

16.

Naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem
AKTUELNI PROBLEMI MEHANIZACIJE POLJOPRIVREDE

16th Scientific Conference **CURRENT PROBLEMS AND TENDENCIES IN AGRICULTURAL ENGINEERING**

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

Institut za poljoprivrednu tehniku
Poljoprivredni fakultet, Beograd

14.12.2012.



www.dpt.agrif.bg.ac.rs

SKUP SU PODRŽALI:

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Privredna komora Srbije
Privredna komora Beograda

Almex d.o.o Pančevo
Imlek d.o.o Beograd
Amazonen-Werke, predstavništvo – Novi Sad
FPM Agromehanika a.d. – Boljevac
MasFerg Agro d.o.o. Novi Sad
Aleksandar inženjering d.o.o. Novi Sad
Milšped grupa – Novi Beograd
Livona d.o.o. Beograd
Milurović Komerc, Ugrinovci
ITN d.o.o. Beograd
Linzer Agro Trade d.o.o. Beograd
Tikkurila Zorka doo – Šabac
Zeleni hit d.o.o. Beograd
Majeвица Holding a.d., Bačka Palanka
Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd
KMB Fluid Control System, Vršac
AgroGas d.o.o. Beograd
Jugometal d.o.o. Svilajnac
Coing d.o.o. Novi Sad
Rondo d.o.o. Novi Sad
AgriCons T.E.C. Beograd
AgroArt d.o.o. Stara Pazova
eCon E&T d.o.o. Subotica

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet

Za izdavača:

Prof. dr Milica Petrović
Poljoprivredni fakultet, Beograd

Tehnička priprema:

Null Images
Novi Beograd

Urednik:

Dr Miloš Pajić
Poljoprivredni fakultet, Beograd

Štampa:

Interklima-grafika doo
Vrnjačka Banja

Tiraž:

300 primeraka

CIP - Каталогизacija u publikaciji
Nародна библиотека Србије, Београд

631.3(082)

631.17(082)

НАУЧНО стручни скуп са међународним учешћем
Актуелни проблеми механизације пољопривреде
(16 ; 2012 ; Београд)

Zbornik radova = Proceedings / 16. Naučno stručni skup
sa međunarodnim učešćem Aktuelni problemi mehanizacije
poljoprivrede, Zemun-Beograd, 14.12.2012. godine = 16th
Scientific Conference Current Problems and Tendecies in
Agricultural Engineering ; [organizatori] Univerzitet u
Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu
tehniku [i] Zadružni savez Srbije ; [urednik Miloš Pajić].
- Beograd : Poljoprivredni fakultet, 2012 (Vrnjačka Banja
: Interklima-grafika). - 244 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 300. - Napomene i bibliografske reference
uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-7834-168-7

1. Пољопривредни факултет (Београд).

Институт за пољопривредну технику

а) Пољопривредне машине - Зборници б)

Пољопривреда - Механизација - Зборници

COBISS.SR-ID 195329036

**UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET
INSTITUT ZA POLJOPRIVREDNU TEHNIKU**

ZADRUŽNI SAVEZ SRBIJE

16. Naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem
AKTUELNI PROBLEMI MEHANIZACIJE POLJOPRIVREDE

*16th Scientific Conference
CURRENT PROBLEMS AND TENDENCIES IN AGRICULTURAL ENGINEERING*

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS

ISBN 978-86-7834-168-7

UDK 631 (059)

Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6
Zemun – Beograd, Republika Srbija
14.12.2012. godine

Programski odbor:

dr Mićo Oljača, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija) - Predsednik
dr Dušan Radivojević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija) - Podpredsednik
dr Mirko Urošević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Goran Topisirović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Đukan Vukić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Milena Jelić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Steva Božić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Zoran Mileusnić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Rade Radojević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Milovan Živković, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Rajko Miodragović, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Aleksandra Dimitrijević, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Miloš Pajić, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Mirko Babić, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Lazar Savin, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet (Srbija)
dr Zoran Dumanović, Institut za kukuruz «Zemun polje», Beograd (Srbija)
dr László Magó, Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő (Mađarska)
dr Robert Jerončić, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Vlada Republike Slovenije (Slovenija)
dr Velibor Spalević, Univerzitet u Podgorici, Biotehnički fakultet (Crna Gora)
dr Zoran Dimitrovski, Univerzitet "Goce Delčev", Poljoprivredni fakultet, Štip (Makedonija)
dr Danijel Jug, Sveučilište "Josipa Jurja Strossmayera" u Osijeku, Poljoprivredni fakultet (Hrvatska)
dr Selim Škaljić, Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredni fakultet (Bosna i Hercegovina)
dr Nicolay Mihailov, Univerzitet of Rousse, Faculty of Electrical Engineering (Bugarska)
dr Stavros Vougioukas, Aristotle University of Thessaloniki (Grčka)
mr Marjan Dolenšek, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto (Slovenija)

Organizacioni odbor:

dr Miloš Pajić - Predsednik
dr Mićo Oljača - Sekretar
dr Dušan Radivojević
dr Goran Topisirović
dr Đukan Vukić
dr Milena Jelić
dr Mirko Urošević
dr Steva Božić
dr Zoran Mileusnić
dr Rade Radojević
dr Milovan Živković
dr Rajko Miodragović
dr Aleksandra Dimitrijević
dr Vesna Pajić
M.Sc Kosta Gligorević
M.Sc Dušan Radojičić
M.Sc Milan Dražić
M.Sc Ivan Zlatanović

Organizaciju Skupa je pomogao Zadružni Savez Srbije

Sadržaj

REZULTATI ISPITIVANJA UTICAJA SABIJANJA ZEMLJIŠTA NA PRINOS OZIME PŠENICE	7
PRIMENA RAZLIČITIH TEHNOLOŠKIH PROCESA U DORADI SEMENA CRVENE DETELINE.....	14
EFEKTI MEHANIZOVANOG NAČINA APLIKACIJE TEČNOG STARTNOG ĐUBRIVA U PROIZVODNJI KUKURUZA.....	23
TEHNOLOŠKI PARAMETRI BRIKETIRANJA BIOMASE MISKANTUSA	30
NESREĆE SA VOZAČIMA TRAKTORA U JAVNOM SAOBRAĆAJU NA TERITORIJI BEOGRADA	37
OPTIMIZACIJA HIDRAULIČNOG PODIZAČA TRAKTORA IMR- a.....	44
HAOTIČNI MODEL RASTA PROFITA U PROIZVODNJI POLJOPRIVREDNIH MAŠINA.....	49
EFEKTI PRIMENE TIFON UREĐAJA U NAVODNJAVANJU KUKURUZA (<i>Zea mays L.</i>)	53
UTICAJ NAVODNJAVANJA NA PRINOS I SADRŽAJ GLAVNIH ELEMENATA ISHRANE U ZEMLJIŠTU POD KUKURZOM.....	60
TRŽIŠTE POLJOPRIVREDNIH MAŠINA U EVROPSKOJ UNIJI I MAĐARSKOJ – AKTUELNA SITUACIJA I TRENDVI U PERIODU 2011. - 2012. GODINA	69
PROIZVODNJA I SKLADIŠTENJE KROMPIRA ZA FRESH MARKET	77
ANALIZA EKONOMSKIH POKAZATELJA U PRIMENI GPS TEHNOLOGIJE U POLJOPRIVREDNOM KOMBINATU BEOGRAD	84
ISPITIVANJE UJEDNAČENOSTI ISEJAVANJA SEMENA METODOM ODZIVNIH POVRŠINA.....	92
FORMIRANJE BAZNOG MODELA TRANSPORTA POLJOPRIVREDNIH PROIZVODA	100
SNAGE STATORA I ROTORA ASINHRONOG GENERATORA SA DVOSTRANIM NAPAJANJEM PRIMENJENOG U VETROELEKTRANAMA.....	113
MODELI NAPREDNE PLASTENIČKE PROIZVODNJE PAPIRIKE	119
EFEKTI PRODUŽENOG DEJSTVA PRIMENE MELIORATIVNOG SISTEMA OBRAD ZEMLJIŠTA TEŠKOG MEHANIČKOG SASTAVA U PROIZVODNJI RATARSKIH KULTURA	131
STANJE, PERSPEKTIVE I ZNAČAJ NAVODNJAVANJA OBRADIVOG POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U SRBIJI.....	138
MOGUĆNOSTI, ZNAČAJ I EFEKTI PREČIŠĆAVANJA STAJSKOG VAZDUHA.....	147
OPTIMIRANJE TRAKTORSKIH SISTEMA SA ASPEKTA OPTEREĆENJA LJUDSKOG OPERATORA.....	156
UTICAJ KARAKTERISTIKA TERENA NA OSCILACIJE TRAKTORA.....	163
EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE AKUMULACIJE TOPLOTE U AKUMULATORU TOPLOTE PRIMENOM FAZNOPROMENLJIVOG MATERIJALA	174
EKONOMSKI OPRAVDAN IZNOS ULAGANJA U KUPOVINU UNIVERZALNOG ŽITNOG KOMBAINA NA PORODIČNIM GAZDINSTVIMA	180
RAZVOJ NOVIH TIPOVA KOČIONIH KOMANDNIH VENTILA ZA TRAKTORSKE PRIKOLICE.....	188
RASPODELA PRAŠINE U VAZDUHU STAJA ZA DRŽANJE KRAVA	195
TEHNIČKI PARAMETRI VENTILATORA OROŠIVAČA I KVALITET ZAŠTITE VINOGRADA.....	205
UTICAJ KVALITETA NAPONA NA ENERGETSKU EFIKASNOST ASINHRONIH MOTORA U POLJOPRIVREDI.....	212
ENERGETSKI POTENCIJAL PRODUKATA REZIDBE VOĆARSKIH I VINOGRADARSKIH ZASADA SRBIJE.....	220
PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA SUŠENJA U INDUSTRIJI PRERADE HRANE	227
TIPOVI, KLASIFIKACIJA I SELEKCIJA SUŠARA U AGROINDUSTRIJI.....	234

MOGUĆNOSTI, ZNAČAJ I EFEKTI PREČIŠĆAVANJA STAJSKOG VAZDUHA

**Radojičić Dušan^{1*}, Zlatanović Ivan¹, Radivojević Dušan¹, Topisirović Goran¹,
Gligorević Kosta¹, Pajić Miloš¹, Dražić Milan¹**

¹ *Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet – Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd - Zemun*

Sažetak: U ovom radu je dat pregled rapoloživih tehnika za prečišćavanje vazduha koji iz objekata stočarske proizvodnje izlazi u okolinu. Takav vazduh sa sobom nosi brojne zagađivače, od kojih su najzastupljeniji gasoviti i čestični zagađivači, kao i neprijatni mirisi. Emisije takvih materija u životnu okolinu dovode do brojnih negativnih efekata. Efekti koje stočarska proizvodnja ima na životnu sredinu sve češće su i predmet zakonskih regulativa, kojima se emisija štetnih agenasa ograničava u određenim granicama. Primenjene tehnike prečišćavanja vazduha mogu se razvrstati na one kojima se na emisiju štetnih gasova utiče promenom sastava obroka, zatim tehnike koje u fokusu imaju promene u načinu postupanja sa stajnjakom i tehnike kojima se emisija smanjuje tretmanom izlazne struje vazduha. Koja tehnika će biti primenjena zavisi od tipa objekta, odnosno da li objekat ima mehaničku ili prirodnu ventilaciju. Pri izboru tehnike se mora voditi računa i o dominantnim zagađivačima koji se javljaju u različitim vidovima stočarske proizvodnje. Za govedarsku proizvodnju najrealnije je primeniti metode smanjenja emisije promenom sastava obroka, dok se u živinarskoj i svinjarskoj proizvodnji preporučuju tehnike tretiranja izlazne struje vazduha u skruberima, biofilterima ili biotrikling filterima. Pri tome ne treba gubiti iz vida da primena ovih uređaja stvara dodatnu potrošnju energije. Najpotpuniji efekti prečišćavanja postiže se primenom višestepenog prečišćavanja.

Ključne reči: *stočarska proizvodnja, životna sredina, prečišćavanje vazduha, skruberi, biofilteri, biotrikling filteri*

POSSIBILITIES, SIGNIFICANCE AND EFFECTS OF AIR PURIFICATION IN LIVESTOCK PRODUCTION

**Radojicic Dusan¹, Zlatanovic Ivan¹, Radivojevic Dusan¹, Topisirovic Goran¹,
Gligorevic Kosta¹, Pajic Milos¹, Drazic Milan¹**

¹ *University of Belgrade, Faculty of Agriculture – Institute for Agricultural
engineering, Beograd - Zemun*

Abstract: This paper provides overview of available techniques for purification of air that comes to environment from livestock production facilities. Such air carries numerous pollutants within, of which most abundant are gaseous and particle pollutants, and odours. Emissions of such substances in the environment lead to numerous negative effects. The effects of livestock production on the environment and are increasingly subject to legal

* Kontakt autor: Radojičić Dušan, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080
Zemun, e-mail: radojicic@agrif.bg.ac.rs

regulations, which limit the emission of harmful agents within certain limits. These techniques of air purification can be classified into those that affects the emissions by changing the meal composition, then techniques that are the focused on changes in the handling of manure and techniques to reduce emissions by treatment of outgoing current of air. Which techniques will be applied depends on the type of facility and whether the facility has a mechanical or natural ventilation. Dominant pollutants that occur in various forms of livestock production must be taken in account when selecting purification techniques. The most realistic method for cattle and dairy production to reduce emissions is by changing the composition of the meal, while in the poultry and swine production techniques recommended treating the outgoing current of air in the scrubber, biofilter or biotrickling filters. It should not be forgotten that the use of these devices creates additional power consumption. The most complete treatment effects are obtained using multiple-treatment.

Keywords: *animal production, environment, air cleaning, scrubbers, biofilters, biotrickling filters*

UVOD

Značaj poljoprivrede ogleda se, pre svega, u obezbeđivanju dovoljnih količina kvalitetnih namirnica za ljudsku ishranu. Poljoprivreda, takođe, značajno doprinosi i ekonomiji zemlje, mogućnostima izvoza, zapošljavanju stanovništva. Današnja poljoprivreda, da bi odgovorila rastućim zahtevima, visoko je intenzivirana. Poljoprivreda se danas posmatra kao industrijski proces u kome su gajene biljke i životinje male fabrike [1]. Neke vrste domaćih životinja gaje se „industrijski“, na velikim farmama sa velikom koncentracijom životinja, često na jako malom prostoru (brojleri, koke nosilje) [1].

Ovakav pravac razvoja poljoprivrede uopšte, doveo je do toga da poljoprivreda dobije još jednu, stalno rastuću, dimenziju a to je da poljoprivreda predstavlja i veliku pretnju životnoj sredini. Moderna stočarska proizvodnja sve više se smatra izvorom čvrstih, tečnih i gasovitih emisija koje mogu biti ekološki štetne [2].

U ovom radu dat je prikaz raspoloživih tehnika za smanjenje emisija štetnih materija koje se emituju iz stočarskih objekata u okolni vazduh. Čist, suv, vazduh je po sastavu mešavina azota (78%), kiseonika (21%), argona (0.9%), ugljen dioksida (0.03%) uz jako male sadržaje vodonika i još nekih gasova [3]. Kvalitet vazduha definiše se prema stepenu zagađenja (koncentracije većine zagađujućih materija može se utvrditi merenjem) u poređenju sa čistim vazduhom. Što je sadržaj zagađujućih materija niži, vazduh se smatra kvalitetnijim [4].

ZAGAĐIVAČI VAZDUHA IZ STOČARSTVA

Zagađivači vazduha se mogu definisati kao materije i čestice koje suspendovane ili pomešane sa vazduhom degradiraju njegov kvalitet i utiču na upotrebljivost vazduha u različite svrhe [5]. Stepem zagađenja vazduha u objektima značajno utiče na uspeh proizvodnje. Tako je primećeno da se kod svinja konstantno izloženih koncentracijama vodonik sulfida u vazduha, preko 20 ppm, smanjuje konzumiranja hrane, povećava se stres i strah od svetlosti [6]. Prema nekim iskustvima, polovina svih klanja svinja u nekom čoporu može da pokazuje znake pneumonije, pleuritisa i drugih respiratornih bolesti. Kod brojlera, oko 30% odbačenog mesa od strane inspekcije otpada na plućne lezije [2].

Najvažniji zagađivači vazduha su prašina, gasovi, neprijatni mirisi, mikroorganizmi i endotoksini pod nazivom bioaerosoli. U stočarskim objektima detektovano je više od 130 gasovitih jedinjenja. Zagađenje vazduha iz stočarstva na globalnom nivou doprinosi zakišeljavanju zemljišta (amonijak), globalnom zagrevanju (metan, azot-suboksid) [2].

Najvažniji zagađivači vazduha iz stočarske proizvodnje su:

- Amonijak
- Vodonik sulfid
- Gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte
- Čestični zagađivači
- Neprijatni mirisi
- Lako isparljive organske materije

Amonijak: amonijak je bezbojni gas, lakši od vazduha, i visoko rastvorljiv u vodi [7]. Mehanizam nastanka amonijaka je uglavnom razlaganje uree (nalazi se u urinu) pod uticajem enzima ureaze (uglavnom je poreklom iz fecesa), kod svinja i goveda, a kod živine je uglavnom poreklom iz mokraćne kiseline [8]. Amonijak emitovan u spoljnu sredinu učestvuje u procesima eutrofikacije i acidifikacije i igra važnu ulogu u smanjenju biodiverziteta [9]. Isti izvor navodi i da je emisija amonijaka zavisna od načina držanja, te da je veća količina amonijaka emitovana iz objekata za slobodno držanje krava.

Vodonik sulfid: je bezbojan gas, teži od vazduha i visoko rastvorljiv u vodi [7]. Uglavnom potiče iz procesa raspadanja organskih materija (iz stajnjaka, kvarenja hrane...). Zbog svojih osobina, taloži se pri dnu objekta, a posebno je detektovan u neventilisanim i slabo ventilisanim zonama objekata.

Gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte: najzastupljeniji gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte (Green House Gases - GHG) poreklom iz stočarske proizvodnje su ugljen-dioksid, metan i azot-suboksid. Prema nekim istraživanjima [10] 40% i preko 50% antropogene emisije metana i azot-suboksida respektivno, potiče iz poljoprivrede. Poreklo metana u stočarskim objektima zavisi od vrste domaćih životinja. U objektima za govedarstvu proizvodnju, metan uglavnom (80% produkovanog) potiče od varenja hrane, odnosno od unutrašnje fermentacije [10]. Isti izvor navodi da je kod svinja situacija drugačija i da metan uglavnom potiče iz stajnjaka (70% produkovanog). Stočarstvo je značajan izvor azota-suboksida, koji nastaje pod specifičnim uslovima [10]. Proces nastanka azot-suboksida je kombinacija aerobnih i anaerobnih procesa, i to nitrifikacije kojom se amonijak transformiše u nitrata (aerobni proces) i denitrifikacije kojom se redukcijom nitrata stvara gasoviti azot [9]. Upotreba prostirke uz konstantno sabijanje od strane životinja, stvara pogodne uslove za stvaranje azot-suboksida.

Čestični zagađivači: ova kategorija obuhvata mešavinu velikog broja zagađivača [11], koji se ponašaju kao čestice. Često se ova kategorija poistovećuje sa prašinom, međutim prašina je samo jedan, istina najzastupljeniji, činilac ove kategorije. Pored prašine, u ovu kategoriju treba ubrojiti i sitne čestice tečnosti suspendovane u gasovitom medijumu [10]. Ovakvi zagađivači označeni su kao aerosoli. Posebno u stočarskim objektima, sastavni deo vazduha pripada mikrosvetu: bakterije, virus i gljivice, koje se nazivaju bioaerosoli [12]. Čestične zagađivače, dakle, možemo definisati kao složenu mešavinu suspendovanih čestica sa različitim fizičkim, hemijskim i biološkim svojstvima [13]. Budući da je sastav ove kategorije zagađivača veoma složen, radi lakšeg sagledavanja problema koje prouzrokuju i mogućnosti eliminisanja iz vazduha, koristi se podela prema fizičkim svojstvima, pre nego po hemijskom sastavu. Glavni kriterijum podele je aerodinamički prečnik. Posebno su po zdravlje ljudi i životinja opasne sitne čestice, prečnika ispod 5 μm (i čak 2.5 μm). Čestice mogu poslužiti i kao prenosioci neprijatnih mirisa i bolesti.

Neprijatni mirisi: neprijatni mirisi su kategorija zagađivača koju je najteže definisati i izmeriti. Neki autori [14] definišu miris kao nešto što izaziva reakciju čula mirisa, ali odmah napominju i da je čulo mirisa jako promenljivo i strogo individualno. Istovremeno navode da je čulo mirisa u nekim slučajevima efikasnije od npr. gasne hromatografije. Neprijatni mirisi potiču uglavnom iz stajnjaka i od procesa raspadanja hraniva. Postoji

povezanost između jačine neprijatnih mirisa izvan objekata sa sadržajem prašine i vodonik-sulfida u vazduhu. Neprijatni mirisi su karakteristični po tome što su više neprijatnost i to različito izražena od osobe do osobe, nego što predstavljaju realnu pretnju.

Lako isparljive organske materije: u ovu kategoriju spadaju jedinjenja koja lako isparavaju na sobnoj temperaturi. U ovu kategoriju spadaju masne kiseline, organske kiseline, alkoholi, neki ugljovodonici, aldehidi i druga jedinjenja [7]. Neka od ovih jedinjenja mogu imati neprijatan miris i to je glavni doprinos ovih komponenti zagađenju vazduha poreklom iz stočarske proizvodnje.

ZAKONSKA REGULATIVA O EMISIJI ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA

Svest o štetnom uticaju stočarske proizvodnje na životnu sredinu već dugo sazreva u mnogim zemljama sveta. Logično, najdalje se otišlo u zemljama jako razvijenog stočarstva, gde su ovi problemi i najizraženiji. Otuda, ne čudi veliki broj nacionalnih zakona i uredbi koji se odnose na dozvoljene nivoe emisije iz stočarskih objekata. Međutim, postoje dokumenti koji prevazilaze nacionalne okvire.

Direktiva koju su 2008. godine doneli i usvojili Evropski Parlament i Savet Evropske Unije, a koja se odnosi na predmetno razmatranje je direktiva 2008/1/EC (IPCC – *Integral Pollution Prevention and Control*) [15]. Ovom direktivom su predviđeni uslovi dobijanja dozvole za rad i vođenje proizvodnje za velike industrijske i poljoprivredne sisteme. Prema ovoj direktivi, njene odredbe obavezni su da zadovolje objekti intenzivne živinarske i svinjarske proizvodnje, i to:

- Sa više od 40000 grla u živinarskoj proizvodnji
- Sa više od 2000 grla u svinjarskoj proizvodnji (svinje preko 30kg)
- Sa više od 750 krmača

Ovakvi sistemi, da bi dobili dozvolu za rad moraju da dokažu da neće izazvati značajno zagađenje, kao i da su upotrebljene najbolje raspoložive tehnike za kontrolu zagađenja (BAT – *Best Available Techniques*). Najbolje (*best*) znači najefikasnije u ostvarivanju visokih nivoa zaštite životne okoline, raspoložive (*available*) podrazumeva one tehnike koje su postojeće i koje se mogu implementirati pod ekonomski i tehnički izvodljivim uslovima, ali se ne ograničavaju na tehnike koje su industrijski standardi i široko rasprostranjene tehnike. Tehnike (*techniques*), se odnose na samu tehnologiju koja se primenjuje, ali i na način na koji je projektovana, proizvedena, održavana, snabdevana energijom i na kraju otpisana.

U aneksu 3 ove direktive popisani su i zagađivači koji se moraju uzeti u obzir, među kojima se nalaze i zagađivači koji potiču iz stočarstva, i to za vazduh: azotni oksidi i azotna jedinjenja, lako isparljiva organska jedinjenja, prašina.

RASPOLOŽIVE TEHNIKE PREČIŠĆAVANJA I NJIHOVA EFIKASNOST

U stočarskoj proizvodnji sreće se velika raznolikost u konstrukcijama, izvedbama i opremanju objekata, koja potiče od različitih potreba pojedinih vrsta domaćih životinja, različitih sistema držanja, različitih sistema izdubavanja i sl. Jasno je da se, uzevši u obzir prethodno, ne mogu projektovati sistemi koji bi bili univerzalnog karaktera.

Jedan od osnovnih parametara u razmatranju strategije smanjenja emisija iz stočarstva u okolni vazduh, je način ventilacije objekta. Kod objekata koji se ventiliraju mehanički, primenom ventilatora i gde potencijalno posotoji kontrola nad izlaznom strujom vazduha mogu se primeniti neki od uređaja za prečišćavanje vazduha. Sa druge strane, kod objekata koji se ventiliraju prirodnim putem, krovnom ventilacijom, emisija se može smanjiti drugačijim metodama.

Generalno, tehnika za smanjenje emisije mogu se podeliti na tri grupe [8]:

- Promenom sastava hraniva
- Adaptacijom i promenom dizajna i opremljenosti objekata, uključujući i objekte za lagerovanje stajnjaka
- Tretmanom izlazne struje vazduha (*end of pipe* tehnike)

Promena sastava obroka: ovom tehnikom utiče se pre svega na redukciju emisije amonijaka. Kako je već rečeno, amonijak u objektu nastaje razlaganjem uree (iz urina životinja) pod dejstvom enzima ureaze (nalazi se u fecesu), što rezultuje oslobađanjem amonijaka i ugljen – dioksida.

Postoje dva načina za smanjenje emisije amonijaka. Prvi je da se smanji ukupna ekskrecija azota iz organizma (i u urinu i u fecesu). Ovo se postiže vrlo pažljivim balansiranjem obroka prema potrebama životinja u različitim fazama proizvodnje [8]. Drugi način je da se promeni način izlučivanja azota, odnosno, da se u ukupnoj ekskreciji poveća udeo azota koji se izlučuje putem fecesa (uglavnom je u formi proteina i manje je podložan razlaganju i formiranju amonijak). Ovo se postiže promenom sastava obroka, povećanjem učešća vlaknastih hraniva u obroku. Primenom ove tehnike može se smanjiti emisija amonijaka kod svinja, živine i goveda. Kod goveda se može postići i smanjenje emisije metana [8].

Ova tehnika je uglavnom ograničena na samo jedan zagađivač. Međutim, ne zahteva bilo kakve adaptacije i može se primeniti na svim objektima u stočarstvu. Postojanje sistema za veštačku ventilaciju nije preduslov za primenu ove tehnike. Efikasnost primene ove tehnike u pogledu emisije amonijaka može ići i do 50% redukcije kod svinja. Međutim, neki autori napominju [16], da je primena obroka pravljenih u cilju smanjenja emisije amonijaka dovela do povećanja emisije metana i azot-suboksida iz stajnjaka.

Adaptacija i promena dizajna i opremljenosti objekta: primenom pomenutih mera može se uticati na emisiju pre svega gasovitih agenasa. I kod ove tehnike je najuočljivije smanjenje emisije amonijaka. Zasniva se na promeni u postupanju sa stajnjakom, pri čemu se naglasak stavlja na redukciju slobodne površine stajnjaka, brzo i potpuno iznošenje stajnjaka iz objekta, primenu tehnika za tretman stajnjaka (aeracija tečnog stajnjaka i sl.), hlađenje površine stajnjaka, uticanje na fizičko-hemijska svojstva stajnjaka (dodavanje kreča u cilju smanjenja pH vrednosti) [8,]. Efikasnost primene ovih mera ide i do 80% u smanjenju redukcije amonijaka [8]. Takođe, postoje podaci [17] koji ukazuju na mogućnost povećanja emisije azotnih oksida primenom ovih mera.

Tretman izlazne struje vazduha: strategija smanjenja zagađenja vazduha iz stočarstva primenom ove tehnike zasnovana je na korišćenju posebnih uređaja, različitog nivoa složenosti kroz koje se provodi izlazna struja vazduha. Za primenu ovih uređaja, potrebno je imati jasno definisanu putanju vazduha pri napuštanju objekta, tako da je ova tehnika, u suštini, ograničena na objekte koji su mehanički ventilisani.

Uređaji koji su našli primenu u ove svrhe su:

- biofilteri
- skruberi
- bioskruberi (biotrikling filteri)

Biofilteri: su najstariji biotehnoški postupak za prečišćavanje gasova, i u primeni su još od 20-tih godina prošlog veka [18]. Princip rada biofiltera zasniva se na prisilnom kretanju gasa koji se tretira kroz ispunu biofiltera. Ispunu biofiltera čine materijali prirodnog porekla, kao što su treset, kompost i grube frakcije u vidu sitnih grana i sl. [18]. Kod biofiltera, važno je da ispunu bude bioaktivna, odnosno da sadrži i podržava život mikroorganizama, koji se na ispuni nastanjuju u formi biofilma. Mikroorganizmi koji

nastanjuju filtere, uobičajeno se nazivaju biomasa. Pri prolasku zagađenog gasa kroz ispunu biofiltera, birazgradiva, isparljiva jedinjenja bivaju absorbovana u ispunu i potom biološkim putem oksidovana u manje škodljiva jedinjenja [18]. Ispuna treba da ima veliku specifičnu površinu, da ne stvara velike padove pritiska, da ima minimalnu sklonost ka sabijanju, dobru sposobnost zadržavanja vode, neutralnu pH vrednost [19]. Grube frakcije u ispunu biofiltera služe kao nosač aktivne frakcije i sprečavaju velike padove pritiska. Može biti i od inertnog materijala [18]. Prvi biofilteri su kao ispunu koristili treset, ali su zbog relativno malog efekta prečišćavanja morali da budu velikih dimenzija. Smanjenje je postignuto primenom komposta kao ispune, koji je bogatiji mikroorganizmima i stoga efikasniji. Problemi koji su se javili su sleganje komposta, veliki padovi pritiska i isušivanje donjih zbijenih slojeva. Zbog toga su i ovi filteri morali da se grade kao tanki slojevi komposta i opet su bili velikih dimenzija. Donekle su poboljšani dodavanjem grube frakcije u ispunu. Primena klasične konstrukcije biofiltera, ograničena je na koncentraciju zagađujućih materija do 25 ppm_v. Preko ove koncentracije, efikasnost biofiltera nije zadovoljavajuća.

Biofilteri mogu biti otvoreni i zatvoreni [20]. Otvoreni biofilteri, su jednostavne konstrukcije, grade se na nivou zemljišta i pune se ispunom od široko rasprostranjenih materijala (treset, kompost). Visine su 1 – 1,5 m.

Zatvoreni biofilteri mogu biti kružnog ili pravougaonog oblika. U prednosti su u odnosu na otvorene jer pružaju bolju kontrolu nad svojstvima ispune (temperature, vlažnost, pH vrednost). Otporniji su na uticaje spoljašnje sredine.

Efikasnost biofiltera zavisi od brojnih faktora. Glavni uticajni parametri su: vlažnost ispune, odnos aktivne frakcije ispune i grube frakcije, opterećenje biofiltera (protok gasa koji se tretira), pH vrednost. U brojnim sprovedenim studijama o efikasnosti biofiltera primećeni su sledeći efekti: efikasnost otklanjanja vodonik – sulfida u granicama od 3%, 72% i 87% pri vlažnosti ispune od 42%, 69% i 79% respektivno [21]. U istom radu konstatovano je smanjenje emisije neprijatnih mirisa od 42%, 69% i 79%, i amonijaka 6%, 49% i 81%, pri istim uslovima. Takođe, prema ovoj studiji optimalan odnos između frakcija ispune je 30% kompost i 70% usitnjeno drvo.

Za biofiltere je karakteristično da im se efikasnost menja i sa povećanjem opterećenja, te da su sa povećanjem protoka gasa manje efikasni [19,20].

Skruberi: su uređaji koji se koriste za prečišćavanje gasova u velikom broju slučajeva. Skruberi rade na principu “pranja gasa”, čija je suština u obezbeđivanju optimalnog kontakta struje zagađenog gasa sa tečnošću, pri čemu dolazi do vezivanja čvrstih, tečnih i gasovitih komponenti za tečnost. U svrhu prečišćavanja vazduha iz stočarskih objekata koriste se uglavnom skruberi sa ispunom (kule sa ispunom). Ispunu čini inertni materijal koji treba da ispunjava sledeća svojstva: veliku poroznost i veliku specifičnu površinu (obično između 100 i 200 m²m⁻³ radi efektnijeg kontakta sa zagađenim gasom) [20,21]. Tečnost odgovarajućih karakteristika se prska sa gornje strane, preko ispune, dok se vazduh u najvećem broju slučajeva vodi u suprotnom smeru

Nivo prenosa mase sa gasne na tečnu fazu u skruberu zavisi od [22]: gradijenta koncentracije, veličine kontaktne površine između faza i vremena kontakta ove dve faze. Sadržaj (koncentracija) amonijaka npr, u tečnoj fazi zavisi od rastvorljivosti u vodi, brzine izmene vode, brzinom disocijacije na NH₄⁺ i OH⁻ jone (zavisi od pH vrednosti). Brzina i nivo prenosa mase sa gasa na tečnost direktno zavisi od veličine kontaktne površine (m² m⁻³) i od vlažnosti te površine. Prenos mase zavisi i od vremena koje te dve faze provedu u kontaktu. Što je rastvorljivost neke komponente u tečnoj fazi slabija, potrebno je duže vreme kontakta.

Kod skrubera namenjenih otklanjanju amonijaka značajno povećanje efikasnosti se može postići dodavanjem kiseline u cirkulišuću vodu, čime se amonijak prevodi u soli i tako otklanja iz skrubera.

Skruberi, pogotovo oni kod kojih se dodaje kiselina su veoma efikasni u otklanjanju amonijaka. Efikasnost se kreće i do 100%, a retko kada je ispod 90% [22]. U istoj studiji navode se i efekti rada skrubera na otklanjanju neprijatnih mirisa. Budući da neprijatne mirise stvaraju brojna jedinjenja, čija rastvorljivost u vodi jako varira, ne čude široke granice koje su autori naveli kao rezultate efikasnosti u otklanjanju mirisa (prosečno oko 30%, minimalno 3%, a maksimalno 51%). Skruberi mogu imati i značajnu efikasnost u otklanjanju prašine i čestičnih zagađivača. U skruberskim jedinicama dolazi i do delimičnog otklanjanja čestičnih zagađivača.

Potrebno je napomenuti i da instalacija skrubera povećava potrošnju energije (stvara pad pritiska, koristi se pumpa za recirkulaciju tečnosti), javljaju se i troškovi odlaganja i zbrinjavanja vode ispuštene iz skrubera, kao i troškovi nabavke i korišćenja kiseline (ukoliko se koristi).

Bioskruberi i biotrikling filteri: kod ove grupe uređaja odmah je potrebno napomenuti da ne postoji jasna razgraničenost. Neki autori [8] ove uređaje smatraju skruberima, dok ih drugi [18,20] tretiraju kao dva odvojena i različita uređaja, što je i prihvatljivije za struku. Prema ovoj podeli, bioskruber je uređaj koji pored klasične skruberske kule ima i bioreaktor sa aktivnim muljem.

Tretman otpadnog gasa se obavlja “pranjem” u skruberu, a produkti se uvode u bioreaktor sa aktivnim muljem u cilju biorazgradnje materijala “donetih” iz skruberske jedinice. Kao glavna prednost bioskrubera nad biofilterima i biotrikling filterima navodi se mogućnost proizvodnje i održavanja veoma brojne populacije biomase na malom prostoru [20], što ih čini veoma efikasnim.

Sa druge strane, biotrikling filter zapravo predstavlja kombinaciju biofiltera i skrubera. Kod biotrikling filtera se gas prisiljava da struji kroz inertnu ispunu na kojoj su u vidu biofilma raspoređeni mikroorganizmi zaduženi za razgradnju komponenti.

Biotrikling filteri pokazuju jako dobre rezultate u otklanjanju lako isparljivih organskih jedinjenja i neprijatnih mirisa. Kod biotrikling filtera je potrebno voditi računa o koncentracijam nutritijenata koje, ukoliko pređu određenu granicu, mogu dovesti do preteranog rasta biomase, što posle izvesnog vremena može dovesti do zapušavanja ispune.

Efikasnost primene bioskrubera u svrhe tretmana vazduha iz stočarskih objekata nije detaljno ispitana. Postoje podaci [20] o efikasnosti u otklanjanju vodonik – sulfida, koja je jako visoka (98%).

Efikasnost primene biotrikling filtera je dobro ispitana. Efikasnost otklanjanja vodonik – sulfida je i do 99%, a neprijatnih mirisa od 65% do 99% [20]. Efikasnost otklanjanja amonijaka je oko 70% [22].

Iz navedenih činjenica jasno se zaključuje da primenom samo jednog od pomenutih uređaja nije moguće prečistiti satajski vazduh od svih zagađivača. Različite tehnike pokazuju različitu efikasnost. Da bi se poboljšali efekti rada uređaja za prečišćavanje stajskog vazduha, koristi se višestepeno prečišćavanje. Višestepeni prečišćivači (višestepeni skruberi) najčešće imaju dva ili tri stepena, pri čemu se u svakom stepenu prečišćavanja izlazna struja gasa oslobađa jedne vrste zagađivača [23]. Uobičajena postavka višestepenog prečišćivača omogućava otklanjanje amonijaka, neprijatnih mirisa i čestičnih zagađivača.

ZAKLJUČAK

Rezultati studija jasno ukazuju na sve veći negativan uticaj stočarske proizvodnje na vazduh, vodu, zemljište. Da bi se negativni uticaji smanjili, razvijaju se brojne tehnike, uključujući i tehnike za sprečavanje zagađenja vazduha. Sprečavanje i smanjenje emisija štetnih materija u vazduh moguće je na više načina. Koji način će biti primenjen zavisi pre svega od načina ventilacije objekta. U objektima koji se ventiliraju prirodnim putem u upotrebi su tehnike kojima se promenom sastava obroka (*feed management*), utiče na emisiju pojedinih zagađivača. Efikasnost ove tehnike je ograničena samo na jedan zagađivač (amonijak), dok u nekim slučajevima može čak dovesti do povećanja emisije drugih gasovitih zagađivača. Takođe, na ovim objektima se mogu primeniti i mere adaptacije i promene upravljanja stajnjakom, što je opet uglavnom ograničeno na amonijak. Najsigurniji i najcelovitiji pristup prečišćavanju vazduha zasada pružaju tehnike kojima se tretira izlazna struja vazduha. Preduslov primene ovih tehnika je postojanje mehaničkog ventilacionog sistema. I kod ovih tehnika postoje značajne varijacije u efikasnosti prema određenim vrstama zagađivača. Najpotpuniji efekti se postižu primenom višestepenog prečišćivača. Koja tehnika će biti primenjena zavisi, kako je već rečeno, od primenjenog načina ventilacije objekata ali i od vrste domaćih životinja koje ga nastanjuju, odnosno od dominantnih formi zagađenja. Tako u govedarskoj proizvodnji treba težiti smanjenju emisije amonijaka i gasova koji izazivaju efekte staklene bašte. Međutim, uzevši u obzir najzastupljenije tipove objekata u govedarskoj proizvodnji, ove mere se pre svega mogu primeniti na postupke sa stajnjakom, i eventualno promenom sastava obroka uticati na emisiju amonijaka. Živinarski i objekti u svinjarskoj proizvodnji značajno opterećuju okolinu gasovitim i čestičnim emisijama, kao i neprijatnim mirisima. Ovi objekti najčešće imaju mehanički sistem ventiliranja, pa je za preporuku primena nekog od sistema za tretman izlazne struje vazduha.

LITERATURA

- [1] Kovačević, D., (2011): *Savremeni koncepti održivog razvoja poljoprivrede*, predavanje na stalnom seminaru AINS.
- [2] Kovačević, D., Lazić, B., Milić, V.,(2011): *Uticaj poljoprivrede na životnu sredinu*, uvodno predavanje, međunarodni skup agronoma "Jahorina 2011" Jahorina
- [3] ASHRAE, (1999): *HVAC Applications Handbook*, ASHRAE, Atlanta, USA
- [4] Zhang, Y., (2005): *Indoor Air Quality Engineering*. CRC Press, Florida. 615 pp
- [5] Auvermann, B., Bottcher, R., Heber A., Meyer, D., Parnell, C.B. Jr., Shaw, B., Worley, J., (2006): *Particulate matter emissions from animal feeding operations*. In *Animal, Agriculture and the Environment*, National center for manure and animal waste
- [6] Robertson, A. M., Gallraith H., (1971): *Effect of ventilation on the gas concentration in a part-slatted piggery*, Farm Building R & D Studies (1), Scottish Farm Buildings Investigation Unit, Craibstone
- [7] AEX 721-07, (2007): *Understanding Air Emissions from Animal Feeding Operations*, Fact Sheet, Ohio state University
- [8] Melse, W., R., Ogink, W.,M.,N., Rulkens H., W., (2009): *Air Treatment Techniques for Abatement of Emissions from Intensive Livestock Production*, The Open Agriculture Journal, 3, 6 – 12
- [9] Amon, B., Amon, Th., Boxberger J., Alt, Ch., (2001): *Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading)*, Nutrient Cycling in Agroecosystems 60, 103 – 113
- [10] Monteny, G.,J., Bannink, A., Chadwick, D., (2006): *Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry*, Agriculture, Ecosystems and Environment, 112, 163 – 170
- [11] Lopez, M., C., Aarnink, J., A., A., Zhao, Y., Calvet, S., Torres G., A., (2010): *Airborne particulate matter from livestock production systems: A review of an air pollution problem*, Environmental Pollution, 158, 1 – 17

- [12] Zoranović, M., Bajkin, A., Potkonjak, V., (2008): *Redukcija stepena zagađenja vazduha u stočarstvu*, Poljoprivredna tehnika, broj 3, 81 – 88
- [13] EPA, (2004): *Air Quality Criteria for Particulate Matter*, Environmental Protection Agency, vol II, Washington D.C., 1148 pp
- [14] Mackie, I., R., Stroot, G., P., Varel, H., V., (1998): *Biochemicla identification and biological origin of key odor components in livestock waste*, Journal of Animal Science, 76, 1331 – 1342
- [15] THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPIAN UNION (2008): *DIRECTIVE 2008/1/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*, Official Journal of the European Union
- [16] Velthof, G., L., Nelemans, J., A., Oenema, O., Kuiklman P., J., (2005). *GaseousNitrogen and Carbon losses from Pig Manure derived from Different diets*, Journal of envirnomenta quality, 34, 698 – 706
- [17] Brink, C., Kroeze, C., Klimont, Z., (2001): *Ammonia abatement and its impact on emissions of nitrous oxide and methane: part 2. Application for europe*, Atmospheric Envirnoment 25, 6313 – 6325
- [18] Van Groenestijn, W., J., Hesselink, G., M., P., (1993): *Biotechniques for air pollution control*, Biodegradation, 4, 283 – 301
- [19] Maredia, S., (2005): *A comparasion of biofilters, biotrickling filters and membrane bioreactors for degrading volatile organic compounds*, MMG 445, Basic technology eJournal, 1
- [20] Lemay, P., S., Martel, M., Belzile, M., Zegan, D., Feddes, J., Godbout, S., Pelletier, F., (2009): *A systematic literature review to identify an air contaminant removal technology for swine barn exhaust air*, Prezentovan na CSBE/SCGAB 2009 Annual Conference
- [21] Nicolai, R., E., Janni, K., A., (2001): *Biofilter media mixture ratio of wood chips and compost treating swine odors*, Department of Biosystems and Agricultural Engineering, University of Minnesota, USA
- [22] Melse, W., R., Ogink, W., M., N., (2005): *Air scrubbing techniques for ammonia nad odor reduction at livestock operations: review of on-farm research in the Netherlands*, Transactions of the ASAE, Vol. 48(6), 2303 – 2313, American Society of Agricultural Engineerings
- [23] Melse, R., Ogink, N., Bosma, B.,: *Multi- pollutand scrubbers for removal of ammonia, odor and particulate matter from animal house exhaust air*, Mitigating air emissions from animal feeding operations Conference, Conference Proceeding