

# ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

## „Топлотна пумпа - ТП-06-Лаб“

### Аутори техничког решења

- Проф. Др Милорад Бојић, ред. проф, Машински факултет у Крагујевцу
- Саша Костић, дипл. инг

### Наручилац техничког решења

- Машински факултет Крагујевац - Лабораторија за термодинамику и термотехнику решење финансирано од стране Америчког друштва за грејање, хладјење и климатизацију (ASHRAE)

### Корисник техничког решења

- Машински факултет Крагујевац - Лабораторија за термодинамику и термотехнику

### Година када је техничко решење урађено

- 2008.

### Област технике на коју се техничко решење односи

- Машинство, енергетика

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

Употреба фосилних горива да покрије потребе енергије за грејање и хлађење простора има озбиљне ограничења као фосилна горива су исцрпљујући и коришћење фосилних горива генерише локалних загађења ( $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_x$ ), и глобално загађење ( $\text{CO}_2$ ), који даје Земљи грејање. Један начин да се изборе са повећањем потребе за енергијом без коришћења фосилних горива је коришћење обновљивих извора енергије, као што су соларне енергије и енергије акумулиране у земљишту.

За заштиту животне средине у Србији је важно да истражује примену обновљивих извора енергије за грејање. Наиме, Србија за грејање објекат захтева велику количину енергије, јер има шест месеци хладне климе.

Узимајући у обзир ову потребу у будућности Србије и имајући у виду да ће млади инжењери машинства ширти ове технологије међу својим будућим клијентима, потребно је да обезбеди студентима у Лабораторија за термодинамику и термотехнику да виде пример примене технологије. Ова решење ће омогућити да покрећу један такав уређај, мере његове параметре и израчунавају ефеката примене соларне енергије и савремене технологије као што су топлотна пумпа за заштиту животне средине и уштеду енергије.

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

За заштиту животне средине у Србији је важно да истражује примену обновљивих извора енергије за грејање. Наиме, Србија за грејање објекат захтева велику количину енергије, јер има шест месеци хладне климе.

Узимајући све ово у обзир, чини се неопходно да се уведе технологија топлотне пумпе за грејање током зиме да би уштедели енергију и заштитили животну средину. Ова технологија користи обновљиве изворе енергије да се реши потреба људи за грејањем, као што је грејање воде ниске температуре на соларну енергију. Како ове врсте енергије имају ниски температурни потенцијал, онда ће само мала количина електричне енергије бити потребна да надоградите свој температурни потенцијал у циљу грејања стамбеног простора и домаће воде. Ми практично треба да обезбедимо 1J електричне енергије да пренесе најмање 4J топлоте из соларних колектора, котлова на грејна тела. Поред тога, можда ћемо задовољити неке потребе за хлађење.

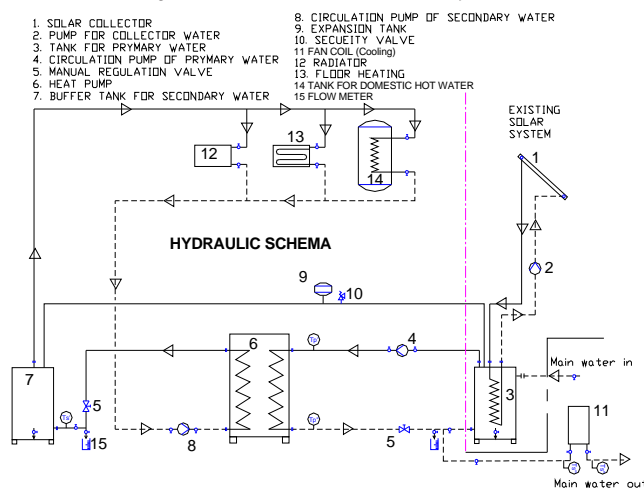
### 3. Суштина техничког решења

Као студентско учило на Машинском факултету у Крагујевцу инсталирана је топлотна пумпа вода-вода која студентима демонстрира грејање и хладјење уз ниску потрошњу електро енергије. Трошећи електро енергију на свом компресору, топлотна пумпа пребацује топлоту из топлотног извора (на нижој температури) у топлотни понор (на вишој температури) који чине радијаторски систем грејања, систем подног грејања и систем за грејање санитарне воде. Топлотни извор је или вода у бојлеру која је загрејана помоћу соларних колектора или водоводска вода. Када је то водоводска вода, онда се она лети (када се охлади у топлотној пумпи) проводи кроз вентилатор-конвектор који обезбедјује хладјење ваздуха у просторији у којој се налази. Цела инсталација финансирана је од стране Америчког друштва за грејање, хладјење и климатизацију (ASHRAE).

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

Циљ овог уређаја је да се студентима демонстрира грејање помоћу соларних колектора и топлотне пумпе.

Ова инсталација је дизајнирана и састављена по шеми приказаној на слици 1. Такође је унапређена за употребу воде из водовода када нема довољно сунчевог зрачења за грејање примарног вода. Затим, инсталација може обезбедити хлађење.



Слика 1. Шематски приказ демонстратора

Шема показује да се демонстратор састоји од топлотне пумпе, резервоара соларног колектора 3, тампон резервоара 7, подног грејача 13, радијатора 12, хладњак 11, резервоар топле воде 14, затворени бафер резервоар 9, цеви и вентили. За овај демонстратор могу да се за грејање користе воде ниске температуре из два извора: соларно грејање воде и водоводна мрежа (санитарне воде и вода за пиће).

Постојећа инсталација за соларну трансформацију топлоте и електричне енергије је резултат претходних пројеката. Затим, два соларна колектора су конструисане да се трансформишу

соларну енергију у топлоту и електричну енергију. Такође, инсталација је направљена да акумулира топлоту у резервоар и да акумулирају струју у батерије за складиштење.

Елементи ове приказане инсталације биће детаљно описани.

У инсталацији се користи топлотна пумпа АК ТР 13 WW (приказани на слици 2). Топлотна пумпа је типа вода-вода. Топлотна пумпа преноси енергију из извора на ниској температури (примарна вода) за грејање воде на високој температури. Ова трансформација се врши херметички инсталације унутар топлотне пумпе напуњене течношћу фреон R22.



Слика 2 Топлотна пумпа

Топлотна пумпа је намерно отворена да студенти могу да виде шта су компоненте топлотне пумпе: Хермесов фреона компресор, два коаксијална измењивача топлоте фреон-вода, фреон компоненте (термо вентил, фреонски испаривач), комбиновани прекидач за заштиту компресора и фреона инсталацију са високим и ниским притиском, електро кутија за напајање електричном енергијом и додаци за укључивање компресора, основне и средње пумпе, и микропроцесорски регулатор.

Техничке карактеристике АК ТР 13 WW су следеће:

За фреон R22

- температуре испаравања је  $T_i = 5\text{ }^\circ\text{C}$  при притиску испаравања  $P_i = 5,85\text{ bar}$
- температуре кондензације  $T_c = 55\text{ }^\circ\text{C}$  при притиску кондензације  $P_c = 12,55\text{ bar}$
- топлотна снага је  $3.78\text{ kW}$  за  $T_c = 32\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_i = 5\text{ }^\circ\text{C}$ ,

Компресор

- снаге је  $0.98\text{ kW}$  са  $220\text{V AC}$  на  $50\text{Hz}$ ,
- максималан број укључивања компресора је 6 на сат,

Проток

- номинални проток воде износи  $0.72\text{ m}^3/\text{h}$  при  $T_v = 12\text{ }^\circ\text{C}$ ,
- минимална температура од улазних примарне воде  $T_{v\text{min}} = 10\text{ }^\circ\text{C}$ ,
- минимални проток од примарног вода  $\geq 0.28\text{ m}^3\text{ воде}/\text{h}$ ,
- максимална температура примарног улазног вода  $35\text{ }^\circ\text{C} \leq T_{v\text{max}} \leq 40\text{ }^\circ\text{C}$
- за секундарни вод, проток је  $0.65\text{ m}^3/\text{h}$
- максимална температура  $500\text{ }^\circ\text{C}$ , и номинални пад притиска  $30\text{ kPa}$ .

Бафер резервоар за воду секундарног вода има капацитет од 80 литара воде. Она служи да се

накупи вода која се загрева помоћу топлотне пумпе.

Мини систем подног грејања који се користи у инсталацији је приказан на слици 3.



*Слика 3 Систем подног грејања*

Систем TOP2000 типа произвођача " JOCO warme in form" се састоји од само једне цеви за грејање (140Д и 4m дужине) постављене у једану петљу налази на алуминијумској фолији која дистрибуира топлоту простору. Цеви материјал је од умреженог полиетилена (PEX) ојачан мрежом од алуминијумске жице. Ова фолија је стављена на стиропор (2 x 0,5 m), који спречава пренос топлоте на земљу. Топлотна снага од зрачења подног грејања зависи од размака цеви, температуре воде, протока и подних облога.

Грејање је приказаним алуминијумским радијаторима типа Global VOX. Она има четири ребра и висок је 600 mm.

Резервоар за загревање потрошне топле воде је запремине 10 литара. Њен произвођач је TERMORAD. Резервоар је опремљен комбинованим измењивачем топлоте који омогућава грејање помоћу струје и топле воде из топлотне пумпе. Топлу воду за грејање обезбеђује цеви бакарне спирале. Електричне енергије за грејање обезбеђује посебан отпор грејача.

Хладњак је произведен од стране фирме Galletti и типа estro FL. Унутар хладњака, ваздух око 26°C се хлади до око 14°C на температуру примарне воде.

Инсталација ће радити у два режима: режим примене соларне енергије и режим са главним водом.

Како су извори фосилних горива исцрпљујући, њиховом експлоатацијом генерише се локално и глобално загађења, потребе за енергијом за грејање и хлађење објеката може бити задовољно коришћењем обновљивих извора енергије: соларна енергија и енергија акумулирана у води и земљишту. Топлотна пумпа дизајнирана за демонстрацију користи обновљиве изворе енергије и електричну енергију за загревање простора и домаће воде и хлади простор. У овом демонстратору, 1J електричне енергије користи се за пренос 4J топлоте из соларних колектора, резервоара или главног вода водовода на грејна тела. Грејна тела (који су инсталирана) су радијатор, уређај за подно грејање, као и резервоар за потрошне топле воде. Ова инсталација је сада у пуној функцији која омогућава студентима да обављају своје експерименте. Теоријска инсталација је дат као основа за даље едукативне истраживања која ће се обавити у лабораторији.

## 5 Литература

Bojic: Development and investigation of hybrid plane collector of solar energy for heat and electricity conversion, Project EE708-1003B of Ministry for science, technology and development of Republic of Serbia.

Galletti: Fan Coil Units, Estro, Galletti, [www.galletti.it](http://www.galletti.it), 2007

GLOBAL: GLOBAL Radiatori, <http://www.globalradiatori.it>, 2007.

JOCO: KlimaBoden TOP 2000 plan ABS, <http://www.joco-waermeinform.de>.

Langley, B: Heat pump technology, Prentice Hall; 3 edition

Silberstein, E: Heat pumps, Thomson.



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ  
**МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ**  
 ПРИМЉЕНО: 19 МАЈ 2010

Орг. јед.	Број	Врста	Вредност
	01-1/1484		

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу број 01-1/1128-14 од 22. 04. 2010. године именовани смо за рецензенте техничког решења "Топлотна пумпа - ТП-06-Лаб" аутора *Проф. Др Милорад Бојић, ред. Проф, Саша Костић, дипл.инг.*. На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

### ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење "Топлотна пумпа - ТП-06-Лаб" аутора *Проф. Др Милорад Бојић, ред. Проф, Саша Костић, дипл.инг.*, реализовано 2008 године, приказано је на 6 страница формата А4, писаних Times New Roman 12 поинт фонтом, једноструким проредом, садржи 6 слика. Састављено је 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 Машинство Енергетика. Наручилац техничког решења је Америчко друштво инжењера за грејање, хлађење и климатизацију које је и дало средства да се оно реализује на Машинском факултету у Крагујевцу.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена на Међународним конференцијама у Београду и Темошвару. Примена предложеног техничког решења реализована (очекивана) је на универзитетима и већем броју средњих и виших школа као лабораторијско постројење и учило.

### МИШЉЕЊЕ

*Аутори техничког решења "Топлотна пумпа - ТП-06-Лаб" су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Ово техничко решење се састоји из топлотне пумпе, као и уређаја за симулацију радијаторског грејања, подног грејања, конвекторског грејања и хлађења, и уређаја за загревање потршне топле воде. У инсталацији се користи топлотна пумпа АК ТР 13 WW. Топлотна пумпа је типа вода-вода. Топлотна пумпа преноси енергију из извора на ниској температури (примарна вода) за грејање воде на високој температури. Ова трансформација се врши херметички инсталације унутар топлотне пумпе напуњене течностју фреон R22. Топлотна пумпа је намерно отворена да студенти могу да виде шта су компоненте топлотне пумпе: Хермесов фреона компресор, два коаксијална измењивача топлоте фреон-вода, фреон компоненте (термо вентил, фреонски испаривач), комбиновани прекидач за заштиту компресора и фреона инсталацију са високим и ниским притиском, електро кутија за напајање*



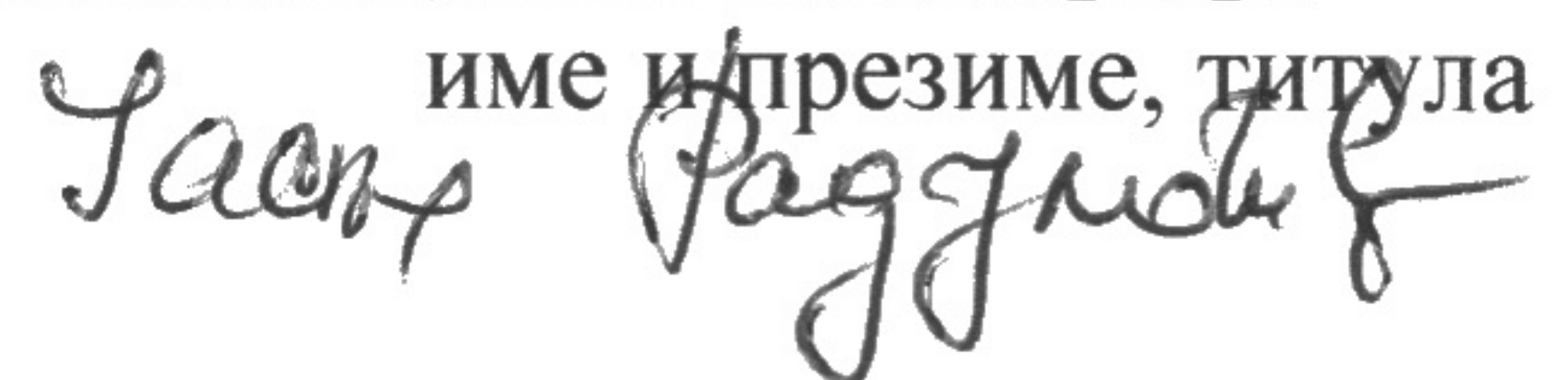
електричном енергијом и додаци за укључивање компресора, основне и средње пумпе, и микропроцесорски регулатор. Систем подног грејања типа произвођача "JOCO warte in form" се састоји од само једне цеви за грејање (140Д и 4т дужине) постављене у једану петљу налази на алуминијумској фолији која дистрибуира топлоту простору. Цев материјал је од умреженог полиетилена (РЕХ) ојачан мрежом од алуминијумске жице. Ова фолија је стављена на стиропор (2 x 0,5 т), који спречава пренос топлоте на земљу. Топлотна снага од зрачења подног грејања зависи од размака цеви, температуре воде, протока и подних облога. Грејање је приказаним алуминијумским радијаторима типа Global VOX. Она има четири ребра и висок је 600 тт. Резервоар за загревање потрошне топле воде је запремине 10 литара. Њен произвођач је TERMORAD. Резервоар је опремљен комбинованим измењивачем топлоте који омогућава грејање помоћу струје и топле воде из топлотне пумпе. Топлу воду за грејање обезбеђује цев бакарне спирале. Електричне енергије за грејање обезбеђује посебан отпор грејача. Конвектор је произведен од стране фирме Galleti и типа estro FL. Унутар хладњака, ваздух око 26 °С се хлади до око 14 °С на температуру примарне воде.

Овај уређај је реализован и његов рад проверен дуже времена у пратичним условима када су добијени очекивани резултати. Очекује се да се овај уређај услужно производи за обуку средњошколаца и студената при чему би производњу преузела у блиској будућности компанија Еуро хеат у Крагујевцу. Зато са задовољством предлажемо да се техничко решење "Топлотна пумпа - ТП-06-Лаб" прихвати као ново техничко решење.

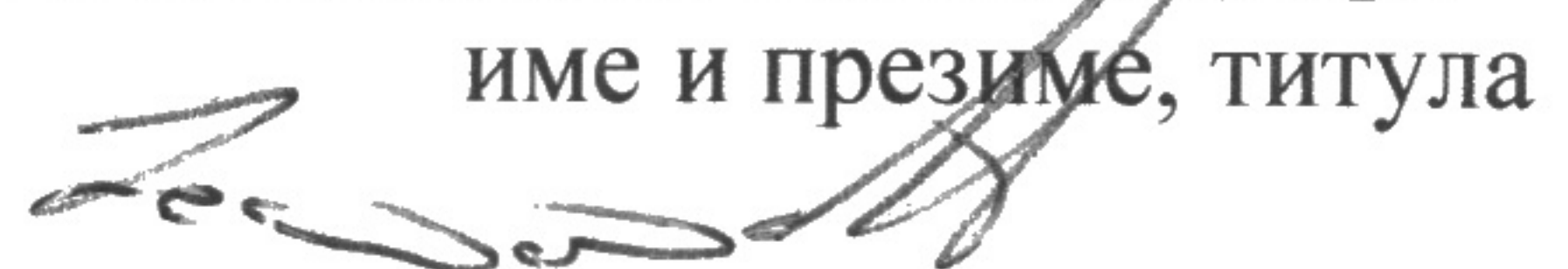
С обзиром на оригиналност и сложеност конструкције, успешну реализацију и позитивне резултате у испитивању предлажемо да се ово техничко решење категоризује као ново лабораторијско постројење.

датум, 18.05.2010. у Крагујевцу

Др Јасна Радуловић, ван.проф.

име и презиме, титула  


Др Милан Деспотовић, ван.проф.

име и презиме, титула  






Универзитет у Крагујевцу  
Машински факултет у Крагујевцу  
Број : **ТР-26/2010**  
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

## ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Топлотна пумпа ТП-06-лаб“, аутора **Др Милорада Бојића и Саше Костића.**

Решење припада класи **M85**, 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 Јасна Радуловић, ванредни професор, Машински факултет у Крагујевцу**
2. **Др Милан Деспотовић, ванредни професор, Машински факултет у Крагујевцу**

Достављено:

Ауторима

Архиви

ДЕКАН МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Др Мирослав Бабић, ред. проф.