

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Nikola B. Mitrović
Predmet / naučna oblast:	Toplotne operacije i aparati
Naziv teme:	Dimenzionisanje i konstrukciona dokumentacija uređaja za topljenje kristalisanog meda kapaciteta do 200 kg/h
Mentor:	Prof. dr Srbislav Genić, dipl.inž.maš
Datum odbrane:	01.07.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Poslednjih godina se na tržištu može naći značajna količina proizvoda koji trgovci nazivaju medom, ali se ti proizvodi po svojim karakteristikama smatraju „falsifikatima“ meda. Ovakav proizvod nije nutritivno kvalitetan i niže je cene. Jedna od osnovnih karakteristika koja može ukazati na originalnost meda jeste sklonost ka kristalizaciji posle određenog vremena. Ukoliko med spontano kristališe, tada se može smatrati da je to „originalni“ proizvod. Da bi se nedvosmisleno utvrdilo da li je neki proizvod „originalni“ med ili je to „falsifikat“ potrebno je uraditi složene fizičko-hemijske analize. Vrste i obim analiza radi utvrđivanja kvaliteta meda propisane su normativnim aktima (npr. Pravilnik o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela, Sl.glasnik RS br. 101/2015).

Rad se sastoji iz 11 poglavlja. Poglavlja 2 i 3 pokrivaju opšte informacije o svojstvima meda, kao i o načinu njihovog utvrđivanja analitičkim metodama. Poglavlje 4 razmatra načine dekrystalizacije meda, dok poglavlja 5,6 i 7 opisuju konstruktivno rešenje uređaja za dekrystalizaciju (topljenje) meda, materijalni i toplotni bilans uređaja kao i specifikaciju potrebnog materijala i opreme. U okviru poglavlja 11 – grafička dokumentacija dat je 3D model uređaja, kao i razrađena radionička dokumentacija pojedinačnih delova uređaja koji se izrađuju u radionici.

Zadatak ovog master rada je bio da se predloži konstruktivno rešenje za uređaj za topljenje kristalisanog meda (dekrystalizaciju) kapaciteta do 200 kg/h.

Dekrystalizacija meda se obavlja u dve faze:

- površinsko otapanje meda u posudama u kojima se med skladišti radi lakšeg pražnjenja posuda;
- dekrystalizacija meda i njegova priprema za pakovanje u ambalažu.

Površinsko otapanje meda u posudama u kojima se med skladišti radi lakšeg pražnjenja posuda se obavlja u vodenom kupatilu koje se održava na 50°C. Posude u kojima se skladišti med su izrađene od prohroma. Svaka posuda prihvata oko 60 kg meda. U vodenom kupatilu je moguće progrijati dve ovakve posude. Progrevanje meda podrazumeva otapanje sloja meda od 3 mm uz zid posude, što je za datu geometriju posude 8,6 kg. Potrebna toplotna snaga iznosi 3 kW, pri čemu se potrebna količina meda od 8,6 kg može otopiti za vreme od 5 minuta. Nakon razgrevanja dela kristalisanog meda, med se može presuti u uređaj za dekrystalizaciju meda.

Uređaj za dekrystalizaciju meda se sastoji iz više delova. Svi delovi uređaja, koji imaju kontakt sa medom su izrađeni od materijala Č4580 (AISI316). Nerđajući čelik je izabran zbog agresivnog dejstva meda na ugljenične čelike.

Na slici ispod prikazan je sklop dekrystalizera sa pratećom opremom kapaciteta do 200 kg/h meda.

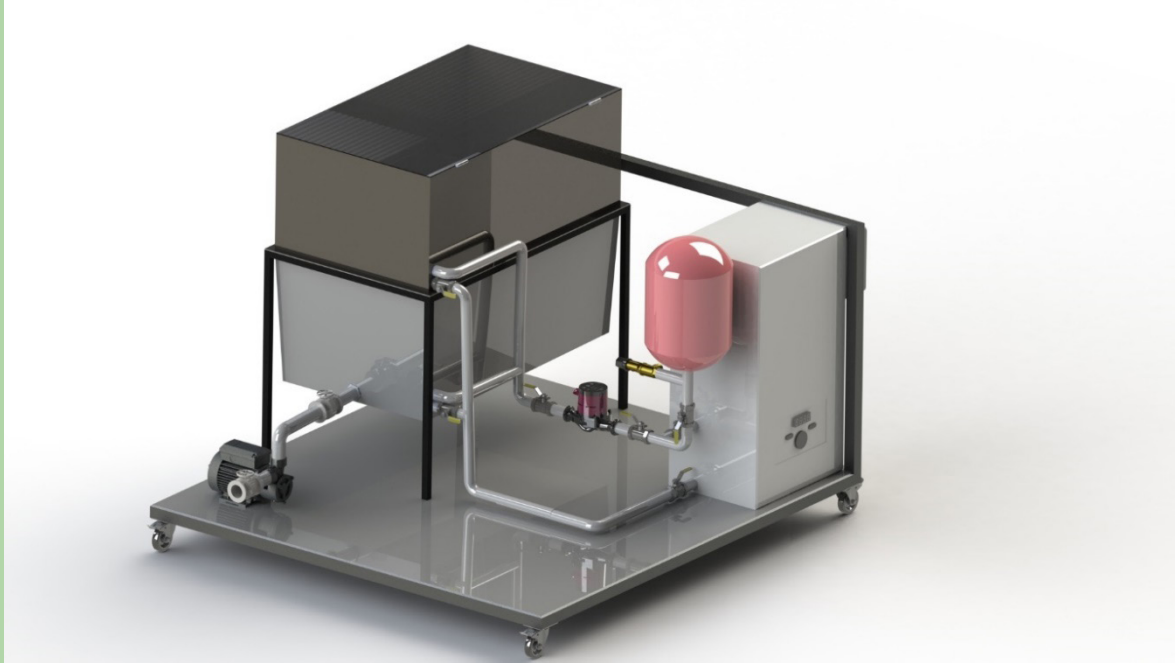
Ulazna komora uređaja služi za privremeno zadržavanje ulazne sirovine. Napravljen je u obliku pravougaonika zapremine 0,17 m³ i debljine stranica 1,5 mm od materijala Č4580.

Donja komora služi za prihvatanje rastopljenog meda i eventualnog dogrevanja radi topljenja zaostalih kristala. Napravljen je u obliku zarubljene piramide zapremine 0,18 m³ i debljine stranica 1,5 mm od materijala Č4580.

Za potrebu zagrevanja i otapanja kristalisanog meda koristi se cevni razmenjivač toplote. Postavljen je na dnu ulaznog koša uređaja. On se sastoji od paralelno povezanih U cevi. Cevi su prečnika 16 mm i debljine zida 2 mm od materijala Č4580. Na ulazu i izlazu cevnog registra nalazi se razdelnik i sabirnik dimenzija Ø32x2 mm.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

U donjem delu uređaja, gde se prikuplja med u tečnom stanju nalazi se drugi cevni razmenjivač toplote koji služi za dogrevanje istopljenog meda. Konstrukcija ovog razmenjivača toplote je identična prethodnom.



Dekristalizator je povezan sa električnim kotlom "eloBLOCK", Vaillant koji služi za zagrevanje vode i dovođenje potrebne količine toplote sistemu. Instalirana snaga električnih grejača iznosi 3x3000 W. Kotao je snabdeven digitalnim termostatom koji ima opseg regulacije temepratura od 0 do 90°C. Kotao je povezan sa pumpom i ekspanzionom posudom sa ventilom sigurnosti.

Rastopljeni med se transportuje pumpom "Minor 40", za viskozne tečnosti, kapaciteta 1500 l/h.

Za potrebu obezbeđenja cirkulacije toplijeg fluida (topla voda) koristi se pumpa GRUNDFOS UPS 25-40.

Za potrebu regulacije rada uređaja (upravljanje radom pumpe za transport meda) koristi sistem za upravljanje nivoom tečnosti. Za konkretan uređaj usvojene su dve sonde i jedan relejni uređaj DF-96D.

Ukupna cena uređaja za dekriztalizaciju meda kapaciteta do 200 kg/h iznosi 641.000,00 RSD.

Za razliku od ponuđenih uređaja na tržištu za dekriztalizaciju meda, ovaj uređaj je kompaktan, prenosiv, efikasan i odlikuje ga visok nivo fleksibilnosti i automatizacije rada.

Pored toga, ukoliko postoji takav zahtev, moguće je koristiti i druge vidove energije (npr. solarna energija). Ovaj uređaj je moguće povezati i na postojeći toplovodni sistem (npr. instalaciju toplovodnog grejanja u proizvodnom pogonu).

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Milan M. Josimović
Predmet / naučna oblast:	Difuzione operacije i aparati
Naziv teme:	Dimenzionisanje destilacione kolone za proizvodnju sirovog alkohola od kukuruzne sirovine kapaciteta 14950 kg/h
Mentor:	Doc. dr Miloš Ivošević, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	08.07.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

U ovom Master radu izvršeno je dimenzionisanje destilacione kolone sa podovima koja je prva u nizu od tri kolone u postrojenju za proizvodnju etanola u jednoj fabrici u Srbiji.

U prvom delu rada određen je broj teorijskih stepeni kontakta za odvijanje zadate operacije, dok je u drugom delu rada izvršen detaljni hidraulički proračun kolone.

Na kraju kandidat je prikazao detaljni mehanički proračun kolone prema standardu SRPS EN13445.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad	
Kandidat:	Pavle. R. Jovanović
Predmet / naučna oblast:	Procesna energetika
Naziv teme:	Održavanju mere za unapređenje energetske efikasnosti linijskih pumpnih agregata pumpne stanice terminala u sistemu za transport nafte magistralnim naftovodom dužine 154,4 km
Mentor:	v.prof. Mirjana Stamenić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	14.07.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Master rad je imao zadatak da prikaže i analizira rad pumpne stanice i pumpnih agregata na terminalu privrednog subjekta čija je osnovna delatnost transport nafte magistralnim naftovodom. Pumpna stanica je locirana na terminalu u Novom Sadu. Magistralni naftovod se prostire na trasi od reke Dunav na granici sa Republikom Hrvatskom do Pančeva u ukupnoj dužini od 154,4 km.

Naftovod je podeljen u dve deonice i to na:

1. deonicu DN-1 (od granice sa Hrvatskom do terminala u Novom Sadu) dužine 63,4 km.
2. deonicu DN-2 (od terminala u Novom Sadu do Pančeva) dužine 91 km.

Funkcija pumpne stanice koja je opremljena sa buster i linijskim pumpama je otprema i transport sirove nafte do Rafinerije nafte u Pančevu.

S obzirom da pumpe na terminalu predstavljaju osnovno sredstvo u tehnološkom procesu i velike potrošače energije, treba obratiti pažnju na njihov pravilan, pouzdan i efikasan rad kao i na adekvatno i pravilno održavanje.

Ovaj master rad se sastoji od jedanaest poglavlja (uključujući uvodno poglavlje, zaključak i poglavlje sa literaturom). U poglavlju koje sledi iza uvoda se govori uopšteno o karakteristikama i tipovima nafte, zatim karakteristikama nafte koje se transportuju u okviru sistema privrednog subjekta. Dalje se u radu govori o centrifugalnim pumpama i njihovom principu rada, podeli, karakteristikama i standardima prema kojima su izrađene. U nastavku rada se opisuje Terminal Novi Sad sa detaljnom analizom pumpne stanice. Opisani su svi elementi pumpne stanice i objašnjena je funkcionalnost svakog elementa, a priložene su i njihove tehničke karakteristike. S obzirom da se radi o zapaljivoj tečnosti koja se transportuje, jedno poglavlje ovog rada obuhvatilo je i zone opasnosti pumpnih agregata i pomenuti su električni uređaji i instalacije koji se koriste u svakoj od zona. Posebna pažnja u radu posvećena je održavanju pumpnih agregata. Navedeni su preporečeni rasporedi tekućeg održavanja i glavnog remonta pumpnih agregata, navedeni su delovi pumpnih agregata koje je bitno kontrolisati pri svakodnevnoj eksploataciji i dat je pregled osnovnih nepravilnosti u radu centrifugalnih pumpi sa potencijalnim uzrocima i načinima uklanjanja problema. Takođe, dato je i uputstvo za upravljanje i korišćenje linijskih pumpnih agregata. U nastavku rada urađena je analiza potrošnje energije na pumpnom postrojenju gde su prikupljeni podaci o potrošnji električne energije pumpnih agregata i transportovanoj količini sirove nafte u periodu od tri godine. Na osnovu ovih podataka izračunati su indikatori koji govore o specifičnoj potrošnji energije po jedinici transportovane nafte. Analizom prikupljenih podataka o potrošnji električne energije za transport nafte zaključeno je da su podaci koherentni i da nema značajnijeg „rasipanja“. Ovo govori u prilog tome da se na posmatranoj lokaciji vodi računa o upravljanju energetskim tokovima i efikasnom i racionalnom korišćenju energije. Sopstvena potrošnja električne energije na posmatranoj lokaciji je niska i iznosi 34.000 kWh na mesečnom nivou. Pretposlednje poglavlje obuhvata predlog mera za unapređenje energetske efikasnosti pumpnog postrojenja i smanjenje specifične potrošnje energije. Jedno od predloženih tehničkih rešenja koje može doprineti unapređenju energetske efikasnosti je ugradnja frekventnog pretvarača na elektromotoru jedne pumpe. S obzirom da je napajanje elektromotora centrifugalnih pumpi na 6 kV naponu investicija u frekventni pretvarač je višeg nivoa. Zbog toga je potrebno ispratiti efekte ušteda koje je moguće ostvariti i dodatno evaluirati EE meru radi eventualne ugradnje još jednog frekventnog pretvarača. Na kraju rada, u zaključaku su sumirani najznačajniji nalazi do kojih se došlo u ovom master radu.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Boško Ćosić
Predmet / naučna oblast:	Gorivi, tehnički i medicinski gasovi
Naziv teme:	Adaptacija parovoda za primenu u sistemu pakovanja hrane u zaštitnoj atmosferi azota, sa bajpas vodom glavnog regulacionog ventila
Mentor:	prof. dr. Dejan Radić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	21.09.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Pakovanje u zaštitnoj atmosferi je tehnologija razvijena sa ciljem da pakovani prehrambeni proizvodi što duže zadrže svežinu i dobra organoleptička svojstva. Mnogobrojni faktori utiču na kvarenje hrane. Jedan od glavnih uzroka kvarenja hrane je prisustvo kiseonika i kao posledica njegovog prisustva, pojava oksidacije. Još jedan od uzroka kvarenja hrane je razvoj mikroorganizama kao što su bakterije, kvasci i plesni. Ovi mikroorganizmi su prisutni svuda oko nas, hrane se i razvijaju na prehrambenim proizvodima, uzrokujući njihovo kvarenje.

Postoji više načina kako usporiti ove procese i što duže očuvati namirnice jestivim. Neki od njih su jednostavno hlađenje – što je temperatura niža, to će se mikroorganizmi sporije razvijati – ili procesi obrade kao što su kiseljenje ili sušenje pomoću soli, ali i dodavanje veštačkih konzervanasa. Međutim, održati namirnice svežim bez dodavanja aditiva predstavlja veliki izazov. U ovu svrhu je razvijena tehnologija zatvaranja namirnica u ambalažu koja sadrži smešu gasova u pažljivo kontrolisanim odnosima. Tip i odnos gasova koji su korišćeni prilikom pakovanja umnogome zavisi od vrste namirnice koja se pakuje i tipa promene koju ta namirnica trpi. Ta smeša gasova se ponaša kao inhibitor procesa oksidacije i rasta mikroorganizama. To je osnova tehnologije pakovanja u modifikovanoj atmosferi: atmosfera u kojoj je namirnica pakovana je izmenjena kako bi kvarenje hrane bilo značajno umanjeno, a rok trajanja produžen.

Postupak pakovanja namirnice u modifikovanoj atmosferi zahteva sofisticirane mašine koje izbacuju vazduh iz komore za pakovanje i zamenjuju ga nekim drugim gasom ili precizno definisanom smešom gasova, a zatim zatvaraju ambalažu kako bi proizvod bio u kontaktu samo sa modifikovanim atmosferom, a ne i sa nekim drugim, neželjenim gasom. Razvijene su najsavremenije tehnologije kako bi osigurale da je smeša gasova ispravna i, nakon zatvaranja ambalaže, proverile da nema curenja.

MAP gasovi: ugljen-dioksid (CO_2), azot (N_2) i kiseonik (O_2) se isporučuju u vidu smeše u bocama ili se mogu pomešati na licu mesta iz boca pod pritiskom ili rezervoara pomoću gasnog mešača i to u potrebnim zapreminskim udelima u zavisnosti od vrste proizvoda. Izbor načina snabdevanja zavisi od tipa prehrambenog proizvoda, proizvodne količine, linije pakovanja i da li će se gas koristiti još negde u proizvodnji. Ukoliko je proizvodnja relativno ograničena ili ako je pušten u rad novi proizvodni uređaj može biti vrlo preporučljivo da se isporučuju već izmešani gasovi. Kada se povećaju brzine proizvodnje i ako će se pakovati različiti proizvodi, može biti pogodnije i ekonomičnije da se mešanje gasova obavlja na licu mesta. U tom slučaju koristi se mešač i gasovi iz boce ili cisterni.

U radu je definisano idejno rešenje adaptacije postojećeg parovoda koji prestaje da bude u funkciji. Na postojećoj liniji je ugrađen regulacioni ventil DN250 za regulaciju protoka pare, koji će u okviru adaptacije linije biti bajpasovan i uklonjen. Regulacioni segment voda se sastoji iz dva zasuna, prvi DN250 pre ulaska u regulacioni ventil i drugi DN350 iza. Između zasuna postavljen je ravni regulacioni ventil DN250 sa elektromagnetnim pogonom, dok se neposredno iza njega nalazi redukcion komad DN250/DN350. Predviđena je poseban obilazni vod DN100 sa dva zasuna kao zaporni elementi i novi regulacioni ventil sa elektromotornim pogonom.

Cilj projekta je iskorišćenje postojećeg cevovoda (parovoda) za dovod azota od rezervoara do mašine za pakovanje. Postojeći parni kotao se stavlja van upotrebe i uklanja, odseca se deo parovoda, a na njegovo mesto se postavlja rezervoar sa azotom i povezuje na postojeći cevovod.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Na izlazu iz rezervoara se ugrađuje regulator pritiska, čiji proračun i odabir nisu predmet ovog rada. Predviđen je novi regulacioni obilazni vod za postojeću liniju tehnološke pare, čiji će prečnik biti DN100. Debljina zida cevi i odgovarajućih priključaka je određena proračunom. Postojeći zasuni DN250 i DN350 se blokiraju, time se regulacioni ventil za paru stavlja van upotrebe. U novi obilazni vod se ugrađuje nova "baterija" od dva zasuna i jednog ravnog regulacionog ventila. Nakon prolaska kroz novi regulacioni ventil, tok azota se iz obilaznog voda vraća u postojeći cevovod i vodi se do mašine za pakovanje.

Novi obilazni vod je, usled nedostatka prostora, predviđen da prolazi između zida i postojećeg parovoda. Povezivanje sa starom linijom je predviđeno da bude pre i posle zapornih elemenata stare regulacione sekcije (dva postojeća zasuna DN250 i DN350). Povezivanje će se izvršiti isecanjem postojećih cevi i privarivanjem cevi novog obilaznog voda. Pozicija novih zasuna i regulacionog ventila je određena potrebom da se izbegne napojna i upravljačka instalacija postojećeg elektromotornog pogona regulacionog ventila DN250, kao i kalorifera sa pratećom armaturom.

Izvršen je proračun sile koja deluje na vreteno regulacionog ventila i neophodnog momenta koji aktuator treba da ostvari na vretenu regulacionog ventila kako bi se savladali svi otpori kretanju vretena. Na osnovu ovoga preporučeni su regulacioni ventil VENR DN100, proizvođača Termovent SC i elektromotorni pogon Auma 07.6.

U radu su takođe definisani uslovi za izvođenje radova, zavarivanje i kontrolu cevnih spojeva.

Pračunom je utvrđeno da preporučeni ventil zadovoljava zahteve koje je postavio krajnji korisnik, u pogledu potrebnog protoka i pritiska. Takođe, provereno je i utvrđeno da masa novog obilaznog cevovoda, zajedno sa masom azota koji protiče kroz njega, ne predstavlja veliko opterećenje cevovoda, a naponi koji se javljaju u zavarenim spojevima su daleko ispod dozvoljenih vrednosti napona za korišćeni materijal cevovoda, stoga je cevovod bezbedan za korišćenje.

Zaključak:

Sistem MAP predstavlja značajan tehnološki napredak u pogledu očuvanja polaznih karakteristika namirnica na duži vremenski rok, bez upotrebe aditiva. Jedan od načina produženog očuvanja svežine proizvoda, bez upotrebe aditiva, je korišćenje odgovarajućih ambalažnih materijala dobrih barijernih svojstava. Zahtevani standardi za pakovanje u izmenjenoj atmosferi su visoki, i sam proces mora biti kontrolisan i nadgledan, kako bi se osigurala ispravnost hrane. Stoga, proizvođači se oslanjaju na moderne MAP gasne tehnologije i različite nivoe provere kvaliteta za maksimalnu bezbednost procesa.

Prema tržišnim pokazateljima industrija ambalaže je trenutno jedan od najbrže rastućih industrijskih sektora, posebno u prehrani, koja se u Evropi označava najvećim proizvodnim sektorom vrednim 1100 milijardi dolara. S obzirom na količinu sredstava koja se ulažu u industriju ambalaže, može se očekivati veoma brz dalji napredak sistema pakovanja. Sa tehnološkog stanovišta osnove smernice napretka sistema pakovanja su: postizanje što kvalitetnijeg proizvoda, odnosno što manje izmenjenog u odnosu na polaznu sirovinu, i obezbeđenje dobijanja zdravstveno bezbednog proizvoda.

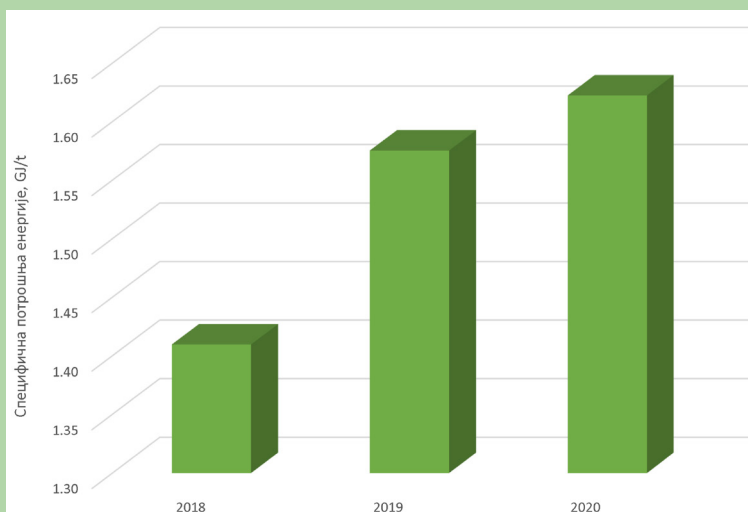
Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Nevena N. Ristović
Predmet / naučna oblast:	Procesna energetika
Naziv teme:	Energetski pregled fabrike za cinkovanje čeličnih konstrukcija sa idejnim rešenjem za unapređenje energetske efikasnosti sistema za snabdevanje pogona energijom
Mentor:	v.prof. Mirjana Stamenić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	28.09.2022.

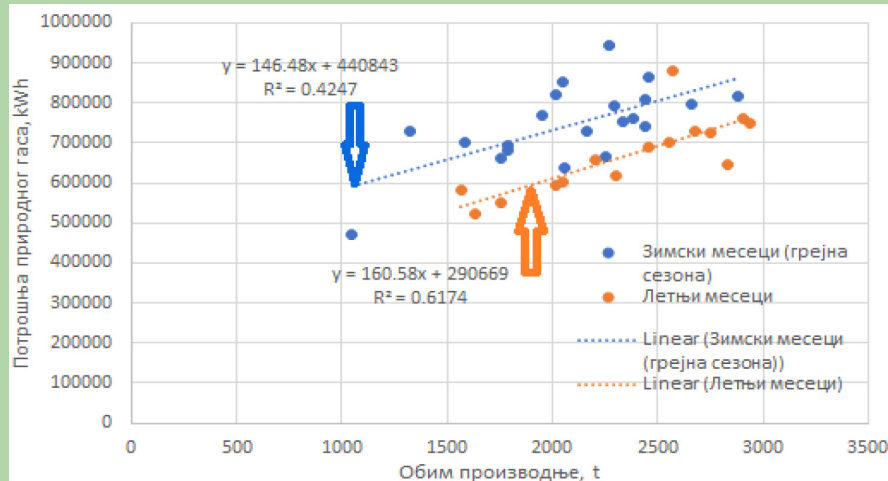
Prikaz M.Sc. rada:

Cilj Master rada je da obradi standarde ISO 50001 i ISO 50002 koji su u osnovi Sistema energetskeg menadžmenta, kao i da prikaže rezultate energetskeg pregleda u fabrici za cinkovanje čeličnih konstrukcija i idejno rešenje za unapređenje energetske efikasnosti za snabdevanje pogona energijom sa posebnim osvrtom na sušaru koja se koristi za pripremu čeličnih konstrukcija pre samog postupka cinkovanja. U radu je u poseban akcenat dat na opisu tehnološkog procesa cinkovanja elemenata kao i na detaljnom bilansu supstancije i energije. Na osnovu podataka koji su pribavljeni tokom sprovođenja energetskeg pregleda u radu je urađena detaljna analiza trenda obima proizvodnje i potrošnje energije i energenata za period od 2018. do 2020. godine. Trenutno stanje u pogledu nivoa energetske efikasnosti je analizirano u poglavlju 7 ovog MSc rada. U poglavlju 8 prikazan je predlog mera za unapređenje energetske efikasnosti a u narednom poglavlju je sprovedena tehno-ekonomska analiza i određena isplativost predloženih tehničkih rešenja. Na slikama 1 do 3 prikazana je specifična potrošnja energije za posmatrani trogodišnji period, kao i mesečna potrošnja prirodnog gasa i električne energije u odnosu na obim proizvodnje, pri čemu je izvršena linearna regresija radi predviđanja potrošnje energenata u zavisnosti od obima proizvodnje. Sa slike 2 se može uočiti da postoji značajnija razlika između potrošnje prirodnog gasa u odnosu na letnji i zimski period, što je posledica korišćenja prirodnog gasa u sistemu za toplovodno grejanje tokom zimske sezone.

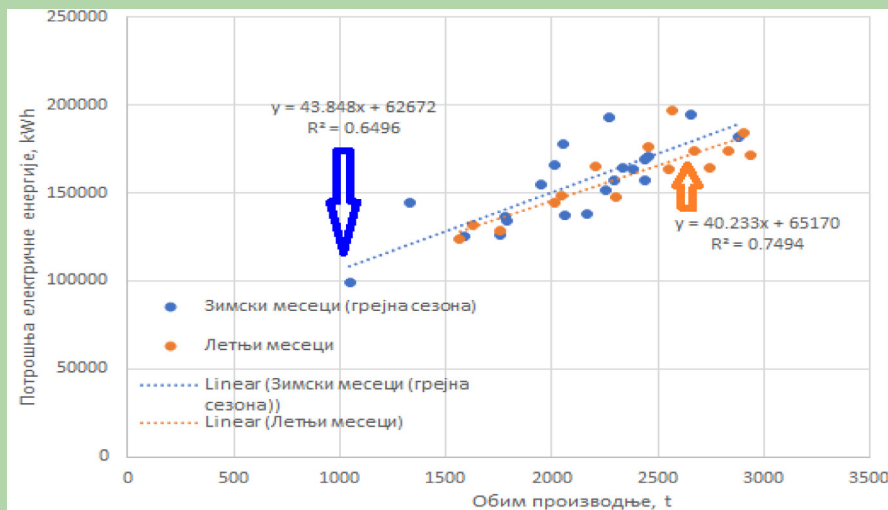


Slika 1: SPE za period 2018.-2020

Katedra za procesnu tehniku
 Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine



Slika 2: Mesečna potrošnja prirodnog gasa u zavisnosti od obima proizvodnje



Slika 3: Mesečna potrošnja el.energije u zavisnosti od obima proizvodnje

Radi definisanja prilika za poboljšanje energetske efikasnosti, fokus je postavljen na rad toplovodnog kotla za snabdevanje proizvodnog pogona toplotom i na spregu cink-kotla i sušare.

Predložene su sledeće mere za unapređenje energetske efikasnosti posmatranih sistema:

- ugradnja sonde za analizu i automatsko podešavanje odnosa gorivo-vazduh na toplovodnom kotlu; prost period otplate iznosi 1,3 godine;
- iskorišćenje toplote mešavine gasova koja napušta sušaru gde se predviđa ugradnja razmenjivača toplote toplotne snage 117 kW kojim će se obezbediti hlađenje izlaznih gasova u sa 200°C na 110°C čime se eliminiše potreba za gorionikom sušare koji radi u neefikasnom režimu (periodičan rad sa visokim koeficijentom viška vazduha); prost period otplate ove investicije iznosi 5 godina.

Pored navedenih mera za unapređenje energetske efikasnosti utvrđeno je da je potrebno analizirati rad ventilatora za evakuaciju gasova iz sušare i utvrditi da li je njegoa kapacitet prevelik za sadašnji radni režim sušare. Takođe, utvrđeno je da se ne sprovodi recirkulacija izlazne mešavine gasova iz sušare, što može biti prilika za dodatno unapređenje energetske efikasnosti. Za razmatranje prethodno navedenih mera potrebno je da se urade dodatna ispitivanja rada sušare.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Filip. M. Bijorac
Predmet / naučna oblast:	Procesna energetika
Naziv teme:	Unapređenje energetske efikasnosti pumpi za napojnu vodu parnog kotlovsog postrojenja
Mentor:	v.prof. Mirjana Stamenić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	28.09.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

U ovom master radu dat je detaljan osvrt na rad u efikasnom radnom režimu centrifugalnih višestepenih pumpi za napojnu vodu parnih kotlova.

Urađen je proračun potrebnog kapaciteta napojnih pumpi za kotlovsko postrojenje koje proizvodi 110 t/h pregrejane pare ($p = 52 \text{ barg}$, $t = 412 \text{ °C}$) i izabrane su pumpe koje će raditi sa maksimalnim stepenom korisnosti.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad	
Kandidat:	Dejan N. Vidojević
Predmet / naučna oblast:	Procesna energetika
Naziv teme:	Eksperimentalno ispitivanje rada kompresora sa i bez ugrađenog frekventnog regulatora
Mentor:	v.prof. Mirjana Stamenić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	28.09.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Sistemi za komprimovani vazduh su veoma pouzdani i sigurni u obavljanju mnogih funkcija, imaju veliku primenu u industriji, ali se o njihovoj ekonomičnosti u toku eksploatacije malo vodi računa. Uobičajen je pogrešan stav da je vazduh besplatan a da je cena vazduha pod pritiskom zanemarljiva. Kompresori u industrijskim postrojenjima dosta troše električne energije, pa je komprimovani vazduh među najskupljim fluidima, te je iz tih razloga značajan pravilan izbor kompresora i načina njihove regulacije rada.

Zadatak ovog rada bio je da se objasni u kojim slučajevima radnog opterećenja kompresora se isplati ugradnja frekventnog pretvarača na pogonski elektromotor. Prilikom eksperimentalnog ispitivanja rada kompresora sa i bez ugrađenog frekventnog regulatora, upoređivana je specifična angažovana snaga kompresora. Potrošači su simulirani na instalaciji sa mlaznicama definisanih otvora.

U prvim poglavljima detaljno je opisana podela kompresora i adekvatnost izbora vrste kompresora u zavisnosti od uslova rada i radnih režima. U narednim poglavljima opisani su osnovni elementi sistema za distribuciju i snabdevanje komprimovanim vazduhom. Potom su objašnjeni procesi hlađenja, sušenja kao i filtracije komprimovanog vazduha. Ovi procesi bitno utiču na kvalitet komprimovanog vazduha kao i na efikasnost sistema za komprimovani vazduh. U poglavlju 8 su prikazane mere za efikasan rad kompresora u industrijskim sistemima. U poglavlju 9 ovog master rada dat je opis eksperimentalne instalacije i metodologija koja je korišćena kako bi se utvrdili gubici usled curenja komprimovanog vazduha kroz otvore različitih dimenzija i pri različitim pritiscima u sistemu. Izmerene vrednosti su poređene sa proračunom isticanja slobodnog mlaza gasa u atmosferu kroz otvore različitih dimenzija. Eksperimentalno ispitivanje je sprovedeno u dve faze i bilo je identično i za kompresor bez i za kompresor sa frekventnom regulacijom. U prvom delu eksperimenta je merena aktivna snaga kompresora za punjenje rezervoara. Uslov je bio da početni pritisak u instalaciji bude atmosferski. Tokom eksperimenta je mereno vreme potrebno da se rezervoar napuni od 0 do 7 barg (inkrement povišenja pritiska je iznosio približno 1 bar). Relevantni podaci koji su obrađeni se odnose na povišenje pritiska od 1 barg do 6 barg, pri čemu je utrošak električne energije kada je korišćen kompresor sa frekventnom regulacijom bio 11% manje nego u slučaju kada je radio kompresor bez frekventnog regulatora. Drugi deo eksperimenta se ogledao u merenju potrošnje električne energije za nadoknadu gubitaka usled curenja vazduha kroz otvore različitih dimenzija (\varnothing 1, 2 i 3 mm) i pri pritiscima u sistemu od 3, 5 i 6 barg. Izmereni protoci vazduha (simuliranje gubitaka pri isticanju kroz otvore različitog prečnika) su u dobroj saglasnosti sa teorijom. Minimalna relativna greška iznosi 0,54%, odnosno maksimalna 8,67%. Pored toga, analizom podataka koji su izmereni tokom eksperimenta i poređenjem sa proračunatim protocima vazduha pri isticanju vazduha kroz različite otvore, utvrđeno je da deklarirana dimenzija otvora \varnothing 1 mm zapravo iznosi 1,3 mm. Eksperimentima je potvrđeno da kada je kompresor predimenzionisan i kada radi periodično veća je potrošnja električne energije, odnosno ostvari se značajnije uštede (i do 30%) kada se koristi frekventno regulisani elektromotor kompresora. Jedan deo potrošnje električne energije kompresora koji nema ugrađen frekventni pretvarač na svom elektromotoru potiče od potrebe da elektromotor radi kako bi dodatno ohladio pojedine delove kompresora i propisano je vremenom rada elektromotora i nakon dostizanja maksimalnog radnog pritiska u instalaciji. Na ovaj način, pre samog zaustavljanja elektromotora kompresora troši se značajna količina električne energije. U slučajevima kada je opterećenje kompresora blisko nominalnom, efekat ugradnje frekventnog pretvarača na elektromotor kompresora je mali. U tom smislu, kada god se projektuje kapacitet kompresorske stanice ili kada se radi analiza opravdanosti ugradnje frekventnih regulatora na postojeće kompresore, potrebno je uraditi detaljnu analizu opterećenja kompresorskih agregata i pravilno izabrati na kojim kompresorima ima smisla ugraditi frekventnu regulaciju.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Ilija J. Đurić
Predmet / naučna oblast:	Procesna energetika
Naziv teme:	Uticao dimenzija rezervoara na efikasan i pouzdan rad sistema za komprimovani vazduh
Mentor:	v.prof. Mirjana Stamenić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	28.09.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Cilj ovog master rada je da na prikladan način prikaže značaj rezervoara za komprimovani vazduh, kao i njegovu funkciju u sistemu komprimovanog vazduha. Rezervoar ima više namena kada se postavlja iza kompresora. Primarni zadatak je da reguliše rad kompresora prema potrošnji vazduha, kao i da stabilizuje pritisak u sistemu. U rezervoaru se takođe izdvaja kondenzovana voda iz vazduha i kapljice ulja od kompresora.

S obzirom da su rezervoari posude pod pritiskom, pa samim tim podležu pravilniku o posudama pod pritiskom, u radu su detaljno opisani postupci i procedure koje moraju biti ispunjene kada se radi ispitivanje hladnim vodenim pritiskom ove vrste opreme. Pri izradi rada je korišćen Pravilnik o posudama pod pritiskom objavljen u "Službenom glasniku RS", br. 114/21 od 30.11.2021. godine, koji je stupio na snagu 8.12.2021., a počeo da se primenjuje od 1.1.2023.

Ovaj rad se sastoji od jedanaest poglavlja, uključujući uvodno poglavlje, poglavlje sa literaturom i zaključak.

U prvom delu rada se govori uopšteno o komprimovanom vazduhu, kao i o standardizaciji kvaliteta komprimovanog vazduha i načinima postizanja zahteanog nivoa kvaliteta. Dalje se govori o uređajima i elementima opreme kod sistema za komprimovani vazduh, ali nije dat poseban osvrt na različite konstrukcije kompresora, već su samo navedeni tipovi kompresora, kao i kratak opis načina rada i kontrole rada. Kako bi se dobio vazduh pod pritiskom sa prihvatljivim nivoom kvaliteta potrebno je primeniti različite vrste i broj filtera. Vrsta, broj i način povezivanja filtera u sistemu za distribuciju vazduha u značajnoj meri utiču na energetske efikasnosti, a samim tim i na održivost proizvodnje. Zbog svog uticaja i značaja, u MSc radu su sa posebnom pažnjom obrađeni filteri. Poseban akcenat je dat na značaj poboljšanja energetske efikasnosti sistema za komprimovani vazduh, kao i koje mere utiču na unapređenje efikasnosti rada sistema.

U drugom delu rada obrađen je rezervoar za komprimovani vazduh koji se koristi u fabrici za proizvodnju suncokretovog ulja. Ova posuda nema adekvantnu dokumentaciju opreme pod pritiskom. Dat je tehnički opis rezervoara sa karakteristikama fluida i osnovni tehnički podaci ovog uređaja. Zatim je objašnjen postupak za razvrstavanje posuda pod pritiskom i dat izveštaj o razvrstavanju za predmetni rezervoar.

U radu je urađen kontrolni proračun posude pod pritiskom (rezervoar za komprimovani vazduh) prema standardu SRPS EN 13445, koristeći se softverskim alatom AutoPIPE Vessel. Urađeni su paralelni proračuni za radne i ispitne uslove.

Proračunom je utvrđeno da su zadovoljeni svi uslovi postavljeni važećim standardom i da je posuda bezbedna za upotrebu.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad	
Kandidat:	Sanela Sulejmani
Predmet / naučna oblast:	Zaštita vazduha
Naziv teme:	Idejno rešenje sistema za otprašivanje otpadnih gasova iz peći za proizvodnju kreča kapaciteta 600 t/dan
Mentor:	prof. dr Dejan Radić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	29.09.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

U radu je prikazano na koji način industrijski pogoni i emisija štetnih komponenti utiču na kvalitet vazduha. Takođe, prikazan je savremeni princip rada peći za proizvodnju kreča, kao i emisije štetnih komponenti koje se stvaraju u procesu proizvodnje. Cilj rada je definisanje idejnog rešenja sistema za otprašivanje otpadnih gasova koji se generišu prilikom procesa u peći.

Prikazana je zakonska regulativa iz oblasti zaštite vazduha u proizvodnji kreča. Izvršena je detaljna analiza graničnih vrednosti u domaćoj zakonskoj regulativi kao i u Evropskoj Uniji. Putem grafikona prikazani su statistički podaci za najveći izvor zagađenja u pojedinim državama. U radu je prikazano da su u uredbi o graničnim vrednostima u Republici Srbiji propisane nešto više vrednosti u odnosu na ono što je propisano u Evropskoj Uniji.

Predstavljene su najbolje dostupne tehnike za smanjenje emisija praškastih materija, azotnih oksida, sumpornih oksida, lako isparljivih organskih jedinjenja. Uređaji koji se koriste sa prečišćavanje otpadnih gasova, i koje se nude kao rešenje su vrećasti filtri i mokri prečistači. Zbog svojih karakteristika i visoke efikasnosti, kao rešenje za instalaciju koju razmatra ovaj aster rad izabran je vrećasti filter.

Prikazan je proces rada vrećastog filtra, njegovi elementi kao i to kako on može uticati na smanjenje emisija zagađujućih komponenti. Takođe, pored smanjenja emisije obuhvaćene su i mere za smanjenje potrošnje energije. Obuhvaćeni su osnovni principi proračuna rada filtra kao i proces projektovanja filtra.

Proračun bilansa supstancije i toplote peći za proizvodnju kreča urađen je na primeru postrojenja kapaciteta 600 t/dan. Na osnovu polaznih parametara i proračuna procesa sagorevanja, za izabrano gorivo prirodni gas, izvršen je proračun količine dimnih gasova na izlazu iz peći. Za usvojeni sastav krečnjaka, proračunom produkata sagorevanja dobijena je količina dimnih gasova na izlazu iz peći oko $V_{g,uk} = 61\ 000\ m^3/h$. Na osnovu toplotnog bilansa peći izračunat je specifični utrošak toplote koji iznosi $Q = 3601,89\ kJ/kg$.

Na osnovu raspoloživih emisionih faktora za praškaste materijale za peći za proizvodnju kreča i podataka iz bilansa supstancije postrojenja izračunata je koncentracija praškastih materijala u dimnim gasovima na izlazu iz peći, a zatim je izvršeno dimenzionisanje i izbor opreme sistema za otprašivanje otpadnih gasova. Prikazan je proračun brzine filtracije, površine filtracije, pada pritiska kao i dimenzionisanje dimnih kanala. Na osnovu rezultata proračuna filtera i kataloških podataka proizvođača izabran je adekvatan vrećasti filter. Na kraju je izvršen proračun i izbor centrifugalnog ventilatora dimnih gasova.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Milica Ćirković
Predmet / naučna oblast:	Zaštita vazduha
Naziv teme:	Idejno rešenje elektrofiltarskog postrojenja termoenergetskog bloka električne snage 210 MW
Mentor:	prof. dr Dejan Radić, dipl.inž.maš.
Datum odbrane:	29.09.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

U radu je prikazano da problemi aerozagađenja nastaju kao posledica rada termoenergetskih postrojenja. Takođe, prikazan je i značaj elektrofiltara čija je namena izdvajanje čestica letećeg pepela iz toka dimnih gasova. Cilj rada je bio da se predstavi idejno rešenje elektrofiltarskog postrojenja za prečišćavanje dimnih gasova termoenergetskog bloka električne snage 210 MW.

Prikazana je zakonska regulativa iz oblasti zaštite vazduha za velika ložišta koje kao gorivo koriste čvrsto gorivo. Pravni okvir kojim je u Republici Srbiji uređena zaštita vazduha, usklađena je sa zakonodavstvom Evropske Unije. U radu je prikazano da uredba o graničnim vrednostima u Republici Srbiji prati ono što je propisano u Evropskoj Uniji.

Predstavljene su najbolje dostupne tehnike za smanjenje emisije čvrstih čestica, kao i uticaj tehnika na energetske efikasnost postrojenja, ali i tehničke mere za poboljšanje energetske efikasnosti. Različiti uređaji, kao što su elektrofiltri, vrećasti filteri i mokri skruberi obično se koriste za uklanjanje praškastih materijala iz dimnih gasova. Kao dominantni, izdvajaju se elektrofiltri koji mogu da rade u širokom opsegu radnih uslova i čija efikasnost izdvajanja prašine zavisi od broja polja, vremena zadržavanja, karakteristika čestica.

Prikazane su mere koje je moguće preduzeti na postojećim elektrofiltrima u cilju dostizanja nižih graničnih vrednosti emisija. Kao primer izdvojena je rekonstrukcija elektrofiltara u TE Kostolac. Postojeći elektrofilter je rekonstruisan u cilju da se granična vrednost emisije spusti na 50 mg/m^3 . Predložene su četiri metode (označene sa A, B, C i D).

Izvršen je proračun parametara procesa sagorevanja na osnovu karakteristika lignita koji se koristi kao gorivo u termoelektrani. Takođe izračunata je i potrošnja goriva na osnovu snage termoenergetskog bloka od 210 MW. Izvršen je i proračun zapreminskog protoka dimnih gasova pri stvarnim uslovima. Na osnovu bilansa supstancije postrojenja za prečišćavanje dimnih gasova dobijena je efikasnost uređaja za prečišćavanje 99,82%.

Izvršeno je dimenzionisanje i izbor opreme elektrofiltarskog postrojenja za prečišćavanje dimnih gasova. Prikazan je proračun specifične taložne površine, gde je na osnovu pretpostavljenog najmanjeg broja zona elektrifiltera, koji zadovoljava uslov $LFn < p$, dobijena specifična taložna površina elektrofiltara sa četiri zone. Izvršen je proračun cevovoda i usvojena veličina prečnika kanala od kotla do uređaja za prečišćavanje. Na kraju je izvršen proračun i izbor ventilatora aksijalnog tipa.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad	
Kandidat:	Milica N. Grubač
Predmet / naučna oblast:	Projektovanje sistema za zaštitu od požara
Naziv teme:	Projektovanje vodene zavese namenjene za požarno razdvajanje bine od gledališta u u pozorišnoj sali kapaciteta 182 sedišta
Mentor:	Prof. dr Ivan Arandelović
Datum odbrane:	30. septembar 2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Vodena zavesa se koristi u pozorištima kao privremena prepreka za prenos požara, dima i toplotnog zračenja sa bine u gledalište. Generiše se drenčer instalacijom. U prvom delu rada su objašnjene karakteristike požara u pozorištima, kao njihove specifičnosti. Zatim je dat pregled zakonskih i tehničkih propisa koji definišu mere požarne bezbednost u pozorištima.

U drugom delu je prikazana primena, karakteristike i proračun drenčer instalacija. U trećem delu rada je data analiza požarnih rizika za konkretnu pozorišnu salu, a zatim tehnički opis, proračunska i grafička dokumentacija neophodna za izvođenje konkretne vodene zavese. U zaključku je pokazano da se primenom projektovane instalacije ostvaruju uslovi neophodni za evakuaciju gledališta u slučaju požara.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Ana V. Jovančević
Predmet / naučna oblast:	Projektovanje sistema za zaštitu od požara
Naziv teme:	Projektovanje mera zaštite od požara za potrebe gasne kotlarnice površine 200 m ² i instalisane snage 13 MW
Mentor:	Prof. dr Ivan Arandžević
Datum odbrane:	30. septembar 2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Rizici od požara prilikom rada gasnih kotlarnica su veliki, jer su u njima prisutni prirodan gas i pare lož ulja koje se koristi kao alternativno gorivo. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu industrijskih objekata od požara, se ne primenjuje na gasne kotlarnice, već su opšte mere zaštite od požara u njima definisane Pravilnikom o tehničkim normativima za projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica. Međutim taj pravilnik ne sadrži procedure za određivanje neophodnog stepena otpornosti konstrukcije objekta prema požaru.

U prvom delu rada su razmatrani najvažniji parametri koji se koriste u projektovanju mera zaštite od požara: specifično požarno opterećenje, otpornost konstrukcije prema požaru i klasa opasnosti od požara. U drugom delu rada su prikazane procedure za procenu požarnih rizika definisane Gretenerovim postupkom, normiranim pod nazivom TRVB 100 (Technische Richtlinien Vorbeugender Brandshuct) od strane austrijskog vatrogasnog saveza. U trećem delu rada dati su tehnički opis, proračunska i grafička dokumentacija neophodna za izvođenje konkretne gasne kotlarnice površine 200 m² i instalisane snage 13 MW. Procena požarnih rizika je izvršena Purtovim postupkom, normiranim od strane međunarodnog udruženja EUROALARM (European Fire Alarm Manufacturers Association). Procena otpornosti konstrukcije prema požaru je izvršena TRVB postupkom.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad	
Kandidat:	Sara M. Kostić
Predmet / naučna oblast:	Projektovanje sistema za zaštitu od požara
Naziv teme:	Proračun karakteristika hidrantske instalacije namenjene za gašenje požara u pozorišnoj sali kapaciteta 182 sedišta
Mentor:	Prof. dr Ivan Arandelović
Datum odbrane:	30. septembar 2022.

Prikaz M.Sc. rada:

U prvom delu rada je dat pregled zakonske regulative kojom je regulisana oblast izvođenja instalacija unutrašnjih hidrantskih mreža namenjenih za gašenje požara.

U drugom delu rada su definisane primene, karakteristike i proračun instalacija unutrašnjih hidrantskih mreža namenjenih za gašenje požara.

Takođe je objašnjen i skraćeni proračun za određivanje protoka u instalaciji Briksovim postupkom. U trećem delu rada je dat opis konkretne pozorišne sale.

U četvrtom delu je dat kompletan proračun i dimenzionisanje predmetne instalacije, pri čemu je protok procenjen Briksovim postupkom a pad pritiska je izračunat Hajzen – Vilijamsovim postupkom. Posebno su objašnjeni izbor i dimenzionisanje uređaja za povišenje pritiska.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Iva G. Radovanović
Predmet / naučna oblast:	Projektovanje sistema za zaštitu od požara
Naziv teme:	Projektovanje mera zaštite od požara za potrebe gasne kotlarnice površine 250 m ² i instalisane snage 20 MW
Mentor:	Prof. dr Ivan Arandžević
Datum odbrane:	30. septembar 2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu industrijskih objekata od požara, se ne primenjuje na gasne kotlarnice, već su opšte mere zaštite od požara u njima definisane Pravilnikom o tehničkim normativima za projektovanje, građenje, pogon i održavanje gasnih kotlarnica. Međutim taj pravilnik ne sadrži procedure za određivanje neophodnog stepena otpornosti konstrukcije objekta prema požaru.

U prvom delu rada su razmatrani najvažniji parametri koji se koriste u projektovanju mera zaštite od požara: specifično požarno opterećenje, otpornost konstrukcije prema požaru i klasa opasnosti od požara.

U drugom delu su prikazane procedure za procenu požarnih rizika definisane Purtovim postupkom, normiranim od strane međunarodnog udruženja EUROALARM (European Fire Alarm Manufacturers Association).

U trećem delu rada dati su tehnički opis, proračunska i grafička dokumentacija neophodna za izvođenje konkretne gasne kotlarnice površine 250 m² i instalisane snage 20 MW. Procenu požarnih rizika je izvršena Purtovim postupkom a procena otpornosti konstrukcije prema požaru TRVB postupkom.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad	
Kandidat:	Igor B. Konstandin
Predmet / naučna oblast:	Projektovanje sistema za zaštitu od požara
Naziv teme:	Projektovanje mera zaštite od požara za potrebe gasne kotlarnice površine 180 m ² i instalisane snage 6 MW
Mentor:	Prof. dr Ivan Arandelović
Datum odbrane:	29. decembar 2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Prilikom eksploatacije gasnih kotlarnica može doći do stvaranja eksplozivnih atmosfera generisanih prirodnim gasom ili parama ulja za loženje koje se obično koristi kao alternativno gorivo. Proračunske procedure za određivanje stepena otpornosti konstrukcije objekta prema požaru, definisane Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu industrijskih objekata od požara nisu primenljive na gasne kotlarnice, što predstavlja posebnu teškoću prilikom projektovanja.

U prvom delu rada su razmatrani najvažniji parametri koji se koriste u projektovanju mera zaštite od požara: specifično požarno opterećenje, otpornost konstrukcije prema požaru i klasa opasnosti od požara. Za procenu požarnih rizika definisane Purtovim postupkom, normiranim od strane međunarodnog udruženja EUROALARM (European Fire Alarm Manufacturers Association).

U trećem delu rada dati su tehnički opis, proračunska i grafička dokumentacija koja je neophodna za izvođenje konkretne gasne kotlarnice površine 180 m² i instalisane snage 6 MW. Procena požarnih rizika je izvršena Purtovim postupkom a procena otpornosti konstrukcije prema požaru TRVB postupkom.

Katedra za procesnu tehniku
Odsek: Procesna tehnika i zaštita životne sredine

Diplomski rad, M.Sc. rad

Kandidat:	Lazar S. Travica
Predmet / naučna oblast:	Projektovanje sistema za zaštitu od požara
Naziv teme:	Projektovanje mera zaštite od požara za potrebe industrijskog pogona površine 340 m ² za preradu grafenskih proizvoda
Mentor:	dr Ivan Arandelović
Datum odbrane:	29. decembar 2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Prilikom proizvodnje grafenskih proizvoda može doći do stvaranja eksplozivnih atmosfera generisanih vodonikom, metanom ili ugljenom prašinom. S obzirom da se radi o tehnologijama koje su mlađe od 20 godina (grafen je prvi put proizveden 2004. godine) mere zaštite od požara u proizvodnji grafenskih proizvoda do sada nisu obrađivane u stručnoj literaturi. U prvom delu rada su razmatrani najvažniji parametri koji se koriste u projektovanju mera zaštite od požara: specifično požarno opterećenje, otpornost konstrukcije prema požaru i klasa opasnosti od požara.

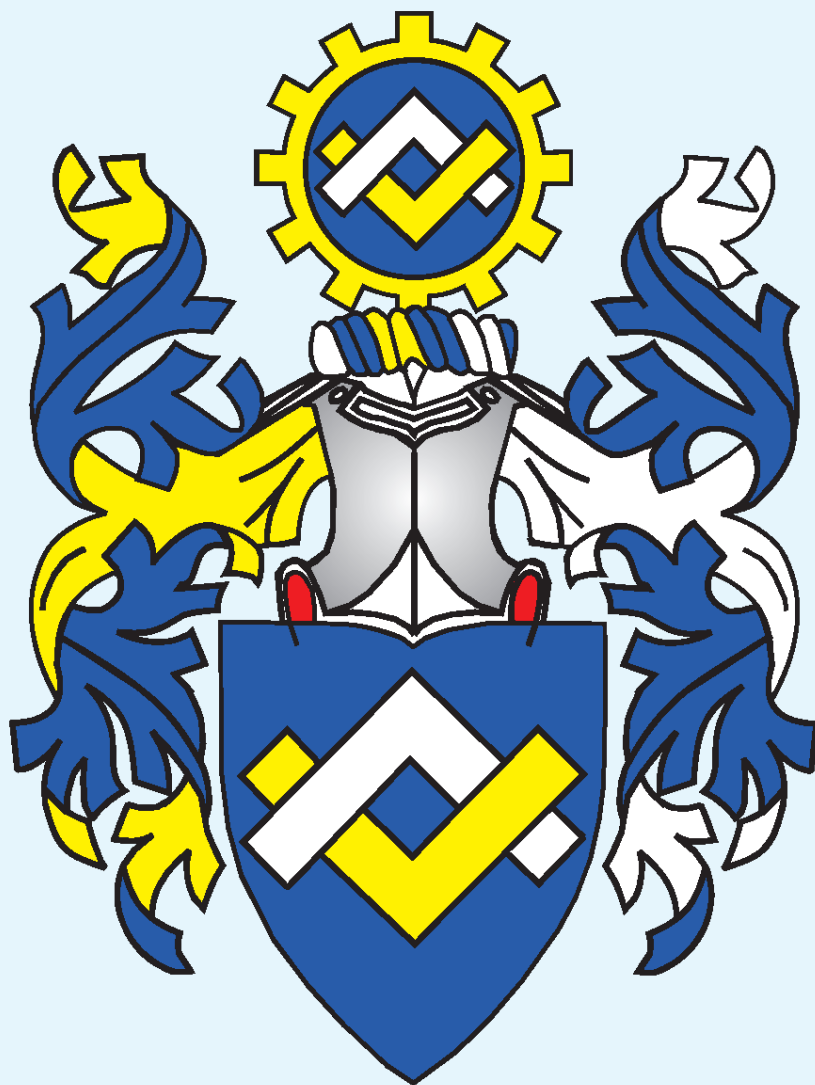
U drugom delu su izložene i obrazložene proračunske procedure definisane Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu industrijskih objekata od požara. T

reći deo rada sadrži tehnički opis, proračunsku i grafičku dokumentaciju neophodnu za izvođenje industrijskog pogona površine 340 m² za preradu grafenskih proizvoda. Procena požarnih rizika izvršena je Purtovim postupkom.

Инжењерска комора Србије

Планери

Урбанисти



Пројектанти

Извођачи радова

Булевар војводе Мишића 37

Београд

011 655 7410

www.ingkomora.rs

info@ingkomora.rs

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet
Naučna oblast: Procesna tehnika

Doktorska disertacija

Kandidat:	mr Saša M. Marković
Naučna oblast:	Procesna tehnika
Naziv teme:	Procesne performanse razmenjivača toplote sa orebrenim cevima u kvadratnom rasporedu
Mesto odbrane:	Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet
Mentor:	prof. Srbislav Genić, dipl.inž.maš.
Predsednik komisije:	v.prof. Mirjana Stamenić, dipl.inž.maš.
Članovi komisije:	v. prof. Nenad Mitrović, dipl.inž.maš. doc. dr Uroš Milovančević, dipl.inž.maš. doc. dr Miloš Ivošević, dipl.inž.maš. v. prof. Damir Đaković, dipl.inž.maš. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka
Datum odbrane:	07.10.2022.

Prikaz M.Sc. rada:

Naučnici, istraživači i inženjeri se već dugo bave proučavanjem strujnih i toplotnih performansi cevnih razmenjivača toplote, kako bi se postiglo povećanje intenziteta razmene toplote (što bi rezultiralo smanjenjem dimenzija razmenjivača toplote) i/ili smanjila potrošnja energije za strujanje fluida. Rezultati brojnih istraživanja uglavnom su korišćeni za definisanje novih korelacija za koeficijent prelaza toplote i koeficijent trenja, što je rezultiralo mnoštvom novih jednačina koje se odnose na bezdimenzione geometrijske odnose. Cilj svih istraživanja je proširenje oblasti primene dobijenih relacija uz dokazivu pouzdanost jednačina. Praksa je pokazala da, kada su u pitanju cevni razmenjivači toplote sa orebrenim cevima, većina dosadašnjih eksperimenata i zaključaka ima vrlo ograničenu primenu. Ograničenja se odnose na činjenicu da se rezultati mogu primeniti samo za određene uslove i za određene tipove razmenjivača toplote, pa i to sa vrlo limitiranom preciznošću.

U otvorenoj literaturi nema mnogo definisanih veza između parametara kojima se precizno mogu izračunati otpori pri opstrujavanju orebrenog cevnog snopa i intenzitet razmene toplone energije. Zapravo, većina zaključaka je samo primenljiva na instalacije na kojima su ispitivanja vršena, a mogućnost uopštenja je vrlo limitirana. Neophodnost opsežnih ispitivanja, koja bi dovela do pouzdanih jednačina koje potpuno opisuju rad cevnih razmenjivača toplote sa orebrenim cevima, je očigledna.

Rad na ovoj doktorskoj disertaciji obuhvatio je opsežnu analizu prethodnih istraživanja, izradu matematičkog modela u cilju određivanja bezdimenzionalnih brojeva neophodnih za primenu teorije sličnosti, niz eksperimentalnih merenja na razmenjivačima toplote sa orebrenim cevima postavljenim u kvadratnom (koridorom) rasporedu, statističku obradu i analizu rezultata, te uopštavanje rezultata korišćenjem postavljenih matematičkih modela.

Eksperimenti su urađeni na različitim konfiguracijama orebrenih razmenjivača toplote sa cevima u kvadratnom rasporedu. Kako bi se dobijeni rezultati uporedili sa rezultatima drugih istraživača, svi parametri (karakteristike orebrenja, broj redova cevi i poprečni presek aparata) izabrani su iz opsega koji se koriste u industriji. To se odnosi i na varijaciju protoka radnih fluida.

Nakon sistematizacije eksperimentalno dobijenih rezultata, provereni su zaključci iz postojećih literaturnih izvora. Napravljena je detaljna statistička analiza ranije objavljenih eksperimentalnih rezultata, kao i statistička analiza sopstvenih eksperimentalnih rezultata. Statističkom analizom ranije objavljenih korelacija došlo se do zaključka da se one ne mogu sa velikom pouzdanošću koristiti za proračune. Na kraju je izrađen model koji se može koristiti za dimenzionisanje novih razmenjivača toplote sa orebrenim cevima, ali i za izradu kontrolnih proračuna postojećih razmenjivača toplote.

Na osnovu ovih istraživanja utvrđena je proračunska procedura koja se sa uspehom može koristiti za dimenzionisanje novih razmenjivača toplote, kao i za kontrolne proračune postojećih razmenjivača sa zavojnim rebrima. Preporučena jednačina za izračunavanje otpora strujanju sa srednjim kvadratnim odstupanjem $SD = 23,7\%$ i korelacionim odnosom $SD = 84,0\%$, kao i jednačina za proračun koeficijenta prelaza toplote sa srednjim kvadratnim odstupanjem $SD = 27,0\%$ i korelacionim odnosom $SD = 79,4\%$.

Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet
Naučna oblast: Procesna tehnika

Sa druge strane sve do sada objavljene korelacije su takođe podvrgnute statističkoj analizi i ustanovljeno je da se ne mogu sa dovoljnom sigurnošću koristiti za proračune razmatranih fenomena.

Inženjerski doprinos ove disertacije se ogleda u dobijanju originalnih korelacija za izračunavanje koeficijenta prelaza toplote i otpora strujanju, pri strujanju vazduha preko snopa orebrenih cevi postavljenih u koridornom rasporedu.

Originalni naučni doprinos ove doktorske disertacije ogleda se u sledećem:

- izložen je detaljan pregled korelacija iz postojeće literature, koje se odnose na proučavanja strujanja vazduha preko razmenjivača toplote sa orebrenim cevima;
- izložen je kritički osvrt na korelacije iz postojeće literature
- urađeni su sopstveni eksperimenti na cevnim razmenjivačima toplote sa orebrenim cevima postavljenim u kvadratnom rasporedu;
- izvršena je detaljna analiza sopstvenih rezultata eksperimentalnih merenja, kao i detaljna analiza rezultata na osnovu korelacija koje su rezultat ranije obavljenih istraživanja.