

PROCJENA ISKORISTIVOSTI SOLARNE I ENERGIJE VJETRA

Marko Šilj, Slobodan Lubura, Milimir Šoja, Srđan Lale, *Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu*

Sadržaj – U ovom radu su analizirani i obrađeni mjereni podaci o dva tipična obnovljiva izvora energije: solarna i energija vjetra. Eksperimentalni podaci dobijeni su uz pomoć mjerno-akvizicionog sistema postavljenog na krovu Elektrotehničkog fakulteta u Istočnom Sarajevu. Izrađeno je i grafičko korisničko okruženje u programskom paketu Matlab za analizu i prezentaciju informacija vezanih za pojedine meteorološke pojave od interesa.

1. UVOD

Obnovljivi izvori energije su oni koji ne zagađuju okolinu, koji se dobijaju iz prirode i što je najvažnije, ne mogu vremenom nestati. To im je značajna prednost nad konvencionalnim izvorima energije koji se koriste dugi niz godina. Međutim, da bi mogli procijeniti njihovu iskoristivost u određenim periodima, potrebno je mjerenje podataka, od interesa, duži niz godina. U ovom radu su analizirani potencijali vjetra i sunca za 2012. godinu. Ovo je samo početak jer radi dobijanja pouzdanijih informacija o njihovoj iskoristivosti, nije dovoljan period od godinu dana neprekidnog praćenja solarne i energije vjetra.

2. OBRADA PODATAKA

Nakon višemjesečnih mjerenja meteoroloških pojava od interesa, dobijemo veliki broj podataka koji nam daju veoma malo ili nimalo korisnih informacija. U tom slučaju, statistika nam pomaže da analiziramo, obradimo i prikažemo zaključke iz snimljenih podataka. Međutim, da bi to učinili potrebno je da podaci budu na prikladan način razvrstani i pregledno prikazani. Kada to učinimo, moguće je upoređivati kakva je situacija bila prošle godine u isto vrijeme ili prošli mjesec i donositi određene zaključke. U nastavku rada su prikazane metode analiza vjetra, temperature i sunčevog zračenja.

2.1. Metode analize vjetra

Da bi dobili kvalitetnu analizu potencijala vjetra potrebno je postojanje dovoljne količine mjernih podataka brzine i smjera vjetra. Postoji više načina na osnovu kojih se mogu obraditi mjereni podaci. Oni uključuju direktne i statističke metode.

Direktnom metodom se polazi od toga da imamo N mjerenja brzine vjetra v , pri čemu su mjerenja usrednjena za odabrani vremenski interval Δt (najčešće satni ili desetominutni interval). Ovi podaci se mogu iskoristiti za izračunavanje sljedećih korisnih parametara [1], [2]:

- Srednja brzina vjetra tokom cijelog vremenskog perioda

$$\bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (1)$$

- Standardna devijacija

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})^2} \quad (2)$$

- Prosječna snaga vjetrogeneratora

$$\bar{P} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P(v_i) \quad (3)$$

gdje je $P(v_i)$ zavisnost snage vjetrogeneratora od brzine vjetra iz krive snage.

- Energija vjetrogeneratora

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P(v_i) \Delta t. \quad (4)$$

Čest je slučaj da su mjerene brzine vjetra prikazane histogramom, odnosno podijeljene u razrede brzine vjetra s frekvencijom pojave f i tada vrijede izrazi:

$$N = \sum_{i=1}^c n_i \quad (5)$$

i ako je uzme da je

$$n_i = N f_i \quad (6)$$

i posle uvrštavanja (6) u (5), dobijemo

$$\sum_{i=1}^c f_i = 1 \quad (7)$$

gdje je c – broj različitih razreda brzine vjetra na histogramu, a n_i – broj mjerenja u jednom razredu.

Korišćenjem gore navedenih izraza, izrazi za srednju brzinu vjetra, standardnu devijaciju, prosječnu snagu vjetrogeneratora i energiju vjetrogeneratora, će imati sljedeći oblik:

$$\bar{v} = \sum_{i=1}^c v_i f_i \quad (8)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left(\sum_{i=1}^c v_i^2 f_i - N \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^c v_i f_i \right)^2 \right)} \quad (9)$$

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^c P(v_i) f_i \quad (10)$$

$$E = \sum_{i=1}^c P(v_i) f_i \Delta t. \quad (11)$$

Kada govorimo o statističkim metodama postoje dvije osnovne funkcije raspodjele koje se koriste za matematičko opisivanje mjerenih podataka brzine vjetra (cilj je predstaviti mjerene podatke brzine vjetra matematičkom funkcijom) su Vejbulova (*Weibull*) i Rejljeva (*Rayleigh*) raspodjela. Mjerene podatke moguće je jako dobro prikazati dvoparametarskom Vejbulovom raspodjelom. Rejljeva raspodjela je jednoparametarska, a samim tim i jednostavnija pa je za mnoge lokacije prikladnija nego Vejbulova.

Prilikom procjene izbora vjetrogeneratora ili uopšte ocjene karakteristika neke lokacije, pored podataka o brzini vjetra potrebno je poznavati i učestanost pojavljivanja brzine vjetra, odnosno raspodjelu gustine brzine vjetra. Varijacija brzine vjetra na određenom području se obično opisuje Vejbulovom raspodjelom. Vejbulova raspodjela daje vjerovatnoću pojave određene brzine vjetra tokom nekog vremenskog perioda (Sl. 1.). Površina ispod krive je jednaka 1 jer vjerovatnoća da će vjetar duvati određenom brzinom (uključujući i 0 m/s) mora biti 100 %. Jednačina Vajbulove raspodjele je data izrazom (12) [3]:

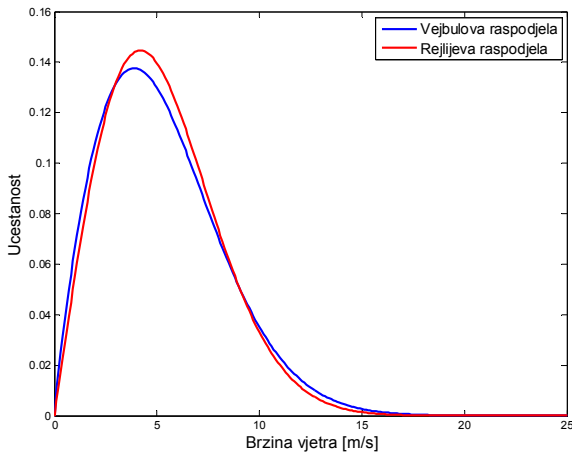
$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c} \right)^k} \quad (12)$$

gdje je $f(v)$ – funkcija gustoće vjerovatnoće pojavljivanja brzine vjetra, c – faktor skale (m/s) i k – faktor oblika (veličina bez dimenzije).

Pomoću funkcije gustoće raspodjele vjerovatnoće može se jednostavno odrediti vjerovatnoća da su brzine vjetra iznad neke brzine v_1 :

$$p(v \geq v_1) = \int_{v_1}^{\infty} f(v) dv = e^{-\left(\frac{v_1}{c}\right)^k} \quad (13)$$

Ovaj je proračun koristan jer nas zanima vjerovatnoća da će brzina vjetra biti iznad neke brzine (bilo da se radi o brzini koju smatramo povoljnom za izgradnju vjetroelektrane ili o ekstremnoj brzini koja može uzrokovati oštećenje lopatica vjetrogeneratora). Pritom se najčešće uzima da su srednje vrijednosti brzine vjetra manje od 5 m/s neprihvatljive za izgradnju vjetroelektrane, lokacije sa srednjom brzinom većom od 8 m/s smatraju se dobrim lokacijama i lokacije sa srednjom brzinom većom od 12 m/s odlične su lokacije.



Sl. 1. Vejbulova i Rejljijeva raspodjela brzine vjetra.

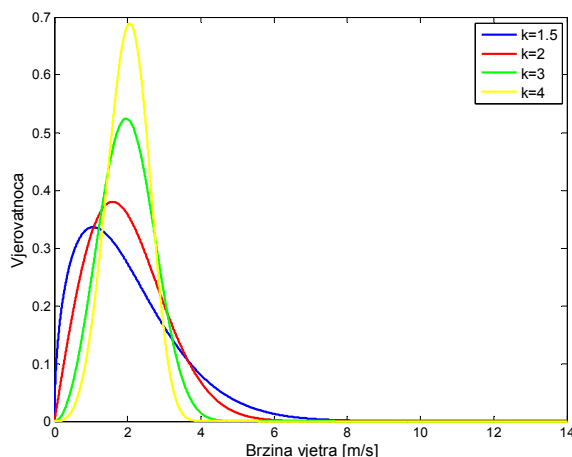
Srednja vrijednost brzine vjetra i pripadajuća standardna devijacija mogu se izračunati pomoću parametara k i c :

$$\bar{v} = \frac{\int_0^{\infty} v \cdot f(v) dv}{\int_0^{\infty} f(v) dv} = c \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (14)$$

$$\sigma = c \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right) \right]^{1/2} \quad (15)$$

gdje je $\Gamma(\bullet)$ potpuna gama funkcija.

Kod Vejbulove raspodjele glavni faktor koji određuje ravnomjernost raspodjele brzine je faktor k (Sl. 2.)



Sl. 2. Ravnomjernost funkcije raspodjele brzine vjetra u zavisnosti od faktora k .

Primjećujemo da s povećanjem vrijednosti k raste ravnomjernost raspodjele brzine vjetra. Najviše korištena metoda za utvrđivanja parametara k i c je metoda standardne devijacije. Parametri k i c mogu biti procijenjeni iz

standardne devijacije i srednje brzine vjetra i dijeljenjem kvadratnih vrijednosti odgovarajućih funkcija dobijamo [4]:

$$\left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^2 = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)} - 1 \quad (16)$$

Numeričkim proračunom iz gornje jednačine odredimo k .

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{v}}\right)^{-1.090} \quad (17)$$

Pomoću k određujemo c korištenjem izraza:

$$c = \frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)} \quad (18)$$

Jednostavniji izraz za računanje parametra c je:

$$c = \frac{\bar{v} k^{2.6674}}{0.184 + 0.816 k^{2.73855}} \quad (19)$$

Da bi Vejbulova raspodjela bila precizna nužno je što tačnije procijeniti vrijednost parametara k i c . To je moguće u slučaju kad imamo dovoljne količine podataka brzine vjetra, prikupljenih tokom kraćih vremenskih intervala (obično desetominutni intervali ili kraći), ali pod uslovom da je većina tih podataka različita od 0 m/s. U slučaju da su podaci dati u obliku srednjih vrijednosti brzine vjetra tokom dužeg vremenskog perioda (dani, mjeseci), tada je moguće koristiti Rejljijevu raspodjelu.

Rejljijeva raspodjela samo je specijalni slučaj Vejbulove raspodjele kada faktor oblika k poprima vrijednost 2. Funkcija gustoće raspodjele vjerovatnoće za jednoparametarsku Rejljijevu raspodjelu data je izrazom:

$$f(v) = \frac{2v}{c^2} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^2} \quad (20)$$

Budući da je srednja brzina vjetra po definiciji:

$$\bar{v} = \frac{\int_0^{\infty} v f(v) dv}{\int_0^{\infty} f(v) dv} = c \Gamma\left(\frac{3}{2}\right) = \frac{c\sqrt{\pi}}{2} \quad (21)$$

Iz prethodnog izraza proizilazi da se konstanta c računa na sljedeći način:

$$c = \frac{2\bar{v}}{\sqrt{\pi}} \quad (22)$$

2.2 Metode analize temperature

Tokom dana promjene temperature vazduha mogu biti veoma velike ili pak neznatne. Te promjene u mnogome zavise od geografskog položaja posmatrane lokacije, godišnjeg doba, brzine vjetra, vremenskih prilika i sl.

Jedan od bitnih parametara koji utiče na efikasnost solarnih panela jeste i temperatura modula. Povećanje temperature modula iznad vrijednosti pri standardnim uslovima testiranja (25 °C) uzrokuje pad efikasnosti modula, što je dalje uzrokovano padom napona otvorenog kola i struje kratkog spoja modula.

Da bi se mogla odrediti efikasnost solarnog panela pri različitim ambijentalnim uslovima (temperaturi ambijenta, prije svih) potrebno je procijeniti temperaturu modula. Na temperaturu modula dominantno utiču snaga sunčevog zračenja i uslovi za odvođenje toplote, prije svih brzina duvanja vjetra. Za svaki solarni modul proizvođač definiše temperaturu pri normalnim uslovima eksploatacije (NOCT – Normal Operation Cell Temperature). NOCT je temperatura modula pri temperaturi ambijenta od 20 °C, solarnoj insolaciji od 800 W/m² i brzini vjetra od 1 m/s.

Temperatura modula pri različitoj insolaciji i ambijentalnoj temperaturi se može izračunati pomoću sljedeće jednačine [5]:

$$T_{cel} = T_{amb} + \left(\frac{NOCT - 20^\circ C}{0,8}\right)S \quad (23)$$

gdje su T_{cel} – temperatura solarnih ćelija modula u stepenima Celzijusa, T_{amb} – ambijentalna temperatura u stepenima Celzijusa, S – solarna iradijacija na površini modula u kW/m^2 , $NOCT$ – temperatura solarnih ćelija modula pri normalnim uslovima u stepenima Celzijusa.

Snaga solarnog panela može da se poveća i smanji zbog promjene ambijentalne temperature što znači da pri projektovanju fotonaponskih sistema treba voditi računa o uticaju ovog faktora na efikasnost modula. Izlazna snaga instalisanih panela se može proračunati pomoću sljedeće jednačine:

$$P = P_{MPPT}(1 + \Delta P_{MPPT}(T_{cel} - 25^\circ C)) \quad (24)$$

gdje su P – izlazna snaga solarnog panela na temperaturi T , P_{MPPT} – snaga u tački maksimuma snage pri STC (*Standard Testing Condition*), odnosno za insolaciju od $1000 W/m^2$ i temperaturu od $25^\circ C$ i ΔP_{MPPT} – temperaturni koeficijent snage.

Srednjom dnevnom temperaturom, pokušava se okarakterisati stanje temperature vazduha tokom cijelog dana. Za potrebe proučavanja iskoristivosti snage solarnih panela, temperatura se mjeri u satnim ili desetominutnim intervalima. Iz tih podataka prema izrazu (25) izračunava se srednja dnevna temperatura vazduha:

$$T_{SD} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N t_k \quad (25)$$

gdje je N – broj mjerenja u toku dana, a t_k – vrijednosti temperature vazduha očitane svakog časa ili svakih deset minuta.

Nakon što se na ranije opisani način izračunaju srednje dnevne temperature vazduha, vrlo se jednostavno računaju srednje mjesečne temperature pomoću izraza (26):

$$T_{SM} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{SDi}}{n} \quad (26)$$

gdje je n – broj dana u mjesecu.

Ako se iz bilo kog razloga nemaju podaci za cijeli mjesec, tada se zbroj svih vrijednosti dijeli sa brojem dana za koliko postoje podaci.

Srednja godišnja temperatura je aritmetička sredina svih dvanaest srednjih mjesečnih temperatura, i računa se prema sljedećem izrazu:

$$T_{SG} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} T_{SMi} \quad (27)$$

2.3 Metode analize sunčevog zračenja

Globalno sunčevo zračenje se sastoji od direktnog, difuznog i odbijenog sunčevog zračenja i ono se mjeri u W/m^2 . Međutim, za projektovanje solarnih panela vrlo bitan podatak je energija sunčevog zračenja, koja se mjeri u Wh/m^2 ili kWh/m^2 [6].

Dnevna suma energije sunčevog zračenja koja dospje na površinu Zemlje dobija se integracijom krive koja predstavlja dnevni hod intenziteta globalnog zračenja. Postupak izračunavanja obično se obavlja preko trapezne formule:

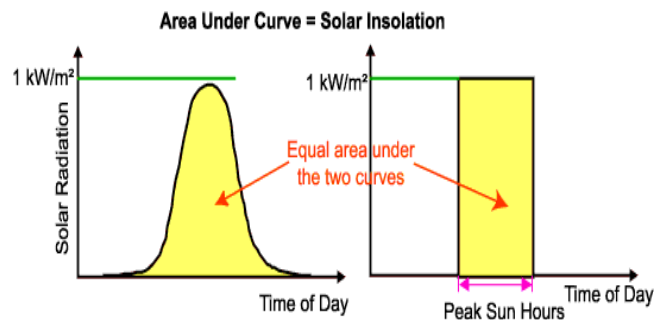
$$G_d = \left(\frac{G_0 + G_N}{2} + \sum_{i=1}^{N-1} G_i\right) h \quad (28)$$

gdje je h – interval mjerenja, G_0 – prva izmjerena vrijednost globalnog zračenja za dati dan, G_N – posljednja izmjerena vrijednost globalnog zračenja za dati dan i N – broj tačaka u kojima su poznate vrijednosti globalnog zračenja. Tokom noći, intezitet globalnog zračenja je jednak nuli pa tako nema smisla uzimati te podatke u dnevni proračun.

Prosječna mjesečna ili godišnja energija sunčevog zračenja u nekom mjesecu dobija se kao aritmetička sredina dnevnih energija za sve dane u posmatranom mjesecu odnosno godini. Nakon izračunavanja dnevne sume energije sunčevog zračenja, moguće je odrediti prosječnu (srednju) dnevnu energiju.

Prosječna dnevna sunčeva insolacija izražena u kWh/m^2 po danu ponekad se naziva i "vršni sunčani sati" (*peak sun hours*). Pojam "vršni sunčanih sati" odnosi se na solarnu insolaciju koju će određena lokacija primiti ako je sunčeva insolacija $1 kW/m^2$ i da traje određeni broj sati. Obzirom da je vrh sunčevog zračenje $1 kW/m^2$, broj vršnih sunčanih sati je brojčano identična prosječnoj dnevnoj solarnoj insolaciji. Na primjer, za lokaciju koja je primila $8 kWh/m^2$ po danu se može reći da je primala 8 sunčanih sati dnevno po $1 kW/m^2$ (Sl. 3.). Ovaj podatak nam je koristan jer proizvođači daju tehničke karakteristike solarne panele upravo pri STC.

Ako posmatramo Sl. 3, možemo primjetiti da je kriva dnevne insolacije ekvivalentirana sa pravougaonikom čija je visina $1 kW/m^2$, i ona je uvijek konstantna, a da je širina promjenljiva i zavisi od vrijednosti sunčeve insolacije [7].



Sl. 3. Ekvivalencija dnevne insolacije [7].

Međutim, postoji i drugi pristup u određivanju srednjeg dnevnog zračenja, a on se temelji na tome da se dnevna suma globalnog zračenja podijeli sa brojem mjerenja u toku dana. Obično se vrše satna mjerenja. U tom slučaju, površina koju zauzima kriva dnevnog zračenja se ekvivalentira sa pravougaonim čija je dužina broj sati dnevnog zračenja a visina zavisi od dnevne sume globalnog zračenja.

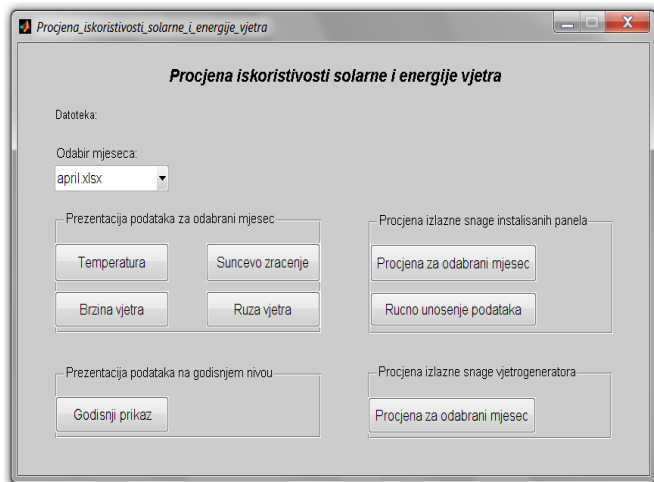
3. GRAFIČKO KORISNIČKO OKRUŽENJE

Za analizu eksperimentalnih podataka dobijenih sa mjerno-akvizicionim sistemom napravljeno je grafičko korisničko okruženje (*Graphical User Interface - GUI*) u programskom paketu Matlab. GUI je grafičko okruženje koje sadrži sve potrebne komponente za obavljanje interaktivnih zadataka za: analizu, obradu i prezentaciju podataka o iskoristivosti solarne i energije vjetra. Prednost GUI je ta da korisnik ne mora kreirati nikakve skripte, a ne mora niti poznavati detalje analize podataka, već samo pravilno tumačiti dobijene rezultate analize dobijene iz GUI-a.

Korišteni alat za realizaciju ovog okruženja je Matlab GUIDE. Sve funkcije u GUI.m datoteci generišu se pomoću alata GUIDE iz datoteke GUI.fig. Datoteka GUI.m pokreće preostale skripte zavisno o tome šta korisnik odabere na grafičkom okruženju.

Analiza podataka izvršena je za vremenski period od 01.01. – 31.12.2012. godine. Realni podaci kako je već napomenuto dobijeni su uz pomoć mjerno-akvizicionog sistema postavljenog na krovu Elektrotehničkog fakulteta u

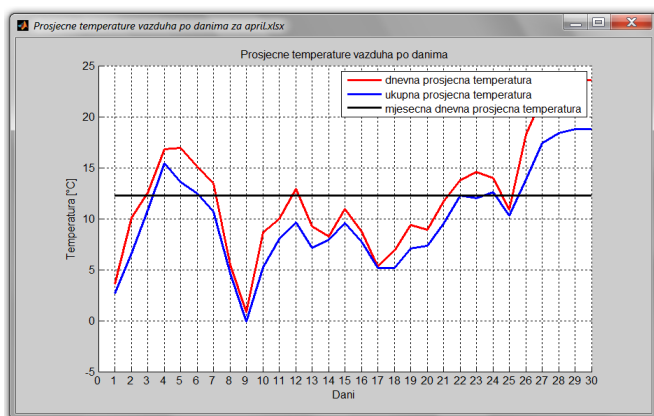
Istočnom Sarajevu. Svakih deset sekundi su mjereni temperatura, sunčevo zračenje, brzina i smjer vjetra, koji su se usrednjavali za desetominutni period. Dobijeni podaci sa senzora su memorisani su na SD karticu.



Sl. 4. Grafičko korisničko okruženje.

Da bi vršili analizu podataka u grafičkom okruženju potrebno je, prije svega, u padajućem meniju odabrati mjesec za koji se žele vidjeti rezultati neke od snimljenih meteoroloških veličina. U GUI-u je zatim moguće odabrati nekoliko opcija prikaza. U „Prezentaciji podataka za odabrani mjesec“ nalaze se informacije o temperaturi, sunčevom zračenju, brzini i smjeru vjetra.

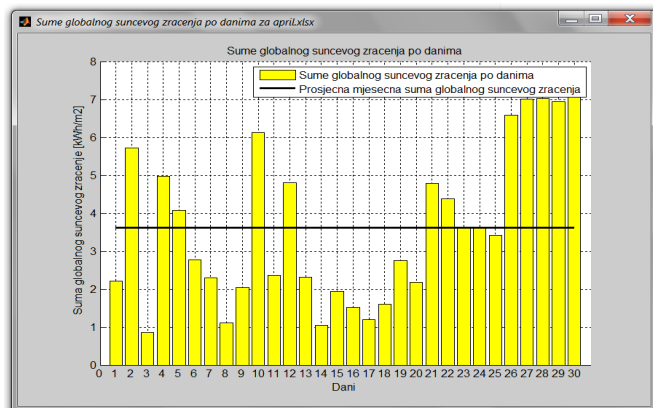
Odabirom tastera „Temperatura“ dobije se prikaz podataka kao na Sl. 5. Crvenom linijom je prosječna dnevna temperatura, dok traje sunčeva insolacija, tj. temperatura koja je nama od interesa kada govorimo o iskoristivosti solarnih panela. Plavom linijom je predstavljena prosječna temperatura, uzimajući u obzir i one vrijednosti temperature tokom noći. Mjesečna prosječna dnevna temperatura je prikazana crnom linijom.



Sl. 5. Prosječne temperature vazduha za odabrani mjesec.

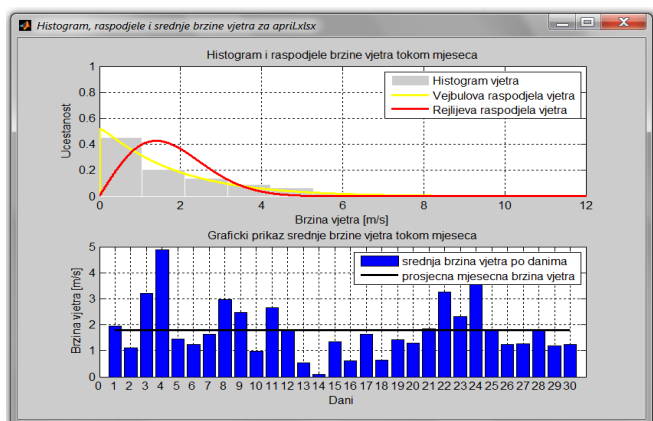
Odabirom tastera „Suncevo zracenje“ dobije se prikaz podataka kao na Sl. 6. Histogram (žuta boja) predstavlja sume globalnog sunčevog zračenja za svaki dan u odabranom mjesecu. To je dosta promjenjiv podatak za svaki dan u nekom mjesecu tokom dužeg niza godina, zbog toga je mnogo bitniji podatak o prosječnoj mjesečnoj sumi globalnog sunčevog zračenja kada govorimo o iskoristivosti solarnih panela (crna linija).

Odabirom tastera „Brzina vjetra“ dobija se prikaz podataka kao na Sl. 7. Histogram (siva boja) podataka predstavlja brzine vjetra u određenim rasponima. Na istoj slici nalazi se Vejbulova (žuta boja) i Rejljeva (crvena boja) raspodjela. Ako analiziramo histogram podataka, uočićemo da je većinu vremena brzina vjetra bila nula ili vrlo malih vrijednosti, što nije povoljno za dvoparametarsku Vejbulovu raspodjelu koja je definisana za podatke različite od nule. Na drugom „subplotu“ je prikazana srednja brzina vjetra (plava boja) za svaki dan u odabranom mjesecu. Pošto je vjetar jako promjenjiva veličina, od većeg interesa za analizu vjetra na određenoj lokaciji je prosječna mjesečna brzina vjetra (crna boja).



Sl. 6. Sume globalnog sunčevog zračenja za odabrani mjesec.

Odabirom tastera „Ruza vjetra“ dobija se prikaz podataka kao na Sl. 8. Osim smjera vjetra, zanima nas i koliko je brzina vjetra po pojedinim smjerovima. Zato se koristi ruža vjetrova koja prikazuje učestanost i brzinu vjetra po smjerovima.

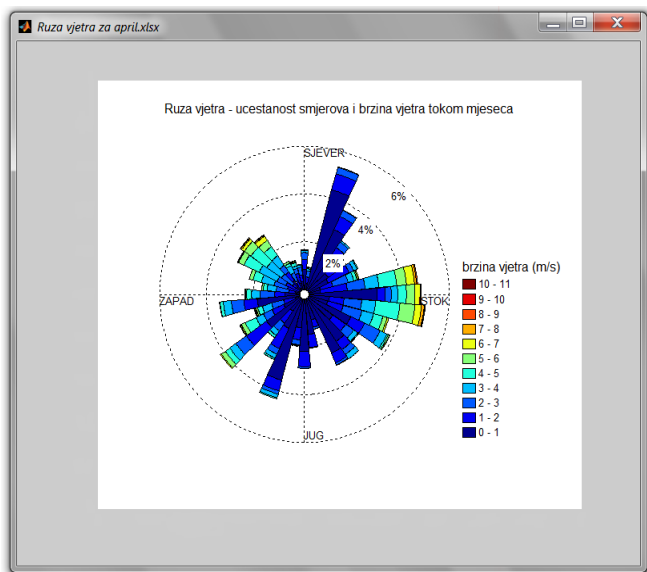


Sl. 7. Histogram, raspodjele i srednje brzine vjetra za odabrani mjesec.

U „Prezentaciji podataka na godisnjem novou“ nalaze se informacije o temperaturi, sunčevom zračenju, brzini i smjeru vjetra za cijelu 2012. godinu. Srednja godišnja dnevna temperatura vazduha je oko 13 °C, dok je srednja godišnja suma globalnog sunčevog zračenja 100 kWh/m². To znači da za svaki mjesec u prosjeku postoji 100 h pri kojima je jačina sunčevog zračenja 1000 W/m². Srednja godišnja brzina vjetra je nešto veća od 1 m/s. Najučestalija brzina vjetra je 0 m/s i ovako dugi periodi bez vjetra nisu povoljni za rad vjetrogeneratora. Dominantan je sjeveroistočni smjer vjetra s

sa brzinom 0 – 2 m/s. Ostali smjerovi su daleko manje zastupljeni, pogovoto što se tiče vjetrova veće brzine.

U „Procjeni izlazne snage instalisanih panela“ nalaze se dva „subGUI-a“. Odabirom „Procjena za odabrani mjesec“ dobije se prozor kao na Sl. 9. Odabirom željenog mjeseca automatski se generišu podaci vezani za prosječnu dnevnu ambijentalnu temperaturu i sumu globalnog sunčevog zračenja. Ručnim unošenjem podataka za snagu solarnih panela [kW], temperaturni koeficijent snage [%/°C], NOCT [°C] i stepen korisnog dejstva invertora [%] moguće je procijeniti ukupnu izlaznu snagu solarnih panela za odabrani mjesec, kao i grafički prikaz iskoristivosti za svaki dan u tom mjesecu.



Sl. 8. Ruža vjetra za odabrani mjesec.

Pomoću „Procjena izlazne snage vjetrogenetora“ moguće je odrediti izlaznu snagu vjetrogeneratora određenih karakteristika za odabrani mjesec. Prije svega potrebno je odrediti izlaznu karakteristiku vjetrogeneratora koju nam daje proizvođač, a to je moguće učiniti odabirom „Procjena izlazne karakteristike vjetrogenetora“ (Sl. 11.). Koristeći *cftool* alat u Matlabu, moguće je dobiti analitičku zavisnost snage vjetrogeneratora od brzine vjetra prema stvarnoj krivoj snage. Da bi to uradili potrebno je prvo ručno unijeti u *Command Window* karakteristične tačke sa krive snage date od strane proizvođača, a zatim uz pomoć *cftool* dobiti najbolju funkcijsku aproksimaciju snage vretrogenetora od brzine vjetra datu preko polinoma šestog stepena.

Dakle, moguće je jednostavno izračunati izlaznu snagu vjetrogeneratora za bilo koju brzinu vjetra. Provedenom analizom je utvrđeno da se polinomom šestog stepena dobije zadovoljavajuću aproksimacija krive snage vjetrogeneratora.

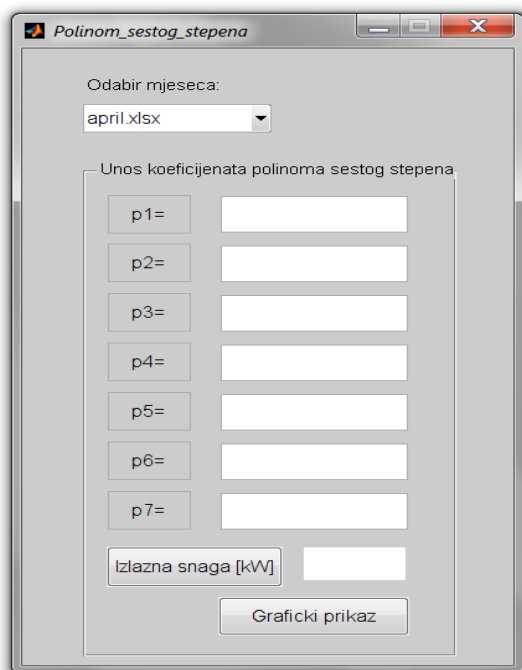
Sl. 10. Ručno unošenje podataka.

Sl. 9. Procjena izlazne snage solarnih panela za odabrani mjesec.

Sl. 11. Procjena izlazne snage vjetrogeneratora za odabrani mjesec.

Odabirom „Rucno unosenje podataka“ otvara se mogućnost za procjenu izlazne snage solarnih panela za neke druge eksterne podatke koje korisnik može da unese (Sl. 10.)

Nakon određivanja koeficijenata polinoma šestog stepena potrebno ih je upisati u „Polinom sestog stepena“ i pri tome odabrati mjesec za koji želimo procijeniti izlaznu snagu vjetrogeneratora.



Sl. 12. Proračun izlazne snage vjetrogeneratora.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da se obrade i analiziraju izmjereni meteorološki podaci relevantni za procjenu iskoristivosti solarne i energije vjetra. Detaljno su opisani načini obrade, analize i prezentacije mjerenih podataka. Navedeni zadaci su urađeni uz pomoć GUI-a, koji inherentno obezbjeđuje lakše upravljanje dobijenim rezultatima i informacijama.

Za kvalitetniju procjenu lokacije za postavljanje solarnih sistema napajanja i vjetrogeneratora, po našem mišljenju nije dovoljan period od samo godinu dana za mjerenje relevantnih podataka. Procjena lokacije bila bi preciznija ukoliko bi u razmatranje uzeli duži vremenski period od barem nekoliko godina. Dobijeni rezultati obrade podataka ukazuju da lokacija nije povoljna za instalaciju vjetrogeneratora, a to proizilazi iz niske srednje brzine vjetra od oko 1.1 m/s.

Godišnja suma globalnog sunčevog zračenja je nešto viša od 1200 kWh/m² što odgovara višegodišnjim vrijednostima mjerenja u BiH.

Takođe, ovaj GUI je namjenjen za sve potencijalne investitore, predstavnike grada kao i lokalne zajednice koje žele da učestvuju u izradi, prije svega, solarnih elektrana. Jednostavnom prezentacijom podataka mogu uočiti sve mogućnosti koje pruža ova lokacija.

5. LITERATURA

- [1] Pero Vukić, „Obrada i analiza mjerenih podataka za vjetar u urbanoj sredini,“ Zagreb, 2011.
- [2] Damir Šljivac, Zdenko Šimić, „Obnovljivi izvori energije: Vrste, potencijal, tehnologije,“ Zagreb, 2009.
- [3] Charalambos Malamatenios, „Priručnik o obnovljivim izvorima energije,“ Zagreb, 2012.
- [4] Shahreza Branch, „The wind energy potential in the coasts of Persian Gulf used in design and analysis of a horizontal axis wind turbine,“ Sweden, 2011.
- [5] Gilbert M. Masters, „Renewable and efficient electric power systems,“ New Jersey, 2004.
- [6] Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese, „Renewable Energy: Technology, Economics and Environment,“ Berlin, 2007.
- [7] www.pveducation.org (pristupljeno 02.09.2013.)

Abstract – In this paper are analyzed and processed data measured on two types of renewable energy sources: solar and wind energy. The experimental data were obtained using the measurement and data acquisition system mounted on the roof of the Faculty of Electrical Engineering in East Sarajevo. Made the graphical user interface in MATLAB to analyze and present information related to certain meteorological phenomena of interest.

ESTIMATION OF EXPLOITATION OF SOLAR AND WIND ENERGY

Marko Šilj, Slobodan Lubura, Milomir Šoja, Srđan Lale