

Тома Танасковић, Дејан Бркић

Рударско-геолошки факултет, Београдски универзитет, Београд, Србија

Класификација кућних гасних котлова на основу ефикасности

Стручни рад

UDC: 620.98:697.3

BIBLID: 0350-218X, 34 (2008) 1, 83–92

Методологија којом се прорачунава сезонска ефикасност кућних гасних котлова је прописана процедуром Владе Велике Британије за вредновање енергетске ефикасности у зградама. Сама методологија је опширно и применљива је и у нашим условима. Ова методологија је у складу са Европском директивом 92/42/ЕЕС која размајтра захтеве ефикасности за нове котлове за топлу воду који раде на гасовима и течна горива. Овако прорачунава сезонска ефикасност је релевантан параметар за поређење различитих модела котлова. Ознака класе енергетске ефикасности се додељује првенствено на основу верификованих вредности сезонске ефикасности. У корелацији са сезонским степеном ефикасности је годишња потрошња горива појединог котла, а самим тим су упоредиви и годишњи трошкови за употребљено гориво.

Кључне речи: природни гас, котлови, енергетска ефикасност (прорачун)

Увод

Класификацију котлова на гас најлакше је извршити на основу степена сезонске ефикасности добијене на посебном процедуром прописан начин. За прорачун сезонске ефикасности [1] кућних котлова на гас, односно појединих модела котлова, потребно је имати познат податак о степену искоришћења за доњу топлотну моћ при пуном оптерећењу E_{full} и при 30% оптерећења E_{part} , као и тип котлова. На основу ових улазних података може да се приступи прорачуну сезонске ефикасности по методи прописаној по SAP (Standard Assessment Procedure) 2005 [2] и тако добити податак који се у пракси показао као најбољи за поређење различитих типова котлова. Европска директива 92/42/ЕЕС [3] прописује потребне вредности ефикасности при пуном и делимичном оптерећењу у зависности од снаге и типа котлова као и тачну дефиницију шта се подразумева под одређеним типом котла, а ти подаци су даље потребни за прорачун сезонске ефикасности. Ради боље информисаности тржишта и заштите купаца, као и здраве конкуренције, у Великој Британији се

податак о сезонској ефикасности, енг. SEDBUK (Seasonal Efficiency of Domestic Boilers in the United Kingdom) [1] објављује јавно уз сагласност произвођача, односно његовог заступника на основу чега поједини модел котла може да уђе у базу података, а након верификације улазних података од стране овлашћене лабораторије може и да добије ознаку класе енергетске ефикасности [1], као и додатну ознаку – Energy Saving Recommended коју додељује непрофитна организација The Energy Saving [4] чији је оснивач Влада Велике Британије уз учешће приватног сектора после Самита у Рио де Жанеиру 1992. године. Ова организација промовише штедњу енергије са два главна циља, да допринесе одрживом коришћењу енергије и да се смањи емисија угљен-диоксида, и у том циљу додатно информише потрошаче.

Захтеви по директиви 92/42/ЕЕС

Европска директива 92/42/ЕЕС [3] тиче се ефикасности котлова за топлу воду који раде на течна или гасовита горива. Директива [3] прописује у члану 5. степене ефикасности које котлови морају да задовоље и под којим условима, а који су улазни подаци за прорачун сезонске ефикасности (табл. 1).

Таблица 1. Захтевана ефикасност котлова по директиви 92/42/ЕЕС*

Тип котла	При називној снази котла [%]	При делимичном оптерећењу котла [%]
Стандардни котлови	$84 + 2 \log P_n$	$80 + 3 \log P_n$
Нискотемпературни котлови**	$87,5 + 1,5 \log P_n$	$87,5 + 1,5 \log P_n$
Гасокондензациони котлови	$91 + \log P_n$	$97 + \log P_n$

* P_n – снага дата у kW и може бити у опсегу од 4–400 kW

** Укључујући и гасокондензационе котлове на течном гориву

Директива такође прописује шта се под којим типом котлова тачно подразумева, нпр. нискотемпературни, кондензациони котлово, итд. Просечна температура воде у котлу за стандардне услове [3] под којима се одређују степени ефикасности у табл. 1 је при пуној снази 70 °C, а при делимичној снази за стандардне котлове 50 °C, за нискотемпературне 40 °C, док је за кондензационе котлове битна улазна температура воде која мора бити 30 °C да би се постигао кондензациони ефекат.

Прорачун сезонске ефикасности

Као што је већ напоменуто као улазни подаци за прорачун сезонске ефикасности потребни су подаци о степену искоришћења за доњу топлотну моћ при пуном оптерећењу E_{full} и при 30% оптерећења E_{part} , као и тип котла. Највеће вредности степена ефикасности за кондензационе котлове при пуном оптерећењу могу бити 101,0%, а при 30% оптерећења 107,0%, док код некондензационих котлова највеће вредности при пуном оптерећењу могу бити 92,0%, а при 30% оптерећења 91,0%. Степен ефикасности се рачуна за доњу топлотну моћ тако да може код кондензационих котлова прећи 100% јер су они конструисани тако да искористе топлотну енергију која се ослобађа кондензацијом водене паре. Степене искоришћења при

пуном E_{full} и делимичном оптерећењу E_{part} који служе као улазни податак и који не могу прећи наведене вредности треба превести на горњу топлотну моћ и то тако што се оне множе коефицијентом 0,901 за гасне котлове, са 0,921 за котлове на течни нафтни гас (ТНГ) (енг. LNG – liquid natural gas) [2] (видети у SAP 2005 табл. D2.2).

У даљем току прорачуна потребно је одредити тип котла у складу са одељком D1 и табл. D2.3 у SAP 2005 [2], а затим на основу овога изабрати одговарајући израз за прорачун сезонске ефикасности из таблице D2.4 [2], нпр. за on/off гасни котло (on/off regular), било кондензациони или не, важи израз 101 (1), а за исти такав са резервоаром (on-off storage combination) израз, 105 (2) по SAP 2005 [2], док за подесиве било кондензационе или не, ако немају резервоар (modulating regular) важи израз 102 (3), а ако имају резервоар (modulating storage combination) израз 106 (4), итд.:

$$101 : E = 0,5(E_{full} + E_{part}) - 2,5 - 4 \quad (1)$$

$$105 : E = 0,5(E_{full} + E_{part}) - 2,8 + (0,209 b L V_{cs}) - 4p \quad (2)$$

$$102 : E = 0,5(E_{full} + E_{part}) - 2,0 - 4p \quad (3)$$

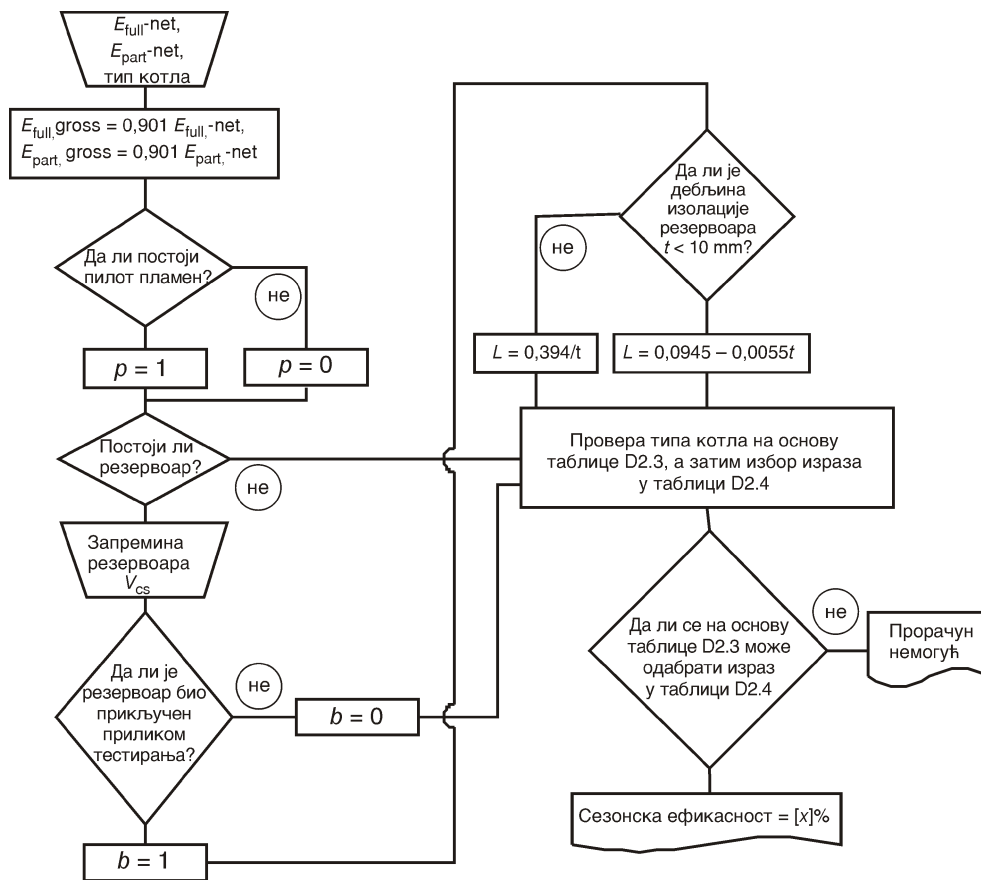
$$106 : E = 0,5(E_{full} + E_{part}) - 1,7 + (0,209 b L V_{cs}) - 4p \quad (4)$$

Котлови покривени изразима 101 (1) и 102 (3) служе за обезбеђење грејања, али не и потрошне топле воде у општем случају (енг. regular), док су котлови покривени изразима 105 (2) и 106 (4) тзв. комби котлови, и обезбеђују топлу воду за грејање као и потрошну топлу воду и имају интерни резервоар од најмање 15, а највише 70 литара. Уколико је резервоар већи од 70 литара тада грејни круг не сме да се напаја из овог резервоара, а ако се напаја онда не потпада под ову класу котлова, већ се сезонска ефикасност рачуна по другачијем изразу (сл. 1).

Уколико у табlici D2.3 у SAP 2005 [2] не постоји број израза који се бира из таблице D2.4 у SAP 2005 [2], односно ако стоји ознака – X, прорачун не може да се настави.

За гасне котлове и за котлове на ТНГ, параметар p у изразима 105 (2), 102 (3) и 106 (4) једнак је нули уколико немају пилот пламен, а уколико имају стални пилот пламен тада је $p = 1$ [2]. Параметар $b = 0$, уколико нису укључени губици из резервоара код котлова са резервоаром, односно уколико није био прикључен резервоар током тестирања, у супротном $b = 1$ [2]. Уколико постоји резервоар запремине V_{cs} , у dm^3 , тада се параметар L рачуна као $L = 0,0945 - 0,0055 t$, ако је t mm односно као $L = 0,394/t$, ако је t mm, где је t дебелина изолације у милиметрима [2].

Добијен резултат, односно сезонску ефикасност E треба дати заокружену на једну децималу (енг. seasonal efficiency = [x]%), уз обавезно навођење Нотификационог тела за тестирање котлова акредитованог од стране Националне службе ЕУ (енг. The Notified Body accredited for the testing of boilers by an EU National Accreditation Service) које потврђује да су улазни подаци, метод прорачуна и сам прорачун спроведени у складу са Европском директивом о ефикасности котлова [3].



Слика 1. Приказ прорачуна сезонске ефикасности

Класе енергетске ефикасности

Као једноставан начин приказивања ефикасности могу се увести симболи класа енергетске ефикасности означени од А до G (табл. 2). Ознаке нису обавезујуће за произвођаче и они их могу, али не морају користити. Ове класе су привремене и могу бити повучене када буде ступила на снагу Европска директива која се тиче обележавања енергетске ефикасности котлова. Класе ефикасности су дате на основу верификованих степена сезонске ефикасности за подручје Уједињеног Краљевства са којима се сложио произвођач или увозник котлова и које као такве улазе у базу података која се ажурира сваког последњег дана у месецу и која се формира за котлове који су заступљени на тржишту Велике Британије. Произвођачи и увозници нису дужни да обавезно доставе податке за ову класификацију нити да буду класификовани.

На основу приказаних података у табл. 2 начин прорачунате сезонске ефикасности у Великој Британији се формира база података, тзв. „Плава књига

Таблица 2. Класе ефикасности [1]

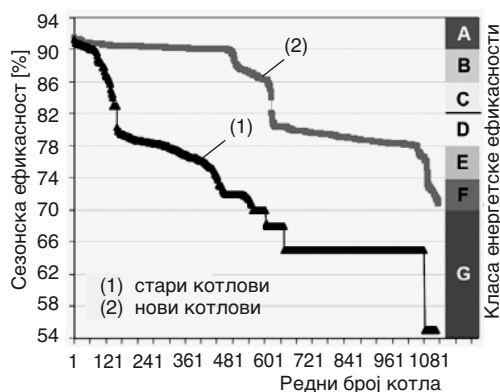
Класа ефикасности	Степен сезонске ефикасности (SEDBUK) [%]	Класа ефикасности	Степен сезонске ефикасности (SEDBUK) [%]
	90 и више		74–78
	86–90		70–74
	82–86		испод 70
	78–82		Непозната*

* – или тренутно чекају на сертификацију теста ефикасности или су застарели али их још има на тржишту

котлова” [1] у којој се налазе подаци за преко 2000 кућних гасних котлова, а која је доступна и преко интернета www.sedbuk.com (сл. 2).

Поређење котлова на основу сезонске ефикасности

База података са сезонском ефикасношћу даје податке за котлове на гас, ТНГ и на течна горива. Посебно су дати подаци за котлове који су тренутно у производњи (табл. 3), а посебно за котлове који се више не производе било да су застарели или им је производња престала из било ког разлога.



Слика 2. Приказ SEDBUK за преко 2000 котлова


Таблица 3. Приказ базе података за прва три најефикаснија котла која се још увек производе (31. март 2007. године) [1]

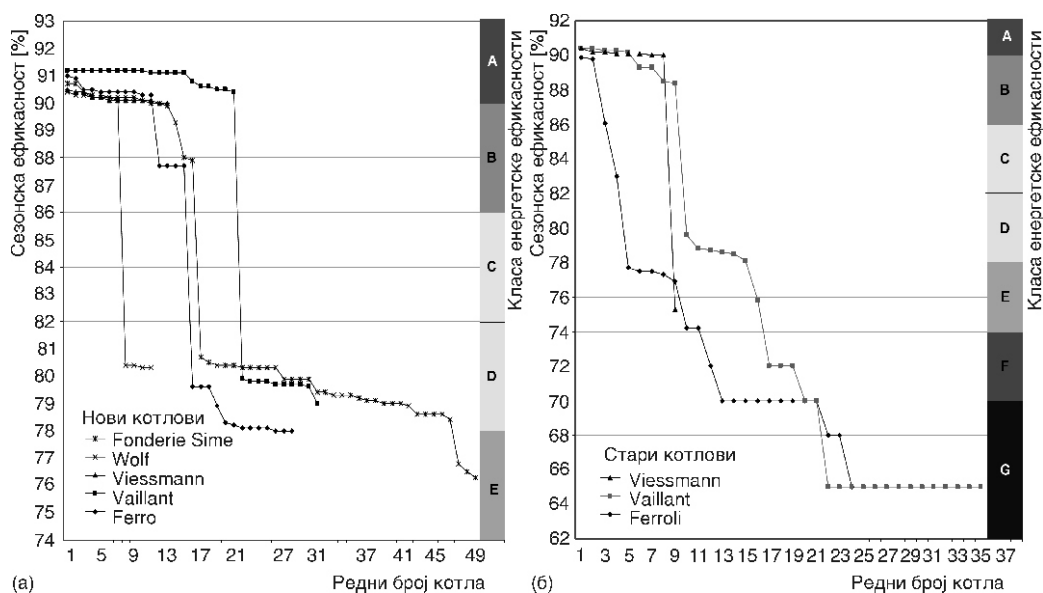
(1) Glow worm: Ultrapower 170 SXI гас, комбиновани, кондензациони, подни, модулишући (24,3–24,3 kW)	SAP сезонска ефикасност 91,5%	
(2) Glow worm: Ultrapower 100 SXI гас, комбиновани, кондензациони, подни, модулишући (24,3–24,3 kW)	SAP сезонска ефикасност 91,5%	
(3) Potterton: Promax SL15 гас, комбиновани, кондензациони, подни, модулишући (15,24–15,24 kW)	SAP сезонска ефикасност 91,3%	

Додатну ознаку Energy Saving Recommended коју додељује непрофитна организација The Energy Saving [4] има трећи котлоу бази (табл. 3). У табл. 4. су дати детаљни подаци за најефикаснији котлоу из базе података.

Детаљни подаци су јавни и доступни су за сваки котлоу из базе.

Таблица 4. Детаљни подаци за најбоље рангирана котлоу по SEDBUK-у [1]

SAP сезонска ефикасност: 91,5%	Класа ефикасности: 
Категорија ефикасности по SEDBUK потврђена	SAP израз коришћен: 106 Котлоу: Glow worm Ultrapower 170 SXI
Снага: модулисана 24,3–24,3 kW	
Главни тип: Комбиновани Монтажа: Подни Кондензациони	Гориво: Гас Изложеност: Унутар зграде Димњак: Прикључен са вентилатором
Контрола горења: 180 W Потребна електрична енергија при раду: Променљива	Паљење: Нема сталног пилот пламена Најмање потребна електрична снага: 15 W
Запремина резервоара: 120 литара Губици у резервоару: Искључени Температура у резервоару: 62 °C	Тип резервоара: Секундаран Топлотни губици у резервоару: 0,57 W Дебљина изолације: 50 mm
Тип изолације: најближе полиуретанској пени	
Процењени трошкови за гас	Фиксна тарифа (квартално): 8,50 £ По утрошеном гасу (пенија по kWh): 1,63

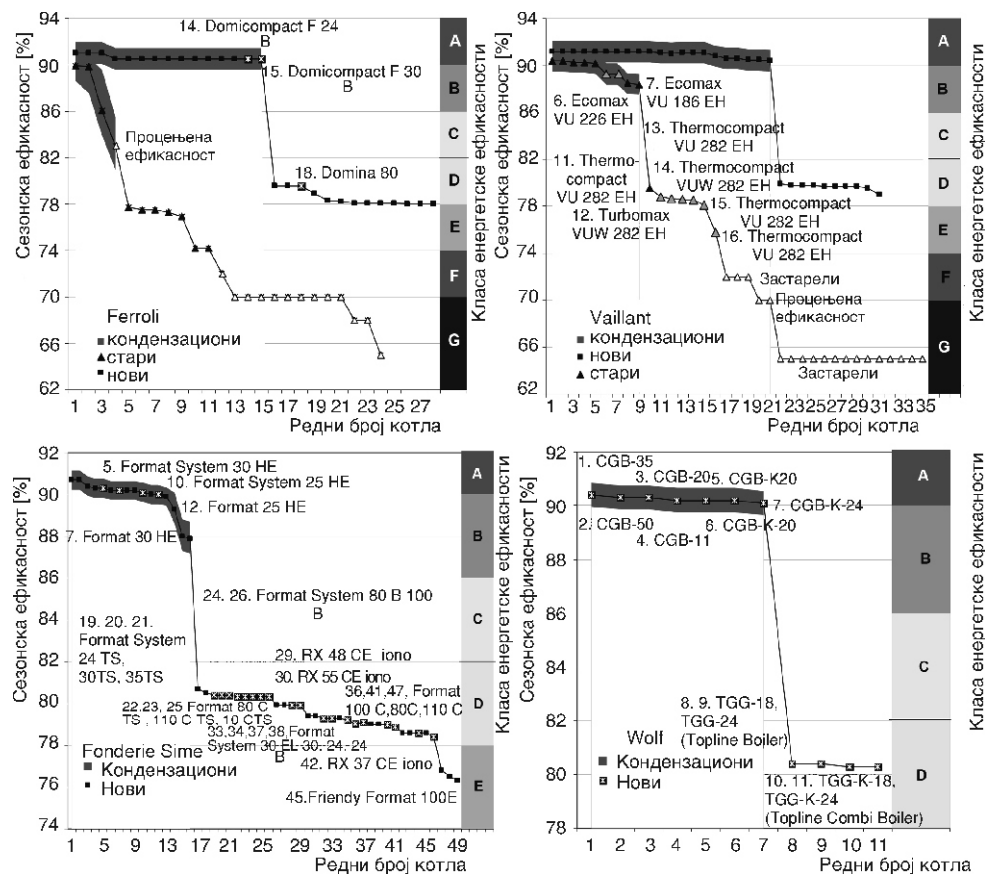


Слика 3. Нови котлови (brand new) – (а) и застарели котлови или котлови за које је из било ког разлога престала производња – (б)

База се ажурира сваког последњег дана у месецу. Примери из табл. 3 су приказани из базе ажуриране 31. марта 2007. године. За сваки котлоу је задата процена годишњих трошкова за гориво. За котлоу који је најефикаснији у бази ови подаци су приказани на сл. 3. При процени годишњих трошкова горива треба узети у обзир да је сваки котлић од најмање ефикасног до најефикаснијег подједнако, тј. фиксно оптерећен таксом од 34 £ на годишњем нивоу (односно 8,50 £ по кварталу).

На сл. 3(а) приказани су степени ефикасности нових котлова а на сл. 3(б) степени ефикасности котлова за које је из било ког разлога престала производња. На сл. 3 и 4 линијом су повезани котлови сваког појединог произвођача од најефикаснијег до најмање ефикасног.

Дијаграмима на сл. 4 су приказани подаци ефикасности за поједине произвођаче котлова са посебно означеним котловима којих има под истим именом и на тржишту Србије. Затамњене ознаке су кондензациони котлови [1, 6].










Слика 4. Класификација котлова фирми које су заступљене на тржишту Србије

Процене годишњих уштеда на гориву

На основу цене горива дате у оквиру SAP 2005 (у табlici 12 која је саставни део SAP 2005) [3] могуће је извршити процену годишњих трошкова горива, тј. природног гаса у новчаном износу (£) у зависности од вредности сезонског степена ефикасности. Уштеде на гориву које се постижу заменом котла са најмање процењеном сезонском ефикасношћу од 55% бољим котлом приказане су у табл. 5.

Типови објекта који су приказани у табл. 5 су: I – стан, II – кућа, III – кућа са равним кровом, IV – кућа наслоњена на друге објекте, V – кућа издвојена од других објеката.

Таблица 5. Уштеде заменом најмање ефикасног котла неким ефикаснијим

Класа	SEDBUK [%]	Уштеда у £/годишње*				
		I	II	III	IV	V
	91,5	109	142	147	168	238
	89,9	105	138	142	162	229
	85,8	97	127	132	150	212
	81,8	88	116	120	136	193
	77,9	79	103	106	122	172
	73,5	68	89	92	105	148
	68,4	53	69	71	81	115
	65,0	42	56	57	66	92
	55,0	0	0	0	0	0

* По званичном курсу Народне Банке Србије дана 13. априла 2007. године за средњи курс динара 1 € = 80,6049 динара, 1 £ = 118,2757 динара [7]

Поређећи поједине котлове може се закључити да разлика енергетске ефикасности унапређеног уређаја E_1 и мање ефикасног уређаја E_2 само указује на повећање корисности, али не и на уштеду горива, односно не указује на то колико процената мање примарне енергије горива (природног гаса) потроши унапређени уређај на годишњем нивоу B_1 у односу на исту такву потрошњу старог уређаја B_2 , да би се у крајњем добила иста потребна количина топлоте Q за грејање. Ако се ова уштеда истовремено жели показати у односу на досадашњу потрошњу B_2 тада се може закључити да је $(E_1 - E_2)/E_1 = (B_2 - B_1)/B_2$. На пример, уколико се узму најекстремнији случајеви, тј. ако поредимо најефикаснији котао из групе котлова који се више не производе (91,3%) и упоредимо са најнеефикаснијим из исте групе (55%) добијамо уштеде у гориву на годишњем нивоу од 39,76%; $(91,3 - 55)/91,3 \cdot 100\% = 39,76\%$. Уколико заменимо најмање ефикасан котао из групе нових котлова (70,8%) најефикаснијим из исте групе (91,5%), ова уштеда је 22,62%; $(91,5 - 70,8)/91,5 \cdot 100\% = 22,62\%$ (сл. 5).

Закључак

Сезонска ефикасност кућних гасних котлова је ефикасан параметар на основу кога може да се изврши њихово рангирање. Чињеница да је ово рангирање доступно широкој јавности доприноси како бољој информисаности купаца шта купују, тако и развијању здраве конкуренције на тржишту. Сваком произвођачу је стало да му производ буде што боље пласиран на овој листи. Овим се произвођачи подстичу да иновирају свој производни програм што доприноси побољшању енергетске ефикасности уопште, а самим тим и уштеди горива у апсолутном износу, што као индиректан ефекат има и еколошке предности. Посебно је значајно да се на овај начин котлови класификују на основу стандардизоване методологије прорачуна са прописаним и верификованим улазним подацима, са прописаном излазном формом, као и на основу принципа добровољности.

Разматрајући различите типове котлова може се закључити да се највеће уштеде, како енергетске тако и економске, могу постићи коришћењем кондензационих котлова пошто се они налазе у енергетској класи А, док се већина осталих типова котлова налази у класи D.

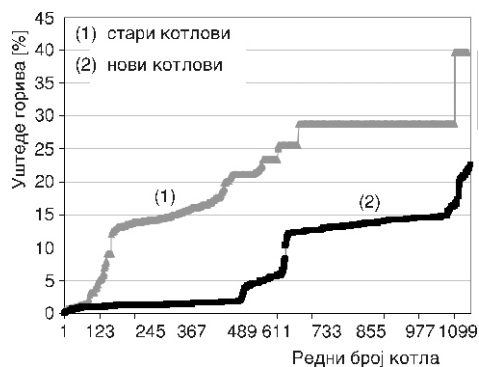
На тржишту Србије могу да се нађу модели котлова из обе групе, како они који се још увек производе тако и застарели, односно котлови за које је из било ког разлога престала производња.

Захвалница

Аутори се захваљују Министарству науке Републике Србије на финансирању истраживања. Објављени резултати су проистекли из пројекта НП ЕЕ 533-36: „Истраживање рационалног коришћења природног гаса и унапређење уређаја у домаћинствима”.

Ознаке

- b – параметар (сл.1), [-]
- V_{cs} – запремина резервоара, [dm³]
- E – сезонска ефикасност, [%]
- E_{full} – ефикасност при пуном оптерећењу, [%]
- E_{part} – ефикасност при делимичном (30%) оптерећењу, [%]
- E_{net} – доња топлотна моћ гаса, [MJ/m³]
- E_{gross} – горња топлотна моћ гаса [MJ/m³]
- L – параметар (сл. 1), [-]



Слика 5. Уштеде горива при замени мање ефикасног котла најефикаснијим из своје групе [5]

- P_n – номинална снага, [kW]
 p – параметар (сл. 1), [-]
SEDBUK – Сезонска ефикасност гасних котлова у Великој Британији, [%]
 t – дебљина изолације котла, [mm]

Литература

- [1] www.sedbuk.com (Seasonal Efficiency of Domestic Boilers in the UK)
- [2] www.bre.co.uk/sap2005 (The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings, SAP 2005 edition)
- [3] Европска Директива 93/42ЕЕС (OJ L 167, 22.6.1992, п. 17)
europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1992/en_1991L0042_do_001.pdf
- [4] www.energysavingtrust.org.uk (The Energy Saving)
- [5] ***, „Истраживање рационалног коришћења природног гаса и унапређење уређаја у домаћинствима”, НП ЕЕ 533-3б, Министарство науке Републике Србије, елаборат, Рударско-геолошки факултет, Београд, април 2007.
- [6] Проспектни материјали трговачких кућа и заступника који продају котлове на природни гас за домаћинства у Србији
- [7] www.nbs.yu (курсна листа Народне Банке Србије)

Abstract

Classification of Domestic Gas Boilers Based on Efficiency

by

Toma TANASKOVIĆ and Dejan BRKIĆ

Faculty of Mining and Geology, Belgrade University, Belgrade, Serbia

Methodology for calculation of Seasonal Efficiency of Comestic Gas Boilers is set by the UK Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings. This methodology is general applicable, and can be applied in our country. This methodology is compatible with EU Council Directive 92/42/EEC on efficiency requirements for new hot-water boilers fired with liquid or gaseous fuels. Thus calculated Seasonal Efficiency is relevant parameter for comparisons of different models of boilers. Energy Efficiency Bands are assigned, in a first place based on verified values of seasonal efficiency. In correlation with seasonal efficiency stands annual fuel consumption of certain boiler, and consequently annual fuel consumption of certain boiler, and consequently annual fuel costs are comparable.

Key words: *natural gas, boilers, energy efficiency*

Одговорни аутор/Corresponding author (D. Brkić)
E-mail: dejanrgf@tesla.rcub.bg.ac.yu