

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Процесни апарати и постројења

Број индекса: 394/2011

Недељковић М. Бојан

**Истраживање когенерационих потенцијала топлана-
енергана које послују у оквиру Пословног удружења
топлана Србије и израда одговарајућих база података са
посебним освртом на економску анализу пројекта који
мора да се реализују ради успостављања когенерационе
производње топлотне и струјне енергије
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

- 1. Др Милун Бабић - ментор**
- 2. Др Вања Шуштершич**
- 3. Др Слободан Савић**

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

Предмет овог рада је утврђивање потенцијала когенерације топлотне и електричне енергије у у топланама које послују у оквиру удружења топлана Србије и могућности повећања 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 ефектом стаклене баште, као и економска оправданост увођења когенерационих постројења у објектима пословног удружења.

Препоручена литература:

- [1] <http://www.cnti.info/energija/>
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Cogeneration>
- [3] <http://www.paluba.info/smf/index.php?topic=9845.0>

Крагујевац, датум

25. 03. 2013. год.

ментор:

Др Милун Бабић

Резиме:

Предмет овог рада је утврђивање потенцијала когенерације топлотне и електричне енергије у у топланама које послују у оквиру удружења топлана Србије и могућности повећања 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 ефектом стаклене баште, као и економска оправданост увођења когенерационих постројења у објектима пословног удружења.

У завршном делу рада биће дат нагласак о методологији коришћења и могућностима базе података, као и о могућностима базе података у циљу развоја топлана Србије. Затим ће бити урађена комплетна економска анализа, као и период исплативости на примеру три топлане.

Кључне речи:

Топлана, когенерација, електрична енергија, топлотна енергија, парна турбина, гасна турбина, гас, мазут, угаљ...

Abstract:

The object of this study was to evaluate the potential of cogeneration of heat and electricity in power stations operating in the Serbian Association of heating and increase the current negligible share of cogeneration in total electricity production. Potential impacts of cogeneration energy efficiency of primary energy use and reduce emissions of greenhouse gases were analyzed, as well as economic feasibility of introducing cogeneration plants to facilities of this business association.

The final part will be given emphasis on the use of the methodology and database capabilities, as well as the possibilities of the database in order to develop a plant in Serbia. It will then be made complete economic analysis, as well as a pay back period on the example of three plants.

Keywords:

Heating plants, cogeneration, electricity, heat, steam turbines, gas turbines, gas, oil, coal ...

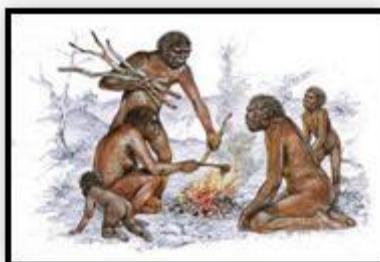
Садржај

1.0 Увод	6
2.0 Могући потенцијал когенерације у Србији	10
2.1 Потенцијал когенерације у системима даљинског грејања	11
2.2 Потенцијал когенерације у широкој потрошњи гаса	13
2.3 Укупни потенцијал когенерације у Србији.....	14
3.0 Манипулација података	16
4.0 Закључак	24
5.0 Литература.....	27

1.0 Увод

Живимо у свету енергије. Све што нас окружује засновано је на коришћењу енергије. Енергија је потребна свим живим бићима. Нама је потребна да би смо се могли кретати. Енергију добијамо од хране коју узимамо. Биљке добијају енергију од Сунчеве светлости, животиње једу биљке или друге животиње. Машине добијају енергију сагоревањем горива (нафте, угља, гаса и др.). На планети Земљи је све мање искористиве енергије[1].

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 потрошњу 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 угљ, 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[4].



Слика 1.1 Почетни облици коришћења енергије [1]

Принцип когенерације је дуго познат. Још почетком двадесетог века когенерациона постројења су снабдевала топлотом и струјом домаћинства и фабрике. Когенерација, или комбионована производња топлоте и струје (CHP, combined heat and power production), је процес у ком се производе електрична и термална енергија (за грејање и/или за хлађење) са високом ефикасношћу процеса. Процес укључује три основна елемента: 1) симултана производња електричне струје и топлоте; 2) критеријум високе ефикасности процеса; и 3) месни критеријум који узима у обзир удаљеност јединице за конверзију енергије и потрошача. Иако је процес когенерације тек последњих година постао популаран у широј јавности, он као технолошки процес постоји још од открића парних и стирлинг мотора (18. и 19. век, респективно). Данас постоји неколико технологија које остварују когенерациони процес: клипни мотори, гасне турбине, стирлинг мотори, и гориве ћелије. Димни гасови било које електране такође могу бити примењени у процесу когенерације[2].

Прва модерна употреба енергетског рециклирања је вероватно била одрађена од стране Томаса Едисона. Његова 1882 Pearl Street Station, прва светска комерцијална енергана, је производила и електричну и топлотну енергију, користећи отпадну топлоту за загревање зграда у суседству. Рециклирањем је у Едисоновој електрани постигнут степен корисности од 50 %.

У раним годинама 20. века дошло је до руралне електрификације изградњом електрана за производњу електричне енергије, чиме је обесхрабрена употреба когенерације. Забрањено је да се приватно производи и продаје енергије, док државни објекти нису практиковали употребу когенерације. Тек 1978. године је дозвољена производња енергије и енерганама у приватном власништву.

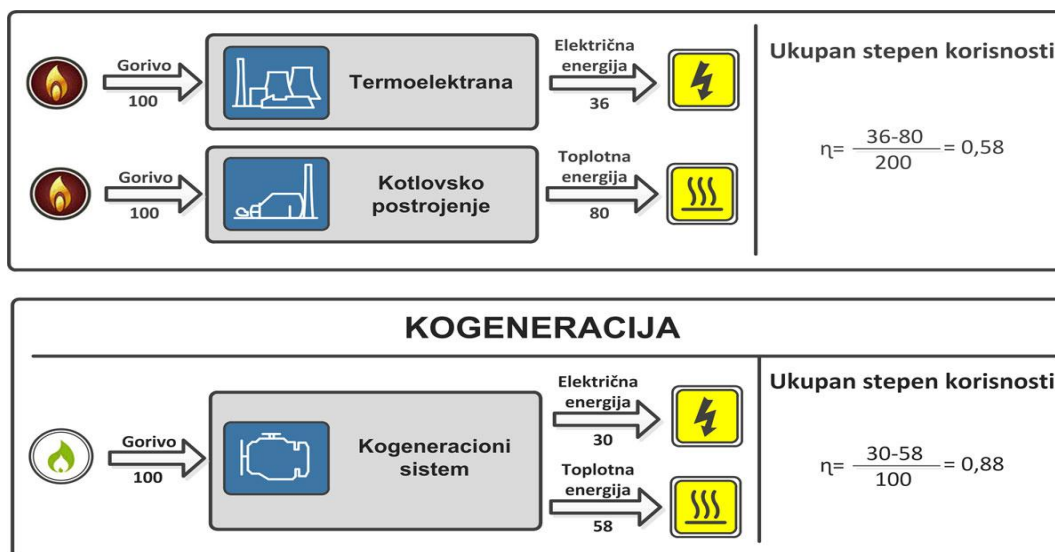
У Европској унији је систем когенерације укључен у енергетској политици преко СНР директиве. Енергетска ефикасност и когенерација се помињу у уводним параграфима директиве о когенерацији Европске уније 2004/08/ЕС. Ова директива има за циљ да подржи когенерацију и успоставити метод за израчунавање когенеративних могућности у појединачним земљама. Развој когенерације је био веома неуједначен током година, и доминирао је током последњих деценија негде мање негде више у зависности о којој земљи је реч. Као целина Европска Унија производи 11 % електричне енергије когенерацијом чиме се уштеди елика количина енергије дневно. У зависности од земље, когенерацијом се уштеди од 2 до 60 % енергије. У Европи се налазе три града који су најинтезивнији корисници когенерације на свету и то су Данска, Холандија и Финска.

И друге земље праве велике напоре да побољшају своју енергетску ефикасност. По извештајима из Немачкој, у тој земљи може когенерацијом да се произведе 50% електричне енергије од укупне потребе становништва. У Немачкој се планира да се производња електричне енергије когенерацијом повећа са садашњих 12.5% на 25% до 2020. године. У Уједињеном Краљевству циљ је да се емисија штетних гасова редукује за 60% до 2050 користећи когенерацију.

Експанзијом когенерације у Француској, Немачкој, Италији и Уједињеном Краљевству би могла да се удвостручи уштеда примарног горива до 2030. године. То би повећало уштеду у Европи са 155.69 Twh на 465 Twh у 2030. години. Такође би резултовало повећање производње електричне енергије когенерацијом за 16% до 29% до 2030. године.

У Србији постоји неколико постројења за когенерацију, међу којима је једно у Крагујевцу, али су сва тренутно неактивна, тако да у Србији практично и не постоји употреба когенерације.

У конвенционалним системима за производњу електричне енергије остварује се ефикасност горива, односно фактор искоришћења од 30% до 40%, што значи да се само трећина његовог потенцијала конвертује у корисну енергију. Неискоришћени енергетски потенцијал од око 70% се у виду топлотне енергије ослобађа без искоришћења и има третман сувишне - отпадне топлоте[3].



Слика 1.2 Когенерација [3]

На слици 1.2 један приказан је однос добијања електричне и топлотне енергије стандардним системима у односу на когенерацијско постројења. Когенеративно постројење омогућава да се отпадна топлотна енергија (пара и топла вода) која се ослобађа у примарном процесу генерисања електричне енергије, хлађењем мотора, уља за подмазивање као и издувних гасова, искористи за потребе технолошких процеса или за грејање простора, чиме се постиже фактор искоришћења примарног горива преко 85%[3].

Когенеративни систем обично чини комбинација следећих постројења: гасни мотор, парна или гасна турбина, генератор електричне енергије, измењивач топлоте и генератор паре. Избор и комбинација наведених делова система, њихов број и димензионисање зависи од конкретног пројектног задатка, технолошког процеса и односа произведене топлотне и електричне енергије који треба остварити[3].

Систем је пожељно што максималније оптеретити у што дужем временском интервалу јер тада цена произведеног kWh електричне и топлотне енергије експоненцијално опада.

Дакле фактор оптерећења би требао да тежи 100%. Когенеративна постројења постижу највиши степен ефикасности и искоришћења до 90% од укупне енергије примарног горива када ради са сто посто оптерећења и тада су уштеде највеће.

СНР постројења су нашла примену како у индустрији тако и у објектима. Погодна су за примену у следећим областима:

- Индустрија
 - Прехрамбена индустрија
 - Грађевинска индустрија
 - Индустрија папира
 - Хемијска и фармацеутска
 - Пиваре
- Објекти
 - Болнице

- Хотели и ресторани
- Стамбене зграде
- Школе
- Спортски центри

Као енергент, савремена когенеративна постројења обично користе природни гас или у последње време биогаз као технолошку иновацију у овој области[3].

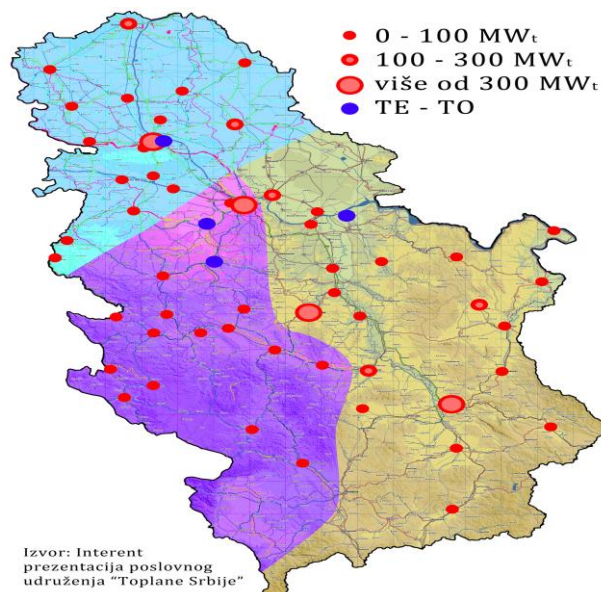
На слици 1.3 је приказано когенерационо постројење које користи биогаз као енергент.



Слика 1.3 Когенерационо постројење за биогаз[3]

Задатак рада на овом мастеру раду је био поверен тиму који чине Слободан Тодоровић, Бојан Недељковић и ја, Вук Туцаковић. Тим је сагледао комплетан проблем и због обимности пројекта који треба да урадимо ми смо међусобно комуницирали и већину пројекта одрадили заједно, то се највише огледа у прикупљању података и њиховом уношењу у базу података. Онда је свако од нас, због разлога који намеће пракса и израде ових радова, узео по један сегмент овог пројекта који скупа опет представљају једну комплетну целину.

На слици 1.4 приказана је мрежа топлана у Србији. Свако од чланова групе је узео по једну област са дате мапе за прикупљање података. Мој део је био жути део на датој мапи. Мој задатак је био да обратим већу пажњу на манипулацију података и на економску анализу.



Слика 1.4. Мрежа топлана Србије

2.0 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 близини рудника лигнита), док је производња топлотне енергије веома дистрибуирана (распоређена на врло велики број релативно малих произвођача у близини колективних или индивидуалних потрошача). Инсталисани капацитет извора електричне енергије у Електропривреди Србије је 8355 MWe, од чега 5171 MWe у термоелектранама на лигнит, 353 MWe у термоелектранама-топланама на мазут или природни гас, а остатак у проточним (1849 MWe) и акумулационим (982 MWe) 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[4].

Због ограничених капацитета доступних рудника лигнита, рачуна се на постепену 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 . У дугорочној пројекцији развоја електро-енергетског система Србије, уколико и даље буду на снази ограничена могућност присту па резервама угља на подручју Косова и Метохије (сада под привременом управом савета безбедности УН) и Закон о забрани градње нуклеарних електрана, учешће производње електричне енергије на природни гас (укључујући и когенерацију где год је то могуће и оправдано) морало би да значајно порасте, табл.

1

Таблица 2.1. Будућа структура производње електричне енергије у Србији [4].

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. 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 угаљ 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. Ово тим пре што се и иначе велики део електричне енергије произведене у грејној сезони троши за потребе грејања (или догревања), простора, те би топлотна енергија из когенерације у знатној мери заменила или смањила такву нерационалну потрошњу електричне енергије[4].

2.1 Потенцијал когенерације у системима даљинског грејања

Централизовано снабдевање топлотном енергијом постоји у 56 места у Србији, при чему је укупни инсталисани капацитет извора централизованог снабдевања око 6597 MWт. Прикључена снага потрошача је око 6000 MWт, 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. 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 MWт 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 [4].

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 једновремености 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. Ове резерве нису исте у свим системима, али су највеће управо у, за будући развој когенерације електричне и топлотне енергије најинтересантијим, системима (у Београду, Новом Саду, Нишу, Крагујевцу и другим). У наредном периоду се очекује знатно проширење постојећих топлотних магистрала за прикључење нових потрошача топлотне енергије 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 топланам) и изградња нових топлана (повећање снаге топлотних извора у градовима) обухвата 53 нове котловске јединице укупне инсталисане снаге око 820 MWт. Осим тога, предвиђена је изградња 14 нових топлана укупне снаге 120 MWт. Све то пружа могућност да се топлотна енергије бар делом производи у когенерацији са електричном енергијом[4].

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 MWt, 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 MWt, прелиминарни прорачуни показују да се у топлане које користе природни гас у Београду може уградити преко 350 MWe гасно-турбинских електричних генератора, који би могли да обезбеде додатну производњу електричне енергије и покрити око 15% годишњих потреба града. 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 тачина 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[4].

Табела 2.1.1 Централизовани системи инсталисане снаге потрошача преко 100 MWt

Град	Величина конзума топлотне енергије, [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

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. 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.

Табела 2.1.2 Подаци о постојећим енерганама у индустрији Србије[4].

Грана индустрије	Број јединица енергана	Инсталисани 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 MWe, 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 MWe са укупном производњом око 90 GWh/год. електричне енергије и пласманом око 60 GWh/год. топлотне енергије[4].

2.2 Потенцијал когенерације у широкој потрошњи гаса

Опција повећаног удела природног гаса у задовољењу енергетских потреба је стратешко опредељење развоја енергетике Србије.

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 MWe. 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, биогас 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 „Есорower”, који има могућност промене електричне снаге од 1,3 до 4,7 кWe и топлотне снаге од 4,0 до 12,5 кВт (уз укупан декларисани степен искоришћења горива од око 90%), или, пак, нешто мањи, као што су „Сигма“ (3 кWe/9 кВт) или још мањи „Whispertech“ (1 кWe/6 кВт) и уведе претпоставка да ће само 5-10% домаћинства увести уређаје за микрокогенерацију уместо класичних котловских уређаја, може се сматрати да потенцијал (микро)когенерације у широкој потрошњи у Србији износи до 280 MWe и 750 MWt . Томе се, осим природног гаса, може додати и дистрибуирана производња коришћењем других локалних извора енергије, укључујући локалне обновљиве изворе и комунални отпад[4].

2.3 Укупни 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 и програма њеног остваривања до 2012. Године, 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[4].

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 угаљ, 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. С обзиром да није реално очекивати да сав тај потенцијал когенерације буде активирањем, 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. На то наводи и могућа структура извора електричне енергије у електроенергетском систему Србије, предвиђена у табл. 1.

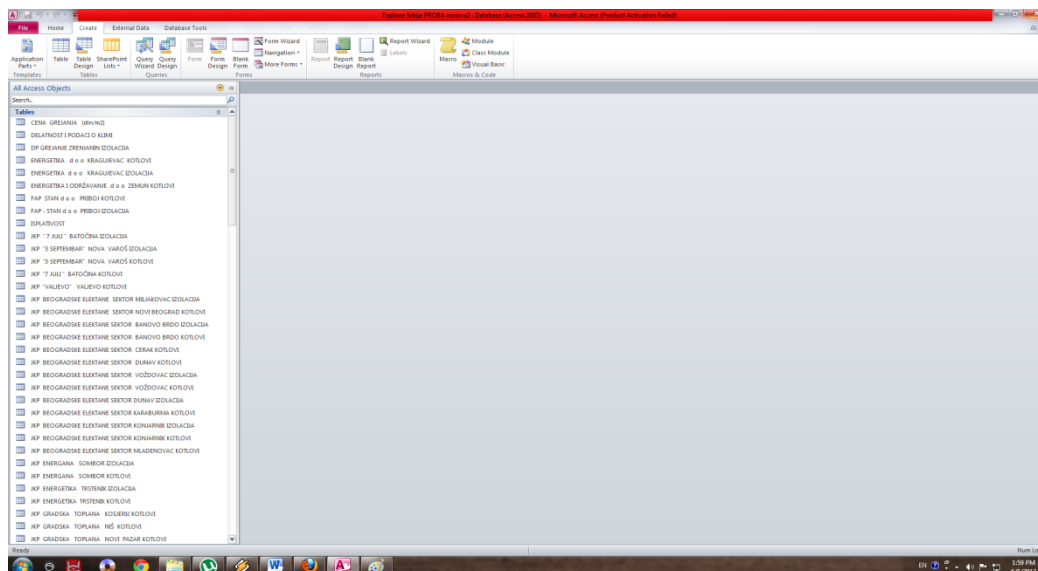
Табела 2.3.1 Потенцијални капацитети когенерације у Србији[4].

Категорија капацитета	Расположива снага [MW _e]	Потенцијална снага [MW _e]	Укупна снага [MW _e]
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

3.0 Манипулација података

Унос, измена и брисање података представљају основне операције манипулисања унутар база података. Коришћењем неких од Windows система, као нпр. MS access или MS FoxPro, види се да су операције уноса, измена и брисања потпуно аутоматизоване. У оквиру овог пројекта мој задатак је био интеракција између података, њихово повезивање у програму Microsoft access.

Да би повезали податке у access-у користићемо картицу **create** из које ћемо користити опцију **Query design** , што је приказано на слици.



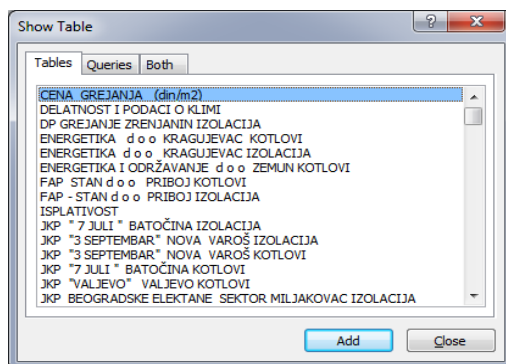
Слика 3.1 Радно окружење Microsoft access-а са унетим табелама

Дуплим кликом на име табеле у левом делу окружења добијамо приказ целе те табеле. На слици 3.2 је дат приказ једне табеле добијене овом методом.

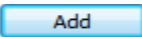
[illegible]

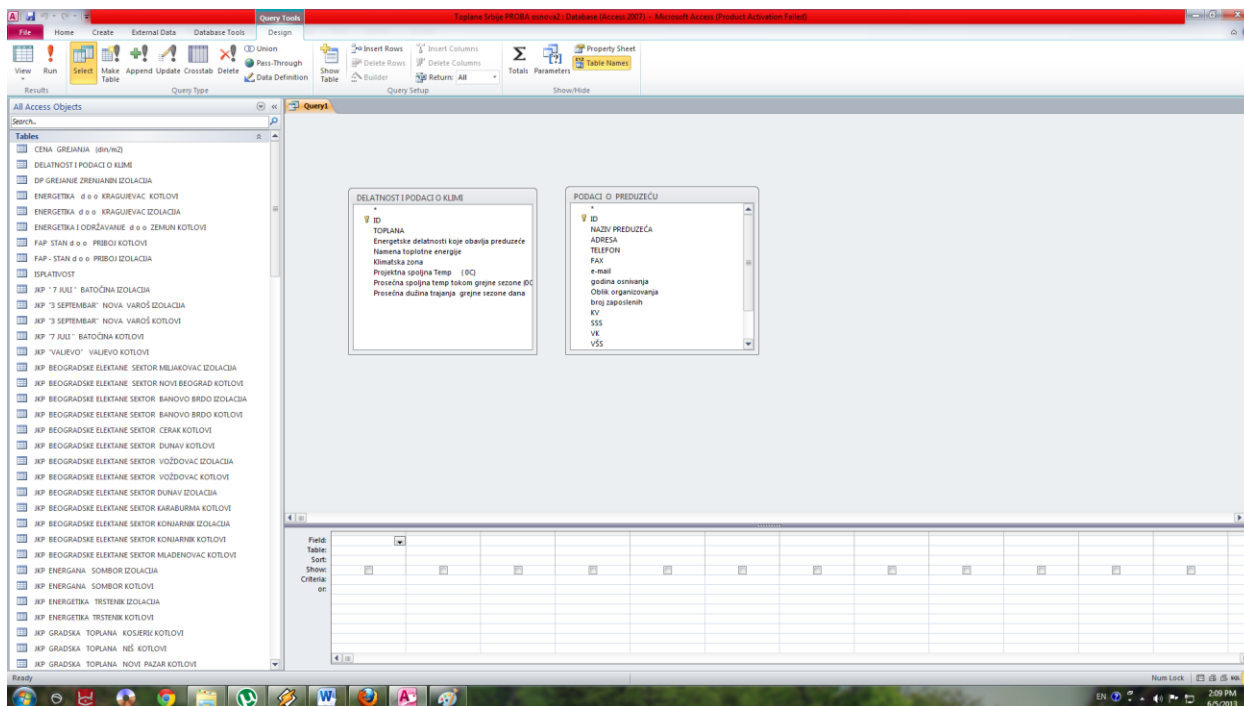
Слика 3.2 Приказ једне целе табеле

Активирањем опције **Query design** појављује нам се нови прозор Show table, приказан на слици 3.3



Слика 3.3 Приказ прозора Show table

У оквиру овог прозора имамо приказане све табеле које можемо опцијом **add**  у доњем десном углу прозора, додати и спремити их за повезивање, као што је приказано на слици 3.4

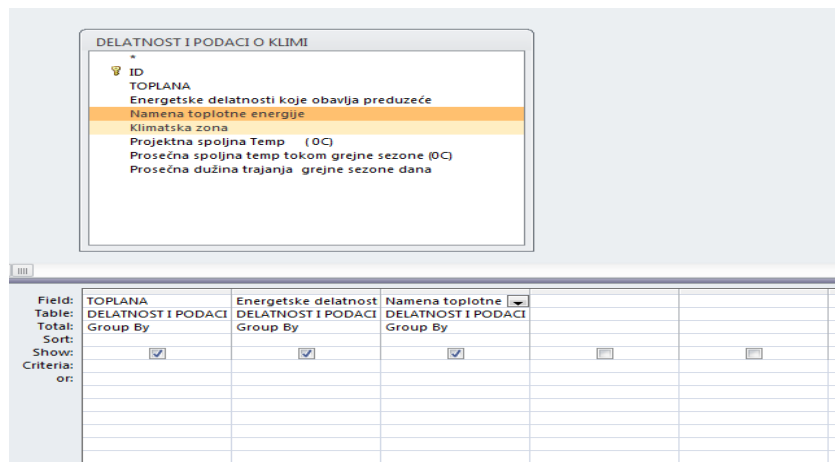


Слика 3.4 Додати подаци

Такође, ове табеле се могу унети и тако што се у листи **Tables** селекутују левим кликом миша и затим их превучемо курсором миша на слободну површину приказаној на слици 3.3.

Можемо да користимо за приказивање само једне колоне или више упоредних колона. То се врши тако што се изврши опција дупли клик на име колоне која треба да се прикаже. Ако

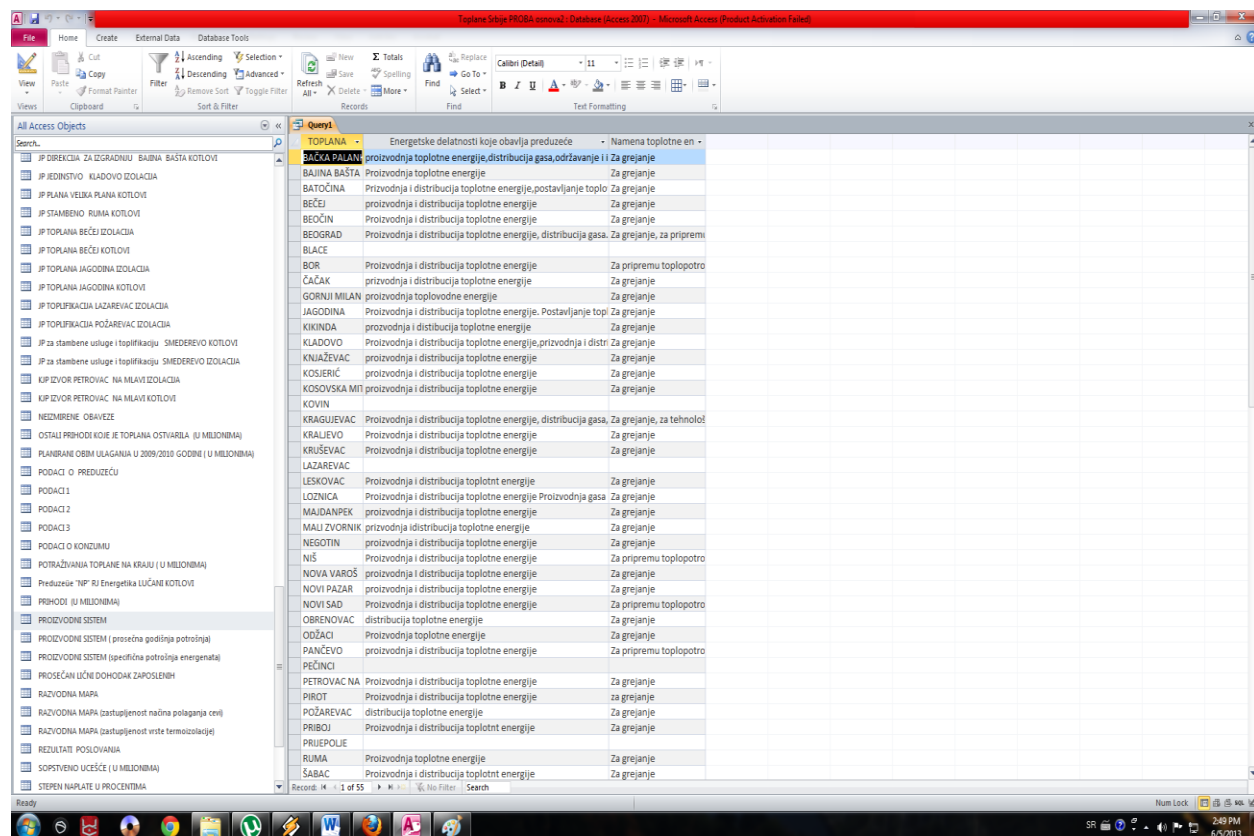
желимо да прикажемо више колона, на име сваке те колоне извршимо исту опцију. На слици 7 је приказана је припрема више колона за упоредно приказивање.



Слика 3.5 Припрема колона



Затим кликом на опцију **Run** у горњем левом углу добијамо упоредни приказ жељених колона, што је приказано на слици 3.6



Слика 3.6 Упоредни приказ колона

Истим поступком могу да се прикажу разни подаци из жељених табела.

Опцијом **Query design** могу се приказати подаци по одређеним критеријумима. То се ради тако што се у празном пољу који је приказан као **Criteria**, постави одређени критеријум као што је веће или мање или једако од неке вредности, као и подударност неког појма. На сликама 3.7 и 3.8 приказан је један пример, где су приказана сва предузећа која су основана после 2000 године.

PODACI O PREDUZEĆU

Field:	NAZIV PREDUZEĆA	godina osnivanja
Table:	PODACI O PREDUZEĆU	PODACI O PREDUZEĆU
Sort:		
Show:	☒	☒
Criteria:		> "2000"
or:		

Слика 3.7. Унос критеријума

Query1	
NAZIV PREDUZEĆA	godina osniv
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	2001
JKP TOPLANA BOR	2002
JKP ENERGETIKA TRSTENIK	2003
JP TOPLANA KIKINDA	2003
JP TOPLANA JAGODINA	2008
JP Toplifikacija LAZAREVAC	2006
JKP TOPLOVOD OBRENOVAC	2007
TOPLIFIKACIJA MORAVIJA ZAJEČAR AD ZAJEČAR	2007
JKP Gradska toplana VELIKA PLANA	2009
JKP Controls KOVIN	2005
JKP GRADSKA TOPLANA KOSJERIĆ	2003
*	

Слика 3.8 Приказ предузећа по задатом критеријуму

Са слике 3.7 може се видети да податке можемо сортирати на опцији Sort по опадајућем и растућем критеријуму.

На овај начин из ових табела можемо да видимо колики је као појединачни тако и укупни когенерациони потенцијал топлана у Србији.

Табела 3.1 Додатне количине горива и потрошња

ТОПЛАНА	DODATNA KOLIČINA UGLJA (t/god)	DODATNA KOLIČINA MAZUTA (t/god)	DODATNA KOLIČINA GASA (Sm3/god)	POTROŠNJA DODATNE KOLIČINE UGLJA (din)
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE	320	4470	30300000	2560000
JKP NOVOSADSKA TOPLANA	/	75.1	8538.3	/
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	10000	900	600000	80000000
JKP GRADSKA TOPLANA NIŠ	/	26500	2850000	/
JKP TOPLANA BOR	4300	30	/	34400000

Табела 3.2 Додатне количине горива и потрошња-наставак

ТОПЛАНА	POTROŠNJA DODATNE KOLIČINE MAZUTA (din)	POTROŠNJA DODATNE KOLIČINE GASA (din)	PROFIT OD ELEKTRIČNE ENERGIJE (din)	ISPLATI VOST
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE	312900000	1268661000	1.08831E+11	107247 079280
JKP NOVOSADSKA TOPLANA	5257000	357498.621	28771870476	287662 55977
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	63000000	25122000	16566780600	163986 58600
JKP GRADSKA TOPLANA NIŠ	1855000000	119329500	11288613420	931428 3920
JKP TOPLANA BOR	2100000	/	2759400000	272290 0000

У табелама 3.1 и 3.2 приказане су додатне количине горива, потрошња те додатне количине горива, приказана је добит од електричне енергије и исплативост. При одабиру турбине, требало је задовољити садашње потребе за топлотном енергијом, произвести и електричну енергију као и урачунати губитке током тог процеса. Самим тим морало је да дође до повећања потрошње горива, при чему је у зависности од одабране турбине повећање износило од 10-18%.

У табелама је дата потрошња додатне количине горива по садашњим ценама, што је приказано у табели 3.3, као и количина добијене електричне енергије и добит од ње гледајући просечну цену од 6.11 дин/kWh за турбине са снагом већом од 10 MW и 10.5 дин/kWh за турбине са снагом мањом од 10 MW по feed-in тарифи. То представља чисту добит као разлике профита од електричне енергије и укупне потрошње горива, без цена турбина и њихове уградње, јер је то индивидуални пројекат за сваку топлану.

Табела 3.3 *Врсте и цена енергента*

Врста енергента	Цена
Угаљ (дин/т)	8 000
Мазут (дин/т)	70 000
Гас (дин/м3)	41.87
Дрво (дин/м3)	3850

У наредна три примера биће приказана детаљна економска анализа за следеће три топлане.

Табела 3.4 *Економска анализа*

ТОПЛANA	DODATNA KOLIČINA UGLJA (t/god)	DODATNA KOLIČINA MAZUTA (t/god)	DODATNA KOLIČINA GASA (Sm3/god)	POTROŠNJA DODATNE KOLIČINE UGLJA (din)
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	10000	900	600000	80000000
JKP GREJANJE PANČEVO	/	8.6	1480000	/
JP TOPLANA JAGODINA	/	/	700000	/

Табела 3.5 *Економска анализа-наставак*

ТОПЛANA	POTROŠNJA DODATNE KOLIČINE MAZUTA (din)	POTROŠNJA DODATNE KOLIČINE GASA (din)	PROFIT OD ELEKTRIČNE ENERGIJE (din)	ISPLATIVOST
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	63000000	25122000	16566780600	16398658600
JKP GREJANJE PANČEVO	602000	61967600	5545382220	5482812620
JP TOPLANA JAGODINA	/	29309000	2635502940	2606193940

Табела 3.6 Трошкови за набавку турбина

ТОПЛАНА	PROFIT OD ELEKTRIČNE ENERGIJE (din)	ТРОШКОВИ ЗА ГОРИВО	ТРОШКОВИ ЗА ТУРБИНЕ
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	16566780600	168122000	1410420000
JKP GREJANJE PANČEVO	5545382220	62569600	615120000
JP TOPLANA JAGODINA	2635502940	29309000	248820000

Табела 3.7 Остали трошкови за топлану Крагујевац

ОСТАЛИ ТРОШКОВИ	
ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ	8462520000
ПРИПРЕМА КОТЛОВСКИХ ПОСТРОЈЕЊА	7052100000
БРАВАРСКИ РАДОВИ	5641680000
НАБАВКА ЕЛЕКТРО ОПРЕМЕ	8462520000
ДОБИЈАЊЕ ДОЗВОЛЕ	2820840000
ИЗРАДА ПРОЈЕКТА	1015502400
УКУПНИ ОСТАЛИ ТРОШКОВИ	33455162400
УКУПНИ ОСТАЛИ ТРОШКОВИ И НАБАВКА ТУРБИНА	34470664800

$$\text{ПЕРИОД ОТПЛАТЕ} = \frac{\text{ТРОШКОВИ}}{\text{ИСПЛАТИВОСТ}} = \frac{34470664800}{16398658600} = 2.1$$

На основу прорачуна видимо да је период исплативости за топлану Крагујевац нешто већи од две године.

Табела 3.8 Остали трошкови за топлану Панчево

ОСТАЛИ ТРОШКОВИ	
ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ	3690720000
ПРИПРЕМА КОТЛОВСКИХ ПОСТРОЈЕЊА	3075600000
БРАВАРСКИ РАДОВИ	2460480000
НАБАВКА ЕЛЕКТРО ОПРЕМЕ	3690720000
ДОБИЈАЊЕ ДОЗВОЛЕ	1230240000
ИЗРАДА ПРОЈЕКТА	442886400
УКУПНИ ОСТАЛИ ТРОШКОВИ	14590646400
УКУПНИ ОСТАЛИ ТРОШКОВИ И НАБАВКА ТУРБИНА	15205766400

$$\text{ПЕРИОД ОТПЛАТЕ} = \frac{\text{ТРОШКОВИ}}{\text{ИСПЛАТИВОСТ}} = \frac{15205766400}{5482812620} = 2.7$$

На основу прорачуна видимо да је период исплативости за топлану Панчево нешто већи од две ипо године.

Табела 3.9 *Остали трошкови за топлану Јагодина*

ОСТАЛИ ТРОШКОВИ	
ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ	1492920000
ПРИПРЕМА КОТЛОВСКИХ ПОСТРОЈЕЊА	1244100000
БРАВАРСКИ РАДОВИ	995280000
НАБАВКА ЕЛЕКТРО ОПРЕМЕ	1492920000
ДОБИЈАЊЕ ДОЗВОЛЕ	497640000
ИЗРАДА ПРОЈЕКТА	171685800
УКУПНИ ОСТАЛИ ТРОШКОВИ	5894545800
УКУПНИ ОСТАЛИ ТРОШКОВИ И НАБАВКА ТУРБИНА	6143365800

$$ПЕРИОД ОТПЛАТЕ = \frac{ТРОШКОВИ}{ИСПЛАТИВОСТ} = \frac{6143365800}{2606193940} = 2.3$$

На основу прорачуна видимо да је период исплативости са Јагодину нешто већи од две године.

4.0 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. Том чињеницом и на повећаним интересом за рационализацију потрошње примарне енергије засновано законским опредељењем да когенерацију сврстава у повлашћене произвођаче, намече се потреба 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 (реповеринг) 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 микрокогенерацију у широкој потрошњи.

Прихватајући и опредељујући се за ову тему ми смо мислили да постоје релевантни подаци којима можемо једноставно прићи и користити их и да их обрађујемо на начин који нама одговара. На самом почетку смо посетили сајтове статистичког удружења Србије и тамо смо пронашли доста података, затим смо ишли од енергане до енергане и на крају смо дошли до пословног удружења. Пронашли смо један документ који је био мало обимнији али он није био приређен на тај начин да можемо да обрадимо податке. Због тога смо велику пажњу посветили тематизацији података до којих смо долазили, оријентација нам је била окренута на то да направимо базу података која може, ако то буде дозвољено од стране пословног удружења топлана Србије и других одговорних лица да буде доступна online, то јест на интернету. Тиме смо дошли до концепта који је приказан у овом раду.

На основу прикупљених података и обраде поменутих извршили смо анализу когенерационог потенцијала у топланама удружења топлана Србије и добили податке за когенерациони потенцијал што је приказано у табели 4.1.

Табела 4.1 Когенерациони потенцијал

КОГЕНЕРАЦИОНИ ПОТЕНЦИЈАЛ			
ТОПЛАНА	ТОПЛОТНА ЕНЕРГИЈА (MW)	ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА (MW)	УКУПНИ КОГЕНЕРАЦИОНИ ПОТЕНЦИЈАЛ (MW)
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR NOVI BEOGRAD	928.38	480.15	1408.53
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR BANOVO BRDO	293.68	140.34	434.02
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR CERAK	272.095	140.73	412.825
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR DUNAV	386.22	199.78	586
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR VOŽDOVAC	242.542	125.4	367.942
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR KARABURMA	83.81	46.43	130.24
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR KONJARNIK	378	195.52	573.52
JKP BEOGRADSKE ELEKTRANE SEKTOR MLADENOVAC	123.9	64.11	188.01
JKP NOVOSADSKA TOPLANA	655.18	343.08	998.26
ENERGETIKA DOO KRAGUJEVAC	358.05	185.13	543.18
JKP GRADSKA TOPLANA NIŠ	237.602	122.729	360.331
JKP TOPLANA BOR	58	30	88
JKP GREJANJE PANČEVO	116.377	60.289	176.666
JKP SUBOTIČKA TOPLANA	121	62.58	183.58
JKP GRADSKA TOPLANA KRUŠEVAC	83.5	43.19	126.69
JKP za grejanje i održavanje zgrada ČAČAK	100.55	42.05	142.6
JP TOPLANA KRALJEVO	75.85	39.07	114.92
JKP TOPLANA ŠABAC	72.3	37.39	109.69
JKP ENERGETIKA TRSTENIK	70	36.2	106.2
JKP TOPLOTA UŽICE	43	22.19	65.19
JP za stam.usluge i toplif. SMEDEREVO	25.9	13.41	39.31
FAP STAN doo u restrukturiranju PRIBOJ	54	27.94	81.94
JP TOPLANA KIKINDA	58.83	30.323	89.153
JP TOPLANA JAGODINA	55.35	28.653	84.003
JKP TOPLANA VALJEVO	36.987	42.157	79.144
JKP TOPLIFIKACIJA SREMSKA MITROVICA	9.95	34.89	44.84
JKP TOPLANA LESKOVAC	50.5	26.26	76.76
JKP ENERGANA SOMBOR	47.946	24.794	72.74

JKP GRADSKA TOPLANA PIROT	50	26.05	76.05
TOPLIFIKACIJA MORAVIJA ZAJEČAR AD ZAJEČAR	40.1	21.21	61.31
JKP KOMUNALAC MAJDANPEK	39.2	20.26	59.46
JKP STANDARD KOSOVSKA MITROVICA	38	19.6	57.6
JP JEDINSTVO KLADOVO	28.4	14.69	43.09
JKP BADNJEVO NEGOTIN	14.0619	7.262	21.3239
ENERGETIKA I ODRŽAVANJE DOO ZEMUN	111.831	14.399	126.23
JP STAMBENO RUMA	29.96	15.562	45.522
JP TOPLANA BEČEJ	20	10.34	30.34
JKP TOPLANA LOZNICA	21.482	10.799	32.281
JKP GRADSKA TOPLANA NOVI PAZAR	14	7.24	21.24
JKP STANDARD RJ EKOTERM VRBAS	16.911	8.16	25.071
JP Direkcija za izgradnju BAJINA BAŠTA	16.66	8.624	25.284
JP NOVI DOM VRANJE	12.109	6.25	18.359
JP 3 SEPTEMBAR NOVA VAROŠ	5.9	3.05	8.95
JKP TOPLANA KNJAŽEVAC	11.425	5.918	17.343
JP TOPLANA BEOČIN	11.4	5.88	17.28
JKP Gornji Milanovac Gornji Milanovac	10.04	5.18	15.22
DP "Novi Sad-Gas"Novi Sad, Toplana "Partizan Bačka Palanka	12.11	6.3	18.41
VELIKA PLANA	9.15	4.74	13.89
JKP IZVOR PETROVAC NA MLAVI	9.24	4.77	14.01
JKP GRADSKA TOPLANA KOSJERIĆ	7.5	3.87	11.37
JKP DRINA MALI ZVORTNIK	6.6	3.41	10.01
JKP 7 JULI BATOČINA	6.4	3.32	9.72
PEĆINCI	2.95	1.52	4.47
JKP TEMERIN TEMERIN	7.7	3.982	11.682
JKP USLUGA ODŽACI	5.46	2.722	8.182

На основу урађеног пројекта и економске анализе дошли смо до периода отплате когенерационог постројења који износи око 2 године. Закључујемо да је период отплате релативно мали у односу на век трајања когенерационог постројења и да овакав систем треба увести у свим топланама.

5.0 Литература

[1] <http://www.cnti.info/energija/>

[2] Martin Pehnt, Martin Cames, Corinna Fischer, Barbara Praetorius, Lambert Schneider, Katja Schumacher, Jan-Peter Voß:” Mikro Cogeneration” Berlin 2002.g.

[3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Cogeneration>

[4] <http://www.paluba.info/smf/index.php?topic=9845.0>