

#

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

“ЛАБОРАТОРИЈСКО - НУМЕРИЧКИ МОДЕЛ ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРОИЗВОДЊУ БИОГАСА У ПОЉОПРИВРЕДНОМ ГАЗДИНСТВУ“

Аутори техничког решења:

- Проф. др инж. Милун Бабић,
- Предраг Петровић,
- Немања Петровић дипл. инж.,
- Миодраг Кесић,
- Милан Младеновић,
- Владимир Борђошки,
- Проф. др инж. Небојша Јовичић,
- Давор Кончаловић дипл. инж.,
- Дубравка Јелић дипл. инж.

Наручилац техничког решења

- Техничко решење је развијено у оквиру реализације пројекта ИИИ42013, који је одобрило и финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Р. Србије

Корисник техничког решења

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и сеоске фарме са подручја Р. Србије

Година када је техничко решење урађено

- 2012. година

Област технике на коју се техничко решење односи

- Енергетика и процесна техника

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

На дужи рок није енергетски, а ни економски, исплативо потенцијал за производњу биогаса на некој фарми или групи фарми убирати неадекватно димензионисаним (у датом тренутку економски најјефтинијем, или најлакше доступним и сл.) постројењем. Свакој фарми, ако се жели да се на њој произведе оптимална количина биогаса/енергије и да се на тај начин заштити економски интерес власника фарме, економски одговара приближно један капацитет дигестора, један тип управљачке и друге пратеће опреме, један тип когенерационе опреме и сл. Да би саветодавно помогли при избору ове опреме, подизању енергетског учинка фарми које су заинтересоване за производњу биогаса, утицали на смањивање укупних инвестиционих трошкова везаних за пројектовање оваквог постројења, аутори овог решења су развили софистициран и релативно јефтин поступак пројектовања постројења за сваку конкретну фарму. Приступ гарантује високе енергетске и економске учинке постројења, о чему ће у наредном тексту бити речи.

У Србији данас скоро да не постоје јасно декларисани произвођачи и сервисери опреме за експлоатацију ОИЕ. Број запослених у сектору експлоатације ОИЕ и производње опреме за експлоатацију ОИЕ тешко је одредити, али сигурно није значајан. Израда постројења најчешће се своди на гађевинске радове које може обавити свака грађевинска фирма. Браварске радове, такође, могу обављати специјализоване занатске фирме. Опрема се, углавном, директно увози из иностранства. Постоје реномиране марке као што су : Roediger, GE Jenbacher, Eisenmann.

У Србији недостаје знатан број стандарда опреме и поступака за експлоатацију ОИЕ који су у овој области већ успостављени у ЕУ. Такође, недостају и прописи којима се уређује коришћење ОИЕ, као и прописи за пројектовање, израду, контролу и монтажу/уградњу уређаја који користе ОИЕ, а недостају и акредитоване атестне лабораторије за постројења енергетског коришћења ОИЕ.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Пројектовање и технологија производње постројења за производњу биогаса су одавно развијени. Овде представљено компјутерско моделирање процеса пројектовања и подршке у производњи увелико доприноси повећању могућности за уградњу једног оваквог постројења у Р. Србији. Према информацијама којима располажу аутори решење је на нашем простору или јединствено или, у случају компанија које су присутне на тржишту, заштићено корпоративним политикама

о поверљивости података те самим тим недоступно власницима пољопривредних газдинстава који, евентуално, размишљају о улагању средстава у производњу биогаса.

3. Суштина техничког решења

Решење даје оригиналан метод који омогућава узорковање сировина за производњу биогаса у за то направљеном лабораторисјком постројењу, прорачун и пројектовање више варијанти постројења за производњу биогаса као и техно-економску анализу предлога са циљем одабира економски најповољнијег постројења. Крајњи домет овог техничког решења је добијање техничке документације за одабрано, оптимално постројење за производњу биогаса.

4. Детаљан опис техничког решења са пратећим илустрацијама и техничким цртежима

Техничко решење је фокусирано на помоћ у пројектовању постројења за производњу биогаса у оквиру једног или више сеоских домаћинстава кроз:

- 1) истраживање и анализирање могућности за производњу биогаса на конкретној локацији уз помоћ за то пројектованог лабораторијског постројења (постројење има могућност истраживања продукције биогаса из различитих сировина);
- 2) идејно конципирање више решења постројења за производњу биогаса у одабраним пољопривредним фармама и смернице за избор оптималног пројектног решења;
- 3) детаљан прорачун токове масе и енергије у оптималном пројектном решењу из тачке 2;
- 4) истраживање и анализирање могућих економских и енергетских учинака оптималног постројења (техно-економску анализа решења);
- 5) помоћ у изради конструкцијског решења за оптималног постројења из тачке 2. у виртуелној 3D форми, као и пратеће конструкцијске документације.

4. 1. Лабораторијско модел постројење

У настојању да створи дугорочне и поуздане услове за коришћење биомасе и свих врста органског отпада ради производње биогаза и његовог коришћења за когенерациону производњу топлоте и електричне енергије, пројектовано је и изграђено лабораториско постројење за процену приноса биогаза. Постројење у највећој мери симулира услове који владају у реалном постројењу као и промене до којих долази изменом одређених процесних услова. Опремљено је потребним мерним инструментима па је употребом овог постројења могуће за кратко време проценити принос биогаза из расположивих сировина. Процена приноса биогаза је један од основних улаза за софтверски модел који је приказан у глави 4.2. текста овог техничког решења.

У лабораториски модел је, због предности, уграђен дигестор са фиксном кровном конструкцијом, чиме се смањује опасност од експлозије акумулираног гаса.

Како би се смањио утицај спољашње атмосфере на постројење, дигестор је прописно изолован савременим материјалима. На овај начин смањује се количина енергије потребна за грејање дигестора а сам модел нам даје адекватније податке о потенцијалу сировине која се испитује. Звоно у коме се прикуља гас израђено је од галванизованог челика, а сам гас из дигестора се води бакарним цевима до филтера за гас. Користи се водено филтрирање гаса. Овим поступком смањује се концентрација водоник-сулфида и угљен-диоксида. Додатна акумулација гаса није предвиђена. Уколико се јави потреба за акумулацијом гаса, резервоар за гас се може накнадно уградити.

Као сигурносни систем користи се комбинација сигурносног вентила и гасне бакље. Уколико дође до пораста притиска у систему, вентил се отвара и вишак гаса се спаљује у бакљи.

Само постројење је приказано на сликама које следе.



Слика 1. Истраживачки тим и изглед лабораторијског постројења

Развијени прототип лабораторијског постројења служиће и као наставно учило студентима Катедре за енергетику и процесну технику Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

4.2. Софтвер за процену приноса биогаса

На основу очекиваног приноса биогаса, броја грла, одабране технологије за производњу биогаса и сл., софтвер омогућава лако и брзо добијање геометријских мера постројења за производњу биогаса. Добијене геометријске мерепредстављају, са једне стране,- улаз у техноекономску анализ постројења, а са друге стране - улаз у параметарско моделирање постројења приказано у глави 4.3. овог текста.

Развијени софтвер је тестиран на еталон примерима познатих светских произвођача оваквих постројења, и показао велике оперативне могућности приликом примене. На сликама које следе дат је изглед Excel табела модела БИОГАС-ПРОЈЕКТ који је предмет овог техничког решења.

Microsoft Excel - prezentacija

E13 Prilaz podataka

Unesite broj i prosečnu težinu životinja

Životinje	Br	Prosečna težina	
Kozae	23	450	kg
Stroje	0	100	kg
Konji	0	500	kg
Zvinja	0	3	kg
Ovce	0	40	kg

Prilaz podataka

Microsoft Excel - prezentacija

J17 Unos podataka

Dnevna količina raspoloživog komposta

Zivotinje	Ukupno žive mase	Dnevna količina izmetapo životinji	Ukupna količina izmeta	Isparišne čestice materije VS	Suva materija TS	Industrijske vode	Kompost
Kozae	10350	36,2	500	103,50	24,6	0	1559
Stroje	0	0,4	0	0,00	0,0	0	0
Konji	0	25,5	0	0,00	0,0	0	0
Zvinja	0	0,265	0	0,00	0,0	0	0
Ovce	0	1,6	0	0,00	0,0	0	0
Ukupno			500	103,50	24,6	0	1559

Unos podataka Digestor

Microsoft Excel - prezentacija

K34 Podaci

Zapreminski parametri digestora

Radna zapremina digestora 46,7 m³
 Ukupna zapremina digestora 56,1 m³

Geometrijski parametri digestora

Precnik D	5,0 m
Zapremina gornje kalote V1	10,4 m ³
Zapremina cilindra V3	39,4 m ³
Poluprecnik gornje kalote R1	3,6 m
Poluprecnik donje kalote R2	5,3 m
Visina gornje kalote f1	1,0 m
Visina cilindra H	2,83 m

Rez. za prikupljanje stajnjeka

Dubina	1 m
Širina	2,5 m
Dužina	2,5 m

Rez. za skladištenje dubriva

Dubina	2,0 m
Širina	3,8 m
Dužina	3,8 m

Podaci Prinos gasa

Microsoft Excel - prezentacija

C13 Prinos gasa

Prinos gasa i ukupna godišnja ušteda

Gas

CH4 po kg VS	0,5 m ³ po m ³ VS
CH4	18,1 m ³ dnevno
procenat metana	70 %
CO2	7,8 m ³
Biogas	25,8 m ³ dnevno
	9444,4 dodiznje
Cena CH4 po Nm ³	35,00 din/m ³
Godišnja zarada	237896 din godišnje

Otplata investicije

4,0 god.

Energija (kogeneracija)

Toplotna moć metana	39 MJ po m ³
Energija	708 MJ dnevno
Snaga	8,2 kW
Električna energija	1,8 kW
Toplotna energija	4,5 kW
Cena električne energije po kWh	4,51 din
Godišnja ušteda el. energije	84601 din

Efikasnost transformacije 20 %

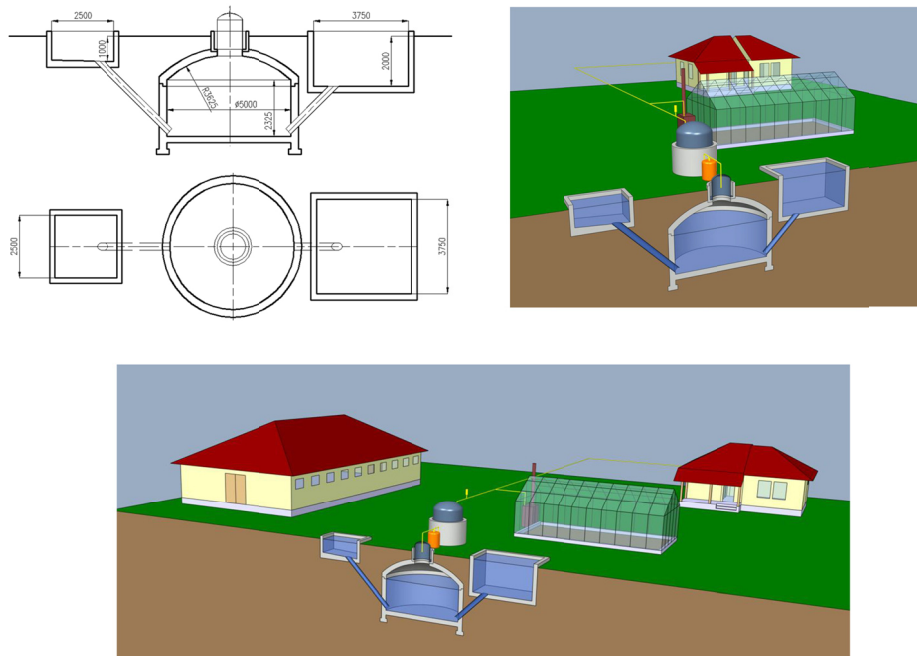
Digestor
 Podaci
 Unos podataka

Слика 2. Део интерфејса софтвера за процену приноса биогаса

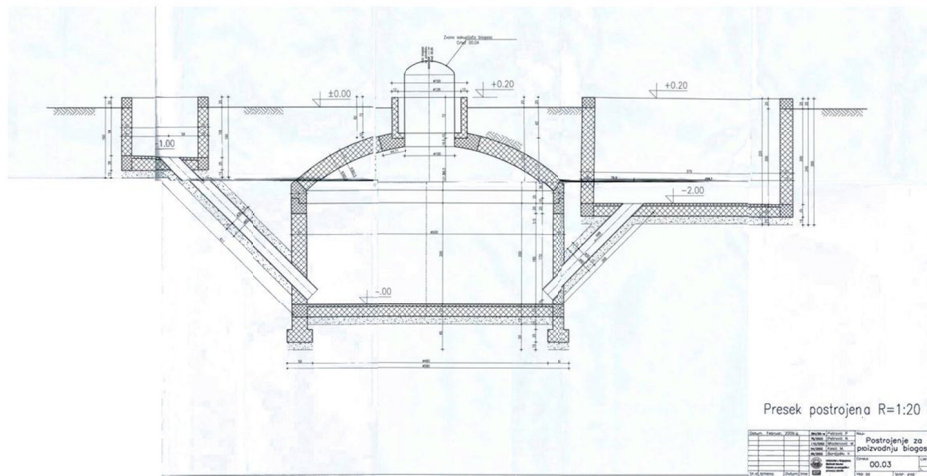
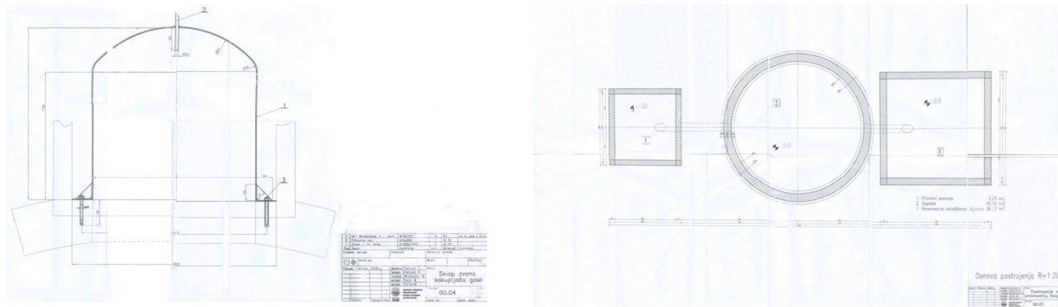
Софтвер БИОГАС-ПРОЈЕКТ, на основу познатог броја грла на фарми модел рачуна дневну количину животињског отпада који се може користити за производњу биогаза (софтвер има предефинисане вредности за дневну количину отпада животиња које се уобичајено гаје у српским сеоским домаћинствима). Софтвер обезбеђује да се на основу добијених података, аутоматски, добију основни геометријски параметри постројења: запремина дигестора, базена за прикупљање отпада и базена за складиштење ђубрива. Такође, овај математички модел аутоматски израчунава принос биогаза, тј. хемијску енергију коју даље можемо да трансформишемо у електричну и/или топлотну. На основу приноса биогаза, софтвер може да израчуна коначне енергетске уштеде домаћинства коришћењем биогаза и укупне трошкове и време отплате инвестиције. Модел, такође, омогућује лако и брзо ажурирање свих релевантних енергетских и финансијских параметара, са променом било које финансијске или количинске улазне вредности.

4.2. Модул за аутоматизовано САД пројектовање постројења

Модул за пројектовање је развијен у САТИА окружењу и користи све предности овог напредног инжењерског алата. Посебна карактеристика овог модула је што он параметризоване геометријске величине дигестора и остале опреме, који су директан резултат софтвера БИОГАС-ПРОЈЕКТ, аутоматски претвара у виртуелни 3D модел а потом, кроз неколико корака, и у потпуно функционалну конструкцијску документацију.



Слика 3. 3D модел постројења са габаритним димензијама за конкретне улазне податке (горе лево)



Слика 4. Генерисана техничка документација постројења

Са променом било ког улазног података, димензије постројења се симултано мењају. Оваква усаглашеност математичког и CAD модела, даје инжењеру пројектанту могућност да у кратком времену, а самим тим уз мале трошкове, анализира велик број пољопривредних газдинстава.

5. Литература

- [1] Бабић М., Гордић Д., Јовичић Н., Шуштершич В., Бошковић Г., Јелић Д., Кончаловић Д., Вукашиновић В., Студије које су резултат пројекта ИИИ42013 „Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганама Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градњу нових когенерационих постројења“ након завршене друге пројектне године;
- [2] Бабић М., Д. Гордић, М. Деспотовић, Н. Јовичић, В. Шуштершич, и В. Бабић: Развојни економско-легислативни оријентири програма остваривања Стратегије развоја енергетике Републике Србије у области обновљивих извора енергије, Енергија, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија и екологија, 2007; 9(1-2):16-38.;
- [3] Месаровић М. и М. Ћаловић: Потенцијал когенерације топлотне и електричне енергије у Србији, Термотехника, 2011; XXXVII,2:197-209;
- [4] Veerapen J, and M. Beerepoot: Co-generation and renewables: Solutions for a low-carbon energy future, International Energy Agency (IEA), 2011; Доступно на: http://www.iea.org/papers/2011/CHP_Renewables.pdf;
- [5] IEA Statistics, 2011. Renewables Information 2011. International Energy Agency;
- [6] Salomón M, Savola T, et al: Small-scale biomass CHP plants in Sweden and Finland, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(2011):4451-4465;
- [7] Драгићевић С. и Ћурчић С.: Технологије коришћења биомасе у постројењима за комбиновану производњу топлотне и електричне енергије, Енергија, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија и екологија, 2010; 12(4):93-99;
- [8] Onovwiona H.I. and V.I. Ugursal: Residential cogeneration systems: review of the current technology, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10(2006):389-431;
- [9] Подаци Републичког завода за статистику Републике Србије, за период 2006 - 2010 <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/>
- [10] М. Деспотовић и М. Бабић: Енергија биомасе, Машински факултет, Крагујевац, 2007.;
- [11] M. Golusin, Z. Tesic, A. Ostojic: *The analysis of the renewable energy production sector in Serbia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2010; 14:1477-83.;
- [12] M. Ilić, B. Grubor, M. Tešić, *The state of biomass energy in Serbia*. Thermal Science 2004;8(2):5-19.;

- [13] М. Тешић, М. Бабић и М. Мартинов: Предстојећи подстицаји за коришћење биомасе као енергента, *Савремена пољопривредна техника*, 2007; 33(1-2):53-59.;
- [14] G.C. Bakos, E. Tsioliaridou, C. Potolias: Technoeconomic assessment and strategic analysis of heat and power co-generation (CHP) from biomass in Greece, *Biomass and Bioenergy*, 32(2008):558-567;
- [15] Fiala M, Pellizzi G, Riva G: A model for the optimal dimensioning of biomass-fuelled electric power plants, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1997; 67:17–25.;
- [16] М. Мартинов, М. Тешић, М. Константиновић, Б. Степанов: Перспективе у коришћењу биомасе за грејање домаћинства у сеоским подручјима, *Савремена пољопривредна техника* 2005; 31(4):211-20.;
- [17] Електропривреда Србије: Годишњи извештај 2010, Доступно на: <http://www.eps.rs/GodisnjiIzvestaji/EPS%20Godisnji%20izvestaj%202010.pdf>

ПРИМЉЕНО 07.02.2013.			
Орг. јед.	Број	Датум	Подносилац
	01-1/341		

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу именован сам за рецензента техничког решења „**Лабораторијско - нумерички модел постројења за производњу биогаса у пољопривредном газдинству**“ аутора:

Проф. др инж. Милун Бабић, Предраг Петровић, Немања Петровић дипл. инж., Миодраг Кесић, Милан Младеновић, Владимир Борђошки, Проф. др инж. Небојша Јовичић, Давор Кончаловић дипл. инж. И Дубравка Јелић дипл. инж.

На основу поднете документације за ово техничко решење подносим следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „**Лабораторијско - нумерички модел постројења за производњу биогаса у пољопривредном газдинству**“ чији су аутори: *Проф. др инж. Милун Бабић, Предраг Петровић, Немања Петровић дипл. инж., Миодраг Кесић, Милан Младеновић, Владимир Борђошки, Проф. др инж. Небојша Јовичић, Давор Кончаловић дипл. инж. И Дубравка Јелић дипл. инж.*, реализовано 2012. године, приказано је на 11 страница формата А4, писаних ћиричним 12pt (Times New Roman) фонтом, сингл проредом, садржи 4 слике. Састављено је од следећих одељака:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења са пратећим илустрацијама и техничким цртежима
 - 4.1 Лабораторијско модел постројење
 - 4.2 Модул за аутоматизовано САД пројектовање постројења
5. Литература

Техничко решење припада областима: Енергетика и процесна техника.

Наручилац техничког решења је Пројекат ИИИ-42013. Техничко решење реализовано је у оквиру рада на пројекту: “Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганима Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градању нових когенерационих постројења“, који је одобрило и финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

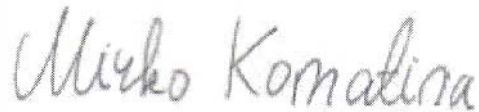
Основна полазна идеја за ово техничко решење урађена је у оквиру студије “ **Развој постројења за производњу биогаса ради**

когенеративне производње топлотне и електричне енергије у сеоским домаћинствима Републике Србије“, која је урађена током развоја истраживачког пројекта ИИИ42013. Примена предложеног техничког решења очекивана је приликом развоја постројења за сеоске фарме у Републици Србији, и као лабораторијско испитни стенд Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Предлажем Већу Факултета инжењерских наука да предметном техничком решењу додели статус истраживачког резултата М83 (Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак).

У Београду, 22. јануара 2013

Рецензент



Проф. др инж. Мирко Коматина
Машински факултет Универзитета у
Београду

07.02.2013			
ИЗДА	Б.О.	Л.О.	СЛОЖНОСТ
01-1/341			

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу именован сам за рецензента техничког решења „Лабораторијско - нумерички модел постројења за производњу биогаза у пољопривредном газдинству“ аутора:

Проф. др инж. Милун Бабић, Предраг Петровић, Немања Петровић дипл. инж., Миодраг Кесић, Милан Младеновић, Владимир Борђошки, Проф. др инж. Небојша Јовичић, Давор Кончаловић дипл. инж. И Дубравка Јелић дипл. инж.

На основу поднете документације за ово техничко решење подносим следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Лабораторијско - нумерички модел постројења за производњу биогаза у пољопривредном газдинству“ чији су аутори: *Проф. др инж. Милун Бабић, Предраг Петровић, Немања Петровић дипл. инж., Миодраг Кесић, Милан Младеновић, Владимир Борђошки, Проф. др инж. Небојша Јовичић, Давор Кончаловић дипл. инж. И Дубравка Јелић дипл. инж.*, реализовано 2012. године, приказано је на 11 страница формата А4, писаних ћиричним 12pt (Times New Roman) фонтом, сингл проредом, садржи 4 слике. Састављено је од следећих одељака:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења са пратећим илустрацијама и техничким цртежима
 - 4.1 Лабораторијско модел постројење
 - 4.2 Модул за аутоматизовано САД пројектовање постројења
5. Литература

Техничко решење припада областима: Енергетика и процесна техника.

Наручилац техничког решења је Пројекат ИИИ-42013. Техничко решење реализовано је у оквиру рада на пројекту: “Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганам Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градању нових когенерационих постројења“, који је одобрило и финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

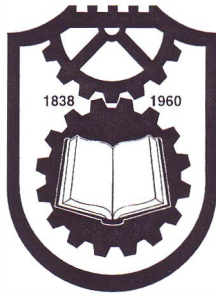
Основна полазна идеја за ово техничко решење урађена је у оквиру студије “Развој постројења за производњу биогаза ради когенеративне производње топлотне и електричне енергије у сеоским домаћинствима Републике Србије“, која је урађена током развоја истраживачког пројекта ИИИ42013. Примена предложеног техничког решења очекивана је приликом развоја постројења за сеоске фарме у Републици Србији, и као лабораторијско испитни штанд Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Предлажем Већу Факултета инжењерских наука да предметном техничком решењу додели статус истраживачког резултата М83 (Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак).

У Београду, 22. јануара 2013

Рецензент

Проф. др инж. Младен Стојиљковић
Машински факултет Универзитета у Нишу



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-76/2013
21. 02. 2013. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 21. 02. 2013. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Лабораторијско – нумерички модел постројења за производњу биогаса у пољопривредном газдинству“, аутора др Милуна Бабића, редовног професора, Предрага Петровића, Немање Петровића, дипл.маш.инж., Миодрага Кесића, Милана Младеновића, Владимира Борђошког, др Небојше Јовичића, редовног професора, Давора Кончаловића, истраживача сарадника и Дубравке Јелић, истраживача сарадника.

Решење припада класи М83, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Младен Стоиљковић**, редовни професор, Машински факултет, Ниш,
Уже научне области: Теоријски и примењени процеси преноса топлоте и масе,
2. **Др Мирко Коматина**, редовни професор, Машински факултет, Београд,
Уже научне области: Термодинамика, Преношење топлоте и супстанције.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА



Др Мирослав Бабић, редовни професор

М.С.