

Grafički Interfejs za Obradu Podataka sa Merne Stanice za Vetar

Đorđe Klisić, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, klisic_djordje@yahoo.com

Sadržaj — U radu je prezentovan softver za obradu podataka dobijenih sa merne stanice za vetar. Obzirom da je merna stanica postavljena na telekomunikacioni stub, obrazložene su i pogodnosti upotrebe istih kao infrastrukturno rešenje, a dat je i osvrt na postojeće programe za analizu vetra i njihove prednosti i mane. Na kraju su prezentovani grafički interfejs i rezultati, a dat je i zaključak o verodostojnosti rezultata. Takođe, pomenuta su moguća unapređenja u daljem razvoju softvera.

Ključne reči — Analiza vetra, statistika vera, grafički interfejs, studija izvodljivosti, telekomunikacioni stubovi.

I. UVOD

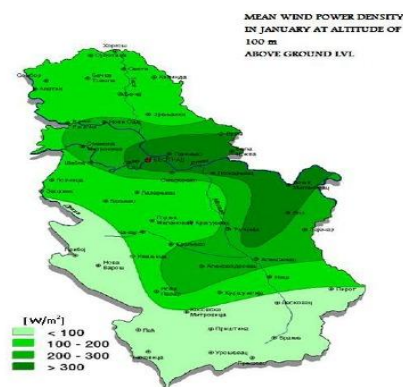
U svetu u kome fosilna goriva sve više nanose štetu već oštećenom ekosistemu palnete, uviđa se sve veći značaj ekoloških i obnovljivih izvora energije, prvenstveno energije vetra.

Na osnovu studija iz 2005. procenjuje se da ukupan svetski potencijal vetar prevazilazi trenutne energetske potrebe celog čovečanstva čak pet puta i iznosi oko 72TW što je ekvivalent od oko 54.000.000.000 tona nafte kao ekvivalent [4].

Na osnovu ovog podatka, koji se inače odnosi na dostupnu snagu vetra u priobalnim i kopnenim regionima, uviđa se značaj vetroenergije i njenog potencijala kao budućeg pokretača svetske privrede.

Ipak, da bi se podizanje vetrofarmi i ubiranje snage vetra sprovelo u delo, potrebna su opsežna snimanja pravca i intenziteta vetra na datom lokalitetu. Obzirom da je vrednost jedne prosečne turbine snage 2MW sa troškovima ugradnje oko 3.5 miliona dolara, uviđa se značaj izrade sveobuhvatne studije isplativosti. Ovakva studija mora da obuhvati pored analize dostupne snage vetra još i faktore ugrožavanja živog sveta u okolini farme, kao i uticaj farme na izgled pejzaža.[1][2][3] Takođe, jedan od bitnih problema koji prati vetrofarme je i nivo buke, što zahteva odabir lokaliteta za izgradnju na dovoljnoj udaljenosti od naseljenih mesta. Posledica ovoga je da se farme najčešće grade u udaljenim krajevima, zbog čega transport i udaljenost električne mreže dodatno povećavaju troškove [5].

Prva i najvažnija stavka u procesu donošenja odluke o isplativosti podizanja farme je brzina vetra. Kao generalno pravilo se uzima da su vetrogeneratori praktični, ako je prosečna brzina vetra veća od 4,5m/s ili 16km/h. Idealna lokacija za neki vetropark bi bila ona pored koje postoji prisustvo konstantnog vetra, bez turbulentnih i snažnih udara tokom godine.



Slika 1: Mapa prosečne brzine vetra u Srbiji na 100m visine

Prvobitni izbor lokacije se najčešće vrši na osnovu atlasa vetrova, a potvrda o dobroj odluci se dobija na osnovu merenja na samom lokalitetu. Kako meteorološki podaci često nisu dovoljno precizni za dobru procenu lokacije, vrši se snimanje brzine i pravca vetra na lokalitetu koja su ključna za određivanje njegovog vetropotencijala. U slučaju lokalnih vetrova, snimanja se vrše u periodu od godinu dana ili duže na osnovu koji se izrađuju detaljne mape, što je početni uslov za podizanje vetrofarme.

II. UPOTREBA TELEKOMUNIKACIONIH STUBOVA

Za dobijanje podataka o brzini vetra, posebno je postavljane određene infrastrukture u vidu stubova za merenje, čija cena nije zanemarljiva, pogotovo u slučaju studija u manje razvijenim zemljama.[6][7] Obzirom da se većina telekomunikacionih stubova postavlja na uzvišenim mestima i da svojom visinom mogu da pariraju mernim stubovima, veoma su pogodni kao potrebna infrastruktura za prikupljanje podataka o brzini verta.

Još jedna od prednosti je i sama konstrukcija stubova, koji nisu kompaktne građe, već su napravljeni u vidu rešetke. Pogodnost ove konstrukcije je da stub manje utiče na tok vazduha i stvara manje turbulentnih tokova.[8]

Visina na koju se postavljaju anemometri i ostala potrebna oprema za akviziciju podataka u okviru telekomunikacionih zavisi od njihove visine. U slučaju ovog rada, podaci su dobijani sa 30m visine. Jedna ovakva stanica obavezno mora da sadrži data logger, koji je preko GSM modema povezan sa centralom ili koristi telekomunikacione kapacitete samog stuba za slanje podataka.

III. POSTOJEĆI GRAFIČKI INTERFEJSI ZA OBRADU PODATAKA

Grafički interfejs koji se masovno koristi za potrebe analize podataka i njihovu vizuelizaciju je WasP.

WasP softver služi za predviđanje klime, resursa vetra i dostupne snage i efikanosti proizvodnje električne energije u vetro-turbinama. Proračuni se vrše na osnovu merenja sa lokaliteta. Softver uključuje i modeliranje terena i praćenje toka vazduha. Takođe obezbeđuje i najosnovnije statističke podatke.

Grafički interfejs dizajniran od strane autora, podržava većinu funkcija koje i WasP softver po pitanju analize i obrade podataka sa merne stanice, ali nudi i jos neke pogodnosti koje će biti prezentovane u nastavku.

IV. GRAFIČKI INTERFEJS

A. Prikupljanje podataka

U slučaju ovog rada, korišćeni su podaci sa mernih instrumenata postavljenih na telekomunikacionom stubu na 30m visine. Logger je prosleđivao podatke sa tri anemometra koji su merili podatke na tri mesta na stubu. Svaki kanal je davao podatke o srednjoj brzini, standardnom odstupanju i maksimalnoj vrenosti desetominutne usrednjene vrednosti brzine vetra.

Pored brzine vetra, praćen je smer iz kog duva vetar, kako bi se odredili pravci dominantnih vetrova. Takođe je praćen i temperaturni gradijent, kako bi podaci o lokalitetu bilo što potpuniji.

Praćen je vetar na lokalitetu u istočnoj Vojvodini u periodu od novembra do marta 2008. godine.

Svi podaci su upisivani u Excel tabelu odakle su prosleđivani grafičkom interfesju na obradu.

B. Statistika Vetra

Za dobru statistiku vetra, potrebno je eliminisati efekte trubulencija koje se manifestuju kao nekonzistentnost u merenjima u relativno bliskim tačkama. Da bi se ovaj efekat umanjio, pribegava se usrednjavanju podataka u određenom vremenskom intervalu. Najčešće su to desetominutni intervali.

Najbitniji podatak koji je potrebno odrediti na osnovu podataka je dostupna snaga vetra. Ona se može izračunati pomoću formule:

$$\bar{E} = \frac{1}{2} \overline{\rho u^3} = \frac{11}{2T} \int_0^T \rho u^3(t) dt$$

Obzirom da se gustina vazduha može smatrati konstantnom jednačina se može napisati na sledeći način:

$$\bar{E} = \frac{1}{2} \rho \bar{u}^3$$

Ipak, kako bi se dobila raspodela brzine vetra u kompaktnoj formi, potrebno je podatke podvrgnuti statističkoj analizi, tj reprezentovati ih Weibull-ovom raspodelom. Ova raspodela je dvoparametarska i data je izrazom:

$$f(u) = \frac{k}{A} \left(\frac{u}{A}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k}$$

gde je $f(u)$ učestalost pojavljivanja brzine vetra u , dok su A i k skalarni parametar i parametar oblika respektivno.

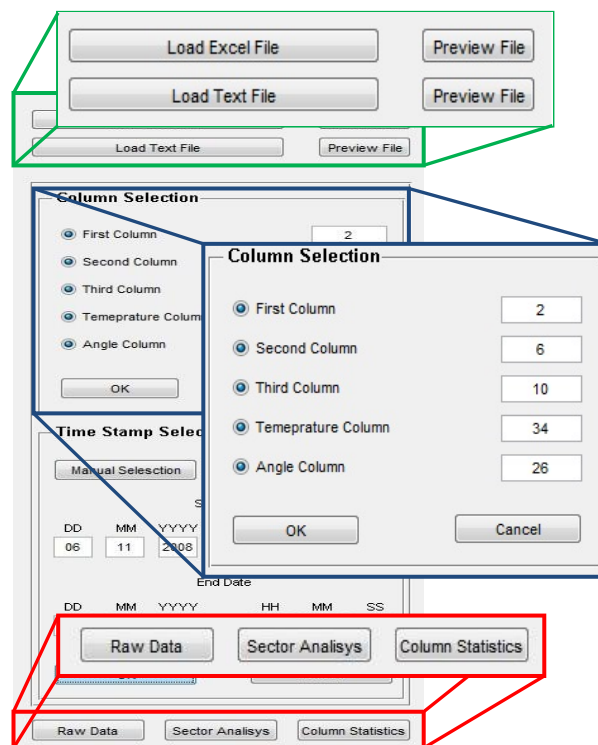
Na osnovu parametara A i k na jednostavan način se mogu izračunati veličine prezentovane u tabeli 1.

Parametar	Formula
Srednja vrednost brzine:	$A\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)$
Srednja kvadratna brzina:	$A^2\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)$
Srednja kubna brzina:	$A^3\Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right)$
Varijansa:	$A^2\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]$
Modalna vrednost:	$A\left(\frac{k-1}{k}\right)^{\frac{1}{k}}$
Medijalna vrednost:	$A(\ln 2)^{\frac{1}{k}}$
Dostupna snaga:	$E = \frac{1}{2} \rho A^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right)$
Maksimalna brzina:	$A\left(\frac{k+2}{k}\right)^{\frac{1}{k}}$

Tabela 1: Spisak statističkih parametara i formula

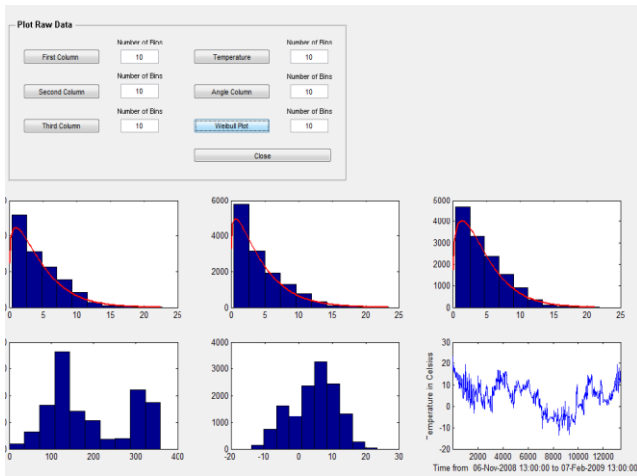
C. Softver i Dizajn

Za potrebe ove analize, razvijen je grafički korisnički interfejs (GUI). Predviđeno je linearno kretanje kroz GUI (slika 2), koje počinje odabirom podataka (zeleni okvir). Biraju se kolone podataka od interesa (plavi okvir), a moguće je i prikaz podataka u matičnom formatu u kom su podaci sačuvani (.doc, .xls i sl.) Takođe, omogućen je i izbor vremenskog intervala. Nakon učitavanja, korisniku se nude tri opcije: pregled sirovih podataka, sektorska analiza i analiza kompletnog seta podataka sa jednog od senzora (crveni okvir).



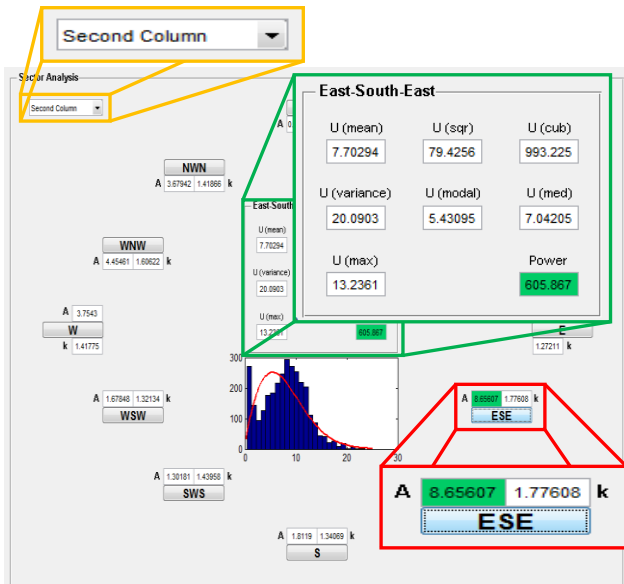
Slika 2: Glavni panel

Analiza sirovih podataka omogućava histogramski prikaz svih učitanih kolona podataka, kao i Weibull-ovo fitovanje podataka. Takođe, omogućena je kontrola broja binova pri histogramskom prikazu. Standardni broj binova je postavljen na 10 (slika 3).



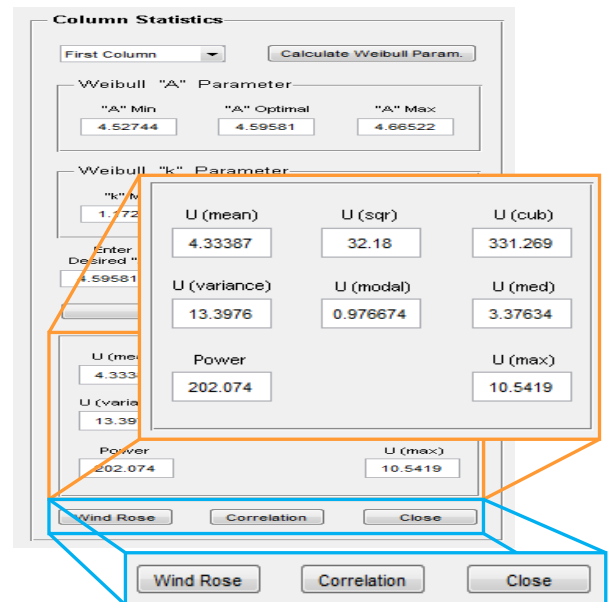
Slika 3: Pregled sirovih podataka

Sektorska analiza (slika 4) omogućava pregled statističkih parametara (zeleni okvir) zasebno za svaki od 12 sektora. Širina svakog sektora je 30° . Sever (N) se prostire od -15° do 15° , a ostalih 11 sektora (NEN, ENE, E, ESE, SES, S, SWS, WSW, W, WNW, NWN) se respektivno ređaju u smeru kazaljke na satu. Sektorska analiza je moguća za bilo koju od selektovanih kolona (žuti okvir).



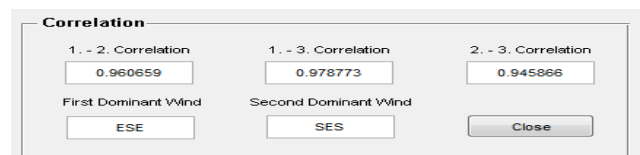
Slika 4: Sektorska analiza

Analiza kolone (slika 5) omogućava da se izračunaju statistički parametri koji su pokazatelji karakteristika vetra za dati lokalitet. Raspoloživa snaga dobijena na ovaj način, daje podatak o tome kolika je srednja vrednost snage za sve sektore.

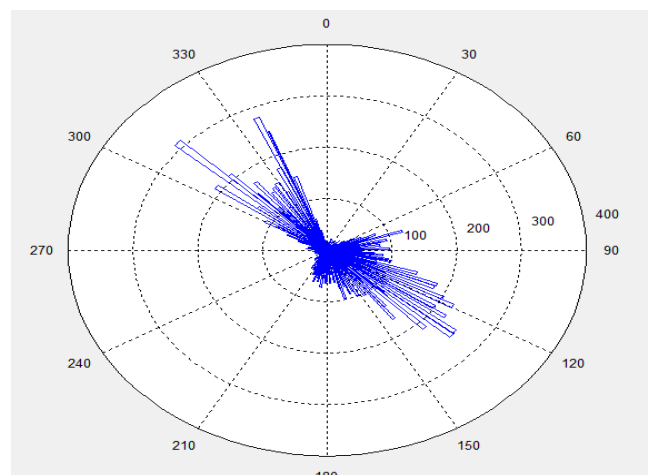


Slika 5: Statistička analiza kolone

Na početku se bira kolona, a potom se pristupa računanju Weibull-ovih parametara A i k. Dobija se podatak o opsegu ovih parametara kao i optimalne vrednosti. Korisniku se omogućava da se odluči da koristi optimalne vrednosti ili da unese bilo koju vrednost iz opsega. Sledi prikaz statističkih parametara (žuti okvir). Cilj cele ove analize je formiranje ruže vetrova (slika 7) za date podatke, a validnost podataka se može proceniti na osnovu korelacije (slika 6). U slučaju ruže vetrova, orijentacija binova zavisi od ugla, a visina bina od intenziteta brzine za dati ugao. Takođe, panel koji prati korelaciju među kolonama daje podatak i o dva dominantna vetra u okviru seta podataka.



Slika 5: Korelacija kolona



Slika 6: Ruža vetrova

Dobijeni rezultati jasno ukazuju na lokaciju lokaliteta na osnovu dominantnog vetrova. Obzirom da je dominantni vetar iz pravca ESE, potvrđuje da je lokacija lokaliteta u jugo-istočnom Banatu.

Podatak o korelaciji među kolonama, predstavlja korelisanost signala dobijenih sa tri anemometra postavljena na telekomunikacionom stub. Korelacije od preko 95% među kolonama, ukazuju da su podaci validni i da su uzimani sa iste merne stanice. Sa druge strane, odstupanje od idealnog slučaja ukazuje na uticaj stuba na merenje. Kako je najmanja korelacija između druge i treće kolone, možemo zaključiti da se anemometri od kojih ovaj set podataka potiče nalaze sa suprotnih strana stuba.

Dobijeni rezultati korišćenjem ovog GUI-a upoređeni su sa rezultatima za isti set podataka dobijenih u nekom od postojećih programa, kako bi se dokazala validnost razvijenog softvera.

Obzirom da je ovaj softver predviđen za rad sa definisanim setom podataka, dalje unapređenje bi se ogledalo u prebacivanju istog na real-time režim rada povezivanjem sa "on-site" loggerom, što će biti realizovano u nekoj od sledećih verzija.

VI. LITERATURA

- [1] Wind turbine interactions with birds and bats: A summary of research results and remaining questions, Fact Sheet: Second Edition, November 2004.
- [2] Edward B. Arnett, Wallace P. Erickson, Jessica Kerns, Jason Horn, *Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines*, June 2005.
- [3] Joseph M. Szewczak, Ed Arnett, *Ultrasound emissions from wind turbines as a potential attractant to bats: a preliminary investigation*, May 2006.
- [4] Archer, Cristina L, Mark Z. Jacobson, *Evaluation of global wind power* (2005)
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_farms
- [6] Expert Group Study on Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation, *Chapter 11: Wind Speed Measurement, and Use of Cup Anemometry*, Second Print 2003, pages 14-21.
- [7] M. Schwartz, D. Elliot, *Wind Shear Characteristics at Central Plains Tall Towers*, June 2006
- [8] Odilon A. Camargo do Amarante, Dario J. Schultz, *Wind Energy Resource Map of the State of Paraná, Brazil*, page 70, August 1999.
- [9] N. Vasiljević, *Master rad: Izrada mape energetskeg potencijala vetra Vojvodine metodom linearne interpolacije meteoroloških podataka*, Januar 2009
- [10] E. Berge, A. R. Gravdahl, J. Schelling, L. Tallhaug, O. Undheim, *Wind in complex terrain. A comparison of WAsP and two CFD-models*.
- [11] WAsP Manual: *Wind Analysis and Application, Program (WAsP). Vol 2: Users Guide*. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, ISBN, 87-550-178, 1993.

In this paper, new software for wind data analysis gathered from measurement station is presented. Since the measurement station is located on a telecommunication tower, a short overview of benefits when tower is used as an infrastructural solution is given. Also, other programs for wind analysis are considered, along with its advantages and disadvantages. At the end, GUI and results are presented, and some conclusions regarding the credibility of the results are given, along with some general conclusions. Possible upgrades to potential new version are mentioned also.

GRAPHICAL USER INTERFACE FOR WIND DATA ANALYSIS FROM MEASUREMENT STATION

Dorđe Klisić, Electrotechnical faculty, University of Belgrade,
klisic_djordje@yahoo.com