

SAGOREVANJE POLJOPRIVREDNE BIOMASE U SVRHU ZAGREVANJA OBJEKTA JAVNE NAMENE, PRIMER POLJOPRIVREDNE ŠKOLE „VRŠAC“**COMBUSTION OF AGRICULTURAL BIOMASS FOR THE PURPOSE OF HEATING PUBLIC BUILDINGS, THE EXAMPLE OF THE AGRICULTURAL SCHOOL „VRSAC“**Ivana Galić, Zoran Čepić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

Kratka sadržaj – Cilj rada jeste analiza potencijala poljoprivredne biomase kao značajnog izvora energije u svim regijama čiji se razvoj bazira na poljoprivrednoj proizvodnji. Takođe, ideja je da se povežu teorijska znanja sa primerom sagorevanja poljoprivredne biomase u svhu zagrevanja objekta javne namene, Poljoprivredne škole „Vršac“, gde bi se velike rol bale od ostataka ratarske proizvodnje sagorevale u termoenergetskom postrojenju sa ravnom nepokretnom dvostepenom rešetkom.

Ključne reči: Poljoprivredna biomasa, sagorevanje, energetski potencijal.

Abstract – The aim of the paper is to analyze biomass as a significant source of energy in all regions whose development is based on agricultural production, as well as, to connect theoretical knowledge with the example of combustion of agricultural biomass for heating public facilities, Agricultural School "Vrsac", where large bales of crop residues will be used for combustion in a thermal power plant with a flat fixed two-stage grate.

Keywords: Agricultural biomass, combustion, energy potential.

1. UVOD

Potreba za energijom sve više raste usled povećanja broja stanovnika, životnog standarda i stalnog tehnološkog napretka. Tokom poslednjih sto godina najveći izvor energije predstavljaju fosilna goriva. Postoje različiti podaci u svetu o količinama njihovih rezervi, ali sudeći po trenutnoj dinamici njihove potrošnje, prognozira se da će ona biti iscrpljena u bliskoj budućnosti. Usled ove činjenice, treba se okrenuti izvorima energije koji se nalaze u prirodi i koji su obnovljivi.

Interesovanje za OIE i dobijanje energije iz biomase, tek od nedavno, postaje sve veće, usled činjenice sve veće zagađenosti atmosfere gasovima sa efektom staklene bašte i energetske nestabilnosti.

Biomasa predstavlja značajan izvor energije u svim regijama čiji se razvoj bazira na poljoprivrednoj proizvodnji. Najčešći oblik energije koji se dobija iz bio-mase je toplotna energija dobijena njenim sagorevanjem.

Potencijal Srbije u OIE je veoma značajan. Iskorišćenjem ovog potencijala značajno bi doprinelo smanjenju korišćenja fosilnih goriva, kratkoročnom rešavanju problema nedostatka energije, povećanju energetske nezavisnosti i bezbednosti zemlje od uvoza energenata, otvaranju novih radnih mesta i razvoju infrastrukture, a istovremeno i smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte.

U Autonomnoj Pokrajini Vojvodini kao najveći potencijal obnovljivih izvora energije predstavlja biomasa u čvrstom stanju, koja nastaje pri ratarskoj proizvodnji.

Uzimajući u obzir potencijale regiona, kao primer primene sagorevanja poljoprivredne biomase u svhu zagrevanja objekta, analizirano je termoenergetsko postrojenje sa ravnom nepokretnom dvostepenom rešetkom Poljoprivredne škole „Vršac“, u kojem se sagorevaju velike rol bale ostataka ratarske proizvodnje.

Navedeno postrojenje će podmirivati 90% energetske potreba škole, dok će se za preostalih 10% koristiti postojeći kotao na prirodni gas. Takođe, na ovaj način će se ostvariti i smanjenje emisije CO₂ za 90%.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH STAVOVA I SHVATANJA U PODRUČJU ISTARAZIVANJA**2.1. Energetski potencijal poljoprivredne biomase**

Republika Srbija svake godine raspolaže sa oko 4,6 miliona tona biomase iz ratarstva, od čega bi se mogla dobiti energija ekvivalentna 1,56 Mten. Vojvodina kao izrazito poljoprivredna regija raspolaže sa skoro 3 miliona tona poljoprivredne biomase, odnosno skoro 1 Mten, što čini gotovo dve trećine (64%) ukupnih potencijala. Ova energija je dovoljna da bi se podmirile gotovo sve potrebe za niskotemperaturnom energijom stacionarnih energetske sistema (grejanje, dorada proizvoda u procesnim postrojenjima, sušenje u malim sušarama i dr.) Međutim, i pored toga, upotreba poljoprivredne biomase u energetske svrhe u našoj zemlji je na zanemarljivom nivou [1].

2.2. Emisija gasova pri sagorevanju biomase

Korišćenjem biomase postiže se minimalan negativan uticaj na životnu sredinu. Sagorevanje biomase rezultuje emisijom koja se smatra ugljen-neutralnom i smanjenom emisijom sumpor dioksida i praškastih materija u odnosu na sagorevanje fosilnih goriva.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Zoran Čepić.

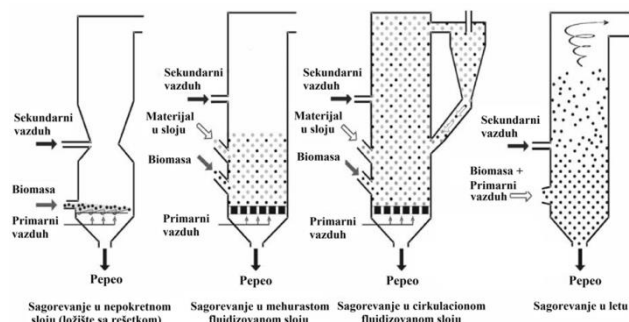
2.3. Pregled tipova ložišta za sagorevanje biomase

Tehnologije sagorevanja obuhvataju sagorevanje u nepokretnom sloju, sagorevanje u fluidizovanom sloju i sagorevanje u letu [2].

Sagorevanje biomase u nepokretnom sloju obuhvata ložišta za sagorevanje sa rešetkom i ložišta sa loženjem odozgo. Kod ovakvih sistema primarni vazduh ulazi kroz sloj u kome se odvijaju sušenje, devolatilizacija, sagorevanje volatila i sagorevanje koksnog ostatka. Nakon dodavanja sekundarnog vazduha dolazi do sagorevanja proizvedenih sagorljivih gasova.

Kod sagorevanja u fluidizovanom sloju, biomasa sagoreva najčešće u sloju gasa i čvrstog materijala (najčešće pesak ili hematit) u koji vazduh za sagorevanje ulazi odozgo. U zavisnosti od brzine fluidizacije razlikuju se ložišta za sagorevanje u mehurastom i cirkulacionom fluidizovanom sloju.

Sagorevanje u letu podrazumeva ložišta za sagorevanje usitljenih obika biomase, prečnika majeg od 2 mm, kao što su: piljevina, ljuska pirinča, ljuska suncokreta i sl. Kod ovakve vrste ložišta mešavina biomase sa primarnim vazduhom uvodi se u komoru za sagorevanje, pri čemu se vrši sagorevanje dok je biomasa u mešavini, a nakon dodavanja sekundarnog vazduha sagoreva i gas.



Slika 1. Sagorevanje u nepokretnom sloju, sagorevanje u mehurastom i cirkulacionom fluidizovanom sloju i sagorevanje u letu [2]

Zaključeno je da su ložišta sa sagorevanjem u mehurasto fluidizovanom sloju, cirkulaciono fluidizovanom sloju i u letu pogodnija za sagorevanje biomase sa većim sadržajem vlage i različitih tipova biomase ili mešavine biomase i drugih goriva, imaju veću efikasnost i manju emisiju azotnih oksida i ugljen-monoksida [3].

3. ANALIZA POTENCIJALA RASPOLOŽIVE BIOMASE U OPŠTINI VRŠAC ZA KORIŠĆENJE U ENERGETSKE SVRHE

Između Deliblatske pešcare i Vrščkih planina, prostire se niže, zaravljeno zemljište, nadmorske visine od 80-100 m. Ovo zemljište zauzima površinu od 630 km² i koristi se za ratarsku i vinogradarsku proizvodnju. Kao rataska kultura uzgaja se: pšenica, kukuruz, suncokret, ovas, ječam, soja, triticale, šećerna repa i uljana repica. Zasejana površina pod ratarskim kulturama iznosi ukupno 31.747 ha, od kojih pod kukuruzom iznosi 10.915 ha, pod suncokretom 10.564 ha i pšenicom 8.640 ha, dok su ostale kulture na manjim površinama, ispod 1.000 ha. Prema proceni, ukupna količina ratarske biomase koja se može dobiti sa ove površine iznosi od 177.213 t godišnje. Kada bi se celokupna količina biomase pretvorila u energiju, dobilo bi se 2.214.584.383 MJ toplotne energije [4].

3.1. Srednja poljoprivredna škola u Vršcu

Škola se greje centralnim toplovodnim sistemom, projektovanim 1959. godine, a realizovanim 1961. godine, koje radi u režimu 90/70°C. U podrumu škole nalazila se kotlarnica iz koje se vršilo zagrevanje sistema, sve do 2004. godine kada je zamenjena novom kotlarnicom smeštenom u novoizgrađeni objekat iza škole. Na mestu stare kotlarnice zadržani su kolektor razvodnog voda i kolektor povratnog voda sa odgovarajućim priključcima [5].

U novoizgrađenoj kotlarnici postavljena su dva nova toplovodna kotla, maksimalne snage 750 kW i rade u sistemu čiji pritisak tople vode može da bude maksimalno 2,5 bar, a temperatura 110°C [5].

Kako bi se odredila termička snaga postrojenja na biomasu, neophodno je bilo definisati ukupne toplotne gubitke objekta i dodati očekivane toplotne gubitke koji će se javljati u samom kotlovskom postrojenju i cevnim vodovima tokom eksploatacije.

Na osnovu dobijenih podataka može se zaključiti da grejna tela u režimu rada 90/70°C mogu da oslobode 520,71 kW toplotne energije, a površina koja se zagreva za sve spratove zgrade iznosi ukupno 2.333,87 m² [5].

3.2. Odabir tehnologije sagorevanja i tehničkog rešenja kotlovskog postrojenja

Uzimajući u obzir odabrane vrste i forme biomase koje će se sagorevati, prostorna ograničenja, ekološke i zakonske norme i standarde, uz dobijanje minimalnih troškova za opštinu Vršac, odabrano je termoenergetsko postrojenje kod kojeg se sagorevaju velike rol bale ostataka rataske proizvodnje (slame pšenice, soje, kukuruzovine, uljane repice), a mogu se sagorevati i velike rol bale slame od ostataka rezidbe vinove loze sa čime je opština Vršac izuzetno bogata.

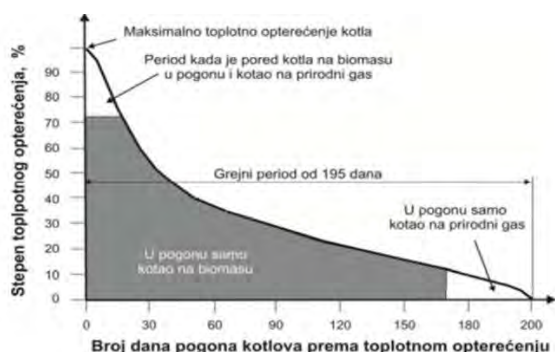
Navedeno postrojenje će podmirivati 90% energetske potreba škole, dok će se za preostalih 10% koristiti postojeći kotao na prirodni gas. Takođe, na ovaj način će se ostvariti i smanjenje emisije CO₂ za 90%.

Sagorevanja bala biomase se obavlja u ložištu sa dvostepenom ravnom nepokretnom rešetkom. Ova tehnologija ima velike prednosti u odnosu na klasične tehnologije sagorevanja. Sagorevanje više vrsta i formi biomase (u ovakvom ložištu mogu se sagorevati male četvrtaste ili rol bale biomase), kao i bale biomase sa povišenom vlažnošću. Proces sagorevanja i ubacivanje bala biomase u ložište moguće je mehanizovati i automatizovati, a za pripremu biomase za sagorevanje nije potrebna nikakva oprema za pripremu, odnosno sitnjenje, dezintegraciju i sl., samim tim ukupna cena za nabavku takve vrste postrojenja je mnogo niža u odnosu na postrojenja gde se zahteva oprema za pripremu biomase. Nedostaci ove vrste tehnologije zasnivaju se na povećanoj emisiji CO i drugih štetnih komponenti dima u gasovitim produktima sagorevanja, kao i malim mogućnostima regulacije snage postrojenja.

Navedeno postrojenje će podmirivati 90% energetske potreba škole, dok će se za preostalih 10% koristiti postojeći kotao na prirodni gas [5].

3.3. Posebni tehnički zahtevi kotlovskeg postrojenja

Period godine kada je potrebno da se postrojenje na gas stavi u pogon, prikazan je na slici 2. To je period pri ekstremnim hladnoćama, ispod -12°C , kao i na početku i kraju sezone kada postrojenje treba da radi u nižim režimima rada (najčešće oktobar i maj).



Slika 2. Godišnje toplotno opterećenje kotlova [6]

Postrojenje na biomasu treba da bude bazni izvor toplotne energije, kao i da obuhvati kotao na biomasu sa mogućnošću promene kapaciteta najmanje 1:2, odgovarajući međuskladni prostor za biomasu i prostor za odlaganje pepela i dimnjak.

Postojeće postrojenje na gas treba rekonstruisati, kako bi se povećala radna sigurnost i efikasnost.

3.4. Tehnički opis kotlovskeg postrojenja na biomasu sa očekivanom energetskeg i ekološkeg efikasnošću

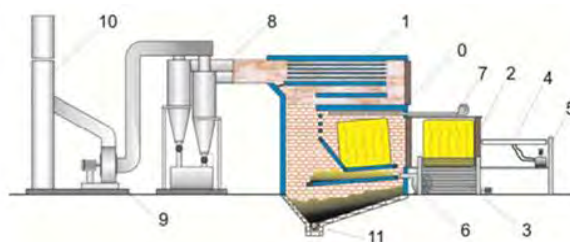
Proširenje funkcije postojećeg postrojenja podrazumeva izgradnju novog termotehničkog postrojenja, koje se nadovezuje na postojeće postrojenje, gde se kao energent koriste velike rol bale biomase. Novoizgrađeno postrojenje biće stalno u funkciji, dok će se postojeće postrojenje na prirodni gas uključivati povremeno, u ekstremnim režimima. Kako sadašnji grejni sistem radi u režimu $90/70^{\circ}\text{C}$ i kotlovi u novom postrojenju će raditi u tom režimu

Toplotni kapacitet nove kotlarnice na biomasu iznosi 500 kW, što je manje od kapaciteta postojeće kotlarnice, ali dovoljno za podmirivanje proračunatih gubitaka toplote iz objekta Poljoprivredne škole.

Povezivanje dve kotlarnice omogućava se razvodnom i povratnom cevnom mrežom od predizolovanih bešavnih cevi nazivnog prečnika DN 125. Dužina trase toplovoda do objekta kotlarnice iznosi oko 50 m, pri čemu će pad pritiska biti nadoknađen cirkulacionom pumpom tople vode. Pored mogućnosti termičke dilatacije koja se omogućava ugradnjom cevnih lica, toplovod će imati i svu drugu neophodnu armaturu.

U novoj kotlarnici, predviđen je samostojeći toplovodni bojler od nerđajućeg materijala, zapremine 300 l za pripremu sanitarne vode, koji će biti postavljen u podrumu zgrade. Njegovo stavljanje u funkciju povezano je sa postavljanjem vodovodnih cevi.

Šema postrojenja sa dvostepenom nepokretnom rešetkom za sagorevanje velikih rol bala biomase prikazana je na slici 3.



Slika 3. Šema kotlovskeg postrojenja sa dvostepenom ravnom nepokretnom rešetkom za sagorevanje velikih rol bala biomase [5]

(0- velika rol bala slame, 1- toplovodni kotao, $N=500$ kW, 2- pokretni zadnji zid hidrauličnog dozatora bala, 3- lančasti transporter dozatora bala, 4- hidraulički cilindar dozatora bala, 5- hidraulični agregat, 6- ventilator primarnog vazduha, 7- ventilator sekundarnog vazduha, 8- multiciklonski otprašivač dimnih gasova, 9- ventilator dimnih gasova, 10- samostojeći čelični dimnjak, 11- pužni izvlakač pepela)

3.4.1 Očekivana energetskeg i ekološkeg efikasnost pri sagorevanju biomase u kotlovskeg postrojenju

Dosadašnjim dugogodišnjim istraživanjima izgrađenih kotlovskeg postrojenja u kojima sagoreva biomasa u Srbiji, može se zaključiti da u globalu imaju nisku energetskeg efikasnost. Niska energetskeg efikasnost dovodi do visoke emisije gasova koji zagađuju životnu i radnu sredinu. To prouzrokuje finansijske gubitke i problem zaštite okoline. Uzimajući u obzir primenu propisa iz razvijenih zemalja, može da prouzrokuje velike troškove izrade opreme, kao i da rezultuje značajnom smanjenju primene biljnih ostataka kao goriva.

Parametri energetskeg efikasnosti ovih postrojenja zavise od više faktora kao što su: vrste biogoriva, sadržaja vlage, režima rada, načina doziranja biomase (mehanizovani, automatski ili ručno), vrste i tipa ložišta, mesta ubacivanja vazduha (ispod rešetke i/ili iznad sloja biogoriva, paralelno rešetki i dr.), načina dopremanja vazduha (sa ili bez ventilatora), regulacije protoka vazduha u procesu sagorevanja (sa ili bez zasuna, klapne), gasova u ložištu, temperature ložišta, temperature produkata sagorevanja u dimnjaku, količine fizički i hemijski nesagorelog biogoriva, gubitaka toplotne energije u okolinu itd. [5].

Energetskeg efikasnost

Očekuje se da će kod izabranog postrojenja za sagorevanje velikih rol bala biomase u Vršcu, energetskeg efikasnost iznositi 80%, pri radu sa vlažnošću bala do 18%. Kod takve vrste postrojenja to se može postići samo uz veliku automatizaciju procesa rada postrojenja [5].

Ekološkeg efikasnost

Iz novog postrojenja u kojem će se kao što je navedeno biomasa koristiti sa udelom od 90% i prirodni gas sa udelom od 10% proizvoditi na godišnjem nivou 8.392,1 g NO_x , odnosno 8,33 kg NO_x više nego u slučaju da se koristi samo prirodni gas. U proizvodnji jedinjenja sumpora emisija će biti u oba slučaja ista, tj. iz postrojenja se neće proizvoditi sumporna jedinjenja, jer ih ni jedno od navedenih goriva ne sadrži (bar ne u značajnijim

količinama). Emisija čestica će kod postrojenja u kojem se sagoreva biomasa iznositi na godišnjem nivou oko 242.411,7 g, odnosno 242,41 kg. U slučaju da se usevi pšenice naredne godine ponovo zaseju (što će se ispuniti) može se konstatovati da će se iz novog postrojenja za istu produkovanu snagu ostvariti smanjena produkcija CO₂ od 90%.

3.5. Potrebne količine biomase za časovni i sezonski rad kotlovskeg postrojenja

Maksimalna deklarirana časovna potrošnja biomase kotlovskeg postrojenja u Vršcu iznosi 166,7 kg/h. Sezonska potrošnja biomase kao goriva je promenljiva i najviše zavisi od spoljašnjih, tj. eksploatacionih uslova tokom grejnog perioda. Prema ukupnim toplotnim gubicima izabranih objekata javne namene u Vršcu, neophodno je obezbediti 201,2 t/god biomase. Sa prosečnim prinosom od 2,5 t pšenične slame po hektaru koja se može prikupiti, da bi se obezbedio rad postrojenja tokom celog godišnjeg grejnog perioda, potrebno je prikupiti slamu sa 81 ha Vršačkih atara, što je sa tehničkog, logističkog i ekonomskog aspekta vrlo jednostavno za realizaciju [5].

4. ZAKLJUČAK

Biomasa, kao obnovljiv izvor energije, može značajno da doprinese smanjenju korišćenja fosilnih goriva. Upotrebom biomase, smanjila bi se koncentracija gasova koji dovode do efekta staklene bašte, pri čemu se ostvaruje pozitivan uticaj na životnu sredinu.

U razvijenim zemljama intenzivno se radi na unapređenju postrojenja za sagorevanje biomase, koje bi istovremeno omogućilo visoku energetska efikasnost i smanjenje emisije štetnih gasova. Na ostvarenju ovog cilja rade kako naučno istraživačke organizacije, tako i proizvođači opreme.

Ovaj rad imao je za cilj da poveže teorijska znanja iz oblasti sa primenom sagorevanja biomase u svhu zagrevanja objekata javne namene, Poljoprivredne škole u Vršcu. Polazeći od odabranih vrsta i formi biomase, prostornih ograničenja, ekoloških i zakonskih normi i standarda, uz imperativ za minimalnim troškovima opštine Vršac, odabrano je termoenergetsko postrojenje sa ravnom nepokretnom dvostepenom rešetkom u kojem se sagorevaju velike rol bale ostataka ratarske proizvodnje.

Prednosti navedene tehnologije, u odnosu na klasične tehnologije sagorevanja su: mogućnost sagorevanja više vrsta i formi biomase (u ovom ložištu mogu se ubacivati na sagorevanje i male četvrtaste i rol bale slame), ubacivanje bala biomase u ložište se može mehanizovati i automatizovati, sagorevanje bala biomase sa delimično povišenom vlažnošću, nije potrebna nikakva priprema biomase za sagorevanje (sitnjenje, drobljenje i dr.), te je ukupna cena nabavke ovakve vrste postrojenja znatno niža od cene postrojenja gde se mora kupovati i dodatna oprema za pripremu biomase.

Nedostaci ove tehnologije sagorevanja biomase ogledaju se u povišenoj emisiji CO, i drugih štetnih komponenti

dima u gasovitim produktima sagorevanja, kao i manja mogućnost regulacije snage postrojenja.

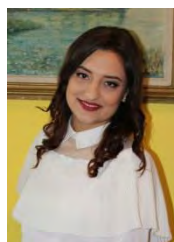
Dosadašnjim dugogodišnjim istraživanjima izgrađenih kotlovskeg postrojenja u kojima sagoreva biomasa u Srbiji, može se zaključiti da u globalu imaju nisku energetska efikasnost. Očekuje se da će kod izabranog postrojenja za sagorevanje velikih rol bala biomase u Vršcu, energetska efikasnost iznositi 80%, pri radu sa vlažnošću bala do 18%. Kod takve vrste postrojenja to se može postići samo uz veliku automatizaciju procesa rada postrojenja.

U slučaju da se usevi pšenice naredne godine ponovo zaseju (što će se ispuniti) može se konstatovati da će se iz novog postrojenja za istu produkovanu snagu ostvariti smanjena produkcija CO₂ od 90%.

5. LITERATURA

- [1] Čepić Z., Matematičko modelovanje sagorevanja pšenične slame u nepokretnom sloju sa aspekta uticaja promene parametara procesa. Doktorska disertacija, FTN, Novi Sad, 2018.
- [2] Van Loo S., Koppejan J., Handbook of Biomass Combustion and Co-Firing, London, 2008.
- [3] Erić A., Termomehanički procesi pri sagorevanju baliranog sojinog ostatka u potisnom ložištu, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 2010.
- [4] Brkić M., Janić T., Nova procena vrsta i količina biomasa Vojvodine za proizvodnju energije, časopis: "Savremena poljoprivredna tehnika", JNDPT, Novi Sad, s. 178-188, 2010.
- [5] Janić T., Milenković B., Brkić M., Janjatović Z., Pavlović D., Gluvakov Z., Energetska efikasnost i analiza potencijala biomase u opštini Vršac, UNDP – Srbija, 2012.
- [6] Janić T., Brkić M., Igić S., Dedović N., Projektovanje, izgradnja i eksploatacija kotlarnica sa kotlovima na baliranu biomasu, časopis: "Revija agronomska saznanja", JNDPT, Novi Sad, vol. 17, sveska 5, str. 9-12, 2007.

Kratka biografija:



Ivana Galić rođena je 05. decembra 1994. u Novom Sadu. Osnovne akademske studije na studijskom programu inženjerstvo zaštite životne sredine na Fakultetu tehničkih nauka iz Novog Sada završila je 2017. godine. Master studije upisuje 2018. godine i iste brani 2020. godine.



Zoran Čepić je osnovne i master studije završio 2008. godine, na Fakultetu tehničkih nauka, smer Mašinstvo - Toplotna tehnika. Doktorirao je 2018. godine na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, gde je zaposlen kao docent.