

## Analiza temperatura na mjernim mjestima komponenti vjetroagregata 1 u VE „Rudine“

GOJKO N. KRUNIĆ, Univerzitet u Istočnom Sarajevu,  
Fakultet za proizvodnju i menadžment,  
Trebinje, Bosna i Hercegovina

SRĐAN M. VASKOVIĆ, Univerzitet u Istočnom Sarajevu,  
Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
SREĆKO V. KRILE, RP Global Projekti d.o.o, Hodilje, Hrvatska  
BORIS F. REŠČEC, RP Global Projekti d.o.o, Zagreb, Hrvatska

Stručni rad  
UDC: 621.311.245:536.5  
DOI: 10.5937/tehnika2201073K

*U radu je prikazana analiza temperatura na mjernim mjestima pojedinih komponenti vjetroagregata 1 u Vjetroelektrani (VE) „Rudine“. Opisane su karakteristike čvorišta, multiplikatora, generatora i gondole vjetroagregata 1. Prikazana su kretanja temperatura na mjernim mjestima pomenutih komponenti u toku jednog dana tokom različitih ekvidistantnih desetominutnih intervala. Analizirane su minimalne, prosječne i maksimalne temperature na mjernim mjestima komponenti vjetroagregata 1, evidentirana vremena njihovog pojavljivanja i navedeni su desetominutni intervali u kojima su one izmjerene. Upoređivanjem mjernih podataka izmjerenih na mjernim mjestima komponenti vjetroagregata 1 moguće je uočiti njihovu međusobnu zavisnost.*

**Ključne reči:** temperatura, mjerno mjesto, komponente vjetroagregata, desetominutni intervali

### 1. UVOD

Vjetroagregat je aeroelastičan mehanički sistem koji pretvara kinetičku energiju vjetra u električnu energiju. S druge strane, vjetroagregati i dalje pate od potencijalnih problema, kao što su vibracije, korozija i promjene temperature, na primer, u motorima, senzovima, lopaticama i multiplikatoru, što može uticati na proizvodnu sposobnost i može izazvati značajan zastoj cijelog sistema [1].

U radu su prikazana kretanja temperatura na čvorištu (glavčini), generatoru, multiplikatoru (prenosniku) i gondoli (kućištu) vjetroagregata 1 u VE „Rudine“. Tip vjetroagregata 1 je GE Energy 2,85-103. Temperature izmjerene na mjernim mjestima na čvorištu i gondoli vjetroagregata 1 su manje u odnosu na temperature izmjerene na mjernim mjestima na generatoru i multiplikatoru vjetroagregata 1. Na generatoru su vršena mjerenja temperature na mjernim mjestima 1 i 2, dok su na ležaju generatora izvršena mjerenja te-

perature na mjernim mjestima A i B. Mjerna mjesta 1 i 2 na generatoru označavaju mjesta na kojima su postavljeni senzori za mjerenje temperature statora i rotora generatora, dok mjerna mjesta A i B na ležaju generatora označavaju mjesta na kojima su postavljeni senzori za mjerenje temperature ležaja generatora.

Kod multiplikatora su izmjerene temperature na mjernim mjestima koja se nalaze na samom multiplikatoru, ležaju i osovini multiplikatora. Izvršena su mjerenja temperature ulja multiplikatora blizu grejnih elemenata.

Na ležaju multiplikatora su izmjerene temperature na strani rotora osovine velike brzine, na strani rotora međuosovine i strani generatora međuosovine.

### 2. KARAKTERISTIKE POJEDINIHKOMPONENTI VJETROAGREGATA

Čvorište vjetroagregata je komponenta koja povezuje lopatice sa glavnom osovinom i na kraju sa ostatkom pogonskog sklopa [2]. Napravljeno je od visoko kvalitetnog livenog željeza i predstavlja glavnu komponentu rotora. Konfiguracija vjetroagregata može biti sa direktnim pogonom ili multiplikatorom u zavisnosti od načina prebacivanja opterećenja sa lopaticama rotora vjetroagregata na pogonski sklop i okvir gondole. Lopatice su pričvršćene za čvorište kod

---

Adresa autora: Gojko Krunic, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Fakultet za proizvodnju i menadžment, Trebinje, Stepe Stepanovića bb, Bosna i Hercegovina

e-mail: gojko.krunic@fpm.ues.rs.ba

Rad primljen: 19.01.2022.

Rad prihvaćen: 24.02.2022.

jednostavnijih konstrukcija vjetroagregata. Kada je riječ o složenijim konstrukcijama vjetroagregata lopatice se pričvršćivaju za mehanizam za nagib lopatica. Kod spoja čvorišta i osovine rotora neophodno je obratiti pažnju na oštećenja, koroziju, površinske mrlje i trošenje materijala. U čvorištu su lopatice rotora spojene sa sistemom za zakretanje lopatica.

Multiplikator je glavni deo za prenos energije i radi pod teškim uslovima opterećenja [3]. Multiplikator predstavlja jednu od najsnažnijih komponenti vjetroagregata i njegova funkcija je da poveže osovinu male brzine sa osovinom velike brzine i poveća brzinu rotacije. Osovina male brzine se drugačije zove i glavna osovina. Ona je povezana za glavčinu i prenosi obrtni momenat na multiplikator. Multiplikator se nalazi između glavne osovine i generatora.

Kod vjetroagregata pojedinačne snage od 1 MW brzina rotacije rotora iznosi oko 20 obrtaja u minuti. Neophodno je da multiplikator poveća brzinu rotacije u odnosu oko 90 puta kako bi brzina rotacije osovine velike brzine dostigla oko 1.800 obr/min. Osnovni tipovi multiplikatora su cilindrični, planetarni i kombinovani.

Kod megavatnih vjetroagregata je najčešće zastupljena kombinacija cilindričnog prenosa sa kosim zupcima i planetarnog. Oko 20% svih zastoja vjetroagregata prouzrokovano je kvarovima na multiplikatoru. Da bi se spriječilo da se vibracije multiplikatora prenesu na stub vjetroagregata neophodno je da multiplikator vjetroagregata bude montiran na elastične amortizere.

Povećanjem nazivne snage vjetroagregata povećava se težina multiplikatora. Multiplikator mora izdržati opterećenja koja su posljedica opterećenja koje nameće rotor vjetroagregata. Opterećenja koje multiplikator mora da izdrži uključuju obrtni moment glavne osovine, a može uključivati težinu rotora i razna dinamička opterećenja. Koja će sve opterećenja multiplikator morati da izdrži zavisiće od stepena integracije multiplikatora sa glavnom osovinom i ležajevima.

Multiplikator i rotor su tokom vremena izloženi konstantnim, periodičnim i prolaznim opterećenjima. Zbog svih tih opterećenja dolazi do oštećenja ležajeva i zubaca zupčanika. Multiplikator predstavlja komponentu vjetroagregata koja proizvodi buku čiji će nivo zavisiti od tipa multiplikatora. Prilikom projektovanja multiplikatora naročito je neophodno obratiti pažnju na njegovu pouzdanost. Osiguranje pouzdanosti prilikom projektovanja multiplikatora zahtjeva dobru saradnju i koordinaciju između projektanta vjetroagregata i projektanta multiplikatora.

Električni generator predstavlja komponentu vjetroagregata koja vrši pretvaranje kinetičke energije obrtanja brzohode osovine u električnu energiju. Kod

vjetroagregata sa multiplikatorom osovina velike brzine pokreće generator. Ako je u pitanju vjetroagregat sa direktnim pogonom, rotacija generatora se vrši zahvaljujući glavnoj osovini. Kod komercijalnih vjetroagregata generator je smješten u gondoli koja se nalazi na vrhu stuba vjetroagregata. Do čestih promjena obrtnog momenta generatora dolazi zbog promjena brzina vjetra. Kod vjetroagregata 1 u VE „Rudine“ je ugrađen indukcion generator sa dvostrukim napajanjem (Double-fed induction generator-DFIG). Gondola vjetroagregata predstavlja komponentu koja obezbjeđuje zaštitu komponenti koje su smješteni u njoj unutrašnjosti. U njoj su mehaničke i električne komponente zaštićene od snijega, leda, kiše i sunčeve svjetlosti. Gondola je najčešće napravljena od fiberglasa i prilikom njene izrade koriste se lagani materijali.

### 3. ANALIZA TEMPERATURA NA MJERNIM MJESTIMA POJEDINIHIH KOMPONENTI VJETROAGREGATA 1

U toku rada vjetroagregata dolazi do promjene temperatura na njegovim komponentama. Na slikama od 1. do 15. prikazana je proizvodnja vjetroagregata 1, temperatura ambijenta i promjene temperatura na mjernim mjestima nekih od komponenta vjetroagregata 1 tokom dana, 24. 10. 2021. godine.

Proizvodnje vjetroagregata 1 u VE „Rudine“ u toku dana, 24.10.2021. godine prikazane su na slici 1.



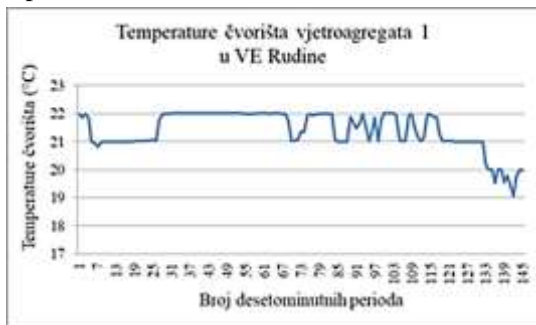
Slika 1 - Proizvodnja vjetroagregata 1 u VE Rudine u toku dana, 24.10.2021. godine

Temperature ambijenta vjetroagregata 1 u VE „Rudine“ u toku dana, 24.10.2021. godine prikazane su naslici 2.



Slika 2 - Temperatura ambijenta vjetroagregata 1 u VE Rudine u toku dana, 24.10.2021. godine

Temperature čvorišta vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 3.



Slika 3 - Temperature čvorišta vjetroagregata 1 u VE Rudine

Minimalna temperatura čvorišta iznosi  $19,06^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 23:30 časova u 153 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura čvorišta vjetroagregata 1 iznosi  $22^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je tokom 36 različitih ekvidistantnih desetominutnih intervala u toku dana. Razlika između maksimalne i minimalne temperature čvorišta vjetroagregata 1 iznosi  $2,94^{\circ}\text{C}$ . Srednja temperatura čvorišta vjetroagregata 1 iznosi  $21,40^{\circ}\text{C}$ .

Temperature generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 1 u VE Rudine prikazane su na slici 4.



Slika 4 - Temperature generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 1 u VE Rudine

Minimalna temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 1 iznosi  $42,95^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 20:40 časova u 136 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 1 iznosi  $68,61^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 03:30 časova u 33 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 1 iznosi  $25,66^{\circ}\text{C}$ . Srednja temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 1 iznosi  $52,90^{\circ}\text{C}$ .

Temperature generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 2 u VE Rudine prikazane su na slici 5.

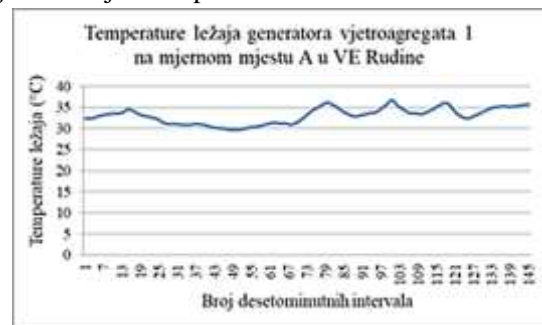
Minimalna temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 2 iznosi  $43,25^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 20:40 časova u 136 ekvidistantnom desetominutnom intervalu.



Slika 5 - Temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 2 u VE Rudine

Maksimalna temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 2 iznosi  $68,43^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 03:30 časova u 33 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Srednja temperatura generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu 2 iznosi  $53,04^{\circ}\text{C}$ . Razlika između maksimalne i minimalne temperature generatora vjetroagregata 1 u mjernom mjestu 2 iznosi  $25,18^{\circ}\text{C}$ . Na osnovu mjerenja temperatura generatora vjetroagregata 1 na dva različita mjerna mjesta može se videti da razlika između minimalnih temperatura generatora vjetroagregata 1 izmjerenih na dva različita mjerna mjesta iznosi  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Razlika između maksimalnih temperatura generatora vjetroagregata 1 izmjerenih na dva različita mjerna mjesta iznosi  $0,18^{\circ}\text{C}$ . Minimalna temperatura generatora vjetroagregata 1 izmjerena je na mjernom mjestu 1 i iznosi  $42,95^{\circ}\text{C}$ . Maksimalna temperatura generatora vjetroagregata 1 je, takođe, izmjerena na mjernom mjestu 1 i iznosi  $68,61^{\circ}\text{C}$ .

Temperature ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu A prikazane su na slici 6.



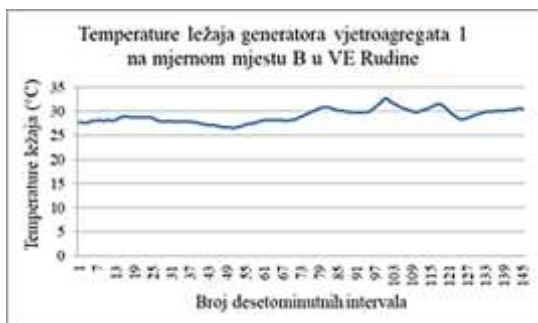
Slika 6 - Temperature ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu A u VE Rudine

Minimalna temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu A iznosi  $29,6^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 08:00 časova u 60 ekvidistantnom desetominutnom intervalu.

Maksimalna temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu A iznosi  $36,5^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je dva puta, u 16:30 i 16:40 časova u 111. i 112. ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature

ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu A iznosi 6,9°C. Srednja temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu A iznosi 33°C.

Temperature ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu B u VE „Rudine“ prikazane su na slici 7.



Slika 7 - Temperature ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu B u VE Rudine

Minimalna temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu B iznosi 26,58°C i izmjerena je u 08:20 časova u 62 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu B iznosi 32,63°C i izmjerena je u 16:30 časova u 111 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu B iznosi 6,05°C. Srednja temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na mjernom mjestu B iznosi 29,06°C.

Na osnovu mjerenja temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 na dva različita mjerna mjesta može se viditi da razlika između minimalnih temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 izmjerenih na dva različita mjerna mjesta iznosi 3,02°C. Razlika između maksimalnih temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 izmjerenih na dva različita mjerna mjesta iznosi 3,87°C.

Minimalna temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 iznosi 29,6°C i izmjerena je na mjernom mjestu A. Maksimalna temperatura ležaja generatora vjetroagregata 1 je, takođe, izmjerena na mjernom mjestu A i iznosi 36,5°C.

Temperature multiplikatora vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 8.

Minimalna temperatura multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 55,12°C i izmjerena je u 20:30 časova u 135 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 62,82°C i izmjerena je u 13:00 časova u 90 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 7,7°C. Srednja temperatura multiplikatora vjetroagregata 1 u VE Rudine iznosi 58,59°C.



Slika 8 - Temperature multiplikatora vjetroagregata 1 u VE Rudine

Temperature ležaja multiplikatora vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 9.



Slika 9 - Temperature ležaja multiplikatora vjetroagregata 1 u VE „Rudine“

Minimalna temperatura ležaja multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 58,6°C i izmjerena je u 23:00 časova u 150 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura ležaja multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 70,78°C i izmjerena je u 13:00 časova u 90 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature ležaja multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 12,18°C. Srednja temperatura ležaja multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 65,17°C. Temperature osovine multiplikatora vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 10.



Slika 10 - Temperature osovine multiplikatora vjetroagregata 1 u VE „Rudine“

Minimalna temperatura osovine multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi 34,19°C i izmjerena je u 23:00 časova u 150 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura osovine multiplikatora

vjetroagregata 1 iznosi  $35,52^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je dva puta zahvaljujući mjerenjima u 17:10 i 17:20 časova u 115 i 116 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature osovine multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi  $1,33^{\circ}\text{C}$ .

Srednja temperatura osovine multiplikatora vjetroagregata 1 iznosi  $34,92^{\circ}\text{C}$ . Temperature gondole vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 11.



Slika 11 - Temperature gondole vjetroagregata 1 u VE „Rudine“

Minimalna temperatura gondole vjetroagregata 1 iznosi  $23,61^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 20:20 časova u 134 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura gondole vjetroagregata 1 iznosi  $34,25^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 22:30 časova u 147 ekvidistantnom vremenskom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature gondole vjetroagregata 1 iznosi  $10,64^{\circ}\text{C}$ . Srednja temperatura gondole vjetroagregata 1 u VE Rudine iznosi  $27,71^{\circ}\text{C}$ . Temperature ležajeva multiplikatora (strana rotora osovine velike brzine) vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 12.

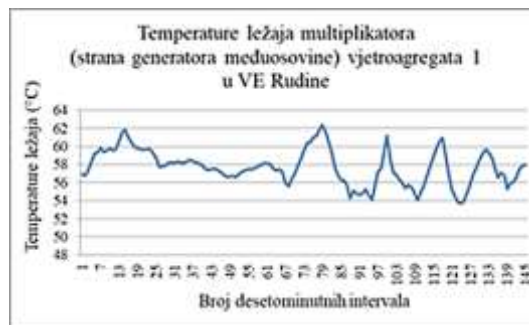


Slika 12 - Temperature ležaja multiplikatora (strana rotora osovine velike brzine) vjetroagregata 1 u VE „Rudine“

Minimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana rotora osovine velike brzine) vjetroagregata 1 iznosi  $59,27^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 15:40 časova u 106 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana rotora osovine velike brzine) vjetroagregata 1 iznosi  $68,5^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 13:00 časova u 90 ekvidistantnom vremenskom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature ležaja multiplikatora (strana

rotora osovine velike brzine) vjetroagregata 1 iznosi  $9,23^{\circ}\text{C}$ . Srednja temperatura ležaja generatora (strana rotora osovine velike brzine) vjetroagregata 1 iznosi  $63,76^{\circ}\text{C}$ .

Temperature ležaja multiplikatora (strana generatora međuosovine) vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 13.



Slika 13 - Temperature ležaja multiplikatora (strana generatora međuosovine) vjetroagregata 1 u VE „Rudine“

Minimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana generatora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi  $53,69^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 20:30 časova u 135 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana generatora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi  $62,4^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 13:00 časova u 90 ekvidistantnom desetominutnom intervalu.

Razlika između maksimalne i minimalne temperature ležaja multiplikatora (strana generatora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi  $8,71^{\circ}\text{C}$ . Srednja temperatura ležaja generatora (strana generatora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi  $57,72^{\circ}\text{C}$ . Temperature ležaja multiplikatora (strana rotora međuosovine) vjetroagregata 1 u VE Rudine prikazane su na slici 14.



Slika 14 - Temperature ležaja multiplikatora (strana rotora međuosovine) vjetroagregata 1 u VE Rudine

Minimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana rotora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi  $56,75^{\circ}\text{C}$  i izmjerena je u 20:30 časova u 135 ekvidistantnom desetominutnom intervalu. Maksimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana rotora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi  $65,25^{\circ}\text{C}$  i izmjerena

je u 13:00 časova u 90 ekvidistantnom vremenskom intervalu. Razlika između maksimalne i minimalne temperature ležaja multiplikatora (strana rotora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi 8,5°C.

Srednja temperatura ležaja generatora (strana rotora međuosovine) vjetroagregata 1 iznosi 60,73°C. Temperature ulja multiplikatora vjetroagregata 1 u blizini grejnih elemenata prikazane su na slici 15.



Slika 15 - Temperature ulja multiplikatora vjetroagregata 1 u VE „Rudine“ u blizini grejnih elemenata

Minimalna temperatura ulja multiplikatora vjetroagregata 1 u blizini grejnih elemenata iznosi 57,54°C i izmjerena je u 20:20 časova u 134 ekvidistantnom desetominutnom intervalu.

Maksimalna temperatura ulja multiplikatora vjetroagregata 1 u blizini grejnih elemenata iznosi 67,18°C i izmjerena je u 13:00 časova u 90 ekvidistantnom vremenskom intervalu.

Razlika između maksimalne i minimalne temperature ulja multiplikatora vjetroagregata 1 u blizini grejnih elemenata iznosi 9,64°C. Srednja temperatura ulja multiplikatora vjetroagregata 1 u blizini grejnih elemenata iznosi 62,12°C.

Kod multiplikatora je važno obratiti pažnju na podmazivanje. Ulja koja se primjenjuju kod multiplikatora moraju biti takva da se habanje zubaca i ležajeva zupčanika smanji na najmanju moguću mjeru. Uzorke ulja je neophodno uzimati periodično kako bi se procijenio kvalitet ulja. Ulje se periodično uzima i zbog otkrivanja znakova unutrašnjeg habanja. U slučajevima kada vjetroagregat ne radi može se desiti da ulje iscuri iz zupčanika i ležajeva. To može da dovede do nedovoljnog podmazivanja prilikom pokretanja vjetroagregata. Na životni vijek multiplikatora utiče povremeni rad vjetroagregata koji predstavlja čestu pojavu kod vjetroagregata. Sve dok se multiplikator ne zagrije, tokom hladnog vremena, ulje može da ima preveliki viskozitet. U tom slučaju vjetroagregati imaju veliku korist od grijača ulja u multiplikatoru.

## 6. ZAKLJUČAK

Analizu temperatura komponenti vjetroagregata je neophodno izvršiti zbog eventualnog preduzimanja

preventivnih mjera za obezbjeđenje nesmetanog i kontinuiranog rada vjetroagregata u sklopu Vjetroelektrane „Rudine“. Analizirane su minimalne, srednje i maksimalne vrijednosti temperatura na odgovarajućim mjernim mjestima kod pojedinih komponenata vjetroagregata 1 u toku jednog dana.

Analizirane su temperature na čvorištu i gondoli vjetroagregata 1 izmjerene na jednom mjernom mjestu, a kod generatora i ležaja generatora su izmjerene temperature na dva mjerna mjesta. Takođe, analizirane su temperature na mjernim mjestima na samom multiplikatoru, ležaju, osovini multiplikatora i izmjerene su temperature ulja multiplikatora u blizini grejnih elemenata. Na ležaju multiplikatora analizirane su temperature na strani rotora osovine velike brzine, strani generatora međuosovine i strani rotora međuosovine.

Minimalna, srednja i maksimalna temperatura izmjerena na mjernom mjestu čvorišta je značajno niža od minimalnih, srednjih i maksimalnih temperatura izmjerenih na dva mjerna mjesta na generatoru. Minimalna, srednja i maksimalna temperatura gondole vjetroagregata 1 je veća od minimalne, srednje i maksimalne temperature čvorišta.

Minimalne, srednje i maksimalne temperature generatora izmjerene na dva mjerna mjesta su približno iste. Minimalna, srednja i maksimalna temperatura ležaja generatora je značajno niža u odnosu na minimalne, srednje i maksimalne temperature generatora. Mjerenjem je, takođe, ustanovljeno da je minimalna temperatura multiplikatora veća u odnosu na minimalne temperature generatora izmjerene na dva mjerna mjesta.

Srednja temperatura multiplikatora je veća za nekoliko stepeni u odnosu na srednje temperature generatora izmjerene na oba mjerna mjesta. Za razliku od minimalne temperature multiplikatora koja je veća od minimalnih temperatura generatora izmjerenih na oba mjerna mjesta, maksimalna temperatura multiplikatora je niža od maksimalnih temperatura generatora izmjerenih na oba mjerna mjesta.

Mjerenjem i analizom je utvrđeno da je minimalna, srednja i maksimalna temperatura ležaja multiplikatora veća od minimalne, srednje i maksimalne temperatura multiplikatora. Minimalna, srednja i maksimalna temperatura osovine multiplikatora je niža od minimalnih, srednjih i maksimalnih temperatura multiplikatora i ležaja multiplikatora.

Analizom se može utvrditi da je minimalna, srednja i maksimalna temperatura ležaja multiplikatora (strana rotora osovine velike brzine) veća od minimalnih, srednjih i maksimalnih temperatura ležaja multiplikatora (strana generatora međuosovine i strana

rotora međuosovine). Mjerenjem je utvrđeno da je minimalna, srednja i maksimalna temperatura ulja multiplikatora blizu grejnih elemenata veća od minimalne, srednje i maksimalne temperature multiplikatora.

#### LITERATURA

- [1] Karimi H. R., *Structural Control and Fault Detection of Wind Turbine Systems*, The Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom, 2018.
- [2] Manwell J. F, McGowan J. G, *Wind energy explained, Theory, Design and Application*, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, 2009.
- [3] Han Q, Wei J, Han Q, Zhang H, *Dynamics and Vibration Analyses of Gearbox in Wind Turbine*, Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2017.
- [4] Zlomušica E, Čampara M, Dedić R, *Vjetroelektrane, osnove konstrukcije i rada*, Univerzitet „Džemal Bijedić“ Mostar, Agromediterranski fakultet Mostar, 2015.

#### SUMMARY

##### ANALIZA TEMPERATURA NA MJERNIM MJESTIMA KOMPONENTI VJETROAGREGATA 1 U VE „RUDINE“

*The paper presents an analysis of the temperature at the measuring points of individual components of wind turbines 1 in the wind farm (WPP) „Rudine“. The characteristics of hubs, gearbox, generators and nacelles of wind turbines 1 are described. The temperature movements at the measuring points of the mentioned components during one day during different equidistant ten-minute intervals are shown. The minimum, average and maximum temperatures at the measuring points of the wind turbine 1 components were analyzed, the times of their occurrence were recorded and the ten-minute intervals in which they were measured were stated. By comparing the measurement data measured at the measurement locations of wind turbine 1 components, it is possible to observe their interdependence.*

**Key Words:** *temperature; measuring point; wind turbine components; ten-minute intervals*