

**ANALIZA REZULTATA MJERENJA PRODUKATA SAGORJEVANJA
NA POSTROJENJU ZA INSINERACIJU ANIMALNOG OTPADA**

**ANALYSIS OF THE RESULTS OF MEASUREMENTS ON THE
PRODUCTS OF COMBUSTION PLANT FOR INCINERATION OF
ANIMAL WASTE**

Muvedet Šišić Mr.sc.
ALBA Zenica d.o.o.
Zenica

Nusret Imamović, Doc. dr.
Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet
Zenica

Vehid Birdahić Mr.sc.
MUP ZDK
Zenica

REZIME

Insineracija (spaljivanje) je jedan od najprihvatljivijih načina zbrinjavanja animalnog otpada sa ekološkog i ekonomskog stanovišta. Postrojenje za insineraciju treba da zadovoljava uvjete propisane važećom legislativom, što podrazumijeva da u zavisnosti od kapaciteta vrši kontinuirani ili povremeni monitoring emisija u zrak. Rezultati mjerenja na realnom postrojenju pokazuju različite vrijednosti u zavisnosti od kvaliteta uloška, odnosno, vrste i stanja materijala koji se spaljuje. Na osnovu ovih podataka, moguće je vršiti kontrolirano doziranje koje će obezbjediti optimalan režim sagorjevanja a time i produkte sagorjevanja održavati ispod nivoa propisanih graničnih vrijednosti.

Ključne riječi: insineracija, animalni otpad, zbrinjavanje, emisija

ABSTRACT

Incineration (burning) is one of the most acceptable ways of disposing of animal waste from an environmental and economic point of view. Incineration plant must meet the conditions regulated by the valid legislation, which means that depending on the capacity performs continuous or periodic monitoring of air emissions. The results of measurements on the real plant show different values depending on the quality of the insole, and the type and condition of the material to be incinerated. Based on these data, it is possible to perform controlled dosages that will provide optimal combustion regime and thus combustion product held below the the prescribed limit values.

Key words: incineration, animal waste, disposing, emission

1. UVOD

Strateška planiranja bazirana na postojećoj međunarodnoj i domaćoj legislativi iz oblasti zbrinjavanja animalnog otpada, predlažu termičku obradu spaljivanjem, odnosno, insineraciju kao prihvatljivo rješenje. Insineracija ili koincineracija se sama po sebi nametnula kao koncept, prvenstveno što ta opcija nudi mogućnost korištenja toplote generisane u procesu, što je čini ekonomski prihvatljivom u ovdašnjim uslovima. Insineracija je visokotemperaturna termalna oksidacija otpada na temperaturama preko 850 OC za životinjski otpad [1,5]. Insinerator za životinjski otpad je konvektivna peć koja spaljuje leševe, dijelove leševa i čvrsti životinjski otpad na veoma visokim temperaturama reducirajući ih do pepela. Insineracija je biološki najsigurniji način zbrinjavanja životinjskog otpada, relativno je jednostavna i sanitarno sigurna. Ostaci pravilno spaljenog životinjskog otpada su uglavnom bezopasni i ne privlače glodare i insekte. Postrojenja za spaljivanje treba da rade na način da se postigne nivo spaljivanja gdje je nivo ukupnog organskog ugljika - TOC manji od 3 % ili gdje je njihov gubitak pri sagorijevanju manji od 5 % mase suvog materijala. Ukoliko je to potrebno, upotrebljavaju se odgovarajuće tehnike za predtretiranja otpada. Postrojenja za spaljivanje se projektiraju, opremaju, grade i rade na način da se nakon posljednjeg ubrizgavanja zraka za sagorijevanje, temperatura plina koji nastaje kao rezultat procesa na kontroliran i homogen način i čak i pod najnepovoljnijim uvjetima podiže do temperature od 850°C, po mjerenju koje se provodi u blizini unutarnjeg zida ili na nekoj drugoj referentnoj točki komore za sagorijevanje u skladu sa odobrenjem nadležnih organa.

Mjerenje emisije u zrak vršena su na realnom sistemu za insineraciju animalnog otpada kapaciteta 3 t/24 sata sa toplovodnom kotlovnicom kapaciteta 450 kW, predviđenog za rad sa sistemom grijanja proizvodne hale, dodatnih objekata i plastenika za uzgoj ukrasnog cvijeća i grmlja (slika 1.). Vršena su mjerenja koncentracija prašine, CO, CO₂, SO₂, NO_x, O₂ organskih spojeva izraženih kako ugljik, te određena je zacrtnjenost dimnih plinova. Rezultati mjerenja su svedeni na normalne uslove, suhi gas i na sadržaj kisika od 11%.



Slika 1. Sistem za insineraciju animalnog otpada

2. MJERENJE I ANALIZA REZULTATA MJERENJA PRODUKATA SAGORJEVANJA

2.1. Metodologija preračuna

Srednje vrijednosti preračunavaju se na jedinicu volumena suhих ili vlažnih otpadnih plinova pri standardnim uvjetima i referentnom volumnom udjelu kisika.

(a) Preračun na suhe otpadne plinove:

Preračun masenih koncentracija onečišćujućih tvari u vlažnim plinovima na suhe provodi se prema jednadžbi:

$$C_s = C_v \frac{100}{100 - \varphi_{H_2O}} \quad \dots(1)$$

gdje je:

C_s – masena koncentracija u suhim otpadnim plinovima u mg/m^3

C_v – masena koncentracija u vlažnim otpadnim plinovima u mg/m^3

φ_{H_2O} – sadržaj vlage u otpadnim plinovima u vol %

(b) Preračun na normirano stanje (standardne uslove):

Ako su masene koncentracije onečišćujućih tvari izmjerene za stanje otpadnih plinova u kanalu različito od normiranog, preračun na normirano stanje obavlja se prema jednadžbi:

$$C_n \leq C_{sk} \frac{101,3}{P} \frac{T}{273} \quad \dots(2)$$

gdje je:

C_n – koncentracija za normirano stanje u mg/m^3

C_{sk} – koncentracija za stanje u kanalu u mg/m^3

P – apsolutni tlak u kanalu u kPa,

T – apsolutna temperatura u kanalu u K

(c) Preračun na referentni volumni udio kisika:

Preračun masenih koncentracija na referentni volumni udio kisika u otpadnim plinovima obavlja prema jednadžbi:

$$C_n \leq C_{mj} \frac{21 - O_{2n}}{21 - O_{2mj}} \quad \dots(3)$$

gdje je:

C_n – masena koncentracija u mg/m^3 za referentni volumni udio kisika

C_{mj} – masena koncentracija mg/m^3 za mjereni volumni udio kisika u otpadnim plinovima

O_{2n} – propisana vrijednost sadržaja kisika u otpadnom plinu u vol %

O_{mj} – izmjereni sadržaj kisika otpadnom plinu vol %.

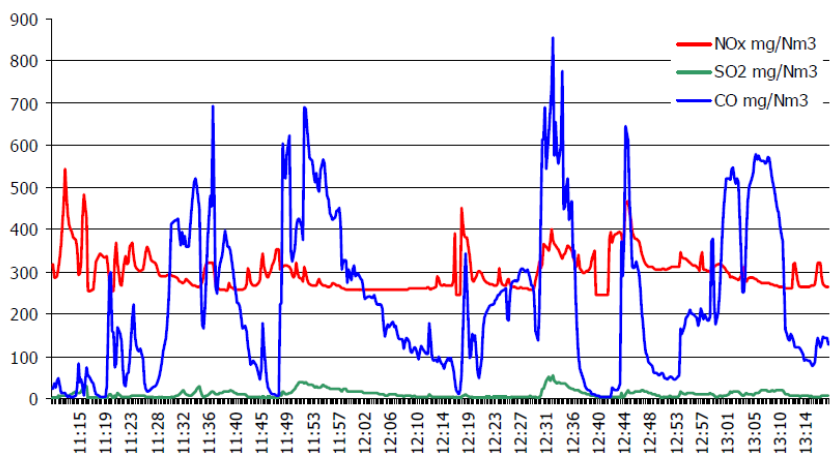
2.1. Rezultati mjerenja emisije

Rezultati mjerenja su prikazani tabelom 1.

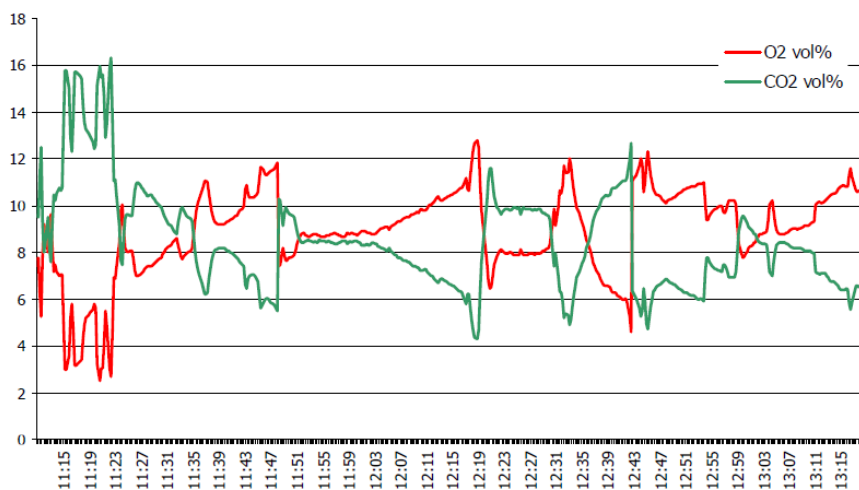
Tabela 1. Rezultati mjerenja emisije

Parametar mjerenja	Rezultati svedeni na normalne uslove, suhi gas i ref. sadržaj O ₂
SO ₂ [mg/Nm ³]	10,06
CO [mg/Nm ³]	231,7
CO ₂ [%]	8,47
NO _x [mg/Nm ³]	298
Koncentracija prašine [mg/Nm ³]	48
O ₂ [%]	8,9
Organski spojevi izraženi kao C	36,5
Boja dimnih plinova po Ringelmannu	1
Temperatura dimnih pinova [°C]	172

Grafički prikazi vremenskog mjerenja sadržaja pojedinih polutanata dati su slikama 2 i 3.



Slika 2. Grafički prikaz vremenskog mjerenja sadržaja NO_x, SO₂ i CO



Slika 3. Grafički prikaz vremenskog mjerenja sadržaja O₂ i CO₂

2.1. Komentar o rezultatima mjerenja

Prema izmjerenim i preračunatim vrijednostim polutanata u zrak i usporedbom sa graničnim vrijednostima propisanim važećom legislativom (tabela 2), prvenstveno Pravilnikom o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada ("Sl. novine FBiH", broj:12/05) uočavamo odstupanja, tj. prekoračenja pojedinih parametara.

Tabela 2. Granične vrijednosti emisije[5]

Parametar	Granična vrijednost emisije [mg/Nm ³]
Ukupna prašina	10 ¹
SO ₂	50 ¹
NO _x	200 ¹

Grafički prikazi (slika 2 i slika 3) pokazuju oscilacije u koncentraciji pojedinih parametara u produktima sagorjevanja, što je posljedica različitih uložaka goriva, odnosno nehomogene strukture uloška. Ukoliko vremenske faze uporedimo sa sadržajem uloška (tabela 3), možemo konstatovati da je sadržaj CO povećan u periodima sagorjevanja vlažnog uloška, odnosno, iznutrica i sl. Sadržaj NO_x je prema pretpostavci vezan za prisustvo značajne količine fekalnih materija u ulošku. Postrojenje je u testnoj fazi ispitivano sa osnovnom namjerom utvrđivanja optimalnog sadržaja uloška i iz tog razloga je mjerenje vršeno kontinuirano 120 min a ne prema Pravilniku o monitoringu emisija zagađujućih materija u zrak („Službene novine Federacije BiH, broj 09/14).

Tabela 3. Vrste pojedinih uložaka za vrijeme praćenja

Sadržaj uloška	Vremenski period
Kosti i koža	11 ¹⁵ – 11 ³⁰
Iznutrice	11 ³⁰ – 12 ⁰⁰
Kosti	12 ⁰⁰ – 12 ³⁰
Iznutrice	12 ³⁰ – 13 ¹⁵

Pepeo kao jedan od produkata sagorjevanja je inertan materijal koji se uklanja ručno. Na većim sistemima osmišljen je mehanizam koji omogućava odpepeljavanje, bez potrebe zaustavljanja uređaja[2]. Ovim mjerenjima nije obuhvaćeno mjerenje prisustva teških metala u pepelu iz razloga što to nije bio prioritetni zadatak praćenja produkata sagorjevanja, a dosadašnja praktična iskustva potvrđuju njihov zanemariv udio, odnosno udio ispod dozvoljenih vrijednosti da bi mogao biti odložen na deponijama komunalnog otpada. Zbog sveobuhvatnosti istraživanja ubuduće se preporučuje i analiza sadržaja teških metala u pepelu.

3. ZAKLJUČAK

Predloženi sistem predstavlja u potpunosti novi koncept, koji vrši transformaciju otpada u energiju i na taj način rješava dva problema: problem odlaganja otpada i problem smanjenja potrošnje fosilnih energenata, pri tome koristi jeftino inicijalno gorivo. Kao takav, uređaj se idealno uklapa u opšte prihvaćenu strategiju povećanja energetske efikasnosti, kao i održivog razvoja mesnih industrija. S druge strane, u smislu pridržavanja ekoloških normi propisanih važećom legislativom, potrebno je nastaviti tražiti optimalno rješenje u smislu:

- optimalnog režima rada,
- programiranog (kontrolisanog) uloška,
- pridržavanja ostalih mjera za ovakva postrojenja,

Visok sadržaj prašine tj, krutih čestica u produktima sagorjevanja svakako obavezuje na tehnološka poboljšanja u smislu ugradnje prečistača, tj. odvajača čvrstih čestica prije ulaza u dimnjak. U slučaju posebnih zahtjeva ili većih kapaciteta otpeljavanje se može potpuno automatizovati. Sve komore u kojima se odvija process gasifikacije i sagorjevanja su šamotirane, u skladu s propisima za ovakve vrste instalacija, uz adekvatno odabrane vrste i sastava šamota. Zbog masivne konstrukcije poželjno je da sistem funkcioniše u režimu 24 ili 12 h/dan, jer stalna pothlađivanja šamotnih materijala i druge vrste termičkih stresova snižavaju njihov vijek trajanja i povećavaju pogonske troškove. Redukcija emisije NO_x, urađena je uvođenjem koncepta višestepenog sagorjevanja, odnosno višestepenog uvođenja vazduha za sagorjevanje u pojedine zone procesa. Maksimalna redukcija emisije Nox će se postići kontrolom uloška i dogradnjom dodatnog gorionika koji će obezbijediti temperaturu potrebnu za potpuno sagorjevanje. Nakon predloženih tehnoloških i operativnih poboljšanja

preporučuje se sveobuhvatna analiza produkata sagorjevanja prema Pravilniku o monitoringu emisija zagađujućih materija u zrak („Službene novine Federacije BiH, broj 09/14).

4. LITERATURA

- [1]. Gvero, P.: Anivaste, Tehnološki fakultet Banja Luka, Banja Luka 2009.
- [2]. Vučemilo, M.; Zbrinjavanje životinjskih leševa i konfiskata, Zavod za animalnu higijenu, okoliš i etologiju, Zagreb 2003.
- [3]. Omanović, M.; Pašalić, I.; Energija i ekologija u održivom razvoju BiH, Bihać-Zenica, 2000.
- [4]. Institut za hidrotehniku (EC LIFE Third Countries Program), Jačanje kapaciteta za primjenu integralne kontrole i prevencije zagađenja u prehrambenoj industriji, Tehničke upute-sektor klanje krupne stoke, Sarajevo 2008.
- [5]. Pravilnik o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada "Sl.novine FBiH", broj:12/05
- [6]. Pravilnik o ograničenim vrijednostima emisije zagađujućih materija u zrak "Sl.novine FBiH", broj:12/05