

# ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

## *„Повећана енергетска ефикасност производних процеса фабрике Застава аутомобили“*

### **Аутори техничког решења**

- *др Душан Гордић, ванредни професор*
- *др Милун Бабић, редовни професор*
- *др Небојша Јовичић, ванредни професор,*
- *др Добрица Миловановић, редовни професор,*
- *др Вања Шуштершич, доцент,*
- *Дубравка Јелић, истраживач-сарадник,*
- *Давор Кончаловић, истраживач-сарадник*
- *др Слободан Савић, доцент*

### **Наручилац техничког решења**

- пројекат министарства за науку Републике Србије – ЕЕ232007

### **Корисник техничког решења**

- Застава аутомобили, ад

### **Година када је техничко решење урађено**

- 2008

### **Област технике на коју се техничко решење односи**

- енергетска ефикасност, према међународној класификацији производа и услуга техничко решење припада класи 42 (Научне и технолошке услуге и истраживање и пројектовање у вези наведених услуга и услуге индустријске анализе и истраживања).

## **1. Опис проблема који се решава техничким решењем**

Проблем који се решава је релативно велика потрошња енергије у постројењима фабрике ЗАСТАВА Аутомобили АД.

Укупна специфична потрошња топлотне енергије (пара, топла вода, пропан и природни гас) износи око 3 MWh/возилу, а специфична потрошња електричне енергије (електрична енергија и компримовани гас) износи око 2 MWh/возилу. Према систематизованим подацима произвођача аутомобила из САД и ЕУ, у њиховим предузећима специфична потрошња топлотне енергије (горива) процењена на око 2 MWh/возилу, а специфична потрошња електричне енергије у распону 730-1.040 kWh (просек 0,87 MWh), одакле се може закључити да је потрошња енергената у овом постројењу релативно висока.

Дијаграме месечне потрошње енергената и производње карактерише велико расипање резултата енергетске потрошње у односу на производњу, што наговештава да се потрошња ових енергената не надзире адекватно и да се газдовање енергијом може унапредити.

Постојало је мишљење у одређеним круговима у Фабрици, да високи трошкови енергије потичу од смањеног искоришћења капацитета постројења. Узимајући у обзир промену тарифа енергената у 2004. и 2005. години предвиђени су годишњи енергетски трошкови и енергетски трошкови по јединици производа у функцији од месечне производње. Референтна светска искуства кажу да су енергетски трошкови по произведеном ауту око 60 \$/возилу, док су трошкови у предузећу "Застава возила" за ниво производње у 2004. и 2005. око 210 €/возилу уз узимање у обзир трошкова воде (без ових трошкова износе око 180 €/возилу).

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

Иако су у светским оквирима (САД, ЕУ, Јапан), трошкови енергије у процесу склапања аутомобила релативно мали у односу на коначну, производну цену путничког возила (крећу се око 60 до 70 \$ по возилу, што износи око 1 % производне цене), код већине водећих светских произвођача аутомобила постоје програми и тимови задужени за рационално газдовање енергијом, са задатком да спроведу мере на смањивању енергетских трошкова.

У таквој производној средини, простор за уштеду енергије је знатан. Иако већина фабрика произвођача моторних возила у свету има тимове за управљање енергијом или програме, још увек постоје специфичне могућности у појединачним фабрикама за ефикасно смањење трошкова енергије у индустрији склапања моторних возила, и у погонима и у разним процесима. У студији (1), описано је преко 90 практичних примера праксе и технологије побољшања енергетске ефикасности. Дати су специфични подаци о уштеди енергије за сваку меру енергетске ефикасности

засновани на истраживањима која описују примену мера и дају референце из техничке литературе. Тамо где су били на располагању, приказани су типични периоди исплативости.

Унакрсне мере побољшања енергетске ефикасности које не ометају процес израде возила показују тренутни потенцијал за исплативе енергетске уштеде. У поменутој студији (1) је разматрано 68 различитих унакрсних мера за побољшање енергетске ефикасности, које могу да смање потрошњу енергије у набавци и коришћењу електромотора, компримованог ваздуха, осветљења, производњи и дистрибуцији топле воде и паре и системима за грејање, вентилацију и климатизацију. Већина ових мера има релативно мале периоде исплативости. Степен примене мера ће варирати од фабрике до фабрике и у зависности од крајњег корисника, а непрекидна евалуација ових могућности ће помоћи у идентификацији даљих уштеда трошкова.

Код мера специфичних за процес, неке нове технологије смањују потрошњу енергије и побољшавају конзистенцију квалитета производа и добити. Идентификовано је 25 различитих практичних мера енергетске ефикасности и технологија бојења, заваривања и пресовања. Примена већине ових мера треба да буду део стратешких инвестиција и иновација у фабрикама аутомобилске индустрије. Приказане технологије имају велике додатне погодности, укључујући побољшање квалитета производа.

### **3. Суштина техничког решења**

Суштина техничког решења огледа се у једном интегралном приступу анализи снабдевања и потрошње енергената и могуће уштеде енергије у производним погонима предузећа. Иницијални корак у овом приступу, представља израда енергетског биланса постројења, на основу којег се дефинишу трошковно ефикасне мере за смањење потрошње енергије уз критичку анализу и примену светских искустава "најбоље праксе" уштеда енергије за овај индустријски сектор. За извршење биланса, поред мерне опреме која се налази у самом постројењу, користи се и преносна опрема за енергетско билансирање која је власништво Машинског факултета у Крагујевцу. Мере се посебно односе на сваки од енергената и свеобухватно на праксу увођења система газдовања енергијом (праћење енергетских параметара, постављање и остваривање циљане енергетске потрошње у функцији од производње). Сваку меру прати детаљно техно-економско сагледавање (могућност набавке опреме и средстава на домаћем тржишту, потребне финансије за набавку и уградњу, трошкови одржавања, предвиђање реалног периода повраћања уложених инвестиционих средстава за имплементацију активности). Последњи корак представља извођење предложених, економски најисплативијих оправданих мера за смањење потрошње енергије (са најбржим роком повраћаја инвестиције), што је подразумевало набавку одговарајуће опреме и материјала, њихову уградњу

(монтажу) у постројење, експериментално праћење функционисања постројења и мерење и сагледавање ефеката примењених активности на потрошњу енергената.

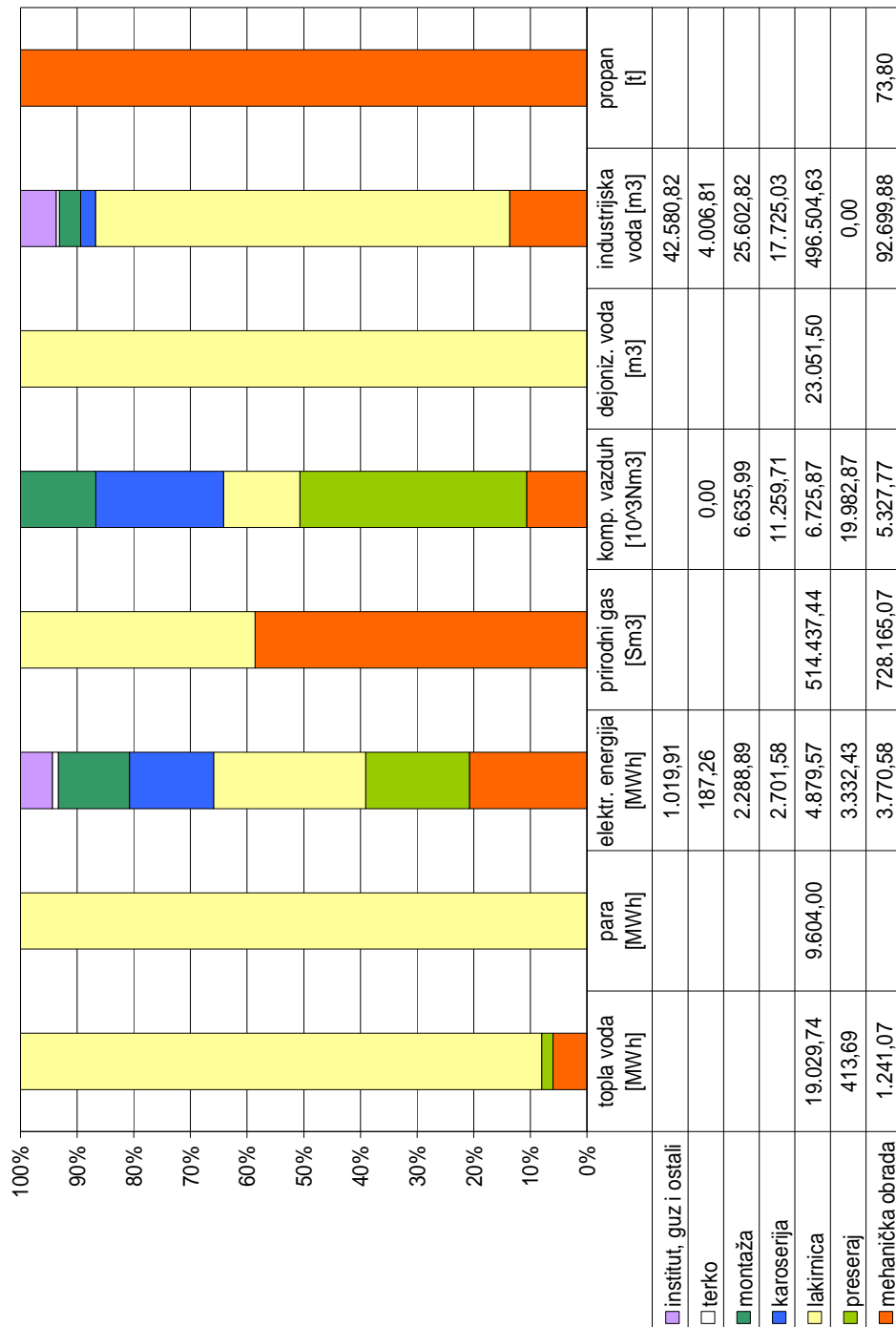
#### 4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)

За обављање производног процеса предузеће Застава аутомобили, поред сирове (обичне, пијаће) (коју испоручује ЈКП "Водовод и канализација") и дејонизоване (деминерализоване) воде (коју испоручује "Застава Енергетика" АД), од енергената користи топлотну енергију (топлу воду и прегрејану водену пару), електричну енергију, природни гас и компримовани ваздух. Све ове енергенте испоручује "Застава Енергетика" АД., сем природног гаса који испоручује Енергогас. Систематизацијом података о месечној потрошњи енергената у фабрици " утврђено је да су трошкови топлотне енергије релативно високи (табела 1). На годишњем нивоу, у претходном двогодишњем периоду они су износили око 70,5 MWh, тј. око 3.410.000 €. Трошкови обичне воде су релативно високи и износе око 11,16 %.

Табела 1. Трошкови енергије на годишњем нивоу

Енергент	Потрошња	Јед.	Еквивалентна енергија		Трошак	
			MWh	%	€	%
<b>Пара</b>	9.604,00	MWh	9.604,00	13,64	490.561,32	14,39
Топла вода	20.684,50	MWh	20.684,50	29,38	1.055.520,98	30,95
<b>Ел. енергија</b>	18.180,22	MWh	18.180,22	25,82	644.633,47	18,90
<b>Природни гас</b>	1.242.602,50	Sm <sup>3</sup>	11.506,50	16,34	180.614,51	5,30
<b>К. ваздух</b>	49.932,20	10 <sup>3</sup> ·Nm <sup>3</sup>	9.487,12	13,47	575.456,84	16,87
<b>Пропан</b>	73,80	t	952,02	1,35	56.610,55	1,66
<b>Деј. вода</b>	23.051,50	m <sup>3</sup>			28.043,13	0,82
<b>Обична вода</b>	679.120,00	m <sup>3</sup>			378.767,57	11,11
<b>УКУПНО</b>			70.414,35	100	3.410.208,37	100

Прерасподела утрошене енергије по производним целинама за претходну годину, приказана је на слици 1. Енергетски ток је процењен на основу инсталираних капацитета енергетских потрошача и годишњег временског ангажовања опреме.



Слика 1 Енергетски ток фабрике ЗАСТАВА Аутомобили АД

Просечне тренутне специфичне потрошње енергије и воде по јединици главног производа (готов аутомобил/ готова лакирана шкољка), за посматрани период износе:

- специфична потрошња паре = 0,75 MWh/шкољки
- специфична потрошња топле воде = 1,33 MWh/возилу
- специфична потрошња електричне енергије = 1,29 MWh/возилу
- специфична потрошња природног гаса = 99,16 Sm<sup>3</sup>/ возилу
- специфична потрошња комп. ваздуха = 3,54 \*10<sup>3</sup>Nm<sup>3</sup>/ возилу
- специфична потрошња обичне воде = 44,51 m<sup>3</sup>/возилу
- специфична потрошња дејонизоване воде = 1,65 m<sup>3</sup>/ возилу
- специфична потрошња пропана = 5,92 kg/возилу

На основу резултата прелиминарног биланса, извршено је детаљно билансирање које је подразумевало обављање серије мерења у предузећу и дефинисање и техно-економски сагледавање мера за смањење трошкова топлотне енергије (технолошке вреле воде и паре) и воде, које су се релативно јефтино и ефикасно имплементирале у предузећу.

На бази анализе прикупљених података о структури светлосних извора у највећим производним јединицама фабрике „Застава аутомобили“ и разговора са представницима корисника истраживања, за енергетску анализу изабрано је пилот постројење у сектору Термичке обраде (ТЕРКО) фабрике „Застава аутомобили“. Поштујући методологију приказану у претходном делу су литературе (11), извршена је инспекција система расвете и мерење осветљености луксметром Extech Instruments Easy View Digital Light Meter model EA30, који има опсег мерења од 40 lux до 400 klux. Након разматрања добијених резултата мерења и интервјуа са корисницима осветљења, а с обзиром на величину објекта, препоручена је замена живиних сијалица металхалогеним односно натријумским сијалицама на пражњење. Што се тиче флуо цеви препорука је спуштање флуо цеви са таванице, боље одржавање и планска замена сијалица. Предложено је редовно чишћење светлосних инсталација, бојење зидова и таванице у бело и њихово редовно одржавање и чишћење. Посебно се препоручује постављање управљачких јединица које садрже прекидаче, сатне механизме, сензоре (показиваче) присутности и друге уређаје уз помоћ којих се регулишу системи расвете.

Да би се утврдило тренутно стање електромоторних погона у "Застава аутомобили, извршена је серија мерења коришћењем трофазног анализатора снаге EXTECH - 3 phase power analyzer 382091. Мерења су обављена на 25 електромотора по избору колега из "Застава аутомобили", чија је снага варирала у распону од 11 kW до 75 kW. Углавном се ради о погонским агрегатима вентилатора на клима коморама и 4 електромотора који погоне пумпе за ултрафитрацију и рецикулационе водове. ради се о релативно старим електромоторима набављеним у периоду од пре 20 година (нису мотори високе ефикасности). раде у релативно непроменљивим режимима, тако да уградња погона променљиве брзине не би била учинковита. Приближно 65 % агрегата је предимензионисано. Није редак случај да је номинална снага коришћених мотора скоро два пута већа од потребне снаге оптерећења у систему и код неколико мотора фактор снаге је испод доње границе од 0,8. Имплементација предложених мера (замена предимензионисаних мотора, уградња нових високоучинских електромотора, корекција фактора снаге) треба да уследи по

промени постојећег начина читавања електричне енергије у предузећу. Потрошњу треба регистровати на високом напону, уз узимање у обзир активне, реактивне и ангажоване (обрачунске) снаге (уз уградњу максиграфа).

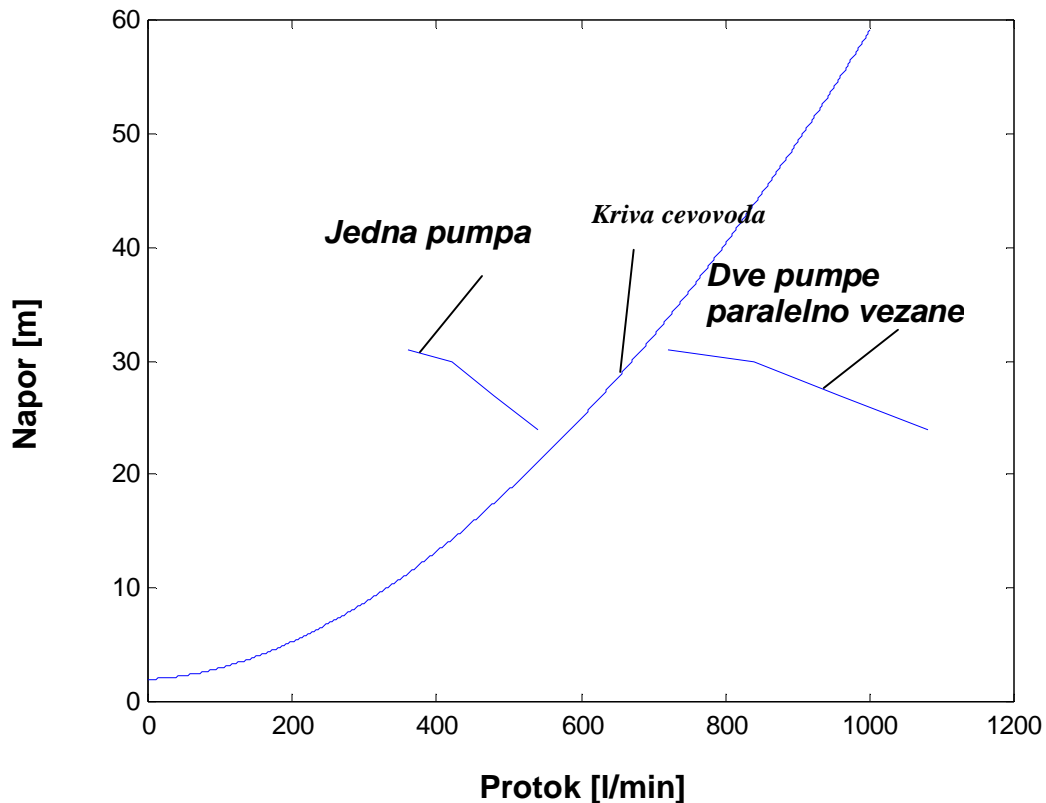
Сврха повезивања бунара бр.3 са резервоаром циркулационог система за хлађење КТЛ-а повезивања је пребацивање воде из бунара у резервоар у циљу смањења потрошње сирове воде и побољшања хлађења катафореске боје. У ту сврху предвиђено је повезивање бунара бр.3 и резервоара циркулационог система за хлађење КТЛ-а, при чему су дефинисане траса и врста цевовода и димензионисана и изабрана пумпа за транспорт флуида (по могућству неку на стању у фабрици).

За хлађење катафореске боје користе се два плочаста измењивача топлоте (SCHMIDT) капацитета  $2\,512\,000\text{ kJ/h}$  ( $2 \times 1\,256\,000\text{ kJ/h} \approx 700\text{ kW}$ ). Као расхладни флуид се користи вода из градске мреже, која се након изласка из измењивача просипа у канализацију. Инсталација је опремљена електромоторним вентилом чији је рад условљен температуром боје која се хлади. На основу измерених вредности протока кроз измењивач, улазне и излазне температуре воде из измењивача, рачунским путем се долази до стварне снаге измењивача  $P=373\text{ kW}$ . Проток кроз измењивач је  $40\text{ m}^3/\text{h}$ , улазна температура воде је  $13\text{ }^\circ\text{C}$ , а излазна  $21\text{ }^\circ\text{C}$  (у летњем периоду, када је спољна температура ваздуха изнад  $30\text{ }^\circ\text{C}$ ).

Директно повезивање бунара и КТЛ постројења није могуће због: недовољне количина воде у бунару (мерењем је утврђено да је издашност бунара од око  $200\text{ m}^3$  на дан, а КТЛ када ради, захтева око  $400\text{ m}^3/\text{дан}$ , док је у нерадним данима довољно око  $200\text{ m}^3/\text{дан}$ ) и немогућности усклађења рада аутоматике у бунару и на КТЛ-у. Рад пумпе у бунару условљен је нивоом воде у истом, док рад КТЛ-а зависи од температуре боје.

Због наведених проблема решење је израда цевовода подземним путем од бунара бр. 3 до базена у јами »ЕСКА«. На овај начин би се вршило допуњавање и потхлађивање воде у базену директно из бунара бр. 3. Рад пумпе у бунару условљен је количином воде у истом.

За пребацивање воде користиће се две бунарске пумпе БП 100-3 паралелно везане. Обзиром да је предвиђен паралелан рад две бунарске пумпе БП 100-3 њихова збирна карактеристика је приказана на слици 2..



Слика 2 Крива цевовода и крива пумпног постројења

Да би се редуковали трошкови потрошње воде, предвиђена је уградња водомера по целинама. се уградња 10 водомера различитих димензија на више локација у фабрици. Након уградње водомера може се увести строго контролисање трошења воде по целинама и на основу тога систем награђивања и кажњавања као мера за рационалније коришћење овог енергента и природног ресурса.

Да би се у "Застава аутомобили" обезбедила рационална потрошња компримованог ваздуха треба спровести низ активности које се односе на:

- детаљан преглед инсталација компримованог ваздуха, примарних и секундарних водова, како би се извршила поправка оштећених и обезбедило боље заптивање и смањили губици,
- реконструкција инсталација у циљу независног снабдевања производних линија, или групе потрошача, како би се омогућило искључивање оних који нису ангажовани у процесу производње,
- уградњу мерача потрошње компримованог ваздуха на нижем нивоу
- снабдевање компримованим ваздухом потрошача из сопствених извора, са мерењем и управљањем потрошњом.



Критички анализирајући податке добијене инспекцијом на терену, процењено је да се санирањем цурења компримованог ваздуха у различитим производним целинама предузећа, годишња потрошња компримованог ваздуха може смањити за 20 %. На тај начин би се остварила уштеда од еквивалентних 1.897,42 MWh електричне енергије, што при пресечној цени овог енергента даје годишњу уштеду од око 115.000 €. Процена је да је за ове потребе, потребно уложити око 85.000 €, чиме се добија да се ова активност исплати за непуних 9 месеци.

Уградња мерача потрошње компримованог ваздуха на нижем нивоу ствара услове за праћење потрошње по организационим целинама и локализацију евентуалних губитака и одступања у потрошњи. На тај начин свака организациона целина би свакодневно контролисала потрошњу компримованог ваздуха и утицала на приоритете при санацији примарне и секундарне инсталације. Утврђено је да је потребан број мерача шест. Процењује се да се њиховом уградњом потрошња компримованог ваздуха може смањити за 5%, а период отплате инвестиције за ову активност износи нешто преко 1 године.

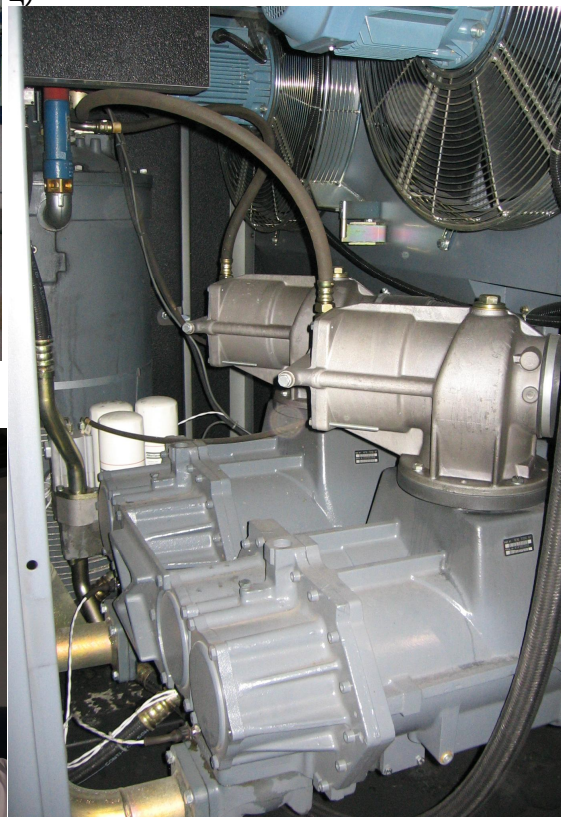
Компримовани ваздух је један од основних енергетских флуида у процесу производње у фабрици Застава Аутомобили. Снабдевање овим енергентом се до сада вршило из компресорске станице Застава Енергетика. Због структуралних власничких промена у систему Застава-Крагујевац, издвајања фабрике Застава Аутомобили у нову и самосталну компанију, неоправдано високе цене компримованог ваздуха, јавља се потреба за изградњом новог самосталног система снабдевања компримованим ваздухом. Овом мером се не штеди енергија, али се значајно смањују енергетски трошкови, а самим тим и трошкови пословања предузећа. Показано је у студији да би се ова инвестиција исплатила за 3,6 године. На основу локација предузећа и података о потребама за ваздухом по постројењима предузећа, уз узимање у обзир резерве капацитета од 10 - 30% и претпоставке да су сви губици на инсталацијама компримованог ваздуха и инсталацијама на опреми санирани, предложена је изградња нових компресорских станица КС-1 и КС-2 и њихово повезивање на постојећу мрежу компримованог ваздуха. Локација КС-1 је унутар постојећег објекта КАТАК, који је на ситуационом плану фабрике означен бројем 22. Идејним решењем Из КС-1, компримованим ваздухом снабдевају се следећи потрошачи: Каросерија, Лакирница, Монтажа, Терен, Објекат А, Финализација. На основу инсталираних капацитета опреме, предвиђени капацитет компресорске станице је 13.000 m<sup>3</sup>/h. Веза са постојећим потрошачима компримованог ваздуха извршена је повезивањем на постојеће цевоводе. Предвиђени број компресора: 3 радна x 4.400 m<sup>3</sup>/h, а перспективно се предвиђа уградња још једног компресора. Локација КС-2 је унутар постојећег објекта ПРЕСЕРАЈ, који је на ситуационом плану означен бројем 3. Из КС-2 снабдевају се компримованим ваздухом следећи потрошачи: Механичка обрада и Пресерај. Предвиђени капацитет КС-2 је 13 000 m<sup>3</sup>/h. У овој КС предвиђен број компресора је: 3 радна x 4.400 m<sup>3</sup>/h, а перспективно се предвиђа уградња још једног компресора. У оба случаја предложени су стабилни вијчани, хлађени водом/ваздухом, са убризгавањем уља, са директним спрезањем електромотора преко еластичне спојнице, на сопственом раму у облози за заштиту од буке. У свакој од

компресорских станица по један компресор је са фреквентном регулацијом броја обртаја.

а)



ц)



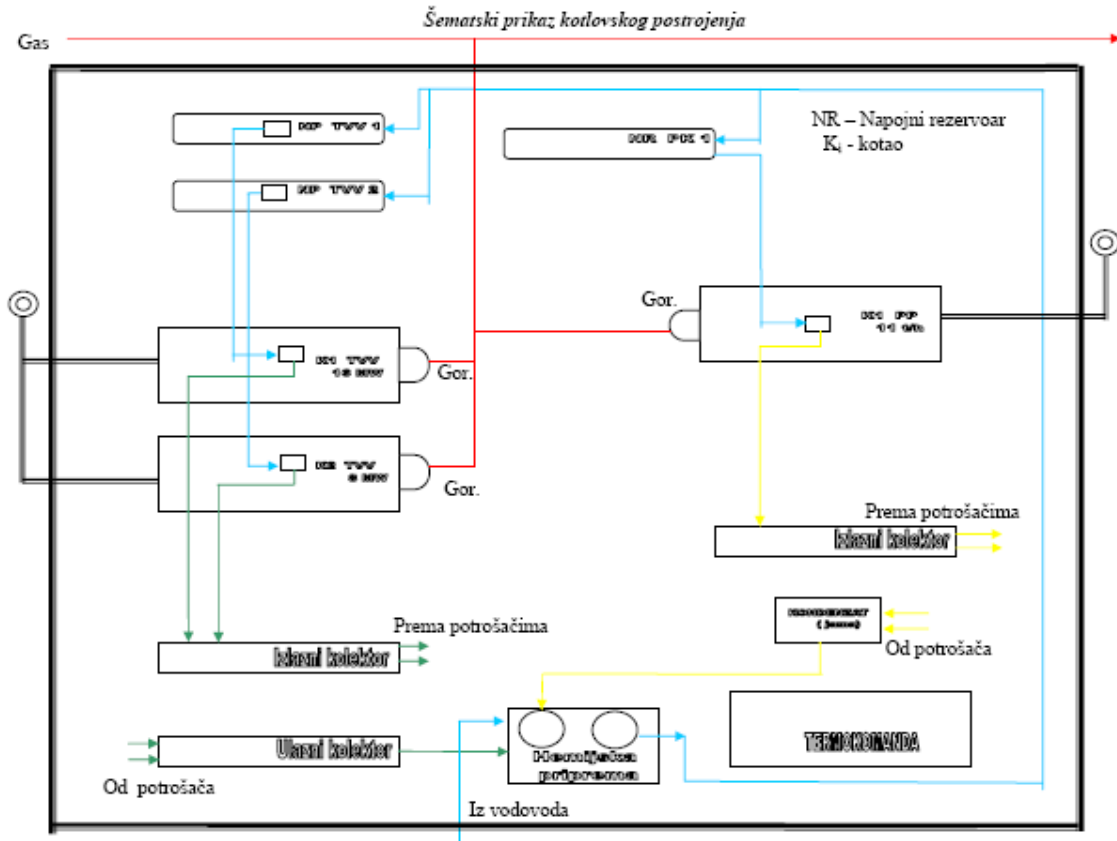
б)



**Слика 3. Деталји уграђене компресорске станице КС-1  
а) компресор, б) контролно-управљачка табла, ц) детаљ вијчаног компресора**

Због многобројних проблема у испоруци топлотне енергије и обрачуна потрошње у "Застава Аутомобили" А.Д., предложена је и изградња нове котларнице. Анализом реалне потрошње током претходних неколико година у различитим режимима рада, и на основу утврђене потрошње постројења, предложена је уградња два вреловодна котла капацитета 16 и 8 MW. У летњем режиму рада када због виших спољних температура нису у функцији клима коморе на линији завршне боје, као ни клима коморе на линији основне боје, за "производњу" технолошке вреле воде користио би се један котао од 16 MW, односно када раде само постројења у Објекту А, котловска јединица од 8 MW. У зимском режиму рада када су у функцији и наведене клима коморе, за загревање у таквим условима хладног спољњег ваздуха, користила би се

оба котла. С обзиром на производни процес у "Застава аутомобили" а.д., предвиђена је уградња и једног котла за производњу прегрејане паре инсталисане снаге 8 MW (11,2 t паре/h параметри паре 250 °C; притисак 15 bar). Котлови су домаћег произвођача ("Топлинг" Београд) док су све остале компоненте и елементи у котларници реномираних светских произвођача (циркулационе пумпе са фреквентном регулацијом Grundfos горионици Weishaupt; висок степен аутоматизације комплетног процеса...). Предвиђена је уградња котлова са интегрисаним економајзерима у циљу повећања енергетске ефикасности.



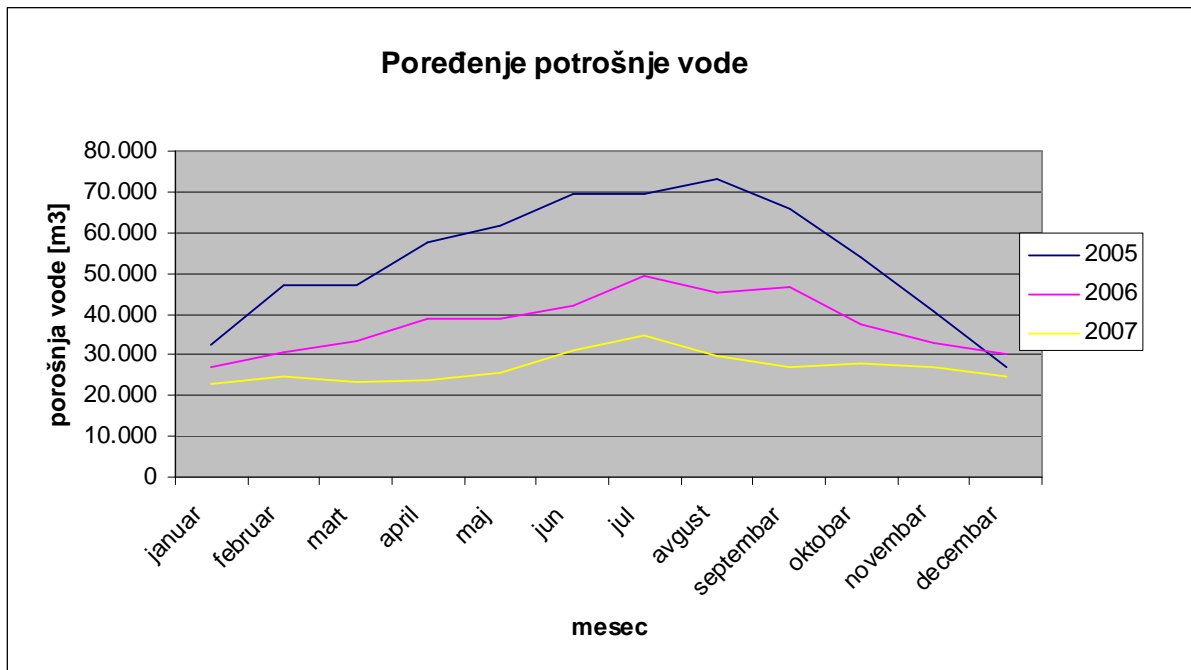
Слика 4 Шематски приказ новог котловског постројења у "Застава Аутомобили"

Економски ефекат поменутих мера приказани су у следећој табели:

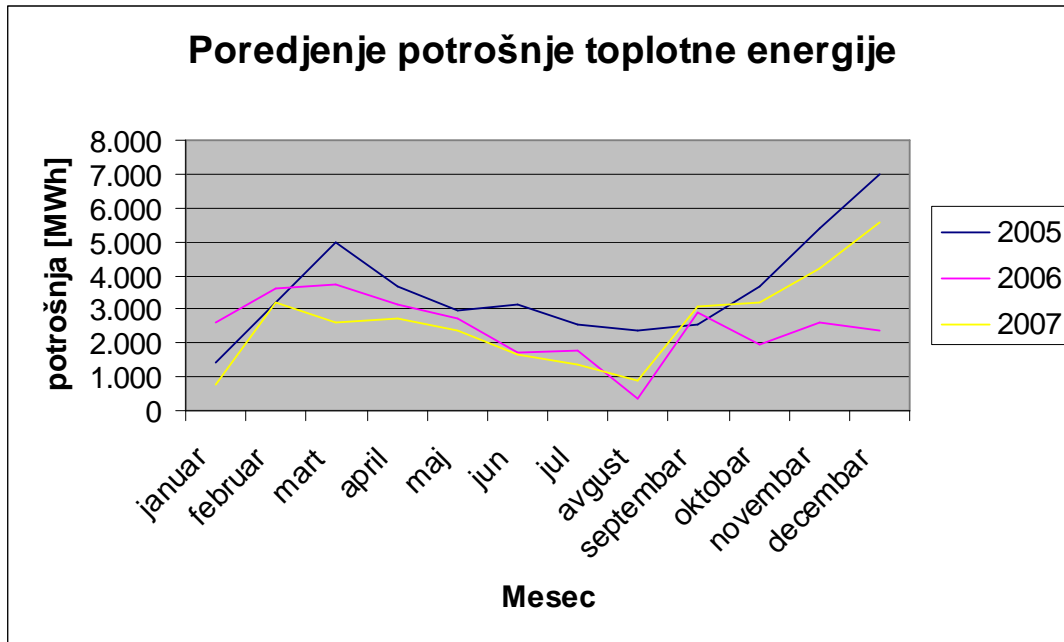
Редни број	Назив мере	Годишња уштеда енергије	Финансијски ефекат примењене мере	Трошкови примене мере и годишњег одржавања	Рок повраћаја инвестиције	
					год.	мес.
1.	Реконструкција система расвете	180 MWh	9,000.00 €	14,400 €	1.6	18

2.	Одржавање испитиваних електромоторних погона	200 MWh	10,500.00 €	19,300.00 €	1.84	22.08
3.	Повезивање бунара бр.3 са резервоаром циркулационог система за хлађење КТЛ-а.	12.960,00 м <sup>3</sup>	7.257,60 €	8.083,20 €	1,11	13,37
4.	Уградња водомера	20.373,60 м <sup>3</sup>	11.363,03 €	5.000,00 €	0,44	5,28
5.	Санирање цурења компримованог ваздуха	1,897.42 MWh	115,091.37 €	85,000.00 €	0.74	8.86
6.	Уградња мерача компримованог ваздуха	474.36 MWh	28,772.84 €	30,000.00 €	1.04	12.51
7.	Изградње компресорске станице		247,278.75 €	894,000.00 €	3.62	43.38
8.	Изградња котларнице		910,000.00 €	2,360,000.00 €	2.59	31.12

Као илустрација ефективности рада и остварених резултата примене овог решења, могу да послуже дијаграми поређења потрошње воде (слика 5) и топлоте енергије (слика 6) у периоду од три последње године: 2005 (пре имплементације пројекта), 2006, 2007. Укупна потрошња воде на годишњем нивоу је редукована за скоро 50 % (око 300.000 м<sup>3</sup>), што представља уштеду предузећу од преко 220.000 €. Потрошња топлотне енергије је редукована за преко 20 % (око 9.000 MWh), што представља уштеду предузећу од преко 350.000 €.



Слика 5. Поређење месечне потрошње воде у "Застава аутомобили" у периоду 2005 – 2007. године



**Слика 6. Поређење месечне потрошње топлотне енергије у "Застава аутомобили" у периоду 2005 – 2007. године**

## 5 Литература

- Gordic, D., Babic, M., et. al., Energy auditing and energy saving measures in 'Zastava automobili' factory, Thermal science, 2009, vol. 13 (1), pp. 185 – 193
- Гордић Д., Бабић М., Јовичић Н., Шуштершич В., Кончаловић Д., Јелић Д., Максимовић С., Милојевић С., Дробњак А., Тодоровић С., Успостављање система газдовања енергијом у фабрици „Застава аутомобили“, а.д., Енергија, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија, екологија , Бр. 1-2, Година IX, март 2007, стр. 183-189.
- Гордић Д., Бабић М., Јовичић Н., Кончаловић Д., Политика газдовања енергијом у индустријском предузећу, Фестивал квалитета 2007, 2. Национална конференција о квалитету живота, Крагујевац 08-11. мај, 2007, Зборник апстраката, стр. 44,
- Гордић, Д., Бабић, М., Јелић, Д., Кончаловић, Д., Уштеда електричне енергије у системима расвете индустријског осветљења, Енергија, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија, екологија , Бр. 1-2, Година X, март 2008, стр. 180-185.
- Гордић, Д., Бабић, М., Кончаловић, Д., Јелић, Д., Уштеда енергије у индустријским системима компримованог ваздуха кроз санирање цурења, Енергија, Лист Савеза енергетичара: Енергија, економија, екологија , Бр. 1-2, Година X, март 2008, стр. 174-177.
- Максимовић, С., Тодоровић, С., Гордић, Д., Потрошња воде у великим системима – пример "Застава аутомобили" а.д. Крагујевац, Зборник радова Осме међународне

- конференције "Водовони и канализациони системи", Јахорина, Пале, 28-30. мај 2008. године, стр. 152-159.
7. Тодоровић, С., Максимовић С., Гордић, Д., Изградња гасне котларнице у "Застава аутомобили" а.д., Зборник радова Конференције одржавања, "КОД-2008", Тиват, 10-13. јун 2008. године, стр. 373-378.
  8. Бабић, М., Гордић, Д., Јовичић, Н., Миловановић, Д., Шуштершич, В., Јелић, Д., Кончаловић, Д., Резултати, проблеми и перспективе у области енергетске ефикасности из угла РЕЦЕЕ Крагујевац, Регионална конференција: индустријска енергетика и заштита животне средине у земљама југоисточне европе ИЕЕП 2008, 24-27. јуни 2008., Златибор, Србија.
  9. Galitsky, S., Worrell, E., Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Vehicle Assembly Industry, An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2003
  10. Thumann, A., Younger, W. J., Handbook of Energy Audits - Sixth Edition, Fairmont Press, USA, 2003
  11. Capeheart, L. B., Turner, W. C., Kennedy, W. J., Guide to Energy Management, The Fairmont Press and Marcell Dekker Inc., Fourth Edition, USA, 2003
  12. Turner, W. C., Energy Management Handbook - Third Edition, The Fairmont Press, USA, 1997.
  13. Thumann, A., Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation, The Fairmont Press and Marcell Dekker Inc., USA, 2002
  14. Castellow, C., C. E. Bonnyman, H. G. Peach, J. C. Ghislain, P. A. Noel, M. A. Kurtz, J. Malinowski, and M. Kushler. (c. 1997). Energy Efficiency in Automotive and Steel Plants
  15. Гордић Д., Бабић М., Јовичић Н., Шуштершич В., Јелић Д., Методи дијагностиковања одвајача кондензата, ХИИ Симпозијум термичара СЦГ, Соко Бања, 18.-21. октобар, 2005
  16. Максимовић С., Тодоровић С., Гордић Д., Улога енергетског менаџера у рационалном коришћењу енергије у индустријском предузећу, КОНФЕРЕНЦИЈА ОДРЖАВАЊА "КОД-2006" ТИВАТ, 27-30. јун 2006., стр. 59-60
  17. Тодоровић С., Максимовић С., Гордић Д. Анализа стања, дијагностика, технички и економски ефекти спровођења мера одржавања и замене одвајача кондензата, КОНФЕРЕНЦИЈА ОДРЖАВАЊА "КОД-2006" ТИВАТ, 27-30. јун 2006., стр. 91-92.
  18. Гордић, Д. и група аутора: Студија Прелиминарни енергетски биланс Фабрике "Површинска заштита", А.Д. "Застава- Аутомобили", Пројекат I.EE 302-1019V
  19. Гордић, Д. и група аутора: Студија: Дефинисање и техно-економска анализа мера за смањење трошкова топле воде и паре у лакирници "Заставе аутомобили" а.д. Пројекат I.EE 302-1019V
  20. Гордић, Д. и група аутора: Елаборат: Извештај о мерењу потрошње воде у "Застава аутомобили" а.д. Пројекат I.EE 302-1019V
  21. Гордић, Д. и група аутора: Елаборат: Приказ и анализа учинка примењених мера на енергетску ефикасност фабрике "Површинска заштита" Пројекат I.EE 302-1019V

22. Гордић, Д., и остали, Енергетски биланс предузећа Застава аутомобили, Елаборат #1/2007 пројекта НПЕЕ 232007: Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила, 2007
23. Гордић, Д., и остали, Повећање енергетске ефикасности индустријског система расвете у "Застава аутомобилима", Елаборат #2/2008 пројекта НПЕЕ 232007: Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила, 2008
24. Гордић, Д., и остали, Анализа електромоторних погона у "Застава Аутомобили", Елаборат #3/2008 пројекта НПЕЕ 232007: Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила, 2008
25. Гордић, Д., и остали, Мерење потрошње воде и могућности смањења трошкова употребе воде у фабрици Застава Аутомобили, Елаборат #6/2007 пројекта НПЕЕ 232007: Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила, 2007
26. Гордић, Д., и остали, Анализа стања и дефинисање мера за боље газдовање потрошњом компримованог ваздуха у "Застава аутомобили" а.д., Елаборат #5/2007 пројекта НПЕЕ 232007: Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила, 2007
27. Гордић, Д., и остали, Елаборат о изградњи нове котларнице у "Застава аутомобили" а.д., Елаборат #4/2008 пројекта НПЕЕ 232007: Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила, 2007

ПРИМЉЕНО: 08 JUN 2010			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
01-1		1727	

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу бр од 22.04.2010. године именовани смо за рецензенте техничког решења “Повећана енергетска ефикасност производних процеса фабрике Застава аутомобили” аутора: др Душана Гордића, ванредног професора, др Милуна Бабића, редовног професора, др Небојше Јовичића, ванредног професора, др Добрице Миловановића, редовног професора, др Вање Шуштершич, доцента, др Дубравке Јелић, истраживач-сарадника, др Давора Кончаловића, истраживач-сарадника, др Слободана Савића, доцента. На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

### ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење “Повећана енергетска ефикасност производних процеса фабрике Застава аутомобили” аутора др Душана Гордића, ванредног професора, др Милуна Бабића, редовног професора, др Небојше Јовичића, ванредног професора, др Добрице Миловановића, редовног професора, др Вање Шуштершич, доцента, др Дубравке Јелић, истраживач-сарадника, др Давора Кончаловића, истраживач-сарадника, др Слободана Савића, доцента, реализовано 2006. године, приказано је на 15 страница формата А4, писаних Cambria фонтом, једноструким (сингл) проредом, садржи 6 слика и 2 табеле. Састављено је од следећих поглавља:

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 (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже) и
5. Литература.

Техничко решење припада области енергетска ефикасност.

Техничко решење је реализовано у оквиру рада на пројекту министарства за науку Републике Србије – Програми уштеде енергије и рационалног газдовања енергијом у групи Застава возила“ – ЕЕ 232007 за корисника Застава аутомобили, ад, Крагујевац.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у раду Gordic, D., Babic, M., et. al., Energy auditing and energy saving measures in 'Zastava automobili' factory, Thermal science, 2009, vol. 13 (1), pp. 185 – 193, а приказана је и у пратећим пројектним елаборатима и презентована на научно-стручним скуповима и објављена у домаћим научним часописима. Примена предложеног техничког решења реализована је у предузећу Застава аутомобили, ад, Крагујевац.

### МИШЉЕЊЕ

Аутори наведеног техничког решења су на јасан и оригиналан начин приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Коришћењем



модерног инжењерског приступа и оригиналне методологије детаљног енергетског билансирања предузећа Застава аутомобили, аутори су дефинисали трошковно ефикасне мере за смањење потрошње енергије уз критичку анализу и примену светских искустава "најбоље праксе" уштеда енергије за овај индустријски сектор.

Мере се посебно односе на енергенте које се користе у фабрици (топлотна енергија (пара и топла вода), електрична енергија, компримовани ваздух, вода (сирова) и свеобухватно на праксу увођења система газдовања енергијом (праћење енергетских параметара, постављање и остваривање циљане енергетске потрошње у функцији од производње). Сваку меру прати детаљно техно-економско сагледавање (могућност набавке опреме и средстава на домаћем тржишту, потребне финансије за набавку и уградњу, трошкови одржавања, предвиђање реалног периода повраћаја уложених инвестиционих средстава за имплементацију активности).

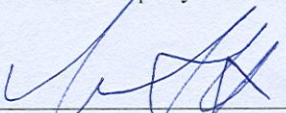
Реализацијом овог техничког решења имплементирани су мере које су допринеле да предузеће "Застава аутомобили" смањи трошкове енергената (електричне енергије, топлотне енергије и воде) за око 25 % на годишњем нивоу, при чему је важно напоменути да се ради о мерама са брзим роком повраћаја уложених средстава и за чију имплементацију нису била неопходна релативно велика финансијска средства.

Предложена методологија за анализу могућности примене поменутих мера, може се ефикасно применити не само у предузећима аутомобилске индустрије, него и у било ком предузећу металопрерађивачке индустрије.

Са задовољством предлажемо да се техничко решење „Повећана енергетска ефикасност производних процеса фабрике Застава аутомобили“ прихвати као ново техничко решење (битно побољшани постојећи производи и технологије – рационална употреба енергије (М84 - према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008))).

08.06.2010., у Нишу и Крагујевцу

  
др Младен Стојиљковић, ред. проф.  
Машински факултет Ниш

  
др Небојша Лукић, ред. проф.  
Машински факултет Крагујевац



Универзитет у Крагујевцу  
Машински факултет у Крагујевцу  
Број : **ТР-35/2010**  
10. 06. 2010. године  
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

## **О Д Л У К У**

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Повећана енергетска ефикасност производних процеса фабрике Застава аутомобили**“, аутора **Др Душана Гордића, др Милуна Бабића, др Небојше Јовичића, др Добрице Миловановића, др Вање Шуштершич, Дубравке Јелић, Давора Кончаловића и др Слободана Савића.**

Решење припада класи **M84**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

- 1. Др Младен Стојиљковић, ред. проф., Машински факултет Ниш**
- 2. Др Небојша Лукић, ред. проф., Машински факултет у Крагујевцу**

Достављено:

Ауторима

Архиви

Декан Машинског факултета  
Проф. др Мирослав Бабић

