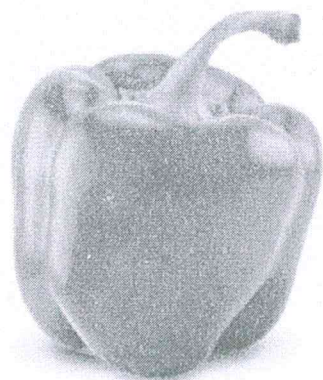


**ОДРЖИВИ РАЗВОЈ
БРАНИЧЕВСКОГ
ОКРУГА
И
ЕНЕРГЕТСКОГ
КОМПЛЕКСА
КОСТОЛАЦ**



КОСТОЛАЦ, МАЈ 2019. ГОДИНЕ

РАДОВИ ПО ПОЗИВУ

САОШПТЕНИ НА МЕЂУНАРОДНОМ САВЕТОВАЊУ

**ОДРЖИВИ РАЗВОЈ БРАНИЧЕВСКОГ ОКРУГА И
ЕНЕРГЕТСКОГ КОМПЛЕКСА КОСТОЛАЦ**

Костолац, 23. мај 2019. године

**Зборник радова: Одрживи развој Браничевског округа и енергетског комплекса
Костолац
Предавања по позиву са међународним учешћем**

Сајт саветовања: <https://sites.google.com/site/savetovanjeukostolcu/>

Издавач:

Техничка школа са домом ученика „Никола Тесла“ у Костолицу

Уредник

Милош В. Марковић

Табеле, слике и формуле: Аутори

Припрема за штампу:

Владимир Пауновић

Корице:

Љубодраг Весић

Влада Винкић

Штампа

„STREET COPY“, Панчево

Тираж: 200 примерака

Пожаревац, 2019.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502.131.1(497.11)(082)

МЕЂУНАРОДНО саветовање Одрживи развој Браничевског округа и енергетског комплекса
Костолац (2019 ; Костолац)

Радови по позиву саопштени на Међународном саветовању Одрживи развој Браничевског округа
и енергетског комплекса Костолац, Костолац, 23. мај 2019. године / [уредник Милош В. Марковић].
- Костолац : Техничка школа са домом ученика "Никола Тесла", 2019 (Панчево : Street Copy). - 148
стр. : илустр. : 30 cm

Доступно и на: <https://sites.google.com/site/savetovanjeukostolcu/>. - Текст илтр. и лат. - Радови на срп.
и енгл. језику. - Текст штампан двостубачно. - Тираж 200. - Напомене и библиографске референце
уз радове. - Библиографија уз већину радова.

ISBN 978-86-914447-5-4

а) Одрживи развој -- Браничевски округ -- Зборници

COBISS.SR-ID 281732620

НУЧНИ ОДБОР

Председник – др Павле И. Премовић, редовни професор, Природно – математички факултет у Нишу
др Часлав Лачњевац, редовни професор, Пољопривредни факултет у Београду-Земун
др Милош Б. Рајковић, редовни професор, Пољопривредни факултет у Београду-Земун
др Драгољуб Дакић, виши научни сарадник, Машински факултет у Београду
др Дејан Стојковић, редовни професор физике, Државни универзитет, Њујорк
др Милена Марјановић, истраживач, Институт за физику земље, Париз
др Васо Новаковић, редовни професор, Технолошки факултет, Зворник, Универзитет Источно Сарајево
др Драгица Чаловска, редовни професор, Технолошки факултет, Скопје
др Миладин Глигорић, редовни професор, Технолошки факултет, Зворник, Универзитет Источно Сарајево
др Дарко Вукомановић, редовни професор, Металуршко-технолошки факултет, Подгорица
др Душан Петковић, редовни професор, Грађевинско-архитектонски факултет у Нишу
др Златко Соврески, ванредни професор, Машински факултет у Битољу
др Братислав Ж. Тодоровић, ванредни професор, Технолошки факултет, Лесковац
др Сретен Јелић, ванредни професор, Пољопривредни факултет у Београду-Земун
др Зоран Грдић, редовни професор, Грађевинско-архитектонски факултет у Нишу
др Блажо Лалевић, ванредни професор, Пољопривредни факултет у Београду-Земун
др Сретен Јелић, ванредни професор, Пољопривредни факултет у Београду-Земун
др Мира Анчић-Урошевић, виши научни саветник, Институт за физику, Београд
др Јасминка Ђорђевић Милорадовић, професор, Висока техничка школа струковних студија, Пожаревац
др Милон Марјановић, доцент, Рударско-геолошки факултет у Београду
др Мирослав П. Премовић, консултант из области управљања отпадом

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Др Горан Несторовић – председник
Бата Радовановић
Владимир Пауновић
Др Александар М. Матић
Иван Манојловић
Мр Слободан Јалчић
Милош В. Марковић

КОНЕКЦИЈА КОГЕНЕРИРАНИХ СИСТЕМА СА МАЛИХ СНАГА У ТЕРМО ЕНЕРГЕТСКЕ СИСТЕМА СА АСПЕКТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНА

CONNECTING ON SMALL POWER COGENERATED SYSTEMS IN THERMO ENERGY SYSTEMS FROM THE ASPECT OF THE ENVIRONMENT

Prof. Ing. Mgr. Zlatko V. Sovreski, Ph.D. & Ph.D.¹

Prof. Simeon Simeonov, Ph.D.²

Prof. Elizabeta Hristovska, Ph.D.³

Assist. Prof. Marija Čekerovska, Ph.D.⁴

M.Sc. Mevludin Shabani⁵

M.Sc. Naim Ostergllava⁶

¹) University "St. Climent Ohridski" Bitola, Faculty of Technical Sciences - Bitola, Department for Traffic and Transportation - Republic of Macedonia and Czech Technical University in Prague - Faculty of Transportation Sciences, E-mail: zlatkosovre@yahoo.com and zlatko.sovreski@uklo.edu.mk

²) University "Goce Delcev" Stip, Faculty of Mechanical Engineering, E-mail: simeon.simeonov@ugd.edu.mk

³) University "St. Climent Ohridski" Bitola, Faculty of Technical Sciences - Bitola, Department for Graphical Engineering - Republic of Macedonia, E-mail: elizabeta.hristovska@tfb.uklo.edu.mk

⁴) University "Goce Delcev" Stip, Faculty of Mechanical Engineering, E-mail: marija.cekerovska@ugd.edu.mk

⁵) University "Goce Delcev" in Stip – Macedonia, Ph.D Candidate in Mechanical Engineering E-mail: mevludin.shabani@ushaf.net

⁶) University "Goce Delcev" in Stip – Macedonia, Ph.D Candidate in Mechanical Engineering E-mail: naim.ostergllava@ushaf.net

Апстракт

Експлоатирањето на когенеративни единици во урбаните центри е лимитирано со еколошките критериуми и со можностите за снабдување со гориво.

Во топлификационите системи постојат системи кој се ниско ефикасни при трансформација на енергија и истите имаат одредени ограничувања при употреба на еколошки горива. Овие лимитирачки услови може да се надминат во случај на комбинирано користење на овие системи со значително подобрување на енергетските карактеристики на двата система.

Во овој труд ќе ги презентираме и анализираме енергетските карактеристики на когенеративните единици и топлификационите системи во случај на заедничко производство на неколку вида енергија

Клучни зборови: когенеративни единици, еколошки горива, топлификациони системи

Abstract

Exploitation of cogeneration units in urban centers is limited to ecological criteria and the possibilities for fueling.

In central heating systems are systems that have low effective in the transformation of energy and they have certain limitations in the use of environmentally friendly fuels. These limiting conditions can be overcome in the case of combined use of these systems significantly improve the energy performance of the two systems.

In this paper we present and analyze the energy performance of cogeneration units and central heating systems in the case of joint production of several types of energy.

Keywords: cogeneration units, ecological fuels, heating systems

Вовед

Користењето на топлинската енергија на горивата за производство на електрична или топлинска енергија е поврзано со појавата на одредени загуби, кои може да се квантификуваат на два начина, во зависност од применетите методи. *Едната метода*, која е во употреба и е влезена во регулативата, разните видови на енергија ги сведува на квантификативни показатели со ист степен на влијание додека *втората метода* разните видови на енергија ги сведува на квантитативно ниво од

кое може да се процени ефикасноста на конверзија во одреден вид енергија.

Вообичаено е топлификационите системи да се класифицираат према начинот на производство на топлинската енергија, при што стандардно се наведува дека комбинираните системи за производство на електрична и топлинска енергија се подобри од системите за директно производство на топлинска енергија. Оваа споредба, во колку се примени првата метода (енергетска метода на балансирање) наидува на неколку проблеми при одредување на степенот на ефикасност на конверзија на енергијата.

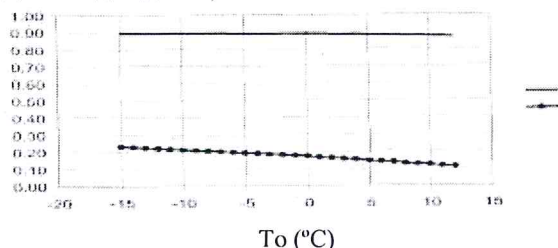
Еден од проблемите е што секоја постројка си има соодветни енергетски показатели, а соодветно и одредена големина на енергетски загуби, кои во крајна инстанца се комулираат, од што произлегува дека како најповолно решение би било енергијата директно да се претвора од еден во друг вид (од топлинска енергија на гориво во топлинска енергија на топлосител).

Во колку се земе во предвид и квалитетот на произведената енергија (топлина на релативно ниско енергетско ниво) сликата битно се менува и се добива увид во процесите на трансформација на енергијата (големина и квалитет) при што во прв план се истакнуваат процесите на трансформација на енергијата на повисоки нивоа (на пр. електрична енергија) и повисоки работни параметри на топлосителите (пара / вода).

При користење на двете методи на пресметка на ефикасноста на производството на топлинска енергија за топлификациони цели во изградените објекти во Република Македонија (директно производство на топлинска енергија со вреловодни котли) се добиваат две крајно спротивни големини кои може да се објаснат на следниов начин:

а) При енергетското балансирање на производството на топлинска енергија како мерлива големина на загубите се појавува само загубата на топлина во котелската постројка и топлинските загуби во технолошката опрема, што резултира во релативно висока вредност на енергетскиот степен на корисност на производната постројка.

б) При воведувањето на поимот за ексергија, битно се менува сликата за искористување на примарната енергија, при што произведената топлинска енергија за загревање располага со релативно мал искористлив енергетски потенцијал, што се одразува севкупно на енергетскиот степен на корисност на производната постројка. (што може да се види од сл.1)



Сл.1 Енергетски показатели на класичен топлификационен систем

1. Когенеративна постројка КОГЕЛ СЕВЕР

Во колку се користат когенеративни модули за производство на електрична и топлинска енергија се постигнуваат следните целни параметри:

1. Се произведува потребната топлинска енергија за технолошки потреби (во вид на топла вода или водена пара),

2. Се овозможува производство на одредена количина на електрична енергија која може да се искористи за сопствени потреби или да се пласира во енергетскиот систем,

3. Искористувањето на основниот енергенс е значително подобро во однос на поделеното производство на секој од наведените енергенти,

4. Снабдувањето со гориво (LPG, CNG или NG) е дефинирано со инфраструктурните инсталации (цевоводи или транспортни коридори) и може да се решава од локалните услови.

5. При користење на квалитетни горива и високо ефикасни постројки за трансформација на енергијата се намалува емисијата на полутанти во атмосферата, која во споредба со емисијата на полутанти од класичните извори може да има значително поповолни параметри.

Користењето на течни горива во урбаните простори создава одредени еколошки проблеми поради емисијата на јаглеродни, азотни и сулфурни оксиди во атмосферата. Користењето на поквалитетни течни (почисти) горива во основа се судира со економски проблеми (повисока цена на енергенсот), а со тоа и на крајниот производ. Вокругу постои можност за користење на природен гас овој проблем може да се надмине на релативно едноставен и економски оправдан начин.

Доколку не постои можност за приклучување на гасоводна мрежа како решение може да се користи снабдувањето со компримиран природен гас (CNG) кој може да се превезува со камионски транспорт и да се складира на релативно мал простор кај корисникот.

Како споредбена когенеративна постројка може да ја земеме постројката во КОГЕЛ СЕВЕР, која работи при следните основни параметри:

- Производство на електрична енергија 30 410 KW
- Производство на пара 12 950 kW
- Производство за топлификациони цели (излез) 12 100 kW
- Степен на корисно делување (на излез од постројката) 77.5 %
- Количина на излезни гасови 173 250 kg/h= 136660 Nm³/h
- Емисија на полутанти NO_x 500 mg/Nm³= 68.3 kg/h
- CO 300 mg/Nm³= 41.0 kg/h
- NMHC 150 mg/Nm³= 20.5 kg/h
- Емисија на CO₂ (GNG вкупно) 142 000 t/CO₂/a

Енергетските параметри на когенеративната постројка се разликуваат за одредена големина од номиналните големини дадени од производителот заради земање во предвид и на сопствената потрошувачка на енергија.

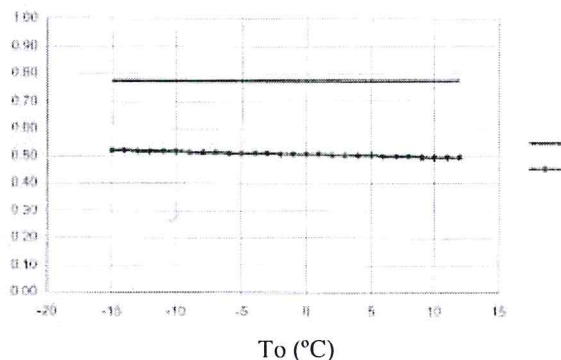
Намаленото производство на полутанти, при користење на природен гас во однос на користењето на течни гориво или јаглен, при овие параметри на годишно ниво изнесува:

		мазут	јаглен
Разлика на емисија на CO ₂	kg/CO ₂ /a	88463929	187747120
Разлика на емисија на SO ₂	kg/SO ₂ /a	3602880	3072000
Разлика на емисија на NO _x	kg/NO _x /a	320723	108200

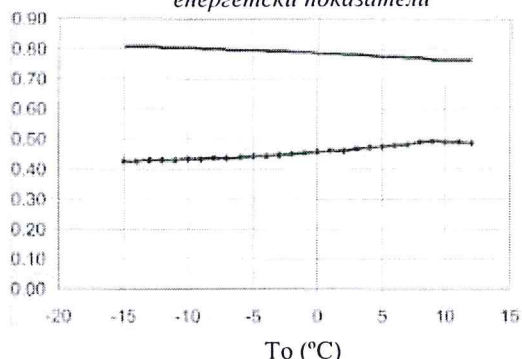
Енергетските показатели при наведените излезни параметри се дадени на слика 2, од каде може да се забележи дека оваа постројка има релативно висок енергетски степен на искористување на енергијата и соодветно висок енергетски коефициент на делување.

Доколку оваа постројка се приклучи на топлификационен систем, истата може значително да влијае врз енергетските показатели на целиот топлификационен систем, и тоа во позитивна смисла, зголемувајќи го општиот енергетски степен на делување на самиот енергетски систем.

Единствено ограничување при овие приклучувања е капацитетот на топлификациониот потрошувач и исто може да влијае ограничувачки при работата на двата извори на топлинска енергија. На примерот даден на сл.3 контролниот биланс е изработен за случај на приклучен топлински корисник од 40 MW/th при што во почетниот период когенеративната постројка може да го превземе целосното топлинско оптоварување (при надворешни температури од 9 до 12 C°) при што се појавува одредено намалување на енергетските карактеристики на постројката поради неможноста да се пласира целокупниот топлински капацитет во топлификациониот систем.



Сл. 2 Когенеративна постројка КОГЕЛ СЕВЕР - енергетски показатели



Сл.3 Енергетски показатели за приклучување на когенеративна постројка во топлификационен систем

2. Когенеративен топлификационен модул

Во колку поставените барања за производство на електрична и топлинска енергија се сведуваат само на два система, може да се очекуваат за нијанса подобри енергетски параметри на когенеративните модули (степен на корисно делување од редот на 90%) поради зголемување на

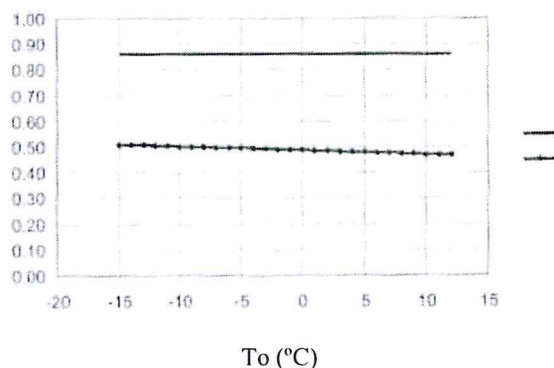
утилизацијата на излезната топлинска енергија од производниот модул, со соодветно намалување на температурата на излезните гасови кои се исфрлаат во атмосферата.

Когенеративната топлификациона постројка работи при следните основни параметри:

- Производство на електрична енергија 40 000 kW
- Производство за топлификациони цели (излез) 41 600 kW
- Температурен режим за топлификација 40-60/80 C°
- Степен на корисно делување (на излез од постројката) 86.0%

Овие параметри се разликуваат за одредена големина од номиналните големини дадени од производителот поради земање во предвид и на сопствената потрошувачка на енергија.

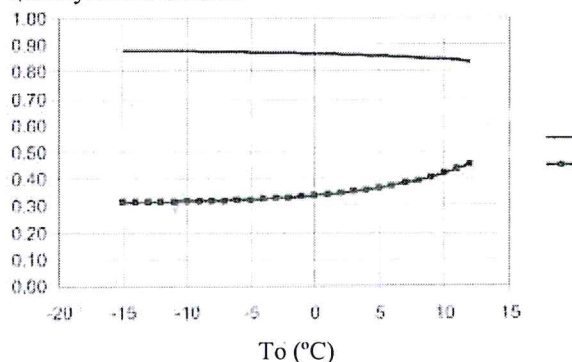
Емисија на полутанти од оваа постројка е слична со емисијата наведена за КОГЕЛ СЕВЕР.



Сл.4 Енергетски показатели на топлификациона когенеративна постројка

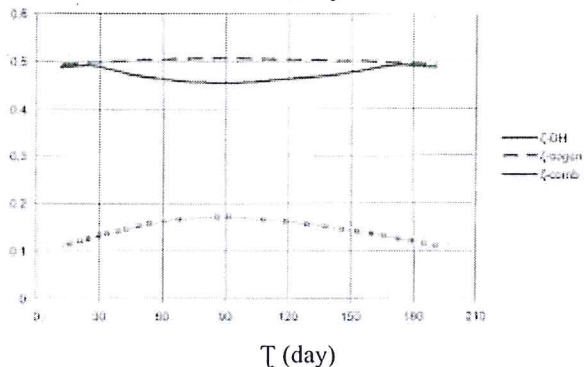
До колку оваа постројка се приклучи во топлификационен систем може да се очекуваат слични ефекти врз енергетските показатели на целиот топлификационен систем, како што беше покажано за КОГЕЛ СЕВЕР.

На сл.5 е даден контролниот биланс за случај на приклучен топлински корисник од 200 MWth, при што во почетниот период може да го превземе целосното топлинско оптоварување. До колку приклучениот конзум е поголем од наведениот се менува само уделот на соодветната постројка на целокупниот биланс.

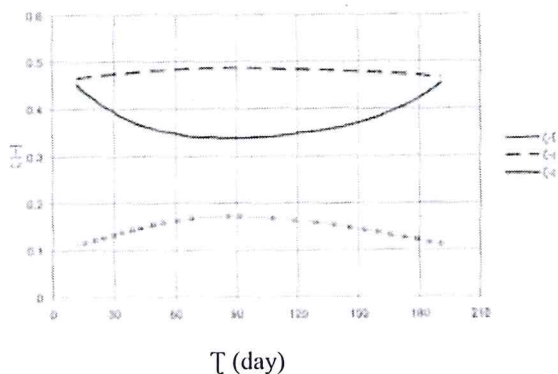


Сл.5 Енергетски показатели за приклучување на топлификациона когенеративна постројка во топлификационен систем

На сл.6 и сл.7 се дадени временските распределби на енергетските карактеристики во текот на грејната сезона на топлификационите системи со приклучена когенеративна постројка. Од овие дијаграми може да се види дека општите енергетски карактеристики на топлификациониот систем се значително подобрени.



Сл.6 Промена на енергетските карактеристики на приклучена когенеративна постројка во топлификационен систем во текот на грејната сезона



Сл.7 Промена на енергетските карактеристики на приклучена топлификациона когенеративна постројка во топлификационен систем во текот на грејната сезона

Извесна разлика на параметрите се забележуваат во случајот на когенеративната постројка КОГЕЛ СЕВЕР, при што имаме значително поповолни карактеристики кои се должат на соодносот на предадена енергија од когенеративната постројка со топлификационен конзум и нешто поповолни карактеристики на самиот когенеративен пороцес (производство на енергенси со поповолни карактеристики).

3. Заклучок

Когенеративни единици со мала снага-моќност кои користат високо калорични и квалитетни горива во постоечки термо енергетски – топлификациони системи и можат да имаат поволно влијание врз следниве елементи:

- Произведува електрична енергија може да се појави како секундарен производ на енергетскиот пазар,

- Емисијата на полутанти во атмосферата на урбанизираните простори значително се намалува

- Обезбедува ефикасно користење на експлоатираниот вид на гориво

- Го зголемува степенот на корисно дејство на топлификациониот систем во целина.

Литература

2. Зл. Соврески, Модел за евалуација на еколошките критериуми за енергетски и индустриски постројки - Докторска дисертација, октомври 2010
3. J. Szargut : Exergy Method-Technical and Ecological Application, Wit press. Sauthampton, 2005
4. Technical Description Cogeneration unit, GE Jenbacher, 2007
5. Я.Шаргут, Р.Петела: Эксергия, Энергия, Москва, 1968