

41. JUPITER KONFERENCIJA
sa međunarodnim učešćem

41st JUPITER CONFERENCE
with foreign participants

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS



UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

Beograd, jun 2018.

41. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS

34. simpozijum
**CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA**



28. simpozijum
CAD/CAM

37. simpozijum
NU – ROBOTI –FTS

43. simpozijum
**UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U
INDUSTRIJI PRERADE METALA**

21. simpozijum
MENADŽMENT KVALITETOM

Organizator:

UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET

Beograd, jun 2018. godine

41. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

Organizator:

UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET

Adresa:

Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Srbija

Tel: 011-3370341, Fax: 011-3370364

El. pošta: jupiter@mas.bg.ac.rs

Odobreno za štampu odlukom Dekana
br. 12/18 od 25.05.2018.

Tehnički urednici:

Prof. dr Bojan Babić

Prof. dr Saša Živanović

Beograd, jun 2018.

Tiraž: 100 primeraka

Štampa: **Planeta print**,

11000 Beograd, Igora Vasiljeva 33r, tel.: 011 650 6564

ISBN 978-86-7083-978-6

41. JUPITER KONFERENCIJA

sa međunarodnim učesćem

PROGRAMSKI I NAUČNI ODBOR

Predsednik:

Prof. dr Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet Beograd

Članovi: Prof. dr Ranko Antunović, MF Istočno Sarajevo • Prof. dr Slavko Arsovski, MF Kragujevac • Prof. dr Bojan Babić, MF Beograd • Prof. dr Božica Bojović, MF Beograd • mr Goran Vujačić, VŽŠ Beograd • Prof. dr Miloš Glavonjić, MF Beograd • Prof. dr Saša Živanović, MF Beograd • Prof. dr Milan Zeljković, FTN Novi Sad • Prof. dr Milisav Kalajdžić, MF Beograd • dr Vladimir Kvirgić, Institut Mihajlo Pupin Beograd • Prof. dr Pavel Kovač, FTN Novi Sad • Prof. dr Miodrag Lazić, MF Kragujevac • Prof. dr Ljubomir Lukić, MF Kraljevo • Prof. dr Živana Jakovljević, MF Beograd • Prof. dr Vladimir Milačić, MF Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, MF Beograd • Prof. dr Pavao Bojanić MF Beograd • Prof. dr Milorad Milovančević, MF Beograd • Prof. dr Zoran Miljković, MF Beograd • Prof. dr Radivoje Mitrović, MF Beograd • Prof. dr Bogdan Nedić, MF Kragujevac • Prof. dr Petar Petrović, MF Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, MF Beograd • Prof. dr Radovan Puzović, MF Beograd • Prof. dr Slobodan Tabaković, FTN Novi Sad • Prof. dr Žarko Spasić, MF Beograd • Prof. dr Ljubodrag Tanović, MF Beograd • Prof. dr Velimir Todić, FTN Novi Sad • Prof. dr Miroslav Trajanović, MF Niš • Prof. dr Saša Randelović, MF Niš • Prof. dr Ilija Ćosić, FTN Novi Sad • dr Nebojša Čović, Beograd • Prof. dr Emilia Assenova (Bugarska) • Prof. dr Vladimir I Averchenkov (Rusija) • Prof. dr Nikolai I. Bobir (Ukrajina) • Prof. dr Konstantin D. Bouzakis (Grčka) • Prof. dr Radomir Vukasojević (Crna Gora) • Prof. dr Milan Vukčević (Crna Gora) • Prof. dr Dušan Golubović (BiH) • Prof. dr Kornel Ehmann (SAD) • Prof. dr Alexander Janac (Slovačka) • Prof. dr Vid Jovišević (BiH) • Prof. dr Michael I Kheifetz (Belorusija) • Prof. dr Sergey A. Klimenko (Ukrajina) • Prof. dr Radovan Kovačević (SAD) • Prof. dr Andrey A. Kutin (Rusija) • Prof. dr Peter P. Melnichuk (Ukrajina) • Prof. dr Nicolae Negut (Rumunija) • Prof. dr Stanislaw Pytko (Poljska) • Prof. dr Sreten Savićević (Crna Gora) • Prof. dr Mirko Soković (Slovenija) • Prof. dr Victor K. Starkov (Rusija)

ORGANIZACIONI ODBOR

Predsednik: Prof. dr Bojan Babić, Mašinski fakultet Beograd

Sekretar: Prof. dr Saša Živanović, Mašinski fakultet Beograd

Članovi: Doc. dr Branko Kokotović, MF Beograd • Doc. dr Nikola Slavković, MF Beograd • Doc. dr Goran Mladenović, MF Beograd • Doc. dr Mihajlo Popović, MF Beograd • Doc. dr Slavenko Stojadinović, MF Beograd • Doc. dr Milica Petrović, MF Beograd, Asist. Miloš Pjević, MF Beograd, Asist. Dušan Nedeljković, MF Beograd.

ZAHVALNICA

Organizacioni odbor **41. JUPITER KONFERENCIJE** se najsrdačnije zahvaljuje svim institucijama i pojedincima koji su ličnim angažovanjem i konstruktivnim delovanjem pomogli u organizovanju ove konferencije.

Posebno se zahvaljujemo pokrovitelju:

**Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Vlade Republike Srbije**

Spisak svih radova na JUPITER Konferenciji
po prezimenu prvog autora

Antić, A., Zeljković, M., Lukić, D., Milošević, M. RAZVOJ SISTEMA ZA NADZOR ALATA BAZIRANOG NA PREPOZNAVANJU TEKSTURE PSD SIGNALA VIBRACIJA.....	4.1
Borojević, S., Lukić, D., Milošević, M., Vukman, J., Kramar, D. IZBOR PUTANJE KRETANJA ALATA PRI OBRADI SLOŽENIH TANKOZIDNIH ALUMINIJUMSKIH STRUKTURA.....	2.1
Dimić, Z., Milutinović, D., Živanović, S., Mitrović, S., Kvrđić, V. METOD KONFIGURISANJA UPRAVLJAČKOG SISTEMA OTVORENE ARHITEKTURE REKONFIGURABILNE ROBOTSKE ČELIJE ZA OBRADU.....	3.1
Hasan, S. M., Ivanov, T., Simonović, A., Baltić, M., Svorcan, J. EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE 3D ŠTAMPANIH DELOVA PRIMENOM DIGITALNE KORELACIJE SLIKA.....	3.8
Jokić, A., Petrović, M., Miljković, Z., Babić, B. METAHEURISTIČKI ALGORITMI OPTIMIZACIJE U TERMINIRANJU ROBOTIZOVANOG UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA MATERIJALA.....	3.14
Kablar, N. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE: VETRENE TURBINE, SOLARNE ČELIJE, MALE HIDROELEKTRANE, ENERGIJA BIOMASE I GEOTERMALNI IZVORI ENERGIJE.....	1.1
Lukić, D., Morača, S., Milošević, M., Antić, A., Đurđev, M. RAZVOJ FUNKCIONALNOG MODELA TEHNOLOŠKE PRIPREME PROIZVODNJE U METALSKOM KLASTERU.....	1.11
Marković, S., Petrović, N., Petrović, T., Đorđević, N. POBOLJŠANJE PROCESA KONSTRUISANJA DOVODI DO KVALITETNIJEG ODRŽAVANJA MAŠINSKIH SISTEMA.....	4.7
Marković, V., Jakovljević, Ž., Budak, I. PREPOZNAVANJE CILINDARA I RAVNI U TRODIMENZIONIM OBLACIMA TAČAKA.....	2.9
Mitrović, S., Jakovljević, Ž. DISTRIBUIRANO UPRAVLJANJE PNEUMATSKIM ROBOTOM BAZIRANO NA IEC 61499 I 802.15.4 STANDARDIMA.....	4.12
Mladenović G., Tanović Lj., Puzović R., Pjević M., Popović M. RAZVOJ SOFTVERSKOG REŠENJA ZA AUTOMATSKO PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE OBRADE DELOVA SA SLOŽENIM POVRŠINAMA.....	2.19
Nedeljković, D., Milovanović, M., Jakovljević, Ž. PROTOTIP ELEKTROPNEUMATSKOG SISTEMA ZA POZICIONIRANJE.....	4.19
Papić, S., Velić, S., Hatarić, A., Manojlović, N. ANALIZA GREŠAKA KOD LASERSKOG SJEČENJA METALA.....	3.23
Perić, B., Svorcan, J., Peković, O., Simonović, A. NUMERIČKA ANALIZA AERODINAMIČKIH KARAKTERISTIKA ROTORA VETROTURBINE SA HORIZONTALNOM OSOM OBRATANJA.....	2.25
Popović, P., Vujović, D. EKSPERIMENTALNO MODIFIKOVANJE STVARNOSTI NA MODELIMA ,KAO PROBLEM U KREIRANJU STRATEGIJSKIH ELEMENATA POMORSKIH KOMPANIJA.....	1.17
Randelović, S., Mladenović, S., Milutinović, M. FEM ANALIZA ALATA ZA PROBIJANJE I PROSECANJE.....	3.29
Stepanić, P., Lopin, L., Krošnjar, A. PRIMENA C4.5 STABLA ODLUČIVANJA I SLUČAJNE ŠUME U DETEKCIJI OTKAZA KOTRLJAJUĆIH LEŽAJEVA.....	4.25

Стојадиновић, С., Мајсторовић, В., Durakbasa, N. МОДЕЛИРАЊЕ И СИМУЛАЦИЈА МЕРНЕ ПУТАЊЕ У ПРОЦЕСНОЈ ИНСПЕКЦИЈИ НА НУММ.....	5.1
Škondrić, S., Grujić, V., Lazarević, D., Joksić Urošević, B., Marković, S. EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE KVALITETA MATERIJALA ZA IZRADU VRATILA SA ZUPČANIKOM BOČNOG PRENOSA TEŠKOG OKLOPNOG SREDSTVA.....	3.33
Tabaković, S., Knežev, M., Zeljković, M., Živanović, S., Štrbac, B. ANALIZA I VERIFIKACIJA OBRADNE SLOŽENIH GEOMETRIJSKIH POVRŠINA OPERACIJOM TROOSNOG GLODANJA NA NU MAŠINAMA ALATKAMA.....	3.39
Tanović, D., Baltić, M., Perić, B., Kapor, N. SIMULACIJA VETROTURBINE SA VERTIKALNOM OSOM OBRTANJA	2.31
Vasilić, G., Živanović, S. ANALIZA RADNOG PROSTORA REKONFIGURABILNOG ČETVTOOSNOG MEHANIZMA SA HIBRIDNOM KINEMATIKOM ZA PROCES OBRADNE SEČENJA ŽICOM.....	3.45
Vorkapić, M., Frantlović, M., Čočkalović, D., Đorđević, D. UPOTREBA QFD ALATA U REALIZACIJI INTELIGENTNIH TRANSMITERA	5.7
Vorkapić, M., Ivanov, T., Alsbri, A., Simonović, A., PREDIKCIJA BRZINE VETRA NA TERITORIJI LIBIJE PRIMENOM VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA	3.54
Živanović, S., Slavković, N., Milutinović, D. METODOLOGIJA PROGRAMIRANJA ROBOTA ZA OBRADU NA BAZI STEP-NC PROTOKOLA.....	3.60
Živković, G., Bajić, M., Radojičić, S., Marković, S. UPRAVLJANJE KVALITETOM PRI REGENERACIJI MAŠINSKIH DELOVA	5.13

41. JUPITER KONFERENCIJA
sa međunarodnim učešćem

41st JUPITER CONFERENCE
with foreign participants

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



37. simpozijum

NU * ROBOTI * FTS

Beograd, jun 2018.

NU – ROBOTI –FTS
NC - ROBOTS – FMS

Dimić, Z., Milutinović, D., Živanović, S., Mitrović, S., Kvirgić, V. METOD KONFIGURISANJA UPRAVLJAČKOG SISTEMA OTVORENE ARHITEKTURE REKONFIGURABILNE ROBOTSKJE ČELIJE ZA OBRADU	3.1
Hasan, S. M., Ivanov, T., Simonović, A., Baltić, M., Svorcan, J. EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE 3D ŠTAMPANIH DELOVA PRIMENOM DIGITALNE KORELACIJE SLIKA	3.8
Jokić, A., Petrović, M., Miljković, Z., Babić, B. METAHEURISTIČKI ALGORITMI OPTIMIZACIJE U TERMINIRANJU ROBOTIZOVANOG UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA MATERIJALA	3.14
Papić, S., Velić, S., Hatarić, A., Manojlović, N. ANALIZA GREŠAKA KOD LASERSKOG SJEČENJA METALA	3.23
Randelović, S., Mladenović, S., Milutinović, M. FEM ANALIZA ALATA ZA PROBIJANJE I PROSECANJE	3.29
Škondrić, S., Grujić, V., Lazarević, D., Joksić Urošević, B., Marković, S. EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE KVALITETA MATERIJALA ZA IZRADU VRATILA SA ZUPČANIKOM BOČNOG PRENOSA TEŠKOG OKLOPNOG SREDSTVA.....	3.33
Tabaković, S., Knežev, M., Zeljković, M., Živanović, S., Štrbac, B. ANALIZA I VERIFIKACIJA OBRADE SLOŽENIH GEOMETRIJSKIH POVRŠINA OPERACIJOM TROOSNOG GLODANJA NA NU MAŠINAMA ALATKAMA	3.39
Vasilić, G., Živanović, S. ANALIZA RADNOG PROSTORA REKONFIGURABILNOG ČETVTOOSNOG MEHANIZMA SA HIBRIDNOM KINEMATIKOM ZA PROCES OBRADE SEČENJA ŽICOM.....	3.45
Vorkapić, M., Ivanov, T., Alsabri, A., Simonović, A., PREDIKCIJA BRZINE VETRA NA TERITORIJI LIBIJE PRIMENOM VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA	3.54
Živanović, S., Slavković, N., Milutinović, D. METODOLOGIJA PROGRAMIRANJA ROBOTA ZA OBRADU NA BAZI STEP-NC PROTOKOLA.....	3.60





Vorkapić, M.,¹⁾ Ivanov, T., Alsbri, A., Simonović, A.²⁾

PREDIKCIJA BRZINE VETRA NA TERITORIJI LIBIJE PRIMENOM VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA³⁾

Rezime

Libija je zemlja bogata naftom i prirodnim gasom čije učešće u proizvodnji električne energije je preko 90%. Međutim, sve više su u upotrebi i obnovljivi izvori energije, kao što je energija vetra. U Libiji postoji ogromni potencijal za upotrebu energije vetra, a on je najveći u priobalnom delu. Ovim radom analizirana je brzina vetra radi upotrebe vetroturbin u ruralnim oblastima Libije.

Ključne reči: Libija, brzina vetra, veštačke neuronske mreže

1. UVOD

Libija je članica organizacije zemalja izvoznika nafte (OPEC) i predstavlja zemlju sa najvećim rezervama sirove nafte na svetu. Prema Saleh [1] do 2050. godine cena nafte bi mogla dostići cenu od 200\$/barel, a to podrazumeva da je Libiji potrebno oko 70 miliona barela nafte godišnje za proizvodnju električne energije, što bi iznosilo oko 14 milijardi dolara godišnje. Prema ovoj prognozi, Libiji se u budućnosti ne isplati eksploatacija i upotreba nafte, već pronalaženje alternativnih izvora energije.

Zbog prekomerne eksploatacije prirodnog (neobnovljivog) izvora energije, libijska vlada odlučila je da u svoj energetske potencijal uvrsti i potencijal sunca i vetra, kao obnovljivih izvora energije. Libija 2008. godine postaje članica RCREEE (Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency). Do kraja 2020. godine, Libija je sebi postavila cilj da 7% proizvodnje električne energije dođe iz obnovljivih izvora energije, dok porast na 10% očekuje se do 2025. godine. Takođe, prema podacima UNECA [2] (United Nations Economic Commission for Africa), projektovano je da Libija 20% ukupne proizvodnje električne energije dobije iz obnovljivih izvora energije do 2020. godine, odnosno 25% u 2025. godini.

GWEC (Global Wind Energy Council) u statističkom izveštaju za 2011 [3], ukazuje da sve instalirane vetroturbinе u Africi imaju kapacitet od 993 MW. Egipat je lider sa 550 MW, zatim slede Maroko sa 291 MW i Tunis sa 114 MW. Ostale Afričke zemlje učestvuju svega 4% u ukupnoj instaliranoj snazi (38MW). U Libiji je 2000. godine, pokrenut pilot projekat od strane GECOL (General Electric Company of Libya) kako bi se utvrdilo koliki je potencijal energije vetra. Projektom su bile definisane četiri faze za razvoj i izgradnju vetroelektrana od 25 MW, uključujući studiju izvodljivosti, ugradnju vetrogeneratora, izgradnju turbina, kao i obuku inženjera [4].

2. POTENCIJAL ENERGIJE VETRA U LIBIJI

Danas, postoji međunarodna agencija za energetske saradnju IEA Wind TCP (Wind Technology Collaboration Programme) kojoj je prevashodno zadatak da deli informacije i istraživačke aktivnosti u cilju unapređenja razvoja energije vetra, na međunarodnom planu. Dakle, IEA Wind TCP je glavni zamajac zemljama članicama u razmeni informacija o planiranju i izradi nacionalnih projekata i programa velikih vetroenergetskih sistema, kao i u sprovođenju istraživačkih i razvojnih aktivnosti [5]. Svetska instalirana snaga vetroturbin na kraju 2008. godine iznosila je približno 121,2 GW, što odgovara 1,5% od svetske ukupne instalirane snage. To je dvostruko više nego u 2005. godini.

¹⁾ dr Miloš Vorkapić, Univerzitet u Beogradu, NU IHTM - Centar za mikroelektronske tehnologije, (worcky@nanosys.ihtm.bg.ac.rs)

²⁾ Toni Ivanov, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet (tivanov@mas.bg.ac.rs); Anwer Alsbri, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Aleksandar Simonović, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

³⁾ U okviru ovog rada saopštavaju se rezultati istraživanja koja se sprovode na projektu Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj br. TR 35035.

Zemlje članice ostvarile su evidentan napredak u ovoj oblasti proizvodnje, tako da Danska upotrebom svojih vetroelektrana snabdeva energetska mrežu sa 19%, Španija i Portugalija sa 13%, dok Nemačka i Irska sa 7% za svoje potrebe [6]. Prema istom izvoru, procena maksimalne raspoložive snage energije vetra je oko 72 TW, što predstavlja veliki podstrek ako se poredi sa 15 TW koje se mogu dobiti od ostatka svih neobnovljivih izvora.

Arapske zemlje, uključujući i Libiju, karakterišu brzi i visoki vetrovi. Nažalost, i dalje je eksploatacija i korišćenje ovih vetrova ograničena na određene zemlje, poput Egipta naročito u priobalnom području. Prema dostupnim podacima, proizvodnja energije vetra na godišnjem nivou data je respektivno: Egipat 390 MW, Maroko 125 MW, Libija 20 MW, dok ostatak proizvodnje na Bliskom istoku je nešto veća od 50 MW.

Klima u Libiji je umerena u proleće i jesen (vruća leta i relativno hladne zime). U severnom delu dominira klima Sredozemnog mora dok je klima na jugu pustinjska. U istočnom delu gde preovlađuju planine, temperatura ne prelazi 30°C leti, a dostiže tačku zamrzavanja zimi. Kontinentalni deo Libije, tj. preovlađujuća pustinja, je pod najvećim sunčevim zračenjem. Prosečno godišnje sunčevo zračenje po kvadratnom metru horizontalne površine je između 5,5 kWh dnevno u priobalnim područjima do 7 kWh dnevno u južnim pustinjskim područjima. Prosečna brzina vetra je između 5 i 7,5 m/s prvenstveno duž priobalne zone Libije [7].

Preovlađujući vetrovi koji duvaju u priobalnoj regiji Libije mogu se podeliti na dva tipa i to prema godišnjim dobima. Naime, dominantni vetrovi tokom leta su iz pravca istoka i jugoistoka; dok zimi duvaju iz pravca severa i severozapada. U kontinentalnom delu preovlađuju zapadni i južni vetrovi [8].

U tabeli 1 dat je prikaz prosečnog raspona brzine vetra tokom godine za zemlje severne Afrike, kao i procentualni udeo vetrova u priobalnom i kontinentalnom delu za zemlje severne Afrike [9-10].

Tabela 1. Prosečna brzina vetra tokom godine i procentualni udeo vetrova za zemlje severne Afrike

Severna Afrika	Brzina vetra [m/s]	Vetar na kopnu [%]	Vetar na moru [%]
Maroko	5-8	22,5	5,0
Alžir	2,8-4,1	1,3	0
Tunis	5-6	23,0	4,0
Egipat	4-10	20,0	0,3
Libija	3-6	26,5	3,5

GECOL je postavio merne stanice i anemometre, u priobalnoj zoni, na visini od 40m iznad površine zemlje u sledećih 5 lokacija i pri tome je dobijena brzina vetra od zapada ka istoku sukcesivno: Misrata (6,6m/s), Sirte (6,4m/s), El Magrun (7,2m/s), Tolmetha (6,2m/s) i Derna (8m/s). Ovi podaci su bili referentni za razmatranje izgradnje vetroelektrana od 5MW, 15MW i 25 MW. GECOL je na lokaciji Derna, zbog logističkih i operativnih razloga pokrenuo pilot projekt od 25 MW s početkom izgradnje u 2008. godini. Ujedno ovaj koncept je bio i početak za donošenje desetogodišnje strategije u vezi sa razvojem vetroelektrana u Libiji.

Prema izveštaju UNECA [2] prosečne brzine vetra kreću se u opsegu 6-7,5m/s, što predstavlja dobar podatak za realizaciju izgradnje vetroelektrana u Libiji. Ramli i dr. [11] su takođe analizirali brzinu vetra kroz teritorijalnu podelu Libije na zapadni region (4,7-9,1m/s), centralni region (5,4-8,9m/s) i istočni region (5,6-10,4m/s).

3. POLITIKA I STRATEGIJA ZA UVOĐENJE VETROTURBINA

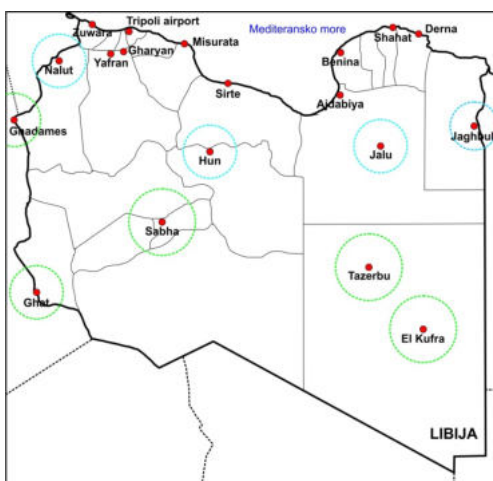
U nacionalnom planu za obnovljivu energiju, realizacija ciljeva bi se odvijala po sledećim etapama [11]: 10% (do 2020) ušesća u osnovnoj energiji Libije i 7% (do 2020) odnosno 10% (do 2025) ušesća u ukupnoj proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora. U okviru ovih ciljeva, Libija bi trebalo da se pretvori u jednu od zemalja izvoznika električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije putem predloženih međunarodnih inicijativa. Da bi se to ostvarilo, potrebno je da se formira Ministarstvo električne energije i obnovljivih izvora energije na koji bi se oslanjala Agencija za obnovljive izvore energije, a zatim da se izvrši priprema i izrada Zakona i regulativnih propisa za sve vidove obnovljivih izvora energije.

Uprava za obnovljivu energiju Libije REAOL (The Renewable Energy Authority of Libya) započela je sa definisanjem nacionalnog plana za finansiranje malih projekata o reverzibilnoj energiji. Libija ima u izgradnji projekte obnovljive energije od 328 MW koji se nalaze u državnom vlasništvu, ali sve to zavisi od političke situacije u zemlji. Institucionalna stabilnost biće prvi neophodan korak u pružanju podrške dugoročnim ciljevima Libije za obnovljive izvore energije.

4. REZULTATI I DISKUSIJA ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je da se predvide performanse i istraži potencijal brzine vetra pomoću veštačkih neuronskih mreža (VNM) u šest gradova kontinentalnog dela Libije, a sve radi daljih analiza za instaliranje i upotrebu vetroturbina sa horizontalnom osom obrtanja. Kao primer upotrebe VNM poslužilo nam je istraživanje Fadare [12] koji je predstavio VNM s troslojnom, feedforward, back-propagation mrežom za predviđanje brzine vetra u Nigeriji. Ulazne varijable koje su bile analizirale su: geografska dužina, geografska širina, nadmorska visina, mesec u godini, a odgovarajući izlaz je predstavljao mesečnu srednju brzinu vetra.

U radu su korišćeni podaci srednje brzine vetra za šest libijskih gradova između 2010 i 2015. godine na osnovu podataka dobijenih od međunarodnih meteoroloških stanica stacioniranih u ovim gradovima. Gradovi o kojima je reč su (videti sliku 1): Nalut, Hun, Jalu, Ghadames, Sabha i El Kufra.



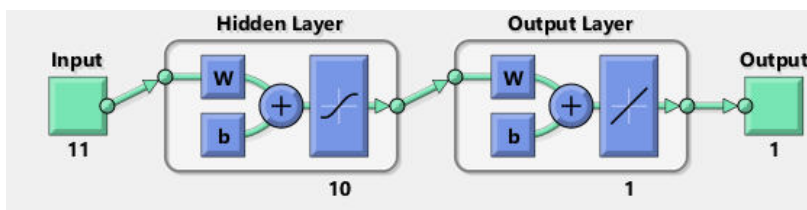
Slika 1. Prikaz položaja gradova u kontinentalnoj oblasti Libije

Set ulaznih podataka za period od 2010.-2015. godine se sastoji od sledećih geografskih parametara poput geografske širine, geografske dužine i nadmorske visine; i meteoroloških parametara poput srednje temperature (min. i max.), broj sunčanih sati, relativne vlažnosti i brzine vetra, videti tabelu 2.

Tabela 2. Ulazni geografski i meteorološki parametri za VNM

Grad	Geo. širina	Geo. dužina	Nad. visina	Tmax [°C]	Tmin [°C]	Padavine [%]	Relativna vlažnost [%]	Broj sunč. sati [h]	Visina merenja [m]	Brzina vetra [m/s]
El Kufra	24.13	23.18	436	31.0	15.9	0.0	27.4	10.4	10	5.7
									50	7.6
									100	9.0
Sabha	27.01	14.26	432	20.7	10.2	45.3	32.5	10.1	10	6.2
									50	8.2
									100	9.8
Ghadames	30.08	9.30	357	30.8	13.5	2.8	36.8	9.6	10	5.7
									50	7.4
									100	8.7
Jalu	29.02	21.34	60	30.3	14.6	0.8	44.0	9.8	10	4.4
									50	5.8
									100	6.9
Hun	29.07	15.57	263	29.9	12.4	2.4	47.1	9.6	10	5.2
									50	6.9
									100	8.1
Nalut	31.52	10.59	621	24.6	12.0	11.6	51.5	9.2	10	5.4
									50	7.0
									100	8.3

Model VNM razvijem je pomoću MATLAB-a. U ovom modelu postoje tri sloja (ulazni, skriveni i izlazni), jedanaest ulaznih parametara i jedan izlazni parametar u mrežama. Ulazni parametri su meteorološki i geografski parametri, dok izlazni parametar predstavlja predskazanu brzinu vetra.



Slika 2. Prikaz VNM modela sa slojevima

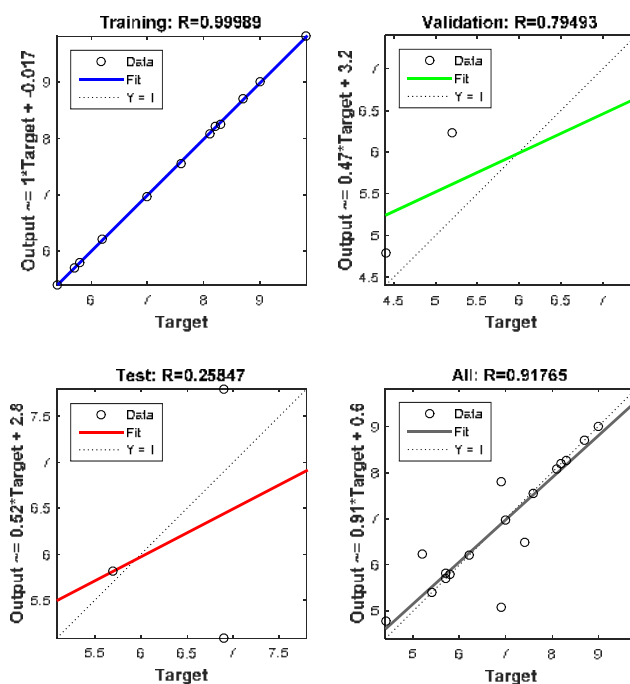
Na osnovu prikazanog VNM modela, ubačeno je 11 ulaznih veličina, 10 skrivenih slojeva, prenosna funkcija i na kraju izlaz. Na slici 2, predstavljena je arhitektura mreže koju generiše program kada se zadaju ulazi. Uspeh mreže je proporcionalan odabranim parametrima i skupu podataka i ako događaj ne može da bude prikazan u mreži u svim njegovim aspektima, onda mreža može da proizvede lažan izlaz. Trening mreže može da bude sa nadzorom ili bez nadzora.

Trening se sastoji iz četiri koraka: (1) sastavljanje podataka o obuci, (2) dizajniranje mrežnog objekta, (3) obučavanje mreže i (4) simuliranje mrežnog odgovora novim ulazima. Nakon dovoljnog procesa obuke, mreža će imati dovoljne mogućnosti za obavljanje nelinearnog povezivanja šema između ulaznih i ciljnih varijabli. Ako se na mrežu primjenjuje novi ulazni podatak, mreža će lako predvidjeti izlaz.

Tabela 3. Ulazni geografski i meteorološki parametri za VNM

	Primer	MSE	R
Trening	12	5.683e-4	0,9998
Validacija	3	6.887e-1	0,7949
Test	3	1.364e-0	0,2585

Korišćeno je 12 podataka (70%), tj. 3(15%) za validaciju i 3(15%) za testiranje kako bi se procenile težine za merenje generalizacije mreže i donela odluka kada prestati sa treningom. Broj skrivenih mreža je 10. Performanse VNM sa različitim konfiguracijama i algoritmima treninga procenjuju se pomoću linearnog koeficijenta korelacije (R), srednje kvadratne pogreške (MSE - Mean Squared Error). R meri korelaciju između predviđenih i stvarnih vrednosti. R vrednost od 1 i 0, tj. 1 - bliski odnos i 0 - slučajni odnos, respektivno. MSE je prosečna kvadratna razlika između izlaza i ciljeva. Niže vrednosti su bolje. Nula znači da nema grešaka. Za naš primer, videti tabelu 3.



Slika 3. Grafički prikaz realizacije VNM modela

Vrednosti za R dati su redno 0,9998; 0,7949 i 0,2585. Ovo pokazuje da vrednosti brzine vetra prema VNM su veoma blizu stvarnim izmerenim vrednostima za sve skupove podataka. Vrednost za test $R=0,2585$ ne daje najbolje rezultate zbog malog broja uzorka pri velikom broju ulaznih promenljivih. Na slici 3, dajt je grafički prikaz realnih od projektovanih vrednosti, što za posledicu ima odstupanja u validaciji i testu prvenstveno u malom broju uzoraka.

Na osnovu analize, videti tabelu 4, mogu se konstatovati da će u dogledno vreme postojati određena odstupanja između ulaznih brzina vetra i predskazanih brzina vetra dobijenih VNM metodom.

Tabela 4. Poređenje ulaznih i predskazanih brzina vetra primenom VNM modela

Grad	Visina [m]	Ulazna brzina vetra [m/s]	Predskazana brzina vetra [m/s]	Razlika [m/s]
El Kufra	10	5,7	5,8143	-0,1143
	50	7,6	7,5513	0,0487
	100	9	9,0033	-0,0033
Sabha	10	6,2	6,2123	-0,0123
	50	8,2	8,2026	-0,0026
	100	9,8	9,8182	-0,0182
Ghadames	10	5,7	5,6973	0,0027
	50	7,4	6,48	0,92
	100	8,7	8,6934	0,0066
Jalu	10	4,4	4,7879	-0,3879
	50	5,8	5,7889	0,0111
	100	6,9	5,0886	1,8114
Hun	10	5,2	6,2341	-1,0341
	50	6,9	7,7936	-0,8936
	100	8,1	8,0702	0,0298
Nalut	10	5,4	5,3939	0,0061
	50	7	6,9707	0,0293
	100	8,3	8,2554	0,0446

5. ZAKLJUČAK

Energija vetra ima mnoge prednosti koje ga čine atraktivnim izvorom energije. Povoljne karakteristike vetroelektrana uključuju: (1) obnovljiv izvor vetar kome se može stalno pristupiti, (2) ne podležu zakonima ponude i potražnje, (3) nisu izvori zagađenja životne sredine, (4) energija se može proizvesti nezavisno od nacionalne električne mreže, (5) jednostavne su za upotrebu i ne zahtevaju česte remonte, (5) različiti delovi vetroelektrana mogu se proizvesti na lokalno u suradnji sa zemljama koji imaju stručnjake u ovoj oblasti, (6) automatsko upravljanje prema visokoj brzini vetra, (7) učinak proizvodnje električne energije dostiže 95%, (8) nema potrebe za radnicima visoke stručnosti, (9) stabilnost cena i (10) smanjenje oslanjanja na neobnovljiva fosilna goriva.

Model VNM može se koristiti za predviđanje brzine vetra u određenom regionu, pod uslovom da su na tom području dostupni meteorološki i geografski parametri kao što su: geografska dužina, geografska širina, nadmorska visina, srednja temperatura, relativna vlažnost i prosečno trajanje sunca. Eksperiment je pokazao dovoljnu tačnost za predloženi model VNM za predviđanje brzine vetra u Libiji. Takođe, ovaj model postaje ohrabrujući za procenu potencijala resursa brzine vetra na lokacijama gde podaci o brzini vetra nisu dostupni.

6. LITERATURA

- [1] Saleh, I. M.: *Prospects of renewable energy in Libya*, International Symposium on Solar Physics and Solar Eclipses (SPSE) 2006, pages 153-161, Libya, 27-29 March, 2006.
- [2] The Renewable Energy Sector in North Africa: Current Situation and Prospects, Published by the Sub-regional North Africa Office of the United Nations Economic Commission for Africa (UNECA), <https://www.uneca.org>, 02.2018.
- [3] Global Wind Energy Council (GWEC). Global wind statistics 2011, <http://gwec.net>, 07.2017

- [4] Chun, S.: *Wind energy in Libya: Combining education, experience and a Pilot Project to Develop a New Market*, Refocus, vol.7(3), pages 44-45, 2006.
- [5] IEA Wind TCP, 2015 Annual Report, <https://community.ieawind.org>, 11.2016.
- [6] World Energy Resources – Wind 2016, <https://www.worldenergy.org>, 01.2018.
- [7] Mohamed, A. M., Al-Habaibeh, A., and Abdo, H.: *An investigation into the current utilisation and prospective of renewable energy resources and technologies in Libya*, Renewable energy, vol. 50, pages 732-740, 2013.
- [8] Climate - Libya, <https://www.climatestotravel.com/climate/libya>, 01.2018.
- [9] Chedid, R., and Chaaban, F.: *Renewable-energy developments in Arab countries: a regional perspective*, Applied Energy, vol. 74(1), pages 211-220, 2003.
- [10] Griffiths, S.: *A review and assessment of energy policy in the Middle East and North Africa region*, Energy Policy, vol. 102, pages 249-269, 2017.
- [11] Ramli, N. M., Alarefi, S. A., and Walker, S. D.: *Renewable power and microgeneration in Libya: Photovoltaic system sizing, wind, rainfall potentials and public response*, 6th International Renewable Energy Congress (IREC) 2015, pages 1-6, IEEE. 24-26 March, 2015.
- [12] Fadare, D. A.: *The application of artificial neural networks to mapping of wind speed profile for energy application in Nigeria*, Applied Energy, vol. 87(3), pages 934-942, 2010.

Vorkapić, M., Ivanov, T., Alsabri, A., Simonović, A.

PREDICTION OF WIND VELOCITY ON THE TERRITORY OF LIBYA USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract: *Libya is a rich country with oil and natural gas which accounts for over 90% of the country's total electricity production. However, renewable energy sources, such as wind energy, are increasingly being used. In Libya there is a huge potential for the use of wind energy, which is largest in the coastal area. This paper analyzes wind velocity for the use of wind turbines in the rural regions of Libya.*

Key words: *Libya, wind velocity, artificial neural networks*

CIP - Каталогизација у публикацији -
Народна библиотека Србије, Београд

658.5:004.384 (082) (0.034.2)
004.896(082) (0.034.2)
621.7/.9-52 (082) (0.034.2)
007.52:658.5 (082) (0.034.2)
005.6(082) (0.034.2)

ZBORNİK radova [Elektronski izvor] = Proceedings / [34. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala [i] 28. simpozijum CAD/CAM [i] 37. simpozijum NU - ROBOTI - FTS [i] 43. simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala [i] 21. simpozijum Menadžment kvalitetom [sve u okviru]] 41. Jupiter konferencija, Beograd, jun 2018. ; organizator Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet. - Beograd : Univerzitet, Mašinski fakultet, 2018 (Beograd : Planeta print). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Nasl. sa nasl. strane dokumenta. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-7083-978-6

1. Јупитер конференција (41 ; 2018 ; Београд) 2. Симпозијум CIM у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала (34 ; 2018 ; Београд) 3. Симпозијум CAD/CAM (28 ; 2018 ; Београд) 4. Симпозијум NU - ROBOTI - FTS (37 ; 2018 ; Београд) 5. Симпозијум Управљање производњом у индустрији прераде метала (43 ; 2018 ; Београд) 6. Симпозијум Менаџмент квалитетом (21 ; 2018 ; Београд) 7. Машински факултет (Београд)
a) CIM системи - Зборници b) CAD/CAM системи - Зборници c) Машине алатке - Нумеричко управљање - Зборници d) Роботи - Зборници e) Флексибилни технолошки системи - Зборници f) Металопрађивачка индустрија - Управљање - Зборници g) Управљање квалитетом - Зборници

COBISS.SR-ID 264382732

ISBN 978-86-7083-978-6



9 788670 839786 >