

UNIVERZITET U ISTOČNOM SARAJEVU
MAŠINSKI FAKULTET ISTOČNO SARAJEVO
NASTAVNO– NAUČNOM VIJEĆU

Na osnovu člana 149. Zakona o visokom obrazovanju (Sl. Glasnik RS, broj 73/10, 104/11, 84/12 i 108/13), člana 57. Statuta Univerziteta u Istočnom Sarajevu, člana 17. Statuta Mašinskog fakulteta i člana 15. Pravilnika Mašinskog fakulteta o postupku sticanja naučnog stepena magistra tehničkih nauka, Nastavno–naučno vijeće Mašinskog fakulteta Istočno Sarajevo, na 5. redovnoj sjednici, održanoj 11.07.2018. godine, donijelo je Odluku o imenovanju **Komisije za pregled, ocjenu i odbranu magistarskog rada**, broj: 238-S-2/18 од 11.07.2018. godine, **kandidata Zorana Radovića, dipl. inž. maš.**, pod naslovom:

**„MATEMATIČKI MODEL SNABDIJEVANJA I POTROŠNJE DRVNOG PELETA
DEFINISAN PREMA POTREBNOJ KOLIČINI TOPLOTE ZA ZAGRIJAVANJE
POSMATRANOG OBJEKTA“**

Komisiju za pregled, ocjenu i odbranu magistarskog rada čine sljedeći članovi:

1. Dr Anto Gajić, docent, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet Istočno Sarajevo, uža naučna oblast: Hidrotermika i termoenergetika, predsjednik
2. Dr Srđan Vasković, docent, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet Istočno Sarajevo, uža naučna oblast: Hidrotermika i termoenergetika, mentor
3. Dr Velid Halilović, vanredni profesor, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet Sarajevo, uža naučna oblast: Iskorištavanje šuma, član

Nakon pregleda dostavljenog magistarskog rada i dokumenata o dosada vođenoj proceduri u vezi sa magistarskim radom, Komisija dostavlja sljedeći:

IZVJEŠTAJ

1. OSNOVNI BIOGRAFSKI PODACI O KANDIDATU

Zoran Radovic, dipl.maš.inž. rođen u Sarajevu 24.03.1983.god.. Srednju Mašinsku školu završio je u „Srednjoškolskom Centru Pale,, na Palama 2001. god. , te iste godine upisuje Mašinski fakultet u I. Sarajevu (proizvodni/opšti smjer) gdje je i diplomirao u Martu 2008.god. na temu „ Konstrukciono izvodjenje i modeliranje turbinskih mjerila protoka,,. Po završetku studija svoju karijeru gradi kao zaposlenik u nekoliko proizvodnih kompanija, te kao inženjer na održavanju hidroenergetskih postrojenja. Od 01.05.2013. zasniva radni odnos u Norveškoj kompaniji „SMED Engineering,, kao konstruktor te projekt menadžer, čiji je uposlenik i danas. Značajno iskustvo stiče u oblastima primjene biomase, hidromehaničke opreme, naftne i pomorske industrije te u oblasti prerade ribe. Oženjen je i otac jednog djeteta.

Postdiplomske studije je upisao 2009. godine na Mašinskom fakultetu Istočno Sarajevo. Položio jesve ispite predviđene nastavnim planom i programom i stekao pravo na odbranu magistarskog rada.

Objavljeni radovi:

1. Medaković, V., Vasković, S., Milić, D., **Radović, Z.**, Ekološki aspekti pri korišćenju stiroporne izolacije zidova II International Congress "Engineering, Materials and Management in the Processing Industry", 2011.
2. Prodanović Saša, Vasković Srđan, **Radović Zoran**, Improvement of the Wood Biomass Heating System Control, II International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection – IEEP, University of Novi Sad Technical faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 2012.
3. Željko Batinić, **Zoran Radović**, Petar Nikšić, Ranko Antunović, NOVE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI NADZORA RADA MAŠINSKIH SISTEMA, I Internacionalna konferencija COMET-a, Univerzitet u Istočnom Sarajevu Mašinski fakultet, 2012.
4. **Zoran Radović**, Željko Batinić, Nemanja Prorok, Srđan Vasković, PRIMJENA VIRTUALNE INSTRUMENTACIJE U NADZORU MAŠINSKIH SISTEMA, I Internacionalna konferencija COMET-a, Univerzitet u Istočnom Sarajevu Mašinski fakultet, 2012.

2. TEHNIČKI OPIS MAGISTARSKOG RADA

Magistarski rad kandidata Zorana Radovića, dipl. inž. maš. pod naslovom: „Matematički model snabdijevanja i potrošnje drvnog peleta definisan prema potrebnoj količini toplote za zagrijavanje posmatranog objekta“ prezentovan je na 50 stranica kucanog teksta, i dva priloga od 60 stranica. Ovaj rad sadrži: 2 tabele, 8 slika, 12 grafikona i dva priloga.

Na početku magistarskog rada data je ključna dokumentacija i osnovne informacije o radu, a na kraju spisak korištene literature sa 40 literarnih navoda.

3. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Rad i istraživanje u okviru rada organizovani su preko 11 poglavlja, čiji sadržaj slijedi u nastavku.

1. UVOD
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA
 - 2.1 O peletu kao gorivu
 - 2.2. Snabdijevački lanci drvnim peletom
3. DEFINISANJE HIPOTEZA I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA
 - 3.1 Predmet i cilj rada
 - 3.2 Hipoteze rada
 - 3.3 Metode koje će se koristiti pri istraživanju i okvirni sadržaj rada
 - 3.4 Očekivani rezultati i doprinos nauci
4. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE DRVNOG PELETA

5. OPIS TEHNOLOGIJA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE ENERGIJE IZ PELETA KAO GORIVA
6. MODELIRANJE PROCESA PROIZVODNJE DRVNOG PELETA
 - 6.1. Energetska efikasnost snabdijevačkog lanca
 - 6.2. Proizvodni trošak snabdijevačkog lanca energijom
 - 6.3. Specifična emisija ugljendioksida po snabdijevačkom lancu toplote
 - 6.4. Specifični investicioni trošak po snabdijevačkom lancu toplote
 - 6.5. Mašine i postrojenja za prikupljanje i preradu biomase u gorivo u snabdijevačkom lancu
7. MODELIRANJE POTROŠAČKOG LANCA TOPLOTNE ENERGIJE
 - 7.1 Transmisioni gubici
 - 7.1.1 Površina kroz koju prolazi toplota
 - 7.1.2 Temperature negrejanih prostorija
 - 7.1.3 Spoljna projektna temperatura
 - 7.1.4 Dodatak zbog prekida u zagrijavanju
 - 7.1.5 Dodatak na uticaj zračenja
 - 7.2 Infiltracioni gubici
 - 7.2.1 Karakteristika prostorije
 - 7.2.2 Karakteristika zgrade
 - 7.3 Specifična potrebna količina toplote
 - 7.4 Proračun godišnje potrošnje energije za grijanje
8. TESTIRANJE MODELA PREMA DEFINISANOM SNABDIJEVAČKOM LANCU DRVNIM PELETOM ZA ZAGRIJAVANJE REALNOG OBJEKTA NA GODIŠNJEM NIVOU
9. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA
10. Zaključna razmatranja
11. Literatura
12. Prilog

4. OPIS MAGISTARSKOG RADA

Predmet istraživanja u ovom magistarskom radu je snabdijevački lanac proizvodnje drvnog peleta uparen sa potrošačkim lancem toplotne energije. Sa porastom potrošnje fosilnih goriva dolazi do ubrzane potrošnje njihovih rezervi sa jedne strane, dok sa druge strane pojavljuju se problemi oko procesa efekta globalnog zagrijavanja. S obzirom da je drvna biomasa a i pelet koji se dobija u procesu proizvodnje od ostatka od drvene biomase, CO₂ neutralno gorivo, možemo govoriti o velikom značaju i aktuelnosti ovog rada u naporu da se pokušaju ovi problemi prevazići. Iz razloga što proizvodnja i potrošnja peleta zavisi od mnogo promjenjivih faktora, primjena matematičkog modela nameće se kao dobar pristup u analizi stvarnih stanja i mogućnosti primjene drvnog peleta za proizvodnju toplotne energije. To je ujedno i bio glavni pristup u ovom radu a to je modelovanje dijelova snabdijevačkog lanca

peletom sa jedne strane i potrošačkog lanaca toplotom sa druge strane. U radu je korišćen razvijeni matematički model za dobijanje različite grupe scenarija u uticaja na proces proizvodnje toplotne energije iz drvnog peleta. Model je uzeo u obzir snabdijevački lanac drvnim peletom i njegovo modelovanje sa aspekta proračuna energetske efikasnosti, proizvodnog troška, specifične emisije i investicionog troška. U sebi model ima ugrađenu i metodu stepen-dan za proračun potrošnje goriva na godišnjem nivou. Numerički model korišćen za izračunavanja razvijen je u softverskom paketu Matlab.

U ovom istraživanju primjenjivane su:

- ✓ induktivne i deduktivne metode,
- ✓ metode analize i sinteze
- ✓ numeričke simulacije modela,
- ✓ statističke metode,
- ✓ inženjerske metode rješavanja,
- ✓ eksperimentalne metode,
- ✓ metoda stepen dan,
- ✓ važeći standard za proračun toplotnih gubitaka.

U **uvodnom poglavlju** dat je pregled opšte situacije u korišćenju biomase kao CO₂ neutralnog goriva sa svim njenim prednostima i nedostacima, kao i mogućnostima za primjenu u proizvodnji peleta. Dat je i osvrt na postojeću situaciju na tržištu peleta u Bosni i Hercegovini i poslednjim varijabilnostima u cijeni peleta uzrokovanim nedostatkom peleta.

Drugo poglavlje se odnosi na pregled istraživanja u oblasti proizvodnje i primjene drvnog peleta za proizvodnju toplotne energije, kojima se potvrđuje aktuelnost ovog istraživanja.

Treće poglavlje odnosi se na obrazloženje predmeta istraživanja i ciljeva ovog rad. Takođe, ovdje su pobrojane i hipoteze rada zajedno sa metodama korišćenim u radu, očekivanim rezultatima i doprinosima nauci i struci.

Četvrto poglavlje ovog rada daje opis tehnološkog procesa proizvodnje drvnog peleta, elementima i zavisnostima koje figurišu u proizvodnom postrojenju za pelet. Takođe, tu se nalaze relevantni literaturni navodi koji se odnose na sve bazne informacije o tehnološkom procesu proizvodnje peleta.

U **petom poglavlju** dat je pregled, osnovne informacije i podjela tehnologija za proizvodnju toplotne energije iz biomase i peleta, zajedno sa opisom elementarnih proračuna na nivou postrojenja za proizvodnju toplote.

Šesto poglavlje se odnosi na pristup modeliranju procesa proizvodnje drvnog peleta i faktorima koje će model izračunavati a koji se odnose na: energetska efikasnost snabdijevačkog lanaca biogorivima, proizvodni trošak po 1 kWh dobijenog goriva, specifičnu emisiju ugljendioksida prema 1 kWh proizvedenog goriva i specifični investicioni trošak u sve elemente i uređaje snabdijevačkog lanca biogorivima.

Sedmo poglavlje, u ovom poglavlju, prikazano je modeliranje potrošačkog lanca toplotne energije, s osvrtom na količinu toplote potrebnu za zagrijavanje nekog objekta. Dat je pregled standarda za proračun toplotnog gubitka, kao i metoda stepen-dan za izračunavanje potrebne količine goriva na godišnjem nivou.

Osmo poglavlje odnosi se na testiranje razvijenog matematičkog modela u ovom radu za odabrani lanac snabdijevanja drvnim peletom za uslove u BiH (Republici Srpskoj), spregnut sa realnim potrošačem drvnog peleta (Studentski dom, Pale).

Deveto poglavlje obrazlaže rezultate dobijene upotrebom matematičkog modela, šta i koliko utiče na proizvodnu cijenu toplotne energije. U modelu se testiraju uticaji od: cijena tečnih goriva, cijena drvnog ostatka za biomasu, cijene električne energije, dužine transporta peleta. Takođe, daje se i ukupna efikasnost cijelokupnog lanca proizvodnje i potrošnje peleta zajedno sa investicionim troškom. U konačnom ishodu daju se uticaji povećanje cijena za nabavku peleta za sve prethodno nabrojane varijacije za toplotni konzum posmatranog objekta. Takođe, na bazi izračunavanja modela mogu se planirati i potrebe za drvnim ostatkom za dobijanje potrebne količine peleta za zagrijavanje posmatranog objekta na godišnjem nivou.

Deseto poglavlje su zaključna razmatranja, **jedanaesto poglavlje** je literatura, a **dvanaesto poglavlje** je prilog sačinjen iz priloga za proračun toplotnog gubitka i priloga za izračunavanje modela u matlabu.

5. NAUČNI I STRUČNI DOPRINOS MAGISTARSKOG RADA

Naučni doprinos magistarskog rada se ogleda u integraciji proizvodnog lanca peleta i potrošačkog lanca toplote. Za ovako napravljen i integrisan matematički model mogu se sa njihovim izvršavanjem diskutovati različiti uticaji na proces proizvodnje toplote iz peleta kao goriva. Takođe, moguće je inverznim postupkom uz pomoć izračunavanja ovakvim modelom predvidjeti količine potrebne biomase na nivou šumskog ostatka da bi se zadovoljili proračunati konzumi toplote uz pomoć metode stepen-dan. Neophodno je istaći da navedena istraživanja u ovom magistarskom radu imaju i veliki praktičan značaj, jer daju uvid u realno stanje u sektoru proizvodnje peleta u Bosni i Hercegovini.

6. ZAKLJUČAK I PRIJEDLOG

Na osnovu detaljne analize magistarskog rada kandidata Zorana Radovića, dipl. inž. maš., te s obzirom na značaj, teorijsku zasnovanost, sveobuhvatnost provedenog matematičkog modelovanja i verifikacije rezultata, kao i originalnosti predložene teme, mišljenja smo:

- Da je kandidat magistarski rad uradio u skladu sa istraživačkim planom koji je predložen u prijavi teme magistarskog rada i dokazao postavljene hipoteze u radu;
- Da obim i kvalitet urađenog magistarskog rada odgovara standardima za radove ove vrste;
- Na osnovu strane i domaće literature, izvršenog eksperimenta, uz korektnu primjenu naučnih metoda, kandidat je na naučno ispravan način prezentovao odgovor na pitanja koja su postavljena planom istraživanja;
- Da magistarski rad kandidata predstavlja značajan naučni doprinos sa aspekta održivog upravljanja lancima snabdijevanja drvnim peletom u skladu sa definisanim potrebama za proizvodnjom toplotne energije iz istog

Komisija pozitivno ocjenjuje rad kandidata i istraživanja koja je proveo.

Ocjenjujući da su se stekli potrebni uslovi, te da kandidat Zoran Radović, dipl. inž. maš. ispunjava sve zakonske uslove, **Komisija:**

P R E D L A Ž E

Na osnovu predhodno izložene analize magistarskog rada, naučnog doprinosa i datih zaključaka, Komisija predlaže Nastavno-naučnom vijeću Mašinskog fakulteta Univerziteta u Istočnom Sarajevu, da podnijeti magistarski rad, kandidata **Zorana Radovića, dipl. inž. maš.**, pod naslovom:

**„MATEMATIČKI MODEL SNABDIJEVANJA I POTROŠNJE DRVNOG PELETA
DEFINISAN PREMA POTREBNOJ KOLIČINI TOPLOTE ZA ZAGRIJAVANJE
POSMATRANOG OBJEKTA“**

prihvati, te da se magistarski rad sa ovim Izvještajem stavi na uvid javnosti u periodu od 30 dana i da se odobri, odnosno zakaže javna odbrana 25.09.2018. godine pred Komisijom u istom sastavu.

Članovi komisije:

Dr Anto Gajić, docent, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet Istočno Sarajevo,
uža naučna oblast: Hidrotermika i termoenergetika, predsjednik



Dr Srđan Vasković, docent, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet Istočno
Sarajevo, uža naučna oblast: Hidrotermika i termoenergetika, mentor



Dr Velid Halilović, vanredni profesor, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet Sarajevo,
uža naučna oblast: Iskorištavanje šuma, član



Istočno Sarajevo, 16. 07. 2018. god.