

**Миодраг М. Месаровић\***, **Милан С. Ђаловић**  
Енергопројект, Ентел, Београд, Србија

## **Потенцијал когенерације топлотне и електричне енергије у Србији\*\***

Оригинални научни рад  
UDC: 620.97/.98:504.7:332.155

*Предмет овог рада је утврђивање потенцијала когенерације топлотне и електричне енергије у Србији и повећања садашњег занемарљиво малог учешћа когенерације у укупној производњи електричне енергије. Обрађени су могући утицаји когенерације на повећање енергетске ефикасности коришћења примарне енергије и на смањење емисије гасова са ефективном сјајаклене баријере, као и њена економска ојравданост.*

*Кључне речи: електриране, когенерација, енергетска ефикасност, глобално загревање, баријере*

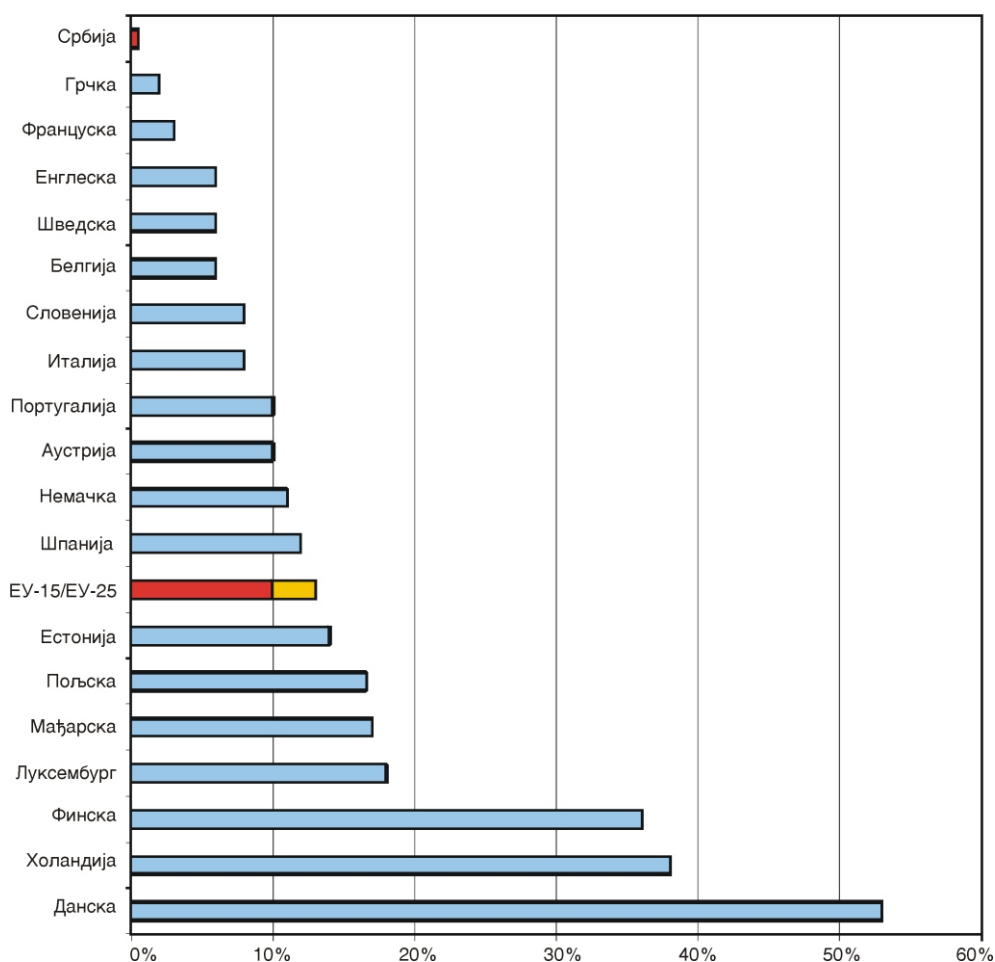
### **Увод**

У савременом свету непрекидно расте потрошња енергије, при чему потрошња електричне енергије расте брже од потрошње других облика енергије, будући да је она веома погодна за коришћење, јер се може претворити у сваки други облик енергије. Растућу потражњу електричне енергије задовољава њена производња трансформацијом механичке енергије пада воде (хидроелектране), експанзијом паре или гаса произведених сагоревањем фосилних горива (термоелектране), или фисијом нуклеарног горива (нуклеарне електране). Како је у структури извора електричне енергије у свету доминантно учешће термоелектрана на фосилна и друга горива, укупна ефикасност трансформације примарне енергије у електричну енергију је врло мала. При томе се путем расхладне воде у окружење или водени ток испушта отпадна топлота (45–60% од енергије садржане у гориву), а путем димних гасова у атмосферу честични и гасовити загађивачи (и око 15% енергије садржане у гориву). С друге стране, производња топлотне енергије за грејање и технолошке потребе обавља се у котловима на угаљ, течна или гасовита горива, уз губитке од 10%–20% у зависности од врсте горива и капацитета котлова. Когенерацијом се у једном истом постројењу истовремено добијају и електрична и топлотна енергија, те су укупни губици примарне енергије садржане у гориву мањи него када се њихова производња обавља у одвојеним постројењима.

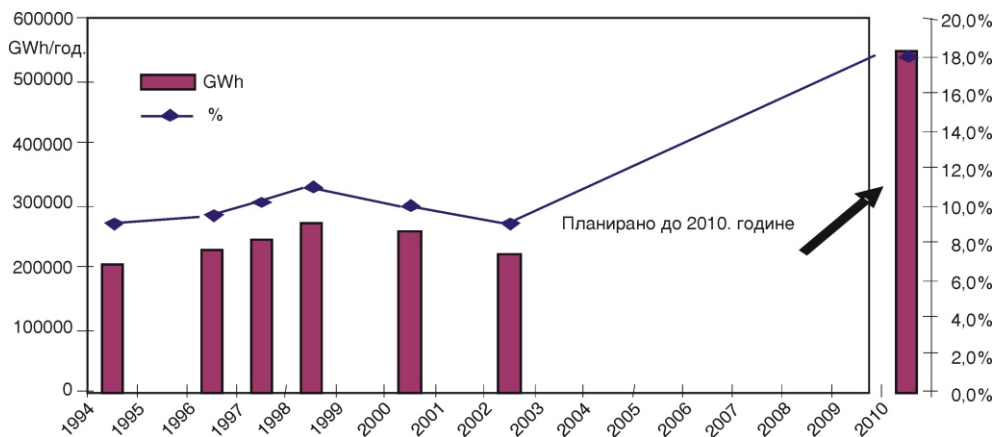
\* Одговорни аутор; електронска адреса: m-mesarovic@ep-entel.com

\*\*Према истоименој студији финансираној од Министарства за просвету и науку

Учешће когенерације у постојећим термоелектранама-топланама у укупној производњи електричне енергије у Србији (0,8% у 2004. години) је много мање од просека у Европска Унија (12,4%), сл. 1 [1]. Иако је укупни инсталирани капацитет когенерационих извора значајан (353 MW<sub>e</sub>, тј. 4,23% од укупно инсталираних 8355 MW<sub>e</sub>), због њиховог неадекватног ангажовања у топлификационим системима и скупог теченог и гасовитог горива, учешће се са временом погоршава (свега 0,47% у 2006. години). У исто време учешће когенерације у Европска Унија расте (након привремене стагнације око 2000. године проузроковане либерализацијом тржишта електричне енергије) са прокламованим циљем да у 2010. години у просеку достигне 18% укупне производње електричне енергије, сл. 2 [2].



Слика 1. Учешће когенерације у укупној производњи електричне енергије у Европској Унији и Србији



Слика 2. Просечно учешће когенерације у Европској Унији

### Статус когенерације топлоте и електричне енергије

#### Когенерација у Европској Унији

Европски парламент је усвојио директиву (Директива 2004/8/ЕС) за промовисање когенерације на бази тражње корисне топлоте на интерном тржишту енергије [2]. Директива препознаје високо ефикасну (уштеда горива 10%), малу (електрична снага 1 MW<sub>e</sub>) и микро (50 kW<sub>e</sub>) когенерацију. Ефикасност когенерације представља однос укупне годишње бруто производње топлотне и електричне енергије и енергије унете горивом, а одређује се из:

$$\eta = \frac{Q_e + Q_t}{Q_g} \quad (1)$$

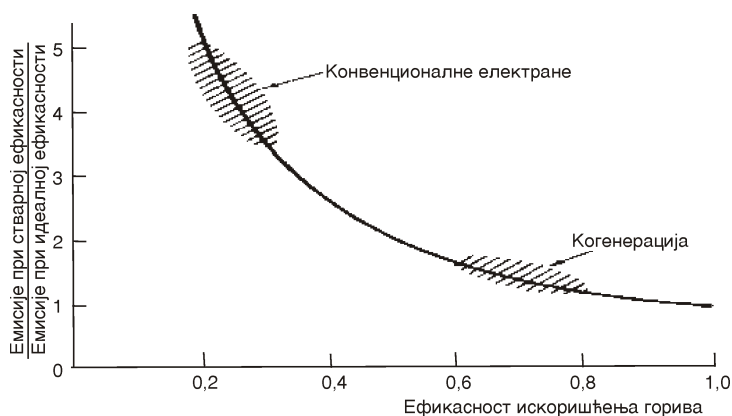
где су:  $Q_e$  – бруто електрична снага [kW<sub>e</sub>],  $Q_t$  – корисна топлотна снага [kW<sub>t</sub>], а  $Q_g$  – унета снага горива [kW<sub>t</sub>]. За утврђивање ефикасности когенерације важан показатељ је однос средње електричне и топлотне снаге  $\alpha = Q_e/Q_t$ , па се ефикасност може изразити као:

$$\eta = \frac{(\alpha + 1)Q_t}{Q_g} \quad (2)$$

По Директиви 2004/8/ЕС, најмања годишња вредност  $\alpha$  је 0,45 за когенерациона постројења са парним турбинама, 0,55 са гасним турбинама и рекуператорима, 0,75 са моторима са унутрашњим сагоревањем, а 0,95 са комбинованим гасно-парним циклусом. Овако дефинисана ефикасност искоришћења горива се разликује од класичног степена корисности термодинамичког циклуса. Сабирање електричне и топлотне енергије, извршено под претпоставком да су њихове релативне ефикасности

исте, доводи до вредности укупног степена искоришћења  $\eta$  преко 80%, дакле више него што може да оствари идеалан Карнотов (Carnot) циклус (ако би, на пример, максимална и минимална температура кружног процеса биле 1000 °C и 0 °C, теоријски степен корисности циклуса би износио  $1 - 273/1273 = 78,56\%$ ). За разлику од топлотне, електрична енергија може лако бити пренета на велика растојања и преведена у друге облике енергије, те би стварна мера ефикасности когенерације електричне и топлотне енергије морала да узме у обзир квалитативну разлику између њих у погледу могућности да обављају рад [3]. Пошто у пракси процес претварања топлотне енергије у рад није идеалан, степен корисности је испод две трећине теоријског (око 50% у горњем примеру, мада модерна постројења са комбинованим циклусом на вишим температурама, могу постићи ефикасност до 60%).

Од когенерације Европска Унија очекује значајан допринос у смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште. На сл. 3 је приказан утицај ефикасности искоришћења горива при производњи електричне енергије у конвенционалним термоелектранама и у когенерацији на те емисије, исказан односом емисија SO<sub>2</sub> по јединици произведене енергије при стварној ефикасности и емисија које би биле остварене у идеалном случају 100%-тне ефикасности.



Слика 3. Утицај ефикасности искоришћења горива на емисије SO<sub>2</sub>

#### Баријере за увођење когенерације

Иако су преимућства когенерације у односу на одвојену производњу топлотне и електричне енергије позната, више баријера различите природе ометају развој њеног коришћења. У већем броју земаља монополистичка позиција електропривреде на тржишту електричне енергије, исказана ниским ценама за куповину вишкова енергије, одбија когенерационе произвођаче од учешћа у подмиривању мањкова производње електропривредних предузећа. Истовремено, електропривреда им поставља строге тарифе за сигурносну испоруку када имају мањкове и за обезбеђење резерве. Постоје и техничке баријере у виду захтева да когенерациони произвођачи испуне низ

услова за прикључак на јавне електропривредне мреже. У либерализованом окружењу те баријере су отклоњене, јер је когенерацији признат слободан приступ на мрежу и равноправно учешће на тржишту електричне енергије, под једнаким условима као и електропривредним произвођачима, тако да до пуног изражаја долази уштеда у коришћењу горива коју остварују когенерациона постројења.

Повећана сигурност примене децентрализоване производње електричне енергије путем когенерације смањује ризик да потрошачи при поремећајима у систему остану без снабдевања електричном енергијом и топлотом, уз избегавање губитака у преносу. Такође, смањење ризика од увозне зависности, као кључни изазов за енергетску будућност земаља са недовољним природним енергетским ресурсима као што је Србија, омогућено је применом разних врста обновљивих и других врста локалних горива у процесу когенерације. Између осталог и то је био разлог да закон о енергетици републике Србије дефинише статус повлашћених за оне произвођаче електричне енергије који користе когенерацију, уколико задовољавају критеријуме у погледу енергетске ефикасности [4]. Привилегије за такве произвођаче обухватају право првенства на тржишту електричне енергије под једнаким финансијским условима, затим право на субвенције, пореске, царинске и друге олакшице, као и право на стицање статуса повлашћеног потрошача природног гаса [5].

### **Могући потенцијал когенерације у Србији**

#### *Потенцијал когенерације у капацитетима Електропривреде Србије*

Карактеристика данашњих система за производњу електричне и топлотне енергије у Србији је да је производња електричне енергије концентрисана (у релативно великим јединицама, на коначном броју локација, дефинисаних близином речних токова и/или акумулација воде и близином рудника лигнита), док је производња топлотне енергије веома дистрибуирана (распоређена на врло велики број релативно малих произвођача у близини колективних или индивидуалних потрошача). Инсталирани капацитет извора електричне енергије у Електропривреди Србије је 8355 MW<sub>e</sub>, од чега 5171 MW<sub>e</sub> у термоелектранама на лигнит, 353 MW<sub>e</sub> у термоелектранама-топланама на мазут или природни гас, а остатак у проточним (1849 MW<sub>e</sub>) и акумулационим (982 MW<sub>e</sub>) хидроелектранама. У укупној инсталисаној снази когенерација (у термоелектранама-топланама) учествује са 4,2%, али је стварно учешће когенерације у укупној инсталисаној снази још веће када се узму у обзир капацитети постојећих кондензационих блокова на локацијама термоелектрана „Никола Тесла А” (блокови А1 и А2) и „Костолац А” (блокови А1 и А2), који су реконструисани тако да омогућавају одузимање паре за потребе топлификационих система у Обреновцу, односно у Пожаревцу и Костоцу. Док се тренутно грејање Новог Сада, Зрењанина и Сремске Митровице из когенерационих постројења обавља уз велике тешкоће (из тих разлога није у функцији ни когенерација са гасним турбинама на локацији топлане „Нови Београд”), у три града (Обреновац, Костолац и Пожаревац) је обезбеђено успешно снабдевање топлотом система даљинског грејања реконструкцијом термоелектрана на угљ, а започета је па обустављена изградња топловода од термоелектране

„Никола Тесла А” за даљинско грејање великог дела Београда, чији би завршетак био од вишеструког друштвеног интереса.

Због ограничених капацитета доступних рудника лигнита, рачуна се на постепено градњу нових капацитета за производњу електричне енергије на гас. Како се гас већ користи за производњу топлотне енергије, то пружа озбиљну могућност даљег развоја когенерације на гас. У том смислу су, поред надградње постојећих термоелектрана-топлана на гас са парним циклусом на трима локацијама (Нови Сад, Зрењанин, и Сремска Митровица), као потенцијалне локације за реализацију нових пројеката когенерације са комбинованим гасно-парним циклусом изабрани Нови Београд, Ниш, Суботица и Крагујевац [6]. У дугорочној пројекцији развоја електро-енергетског система Србије, уколико и даље буду на снази ограничена могућност приступа резервама угља на подручју Косова и Метохије (сада под привременом управом савета безбедности УН) и Закон о забрани градње нуклеарних електроелектрана, учешће производње електричне енергије на природни гас (укључујући и когенерацију где год је то могуће и оправдано) морало би да значајно порасте, табл. 1 [7].

**Таблица 1. Будућа структура производње електричне енергије у Србији [%]**

Година	2006.	2012.	2018.	2024.	2030.
Термоелектране на лигнит	71,31	71,77	65,15	61,92	56,27
Хидроелектране (свих снага)	28,22	25,86	22,14	24,30	22,07
Комби-циклуси на природни гас	0,47	2,14	11,82	11,23	18,42
Нови обновљиви извори	0,00	0,23	0,89	2,55	3,24

У стратегији привредног развоја Србије до 2010. године формиран је програм могућих реконструкција постојећих термоенергетских постројења и градње нових капацитета за спрегнуту производњу топлотне и електричне енергије и увођења комбинованих гасно-парних циклуса [8]. Међу таквим постројењима су постојеће и нове термоелектране на лигнит у близини већих конзумних центара топлотне енергије, топлане на гас у већим градовима (у Београду, Нишу, Суботици), као и термоелектране-топлане на гас (Нови Сад, Зрењанин, Сремска Митровица). Осим тога, предвиђено је да се за когенерацију користе каптажни и кисели гас из извора нафте, као и природни гас у широкој потрошњи за микрокогенерацију.

Недостатак реконструкције кондензационих термоелектрана на угљ у термоелектране-топлане ради остварења спрегнуте производње електричне и топлотне енергије је губитак дела електричне снаге и смањење производње електричне енергије. Међутим, имајући у виду да се, уместо непроизведене електричне енергије, производи око 5 пута више топлотне енергије и тиме замењују увозна горива, јасно је да таква когенерација на домаћа горива има посебан стратешки и економски значај [9]. Ово тим пре што се и иначе велики део електричне енергије произведене у грејној сезони троши за потребе грејања (или догревања), простора [10], те би топлотна енергија из когенерације у знатној мери заменила или смањила такву нерационалну потрошњу електричне енергије.

*Потенцијал когенерације у системима  
даљинског грејања*

Централизовано снабдевање топлотном енергијом постоји у 56 места у Србији, при чему је укупни инсталирани капацитет извора централизованог снабдевања око  $6597 \text{ MW}_t$ . Прикључена снага потрошача је око  $6000 \text{ MW}_t$ , од чега је око 82% у оквиру стамбених и око 18% у оквиру пословних објеката. Од броја станова са инсталацијама централног грејања (720495) на централизоване системе прикључено је око 481660 (око 16% од укупног броја станова), док се око 240000 (око 8%) станова снабдева топлотном енергијом из локалних котларница [8]. При томе само мали део од укупног броја станова прикључених на централно грејање има и централизовану припрему потрошне топле воде.

Данас у Србији већ постоје системи даљинског грејања (СДГ) који у свом саставу имају постројења са когенерацијом топлотне и електричне енергије (Београд, Нови Сад, Зрењанин, С. Митровица, Крагујевац, Бор) са погоном на гас и течна горива, односно на угаљ. Поред постојећих постројења у Србији је могућа градња нових, имајући у виду већ расположиви конзум у стамбеним, јавним и пословним објектима. У табл. 2 је дат приказ система већих од  $100 \text{ MW}_t$  инсталисане топлотне снаге код потрошача, који представљају око 85% укупног инсталисаног капацитета потрошача у Србији и пружају реалну могућност за ефикасну примену когенерације, тим пре што се може рачунати на природни гас као гориво [11].

Анализом односа између инсталисане снаге топлотних извора и снаге потрошача уочава се да је тај однос приближно једнак јединици, а могуће је да буде знатно мањи ако се уважи реални фактор једновременности максималног оптерећења (0,7–0,8). То показује да су у многим системима уграђене резерве капацитета извора 20%, које омогућују потенцијално прикључење нових 150000 до 200000 станова [8]. Ове резерве нису исте у свим системима, али су највеће управо у, за будући развој когенерације електричне и топлотне енергије најинтересантнијим, системима (у Београду, Новом Саду, Нишу, Крагујевцу и другим). У наредном периоду се очекује знатно проширење постојећих топлотних магистрала за прикључење нових потрошача топлотне енер-

**Таблица 2. Централизовани системи инсталисане снаге потрошача преко  $100 \text{ MW}_t$**

Град	Величина конзума топлотне енергије, $[\text{MW}_t]$		
	Стамбени	Пословни	Укупно
Београд	1832	650	2482
Бор	165	47	212
Крагујевац	112	255	367
Крушевац	54	47	101
Ниш	168	67	235
Нови Сад	448	203	651
Обреновац	74	26	100
Панчево	136	30	166
Пожаревац	65	36	101
Суботица	72	45	117
Трстеник	70	39	109
Зрењанин	62	48	110
Укупно	3358	1439	4851

гије из постојећих и нових топлотних извора. То повећање броја потрошача би делимично покрили постојећи топлотни извори, али би, с обзиром на њихову старост и технолошку застарелост, било потребно предвидети и нове изворе. Изградња нових топлотних извора (замена постојећих дотрајалих котловских јединица и повећање снаге топлотних извора у постојећим топланама) и изградња нових топлана (повећање снаге топлотних извора у градовима) обухвата 53 нове котловске јединице укупне инсталисане снаге око 820 MW<sub>t</sub>. Осим тога, предвиђена је изградња 14 нових топлана укупне снаге 120 MW<sub>t</sub> [12]. Све то пружа могућност да се топлотна енергије бар делом производи у когенерацији са електричном енергијом.

У оквиру система даљинског грејања, реална је могућност увођења гасних мотора или гасних турбина у постојећа постројења за производњу топлотне енергије. На пример, у Београду, који у укупној потрошњи електричне енергије у Србији учествује са око 20% у летњим и са око 24% у зимским месецима, поред највеће топлане „Нови Београд” где је већ анализирана градња новог когенерационог постројења, постоји још десет мањих топлана, које имају укупну снагу од 1690 MW<sub>t</sub>, а производњу топлоте базирају на сагоревању увозног природног гаса. Са гледишта рационалног газдовања енергијом, могуће је да се такве топлане преведу, од постројења за искључиву производњу топлотне, у когенерациона путем накнадне уградње гасно-турбинских електричних генератора и неопходне реконструкције или замене котлова за производњу топле воде за грејање, коју би та промена наметнула. Ако се рачуна да би уградња гасних турбина била оправдана само у јединицама топлотне снаге изнад 50 MW<sub>t</sub>, прелиминарни прорачуни показују да се у топлане које користе природни гас у Београду може уградити преко 350 MW<sub>e</sub> гасно-турбинских електричних генератора, који би могли да обезбеде додатну производњу електричне енергије и покрити око 15% годишњих потреба града [13]. Ако се посматрају само зимски месеци (који учествују у укупној потрошњи са око 65%), тај проценат се пење на око 20% потреба зими, када би ти комбиновани извори углавном и били коришћени. Треба напоменути да би та количина новопроизведене електричне енергије била расположива у центру потрошње, што подразумева озбиљан допринос сигурности снабдевања потрошача, као и доставу без коришћења преносне мреже, а тиме и без додатних преносних губитака.

#### *Потенцијал когенерације у индустрији Србије*

Децентрализована спрегнута производња топлоте и електричне енергије у индустријским енерганама је била релативно добро развијена у индустрији Србије до краја 1980-тих година. На 37 локација у индустрији била је инсталисана укупна бруто електрична снага од 465 MWe [14]. Укупна производња електричне енергије у индустрији крајем 1980-их износила је око 800 GWh годишње, што је чинило око 2,5% укупне производње електричне енергије у Србији. При томе је гро произведене електричне енергије трошен у технолошким процесима, а само око 10% је испоручивано јавној електричној мрежи. У 78 когенерационих јединица махом у металској, хемијској и петрохемијској и у прехранбеној индустрији (производња шећера и др.) и металском комплексу, табл. 3.



Таблица 3. Подаци о постојећим енерганама у индустрији Србије

Грана индустрије	Број јединица енергана	Инсталирани капацитет		Старост, [година]
		Снага, [MWe]	Учешће, [%]	
Металска	15	105	14,77	29
Хемијска и петрохемијска	16	107	23,02	34
Папирна	6	77	16,56	20
Прехрамбена (шећеране)	31	161	34,62	23
Остале гране	10	15	3,23	36
Укупно	78	465	100,00	29

Што се тиче потенцијалних капацитета когенерације у индустрији уз увођење природног гаса, поред обнове постојећих постројења енергана реда 465 MW<sub>e</sub>, могуће је рачунати и на нову когенерацију која би могла да се оствари доградњом гасних мотора или гасних турбина уз постојеће или нове заменске котлове (има их око 1800). У оквиру Нафтне индустрије Србије постоје посебне могућности за развој когенерационих постројења путем коришћења малих гасних лежишта, рационалније сопствене потрошње и елиминисања техничких губитака (сагоревање на бакљи). Тиме би се не само постигла производња електричне енергије неопходне за рад постројења (годишње НИС из система преузме око 43 GWh за те потребе и транспорт флуида), већ и ослободиле значајне количине природног гаса за тржиште, које се данас троше за сопствене топлотне потребе. Према прелиминарним проценама, НИС би могао да изгради капацитет са когенерацијом снаге око 20 MW<sub>e</sub> са укупном производњом око 90 GWh/год. електричне енергије и пласманом око 60 GWh/год. топлотне енергије [8].

#### Потенцијал когенерације у широкој појтрошњи гаса

Опција повећаног удела природног гаса у задовољењу енергетских потреба је стратешко опредељење развоја енергетике Србије [10]. Програм прикључивања нових 500000 домаћинстава на гасоводни систем омогућује постојећа и планирана транспортна мрежа којом се гас доводи у око 70% општина у Војводини и у 44% општина на подручју централне Србије. То ће имати велики значај и за даљи развој електропривреде, јер ће омогућити смањење вршног оптерећења њеног система за 600–750 MW<sub>e</sub> [11]. На светском тржишту постоји понуда за низ различитих технолошких решења за мала ефикасна постројења микро-когенерације. Највећи део ових постројења као гориво користи природни гас, али је могуће и коришћење других типова гасовитих горива, као што су депонијски гас, биогаз и друга горива. У индивидуалним котларницама, као постројења когенерације могу да се користе гасни мотори, микротурбине или, пак, горивне ћелије.

Ако се узму у обзир когенерационе јединице гасних мотора мале снаге, на пример „Ecopower”, који има могућност промене електричне снаге од 1,3 до 4,7 kW<sub>e</sub> и топлотне снаге од 4,0 до 12,5 kW<sub>t</sub> (уз укупан декларисани степен искоришћења горива

од око 90%), или, пак, нешто мањи, као што су „Sigma“ (3 kWe/9 kW<sub>t</sub>) или још мањи „Whispertech“ (1 kWe/6 kW<sub>t</sub>) и уведе претпоставка да ће само 5–10% домаћинстава увести уређаје за микрокогенерацију уместо класичних котловских уређаја, може се сматрати да потенцијал (микро)когенерације у широкој потрошњи у Србији износи до 280 MW<sub>e</sub> и 750 MW<sub>t</sub> [14]. Томе се, осим природног гаса, може додати и дистрибуирана производња коришћењем других локалних извора енергије, укључујући локалне обновљиве изворе и комунални отпад [15].

#### *Укућни потенцијал когенерације у Србији*

Из претходног прегледа евидентно је постојање значајног потенцијала когенерације топлотне и електричне енергије у Србији, за који постоје техничке могућности да се у релативно великој мери искористи и тиме повећа данашње учешће когенерације (мање од 1%) бар за ред величине. Са становишта њеног статуса у оквиру усвојених стратешких докумената Србије, првенствено у оквиру стратегије развоја енергетике Србије до 2015. године [10] и програма њеног остваривања до 2012. године [12], очигледно је да су високо оцењени, како њена улога у повећању ефикасности коришћења примарне енергије уз одговарајући допринос смањењу утицаја на животну средину, тако и потенцијалне могућности да се она практично примени у областима електропривреде, даљинског грејања, индустрије и широке потрошње и тиме знатно повећа њено процентуално учешће у укупној производњи електричне енергије у Србији. При томе важну улогу има и чињеница да је когенерација од посебног значаја за сигурност снабдевања локалних потрошача енергијом и успорења раста увозне зависности [16].

Подразумева се да за све инсталисане капацитете когенерације треба да буде обезбеђен адекватни топлотни конзум, како њихова економска оправданост не би била доведена у питање, независно од све повољнијих услова како расту цене горива и електричне енергије. Адекватност примене когенерације првенствено се види у великим термоелектранама на угљ, или природни гас, лоцираним у близини великих градова, или у оквиру индустрија којима је неопходна технолошка пара, као и великих јавних и комерцијалних комплекса, који исказују значајне потребе за топлотном енергијом (тржни, школски, здравствени, туристичко-рекреативни комплекси и други јавни објекти). Рачунајући са могућим трајањем ангажовања појединих категорија инсталисаних капацитета когенерације из табл. 4 сагласно припадајућем топлотном конзуму, произилази да би производња електричне енергије из когенерације могла теоријски да достигне близу 20 TWh/год. [14]. С обзиром да није реално очекивати да сав тај потенцијал когенерације буде активиран, било због тога што неће бити довољно ресурса да се сви могући капацитети изграде, било што неки капацитети неће бити економски оправдани због непостојања адекватног топлотног конзума за високо-ефикасну когенерацију, тај теоријски потенцијал може бити преполовљен. Па ипак, и тада се може сматрати реалним циљ да се удео когенерације, који ће Европска Унија да достигне 2010. године (18% од укупне производње електричне енергије) у Србији буде достигнут са уобичајеним закашњењем од 15 до 20 година [16]. На то наводи и могућа структура извора електричне енергије у електроенергетском систему Србије, предвиђена у табл. 1.

**Таблица 4. Потенцијални капацитети когенерације у Србији**

Категорија капацитета	Расположива снага [MW <sub>e</sub> ]	Потенцијална снага [MW <sub>e</sub> ]	Укупна снага [MW <sub>e</sub> ]
Постојећи капацитети ЕПС-а			
– на течна горива и гас	355	900	1255
– на лигнит	520	300	820
– укупно	875	1200	2075
Потенцијални нови капацитети ЕПС-а			
– на природни гас	0	1000	1000
– на лигнит	0	300	300
– укупно	0	1300	1300
Постојећи капацитети у СДГ			
– на течна и гасовита горива	105	0	105
– на чврста горива	0	28	28
– укупно	105	28	133
Потенцијални капацитети у СДГ			
– на течна и гасовита горива	0	500	500
– на чврста горива	0	200	200
– на биомасу	0	70	70
– укупно	0	770	770
Потенцијални капацитети индустрије			
– постојећи капацитети	465	0	465
– нови капацитети	0	0	0
– укупно	465	0	465
Потенцијални капацитети когенерације у сектору широке потрошње			
– сектор домаћинства	0	300	300
– јавни и комерцијални сектор	0	150	150
– укупно	0	450	450
Укупно	1455	3748	5193

### Закључак

Учешће производње електричне енергије у когенерационим енергетским постројењима у укупној производњи електричне енергије у Србији је за читав ред величине мање од просечног учешћа у Европској Унији, које се, подстицано посебном Директивом 2004/8/ЕС, убрзано удвостручује. Та чињеница и на повећаном интересу за рационализацију потрошње примарне енергије засновано законско опредељење да когенерацију сврстава у повлашћене произвођаче, намећу потребу Србије за брзу промену тог учешћа на више. Пораст увозне зависности и цена енергије у Србији дају додатни подстицај когенерацији топлотне и електричне енергије и рационализацији потрошње примарне енергије уопште, нарочито ако се има у виду и очекивано.

У оквиру потенцијала когенерације за дугорочно планирање и коришћење у Србији доминантно учешће имају електроенергетски извори уз адекватни топлотни

конзум, а следе га когенерација у већим системима даљинског грејања, у индустрији и (микрокогенерација) у широкој потрошњи природног гаса. При томе би око 5,4 TWh/год. могло бити остварено у електропривреним когенерационим постројењима и око 3,6 TWh/год. у свим осталим когенерационим постројењима. То значи да би предност у постројењима веће снаге имале конвенционалне технологије термоелектрана са парним циклусом на угаљ, које би (као што је већ учињено у ТЕ „Никола Тесла А” и ТЕ „Костолац”) биле реконструисане или грађене нове са одузимањем паре за снабдевање топлотом већих система даљинског грејања и термоелектрана-топлана са парним циклусом на гас и мазут, које би биле реконструисане додавањем гасних турбина (powering) или грађење нове у виду постројења са комбинованим гасно-парним циклусом, док би за мање снаге предност имала нова постројења са гасним турбинама и/или гасним моторима, укључујући и микрогенерацију у широкој потрошњи.

### Захвалност

Аутори захваљују Министарству за науку и технолошки развој Владе Републике Србије, које је финансирало израду студије у оквиру Националног програма енергетске ефикасности.

### Литература

- [1] Minett, S., “Cogeneration in Western Europe”, COGEN Europe Cogeneration Workshop, JRC, Petten, The Netherland, October 2004
- [2] \*\*\*, European Commission: “Analysis and Guidelines for Implementation of the CHP Directive 2004/8/EC Reference Values-Matrix“, DG TREN, Interim Version 2, January 2006
- [3] Месаровић, М., Мехнички, економски и друштвени аспекти комбиноване производње топлотне и електричне енергије, II саветовање „Стање, перспективе и правци развоја енергетике Републике Српске – Енергетика Српске '98”, Теслић, 1998
- [4] \*\*\*, Закон о енергетици Србије, Сл. гласник РС, бр. 84/04, Београд, 2004.
- [5] Лукић, М., Месаровић, М., Електране као повлашћени произвођачи енергије, Саветовање Друштва термичара СЦГ „Електране 2004”, Врњачка Бања, Србија, 2004.
- [6] Петровић, М., и др., Анализа оправданости и избор локација гасних постројења у Електропривреди Србије, Студија, Машински факултет, Београд, 2007.
- [7] Месаровић, М., и др., Стратегија развоја енергетике Београда до 2030. године, Енергопројект-Ентел, Београд, 2007.
- [8] Ђајић, Н., Месаровић, М., Когенерација електричне и топлотне енергије – шанса за рационалније коришћење природног гаса у Србији, ГАС, 9 (2004), 4,
- [9] Месаровић, М., Спрегнута производња топлотне и електричне енергије, ИИПП – Истраживања и пројектовања за привреду, (2004), 4/5,
- [10] \*\*\*, Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2015. године, Термотехника, 31 (2005), 1-2, стр. 3-70
- [11] Месаровић, М., Примена природног гаса за грејање уз производњу електричне енергије, ГАС, 8 (2003), 2
- [12] \*\*\*, Програм остваривања стратегије развоја енергетике Републике Србије 2007–2012. године, Сл. гласник РС, бр. 17/07, Београд, 2004.
- [13] Ђаловић, М., Месаровић, М., Когенерација – спрегнута производња топлотне и електричне енергије – велика шанса Београда, 26. Саветовање Југословенског националног комитета CIGRE, Бања Врућица (Република Српска), мај 2003.
- [14] Месаровић, М., и др., Потенцијал когенерације топлотне и електричне енергије у Србији, Студија, Енергопројект и Рударско-геолошки факултет, Београд, 2007.

- [15] Ока, С., Месаровић, М., Дистрибуирана производња за рационалнију потрошњу примарне енергије, 6. Саветовање савеза енергетичара Југославије ЕНУУ2001, Златибор, мај 2001.
- [16] Месаровић, М., Potential CHP Project Studies in Serbia, German and Serbian Cooperation Council, 3<sup>rd</sup> Meeting of Energy Working Group, Belgrade, September 24, 2006

## **Abstract**

# **Potential for Co-generation of Heat and Electricity in Serbia**

by

*Miodrag M. MESAROVIC and Milan S. CALOVIC*

**Energoprojekt, ENTEL, Belgrade, Serbia**

This paper deals with the evaluation of the available potential for co-generation of heat and electricity in Serbia and possibilities of increasing the present small share of co-generation in total electricity generation. Analyses of possible impacts of co-generation on the efficiency of primary energy use and on reduction of emissions of greenhouse gases are carried out, as well as its economic viability.

*Key words: power plants, co-generation, energy efficiency, global warming, barriers*

\* Corresponding author; e-mail: m-mesarovic@ep-entel.com

Рад примљен: 1. јула 2010.  
Рад ревидиран: 19. јануара 2011.  
Рад прихваћен: 26. јануара 2011.

Друштво термичара Србије  
И  
Универзитет у Нишу,  
Машински факултет у Нишу  
Одељење за термотехнику,  
термоенергетику и процесну технику

---



2011.  
СОКОБАЊА  
СРБИЈА

15. симпозијум термичара Србије  
*Енергија - Ефикасност - Екологија*

---

18–21. октобар 2011 Сокобања  
<http://simterm.masfak.ni.ac.rs/index-sr.html>