

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/348836730>

ENERGETSKA EFIKASNOST U RAFINERIJAMA NAFTE SA POSEBNIM OSVRTOM NA TOPLOTNU ENERGIJU ENERGY EFFICIENCY IN OIL REFINERY WITH SPECIAL REFERENCE TO HEATING

Conference Paper · July 2019

CITATIONS

0

READS

86

4 authors, including:



Goran Orasanin

University of East Sarajevo

22 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Miroslav Stanojevic

University of Belgrade

29 PUBLICATIONS 139 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

ENERGETSKA EFIKASNOST U RAFINERIJAMA NAFTE SA POSEBNIM OSVRTOM NA TOPLOTNU ENERGIJU

ENERGY EFFICIENCY IN OIL REFINERY WITH SPECIAL REFERENCE TO HEATING

Stojan SIMIĆ^{1*}, Goran ORAŠANIN¹, Miroslav STANOJEVIĆ², Davor MILIĆ¹

¹ Mašinski fakultet Istočno Sarajevo, Istočno Sarajevo, BIH

² Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

Rafinerije nafte predstavljaju kompleksna procesna postrojenja u kojima se iz sirove nafte dobijaju proizvodi koji imaju primenu u svim oblastima čovekove delatnosti. Za potrebe proizvodnog procesa u rafinerijama troši se relativno velika količina toplotne energije. Jedan od osnovnih prioriteta savremene proizvodnje u rafinerijama je optimizacija potrošnje toplotne energije. U radu je prezentovano koji su procesi i postrojenja najveći potrošači toplotne energije kao i gde se pojavljuju najveći gubici toplote u rafinerijama. Takođe sveobuhvatno su razmotreni potencijali za poboljšanje iskorišćenja toplotne energije. Najveće mogućnosti za smanjenje gubitaka toplotne energije su kod parnih kotlova, procesnih peći i grejača, procesa destilacije, pri distribuciji vodene pare i dr.

Ključne reči: energetska efikasnost; rafinerije; toplotna energija..

Oil refineries are complex process plants that produce products from crude oil that have been applied in all areas of human activity. For the needs of the production process in the refineries, a relatively large amount of the heat energy is consumed. One of the basic priorities of modern production in refineries is the optimization of the heat energy consumption. The paper presents which processes and plants are the largest consumers of the heat energy as well as where are the greatest heat losses in refineries. Also, the potentials for improving the utilization of the heat energy are considered comprehensively. The largest possibilities for reducing of the heat energy losses are in steam boilers, process furnaces and heaters, distillation processes, water vapor distribution, etc.

Key words: energy efficiency; refineries; heat energy.

1. Uvod

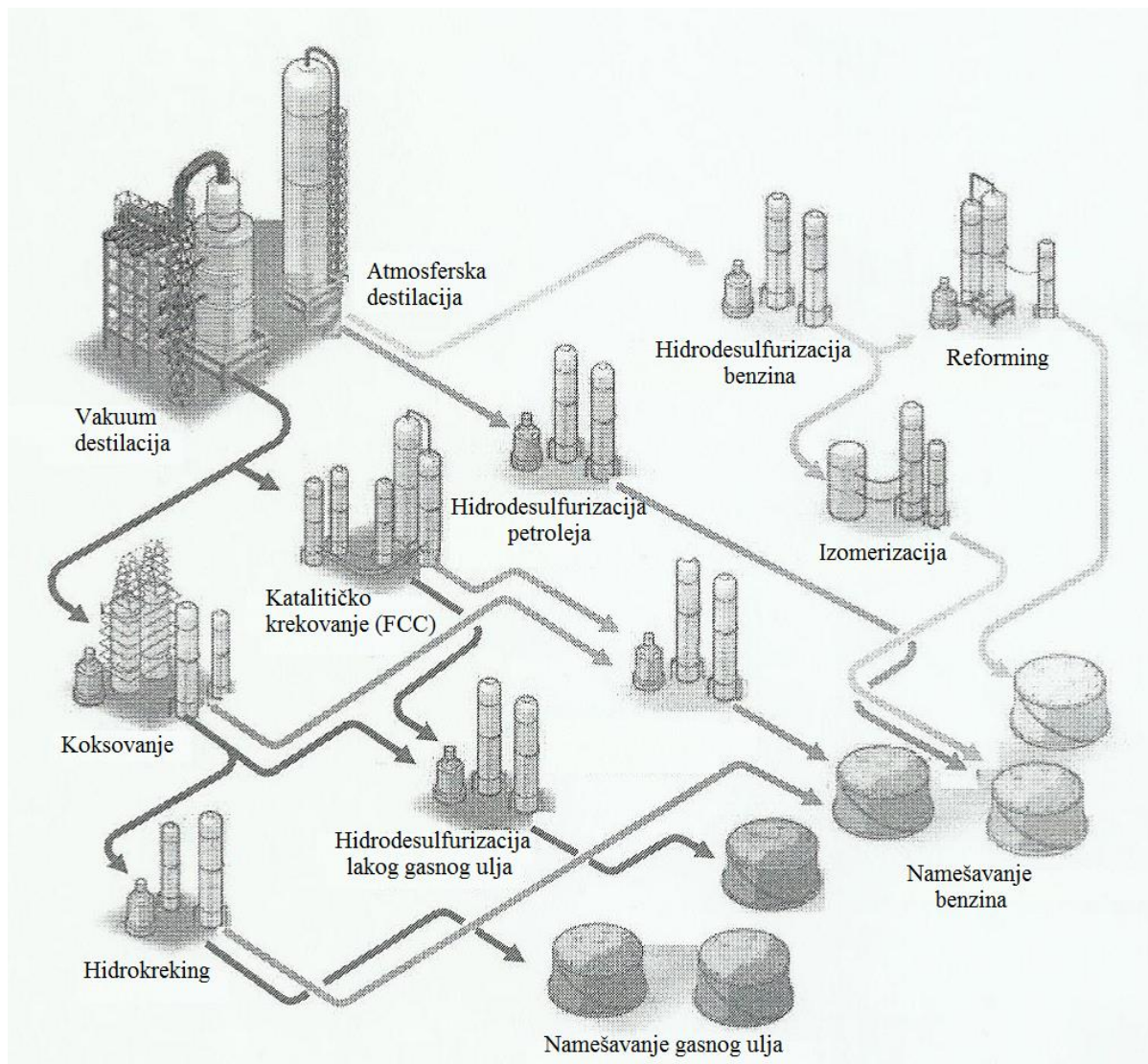
Naftna industrija je privredna grana koja se bavi istraživanjem, eksploatacijom, preradom i rafinacijom sirove nafte i njenih derivata. Rafinerije nafte sa energetskog aspekta pripadaju postrojenjima u kojima troškovi energije potrebne za proces proizvodnje imaju visok udeo u krajnjoj ceni gotovih proizvoda. Toplotna energija u savremenim rafinerijama uglavnom se obezbeđuje u sopstvenim energetskim postrojenjima. Racionalno upravljanje toplotnom energijom proizvedenom u energiji je osnova za smanjenje potrošnje i gubitaka energije u rafinerijama nafte. Smanjene gubitake toplotne energije koji nastaju pri transformaciji, prenosu i distribuciji energije uglavnom zavisi od raspoložive tehnologije. U procesnim postrojenjima smanjenje gubitaka treba da se rešava tehničkim i organizacionim merama. Nepotrebno korišćenje toplotne energije može se smanjiti boljom organizacijom radnog procesa, boljim upravljanjem tokovima energije i promenom ponašanja izvršilaca koji opslužuju proizvodni pogon. Energetska efikasnost u rafinerijama nafte treba da se razmatra kao stalni proces koji pored izbegavanje suvišnog korišćenja energije i svođenja na minimum gubitaka energije obuhvata i praćenje potrošnje energije da bi ona neprekidno bila minimalna.

U radu je prezentovano gde dolazi do gubitaka toplotne energije kao i mere za poboljšanje energetske efikasnosti u rafinerijama nafte.

* Corresponding author, e-mail: stojans@modricaoil.com

2. Potrošnja toplotne energije u rafinerijama nafte

U rafinerijama nafte koriste se procesna postrojenja u kojima se iz sirove nafte nizom fizičko-hemijskih procesa i operacija dobijaju različiti proizvodi koji imaju primenu u svim oblastima života. U rafinerijama se odvijaju procesi separacije, konverzije, procesi obrade u cilju poboljšanja svojstava naftnih poluproizvoda i proizvoda, namešavanje i drugi rafinerijski procesi. Na slici 1. prikazana su proizvodna postrojenja u kojima se odvijaju procesi prerade sirove nafte i naftnih poluproizvoda i proizvoda.



Slika 1. Osnovni procesi u rafineriji nafte

Rafinerije nafte pripadaju oblasti industrije sa značajnom potrošnjom energije za potrebe proizvodnog procesa. Prema podacima U.S. Energy Information Administration (EIA) iz 2010. godine troškovi energije iznose 43% ukupnih operativnih troškova rafinerije nafte [1]. U evropskim rafinerijama potrošnja energije za vlastite potrebe često prelazi 60% ukupnih operativnih troškova u procesu proizvodnje [2].

U rafinerijama nafte za preradu 1 tone sirove nafte potroši se od 1,5 do 4 MJ energije [3]. Najviše se potroši energije u procesima zagrevanja i hlađenja. Pri procesu prerade nafte u rafinerijama se potroši oko 93% energije za proizvodnju vodene pare i hlađenje procesnih postrojenja. Jedinice s pogonskim motorima (pumpe, kompresori, ventilatori, mešalice i dr.) su drugi najveći potrošači sa udelom od 5% u potrošnji energije. Zagrevanje, hlađenje i rasveta postrojenja ima udeo manji od 2% u ukupnoj potrošnji energije u rafinerijama.

U savremenim rafinerijama nafte svi procesi imaju relativno veliku specifičnu potrošnju energije po jedinici proizvoda. Dostupni podaci pokazuju da se u značajnoj meri razlikuju udeli pojedinih

proizvodnih procesa u ukupnoj potrošnji energije u rafineriji nafte. U tabeli 1. prikazani su udeli pojedinih procesa i postrojenja u ukupnoj potrošnji energije u rafinerijama nafte u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD).

Tabela 1. Udeli pojedinih procesa i postrojenja u ukupnoj potrošnji energije u rafinerijama nafte u SAD

Proces	Udeo u potrošnji energije rafinerije, %
Atmosferska destilacija	25,79
Vakuum destilacija	9,60
Visbrejking	0,04
Koksovanje	0,27 ÷ 4,61
Katalitičko krekovanje	7,66
Katalitičko hidrokrekovanje	4,41
Katalitička hidrodesulfatizacija	18,83
Katalitičko reformisanje	15,13
Alkilacija	2,14 ÷ 3,84
Proizvodnja etera	0,52 ÷ 1,34
Izomerizacija	1,09
Proizvodnja mazivih ulja	4,40

Većina rafinerija nafte koje su izgrađene pre pedeset i više godina projektovana je u doba jeftine energije, odnosno niske cene sirove nafte. Pored toga, investitori su davali prednost nižim investicionim ulaganjima, na račun veće potrošnje energije. Zbog toga su izostala brojna rešenja boljeg iskrišćenja toplote u procesu. Takođe, korišćenje otpadne toplote dimnih gasova i kondenzata vodene pare bilo je nedovoljno.

U rafinerijama nafte se pojavljuje otpadna toplota. Otpadna toplota u rafinerijama nafte predstavlja toplotnu energiju koja se generiše tokom različitih procesa u pojedinim delovima rafinerijskih postrojenja, a koja nema uticaja na proizvodni proces i koja se uglavnom nepovratno oslobađa u životnu sredinu. Prenos otpadne toplote u životnu sredinu se odvija kroz sva tri mehanizma prenosa toplotne energije (konvekcija, kondukcija i zračenje), a od posebne važnosti je otpadna toplota sadržana u materijalnim tokovima koji napuštaju sistem na temperaturama višim od temperature okoline. Istraživanje postupaka i metodologija za iskorišćenje otpadne toplote iz rafinerijskih procesa, predstavlja jedan od ključnih pravaca za smanjenje potrošnje energije i poboljšanje energetske efikasnosti rafinerijskih postrojenja.

3. Potencijali za poboljšanje iskorišćenja toplotne energije u rafinerijama nafte

Upravljanja energijom u rafinerijama nafte obuhvata upotrebu svih neophodnih sistema sa ciljem da se obezbedi efikasno korišćenje raspoloživih energetskih resursa. Na ovaj način se obezbeđuje energetska efikasnost celokupnog proizvodnog procesa. U cilju sprovođenja mera energetske efikasnosti u rafinerijama pri preradi sirove nafte i naftnih derivata neophodno je obezbediti:

- pouzdano snabdevanje energijom i energentima,
- primenu novih energetski efikasnih tehnologija,
- upotrebu obnovljivih izvora energije,
- smanjenje potrošnje fosilnih neobnovljivih goriva, i dr.

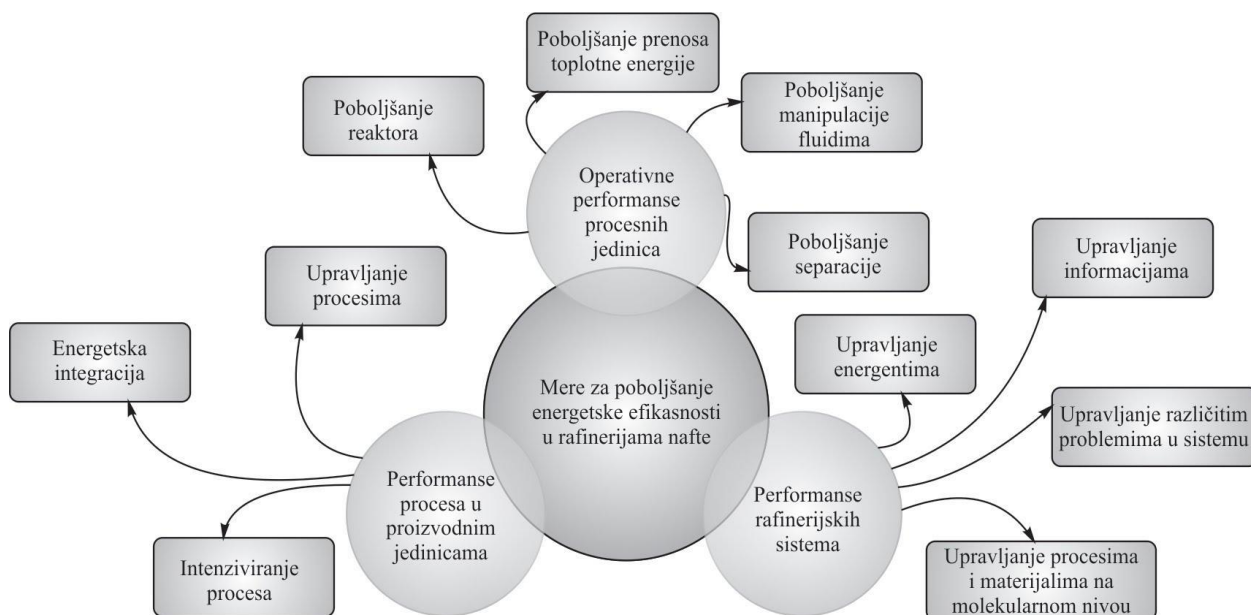
Zbog relativno velike međusobne zavisnosti procesa u rafinerijama nafte mere za smanjenje potrošnje energije su ograničene. Mere za poboljšanje energetske efikasnosti se najčešće klasifikuju u tri osnovne grupe (slika 2.):

- operativne performanse procesnih jedinica,
- performanse procesa u proizvodnim jedinicama, i
- performanse rafinerijskih sistema.

Kad se analiziraju mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti u obzir se uzimaju svi procesi u rafinerijama i njihova međusobna zavisnost. Mere za smanjenja potrošnje toplotne enrgije

prvenstveno se ispoljavaju kroz proizvodnju vodene pare za potrebe proizvodnih postrojenja i rezervoara u rafinerijama nafte. Smanjenje potrošnje toplotne energije za zagrevanje prostorija u rafinerijama ne može dati ni približan efekat kao u slučaju proizvodnih postrojenja i rezervoara.

Jedan od glavnih ciljeva unapređenja proizvodnje u savremenim rafinerijama nafte je smanjenje potrošnje toplotne energije po jedinici proizvoda. Smanjenje potrošnje toplotne energije i iskorišćenje otpadne toplote može se postići na procesnim, energetskim i pomoćnim postrojenjima. Tehničke mere za efikasno iskorišćenje toplotne energije najčešće se primenjuju kod parnih kotlova, procesnih peći i grejača, procesa destilacije, pri distribuciji vodene pare i iskorišćenju otpadne toplote.



Slika 2. Mere za poboljšanje energetske fikasnosti u rafinerijama nafte sa aspekta optimizacije potrošnje toplotne energije

Mere energetske efikasnosti sa aspekta potrošnje toplotne energije koje se mogu primeniti kod parnih kotlova u rafinerijama nafte su:

- povećanje stepena korisnosti kotla,
- adekvatna priprema kotlovske vode,
- automatsko odmuljenje kotla,
- automatska regulacija rada gorionika,
- smanjenje zapremine dimnih gasova,
- iskorišćenje toplote dimnih gasova,
- kvalitetno održavanje.

Mere energetske efikasnosti sa aspekta potrošnje toplotne energije koje se mogu primeniti kod procesnih peći i grejača su:

- korišćenje nove generacije gorionika,
- predgrevanje vazduha,
- kontrola zaprljanosti,
- redovna provera i prema potrebi zamena oštećene toplotne izolacije,
- redovno i kvalitetno održavanje.

Kod procesa destilacije u rafinerijama nafte mere za optimizaciju potrošnje toplotne energije su sledeće:

- redovno praćenje i podešavanje procesnih parametara,
- primena novih tehničkih rešenja za unutrašnjost kolone,
- provođenje redovnog remonta.

Pri distribuciji vodene pare u rafineriji nafte najčešće se primenjuju sledeće mere u cilju optimizacije potrošnje toplotne energije:

- sakupljanje i vraćanje kondenzata,

- iskorišćenje otparka,
- popravljavanje mesta propuštanja kondenzata,
- redovna provera i zamena oštećene toplotne izolacije,
- korišćenje odvajача kondenzata boljih karakteristika.

U cilju iskorišćenja otpadne toplote u rafinerijama nafte najčešće se primenjuju sledeće mere:

- korišćenje gasa koji se sakuplja na baklji,
- korišćenje otpadne toplotne energije u proizvodnom procesu i za zagrevanje pomoćnih objekata.

Sporedni proizvodi iz mnogih procesa koji mogu biti u gasovitom, tečnom ili čvrstom stanju sadrže značajne količine gorivih komponenata koje se mogu koristiti kao gorivo za proizvodnju vodene pare ili za direktno grejanje šarže u procesima hemijske konverzije [4].

U cilju smanjenja potrošnje toplotne energije na energetskim i procesnim postrojenjima u rafinerijama nafte preduzimaju se odgovarajuće aktivnosti kojima se postižu sledeći efekti:

- prilagođavanjem kapaciteta parnih kotlova potrebama potrošača energije može se smanjiti potrošnja toplotne energije od 1 do 2%;
- podešavanjem stehiometrijskih parametara sagorevanja gorionika za tečno gorivo kod parnih kotlova postiže se smanjenje potrošnje goriva od 0,5 do 1%;
- povratom kondenzata iz energane i procesnih postrojenja gubici toplote se mogu smanjiti od 10 do 30%;
- regulacijom načina sagorevanja kod industrijskih cevniх peći može se povećati stepen korisnosti peći do 4,5%, a samim time i smanjiti potrošnja goriva;
- zamenom dotrajale i oštećene toplotne izolacije na cevovodima i opremi mogu se smanjiti gubici toplote od 10 do 40%.

Sa aspekta potrošnje toplotne energije novoizgrađene rafinerije nafte predstavljaju energetski efikasna postrojenja. One su projektovane i izgrađene u skladu sa najbolje raspoloživim tehnikama. Savremene rafinerije su energetski efikasne, uticaj na životnu sredinu je minimalan.

Kod rafinerija koje su izgrađene u prošlosti potrebno je preduzeti opsežne mere u cilju optimizacije potrošnje toplotne energije. Povećanje efikasnosti korišćenja toplotne energije može se postići:

- optimizacijom proizvodnog procesa,
- boljim iskorišćenjem toplote,
- primenom novih tehnologija.

Optimizacija potrošnje toplotne energije u rafinerijama nafte je jedna od najvažnijih mera za smanjenje opterećenja atmosfere gasovima sa efektom staklene bašte i očuvanja prirodnih energenata. Nizom mera i aktivnosti u rafinerijama se može uticati na smanjenje potrošnje energije, a time direktno i na troškove proizvodnje. Da bi se smanjila potrošnja energije neophodna je primena savremenih tehničkih rešenja.

U cilju smanjenja potrošnje toplotne energije u rafinerijama nafte kod kojih prilikom projektovanja i izgradnje nisu korišćene najbolje raspoložive tehnike neophodno je izvršiti energetski pregled. On ima za cilj utvrđivanje stvarnog stanja potrošnje energije, stanja energetskih sistema i prikaz mogućih mera energetske efikasnosti, koje uključuju procenu ulaganja u sprovođenje ovih mera i očekivane uštede energije s rokovima povratka novčanih ulaganja. Osnovni razlog za provođenje energetskog pregleda je da se izvrši analiza potrošnje energije i otkrivanje potencijalnih mera uštede u objektima povezana s različitim nivoima projektovanja, koje često jedna osoba ne može sama izvršiti. U rafinerijama nafte u cilju optimizacije potrošnje toplotne energije najčešće se provode preliminarni energetski pregled i detaljni energetski pregled koji se još naziva i energetska studija. Preliminarni pregledi najčešće se provede od strane predstavnika proizvođača opreme. Oni zajedno sa radnicima koji opslužuju proizvodno postrojenje pronalaze jednostavne i standardne mere za povećanje energetske efikasnosti. Prilikom preliminarnog pregleda provode se jednostavna merenja potrošnje energije i nakon toga se mogu označiti delovi postrojenja koji zahtevaju detaljniji pregled. Detaljni pregled predstavlja tehničku i ekonomsku analizu mogućih projekata uštede energije u postrojenjima i objektima. U rafinerijama nafte detaljni energetski pregled:

- daje podatke o trenutnoj potrošnji energije kad je oprema u radnom režimu,

- utvrđuje tehnički i ekonomski izvodljiva poboljšanja sa aspekta energetske efikasnosti za postojeću opremu, i
- daje dovoljno podataka za procenu tehničke i ekonomske izvodljivosti.

4. Zaključak

Rafinerije nafte su kompleksna postrojenja sa relativno velikom potrošnjom energije. Jedan od prioriteta savremene proizvodnje u rafinerijama je optimizacija potrošnje toplotne energije. Primenom različitih tehničkih rešenja njena potrošnja se može u značajnoj meri smanjiti.

Novoizgrađene rafinerije su projektovane u skladu sa najbolje raspoloživim tehnikama i kod njih postoje relativno male mogućnosti za optimizaciju potrošnje toplotne energije. U starijim rafinerijama nafte može se izvršiti optimizacija potrošnje toplotne energije. Najveće mogućnosti za smanjenje gubitaka toplotne energije su kod parnih kotlova, procesnih peći i grejača, procesa destilacije, pri distribuciji vodene pare i dr. U cilju smanjenja gubitaka toplotne energije i povećanja energetske efikasnosti u rafinerijama nafte se preduzimaju sledeće aktivnosti: povećanje stepena korisnosti kotla, vraćanje kondenzata u parne kotlove i korišćenje otparka, podešavanje stehiometrijskih parametara sagorevanja procesnih peći, toplotna izolacija rezervoara, posuda i instalacija, primena toplotnih pumpi i korišćenje otpadnih materijala kao alternativnog goriva. Svaka od navedenih aktivnosti u određenoj meri utiče na smanjenje potrošnje toplotne energije što je pored energetskog značajno i sa aspekta zaštite životne sredine.

5. Literatura

- [1] *** http://205.254.135.24/totalenergy/data/annual/pdf/sec2_9.pdf
- [2] *** www.concawe.org
- [3] **Barthe, P., Chaugny, M., Roudier, S., Delgado Sancho, L.,** *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas - Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and control*, European Commission, 2015.
- [4] **Dugić, P., Botić, T., Petrović, Z.,** *Tehnologija prerade nafte*, Tehnološki fakultet, Banjaluka, 2017.
- [5] **Simić, S., Stanojević, M., Džudželija, Ž.,** *Razmatranje mogućnosti iskorišćenja otpadnog kondenzata u cilju racionalizacije potrošnje energije u rafinerijama*, "Procesna tehnika", SMEITS Beograd, 27. Međunarodni kongres o procesnoj industriji, Procesing 2014., Beograd, 22-24.09.2014.
- [6] **Simić, S., Orašanin, G., Golubović, D., Blagojević, J., Milić, D.,** *Uticaj toplotne izolacije na smanjenje gubitaka energije u industrijskim i energetskim postrojenjima*, "Procesna tehnika", SMEITS Beograd, 30. Međunarodni kongres o procesnoj industriji, Procesing 2017., Beograd, 01-02.06.2017., str. 225-230.
- [7] **Simić, S.,** *Efekti sprovedenih mjera energetske efikasnosti na primjeru rafinerije*, Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, IX SRTOR, Zaječar, 10-12.09.2014., str. 463-469.