

Simpozijum Elektrane 2010

Vrnjačka Banja 26-29.10.2010.

**Dejan Đurović, Stevan Nemoda, Dragoljub Dakić, Branislav Repić,
Aleksandar Erić**

**Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija za termotehniku i
energetiku*

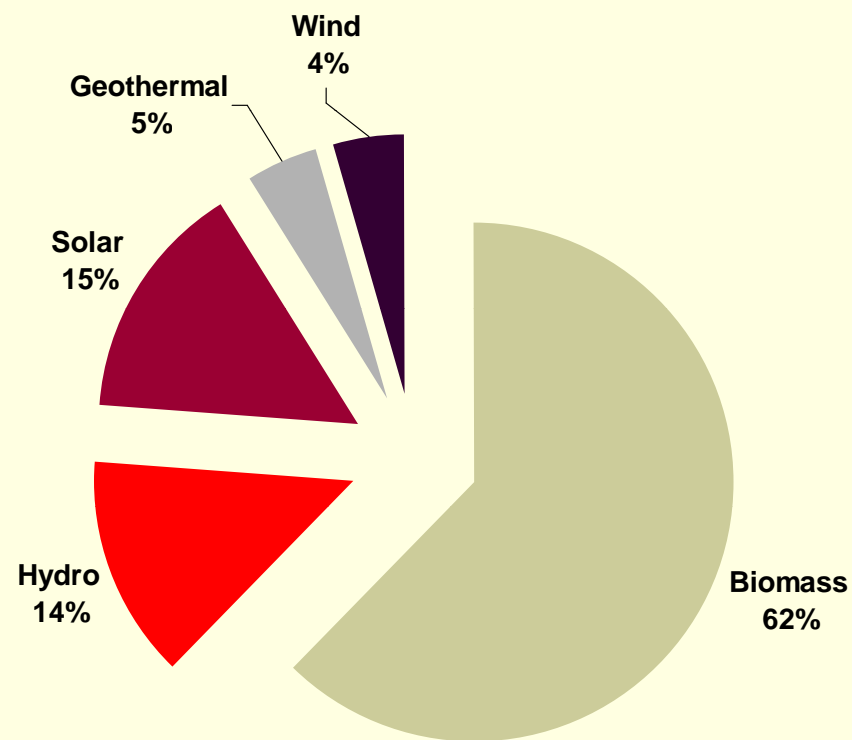
**ANALIZA PROCESA DOGOREVANJA
GASOVA U LOŽIŠTIMA ZA
SAGOREVANJE POLJOPRIVREDNE
BIOMASE**

Uvod

- U Laboratoriji za termotehniku i energetiku (LTE) duži niz godina se radi na razvoju sistema za korišćenje otpadne poljoprivredne biomase kao goriva.
- Osnovna polazišta saradnika LTE u razvoju korišćenja otpadne poljoprivredne biomase zasnovana su na željama:
 - da se iskoriste potencijali otpadne poljoprivredne biomase,
 - da se ne remeti bilans u proizvodnji hrane,
 - da tehnologija bude dostupna kako korisnicima tako i proizvođačima te opreme u Srbiji.

Uvod

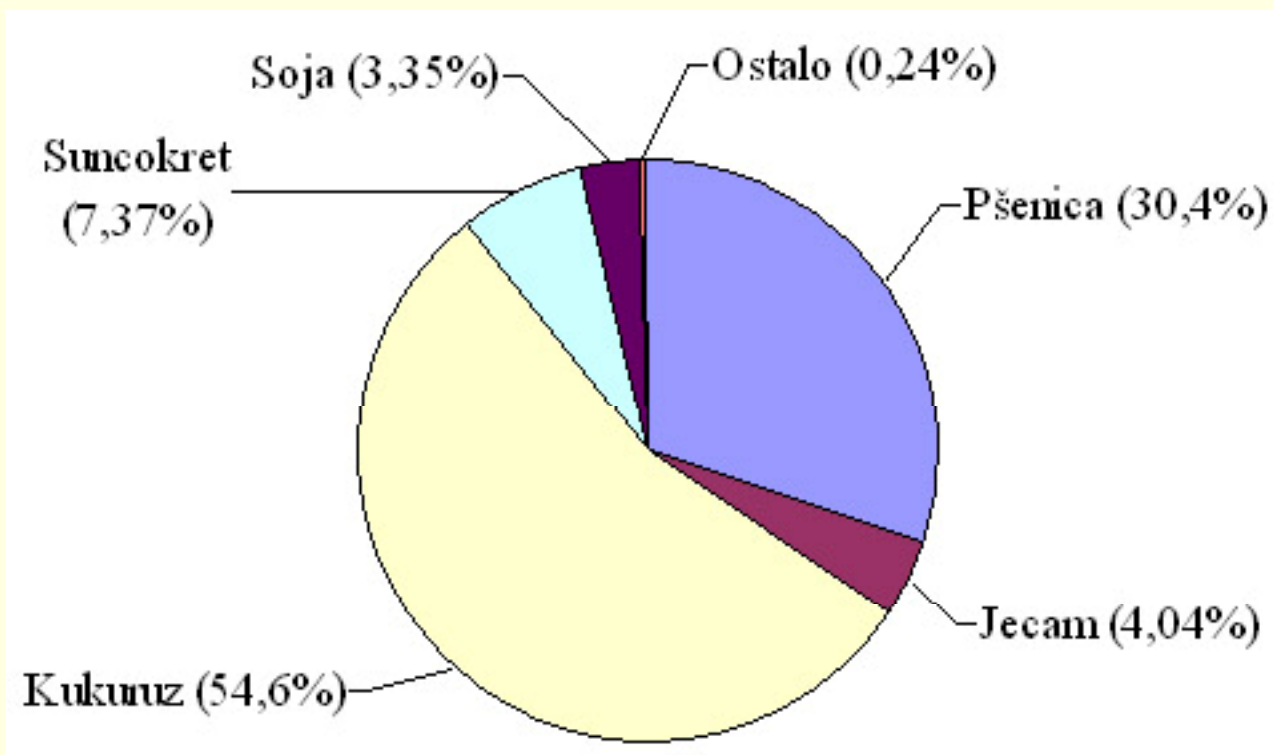
Potencijal (Mtoe)	
<i>Biomasa</i>	2.70
<i>Hidro</i>	0.60
<i>Sunce</i>	0.60
<i>Geotermalna</i>	0.20
<i>Vetar</i>	0.20
UKUPNO	4.30



Uvod

Ukupna količina biljnih ostataka u ratarstvu iznosi **9,55 miliona tona.**

Ukupan raspoloživi potencijal biomase u Srbiji je **2,7 Mtoe**, pri čemu biomasa iz poljoprivredne proizvodnje čini značajan deo – oko 60%.

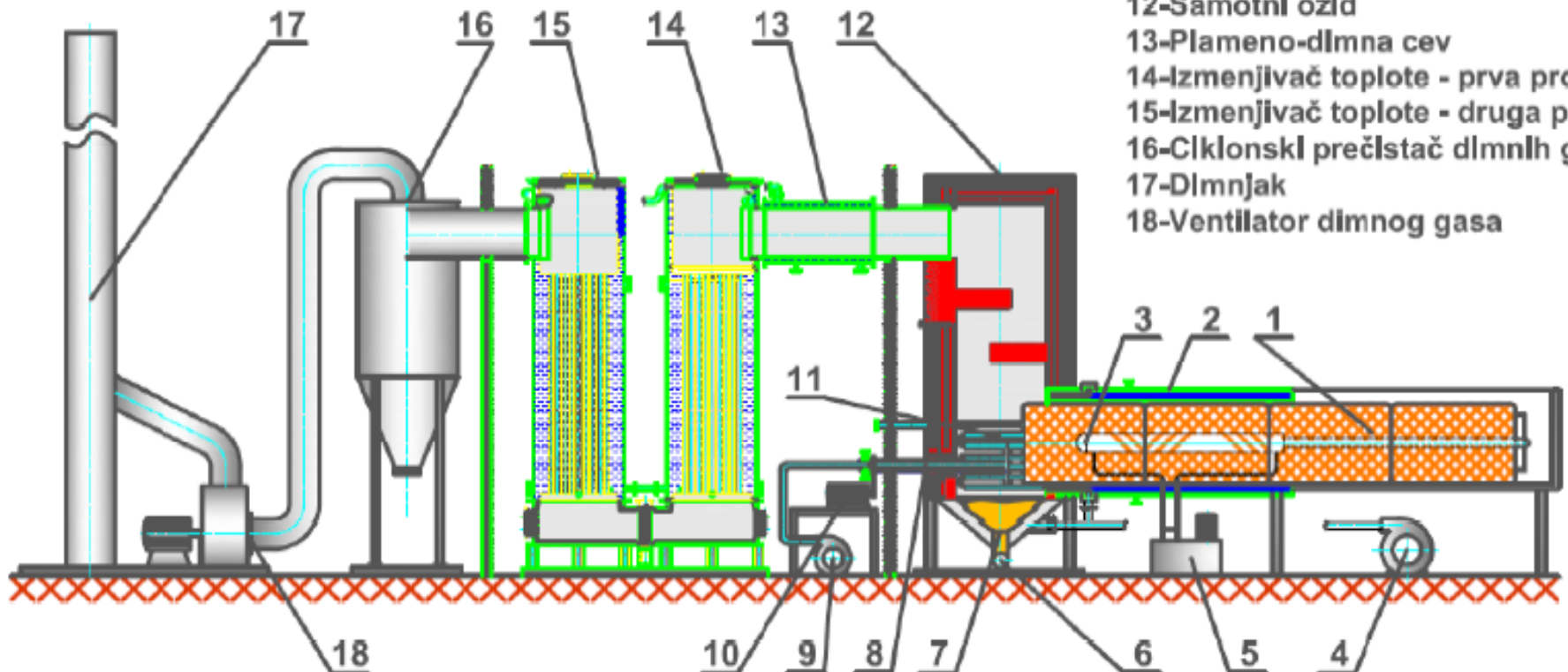


Domaće rešenje kotla

KOTLOVSKO POSTROJENJE 1,5 MW

- 1-Balirana biomasa
- 2-Vodom hladeni uvodnik
- 3-Kilpnji dozator
- 4-Ventilator primarnog vazduha
- 5-Hidraulični sistem

- 6-Pužni Izvlakač pepela
- 7-Pepečo
- 8-Uvodnik sekundarnog vazduha
- 9-Ventilator sekundarnog vazduha
- 10-Pokretač uvodnika sek. vazduha
- 11-Vodom vhađena rešetka
- 12-Šamotni ožid
- 13-Plameno-dimna cev
- 14-Izmenjivač toplote - prva promaja
- 15-Izmenjivač toplote - druga promaja
- 16-Ciklonski prečistač dimnih gasova
- 17-Dimnjak
- 18-Ventilator dimnog gasa



Matematički model

Primena kompleksne numeričke simulacije je od izuzetnog značaja ne samo zbog omogućavanja sveobuhvatnije i detaljnije analize predložene tehnologije, već i radi lakšeg utvrđivanja efekata mogućih konstrukcionih i parametarskih izmena na postrojenju, da bi na taj način bilo ostvareno što bolje sagorevanje kako sa stanovišta energetske efikasnosti, tako i sa aspekta ekologije.

Za prikazivanje rezultata proračuna korišćen je komercijalni kod FLUENT 6.3.26.

Matematički model

- Da bi se na što jednostavniji način opisao jedan složen proces, kakav je proces dogorevanja gasova u realnom ložištu, potrebno je uvesti neke pretpostavke.
- Usvojeno je:
 - da je sistem dvodimenzijski i stacionaran,
 - pretpostavka sastava gasova u glavnoj zoni sagorevanja zasnovana na rezultatima ranijih istraživanja sprovedenih od strane LTE: CH_4 , CO_2 , CO , O_2 , H_2O , inertni gas N_2 , kao i čvrste čestice ugljenika (C).

Matematički model

Sagorevanje gasovitih komponenti se može opisati sledećim hemijskim reakcijama:



Matematički model

Jednačina kontinuiteta:

$$\underbrace{\frac{\partial(\rho_f w_i)}{\partial x_i}}_{\text{Konvektivni član}} = \underbrace{\sum}_{\text{Izvorni član}}$$

Momentna jednačina:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho_f w_i w_j) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial w_j}{\partial x_i} \right) - \frac{\partial p}{\partial x_j}$$

$$\mu_{\text{eff}} = \mu_k + \mu_t$$

Matematički model

Izrazi za kinetičku energiju turbulencije i disipaciju kinetičke energije za dati stacionarni slučaj:

$$\frac{\partial(\rho_f w_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + \mu_t \left(\frac{\partial w_i}{\partial x_j} + \frac{\partial w_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial w_j}{\partial x_i} + \rho_f \varepsilon$$
$$\frac{\partial(\rho_f w_i \varepsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) + C_{1,\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} \mu_t \left(\frac{\partial w_i}{\partial x_j} + \frac{\partial w_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial w_j}{\partial x_i} + \rho_f C_{2,\varepsilon} \frac{\varepsilon^2}{k}$$

Tabela 1. Konstante k-ε modela

C_μ	σ_k	σ_ε	$C_{1,\varepsilon}$	$C_{2,\varepsilon}$
0,09	1,0	1,3	1,44	1,92

Matematički model

Jednačina održanja energije:

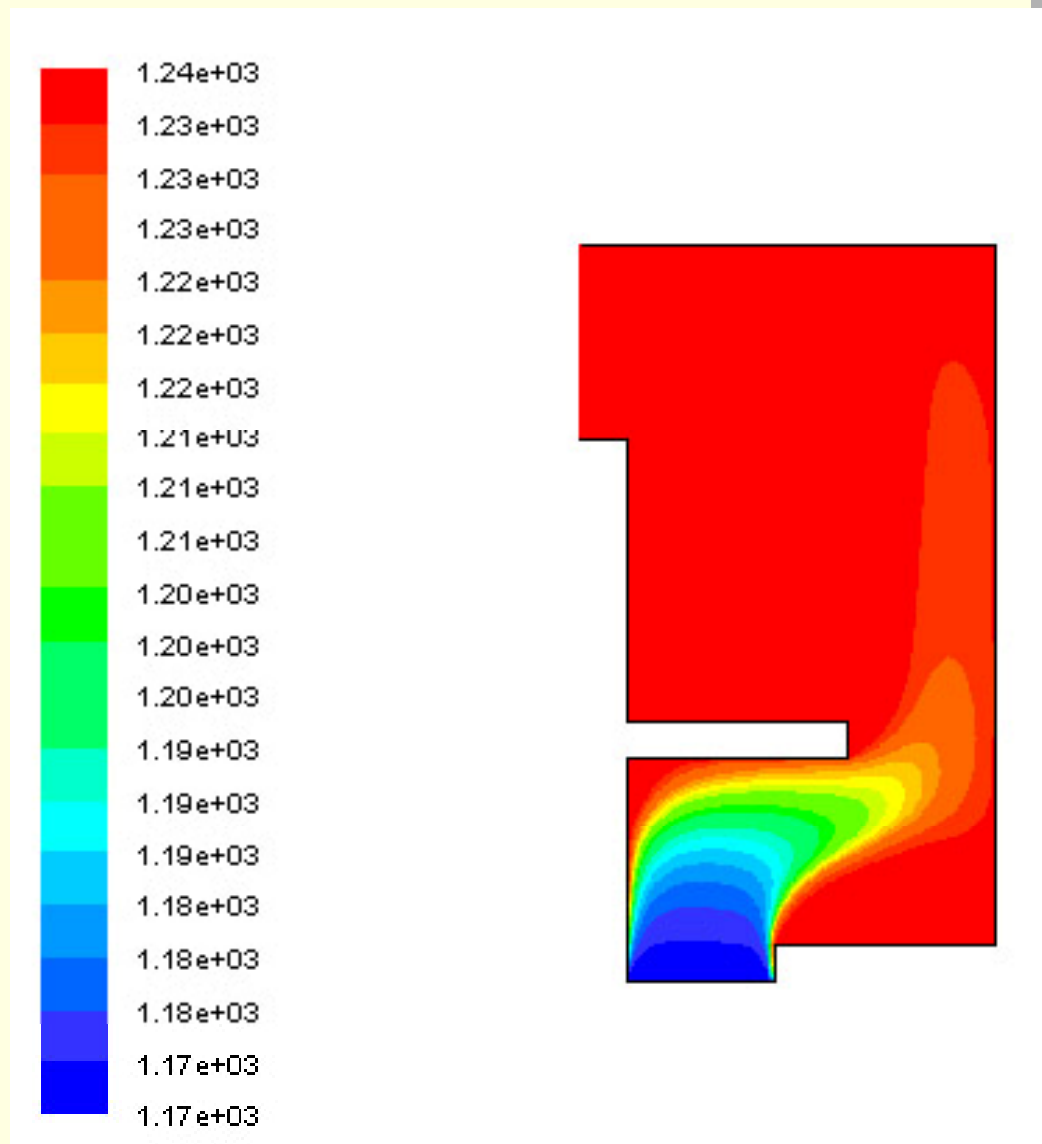
$$\frac{\partial}{\partial x_i} (w \rho c_p T_f) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\lambda_f}{c_p} \frac{\partial (c_p T_f)}{\partial x_i} \right) + \sum R_k H_k + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\sum \rho \left(D_{m,k} + \frac{\mu_t}{\rho \sigma_{mt}} \right) (c_{p,k} T) \frac{\partial Y_k}{\partial x_i} \right]$$

Jednačina održanja hemijskih komponenata:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (w_i \rho Y_k) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\rho \left(D_{m,k} + \frac{\mu_t}{\rho \sigma_t} \right) \frac{\partial Y_k}{\partial x_i} \right] + R_k$$

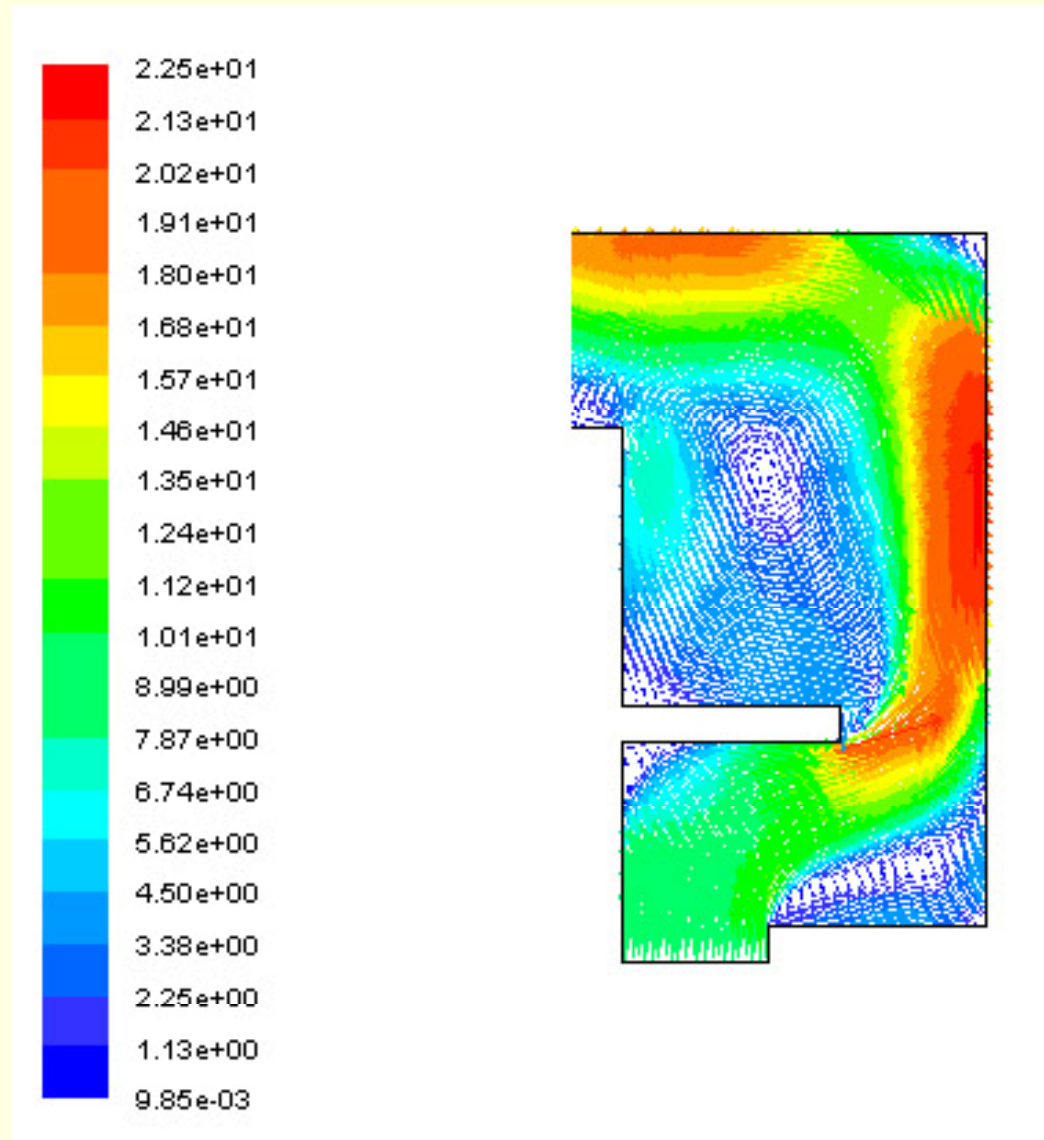
gde je R_k maseni izvor/ponor hemijske vrste k , a Y_k maseni udeo hemijske vrste k

Matematički model



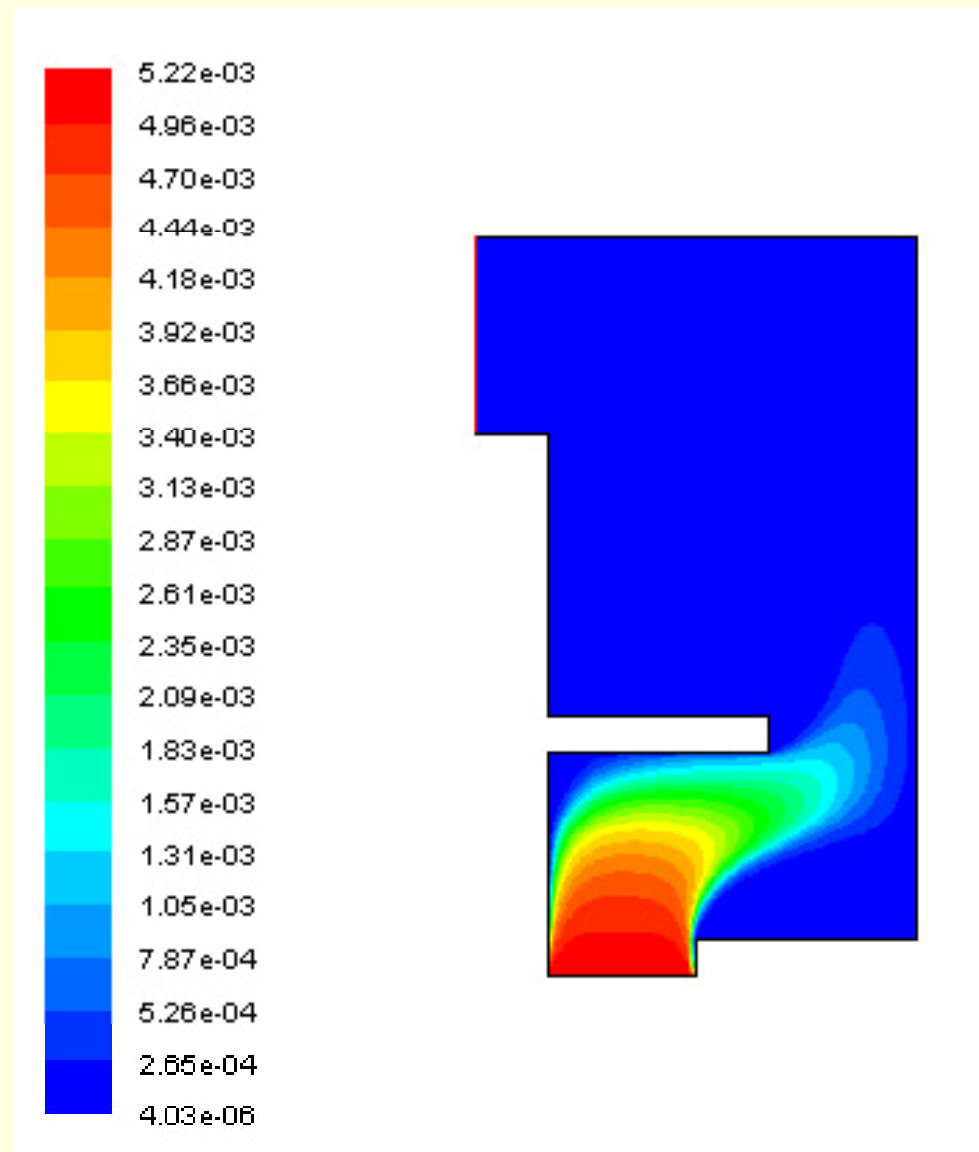
Polje temperatura

Matematički model



Polje brzina

Matematički model



Polje koncentracija ugljenmonoksida (CO)

Zaključna razmatranja

- ✓ Biomasa iz poljoprivredne proizvodnje predstavlja značajan energetska potencijal u našoj zemlji,
- ✓ Izgrađeni kotao u Korporaciji PKB služi za grejanje plastenika u kojima se uzgaja povrće. Radom kotla se svakodnevno uštedi od 1200 – 2500 €,
- ✓ Formiran je kompleksan matematičko-numerički model, pomoću kojeg se može obaviti detaljna dvodimenzijaska numerička simulacija procesa dogorevanja gasova u razmatranom ložištu,
- ✓ Sve to je urađeno radi sveobuhvatnije analize predložene tehnologije, ali i za potrebe lakšeg utvrđivanja efekata mogućih konstrukcionih i parametarskih izmena na postrojenju.

Zahvalnost

Ovaj rad je proistekao kao rad na projektu TR18216 finansiranog od strane Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije.

Hvala na pažnji

Kontakt: dejan2004@vinca.rs