

# KOMPRIMOVANI PRIRODNI GAS, ALTERNATIVA MAZUTU U BOLNICAMA REPUBLIKE SRBIJE

## COMPRESSED NATURAL GAS, ALTERNATIVE TO MAZUT IN HOSPITALS OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Marin IVOŠEV<sup>1\*</sup>, Branislav RAMJANC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“Energetika doo” Kragujevac, Srbija, <sup>2</sup>“Bedemes” Pančevo, Srbija

*U trinaest najvećih bolnica i kliničkih centara Republike Srbije, utroši se oko 9.200 tona mazuta godišnje za potrebe grejanja, zagrevanja sanitarne vode i tehnološke potrebe kuhinja i pranje veša. Sa energetskeg aspekta, to čini godišnju konverziju energije goriva, u toplotnu energiju, u iznosu oko 96.600.000 kWh. Osim toga, posledica sagorevanja navedene količine mazuta, su emisije opasnih i štetnih produkata sagorevanja u dimnim gasovima: oko*

*25.000.000 kg, godišnje, ugljendioksida (CO<sub>2</sub>), oko 200 kg azotovih oksida (NO<sub>x</sub>), oko 221.000 kg sumpordioksida (SO<sub>2</sub>) i oko 9.000 kg čestica čađi. Samim tim, ekološki aspekt sagorevanja energenata čini ključnu oblast ovog rada i skreće pažnju na dva ozbiljna apsurdna: (a) da se mazut koristi u zdravstvenim institucijama i (b) da su ovo jedine institucije ove vrste u Evropi (ima ih još samo na Balkanu), koje kao energent koriste mazut.*

*Glavna poruka rada je zamena tečnih naftnih derivata (mazuta ili lož ulja) sa komprimovanim prirodnim gasom (CNG). Rad navodi ciljeve koji se postavljaju pred projekte zamene mazuta komprimovanim prirodnim gasom, metode koje koriste projekti ove vrste i sve benefite od implementacije projekata ove vrste.*

*Osim toga, iz rada se da zaključiti da je, za naše uslove, zamena mazuta sa komprimovanim prirodnim gasom u bolnicama Srbije, ovog trenutka, ekonomski najrentabilniji, ekološki održiv na duži vremenski period, fizički najefikasniji i najlogičniji način poboljšanja energetske efikasnosti proizvodnje toplote, smanjenje emisija opasnih i štetnih produkata sagorevanja i smanjenja materijalnih troškova poslovanja bolnica.*

**Ključne reči:** mazut, komprimovani prirodni gas, bolnice Srbije

*In the thirteen largest hospitals and clinical centers of the Republic of Serbia, about 9,200 tons of fuel oil is consumed annually for heating, hot water and technological needs of kitchens and laundry. From an energy point of view, this translates into an annual conversion of about 96,600,000 kWh of fuel into thermal energy. In addition, the resulting combustion of the above amount of fuel oil results in the emission of dangerous and harmful combustion products in the flue gases: approx. 25,000,000 kg, annually, of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), about 200 kg of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), about 221,000 kg of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and about 9,000 kg of soot particles. Therefore, the ecological aspect of energy combustion forms a key area of this work and draws attention to two serious absurdities: (a) that oil is used in healthcare institutions and (b) that these are the only institutions of its kind in Europe (there are only those in the Balkans), which use fuel oil as energy.*

*The main message of the paper is the replacement of liquid petroleum products (fuel oil or fuel oil) with compressed natural gas (CNG). The paper sets out the goals set for the projects of replacement of fuel oil with compressed natural gas, the methods used by projects of this kind and all the benefits of implementing projects of this kind.*

*In addition, the paper concludes that, for our conditions, the replacement of fuel oil with compressed natural gas in the hospitals of Serbia, at the moment, is the most economically viable, environmentally sustainable for a long time, the physically most efficient and logical way to improve the energy efficiency of heat production, reducing emission of dangerous and harmful products of combustion and reduction of material costs of hospital operations.*

**Keywords:** fuel oil, compressed natural gas, hospitals of Serbia

### 1. Postojeće stanje, problem

#### 1.1 Potrošnja energenata

U 13 bolnica Republike Srbije, za koje postoji evidencija o potrošnji tečnih naftnih derivata, ukupna godišnja potrošnja iznosi 9.274.000 kg **mazuta i lož ulja**. Pojedinačni podaci o potrošnji i nazivi bolnica sistematizovani su utabeli 1, a ilustrovani na slici 1.

#### 1.2 Ekološki aspekt sagorevanja energenata i zaštita životne sredie

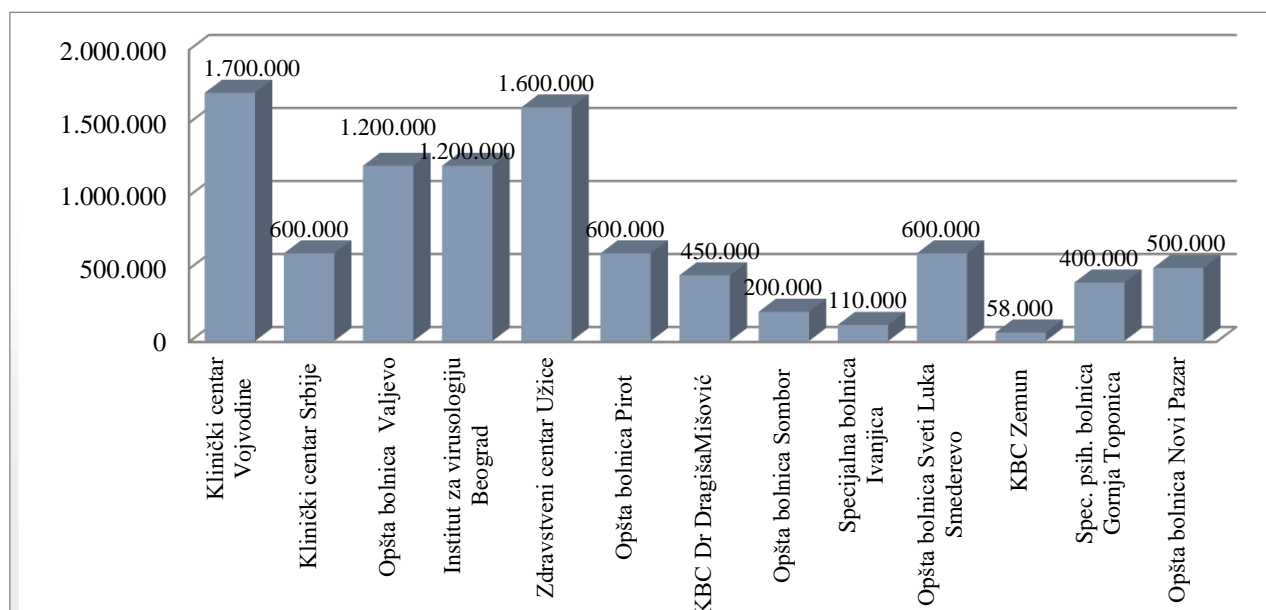
Opasne i štetne emisije produkata sagorevanja, sa dimnim gasovima od mazuta, čini više hemijskih jedinjenja. U praksi se mere i kontrolišu, uglavnom oni koji najviše utiču na aerozagađenje: Ugljendioksid (CO<sub>2</sub>) –**štetan** produkt sagorevanja i Azotovi oksidi (NO<sub>x</sub>), Sumpordioksid (SO<sub>2</sub>) i čestice pepela ili čađi, **opasni** po zdravlje produkti sagorevanja

Ukupna količina emisija CO<sub>2</sub>, iz kotlarnica 13 navedenih bolnica, iznosi oko 287.000.000 kg/godišnje, emisija NO<sub>x</sub> oko 2.200.000 gr/godišnje, emisija SO<sub>2</sub> oko 2.500.000 kg/godišnje i čađi oko 111.000.000 gr/godišnje.

\* Autor za korespondenciju: marin.ivosev@gmail.com

Tabela 1. Potrošnja mazuta u bolnicama Srbije [kg/god.]

Rbr	NAZIV	Iznos [kg/god.]
1	2	3
1.	Klinički centar Vojvodine	1.700.000
2.	Klinički centar Srbije	600.000
3.	Opšta bolnica Valjevo	1.200.000
4.	Institut za virusologiju Beograd	1.200.000
5.	Zdravstveni centar Užice	1.600.000
6.	Opšta bolnica Pirot	600.000
7.	KBC Dr Dragiša Mišović	450.000
8.	Opšta bolnica Sombor	200.000
9.	Specijalna bolnica Ivanjica	110.000
10.	Opšta bolnica Sveti Luka Smederevo	600.000
11.	KBC Zemun Mazut	114.000
12.	Spec. psih. bolnica Gornja Toponica	400.000
13.	Opšta bolnica Novi Pazar	500.000
<b>14.</b>	<b>UKUPNA POTROŠNJA</b>	<b>9.274.000</b>



Slika 1. Pojedinačna potrošnja mazuta [kg/god.]

Slike 2, 3, 4 i 5, ilustruju ukupne godišnje količine emisija opasnih i štetnih produkata sagorevanja svih 13 navedenih kotlarnica, kada rade na mazut odnosno lož ulje, u poređenju sa ovim emisijama kada kotlovi rade na prirodni gas. Već na prvi pogled se zapaža znatno smanjene količine ugljen-dioksida i azotovih oksida (slika 2 i 3) i apsolutno ne postojanje sumpordioksida i čestica čađi kod upotrebe prirodnog gasa u odnosu na mazut (slike 4 i 5).

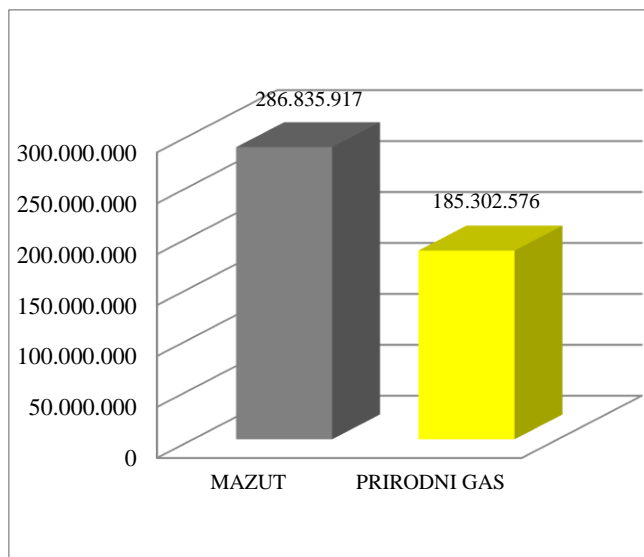
### 1.3 Vrsta opreme kotlarnice

Sastavni deo skoro svake kotlarnice je, sledeća oprema:

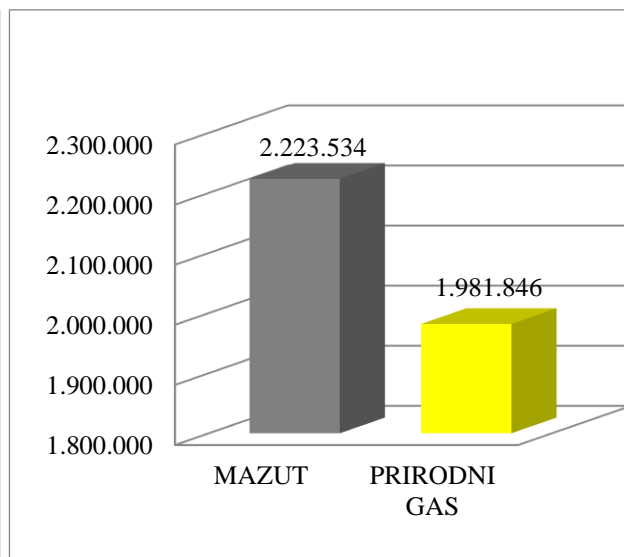
Toplovodni, vrelovodni i (ili) parni kotlovi. Toplovodni i vrelovodni kotlovi čine opremu potrebnu za grejanje, a parni kotlovi za tehnološke potrebe, uglavnom sanitarne vode i vešeraja.

- 2.1 Gorionici kotlova, za mazut, alternativa i za kombinovanu upotrebu mazuta i prirodnog gasa
- 2.2 Instalacija za dovoz vazduha
- 2.3 Hemijska priprema vode i napojne pumpe za dovoz vode u kotlove

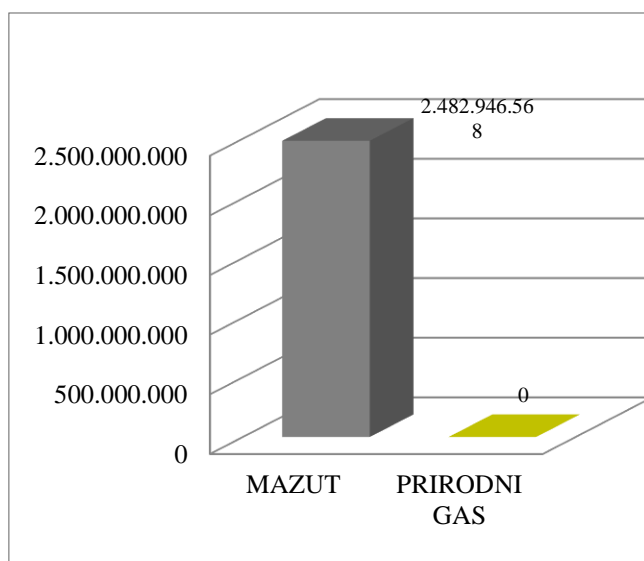
- 2.4 Cirkulacione pumpe za centralno vrelvodno ili toplovodno grejanje
- 2.5 Sabirnici kondenzata
- 2.6 Instalacija za lagerovanje i dovod mazuta
- 2.7 Instalacija za odvod produkata sagorevanja i dimnjak
- 2.8 Instalacija električne struje, energetski deo
- 2.9 Instalacija električne struje, merenja, regulacija i automatika
- 2.10 Građevinski objekat kotlarnice



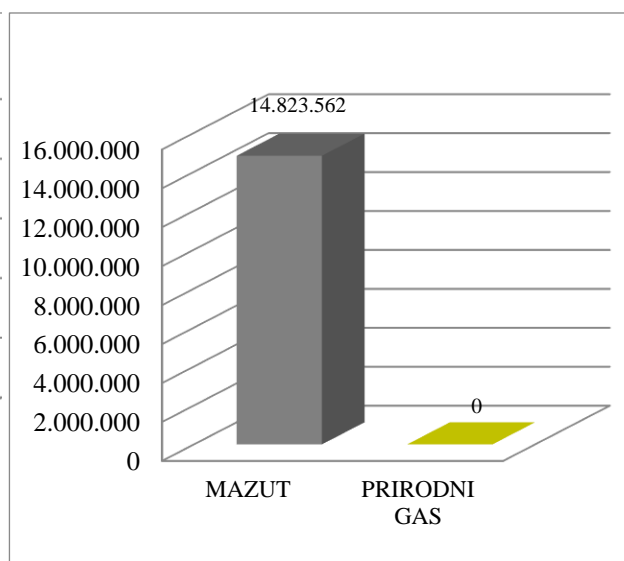
Slika 2. Količina ugljendioksida, CO<sub>2</sub>, [kg/god]



Slika 3. Količina azotovih oksida, NO<sub>x</sub>, [gr/god]



Slika 4. Količina sumpordioksida, SO<sub>2</sub>, [gr/god]



Slika 5. Količina čađi [gr/god]

## 2. Analiza problema

### 2.1 Fizičko stanje i pogonska spremnost opreme kolarnica

Najstariji bolnički kotao ima blizu 40 godina. Godina proizvodnje većine kotlova je različita, a najveći broj kotlova (toplovodnih, vrelvodnih i parnih) je onaj čija se godina proizvodnje kreće između 1900. i 2000. godine. To je procena.

Važniji faktor koji utiče na postojeću pogonsku spremnost su mala materijalna ulaganja u investiciono i tekuće održavanja kotlarnica. Kotlovi iz tih razloga jako brzo stare. Po običaju su tehnološki problemi održavanja kotlarnica na marginama medicinskih problema, vezanim za ulaganja u medicinsku opremu i troškove medicinskog osoblja. Osim toga, stanje zaprljanosti kotlova od mazuta se često pripisuje personalnom osoblju kotlarnica. A suština je u praktičnoj nemogućnosti da se svi spojevi opreme zadihtuju toliko da ne dođe do curenja mazuta. Ovu pojavu najbolje ilustruje naredna slika br.6.



Slika 6. Mazutni gorionik i istakanje mazuta

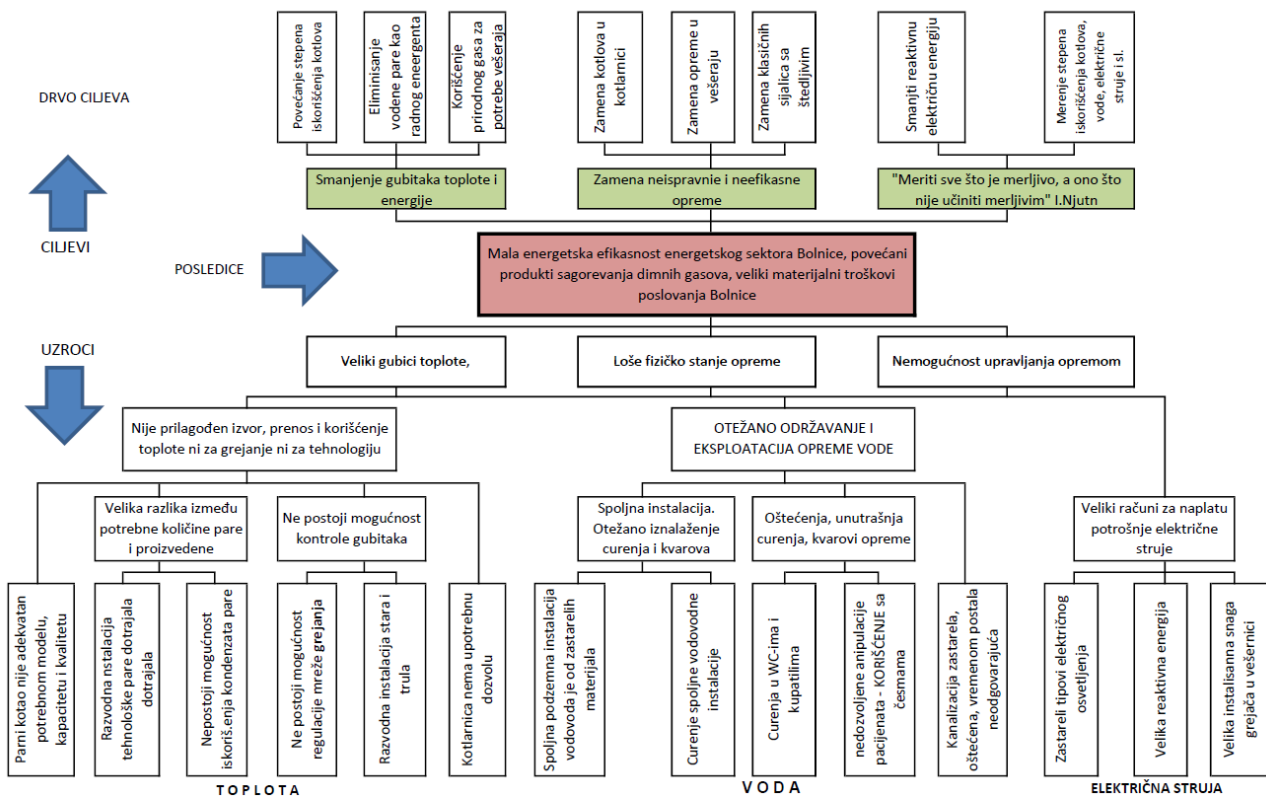
Na kraju ključni problema bezbednosti kotlarnica, odnosno radnika, protivpožarne zaštite, zaštite na radu i zaštite zdravlja ljudi, je činjenica da ni jedna kotlarnica od navedenih 13 bolnica, nema upotrebnu dozvolu (radi "na divlje") i nema garanciju da je bezbedna po zdravlje i živote ljudi.

## 2.2. Energetska efikasnost kotlova

Sistematsko i kontinualno merenje stepena iskorišćenja kotlova, praktično ne postoji. U 50% slučajeva meri se jedanput ili dva puta godišnje, što daje energetska efikasnost samo u jednom trenutku. Ovo se isto odnosi i na merenja koncentracija opasnih i štetnih produkata sagorevanja, u dimnim gasovima kotlova.

Procena je da na godišnjem nivou, zbog periodičnog zaustavljanja kotlova, zaprljanosti površina, nemogućnosti da se čiste u grejnoj sezoni i sl., stepen iskorišćenja iznosi 0,75 do 0,8%. Nedovoljno. To stvara velike materijalne gubitke poslovanja. U normalnim slučajevima ovaj parametar, za mazut, bi trebao da bude između 0,85 i 0,9%.

Detaljna problematika energetskega sektora bolnica u Republici Srbiji, sistematizovana je i grafički prikazana na narednoj slici.



Drvo roblema, posledica i drvo rešenja problema u bolnicama Republike Srbije

## 3. Ciljevi koje hoćemo da postignemo projektom

U širem smislu, ciljevi idu utri pravca. Poboljšanje: (a)energetske, (b)ekološke i (c)ekonske efikasnosti kotlarnica za proizvodnju toplote za grejanju i tehnološke potrebe bolnica.

U užem smislu, ciljevi koje hoćemo da postignemo ovim projektima su sledeći:

- **Zaštita životne sredine, čuvanja prirode i zdravlja ljudi**
- Sanacija, adaptacija ili zamena postojeće sa novom opremom
- Smanjenje potrošnje električne struje po jedinici proizvedene toplote
- Eliminisanje "prljavih" manipulacije sa mazutom - produženje vek trajanja opreme
- Smanjenje troškova održavanja opreme i materijalni troškovi poslovanja
- Povećanje bezbednosti radnika, smanjuje opasnost od povreda radnika, poboljšanje uslova rada radnika(!)
- Povećanje protivpožarne bezbednosti radnika i postrojenja
- Smanjenje ekoloških taksi
- **Smanjenje ukupnih troškova i poboljšanje ukupnih rezultata poslovanja bolnica**

## 4. REŠENJE

### 4.1 Zamena energenta mazuta sa komprimovanim prirodnim gasom (CNG)

#### 4.1.1 Zašto prirodni gas?

Prirodni gas je vitalna komponenta svetske energetike. On spada, sa energetskog aspekta - **nejefikasnije**, sa ekološkog aspekta - **najčistije**, a sa ekonomskog, u ovom slučaju - **najisplativije** fosilno gorivo. Iz tih razloga, njegova upotreba sve više raste. Prirodni gas sagoreva bez štetnih produkata čađi i pepela, sa veoma malim emisijama u produktima sagorevanja: ugljendioksida (CO<sub>2</sub>) i sumpordioksida (SO<sub>2</sub>), zbog čega se i svrstava među ekološki najčistije energenta.

#### 4.1.2 Zašto CNG?

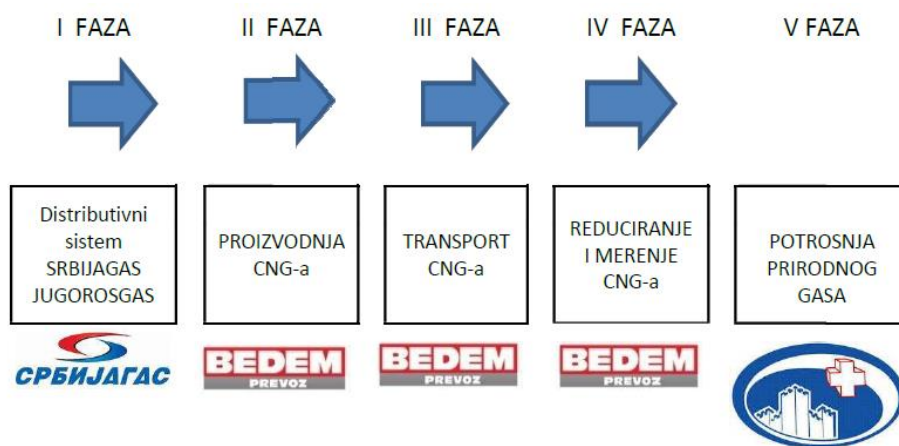
Zato što ovog trenutka ne postoji mogućnost priključenja na gasovod Srbijagasa, ni jedne od navedene bolnice

#### 4.1.3 Kratki tehnički opis

Projekat korišćenja komprimovanog prirodnog gasa, u širem smislu, je poboljšanje energetske, ekološke i finansijske efikasnosti ovog procesa. U isto vreme se čini zaštita životne sredine, čuvanja prirode i zdravlja ljudi u užem i širem okruženju grada.

Aktivnosti koje se projektuju u ovom dokumentu, cine dve glavne oblasti:

- (a) tehnologije dobijanja (komprimovanja) CNG-a, (b) transport, (c) skladištenje i (d) eksploatacija prirodnog gasa (CNG),
- Fizicka sanacija i adaptacija postojeće opreme,



## 4. Poslovna procedura

### 5.1 Detaljno snimanje postojećeg stanja i parametara celokupne opreme kotlarnica

### 5.2 Stvaranje uslova za izradu sama izrada Studije tehnokonomske opravdanosti i finansijske isplativosti

### 5.3 Izbor odgovarajućih poslovnih partnera

### 5.4 Izrada projektne dokumentacije:

5.4.1 Izrada tehničke, ekonomske i pravne dokumentacije za ozakonjenje postojeće opreme i objekata

5.4.2 Izrada idejnih rešenja za pribavljanje lokacijskih uslova (IDR)

5.4.3 Izrada projekata za građevinsku dozvolu (PGP), elaborate zaštite od požara

5.4.4 Izrada projekata za izvođenje (PZI), glavne projekte zaštite od požara

5.4.5 Saglasnosti na navedene projekte

5.4.6 Ostalo:

5.4.6.1 Izrada Studije uticaja na životnu sredinu

5.4.6.2 Revizija projektotehničke dokumentacije

- 5.4.6.3 Plaćanje taksi za potrebe dobijanja svih saglasnosti I građevinskih dozvola  
 5.4.6.4 Angažovanje Nadzornog organa tokom izvođenja radova  
 5.4.6.5 Izrada geodetskih elaborata izvedenih objekata za potrebe



Slika 2 TEHNOLOSKI PROCES PROIZVODNJE, TRANSPORTA I KORISCENJA PRIRODNOG GASA (CNG-a)



I  
PROIZVODNJA CNG-a



Slika 1 KOMPRESORSKA STANICA

II  
PUNJNJE BOCA CNG-a



Slika 2 DEPONUJA PUNIH BOCA CNG-a

III  
TRANSPORT CNG-a



Slika 3 VOZILO ZA TRANSPORT CNG-a



IV  
LAGEROVANJE CNG-a

Slika 4 DEPONUJA CNG-a KOD KORISNIKA GASA

V  
REDUCIRANJE CNG-a

Slika 5 MERNOREGULACIONA STANICA CNG-a

VI  
SAGOREVANJE CNG-a

Slika 6 KOTLOVI ZA SAGOREVANJE CNG-a

GRANICE PROJEKTA

## 5. Rezultati implementacije projekta. Uštede

Tabela 2. Ukupna potrošnja komprimovanog prirodnog gasa

Rbr	Energent	Količina		Donja toplotna moć		Stepen koris.kotla	
1	MAZUT	9.274.000	kg/god	39.960	kJ/kg	0,8	%
2	PRIRODNI GAS	<b>9.361.501</b>	nm <sup>3</sup> /god	33.336	kJ/nm <sup>3</sup>	0,95	%

### 6. 1 Potrošnja prirodnog gasa umesto mazuta

**Zaključak** 1. Ukupna količina prirodnog gasa umesto mazuta bila bi 9.361500 nm<sup>3</sup>/god.

Tabela 3. Cene troškovi i uštede

Energent	Cena energenta		Energija za kotlove		Cena energije		Godišnji troškovi	
	Iznos	Jed.mere	Ukupn iznos	Jed.mere	Iznos	Jed.mere	Iznos	Jed.mere
Mazut	56,00	RSD/kg	105.723.600	kWh/god.	4,91	RSD/kWh	519.344.000	RSD/god
CNG	49,00	RSD/nm <sup>3</sup>	87.061.955	kWh/god.	5,27	RSD/kWh	458.713.525	RSD/god
						UŠTEDA	60.630.475	RSD/god
			Kurs €,	118	RSD	UŠTEDA	<b>513.818</b>	€/god

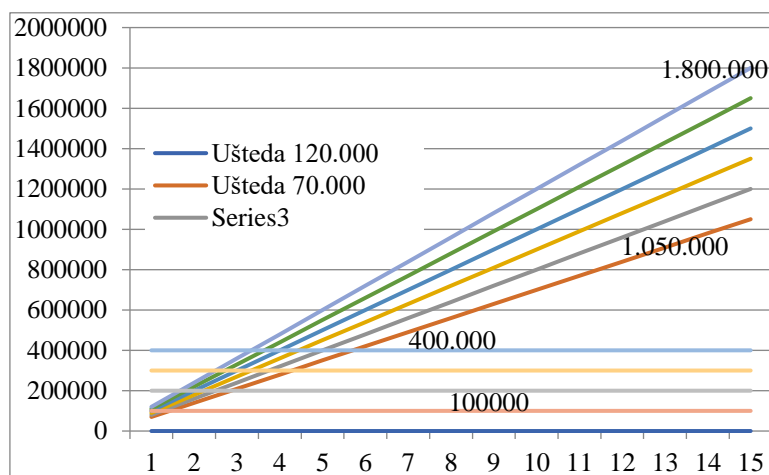
### 6. 2 Procena finansijskih ušteda za 2018.godinu

**Zaključak 2.** Za prosečnu cenu mazuta 56 RSD/kg i prosečnu cenu komprimovanog prirodnog gasa od 49 RSD/nm<sup>3</sup> (bilo u 2018.godini), godišnja ušteda navedenih 13 bolnica, na ime direktnih troškova energenata bila bi oko 60.000.000 RSD.

### 6.3 Ostali benefiti projekta.

1. Poboljšanje stepen energetske efikasnosti kotlova
2. Poboljšanje stepena bezbednosti ljudi, stepena pouzdanosti i pogonske spremnost kotlova,
3. Poboljšanje ekoloških aspekata sagorevanja mazuta, odnosno smanjenje emisija u atmosferu, opasnih i štetnih produkata sagorevanja: Sumpordioksida (SO<sub>2</sub>), Azotovih oksida (NO<sub>x</sub>), Ugljenmonoksida (CO) i čestica čađi i pepela, odnosno poboljšanje ekološke efikasnosti rada tehničkog sistema za centralno daljinsko vrelvodno grejanje,
4. Smanjenje potrošnje električne struje
5. Smanjenje protivpožarne opasnosti kotlarnice
6. Poboljšavaju se uslovi rada radnika i zaštita na radu
7. Poboljšava se i olakšava mogućnost praćenja rada kotlova, veći stepen regulacije unutar kotlovskih procesa i automatizacije opreme.
8. Smanjuje se buka, broj povreda radnika, vibracije isključuju se sve manipulacije sa prljavim mazutom i sl.
9. Pojeftinjuje održavanje, povećava se vek trajanja opreme kottlarnice
10. Postiže se otplata investicije u veoma kratkom roku, postižu se finansijske uštede, smanjuju se ukupni materijalni troškovi poslovanja.
11. Dobija se alternativna mogućnost postojanja dva izvora toplote, tako što se postojeća konzervira i jedno vreme služi kao hladna rezerva

### 6.4 Vremena otplate investicija



Slika 7. Vreme otplate investicije

Kada se sistematizuju kombinacije različitih mogućnosti ušteda i iznosi potrebnih investiranja, predstavljeno dijagramom na narednoj slici, dobijaju se najpovoljniji slučajevi: velike uštede a male investicije. Vreme otplate manje od jedne godine. Male uštede i velike investicije daju vreme otplate između pete i šeste godine.

**Zaključak 3:** Dosadašnji slučajevi realizovanih projekata zamene mazuta sa CNG-om, ukazuju da se na svim primerima postižu ekološke i finansijske uštede, a ista iskustva ukazuju da se vreme povraćaja investicije, u pojedinačnim slučajevima, kreće u dijapazonu između **polu** i **šest godina**.

## 7. Glavni zaključak – poruka rada

Tabela 7. Manje produkata sagorevanja

Ugljendioksid	111.761.853	kg/god
Azotovi oksidi	351.084	gr/god
Sumpordioksid	2.482.947	kg/god
Čađ	14.823.000	gr/god

1. Ukupno smanjenje produkata sagorevanja, kada bi se koristio prirodni gas, umesto mazuta, je predstavljeno je u narednoj tabeli.

2. Ako bi se radile dalje i još detaljnije uporedne analize energetske, ekološke i ekonomske opravdanosti, održivosti i isplativosti ovog projekta, dalo bi se zaključiti, nesporno, da je konverzija (zamena) mazuta, sa prirodnim gasom, za bolnice Srbije, višestruko opravdana, finansijski isplativa, ekološki održiva i fizički izvodljiva.

3. Ako se gleda još dalje, na putu traganja održivosti naših razvojnih vizija i praktičnih rešenja projekata, uporedno sa rešavanjem problema u poljoprivredi i stočarstvu, paralelno sa navedenim kktivnostima, budućnost je i u jednom, mladom, novom, tehnološkom idealu – biogasu ili biomasi.

#### Zašto?

**Zato** što svi **numerički parametri** i praktične mogućnosti implementacije ovog i svih drugih vrsta ovakvih projekata, ukazuju na njihove pozitivne efekte. Na žalost ne postoje još i numerički izraženi, najvažniji parametri. Zdravstveni. **Oni koji, više od svih prikazanih, preporučuju ovaj projekat.** Oni koji bi trebali da ukazuju na to, koju vrednost ima čovekova životna sredina, priroda i njegovo zdravlje.

**Zato** što naučnici čitavog Sveta, više od pedeset godina ukazuju (i niko ih ozbiljno i ne demantuje) na gotovo apokaliptičnu budućnost planete zemlje ukoliko se i dalje budu ignorisali zakoni prirode.



**Zato** što je zagađenje vazduha, prema navodima Svetske zdravstvene organizacije, najveći pojedinačni ekološki zdravstveni rizik po čovečanstvo. Prema ovim podacima u svetu kao posledica udisanja zagađenog vazduha, svake godine, umire blizu 7 miliona ljudi, a isti toliki broj, zbog iste posledice, živi manje 3 do 6 godina.

I **zato** što i u Srbiji, prema ovim podacima, kao posledica zagađenja vazduha, prerano umire oko 5.400 ljudi, godišnje.

## 8. Reference

- [1] \*\*\* World Health Organization
- [2] **Dr Marin IVOŠEV, dipl.maš.ing.** Idejno rešenje sa studijom energetske, ekološke i ekonomske (finansijske) opravdanosti zamene mazuta sa komprimovanim prirodnim gasom (CNG-om) u Bolnici „Sveti Luka“ Smederevo, 2014
- [3] \*\*\* **Gasteh**, Indija, 2015
- [4] **Dr Marin IVOŠEV, dipl.maš.ing.** Idejno rešenje sanacije i adaptacije opreme na mazut u Niškoj toplani “SOMBORSKA”, na bazi zamene mazuta sa komprimovanim prirodnim gasom (CNG-om), 2016
- [5] **Dr Marin IVOŠEV, dipl.maš.ing.** Projekat zamene mazuta i lož ulja sa Komprimovanim prirodnim gasom (CNG-om) u Opštoj bolnici u Novom Pazaru (Idejno rešenje mašinske i elektro instalacije za Komprimovani prirodni gas u Kotlarnici bolnice, 2014
- [6] **Dr Marin IVOŠEV, dipl.maš.ing.** Idejno rešenje (Glavna sveska, Projekat mašinskih instalacija) zamene mazuta sa komprimovanim prirodnim gasom u kotlarnici CENTAR, Toplane u Kladovu, 2017
- [7] **Dr Marin IVOŠEV, dipl.maš.ing.** Ekološki aspekti sagorevanja energenata u ZASTAVA ENERGETCI Kragujevac, Magistarska teza, 1998