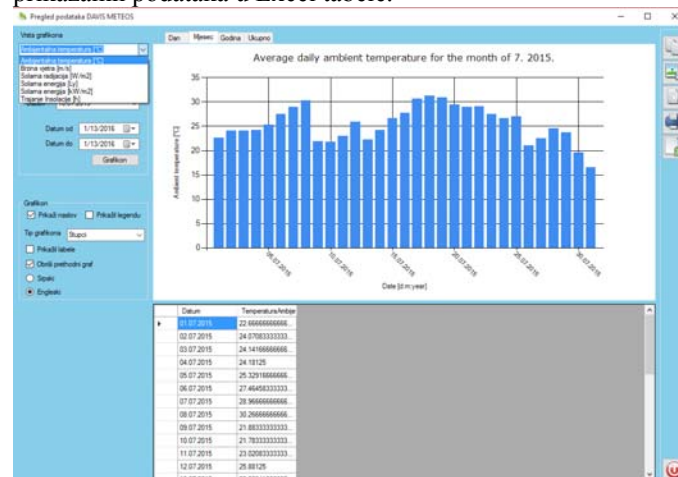
Pregled podataka za svaki od uređaja je moguć po različitim kategorijama prikaza podataka u vidu grafikona i tabelarnog prikaza putem formi za pregled podataka.

Osnovni meteorološki podaci prikazani su na formi (slika 5) i dijele se na podatke za: ambijentalnu temperaturu, brzinu vjetra, solarnu radijaciju, solarnu energiju, itd. Podaci se mogu prikazivati po danu, mjesecu, godini ili za ukupni mjereni period [9].

Moguć je prikaz podataka za tačno naznačeni i selektovani datum ili interval između dva odabrana datuma iz datumskih kontrola na formi.

Podešavanje grafikona je predefinisano u podešavanjima aplikacije koja su prethodno već opisana, ali ih je moguće i ovdje dodatno mijenjati. Moguće je sakriti ili prikazati: naslov grafikona, legendu, labele sa vrijednostima podataka, tip prikaza podataka na grafikonu (stubac, linija, oblast), ili zadati da ovi podaci budu prikazani na engleskom jeziku.

Sve grafikone je moguće: kopirati u privremenu memoriju (*engl. clipboard*), sačuvati kao sliku u više formata (jpeg, emf, png, gif, tif), otvoriti u prozoru pregleda za štampanje (*engl. print preview*) ili direktno štampati, komandama sa desne strane forme. Ovdje se nalazi i opcija za izvoz prikazanih podataka u Excel tabele.



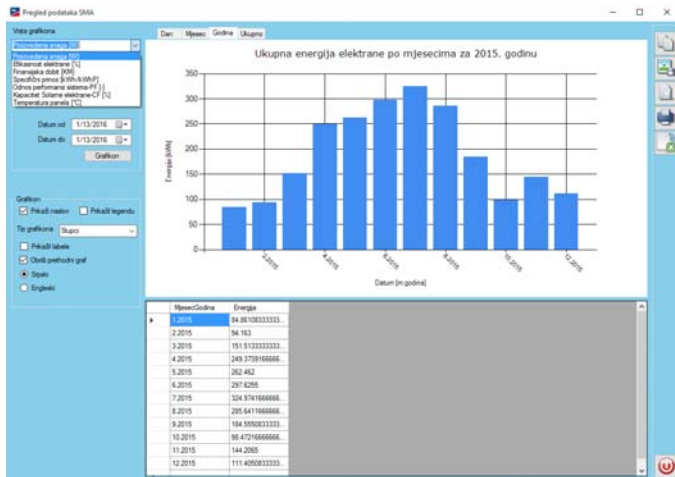
Slika 5. Pregled podataka meteorološke stanice Davis Vantage Pro 2

Forma je programski realizovana za prikaz i vizuelizaciju grafikona upotrebom biblioteke *System.Windows.Forms.Visualization.Charting*.

Izvoz grafikona u vidu različitih formata slika je realizovan klasom *GraphFunctions* čije metode dozvoljavaju izvoz i štampanje slika sa grafikonom. Za tabelarni izvoz podataka u *xls* format je kreirana klasa *ExcellUtility* koja koristi biblioteku *Microsoft.Office.Interop.Excel* [10], [11].

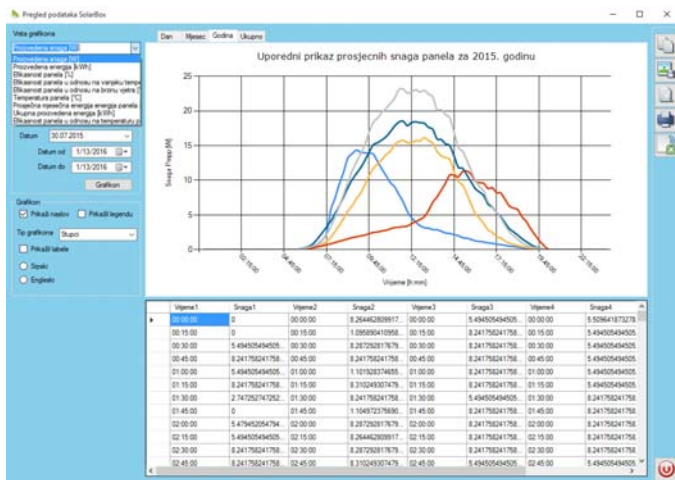
Forma za analizu i pregled podataka FN postrojenja omogućavaju korisniku pregled sljedećih podataka: proizvedena snaga, efikasnost elektrane, finansijska dobit, specifični prinos, odnos performansi sistema, kapacitet

elektrane, temperatura FN modula, kako je prikazano na slici 6 [8].



Slika 6. Pregled podataka FN postrojenja 2kWp

Forma za analizu i pregled podataka eksperimentalnog sistema SolarBox, sa pet različito orjentisanih FN modula, omogućavaju korisniku pregled sljedećih podataka: proizvedena snaga, proizvedena energija, efikasnost panela, efikasnost panela u odnosu na vanjsku temperaturu, efikasnost panela u odnosu na brzinu vjetra, kao što je prikazano na slici 7. Sve ove podatke je moguće predstaviti grafički i tabelarno [6].



Slika 7. Pregled podataka eksperimentalnog sistema SolarBox

Razlika u odnosu na prethodne forme je u tome što je moguće sve ove podatke, zavisno od potrebe, prikazati za pojedinačne panele ili sve panele.

Analiza podataka dobijenih softverom Solar Data

Grafički i tabelarni prikaz podataka dobijenih pomoću Solar Data softvera je veoma lak za interpretaciju.

Tokom mjerenja pomoću meteorološke stanice Davis, najduže trajanje godišnje insolacije zabilježeno je 2015.

godine u iznosu 2543 sata, dok je, za tri godine mjerenja, prosječno 2485 sati po godini.

Najveće izmjereno ukupno mjesečno solarno zračenje (solarna radijacija) koje je palo na kvadratni metar površine bilo je u mjesecu julu 2013. godine i iznosilo je 379.5kW/m². Prosječno godišnje solarno zračenje je 2170kW/m², prosječno mjesečno je 181kW/m², prosječno dnevno je 5.95kW/m², za pune tri godine mjerenja.

Prosječna mjesečna ambijentalna temperatura je u mjesecu julu 2015. godine bila najveća i iznosila je 25.472°C, dok su godišnje prosječne temperature za 2013., 2014. i 2015. godine iznosile 12.8, 13.5 i 13.3°C°C respektivno.

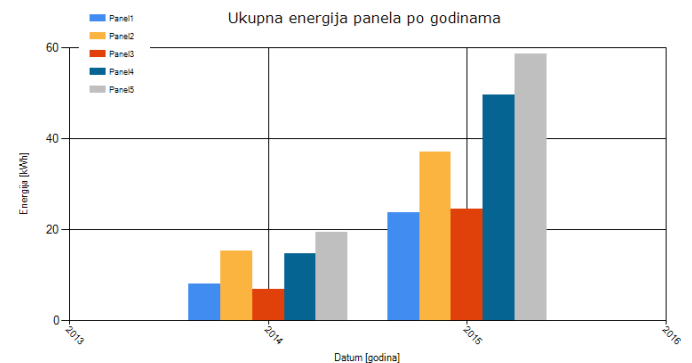
Prosječne godišnje brzine vjetra su u 2013, 2014. i 2015. godini 0.67, 0.51, 0.53 m/s, respektivno, a najveća prosječna mjesečna brzina od 1.07 m/s, zabilježena je martu 2015.

Najveći mjesečni prinos energije FN postrojenje od 2kWp proizvelo je u julu 2015. godine i iznosi 324.97kW, dok je ukupni prinos elektrane od početka rada 6416.097 kWh, što prosječno godišnje iznosi 2105.838kWh.

Energetska efikasnost elektrane u 2014. i 2015. godini iznosi 11.60% i 11.90% respektivno.

Ukupna finansijska dobit po cijeni subvencije od 0.3097KM/kW je 1987.07 KM, što prosječno godišnje iznosi 662.36KM. Specifični prinos je najveći u 2015. godini i iznosi 1140kWh/kWhp, odnos performansi sistema je 0.78%, a kapacitet elektrane je 13.02%. Prosječna godišnja temperatura FN modula je varirala od 8.36°C u 5 sati do 30.43°C mjerena u 13 časova.

Što se tiče eksperimentalnog sistema ukupna energija svakog panela za mjereni period od 1.8.2014. do 31.12.2015. god. je prikazana na slici 8.



Slika 8. Ukupna energija eksperimentalnog sistema SolarBox po godinama

Ukupan prinos energije, tokom 2015. godine, panela 5 je 58.63 kWh, panela 4 (49.60kWh), panela 2 (37.06kWh), modula3 (24.58kWh) i modula 1 (23.73kWh).

Najveća prosječna snaga optimalno postavljenog panela od 50Wp je 21.47W u 12 časova i 30 minuta. Efikasnost optimalno orjentisanog panela je najveća i iznosi 13.47%. Na osnovu analize, takođe, možemo konstatovati da efikasnost FN sistema pada sa porastom temperature, a raste sa porastom brzine vjetra.

ZAKLJUČAK

Sve podatke složenog FN sistema, koji dolaze sa više uređaja FN sistema je moguće prikupiti, objediniti, i centralizovano arhivirati, te analizirati, optimizovati, međusobno porediti i prikazati u okviru razvijenog softverskog rješenja Solar Data, uz podršku sistema za upravljanje bazom podataka. Solar Data se može koristiti kao jednostavan pomoćni alat koji pojednostavljuje neposredni pristup svim podacima sistema, što je veoma korisno za istraživačke svrhe. Takođe se može koristiti i kao sredstvo za monitoring cjelokupnog FN sistema. Može se slobodno reći da je on proistekao iz jedne ovakve težnje autora rada za jednostavnijom manipulacijom podacima u Laboratoriji.

Postavljanje jednog solarnog panela sa sistemom za dvoosno praćenje putanje Sunca bi imalo poseban značaj za Laboratoriju jer bi se analizom tih podataka pomoću realizovanog softvera cjelovito prikazao uticaj orijentacije panela na efikasnost FN sistema.

ZAHVALNICA

Rad je urađen uz podršku Ministarstva nauke i tehnologije Vlade Republike Srpske.

LITERATURA

- [1] The German Energy Society, Planning and installing photovoltaic systems A guide for installers, architects and engineer's, The German Energy Society, London, 2008.
- [2] M. Lalwani, D.P. Kothari, M. Singh, Investigation of Solar Photovoltaic Simulation Softwares, International journal of applied engineering research, Dindigul, 2010.
- [3] Lj. Majdandžić, Solarni sustavi – Teorijske osnove, Graphis, Zagreb, 2010.
- [4] M. Lalwani, D.P. Kothari, M. Singh, Investigation of Solar Photovoltaic Simulation Softwares, INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED ENGINEERING RESEARCH, DINDIGUL, Volume 1, No 3, 2010, ISSN - 0976-4259 p 585-561
- [5] G.T. Klise and J.S. Stein, Models Used to Assess the Performance of Photovoltaic Systems, SANDIA REPORT, SAND2009-8258, Sandia National Laboratories Albuquerque, California, USA, 2009
- [6] S. Pless, M. Deru, P. Torcellini, and S. Hayter, Procedure for Measuring and Reporting the Performance of Photovoltaic Systems in Buildings, Technical Report NREL/TP-550-38603, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado USA, 2005
- [7] D. D. Milosavljević, D. LJ. Mirjanić, T. M. Pavlović, D. Divnić, Danica S. Pirsil Experimental determination of the energy efficiency of 2.08 kwp pv solar power plant in Banja Luka, IV International Congress: "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry", Jahorina-BiH, 2015.
- [8] SMA, www.sma.de, [Internet izvor, pristupano 2. Septembar 2015].
- [9] Davis Meteos, <http://www.davisnet.com>, [Internet izvor, pristupano 4. Novembar 2015].
- [10] A. Troelsen, Pro C# and the .NET 4.5 Framework, Sixth Edition, Apres, USA, 2012.
- [11] J. Sharp, Microsoft® Visual C#® 2012 Step by Step, Microsoft Press, USA, 2012

ABSTRACT

Geographic location and tilt, selection of photovoltaic materials and specificity of solar system components and their mutual relation and support to different software solutions in this filed, are of great importance for investigation of the problematic of photovoltaic conversion of solar radiation and of all the parameters that ensure higher energy yield. The paper presents software which was designed and analyzed in the laboratory for solar energy, which, as part of its photovoltaic (PV) system, has an experimental solar 2 kWp plant with 8 monocrystalline photovoltaic panels, a meteorological station for measuring climate data and a SolarBox experimental system, composed of 5 polycrystalline 50Wp panels with different tilt and geographical orientation, as well as a number of sophisticated devices with sensors and computer tools for measuring the characteristics of photovoltaic modules and solar radiation intensity. The developed software solves the problem of acquisition, storing and correlation of certain data of a sub-system with regards to another system under the same climate conditions and performs an analysis and presentation of important parameters that allow the evaluation of the operation of the overall system.

Key words- Photovoltaic system; software tools

DEVELOPMENT OF SOFTWARE TOOLS FOR ACQUISITION, ANALYSIS AND PRESENTATION OF DATA IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Dragoljub Mirjanić, Ljubiša Preradović, Darko Divnić