



Слика 1. Хотел „Термаг” и ресторан „Колиба”



Слика 2. Постојећи котлови на течно гориво
анализа потрошње фосилних горива

складу са важећим прописима и техничким нормативима, а примењени су савремени материјали мале топлотне проводљивости, тако да су мале вредности коефицијената пролаза топлоте кроз грађевински омотач објекта.

Топлота за све потребе (централно грејање, вентилација, загревање топле санитарне воде, грејање базенске воде) обезбеђује се из централне котларнице са два топоводна котла тип „Vitorplex 100“ SX 1 капацитета 575 kW и 285 kW, производ „Viessmann” (сл. 2). Као примарно гориво користи се течни гас (пропан-бутан), а као резерва лако лож-уље. Уграђена термотехничка опрема обезбеђује ефикасно искоришћење енергије (котлови са високим степеном корисности, радијаторски вентили са термостатском главом, клима коморе са рекуператорима топлоте).

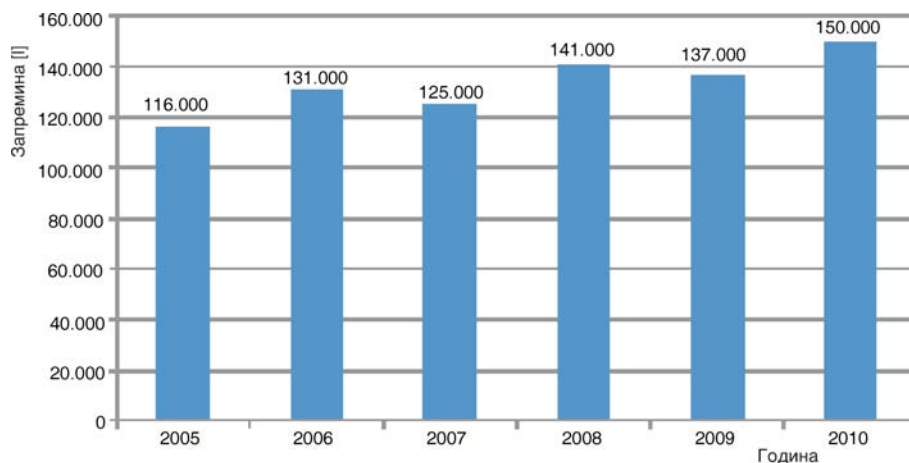
Анализа потрошње фосилних горива

На потрошњу течног гаса (ТНГ) превасходно утичу два фактора: спољна температура и степен попуњености хотела (овај други фактор највише на потрошњу санитарне топле воде). На сл. 3. приказана је укупна потрошња ТНГ-а од почетка рада хотела.

Примена биомасе као горива

Како би се смањила употреба фосилних горива, анализирана је примена обновљивих извора енергије – дрвне биомасе. Основна величина за одређивање енергетског потенцијала дрвета је његова топлотна моћ у потпуно сувом стању. Она зависи од врсте дрвета, и за дрво са нашег поднебља креће се између 17 и 21 mJ/kg. С еколошке тачке гледишта, дрвна биомаса је изузетно повољан енергент: не ослобађа гасове стаклене баште (CO₂ неутралан у случају када је годишњи прираст дрвене масе већи или барем једнак сечи дрвета), готово да не садржи сумпор и хлор. Поред еколошких предности које поседује, да би била и економски исплатив енергент један од потребних услова је да се користи близу места где се налази, јер је транспорт шумских остатака релативно скуп.

Као извор топлоте, дрвна биомаса се у експлоатацији најчешће користи у облику: цепаница, брикета, пелета и дрвне сечке. Основне карактеристике појединих облика, као и тренутне цене на тржишту БиХ дате су у табл. 1.



Слика 3. Укупна потрошња ТНГ-а у термотехничким инсталацијама

Таблица 1. Врсте дрвне биомасе, карактеристике и тренутне цене

Врста дрвне биомасе	Начин добијања и основне карактеристике	Доња топлотна моћ [mJkg ⁻¹]	Цена у БиХ [€ по тони]
Цепанице	Добијају се резањем и цепањем стабала. Највећи утицај на енергетске карактеристике дрвета има удео влаге, хемијски састав, густина и квалитет дрвета.	око 15	60
Брикет	Добијају се физичким сабијањем уситњеног дрвног материјала у одговарајућим пресима без везивног средства, под одређеним условима: висок притисак, повишена температура и оптимални садржај влаге у материјалу (између 6 и 16%). Влажност брикета се креће од 7–10%, а уобичајене димензије су 70 × 120 mm	16–18	115
Пелет	Настаје пресовањем уситњене дрвне масе (дрвног брашна) под високим притиском. Углавном се користе остаци настали у дрвној индустрији, али и огревно дрво које се прво механички уситњава. Цилиндричног је облика, пречника од 6 до 12 mm, дужине од 10–30 mm. Садржај влаге у пелетима креће се од 8–10%.	15,5–18,5	150
Сечка	Сечка или дрвни „чипс” се добија уситњавањем дрвета до одређене гранулације у постројењима за прављење сечке. Као сировина могу се користити: шумски дрвне остаци, огревно дрво, остаци из дрвне индустрије и друго отпадно дрво. Димензије сечке су у распону од 8–30 mm. Учешће ситнијих и крупнијих комада у односу на оптималне димензије су дозвољени од 5–10% у односу на укупну количину. Ако се сечка производи од сувог или просушеног дрвног остатка влажности до 25%, складишти се у затвореним просторијама, а ако је влага изнад 25% складишти се у полузатвореним надстраницама [1].	12–15	70

Најчешће коришћена форма дрвета у пећима и мањим котловима су цепанице. Сагоревањем дрвета за грејање домаћинстава у конвенционалним котловима искоришћава се тек око 50–60% енергетског потенцијала дрвета.

У последње време применом котлова на бази пиролизе (поступак претварања дрвета у гас који затим сагорева у ложишту котла) значајно је повећан степен корисности (око 90%) и то је оптималан начин за сагоревање цепаница. Услов је да влажност дрвета буде мања од 20% што се у пракси постиже природним сушењем у периоду од годину дана (потребно је да се цепанице припреме за сезону унапред). Међутим, због немогућности аутоматског додавања горива, постојећи котлови на пиролизу су релативно малог капацитета (до 100 kW) па је њихова примена ограничена за мање објекте.

Примена цепаница у конвенционалним котловима већег капацитета изискује потребе за великим складишним простором као и већи број руковалаца и помоћних радника, јер је немогућа аутоматизација процеса дотурања горива. Пошто промена топлотног капацитета котла директно зависи од ложача, отежана је примена било какве аутоматске регулације.

Брикети и пелети, практично, немају ограничење у погледу капацитета, с тим да је аутоматизација процеса довођења горива у потпуности развијена за пелете од малих (20 kW) до великих капацитета (око 1 MW). Али, због високе цене пелета примењују се, углавном, за мање објекте.

За капацитете изнад 300 kW, најчешће се користе котловска постројења која као основни енергент користе сечку. С обзиром да је инсталисана снага у хотелу „Термаг” око 800 kW, разматрана је примена сечке као алтернативе ТНГ-у који се тренутно користи.

Постројење за производњу топлоте које користи дрвну сечку

Предложена инсталација:

- димензије простора котларнице: 10,2 × 4,5 × 4 m,
(оптимални простор за смештање одговарајуће опреме и адекватно одржавање инсталације),
- простор за складиште: 6 × 6 × 4 m,
- HERZ BioFire 800 котло на сечку,
- циклон за одвајање пепела и прашине,
- транспортни систем са опругом, $D = 6$ m,
- акумулатор топле воде („buffer” танк запремине 10.000 l), и
- димњак и димне цеви које су отпорне на корозију и спречавају продор воде.

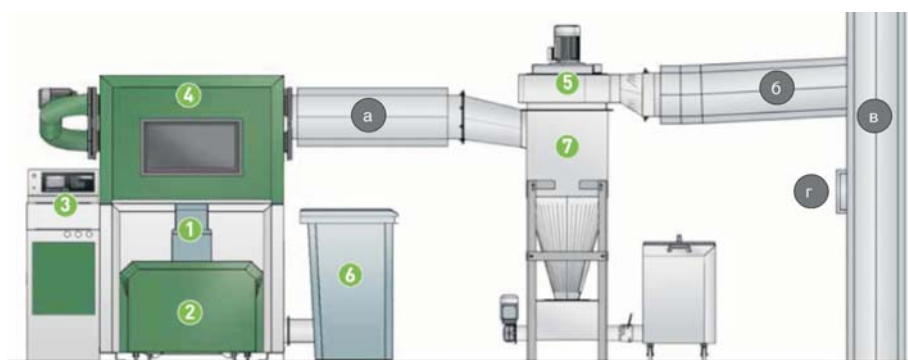
Карактеристике:

- компактна конструкција,
- вертикални цевни размењивач,
- мала топлотна маса (водом хлађена комора за сагоревање),
- решетка са 2 управљане зоне, и
- аутоматско чишћење коморе за сагоревање и цевног размењивача топлоте;

- регулација је интегрисана у котлоу, па нема потребе за компликованим додатним ожичењем,
- управљање:
 - бајпасом преко температуре повратне воде (мешни вентил и вентил пумпе),
 - управљање акумулатором топле воде,
 - до 4 управљана циклуса грејања (мешни вентил и вентил пумпе),
 - управљање соларним колом,
 - припрема санитарне топле воде,
 - заштита од замрзавања, и
 - опција за рад током годишњег одмора.

Сиџурносни уређаји:

- заштита од прогоревања,
- независни уређај за гашење, спринклер са воденим танком,
- заштита од продора варница у гориво,
- праћење притиска у комори за сагоревање,
- праћење температуре у комори за сагоревање,
- праћење температуре у складишту.



Слика 5. Компоненте система BioFire;

- (1) – шахиј за пројадање са заштитом од враћања пламена, (2) – контејнер са двоструким појасним транспортером горива, са независним уређајем за гашење и заштитом од враћања варница, (3) – BioControl 3000 управљачка јединица, (4) – котлоу (комора за сагоревање и размењивач топлоте), (5) – вентилациони димних гасова са фреквенцијским регулатором, (6) – складиште пелета, (7) – одвајач чврстих честица из димних гасова (циклон)
Повезивање на димњак: (а) – димоводна цев, (б) – прикључак на димњак са усвоном, (в) – димњак ошороан на корозију, (г) – регулатор промаје

Квалитет, тип и количина доступног горива могу да варирају. за потребе пројекта, коришћене су стандардне вредности према Austrin ÖNORM M 7133 стандарду:

- величина сечке G30-G50,
- W40, удео воде до 40%,
- топлотна моћ ~3,5 kWh/kg (до W = 25%),

- густина $\sim 200 \text{ kg/m}^3$,
- удео пепела $\sim 1\%$.

Прорачуном су добијени следећи резултати:

- предложено складиште има капацитет од око 120 m^3 или 24 тоне,
- на основу анализе, годишња потрошња горива је око 450 тона сечке,
- поређењем 450 тона са 24 тоне, закључено је да се складиште мора пунити отприлике два пута месечно (узимајући у обзир да је санитарна топла вода потребна током целе године).

Таблица 2. Процена годишњих трошкова

Гориво		ТНГ	Сечка	
Годишња потрошња горива	[l]	150.000	450	[t]
Цена горива	[€/l]	0,50	70	[€/t]
Годишњи трошкови за гориво	[€]	75.000	31.500	[€]
Годишња уштеда	[€]	43.500		
Процена инвестиционих трошкова	[€]	200.000		
Период повраћаја улагања	Година	4,5		
Емисија CO ₂	[t]	251	16	[t]
Смањење годишње емисије CO ₂	[t]	235		
Процена количина пепела	[kg]	4500		

Резултати су базирани на тренутној потрошњи горива, процени да за литар ТНГ-а одговара 3 kg сечке, као и тренутним ценама горива у БиХ. Укупни инвестициони трошкови обухватају потребну опрему, електрорадове, цевне водове, конструкцију, инсталацију, пуштање у рад, обуку, порезе и др.

Закључак

С обзиром да се хотел „Термаг” налази у шумовитом пределу, због велике количине дрвне биомасе у окружењу, коришћење сечке уместо фосилног горива представља право решење не само са еколошког него и са економског аспекта. Инвестиција у котлао за сагоревање сечке капацитета 800 kW који у потпуности задовољава тренутне потребе хотела, са свом потребном опремом у котларници, укључујући и постројење за производњу сечке, исплатила би се за приближно 4,5 године. Пошто ова постројења имају радни век преко 20 година, према економским критеријумима, био би прихватљив и дужи временски период отплате. Кад се у обзир узму чињенице да власник хотела у близини поседује и пилану за прераду дрвета из које ће се снабдевати сечком као и да су цене фосилних горива у сталном порасту, очекује се да рок отплате буде и краћи, чиме оправданост примене дрвне масе у овом случају још више добија на значају.

Литература

- [1] Радовић, С., Тржиште дрвне биомасе у Босни и Херцеговини, Специјалистички рад, Шумарски факултет, Универзитет у Београду, Београд, 2010.
- [2] ***, Austrian Standard ÖNORM M 7133, Chipped Wood for Energetic Purposes – Requirements and Test Specifications
- [3] ***, Каталог производа фирме HERZ
- [4] Живковић, Б., и др., Анализа примене биомасе у хотелу „Термаг” на Јахорини, *Зборник радова* са конгреса ИЕЕП – индустријска енергетика и заштита животне средине у земљама Југоисточне Европе, Копаоник, 2011.

Abstract

Analysis of Using Biomass in Hotel „Termag“ on Jahorina

by

Branislav D. ŽIVKOVIĆ^{1*}, *Aleksandra A. SRETENOVIĆ*¹,
*Ljubiša V. TANIĆ*¹, *Biserka R. ŠVARC*¹,
*Viktor D. RADIĆ*², and *Dejan M. JOVANOVIĆ*³

¹ Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

² Predstavništvo „Herz”, Belgrade, Serbia

³ Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Belgrade, Serbia

Hotels represent significant energy consumers, so there is growing interest in application of alternate energy sources in that sector. During winter tourist season, hotels have intense demand for heat, which is mostly gained from fossil fuels.

Existing HVC installation of the analyzed object are conventional: heat for all purposes (radiator and floor heating, ventilation, sanitary hot water, swimming pool water) is provided by central boiler station with two hot water boilers which use liquid gas (propane-butane), and oil as reserve fuel.

In this paper, it is discussed possibility of replacing fossil fuel with renewable energy sources – wood biomass. It is analyzed using of wood logs, pellets, briquettes, and wood chips. As optimal solution, boiler which uses wood chips is proposed. It is shown operation of boiler and accessories. Based on market prices of equipment and energy sources, it is done comparison of fossil fuel system and system which uses wood chips. Payback period for investment in boiler using wood chips (capacity of 800 kW) with all auxiliary equipment, would be 4,5 years.

Key words: *heat, renewable energy sources, substitution of fossil fuels, biomass, hotels*

* Corresponding author; e-mail: bzivkovic@mas.bg.ac.rs

Рад примљен: 10. маја 2012.

Рад ревидиран: 3. августа 2012.

Рад прихваћен: 21. новембра 2012.